MD/EP 3443704 T2 2020.09.30

REPUBLICA MOLDOVA

(19) Agenţia de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **MD/EP 3443704** (13) **T2**

(51) Int. Cl:***H04L 5/14*** (2006.01.01)
H04L 5/00 (2006.01.01)
H04B 7/0452 (2017.01.01)
H04B 7/08 (2006.01.01)
H04W 72/12 (2009.01.01)
H04W 74/02 (2009.01.01)
H04W 74/08 (2009.01.01)

(12) BREVET DE INVENŢIE EUROPEAN VALIDAT

(21) Numărul de depozit: e 2019 0222

(22) Data de depozit: 2017.05.12

(96) Numărul cererii şi data de depozit a cererii de brevet european:17727742.3, 2017.05.12

(97) Numărul de publicare şi data publicării de către OEB a cererii de brevet european:3443704, 2019.02.20

(31) Numărul cererii prioritare:
201615154212

(32) Data de depozit a cererii prioritare:
2016.05.13

(33) Ţara cererii prioritare: US

(49) Data publicării traducerii fasciculului de brevet european validat: BOPI nr. 09/2020, 2020.09.30

(80) Data publicării menţiunii acordării de către OEB: EPB nr. 31/2019, 2019.07.31

(82) Data publicării solicitării de validare a brevetului european: BOPI nr. 03/2019, 2019.03.31

(71) Solicitant: Telefonaktiebolaget LM Ericsson (PUBL), SE

(72) Inventatori: BALDEMAIR Robert, SE; ABRAHAMSSON Richard, SE; AKTAS Ismet, DE; ALRIKSSON Peter, SE; ANSARI Junaid, DE; ASHRAF Shehzad Ali, DE; ASPLUND Henrik, SE; ATHLEY Fredrik, SE; AXELSSON Hakan, SE; AXMON Joakim, SE; AXNAS Johan, SE; BALACHANDRAN Kumar, US; BARK Gunnar, SE; BERG Jan-Erik, SE; BERGSTROM Andreas, SE; BJORKEGREN Hakan, SE; BRAHMI Nadia, DE; CAPAR Cagatay, TR; CARLSSON Anders, SE; CEDERGREN Andreas, SE; COLDREY Mikael, SE; DA SILVA Icaro L. J., SE; DAHLMAN Erik, SE; EL ESSAILI Ali, DE; ENGSTROM Ulrika, SE; ERICSON Marten, SE; ERIKSSON Erik, SE; FALLGREN Mikael, SE; FAN Rui, CN; FODOR Gabor, SE; FRENGER Pal, SE; FRIDEN Jonas, SE; FROBERG OLSSON Jonas, SE; FURUSKAR Anders, SE; FURUSKOG Johan, SE; GARCIA Virgile, FR; GATTAMI Ather, SE; GUNNARSSON Fredrik, SE; GUSTAVSSON Ulf, SE; HAGERMAN Bo, US; HARRYSSON Fredrik, SE; HE Ning, SE; HESSLER Martin, SE; HILTUNEN Kimmo, FI; HONG Songnam, KR; HUI Dennis, US; HUSCHKE Jorg, DE; IRNICH Tim, DE; JACOBSSON Sven, SE; JALDEN Niklas, SE; JARMYR Simon, SE; JIANG Zhiyuan, CN; JOHANSSON

Martin, SE; JOHANSSON Niklas, SE; KANG Du Ho, SE; KARIPIDIS Eleftherios, SE; KARLSSON Patrik, SE; KHAYRALLAH Ali S., US; KILINC Caner, SE; KLANG Goran N., SE; KRONANDER Jonas, SE; LANDSTROM Sara, SE; LARSSON Christina, SE; LI Gen, CN; LINDBOM Lars, SE; LINDGREN Robert, SE; LINDOFF Bengt, SE; LINDQVIST Fredrik, SE; LIU Jinhua, CN; LOHMAR Thorsten, DE; LU Qianxi, CN; MANHOLM Lars, SE; MARIC Ivana, US; MEDBO Jonas, SE; MIAO Qingyu, CN; MILDH Gunnar, SE; MOOSAVI Reza, SE; MULLER Walter, SE; MZHRE Elena, SE; NORMAN Karl, SE; OLSSON Bengt-Erik, US; PALENIUS Torgny, SE; PARKVALL Stefan, SE; PEISA Janne, FI; PETERSSON Sven, SE; PRADAS Jose Luis, SE; PRYTZ Mikael, SE; QUUESETH Olav, SE; RAMACHANDRA Pradeepa, SE; RAMOS Edgar, FI; RELAL Andres, SE; RIMHAGEN Thomas, SE; RINGH Emil, SE; RUGELAND Patrik, SE; RUNE Johan, SE; SACHS Joachim, SE; SAHLIN Henrik, SE; SAXENA Vidit, SE; SEIFI Nima, SE; SELEN Yngve, SE

(73) Titular: Telefonaktiebolaget LM Ericsson (PUBL), SE

(74) Mandatar autorizat: CORCODEL Angela

(54) Multiplexarea sub-cadrelor cu distanţări de sub-purtătoare diferite

(57) Rezumat:

1

Metode şi dispozitive într-o comunicaţie fără fir de generaţia a cincea, un exemplu al unei astfel de metode include recepţionarea unui semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, utilizarea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţie de acces pe legătura ascendentă identificată. Metoda include, de asemenea, recepţionarea, într-un prim sub-cadru al legăturii descendente, a unei prime transmisii OFDM formatată în

2

conformitate cu o primă numerologie şi recepţionarea, într-un al doilea sub-cadru al legăturii descendente, a unei a doua transmisii OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, unde prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Sunt prezentate, de asemenea, variante ale acestei metode, aparate corespunzătoare,metode şi aparate corespunzătoare din reţea.

Revendicări: 93

Figuri: 199

(54) Multiplexing of subframes with different subcarrier spacings

(57) Abstract:

1

Methods and apparatus in a fifth-generation wireless communications, including an example method, in a wireless device, that includes receiving a downlink signal comprising an uplink access configuration index, using the uplink access configuration index to identify an uplink access configuration from among a predetermined plurality of uplink access configurations, and transmitting to the wireless communications network according to the identified uplink access configuration. The example method further includes, in the same wireless device, receiving, in a first downlink subframe, a first Orthogonal Frequency-Division Multiplexing

2

(OFDM) transmission formatted according to a first numerology and receiving, in a second downlink subframe, a second OFDM transmission formatted according to a second numerology, the second numerology differing from the first numerology, where the first numerology has a first subcarrier spacing and the second numerology has a second subcarrier spacing, the first subcarrier spacing differing from the second subcarrier spacing. Variants of this method, corresponding apparatuses, and corresponding network-side methods and apparatuses are also disclosed.

Claims: 93

Fig.: 199

MD/EP 3443704 T2 2020.09.30

Descriere:
(Descrierea se publică în redacţia solicitantului)

DOMENIUL TEHNIC

[0001] Prezenta invenţie se referă la reţele de comunicaţii fără fir şi descrie arhitectura reţelelor, dispozitive fără fir şi noduri de reţea fără fir adecvate pentru, dar fără a se limita la, o reţea de comunicaţii fără fir de generaţia a cincea (5G).

STADIUL TEHNICII

[0002] Există trei provocări principale care trebuie să fie rezolvate de un aşa-numit sistem de comunicaţii fără fir 5G pentru a permite cu adevărat o "societate conectată în reţea", în care informaţiile pot fi accesate şi datele partajate oriunde şi oricând, de către oricine şi orice. Acestea sunt:

O creştere masivă a numărului de dispozitive conectate.
O creştere masivă a volumului de trafic.
O gamă din ce în ce mai largă de aplicaţii cu cerinţe şi caracteristici variabile.

[0003] Pentru a gestiona creşterea masivă a volumului de trafic, sunt necesare benzi de frecvenţă mai largi, spectru nou şi, în unele scenarii, o desfăşurare mai densă. Cea mai mare parte a creşterii traficului este de aşteptat să fie la interior şi astfel acoperirea la interior este importantă.
[0004] Se estimează că noul spectru pentru 5G va fi disponibil după 2020. Benzile de frecvenţă actuale şi cantitatea de spectru nu au fost încă identificate. Identificarea benzilor de frecvenţă de peste 6 GHz pentru telecomunicaţii mobile va fi gestionată în Conferinţa Mondială Radio din 2019 (WRC-19). Noile benzi de frecvenţă sub 6 GHz pentru telecomunicaţii mobile sunt gestionate în WRC-15. In cele din urmă, toate benzile de telecomunicaţii mobile, de sub 1 GHz, până la 100 GHz, pot deveni potenţiali candidaţi pentru 5G. Cu toate acestea, este de aşteptat ca prima desfăşurare comercială a 5G să se întâmple în benzi de frecvenţă apropiate de 4 GHz, iar cele de 28 GHz să vină mai târziu.
[0005] Uniunea Internaţională a Telecomunicaţiilor (UIT) a prezentat o viziune pentru 5G, pe care o va numi „IMT-2020", oferind o primă privire asupra potenţialelor scenarii, a cazurilor de utilizare şi a cerinţelor ITU asociate care în cele din urmă vor defini 5G.
[0006] Proiectul de parteneriat de generaţia a 3-a (3GPP) şi-a început călătoria spre 5G, cu un seminar 5G organizat in septembrie 2015. A fost aprobat un articol de studiu privind modelarea canalelor pentru spectrul peste 6 GHz. Dezvoltarea specificaţiilor pentru 5G în 3GPP este probabil să fie împărţită în mai multe versiuni, cu două faze de lucru normativ. Etapa 1 este de aşteptat să fie finalizată în a doua jumătate a anului 2018. Aceasta va îndeplini un subset al setului complet de cerinţe şi va viza necesitatea implementării comerciale timpurii în 2020, exprimată de unii operatori. Faza 2, ţintită spre finalizare până la sfârşitul anului 2019, va îndeplini toate cerinţele identificate şi cazurile de utilizare.
Documentul R1-162228, "Proiectarea structurii cadru a noului RAT", XP051079528, dezvăluie aspecte legate de proiectarea structurii cadru, incluzand modalitatea de multiplexare a diferitelor tipuri de TTI, principii de bază pentru proiectarea TTI şi consideraţii privind suportul traseului tur-retur fără fir.
Documentul R1-162156, "Scenariu & criterii de proiectare privind numerologiile flexibile", XP051 080002, dezvăluie o discuţie cu privire la scenarii şi criterii de proiectare a numerologiilor OFDM flexibile pentru a susţine diverse servicii şi implementări diverse pentru noul radio 5G.
Documentul RWS-150009, "5G - componentă cheie a societăţii conectate în reţea", XP051043759, discută mai multe componente cheie pentru 5G, incluzând accesul îmbunătăţit pe legătura ascendentă.

REZUMAT

[0007] Exemplele de realizare a diferitelor tehnici, dispozitive şi sisteme dezvăluite aici includ dispozitive fără fir cum ar fi echipament de utilizator (UE) şi metodele efectuate de astfel de dispozitive. Un exemplu al unei astfel de metode include recepţionarea unui semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, utilizarea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura

ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţie de acces pe legătura ascendentă identificată. Metoda include, de asemenea, recepţionarea, într-un prim sub-cadru al legăturii descendente, a unei prime transmisii OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi recepţionarea, într-un al doilea sub-cadru al legăturii descendente, a unei a doua transmisii OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, unde prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. În plus, metoda poate cuprinde recepţionarea informaţiilor de acces la sistem difuzate şi utilizarea informaţiilor de acces la sistem recepţionate pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir. Prima transmisie OFDM poate avea o numerologie în conformitate cu specificaţiile 3GPP pentru LTE, de exemplu. Primul şi al doilea sub-cadru al legăturii descendente pot fi recepţionate pe aceeaşi frecvenţă purtătoare.

[0008] Prima şi a doua numerologie pot cuprinde sub-cadre cu o primă şi, respectiv, o a doua lungime de sub-cadru, in care prima lungime de sub-cadru diferă de a doua lungime de sub-cadru. Sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii pot cuprinde primul şi al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv. Cel puţin una din prima şi a doua numerologii poate cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin. De asemenea, metoda poate cuprinde solicitarea de informaţii suplimentare de sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir şi recepţionarea informaţiilor suplimentare de sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, ca răspuns la solicitare. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea informaţiilor suplimentare de sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, într-o transmisie dedicată. Prima transmisie OFDM poate fi multiplexată în frecvenţă cu şi, cel puţin parţial, se suprapune în timp cu a doua transmisie OFDM. Metoda poate cuprinde în plus recepţionarea, într-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru al legăturii descendente, semnalizare de control pe legătura descendentă într-un prim set de sub-purtătoare al simbolului OFDM primul în timp şi a datelor de utilizator dedicate intr-un al doilea set de sub-purtătoare al simbolului OFDM primul în timp. Metoda poate cuprinde suplimentar transmiterea datelor de confirmare (ACK) sau de confirmare negativă (NACK) ca răspuns la prima transmisie OFDM în primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre ale legăturii ascendente care se suprapune cel puţin parţial pe primul sub-cadru al legăturii descendente. Primul sub-cadru al legăturii descendente poate cuprinde unul sau mai multe simboluri de referinţă în simbolOFDM UL primul in timp al primului sub-cadru al legăturii descendente, iar metoda poate cuprinde, de asemenea, începerea decodării primei transmisii OFDM în primul sub-cadru al legăturii descendente înainte ca o durată a primului sub-cadru al legăturii descendente să se fi încheiat, folosind o estimare a canalului bazată pe unul sau mai multe simboluri de referinţă. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea informaţiilor care definesc multitudinea de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, pe o primă purtătoare, în care semnalul legăturii descendente cuprinzând indicele de configurare acces pe legătura ascendentă poate fi recepţionat pe o a doua purtătoare, diferind de prima purtătoare. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea unei a treia transmisii OFDM formatată conform primei numerologii, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie (TTI) având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii. Cel puţin una dintre prima şi a doua transmisie OFDM poate fi o transmisie OFDM Transformare Fourier Discretă--Dispersie (DFTS-OFDM).

[0009] Metoda poate include suplimentar recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic. Recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea de combinare HARQ soft, iar recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 nu includ combinarea HARQ soft. Aceasta poate include utilizarea unui set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi a datelor secunde de Strat 2. Setul comun de semnale de referinţă pentru demodulare poate fi un set specific utilizatorului de semnale de referinţă pentru demodulare. Metoda poate cuprinde în plus recepţionarea unui canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă pentru demodulare care diferă de setul comun de semnale de referinţă de demodulare.

[0010] In unele cazuri, poate fi utilizată o singură abordare RRC. De exemplu, metoda dintr-un dispozitiv fără fir poate include suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, în care primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC. Metoda poate include suplimentar procesarea mesajelor recepţionate

de la fiecare din primul şi al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol RRC comun.

[0011] În unele cazuri, poate fi utilizată o abordare RRC dual㠂. În acest caz, metoda din dispozitivul fără fir include în plus procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, unde primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC. Metoda poate include suplimentar procesarea mesajelor recepţionate prin primul strat de protocol MAC folosind un prim strat de protocol RRC şi procesarea mesajelor recepţionate prin al doilea strat de protocol MAC folosind un al doilea strat de protocol RRC, unde primul strat de protocol RRC diferă de al doilea strat de protocol RRC. Cel puţin un prim dintre primul şi cel de-al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transfera mesajele RRC selectate celuilalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC. Mesajele RRC selectate sunt mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar ţintite pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

[0012] Metoda din dispozitivul fără fir poate include suplimentar transmiterea unei a treia date de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi transmiterea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic. Transmiterea celei de-a treia date de Strat 2 cuprinde utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft, iar transmiterea celei de-a patra date de Strat 2 nu cuprinde un proces HARQ.

[0013] In unele cazuri, metoda include operarea intr-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi operarea într-un mod inactiv pentru unul sau mai multe intervale secunde, unde prima şi a doua transmisie OFDM sunt efectuate în modul conectat. Funcţionarea în modul inactiv constă în semnale de monitorizare care poartă identificatori ai zonei de urmărire, compararea identificatorilor zonei de urmărire se primească în timpul monitorizării cu o listă de identificatori ai zonei de urmărire şi notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la stabilirea faptului că un identificator al zonei de urmărire recepţionat nu se află pe listă, dar în rest, abţinerea de la notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea modificării identificatorilor zonei de urmărire.

[0014] Metoda din dispozitivul fără fir poate include transmiterea, către reţeaua de comunicaţii fără fir, a unui indicator de capacitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocat în reţeaua de comunicaţii fără fir. Setul de capabilităţi poate include cel puţin unul dintre vânzătorul de dispozitive fără fir (de exemplu, un vânzător de UE), versiunea capabilităţii sau informaţii proprii ale dispozitivului fără fir (de exemplu, informaţii proprii ale UE) sau ale reţelei. Metoda poate cuprinde transmiterea în reţeaua de comunicaţii fără fir folosind transmisia OFDM Transformata Fourier Discretă-Dispersie (DFTS-OFDM). Metoda poate include transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind un protocol de acces bazat pe dispută. Protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT). Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate include transmiterea unui mesaj care indică o identitatea unei memorii tampon de solicitare de repetare automată hibridă (HARQ) asociată cu mesajul. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate răspunde mai întâi la un semnal liber de transmis. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate răspunde la recepţionarea unui mesaj care acordă resurse pe legătura ascendentă pentru a transmite conform protocolului de acces bazat pe dispută. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde transmiterea unui mesaj care indică o identitate a dispozitivului fără fir, de exemplu identitatea UE. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate include transmiterea folosind o resursă bazată pe dispută, care este pre-planificată pentru utilizarea potenţială.

[0015] Metoda din dispozitivul fără fir poate include suplimentar măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat şi măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, în care cel de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferă de primul semnal de referinţă de mobilitate. Metoda poate include suplimentar raportarea rezultatelor măsurătorii primului şi celui de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir. Primul semnal de referinţă de mobilitate poate cuprinde concatenarea unui prim semnal de sincronizare a frecvenţei (TSS) şi a unui prim semnal de referinţă (BRS) în timp într-un simbol OFDM. Concatenarea primului semnal de sincronizare a timpului şi frecvenţei (TSS) şi a primului semnal de referinţă de fascicul (BRS) în timp într-un simbol OFDM se poate face conform unei precodificări cu Transformata Fourier Discretă (DFT). Metoda poate include, de asemenea, recepţionarea, ca răspuns la raportarea rezultatelor, unei comenzi de a trece de la recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente curente la

recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente diferit. Metoda poate include recepţionarea unei valori de avans de sincronizare pentru aplicarea la diferitele fascicule ale legăturii descendente. Recepţia a cel puţin uneia dintre primaşi a doua transmisie OFDM poate cuprinde decodarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM folosind un cod polar. Recepţionarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM poate cuprinde decodarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM folosind un cod verificare paritate densitate scăzută (LDPC).

[0016] Alte exemple de realizare ale diferitelor tehnici, dispozitive şi sisteme dezvăluite aici includ echipamente de reţea radio şi metode efectuate de una sau mai multe secvenţe de astfel de echipamente de reţea radio. Un exemplu de astfel de metodă include transmiterea unui prim semnal pe legătura descendentă care cuprinde un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, recepţionarea unei transmisii de la un prim dispozitiv fără fir, de exemplu un UE, conform configuraţiei de acces pe legătura ascendentă identificată. Metoda include, de asemenea, transmiterea, intr-un prim sub-cadru al legăturii descendente, a unei prime transmisii OFDM formatată conform unei prime numerologii şi transmiterea, într-un al doilea sub-cadru al legăturii descendente, a unei a doua transmisii OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, unde prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Primul şi al doilea sub-cadru al legăturii descendente pot fi transmise pe aceeaşi frecvenţă purtătoare.

[0017] În unele cazuri, transmiterea primului semnal pe legătura descendentă este realizată de o primă instanţă a echipamentelor de reţea radio, în timp ce transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o a doua instanţă a echipamentelor de reţea radio. Prima transmisie OFDM poate avea o numerologie în conformitate cu specificaţiile pentru LTE, de exemplu.

[0018] Prima şi a doua numerologie pot cuprinde sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadre, in care prima lungime de sub-cadrului diferă de a doua lungime de sub-cadrului. Sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii pot cuprinde un prim şi un al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv. Cel puţin una din prima şi a doua numerologie poate cuprinde sub-cadre având o lungime de 250 microsecunde sau mai puţin. Prima transmisie OFDM poate fi multiplexată în frecvenţă şi se suprapune cel puţin parţial în timp cu a doua transmisie OFDM. Metoda poate cuprinde in plus transmiterea, intr-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru al legăturii descendente, semnalizare de control pe legătura descendentă în primele sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp şi a date de utilizator dedicate in sub-purtătoarele secunde ale simbolului OFDM primul în timp. Metoda poate cuprinde în plus recepţionarea datelor de confirmare (ACK) sau de confirmare negativă (NACK), ca răspuns la prima transmisie OFDM în primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă care se suprapune cel puţin parţial cu primul sub-cadru al legăturii descendente. Metoda poate cuprinde în plus transmiterea unei a treia transmisii OFDM formatată în conformitate cu prima numerologie, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie (TTI) având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii. Cel puţin una dintre prima şi a doua transmisie OFDM poate fi o transmisie OFDM Transformare Fourier Discretă - Dispersie (DFTS-OFDM).

[0019] Metoda realizată de echipamentul de reţea radio poate include transmiterea unui al doilea semnal al legăturii descendente care cuprinde un semnal de informaţii de acces, semnalul de informaţii de acces indicând o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă. Transmiterea celui de-al doilea semnal pe legătura descendentă poate fi efectuată de o a treia instanţă a echipamentului de reţea radio.

[0020] In unele cazuri, metoda din echipamentul de reţea radio include procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic. Procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft, iar procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu cuprinde un proces HARQ. Transmiterea datelor prime şi secunde de Strat 2 poate fi efectuată folosind un port de antenă comun, unde metoda include în plus transmiterea unui set comun de semnale de referinţă de demodulare, folosind portul de antenă comun, pentru a fi utilizate la recepţia atât a primelor date, cât şi a datelor secunde de Strat 2. Astfel, setul comun de semnale de referinţă de demodulare sunt utilizate de dispozitivele fără fir la

recepţionarea atât a primelor date, cât şi a datelor secunde de Strat 2. Setul comun de semnale de referinţă de demodulare poate fi un set specific utilizatorului de semnalele de referinţă de demodulare. Metoda poate cuprinde in plus transmiterea unui canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă de demodulare care diferă de setul comun de semnale de referinţă de demodulare.

[0021] Metoda din echipamentul de reţea radio poate include recepţionarea şi procesarea unei a treia date de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi recepţionarea şi procesarea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, în care recepţia şi procesarea celei de-a treia date de Strat 2 cuprinde utilizarea combinării HARQ soft şi recepţionarea şi procesarea celei de-a patra date de Strat 2 nu conţine o combinare HARQ soft.

[0022] În unele cazuri, transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM poate fi efectuată de o instanţă a echipamentului de reţea radio, unde metoda include suplimentar procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC. Metoda poate include suplimentar procesarea mesajelor care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur strat comun de protocol RRC,

[0023] În alte cazuri, transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio, unde metoda include suplimentar procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de al doilea strat de protocol MAC. Metoda din unele exemple de realizare include suplimentar procesarea mesajelor care trebuie transportate de primul strat de protocol MAC, folosind un prim strat de protocol RRC, şi procesarea mesajelor care trebuie transportate de al doilea strat de protocol MAC, folosind un al doilea strat de protocol RRC, unde primul strat de protocol RRC diferă de al doilea strat de protocol RRC. Cel puţin un prim dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transfera mesaje RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar ţintit pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

[0024] Metoda din echipamentul de reţea radio poate include suplimentar recepţionarea, de la un al doilea dispozitiv fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir şi extragerea setului de capabilităţi pentru al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat. Setul de capabilităţi poate include cel puţin unul vânzătorii de dispozitive fără fir (de exemplu, un vânzător de UE), versiunea de capabilităţi sau informaţii proprii ale dispozitivului fără fir (de exemplu, informaţii proprii ale UE) sau ale reţelei.

[0025] Metoda din echipamentul de reţea radio poate include transmiterea la un al treilea dispozitiv fără fir, folosind un protocol bazat pe dispută. Protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde un mecanism de acces LBT.

[0026] În unele exemple de realizare, metoda din echipamentul de reţea radio include recepţionarea unui mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul al legăturii ascendente format folosind mai multe antene de la echipamentul de reţea radio, estimarea unui unghi de sosire corespunzător mesajului de solicitare de acces aleatoriu şi transmiterea unui mesaj de răspuns acces aleatoriu, folosind un fascicul pe legătura descendentă format folosind mai multe antene de la echipamentul reţelei radio. Formarea fasciculului pe legătura descendentă se bazează pe unghiul de sosire estimat. Fasciculul legăturii ascendente poate fi un fascicul al legăturii ascendente baleiat. O lăţime a fasciculului pe legătura descendentă se poate baza pe o calitate estimată a unghiului de sosire estimat.

[0027] Metoda din echipamentul de reţea radio poate include deservirea unui al cincilea dispozitiv fără fir, unde deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir la un prim nod de reţea sau prim set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu al cincilea dispozitiv fără fir. Metoda poate include, de asemenea, deservirea unui al şaselea dispozitiv fără fir, unde deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat celui de-al şaselea dispozitiv fără fir. Al doilea identificator de felie de reţea diferă de primul identificator de felie de reţea, iar cel de-al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea diferă de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

[0028] Alte exemple de realizare detaliate aici includ dispozitive fără fir, echipamente de reţea radio şi sistemele configurate pentru a efectua una sau mai multe dintre metodele rezumate mai sus şi/sau una sau mai multe dintre numeroasele alte tehnici, proceduri şi metode descrise aici, precum şi un produs program de calculator şi medii citibile de calculator care includ una sau mai multe dintre aceste metode, tehnici şi proceduri.

[0029] Anumite exemple de realizare a prezentei invenţii pot oferi unul sau mai multe avantaje tehnice. De exemplu, unele exemple de realizare pot oferi suport pentru benzi de frecvenţă mai mari în comparaţie cu sistemele fără fir convenţionale, cu lăţimea de bandă purtătoare mai mare şi rate de vârf mai mari, de exemplu, folosind numerologii noi, aşa cum este detaliat mai jos. Unele exemple de realizare pot oferi suport pentru latenţe mai mici, prin utilizarea unor intervale de timp de transmisie mai scurte şi mai flexibile (TTI-uri), a structurilor de canale noi, etc. Unele exemple de realizare pot asigura suport pentru implementări foarte dense, implementări eficiente din punct de vedere al energiei şi utilizarea extinsă a formării de fascicule, activate, de exemplu, prin eliminarea limitărilor asociate versiunilor anterioare în legătură cu CRS, PDCCH, etc. În cele din urmă, unele exemple de realizare oferă suport pentru noi cazuri de utilizare, servicii şi clienţi, cum ar fi scenarii MTC incluzand V2X, etc., de exemplu, prin utilizarea unui spectru mai flexibil, sprijin pentru latenţă foarte scăzută, viteze de vârf mai mari, etc. Diverse combinaţii de tehnici descrise aici pot oferi acestea şi/sau alte avantaje într-un mod complementar şi sinergic pentru a atinge toate sau unele dintre cerinţele ITU-2020. Alte avantaje pot fi disponibile cu uşurinţă pentru un particularist in domeniu. Anumite exemple de realizare pot avea niciunul, unele, sau toate avantajele expuse.

SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

[0030]

Figura 1 ilustrează o arhitectură logică de nivel superior pentru NX şi LTE.

Figura 2 prezintă o arhitectură logică NX şi LTE.

Figura 3 ilustrează stările UE LTE/NX.

Figura 4 este un grafic care prezintă o estimare a duratei de viaţă a bateriei UE pentru un UE în stare inactivă, când reţeaua este sincronizată, pentru fiecare din mai multe perioade SSI şi cicluri DRX.

Figura 5 este un grafic care prezintă o estimare a duratei de viaţă a bateriei UE pentru un UE în stare inactivă, când reţeaua nu este sincronizată, pentru fiecare din mai multe perioade SSI şi cicluri DRX.

Figura 6 prezintă o arhitectură de protocol pentru o cale de protocol cu un singur RRC, pentru conectivitate dual LTE-NX.

Figura 7 prezintă o arhitectură de protocol pentru o cale de protocol RRC-dual, pentru conectivitate dual LTE-NX.

Figura 8 este o diagramă generală de semnalizare RRC pentru configurarea conexiunii duale LTE-NX.

Figura 9 ilustrează o configuraţie comună (partajată) de securitate pentru LTE şi NX.

Figura 10 ilustrează un exemplu de gestionare a capabilităţilor UE.

Figura 11 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează configuraţia conectivităţii duale LTE-NX pentru o arhitectură de protocol RRC- unic.

Figura 12 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează configuraţia conectivităţii duale LTE-NX pentru o arhitectură de protocol RRC- dual.

Figura 13 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează o procedură de reactivare a conexiunii RRC.

Figura 14 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează stabilirea conectivităţii duale LTE-NX iniţiată de UE.

Figura 15 ilustrează un exemplu de decizie a planificatorului pentru planificarea unui element informaţional pe un canal "direct" cu întârziere mică sau pe un canal "re-transmisibil" cu eficienţă optimizată.

Figura 16 prezintă utilizarea PDCCH pentru a permite transmiterea informaţiilor de control pentru formarea fasciculului şi a fasciculului cu amplificare ridicată.

Figura 17 prezintă diverse utilizări ale PDCCH.

Figura 18 ilustrează un exemplu de posibile scenarii de propagare a erorilor atunci când se utilizează DCI în bandă pentru a actualiza un spaţiu de căutare UE.

Figura 19 prezintă raportarea înapoi a succesului de recepţie a dPDCH de către un UE.

Figura 20 ilustrează utilizarea unui singur set de semnale de referinţă de demodulare specifice terminalului pentru demodularea a două canale fizice.

Figura 21 ilustrează o structură de canal MAC de bază pentru NX.
Figura 22 prezintă o structură a canalului de transport şi formatul de antet MAC.
Figura 23 prezintă un exemplu despre modul în care tabelele LCID pot fi extinse.
Figura 24 ilustrează un exemplu de structură de canal al legăturii descendente.
Figura 25 ilustrează un exemplu de structură de canal al legăturii ascendente.
Figura 26 prezintă un exemplu de planificare a grupului.
Figura 27 ilustrează un model ADSS şi dimensiunea DSSI pentru ADSS.
Figura 28 ilustrează accesul pe bază planificată versus accesul bazat pe dispută.
Figura 29 prezintă prioritizarea între datele planificate accesul la date bazat pe dispută.
Figura 30 ilustrează accesul bazat pe dispută şi evitarea coliziunilor folosind LBT şi CTS.
Figura 31 prezintă un exemplu de schemă pro-activă RTS/CTS cu RTS selectiv.
Figura 32 ilustrează un ARQ îmbunătăţit pentru NX cu un singur salt, incluzând feedback „super-rapid" şi feedback „planificat".
Figura 33 prezintă un exemplu în care feedback-ul HARQ rapid este transmis la sfârşitul primei ocazii de transmisie UL disponibilă.
Figura 34 prezintă transmiterea rapoartelor de feedback HARQ sondate.
Figura 35 ilustrează că numărul de procese HARQ pentru care UE realizează combinarea de pachete soft poate depinde de dimensiunea pachetelor.
Figura 36 ilustrează trei posibile arhitecturi ARQ multi-salt/auto-intoarcere.
Figura 37 prezintă o arhitectură a protocolului ARQ cu releu multi-salt.
Figura 38 prezintă o imagine de ansamblu a unei arhitecturi multi-salt pentru a sprijini dirijarea releului.
Figura 39 ilustrează un exemplu de planificare dinamică.
Figura 40 prezintă o rezoluţie de dispută pentru accesul instantaneu pe legătură ascendentă bazat pe dispută.
Figura 41 ilustrează sondarea grupului folosind accesul fără dispută şi bazat pe dispută.
Figura 42 prezintă un exemplu de planificare MU-MIMO.
Figura 43 prezintă un alt exemplu de planificare MU-MIMO
Figura 44 prezintă un exemplu de transmisie de date pe legătura descendentă utilizând formarea de fascicule MIMO masivă reciprocă.
Figura 45 prezintă un exemplu de transmisie de date pe legătura ascendentă utilizând formarea de fascicule MIMO masivă reciprocă.
Figura 46 include o diagramă bloc a procesării OFDM filtrate/cu ferestre şi prezintă maparea sub-purtătoarelor în planul timp-frecvenţă.
Figura 47 prezintă împărţirea în ferestre a unui simbol OFDM.
Figura 48 ilustrează tipurile de sub-cadre de bază.
Figura 49 ilustrează structurile cadrelor pentru TDD.
Figura 50 prezintă un exemplu de transmitere a unei acord de legătură ascendentă.
Figura 51 prezintă un exemplu de multiplexare de date şi de control pentru legătura descendentă, in numerologie de 67,5 kHz.
Figura 52 prezintă un exemplu de control al mapării şi a datelor pe resursele fizice.
Figura 53 ilustrează exemple de numerologii.
Figura 54 prezintă maparea AIT pe canalele fizice.
Figura 55 oferă o imagine de ansamblu asupra procesării transmisiei PACH.
Figura 56 prezintă un exemplu de mapare a resurselor PACH.
Figura 57 ilustrează exemple de unităţi minime de alocare PDCCH.
Figura 58 este o reprezentare grafică a codurilor LDPC şi SC-LDPC.
Figura 59 prezintă structura recursivă de codare a codurilor polare.
Figura 60 prezintă codificarea polară concatenată în paralel pentru transmisiile K = 2.
Figura 61 prezintă un decodor polar concatenat in paralel, pentru transmisii K = 2.
Figura 62 ilustrează construcţia unui semnal de referinţă de mobilitate şi acces (MRS).
Figura 63 prezintă grupuri CSI-RS, subgrupuri şi exemple de configuraţii.
Figura 64 ilustrează un format de preambul şi un detector cu acumulare coerentă lungă.
Figura 65 ilustrează USS în legătură cu MRS şi planificat pe legătura ascendentă, incluzând avansul de sincronizare.
Figura 66 ilustrează schemele pieptene şi un exemplu de design RRS.
Figura 67 oferă o vedere schematică a DRMS pe o perspectivă la scară mică.
Figura 68 oferă o vedere schematică a DRMS pe o perspectivă la scară largă.
Figura 69 ilustrează latenţa pe legătura ascendentă cu ciclul de date SR-SG, pentru modul FDD.
Figura 70 ilustrează latenţa pentru TDD.
Figura 71 prezintă comutarea suprasarcinii.

Figura 72 prezintă un exemplu în care feedback-ul HARQ rapid este transmis la sfârşitul primei ocazii disponibile de transmisie pe legătura ascendentă.
Figura 73 prezintă căi duplicate capăt la capăt.
Figura 74 prezintă latenţa reţelei de acces radio pe legătura ascendentă pentru o planificare dinamică.
Figura 75 ilustrează latenţa obtenabilă pe legătura ascendentă cu acces instantaneu pe legătura ascendentă.
Figura 76 prezintă sub-cadre goale LTE pentru mai multe scenarii şi consumul de energie LTE pentru scenarii.
Figura 77 prezintă distribuţia informaţiilor de acces.
Figura 78 prezintă transmisiile de tabel cu informaţii de acces (AIT) şi indici de semnătură ai sistemului (SSI).
Figura 79 prezintă metodele de transmitere AIT.
Figura 80 prezintă procedurile iniţiale de acces aleatoriu pentru UE cu sau fără AIT.
Figura 81 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează comportamentele UE înainte de accesul iniţial aleatoriu.
Figura 82 prezintă ciclul de lucru al AIT/SSI de dimensiuni variabile, folosind lăţimea de bandă de 1,4 MHz.
Figura 83 prezintă opţiunile de implementare AIT şi SSI.
Figura 84 prezintă configuraţia zonei de urmărire.
Figura 85 este o diagramă a fluxului de semnale care ilustrează o procedură de actualizare TRA.
Figura 86 este o diagramă a fluxului de semnale care ilustrează o ataşare iniţială pe NX.
Figura 87 ilustrează transmiterea preambulului de acces aleatoriu.
Figura 88 prezintă transmiterea răspunsului de acces aleatoriu.
Figura 89 ilustrează realizarea de servicii diferite în felii de reţea logice diferite.
Figura 90 ilustrează exemple de feliere a reţelei.
Figura 91 prezintă o diversitate de servicii cu utilizarea tipică a resurselor.
Figura 92 ilustrează o simplificare a alocării resurselor pentru un anumit serviciu sau UE.
Figura 93 prezintă un exemplu de partajare a resurselor MAC.
Figura 94 prezintă coexistenţa spaţială a mai multor MAC.
Figura 95 prezintă amestecarea a două numerologii OFDM pe aceeaşi purtătoare.
Figura 96 prezintă o schimbare dinamică a porţionării între două numerologii.
Figura 97 prezintă o comutare a direcţiei legăturii în TDD.
Figura 98 prezintă opţiunile pentru formele de fascicul.
Figura 99 ilustrează un exemplu de alocare CSI-RS.
Figura 100 ilustrează o alocare CSI-RS pentru operarea MU-MIMO.
Figura 101 este o comparaţie între modurile bazate pe fascicule şi reciprocitate coerentă, în ceea ce priveşte semnalizarea achiziţiei CSI.
Figura 102 este o diagramă bloc simplificată a unei arhitecturi de antenă capabilă de precodificare digitală.
Figura 103 ilustrează un exemplu de procesare la receptor.
Figura 104 este o diagramă bloc simplificată de formare a fasciculului hibrid.
Figura 105 este o diagramă bloc care ilustrează arhitectura antenelor capabile de precodificare analogică.
Figura 106 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează o procedură de mobilitate în modul activ.
Figura 107 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează selecţia fasciculului bazată pe măsurarea legăturii ascendentă.
Figura 108 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează selecţia fasciculului intra-nod bazată pe măsurarea legăturii ascendente.
Figura 109 ilustrează un exemplu în care un UE detectează o problemă pe legătura radio şi un nod de deservire care rezolvă problema.
Figura 110 prezintă cazurile de utilizare clasificate în trei grupuri.
Figura 111 prezintă mai multe cazuri de utilizare pentru auto-intoarcere.
Figura 112 ilustrează o perspectivă de co-locaţie a dispozitivului pentru nodurile de acces cu auto-intoarcere.
Figura 113 prezintă o arhitectură de protocol în planul utilizatorului.
Figura 114 prezintă o arhitectură de protocol în planul de control.
Figura 115 prezintă o arhitectură de protocol în planul utilizatorului pentru retransmisia cu un singur salt in LTE.

Figura 116 prezintă o arhitectură de protocol în planul de control pentru retransmisia cu un singur salt in LTE.
Figura 117 prezintă o arhitectură de nivel superior pentru releul L3.
Figura 118 prezintă rutarea versus PLNC.
Figura 119 ilustrează variaţiile SINR cu cel mai bun fascicul pe o rută UE.
Figura 120 ilustrează mai multe scenarii de reţea.
Figura 121 prezintă mai multe tipuri UE.
Figura 122 ilustrează integrarea stratului MAC.
Figura 123 prezintă integrarea stratului RLC.
Figura 124 prezintă integrarea stratului PDCP.
Figura 125 ilustrează integrarea strânsă LTE-NX, bazată pe integrarea stratului RRC.
Figura 126 oferă un rezumat al caracteristicilor de integrare strânsă.
Figura 127 prezintă tipurile de spectru şi scenariile de utilizare asociate pentru NX.
Figura 128 ilustrează problemele cu mecanismul ascultă înainte de a vorbi direcţional.
Figura 129 ilustrează un exemplu de mecanism ascultă după ce vorbeşti.
Figura 130 prezintă o transmisie de date pe legătura descendentă purtată de PDCH.
Figura 131 ilustrează un exemplu de transmisie de date pe legătura descendentă.
Figura 132 prezintă un exemplu de transmisie de date pe legătura ascendentă în cPDCH.
Figura 133 ilustrează un exemplu de transmisie de date pe legătura ascendentă în PDCH.
Figura 134 prezintă cuplarea între acordurile pe legăturile descendentă şi ascendentă.
Figura 135 ilustrează un exemplu de transmisie SSI.
Figura 136ilustrează un exemplu de dispută pe transmisia SSI.
Figura 137 prezintă un exemplu de transmisie AIT.
Figura 138 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează o procedură de acces UE în spectru partajat.
Figura 139 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează managementul şi sarcinile de automatizare pentru introducerea staţiei de bază.
Figura 140 prezintă două regiuni de acces la sistem cu suprapunere şi nodurile dintr-o regiune de acces la sistem cu şi fără suprapunere.
Figura 141 ilustrează extragerea BSID UE de la un BS care nu deserveşte, pentru a sprijini relaţiile BS automate.
Figura 142 este o diagramă a fluxului de semnalizare care prezintă extragerea BSID şi recuperarea adresei TNL.
Figura 143 este o diagramă a fluxului de semnalizare care prezintă ABR pe baza legăturii ascendente.
Figura 144 prezintă fascicule de mobilitate şi fascicule de mobilitate virtuale.
Figura 145 ilustrează relaţiile fasciculelor virtuale pentru fasciculele prezentate în Figura 144.
Figura 146 ilustrează stabilirea relaţiei fasciculelor de mobilitate virtual pentru implementările intr-un teren neexploatat.
Figura 147 ilustrează stabilirea relaţiei fasciculelor de mobilitate virtual pentru implementări mature.
Figura 148 prezintă stabilirea relaţiei de mobilitate virtual bazată pe rapoarte RLF.
Figura 149 prezintă o procedură de restabilire iniţiată de o sursă BS.
Figura 150 prezintă un scenariu de graniţă de transfer pentru a ilustra o procedură de transfer rapidă.
Figura 151 ilustrează perimetrul virtual unui nod.
Figura 152 prezintă echilibrarea sarcinii de mobilitate în NX.
Figura 153 ilustrează compensaţii pentru cerinţele de poziţionare.
Figura 154 ilustrează capabilităţile centrale versus complexitate.
Figura 155 prezintă componente de poziţionare.
Figura 156 ilustrează un exemplu de disponibilitate limitată a PRS.
Figura 157 este o diagramă a fluxului de semnalizare care ilustrează suportul pentru disponibilitatea PRS restricţionată.
Figura 158 prezintă poziţionarea cu un dispozitiv de susţinere a poziţionării.
Figura 159 ilustrează o clasificare a cazurilor de utilizare D2D.
Figura 160 prezintă unele cerinţe legate de D2D în mai multe cazuri de utilizare.
Figura 161 ilustrează comunicaţiile D2D susţinute de conceptul de grupare.
Figura 162 ilustrează combinaţii de scenarii de implementare NX şi capabilităţi UE.
Figura 163 prezintă comutarea stratului 2 al căilor de date de utilizator.
Figura 164 ilustrează o arhitectură de protocol în planul utilizatorului pentru un singur salt.
Figura 165 ilustrează o arhitectură de protocol în planul de utilizator pentru releul UE-la-reţea.

Figura 166 ilustrează o arhitectură de protocol în planul de utilizator pentru releul UE-la-UE.
Figura 167 prezintă protocoale în planul de control utilizate de D2D.
Figura 168 prezintă câteva combinaţii de scenarii de implementare NX şi capabilităţi UE.
Figura 169 prezintă exemple de funcţii de gestionare a legăturilor laterale.
Figura 170 prezintă exemple de funcţii de măsurare care sunt dorite pentru comunicaţiile D2D.
Figura 171 prezintă formarea fasciculelor UE pentru comunicaţiile D2D.
Figura 172 prezintă un exemplu de operaţie de planificare a legăturii laterale.
Figura 173 ilustrează operaţia HARQ pe legătura laterală.
Figura 174 prezintă alinierea DRX a comunicaţiilor infrastructură la dispozitiv (I2D) şi D2D pentru maximizarea duratei de intrerupere.
Figura 175 prezintă un grup D2D care comunică peste graniţele celulelor.
Figura 176 ilustrează relaţiile dintre diferite moduri de multi-conectivitate.
Figura 177 prezintă o stivă de protocol în planul de utilizator pentru o multi-conectivitate NX.
Figura 178 ilustrează o alternativă incluzând o entitate RRC la un MeNB.
Figura 179 prezintă o alternativă care include mai multe entităţi RRC atât la MeNB, cât şi la SeNB.
Figura 180 prezintă o procedură de comutare rapidă a rolului MeNB şi SeNB.
Figura 181 este o diagramă bloc care ilustrează un exemplu de dispozitiv fără fir.
Figura 182 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu de metodă într-un dispozitiv fără fir.
Figura 183 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 184 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 185 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 186 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 187 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 188 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă intr-un dispozitiv fără fir.
Figura 189 este o diagramă bloc care ilustrează exemplu de echipament de reţea radio.
Figura 190 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 191 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 192 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 193 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 194 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 195 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 196 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 197 este o diagramă a fluxului de proces care ilustrează un exemplu suplimentar de metodă în echipamentele de reţea radio.
Figura 198 este o altă reprezentare a unui exemplu de dispozitiv fără fir.
Figura 199 este o altă reprezentare a unui exemplu de echipament de reţea radio de exemplu.

DESCRIEREA DETALIATĂ

[0031] Invenţia este definită prin revendicările anexate. Exemplele de realizare care nu sunt acoperite de scopul revendicărilor ar trebui să fie înţelese ca exemple utile pentru înţelegerea invenţiei. În continuare sunt descrise detaliat conceptele, arhitecturile de sistem/reţea şi construcţiile detaliate pentru multe aspecte ale unei reţele de comunicaţii fără fir ţintită să rezolve cerinţele şi cazurile de utilizare pentru 5G. Termenii „cerinţă", „necesitate" sau un limbaj similar trebuie să fie înţeleşi ca descriind o caracteristică sau o funcţionalitate dorită a sistemului în sensul unei construcţii avantajoase a anumitor exemple de realizare şi nu ca indicând un element necesar

sau esenţial al tuturor exemplelor de realizare. Ca atare, în cele ce urmează, fiecare cerinţă şi fiecare capabilitate descrisă ca fiind cerută, importantă, necesară sau descrisă cu un limbaj similar, trebuie să fie înţeleasă ca opţională.

[0032] În discuţia care urmează, această reţea de comunicaţii fără fir, care include dispozitive fără fir, reţele de acces radio şi reţele de bază, este denumită „NX". Trebuie să se înţeleagă că termenul "NX" este utilizat aici ca o simplă etichetă, pentru comoditate. Implementările dispozitivelor fără fir, a echipamentelor de reţea radio, a nodurilor de reţea şi a reţelelor care includ unele sau toate caracteristicile detaliate aici pot fi, desigur, menţionate cu oricare dintre diverse denumiri. În dezvoltarea viitoare a specificaţiilor pentru 5G, de exemplu, termenii „Radio nou" sau „NR" sau „multi-mod NR" pot fi folosiţi - se va înţelege că unele sau toate caracteristicile descrise aici in contextul NX pot fi direct aplicabile acestor specificaţii pentru NR. De asemenea, în timp ce diferitele tehnologii şi caracteristici descrise aici sunt direcţionate către o reţea de comunicaţii fără fir "5G", implementări specifice ale dispozitivelor fără fir, echipamentelor de reţea radio, nodurilor de reţea şi reţelelor care includ unele sau toate caracteristicile detaliate aici pot sau nu să fie menţionate prin termenul „5G". Prezenta invenţie se referă la toate aspectele individuale ale NX, dar şi la evoluţiile altor tehnologii, cum ar fi LTE, în interacţiunea şi inter-operarea cu NX. Mai mult, fiecare astfel de aspect individual şi fiecare astfel de dezvoltare individuală constituie un exemplu de realizare separabil al invenţiei.

[0033] NX, aşa cum este descris în detaliu mai jos, vizează cazuri noi de utilizare, de exemplu pentru automatizarea fabricilor, precum şi Bandă largă mobilă extremă (MBB), şi pot fi implementate intr-o gamă largă de benzi de spectru, ceea ce necesită un grad ridicat de flexibilitate. Spectrul licenţiat rămâne o piatră de temelie pentru accesul fără fir NX, dar spectrul nelicenţiat (de sine stătător, precum şi asistat de licenţă) şi diverse forme de spectru partajat (de exemplu, banda de 3,5 GHz din SUA) sunt acceptate nativ. Este acceptată o gamă largă de benzi de frecvenţă, de la sub 1 GHz până la aproape 100 GHz. Este de interes principal să se asigure că NX poate fi implementat intr-o varietate de benzi de frecvenţă, unele vizând acoperirea in regiuni de frecvenţă inferioară sub 6 GHz, unele oferind un echilibru de acoperire, penetrare exterior în interior şi lăţime de bandă largă până la 30 GHz , şi în cele din urmă unele benzi de peste 30 GHz care vor gestiona cazurile de utilizare a lăţimii de bandă, dar, probabil, cu dezavantajul acoperirii şi complexităţii desfăşurării. Atât FDD, cât şi TDD dinamic, în care planificatorul atribuie dinamic direcţia de transmisie, fac parte din NX. Cu toate acestea, se înţelege că majoritatea implementărilor practice ale NX vor fi probabil într-un spectru nepereche, ceea ce necesită importanţa TDD.

[0034] Designul ultra-slab, in care transmisiile sunt auto-conţinute cu semnalele de referinţă transmise împreună cu datele, minimizează difuzarea semnalelor. Terminalele nu fac presupuneri cu privire la conţinutul unui sub-cadru decât dacă sunt planificate în acest sens. Consecinţa este îmbunătăţirea semnificativă a eficienţei energetice, deoarece semnalizarea care nu este direct legată de datele utilizatorului este minimizată

[0035] Sunt acceptate implementări de sine stătătoare, precum şi o inter-operare strânsă cu LTE. O astfel de interoperabilitate este de dorit pentru o experienţă constantă a utilizatorului cu NX atunci când este utilizată la intervale de frecvenţă mai mari sau la lansarea iniţială a NX cu acoperire limitată. Arhitectura reţelei de acces radio (RAN) poate gestiona un mix de staţii de bază numai NX, numai LTE sau standard-dual. Staţiile eNB sunt conectate între ele prin intermediul unor noi interfeţe care sunt de aşteptat să fie standardizate. Se preconizează că aceste noi interfeţe vor fi o evoluţie a interfeţelor existente S1 şi X2 pentru a susţine caracteristici precum felierea reţelei, la activarea la cerere a semnalelor, divizări UP/CP în CN şi suport pentru o nouă stare inactivă conectată, aşa cum este descrisă aici. Aşa cum este descris mai jos, staţiile de bază LTE-NX pot partaja cel puţin straturi de protocol interfaţă radio superioară integrate (PDCP şi RRC), precum şi o conexiune comună cu nucleul de pachete (EPC).

[0036] NX separă transmisiile de date dedicate de funcţiile de acces la sistem. Acestea din urmă includ distribuţia informaţiilor de sistem, funcţionalitatea de stabilire a conexiunii şi mesageria radio. Difuzarea informaţiilor de sistem este minimizată şi nu este neapărat transmisă de la toate nodurile care gestionează datele din planul utilizatorului. Această separare beneficiază de formarea fasciculului, eficienţă energetică şi sprijinirea noilor soluţii de implementare. In particular, acest principiu de proiectare permite densificarea pentru a creşte capacitatea planului utilizatorului fără a creşte sarcina de semnalizare.

[0037] Un design simetric cu OFDM atât în direcţia legăturii descendente, cât şi în direcţia legăturii ascendente este detaliat mai jos. Pentru a gestiona o gamă largă de frecvenţe purtătoare şi implementări, este descrisă o numerologie scalabilă. De exemplu, un nod de înaltă frecvenţă cu arie locală foloseşte o distanţare mai mare a sub-purtătoarelor şi un prefix ciclic mai scurt decât un nod de joasă frecvenţă cu arie largă. Pentru a susţine latenţa foarte scăzută, se propune un sub-

cadru scurt cu ACK/NACK rapid, cu posibilitatea de agregare a sub-cadrelor pentru servicii critice cu latenţă scăzută. De asemenea, accesul bazat pe dispută este parte a NX pentru a facilita accesul rapid iniţiat de UE.

[0038] Pot fi utilizate noi scheme de codificare, cum ar fi coduri polare sau diverse forme de coduri LDPC, in loc de coduri turbo, pentru a facilita decodarea rapidă a ratelor de date ridicate, cu o arie de cip rezonabilă. Ciclurile DRX lungi şi o nouă stare UE, RRC inactiv, în care se menţine contextul UE RAN, permit tranziţia rapidă la modul activ cu semnalizare de control redusă.

[0039] Activarea potenţialului maxim al tehnologiei cu mai multe antene este o piatră de temelie a designului NX. Formarea fasciculului hibrid este susţinută şi sunt exploatate avantaje cu formarea digitală a fasciculului. Formarea fasciculului specific utilizatorului prin transmisie autonomă este avantajoasă pentru acoperire, în particular la frecvenţe înalte. Din acelaşi motiv, formarea de fascicule UE TX este propusă ca o componentă avantajoasă, cel puţin pentru benzile de înaltă frecvenţă. Numărul de elemente de antenă poate varia, de la un număr relativ mic de elemente de antenă (de exemplu, de la 2 la 8) în implementări asemănătoare LTE până la multe sute, unde un număr mare de elemente antene active sau direcţionabile individual este utilizat pentru formarea fasciculului, MIMO unic utilizator şi/sau MIMO multi-utilizatori pentru a declanşa întregul potenţial al MIMO masiv. Semnalele de referinţă şi caracteristicile MAC sunt concepute pentru a permite exploatarea schemelor bazate pe reciprocitate. Conectivitatea multi-punct, in care un terminal este conectat simultan la două sau mai multe puncte de transmisie, poate fi utilizat pentru a oferi diversitate/robusteţe, de exemplu pentru MTC critice, prin transmiterea aceloraşi date din mai multe puncte.

[0040] NX include un concept de mobilitate bazat pe fascicul pentru a susţine eficient formarea fasciculului cu amplificare mare. Acest concept este transparent atat pentru transmiterea fasciculului inter-eNB, cât şi intra-eNB. Atunci când fasciculele de legătură sunt relativ înguste, fasciculele de mobilitate ar trebui să urmărească echipamentele Echipamente UE cu o precizie ridicată pentru a menţine o experienţă bună a utilizatorului şi a evita eroarea legăturii. Conceptul de mobilitate respectă principiul designului ultra-slab prin definirea unui set de semnale de referinţă de mobilitate pe legătura descendentă configurabile de reţea, care sunt transmise la cerere, atunci când sunt necesare măsurători de mobilitate de la UE. Tehnicile sunt de asemenea descrise pentru mobilitatea bazată pe măsurarea legăturii ascendente, staţii de bază adecvate care susţin reciprocitatea.

[0041] Convergenţa acces-legături intermediare se realizează cu legăturile de acces şi intermediare folosind aceeaşi tehnologie de interfaţă aer şi partajând dinamic acelaşi spectru. Acest lucru este deosebit de interesant la frecvenţe mai mari, cu cantităţi mari de spectru disponibile şi în care acoperirea este puternic grevată de constrângerile fizice şi practice. Comunicaţia dispozitiv cu dispozitiv în care reţeaua alocă resurse pentru legături laterale este de preferinţă o parte integrantă a NX. Pentru scenariile care nu sunt acoperite, terminalele revin la resurse pre-alocate de legătură laterală.

[0042] Serviciile 5G MBB vor necesita o serie de lăţimi de bandă diferite. La capătul inferior al scării, suportul pentru conectivitatea masivă a maşinilor cu lăţimi de bandă relativ reduse va fi determinat de consumul total de energie la echipamentul de utilizator. În schimb, este posibil să fie necesare lăţimi de bandă foarte largi pentru scenarii de mare capacitate, de exemplu, video 4K şi mass-media viitoare. Interfaţa aer NX se concentrează pe servicii de lăţime mare de bandă şi este proiectată în jurul disponibilităţii alocărilor de spectru mari şi, de preferinţă, adiacente.

[0043] Cerinţele de nivel înalt abordate de sistemul NX descris aici includ una sau mai multe dintre:

1) Suport pentru benzi de frecvenţă mai mari, cu lăţime de bandă purtătoare mai largă şi viteze de vârf mai mari. De notat că această cerinţă motivează o nouă numerologie, aşa cum este detaliat mai jos.

2) Suport pentru latenţă mai mică, care necesită intervale de timp de transmisie mai scurte şi mai flexibile (TTI), noi structuri de canale, etc.

3) Suport pentru implementări foarte dense, implementări eficiente din punct de vedere energetic şi utilizarea masivă a formării fasciculului, permise, de exemplu, de înlăturarea limitărilor versiunilor anterioare in raport cu CRS, PDCCH, etc.

4) Suport pentru noi cazuri de utilizare, servicii şi clienţi, cum ar fi scenarii MTC, inclusiv V2X, etc. Acest lucru poate include utilizarea mai flexibilă a spectrului, suport pentru latenţă foarte scăzută, rate de vârf mai mari, etc.

[0044] Urmează o descriere a arhitecturii NX, urmată de o descriere a interfeţei radio pentru NX. În continuare se prezintă o descriere a unei varietăţi de tehnologii şi caracteristici care sunt

acceptate de arhitectura NX şi interfaţa radio. Trebuie înţeles că deşi următoarea descriere detaliată oferă o discuţie cuprinzătoare a mai multor aspecte ale unui sistem de comunicaţii fără fir, în care numeroase avantaje sunt obţinute prin combinaţii între multe dintre caracteristicile şi tehnologiile descrise, nu este necesar ca toate tehnologiile şi caracteristicile descrise aici să fie incluse intr-un sistem pentru ca sistemul să beneficieze de tehnologiile şi caracteristicile dezvăluite. De exemplu, deşi sunt furnizate detalii despre modul în care NX poate fi strâns integrat cu LTE, o versiune independentă a NX este, de asemenea, eminamente practică. Mai general, cu excepţia cazului în care o anumită caracteristică este descrisă în mod specific aici, în funcţie de o altă caracteristică, orice combinaţie a multor tehnologii şi caracteristici descrise aici poate fi folosită în mod avantajos.

1 Arhitectura NX

1.1 Prezentare generală a arhitecturii logice

[0045] Arhitectura NX susţine atât implementări de sine stătătoare cât şi implementări care pot fi integrate cu LTE sau, potenţial, cu orice altă tehnologie de comunicaţie. În discuţia următoare, ne vom concentra foarte mult asupra cazului integrat cu LTE. Cu toate acestea, trebuie menţionat că ipotezele de arhitecturi similare se aplică şi cazului de sine stătător NX sau integrării cu alte tehnologii.

[0046] Figura 1 prezintă arhitectura logică de nivel superior pentru un exemplu de sistem care susţine atât NX, cât şi LTE. Arhitectura logică include atât nodurile eNB numai NX şi numai LTE, cât şi nodurile eNB care susţine atât NX, cât şi LTE. În sistemul ilustrat, nodurile eNB sunt conectate intre ele cu o interfaţă dedicată eNB-la-eNB, denumită aici interfaţa X2* şi la reţeaua de bază cu o interfaţă dedicată eNB-la-CN, denumită aici interfaţa S1*. Desigur, numele acestor interfeţe pot varia. După cum se vede în figură, o divizare reţea de bază/reţea de acces radio (CN/RAN) este evidentă, aşa cum a fost cazul Subsistemului de Pachete Evoluate (EPS).

[0047] Interfeţele S1* şi X2* pot fi o evoluţie a interfeţelor existente S1 şi X2, pentru a facilita integrarea NX cu LTE. Aceste interfeţe pot fi îmbunătăţite pentru a suporta caracteristici multi-RAT pentru conectivitate dual NX şi LTE (DC), servicii potenţial noi (loT sau alte servicii 5G) şi caracteristici precum felierea reţelei (unde, de exemplu, felii diferite şi funcţii CN pot necesită un design CN diferit), activarea la cerere a semnalelor de referinţă de mobilitate, noi soluţii de multi-conectivitate, potenţial noi divizări UP/CP în CN, suport pentru o nouă stare inactivă conectată, etc.

[0048] Figura 2 prezintă aceeaşi arhitectură logică ca Figura 1, dar acum include şi un exemplu de arhitectură internă eNB, incluzând posibile divizări de protocoale şi maparea în locaţii diferite.

[0049] Următoarele sunt caracteristicile arhitecturii discutate aici:

LTE şi NX împart cel puţin straturi de protocol interfaţă radio superioare integrate (PDCP şi RRC), precum şi o conexiune comună S1* la nucleul de pachete (EPC)

- Protocoalele RLC/MAC/PHY din NX pot diferi de LTE, ceea ce înseamnă că soluţiile Agregare Purtătoare (CA) pot fi, în unele cazuri, limitate la LTE/NX intra-RAT
- Opţiunile diferite pentru modul în care se realizează integrarea stratului RRC sunt discutate în secţiunea 2.
- Utilizarea LTE sau NX pentru echipamentele UE cu capacitate 5G poate fi transparentă pentru EPC (dacă se doreşte).

Divizarea funcţională RAN/CN pe S1* se bazează pe divizarea curentă folosită pe S1. De notat, totuşi, că acest lucru nu exclude îmbunătăţiri la S1* în comparaţie cu S1, de exemplu, pentru a susţine caracteristici noi, cum ar fi felierea reţelei.

Arhitectura de reţea 5G susţine plasarea (implementarea) flexibilă a funcţionalităţii CN (EPC) per utilizator/flux/felie de reţea

- Aceasta include plasarea funcţiilor EPC UP mai aproape de RAN (de exemplu, într-un GW local) pentru a permite rutarea optimizată şi latenţa scăzută
- Aceasta poate include, de asemenea, funcţii CP EPC mai aproape de RAN pentru a sprijini operarea reţelei de sine stătătoare (posibil până la locaţia punctului central, aşa cum este ilustrat în Figura 2).

Centralizarea PDCP/RRC este susţinută. Interfaţa dintre PDCP/RRC şi entităţile de strat inferior nu trebuie să fie standardizată (deşi poate fi), ci poate fi proprietară (specifică vânzătorului).

- Interfaţa radio este proiectată pentru a sprijini flexibilitatea arhitecturii (permiţând mai multe implementări funcţionale posibile, de exemplu, centralizate/distribuite).
- Arhitectura susţine, de asemenea, PDCP/RRC distribuit complet (cum este cazul LTE, astăzi).

Pentru a susţine conectivitatea dual NX/LTE cu PDCP şi RRC centralizate, NX susţine o divizare undeva între straturile RRC/PDCP şi stratul fizic, de exemplu, la nivelul PDCP. Controlul fluxului poate fi implementat pe X2*, care susţine divizarea PDCP şi RLC în diferite noduri.
PDCP este divizat intr-o PDCP-C (folosită pentru SRBs) şi o PDCP-U (folosită pentru URB-uri), care poate fi implementată şi desfăşurată în diferite poziţii.
Arhitectura susţine divizări bazate pe CPRI între RU şi BBU, dar şi alte divizări în care o anumită procesare este mutată în RU/Antenă pentru a reduce BW legăturile intermediare necesare către BBU (de exemplu, atunci când suportă BW foarte mari, multe antene).

[0050] De notat că, în pofida discuţiilor de mai sus, este posibilă divizarea RAN/CN alternativă, păstrând în continuare multe dintre caracteristicile şi avantajele descrise aici.

1.2 Stările UE în NX şi LTE

1.2.1 Introducere

[0051] Această secţiune discută diferitele stări ale UE din NX şi LTE cu accent pe stările inactive ale UE. În LTE, două stări inactive diferite sunt susţinute:

ECM_INACTIV/RRC_INACTIV, unde doar contextul reţelei de bază (CN) este stocat în UE. În această stare, UE nu are context în RAN şi este cunoscut la nivel de Arie de Urmărire (sau Listă Arii de Urmărire). (Contextul RAN este creat din nou în timpul tranziţiei la RRC_CONECTAT.)
Mobilitatea este controlată de UE, pe baza parametrilor de reselectare a celulei furnizaţi de reţea.
ECM_CONECTAT/RRC_CONECTAT cu DRX configurat de UE. În această stare, UE este cunoscută la nivel de celulă, iar reţeaua controlează mobilitatea (transferurile).

[0052] Dintre aceste două stări, ECM_INACTIV/RRC_INACTIV este starea principală de inactivitate UE in LTE pentru terminalele inactive. RRC_CONECTAT cu DRX este, de asemenea, utilizată, cu toate acestea, UE este de obicei eliberat la RRC_INACTIV după X secunde de inactivitate (unde X este configurat de operator şi de obicei variază între 10 şi 61 de secunde). Motivele pentru care poate fi nedorit să menţinem UE mai mult în RRC_CONECTAT cu DRX includ limitări ale capacităţii eNB HW sau licenţelor SW sau alte aspecte, cum ar fi consumul uşor mai ridicat al bateriei UE sau dorinţa de a reduce numărul de erori de transfer (KPI).
[0053] Întrucât operatorii configurează cronometrul conectat RRC pentru a fi destul de scurt, datele din reţelele LTE în direct prezintă că UE, de obicei, efectuează în medie de zece ori mai multe tranziţii ECM_INACTIV la starea ECM_CONECTAT decât tranziţiile X2, ceea ce indică faptul că pentru multe tranziţii de stare UE revine în acelaşi eNB sau celulă cum era înainte. Datele din reţelele live prezintă, de asemenea, că majoritatea conexiunilor RRC transferă mai puţin de 1 Koctet de date.
[0054] Având în vedere că iniţierea transmisiei de date de la ECM_INACTIV în LTE implică semnalizare semnificativ mai mare în comparaţie cu transmisia de date de la „RRC_CONECTAT cu DRX", starea „RRC_CONECTAT cu DRX" este îmbunătăţită în NX pentru a deveni starea principală inactivă. Îmbunătăţirea include adăugarea de suport pentru mobilitatea controlată de UE intr-o zonă locală, evitând astfel necesitatea reţelei de a monitoriza activ mobilitatea UE. De notat că această abordare permite posibilitatea ca soluţia LTE să poată fi evoluată în continuare pentru a crea o stare inactivă comună RRC conectat pentru NX şi LTE.
[0055] Următoarele sunt caracteristici ale acestei stări inactive NX UE, la care se face referire aici ca RRC_CONECTATLATENT (sau RRCLATENT pe scurt):

Susţine DRX (de la ms la ore)
susţine mobilitatea controlată de UE, de exemplu, UE se poate deplasa într-o zonă RAN de urmărire (TRA) sau o listă TRA, fără a anunţa reţeaua (interval (liste) TRA pe LTE şi NX).
Tranziţia către şi de la această stare este rapidă şi uşoară (în funcţie de scenariu, indiferent dacă este optimizată pentru economisirea energiei sau performanţă de acces rapid), activată prin stocarea şi reluarea contextului RAN (RRC) în UE şi în reţea (vezi Secţiunea 2.1. 5.6).

[0056] Când vine vorba de soluţii detaliate despre cum este suportată această stare RRC LATENT, există diferite opţiuni bazate pe un nivel diferit de implicare CN. O opţiune este următoarea:

CN nu ştie dacă UE se află în RRC_CONECTAT LATENT sau RRC_CONECTAT ACTIV (descris mai târziu), ceea ce înseamnă că conexiunea S1* este întotdeauna activă atunci când UE se află în RRC_CONECTAT, indiferent de sub-stare.
Un UE în RRC LATENT este permis să se deplaseze într-o TRA sau listă TRA fără a anunţa reţeaua.
Mesageria radio este declanşată de eNB atunci când un pachet ajunge pe S1*. MME poate ajuta eNB prin redirecţionarea mesajelor radio atunci când nu există conectivitate X2* la toate nodurile eNB din zona de mesagerie.
Când UE contactează reţeaua de la RRC LATENT într-un nod RAN care nu are contextul UE, nodul RAN încearcă să extragă contextul UE din nodul RAN care stochează contextul. Dacă acest lucru este reuşit, procedura arată ca un transfer LTE X2 în CN. Dacă extragerea nu reuşeşte, contextul UE este reconstruit din CN.
Zona pe care UE are voie să se mişte fără să notifice reţeaua poate cuprinde un set de zone RAN de urmărire şi acoperă atât LTE, cât şi RAT NX, evitand astfel necesitatea de a semnaliza atunci când se comută RAT în RRC LATENT.

[0057] În plus faţă de starea RRC LATENT (optimizată pentru economisirea energiei), există o stare RRC_CONECTAT ACTIV (RRC ACTIV) utilizată pentru transmiterea efectivă a datelor. Această stare este optimizată pentru transmisiile de date, dar permite UE să micro-doarmă, datorită configuraţiei DRX, pentru scenarii când nu sunt transmise date, dar se doreşte un acces foarte rapid. Aceasta poate fi denumită drept configuraţia de monitorizare in starea RRC ACTIV. In această stare, mobilitatea la nivel de celulă sau fascicul UE este controlată şi cunoscută de reţea.

1.2.2 Consideraţii privind stările UE cu o integrarea strânsă a NX şi LTE

[0058] Avand in vedere o integrare strânsă între NX şi LTE, (vezi Secţiunea 2.7) dorinţa de a avea o stare inactivă controlată RAN în NX conduce la cerinţe pentru a sprijini, de asemenea, o stare inactivă controlată RAN în LTE pentru echipamente UE compatibile cu NX/LTE.
[0059] Motivul pentru aceasta este că pentru a sprijini integrarea strânsă NX şi LTE, o conexiune comună S1* este de dorit pentru LTE şi NX. Dacă pe partea NX este introdusă o stare inactivă controlată RAN, ar fi foarte benefic să existe o stare inactivă similară pe partea LTE, de asemenea cu o conexiune activă S1*, astfel încât UE să se poată deplasa între NX şi LTE fără a efectua semnalizare pentru configurare şi întreruperea conexiunii S1*. Acest tip de re-selecţie inter-RAT între LTE şi NX poate fi destul de comună, mai ales în timpul implementărilor timpurii de NX. În consecinţă, în LTE trebuie introdusă o stare comună inactivă bazată pe RAN denumită RRC_CONECTATLATENT. Comportamentul UE în această stare este similar cu cel definit pentru RRC LTE suspendare/reluare, totuşi mesageria este realizată de RAN şi nu de CN, deoarece conexiunea S1* nu este întreruptă atunci când RRC este suspendat.
[0060] În mod similar, este de dorit o stare comună RRC_CONECTATACTIV între NX şi LTE. Această stare este caracterizată prin aceea că UE compatibil NX/LTE este activ fie in NX, fie in LTE, fie în ambele. Indiferent dacă UE este activ în NX sau în LTE sau ambele, este un aspect de configurare în starea RRC ACTIV şi aceste condiţii nu trebuie considerate sub-stări diferite, deoarece comportamentul UE este similar indiferent care RAT este activ. Pentru a da un exemplu, în cazul în care doar una dintre legături este activă, indiferent de legătură, UE este configurat pentru a transmite date intr-una şi pentru a efectua măsurători în alta, în scopuri de conectivitate dual şi mobilitate. Mai multe detalii sunt prezentate în secţiunea 2.

1.2.3 Descrierea stărilor NX/LTE

[0061] Figura 3 prezintă stările UE dintr-o LTE/NX unde LTE susţine stările comune RRC_CONECTAT ACTIV şi RRC_CONECTATLATENT discutate mai sus. Aceste stări sunt descrise mai jos.

Detaşat (configurat non-RRC)

[0062]

Starea EMM_DETAŞAT (sau EMM_NULL) definită în subsistemul de pachete evoluat (EPS) atunci când UE este oprit sau nu a fost încă ataşat la sistem.
În această stare, UE nu are nicio adresă IP şi nu este accesibil din reţea.
Aceeaşi stare EPS este valabilă pentru ambele accesări NX şi LTE.

ECM / RRCJDLE

[0063]
Aceasta este similară cu starea actuală ECM_INACTIV din LTE.
 Această stare poate fi opţională.
 În cazul în care această stare este păstrată, este de dorit ca ciclurile de mesagerie şi zone RAN de urmărire să fie aliniate între mesageria bazată pe RAN în RRC LATENT şi mesageria bazată pe CN în ECM_INACTIV, deoarece UE ar putea asculta atât mesageria bazată pe CN, cât şi bazată pe RAN, făcând posibilă recuperarea UE în cazul în care contextul bazat pe RAN este pierdut.

RRC_CONECTAT ACTIV (stare RRC)

[0064]
UE este configurat RRC, de exemplu, are o conexiune RRC, o conexiune S1* şi un context RAN (incluzand un context de securitate), unde acestea pot fi valabile atât pentru LTE, cât şi pentru NX, in cazul UE radio dual.
În această stare, este posibil, în funcţie de capabilităţile UE, să se transmită şi să se primească date de la/către NX sau LTE sau ambele (configurabile RRC).
În această stare, UE este configurat cu cel puţin o celulă de deservire LTE sau un fascicul de deservire NX şi poate configura rapid conectivitatea dual între NX şi LTE atunci când este nevoie. UE monitorizează canalele de planificare ale legăturii descendente pentru cel puţin un RAT şi poate accesa sistemul prin intermediul solicitărilor de planificare trimise în UL.
Mobilitatea fasciculului/nodului controlat de reţea: UE realizează măsurători şi rapoarte de măsurare ale fasciculului/nodului învecinat. În NX, mobilitatea se bazează în principal pe semnale NX, cum ar fi TSS/MRS, iar în LTE este utilizat PSS/SSS/CRS. NX/LTE cunoaşte cel mai bun fascicul (sau cel mai bun set de fascicule) al UE şi cele mai bune celule ale LTE.
UE poate achiziţiona informaţii despre sistem prin SSI/AIT, de exemplu, şi/sau prin semnalizare dedicată NX sau prin procedura de achiziţie a informaţiilor despre sistemul LTE.
UE poate fi configurat DRX atât în LTE, cât şi în NX pentru a permite micro-somnul (in NX uneori denumit modul de urmărire sau monitorizare a fasciculului). Cel mai probabil, DRX este coordonat intre RAT-uri pentru echipamente UE active in ambele RAT-uri.
UE poate fi configurat pentru a efectua măsurători pe un RAT inactiv, care poate fi utilizat pentru a configura conectivitatea dual, în scopuri de mobilitate sau pentru a utiliza doar ca o rezervă în cazul în care acoperirea RAT activă este pierdută.

RRC_CONECTAT LATENT (stare RRC)

[0065]
UE este configurat RRC, de exemplu, UE are o conexiune RRC şi un context RAN, indiferent de acces.
UE poate monitoriza NX, LTE sau ambele, în funcţie de acoperire sau configuraţie. Reactivarea conexiunii RRC (pentru a intra in RRC ACTIV) poate fi fie prin NX, fie prin LTE.
Este acceptată mobilitatea controlată de UE. Aceasta poate fi o re-selecţie a celulelor în cazul acoperirii numai LTE sau a selecţiei NX zonă RAN de urmărire în cazul acoperirii numai NX. Alternativ, aceasta poate fi o re-selecţie de zonă/celulă optimizată în comun pentru suprapunerea acoperirii NX/LTE.
DRX specific UE poate fi configurat prin RAN. DRX este utilizat în mare parte în această stare pentru a permite cicluri diferite de economisire a energiei. Ciclurile pot fi configurate in mod independent pe RAT, cu toate acestea, ar putea fi necesară o anumită coordonare pentru a asigura o durată de viaţă bună a bateriei şi o rată mare de succes a mesageriei radio. Deoarece semnalele NX au o periodicitate configurabilă, există metode care permit UE să identifice modificările şi să-şi adapteze ciclurile DRX.
UE poate achiziţiona informaţii despre sistem prin SSI/AIT în NX sau prin LTE. UE monitorizează canalele comune NX (de exemplu, canal de mesagerie radio NX) pentru a detecta apeluri/date de intrare, modificări AIT/SSI, notificare ETWS şi notificare CMAS.
 UE poate solicita informaţii despre sistem printr-un canal RACH configurat anterior.

2 Interfaţă radio: Funcţii, Proceduri, Canale şi Semnale

[0066] În această secţiune sunt documentate funcţiile şi serviciile de interfaţă radio oferite de diferitele straturi de protocol, precum şi conceptele funcţionale preferate ale diferitelor straturi. În secţiunea 2.1 este descris protocolul de control al resurselor radio (RRC), în secţiunea 2.2 este descris stratul MAC şi, în final, în Secţiunea 2.3, este descris stratul fizic. Unele funcţii RAN se intind formal pe mai multe straturi, dar pot fi descrise in continuare intr-o secţiune pentru a simplifica prezentarea. În unele cazuri, aspectele de protocol corespunzătoare pot fi documentate în secţiunea 3.

2.1 Protocolul de Control al Resurselor Radio (RRC)

2.1.1 Descriere

[0067] RRC este un protocol de semnalizare utilizat pentru a configura şi controla UE. RRC se bazează pe straturi inferioare pentru securitate (criptare şi protecţie de integritate), segmentare şi livrare sigură în ordine a mesajelor de semnalizare. Nu se fac ipoteze detaliate cu privire la momentul transmiterii unui mesaj RRC care face ca mesajele RRC să fie asincrone cu sincronizarea radio. RRC este potrivit pentru mesajele de orice dimensiune care necesită livrare fiabilă, cum ar fi configuraţia UE.

2.1.2 Funcţiile oferite

[0068] Multe din aceleaşi funcţii şi proceduri de bază definite în RRC LTE sunt de asemenea utilizate în RRC NX, cum ar fi controlul de securitate şi conexiune, configuraţia de măsurare, etc. Cu toate acestea, sunt descrise aici noi funcţionalităţi. O nouă funcţionalitate este aceea că protocolul RRC gestionează atât operaţiunea autonomă NX, cât şi operaţiunile comune NX şi LTE, păstrând în sine configuraţiile legate de NX şi LTE ale straturilor inferioare. Alte principii de proiectare pentru a realiza o integrare strânsă din punct de vedere al RRC sunt:

Este oferită o tranziţie rapidă a stării de la modul latent (vezi secţiunea 1) la modul activ. Acest lucru este realizat prin stocarea contextului UE la RAN.
Este asigurată mobilitatea în starea latentă, unde UE este capabil să se deplaseze între RAT-uri şi noduri (în zona de rutare) fără a anunţa reţeaua.
Mesageria RAN în modul latent este acceptată, pe NX şi LTE.
Tranziţia de stare coordonată în care tranziţiile de stare au loc împreună în ambele RAT-uri este susţinută.
Semnalizarea RRC este optimizată astfel încât legăturile radio de pe ambele RAT pot fi stabilite/mutate/eliberate în acelaşi timp.
Conexiunea S1* poate fi susţinută fără o configurare suplimentară a conexiunii atunci când se comută între LTE şi NX,
Proceduri flexibile în care sunt susţinute atât configuraţii combinate, cât şi independente (un strat). Aceasta se poate aplica la configurarea, mobilitatea, reconfigurarea şi eliberarea de legături radio.
Proiectarea este rezistentă în viitor, astfel încât noile funcţionalităţi RRC (de exemplu, pentru a acoperi cazurile noi de utilizare şi suportul pentru felierea reţelei) pot fi adăugate fără impact major asupra specificaţiilor.

[0069] Arhitecturile care realizează aceste principii de proiectare pot fi clasificate în două opţiuni: protocolul RRC unic şi protocolul RRC dual, aşa cum este discutat în Secţiunile 2.1.4.1 şi, respectiv, 2.1.4.2.
[0070] Alte funcţionalităţi noi ale RRC NX includ suport pentru noua stare latentă, aşa cum este discutat în Secţiunea 1, şi noi modalităţi de a furniza informaţii despre sistem, a se vedea capitolul 3.2. Gestionarea mobilităţii bazată pe fascicul, aşa cum este discutat in capitolul 3.5, poate conduce la modificări suplimentare. Un nou cadru de lucru pentru semnalizarea capabilităţilor UE este descris în secţiunea 2.1.5.3.
[0071] RRC este implicat în schimbul de mesaje Strat fără acces (NAS) între UE şi CN şi oferă diverse funcţii în planul de control atât pentru UE, cât şi pentru eNB:

Gestionarea conexiunii:
- Stabilirea, întreţinerea şi eliberarea conexiunii RRC
- Dezactivarea şi reactivarea conexiunii RRC
- Stabilirea, întreţinerea şi eliberarea conexiunii purtătoarelor radio
- Configuraţii cu conectivitate multiplă

Mesagerie UE
Transfer de capabilităţi UE
Gestionarea resurselor radio:
 Configurarea resurselor radio pentru conexiunea RRC şi configurarea straturilor inferioare
Controlul configuraţiei radio incluzând, de exemplu, alocarea/modificarea configuraţiei ARQ, configuraţiei HARQ, configuraţiei DRX
Configurarea măsurătorilor şi controlul mobilităţii
Raportarea măsurătorilor UE şi controlul raportării
Funcţii de mobilitate (transfer intra/inter-frecvenţă şi transfer inter-RAT)
Controlul accesului radio, de exemplu, restricţionarea clasei de acces
Managementul şi securitatea serviciilor:
 Servicii MBMS
 Funcţii de management QoS
 Securitate strat de acces (AS)

[0072] Arhitectura împărţită cu RRC încheiată într-un nod centralizat, aşa cum este discutat în Secţiunea 1, afectează şi funcţiile susţinute de RRC. Unele funcţii sunt mai puţin potrivite pentru o implementare centralizată, departe de interfaţa aer, de exemplu:
Raportarea măsurătorilor pentru fascicule. Rezultatele măsurătorilor care susţin comutarea fasciculului intra-nod pot fi gestionate pe un strat inferior, vezi secţiunea 2.1.5.8.
Resursele interfeţei aer configurate dinamic în timpul conexiunilor. În LTE, semnalizarea resurselor fizice ale canalului de control pe legătura ascendentă (PUCCH) la intrarea în sincronizare şi gruparea TTI a fost o problemă.

2.1.3 Arhitectură
2.1.3.1 Identificatori NX asociaţi procedurilor RAN L3

[0073] Există mai mulţi identificatori NX implicaţi în procedurile RAN L3 (in particular procedurile RRC), care sunt relevanţi pentru a fi descrişi. Aceşti identificatori pot fi critici pentru procedura ca atare, sau pot fi identificatori folosiţi de alte straturi sau funcţii şi pur şi simplu transportaţi printr-un mesaj RAN L3. Aceştia din urmă sunt, desigur, mai puţin relevanţi pentru a fi prezentaţi în acest context, dar, în unele cazuri, merită să fie menţionaţi.
[0074] Mai multe circumstanţe motivează introducerea de noi identificatori pentru NX în loc de a reutiliza doar identificatorii din LTE. Unele dintre aceste circumstanţe sunt:

Funcţionalităţi noi, care nu există în LTE, cum ar fi:
 O stare nouă, cum ar fi starea latentă.
 Mesagerie internă RAN.
Principiul de design subţire, care reduce la minim datele care sunt difuzate frecvent prin interfaţa radio.
Utilizarea intensivă a formării fasciculelor, care în practică elimină conceptul tradiţional de celule.
Arhitectura RAN potenţial distribuită.

[0075] De notat că, în general, este de dorit să se armonizeze protocoalele RRC pentru LTE şi NX şi, prin urmare, unii dintre identificatorii asociaţi pot fi aplicabili atât în LTE cât şi în NX.
[0076] Această secţiune oferă o imagine de ansamblu a acestor identificatori NX, care prezintă pe scurt aspecte precum utilizarea şi structura internă.
[0077] Identificatorii discutaţi aici sunt incluşi în una dintre cele două categorii:
Identificatori UE
Identificatori de nod, zonă sau entitate

2.1.3.1.1 Identificatori UE
Identificator de context RRC UE

[0078] Reutilizarea identificatorului temporar de reţea radio celulară (C-RNTI) in acest scop nu ar fi adecvată. Un motiv este acela că conceptul de celulă nu este utilizat în NX. Un alt motiv este că C-RNTI este cuplat cu alte funcţionalităţi într-un mod care creează dependenţe nedorite. Un al treilea motiv este că identificatorul de context RRC UE are un scop parţial diferit în NX, cum ar fi acela de a susţine extragerea contextului.
[0079] Identificatorul de context RRC UE identifică contextul RRC al UE în RAN şi, prin urmare, este unic în întregul RAN. În cazul unei entităţi RRC comune, identificatorul de context RRC UE

este valabil atât pentru LTE, cât şi pentru NX. Reţeaua poate oferi identificatorul de context RRC UE în orice moment în timp ce UE este în stare activă. Reţeaua, de exemplu, poate alege să o facă împreună cu configurarea conexiunii RRC (vezi secţiunea 2.1.5) atunci când este creat contextul, pentru a se asigura că UE îl are în cazul în care ar pierde conexiunea (de exemplu, în caz de defectare a legăturii radio). În mod alternativ, sau în plus, reţeaua poate alege să transfere identificatorul de context RRC UE la UE atunci când UE este pus în stare latentă, pentru a evita controlul suprasarcinii pentru a trebui să se realoce un identificator de context RRC UE în UE de fiecare dată când UE se deplasează într-un nou nod RAN.

[0080] Identificatorul de context RRC UE este utilizat pentru extragerea contextului intre nodurile RAN în proceduri potenţiale, cum ar fi tranziţia din starea latentă la cea activă (vezi Secţiunea 2.1.5.6), actualizarea zonei RAN de urmărire în starea latentă şi recuperarea după o eroare a legăturii radio. Ar trebui să se identifice un context RAN al UE într-un scenariu de noduri inter-RAN. Mai precis, ar trebui să identifice atât nodul RAN care deţine contextul (de exemplu, „nodul ancoră", de exemplu, nodul de acces (AN), funcţia de controler radio (RCF) sau un alt tip de controler, cum ar fi un lider de grup) şi să se identifice contextul din acest nod RAN. Prin urmare, acesta cuprinde un identificator al nodului RAN ancoră şi un identificator de context local alocat de nodul RAN ancoră. Identificatorul nodului RAN ancoră este identificatorul nodului RAN descris mai jos. Acesta poate fi folosit şi în alte contexte şi merită o descriere separată.

[0081] Identificatorul de context local are doar semnificaţie internă a nodului RAN. Acesta ar putea fi id-ul MAC, care este utilizat pentru accesarea UE pentru semnalizarea de control pe legătura descendentă, dar în ambiţia de a păstra independenţa între identificatorii care sunt folosiţi în scopuri diferite, este de preferat ca identificatorul de context local să fie un identificator separat de id-ul MAC. In plus, intervalul necesar este diferit pentru id-ul MAC şi identificatorul de context local. Indiferent de posibila reutilizare a schemelor, intervalul id-MAC poate oferi un identificator unic tuturor echipamentelor UE care sunt simultan în stare activă în zona aplicabilă (presupunând un nod de acces), in timp ce intervalul identificatorului de context local poate suporta toate echipamentele UE care sunt fie active sau în stare latentă într-un nod. Aceasta din urmă poate include un număr substanţial mai mare de echipamente UE şi, prin urmare, este de dorit un interval mai mare pentru identificatorul de context local.

Identificator UE pentru mesageria internă RAN

[0082] În acest scop, nu există un identificator corespunzător de reutilizat din LTE, deoarece LTE nu susţine mesageria internă RAN.

[0083] Scopul acestui identificator este identificarea UE atunci cand UE este apelat in timpul unei proceduri de mesagerie RAN internă. Pentru mesageria internă RAN, UE este strâns asociat cu contextul RRC UE existent. Acest lucru face ca identificatorul de context RRC UE să fie un candidat natural care trebuie utilizat in timpul apelării UE. Deoarece această asociere strânsă face puţin probabil ca dependenţa de identificatorul de context UE RAN să creeze probleme viitoare, identificatorul de context RRC UE poate fi utilizat in acest scop.

Identificatorul UE pentru răspunsul UE la mesageria internă RAN

[0084] În acest scop, nu există un identificator corespunzător de reutilizat din LTE, deoarece LTE nu susţine mesageria internă RAN.

[0085] Atunci când UE răspunde la mesageria internă RAN, acesta trebuie să furnizeze un identificator care să permită localizarea contextului RRC UE. O referinţă la mesajul de apelare, de exemplu, un identificator de apelare, ar fi suficient, însă folosirea unui identificator „independent" permite o procedură de apelare mai flexibilă, de exemplu, în cazul în care UE răspunde unui nod RAN care nu a fost implicat în mesagerie. Relaţia cu contextul RRC UE face ca identificatorul de context RRC UE să fie un candidat natural care să fie utilizat în acest scop (mai ales că răspunsul la mesaj poate fi considerat ca fiind o tranziţie din starea latentă la cea activă).

Identificatorul UE pentru tranziţia din starea latentă la cea activă

[0086] Aceasta este o nouă tranziţie de stare, care nu există în LTE şi, prin urmare, nu există un identificator LTE corespunzător de reutilizat.

[0087] Mesajul UE către reţea în legătură cu tranziţia din starea latentă la starea activă trebuie să permită amplasarea contextului RRC UE. Acest lucru face ca identificatorul de context RRC UE să fie un candidat natural.

Rezumatul identificatorilor UE

[0088] Toţi identificatorii descrişi mai sus (identificatorul de context RRC UE, identificatorul UE pentru mesageria internă RAN, identificatorul UE pentru răspunsul UE la mesageria internă RAN şi identificatorul UE pentru tranziţia din stare latentă la starea activă) pot fi unul şi acelaşi, deoarece toţi au capacitatea de a localiza şi identifica un context RRC UE într-un scenariu de nod inter-RAN.

2.1.3.1.2 Identificatori de nod, zonă sau entitate

Identificator de nod RAN

[0089] Există noi caracteristici pe identificatorul de nod RAN care împiedică reutilizarea ID eNB in LTE.

[0090] Un identificator de nod RAN care să fie vizibil pe interfaţa radio este util pentru diverse activităţi SON, cum ar fi Relaţii automate de învecinare (ANR) şi înregistrarea mobilităţii în modul latent/inactiv pentru a ajuta planificarea reţelei radio (a se vedea, de asemenea, secţiunea 3.9). (Este, de asemenea, posibilă utilizarea MRS specifică nodului RAN în scopul ANR.) Aceasta este utilă, de asemenea, în reţea pentru extragerea contextului şi stabilirea interfeţelor şi conexiunilor de nod inter-RAN (de exemplu, X2*). Deşi un identificator de nod RAN în anumite sensuri corespunde ID-ului eNB din LTE, identificatorul de nod RAN din NX serveşte unor scopuri similare în NX, aşa cum face Identificatorul Global de Celulă E-UTRAN (ECGI) in LTE, din cauza lipsei conceptului de celulă în NX.

[0091] Două obiective de proiectare relevante în acest context sunt acelea de a reduce la minimum transmisiile permanente din reţea şi de a se abţine de la furnizarea de semnale care pot fi utilizate în scopuri de poziţionare prin aplicaţii suplimentare (OTT).

[0092] Pentru a asigura primul dintre aceste două obiective de design, identificatorul de nod RAN poate fi transmis prin interfaţa radio după cum este necesar. În acest scop, niciun identificator de nod RAN nu este transmis prin interfaţa radio în mod implicit, ci un nod RAN poate solicita reţeaua de bază să ordoneze activarea (sau reţeaua de bază poate iniţia singură acest lucru) transmisiunilor identificatorului de nod RAN intr-o zonă relevantă pentru a susţine ANR sau alte caracteristici SON. Opţional, nodul RAN poate indica în cerere în ce zonă doreşte activarea transmisiei identificatorului de nod RAN, de exemplu, definită ca zonă geografică.

[0093] Pentru a indeplini cel de-al doilea obiectiv de design, pe întreaga interfaţă radio este utilizat un identificator de nod RAN alocat dinamic, selectat in mod nesistematic, in locul unui identificator de nod RAN static. Pentru a permite identificatorului de nod dinamic RAN să-şi servească în continuare scopul în cadrul reţelei, reţeaua furnizează o translaţie (internă în reţea) a identificatorului de nod RAN dinamic intr-un identificator de nod RAN static „actual", care, in schimb, poate fi translatat intr-o adresă IP dacă este necesar (sau identificatorul dinamic al nodului RAN poate fi utilizat direct pentru căutarea adreselor IP). Abordarea cu translatarea internă a reţelei a unui identificator modificat dinamic este similară cu abordarea descrisă pentru semnalul de referinţă de poziţionare (PRS) (vezi secţiunea 3.10) şi poate fi utilizată o soluţie comună pentru ambele cazuri.

Codul de urmărire zonă RAN

[0094] Nu există zone de urmărire RAN în LTE şi, în consecinţă, nu există un identificator care să fie reutilizat din LTE.

[0095] Codul de urmărire zonă RAN (TRAC) identifică o zonă de urmărire RAN (TRA) în cadrul unei reţele unice, în măsura în care sunt utilizate astfel de zone. Acesta poate fi utilizat împreună cu configurarea unui UE în starea latentă cu o listă a TRA şi va fi transmis în mod regulat de către reţea pentru ca UE să ţină evidenţa TRA actuală şi să raporteze actualizarea locaţiei către reţea dacă UE se va muta la o TRA care nu se află în lista sa configurată de TRA. Ca şi în cazul codului de urmărire a zonei, nu este prevăzută nicio nevoie reală de vreo structură internă. Vezi şi secţiunea 3.2.

Distribuitor de faze pentru ciclurile DRX de mesagerie

[0096] In LTE, IMSI modulo 1024 este utilizat ca parametru de intrare pentru procedura ocazie de mesagerie. Scopul său este de a distribui faza ciclului DRX de mesagerie între echipamentele UE, astfel încât încărcarea acumulată de mesagerie a echipamentelor UE să fie distribuită mai uniform.

[0097] Un parametru cu o funcţie similară poate fi de dorit pentru mesageria internă RAN în NX, în funcţie de procedura care este implementată pentru ocaziile de mesagerie. De notat că acesta nu

este un identificator în sine, însă cu introducerea mesageriei interne RAN este un parametru care merită discutat.

[0098] Având în vedere că în NX se utilizează aceeaşi procedură sau o procedură similară ca în LTE, atunci o abordare este ca nodul RAN ancoră (nodul RAN care deţine conexiunea S1*) să genereze un număr pe 10 biţi (acelaşi număr de biţi ca în IMSI modulo 1024) şi să configureze UE cu acesta ca parte a configuraţiei de mesagerie pentru un UE în starea latentă. Acest număr ar fi inclus şi în mesajul de mesagerie intern RAN distribuit de la nodul RAN ancoră la celelalte noduri RAN care sunt implicate în mesageria UE. Cu această alegere a parametrului, nu sunt stocate date referitoare la IMSI in RAN.

[0099] O alternativă este derivarea acestui număr din identificatorul de context RRC UE, de exemplu, identificatorul de context RRC UE modulo 1024. Acest lucru are un avantaj comparativ cu un număr arbitrar pe 10 biţi, prin faptul că nu ar trebui să fie transmis ca un parametru separat la UE şi în mesajul apelare internă RAN distribuit, deoarece ar fi implicit în identificatorul de context RRC UE care este oricum inclus in aceste mesaje.

[0100] O altă opţiune este aceea că reţeaua de bază transferă parametrul IMSI modulo 1024 la nodul RAN ca parte a contextului UE S1* atunci când este stabilită conexiunea S1* şi că acest număr este utilizat în acelaşi mod ca în LTE. Dacă se foloseşte aceeaşi procedură de mesagerie pentru mesageria internă RAN a unui UE în stare latentă şi mesageria iniţiată de reţeaua de bază a unui UE în starea inactivă, ocaziile de mesagerie pentru mesageria RAN internă şi iniţiată de reţeaua de bază coincid cu această alternativă. Această proprietate poate fi avantajată pentru a face faţă eficient cazurilor de eroare în care UE şi reţeaua au percepţii diferite asupra stării (latentă sau inactivă) în care se află UE.

Identificator de fascicul virtual

[0101] Acest concept nu are corespondenţă în LTE şi, prin urmare, nu există un identificator LTE care să fie reutilizat.

[0102] Un identificator de fascicul virtual este o abstractizare a unui fascicul fizic sau a unui grup de fascicule fizice. Ca atare, acesta este adaptat pentru a fi utilizat prin proceduri de semnalizare inter-noduri din partea reţelei. Identificatorul de fascicul virtual este implicat în activarea fasciculelor ţintă candidat în procedurile de mobilitate in modul activ cu noduri inter-RAN şi în procedurile SON.

[0103] Acest identificator este utilizat intern în reţea (nu a fost transferat la UE).

Identificator de fascicul

[0104] Acest concept nu are o corespondenţă reală în LTE şi, prin urmare, nu există un identificator LTE adecvat pentru reutilizare.

[0105] Un fascicul este identificat pe L1 printr-un anumit semnal de referinţă atribuit dinamic, de exemplu, un semnal de referinţă de mobilitate şi acces (MRS). Este posibil să nu existe niciun alt identificator transmis in fascicul in scopuri de identificare a fasciculului. Cu toate acestea, straturile de protocol superioare trebuie să se poată referi la un fascicul sau la un semnal de referinţă, de exemplu, atunci când RRC este utilizat pentru a configura un UE cu MRS-urile pentru a măsura în timpul unei secvenţe de măsurare. Pentru o astfel de utilizare, secvenţa de semnale de referinţă în sine este foarte nepractic şi este de dorit, în schimb, o abstractizare a nivelului superior. Prin urmare, un fel de referinţă sau index este utilizat de preferinţă pentru a face referire la un semnal de referinţă, de exemplu, un indice MRS sau un indice C-RS. Un astfel de index poate fi transferat între nodurile RAN, precum şi între un nod RAN şi un UE.

Identificator de context PDCP

[0106] Identificatorul de context PDCP este relevant în scenariile de arhitectură cu noduri RAN distribuite în care procesarea RRC şi procesarea PDCP sunt localizate în diferite entităţi fizice, de exemplu, cu PDCP intr-o funcţie de procesare a pachetelor (PPF) şi RRC într-o funcţie de control radio (RCF) localizată în noduri separate fizic. Astfel de arhitecturi cu noduri RAN distribuite nu sunt standardizate în LTE şi, prin urmare, nu există identificatori LTE de reutilizat. (De notat că poate fi utilizat un identificator proprietate corespunzător în produsele eNB, iar în acest caz, dacă se doreşte şi dacă un astfel de identificator nu este specificat în NX, un identificator specific produsului/intern poate fi reutilizat).

[0107] In măsura în care purtătoarele sunt fololocaţie în NX într-un mod similar ca in LTE, cu un context PDCP per purtătoare, atunci identificatorul de purtătoare în combinaţie cu un identificator

UE (de exemplu, identificatorul de context RRC UE) poate fi utilizat pentru a identifica un anumit context PDCP.

[0108] În caz contrar, dacă conceptul de purtătoare este înlocuit cu altceva, este nevoie de un alt concept pentru identificatorul PDCP. Intr-un astfel de caz, identificatorul de context PDCP ar putea fi atribuit in conformitate cu principii similare cu identificatorul de conexiune S1, unde fiecare entitate atribuie propriul său identificator şi informează cealaltă parte. Entitatea PDCP ar atribui astfel propriul său identificator de context PDCP şi ar informa entitatea RRC după ce a fost contactată de entitatea RRC.

[0109] Dacă există o mapare unu la unu între entitatea RRC şi entitatea PDCP, atunci identificatorul de context PDCP poate fi utilizat ca referinţă în ambele direcţii, dar dacă o entitate RRC poate avea o relaţie cu mai multe entităţi PDCP, atunci identificatorul de context PDCP trebuie combinat cu un identificator de context RRC pentru a identifica în mod unic relaţia de entitate RRC-PDCP. Identificatorul de context RRC UE poate fi reutilizat in acest scop şi presupunând că entităţile distribuite formează logic un nod RAN distinct (de exemplu, un "nod RAN virtual"), identificatorul local de context al identificatorului de context RRC UE complet este suficient. De notat că termenii „entitate" şi „context" nu trebuie confundaţi. În această descriere a identificatorului, o "entitate" se referă la o entitate de procesare fizică, de exemplu, o implementare a PDCP intr-un nod fizic. Pe de altă parte, un „context" se referă la datele asociate cu un moment specific de procesare PDCP, de exemplu, pentru o anumită purtătoare sau flux de trafic al unui UE.

[0110] Acest identificator este utilizat intern în reţea (nu este transferat către UE).

[0111] De notat că interfaţa (interfeţele) care ar motiva un identificator de context PDCP nu sunt în prezent standardizate. Dacă nu devine standardizat pentru NX, aceasta rămâne o chestiune internă a produsului şi fiecare producător poate alege ceea ce se potriveşte cel mai bine implementării sale specifice.

Identificator de context pentru protocoalele de nivel inferior

[0112] Identificatorii de context pentru protocoalele de nivel inferior pot fi relevanţi în scenariile de arhitectură cu noduri RAN distribuite, de exemplu, cu RLC şi MAC într-o funcţie în bandă de bază (BBF) şi RRC intr-o funcţie de control radio (RCF), situate în noduri separate fizic. Într-un astfel de caz, entitatea RRC poate avea nevoie de referinţe la entităţile relevante pentru a le putea configura în mod corespunzător. Astfel de arhitecturi cu noduri RAN distribuite nu sunt standardizate în LTE şi, prin urmare, nu există identificatori LTE de reutilizat. (Cu toate acestea, poate exista un identificator proprietate corespunzător în produsele eNB. În acest caz, dacă se doreşte şi cu excepţia cazului în care un astfel de identificator este specificat in NX, un identificator specific produsului/intern poate fi reutilizat.)

[0113] Presupunând o stivă de protocoale LTE, există un context RLC per purtătoare, iar identificatorul său ar putea fi tratat în acelaşi mod descris mai sus pentru identificatorul de context PDCP.

[0114] Entitatea MAC, pe de altă parte, este comună pentru toate purtătoarele unui echipament UE, pentru fiecare legătură de conectivitate în caz de conectivitate dual/multiplă, astfel că identificatorul de context MAC trebuie să identifice în principiu doar UE şi, ca mai sus, identificatorul de context RRC UE sau partea locală a acestuia ar putea fi reutilizată în acest scop. Aceşti identificatori sunt folosiţi intern în reţea (nu sunt transferaţi la UE).

[0115] De notat că interfaţa (interfeţele) care necesită un astfel de identificator (identificatori) nu sunt în prezent standardizate. Dacă nu devine standardizat pentru NX, acesta rămâne o chestiune internă a produsului şi fiecare producător poate alege ceea ce se potriveşte cel mai bine implementării sale specifice.

Identificatori de conexiune S1* şi X2*

[0116] În LTE, un identificator de conexiune S1 identifică o conexiune în planul de control S1 asociat cu un echipament UE şi este valabil atâta timp cât UE este în starea RRC_CONECTAT şi ECM-CONECTAT (ID eNB UE S1AP, MME UE S1AP ID). (Odată cu introducerea mecanismului de suspendare/reluare in LTE versiunea 13, conexiunea in planul de control S1 poate fi păstrată şi atunci când UE trece la starea RRC_INACTIV.) Un identificator X2 corespunzător identifică relaţia asociată UE activ pe o durată scurtă între două noduri eNB în timpul unei proceduri de transfer (ID vechi eNB UE X2AP, ID nou eNB UE X2AP).

[0117] Acelaşi principiu utilizat în prezent pentru S1 şi X2, cu identificatori localizaţi şi identificatori importanţi local, poate fi utilizat pentru identificatorii de conexiune S1* şi X2*. O

reutilizare similară a principiilor LTE se poate aplica şi pentru identificatorii din planul de utilizator S1* şi X2*. Aceşti identificatori sunt folosiţi intern în reţea (nu sunt transferaţi la UE).

Identificator de felie de reţea

[0118] Un identificator de felie de reţea identifică un set de resurse din reţea care constituie o reţea logică. Acesta poate fi utilizat, în mod potenţial, pentru a direcţiona planul de utilizator şi pentru a controla traficul în planul utilizatorului către resursele feliei de reţea din care face parte.

2.1.3.1.3 Rezumatul identificatorilor

[0119] Tabelul 1 de mai jos oferă un rezumat al identificatorilor discutaţi mai sus.

Tabelul 1

Identificator	Scop	Relaţia cu LTE
Identificator de context RRC UE	Identifică un context RRC UE în RAN. Folosit, de exemplu, pentru extragerea contextului.	Este uşor similar cu C-RNTI, dar are un scop parţial diferit şi îi lipsesc unele dintre dependenţele asociate cu C-RNTI. Identificatorul de context RRC UE poate identifica contextul RRC UE atât în LTE, cât şi în NX.
Identificator UE pentru mesageria internă RAN	Identifică un echipament UE în timpul mesageriei interne RAN.	Fără corespondenţă în LTE
Identificator UE pentru răspunsul UE la mesageria internă RAN	Identifică un echipament UE când răspunde la mesageria internă RAN. Activează extragerea contextului.	Fără corespondenţă în LTE.
Identificator UE pentru tranziţia de la starea latentă la starea activă	Identifică un echipament UE în timpul tranziţiei de la starea latentă la starea activă. Activează extragerea contextului.	Fără corespondenţă în LTE.
Identificator nod RAN	Susţine diferite funcţii SON, cum ar fi ANR. Permite extragerea contextului atunci cand este utilizat ca parte a identificatorului de context RRC UE.	Noile funcţii împiedică reutilizarea ID-ului eNod B.
Urmărirea codului de zonă RAN	Identifică o zonă RAN de urmărire.	Fără corespondenţă în LTE.
Distribuitor de faze pentru cicluri DRX de mesagerie (pentru mesageria internă RAN)	Distribuie faza ciclului DRX de mesagerie internă RAN între echipamentele UE, astfel incat solicitarea de mesagerie acumulată la echipamentele UE este distribuită mai uniform.	Mesageria internă RAN nu este utilizată în LTE, dar o opţiune este reutilizarea parametrului IMSI modulo 1024 care este utilizat pentru mesageria iniţiată în reţeaua de bază în LTE.
Identificator de fascicul virtual	Un identificator de fascicul virtual este o abstractizare a unui fascicul fizic sau a unui grup de fascicule fizice.	Fără corespondenţă în LTE.
Identificator de fascicul	Un identificator de fascicul este utilizat pentru a identifica un fascicul de strat fizic pe straturile de protocol superioare. Poate fi realizat ca un index care indică o secvenţă de semnal de referinţă.	Nu există corespondenţă adecvată în LTE.
Identificator de context PDCP	Folosit pentru identificarea contextului PDCP intr-o arhitectură	În măsura în care conceptul de purtătoare al LTE este reutilizat in NX, se poate utiliza

Identificator	Scop	Relaţia cu LTE
	de noduri RAN distribuite.	identificatorul de purtătoare combinat cu identificatorul de context RRC UE. In caz contrar, se pot utiliza numai identificatorii corespunzători interni/specifici produsului.
Identificator de context pentru protocolul de strat inferior	Folosit pentru a identifica contextul RLC sau contextul MAC intr-o arhitectură de noduri RAN distribuite.	În măsura în care conceptul de purtătoare LTE este reutilizat in NX, se poate utiliza identificatorul de purtătoare combinat cu identificatorul de context RRC UE (sau doar identificatorul de context RRC UE in cazul contextului MAC). In caz contrar, pot exista doar identificatori interni/specifici produsului.
Identificatori de conexiune S1* şi X2*	Identifică conexiunile de control şi din planul utilizatorului pentru S1* şi X2*.	Acelaşi principiu (şi posibil aceiaşi identificatori) pot fi utilizaţi ca şi în LTE.
Identificator de purtătoare	Identifică o purtătoare (radio). (dacă este nevoie, în funcţie de existenţa purtătoarelor în NX.)	În măsura în care conceptul de purtătoare LTE este reutilizat în NX, identificatorul de purtătoare LTE poate fi reutilizat.
Identificator de felie de reţea	Identifică un set de resurse de reţea care constituie o reţea logică.	Fără corespondenţă în LTE.

2.1.3.2 Semnalizarea purtătoarelor de radio

[0120] Purtătoarele radio de semnalizare (SRB) sunt definite ca purtătoare radio (RB) care sunt utilizate numai pentru transmiterea mesajelor RRC şi NAS. Conform arhitecturii descrise aici, acelaşi set de purtătoare SRB poate fi definit pentru NX, la fel ca cel utilizat pentru LTE. Acest lucru permite, de asemenea, scenariul de integrare strânsă, în care aceleaşi purtătoare SRB sunt utilizate pentru a transporta mesajele NX sau RRC LTE pe straturi inferioare NX sau LTE (vezi Secţiunea 1).

[0121] Mai precis, pot fi definite următoarele trei purtătoare SRB:

SRB0 este destinată pentru mesaje RRC folosind un canal logic comun;
SRB1 este destinată pentru mesajele RRC (care pot include un mesaj NAS transportat), precum şi pentru mesaje NAS inainte de stabilirea SRB2, toate folosind canale logice dedicate;
SRB2 este destinată pentru mesajele RRC care includ informaţii de măsurare înregistrate, precum şi pentru mesaje NAS, toate folosind canale logice dedicate. SRB2 are de obicei o prioritate mai mică decât SRB1 şi este configurată de E-UTRAN după activarea securităţii.

[0122] Odată ce securitatea este activată, mesajele RRC de pe SRB1 şi SRB2, inclusiv cele care conţin mesaje NAS sau non-3GPP, sunt protejate în ceea ce priveşte integritatea şi cifrate de PDCP.

[0123] De asemenea, este important de menţionat că diversitatea RRC poate fi susţinută prin utilizarea unor SRB1 şi SRB2 comune, care pot fi împărţite pe ambele RAT, in mod similar cu purtătoarele radio dedicate destinate (DRB) utilizate în LTE conectivitate dual㠠(DC), folosind o entitate comună PDCP cu entităţi RLC/MAC separate per acces. UE sau reţeaua nu aplică diversitatea RRC pentru SRB0, precum şi pentru secvenţa iniţială de mesaje SRB în timpul configurării conexiunii iniţiale sau restabilirea/reactivarea conexiunii până când ambele RAT sunt configurate şi securitatea activată. Odată ce diversitatea SRB este activată, selecţia de legături dinamice bazată pe implementare pe legătura descendentă poate fi făcută de reţea pe baza unei PDU PDCP. Pe legătura ascendentă, regulile de mapare pot fi definite în standard.

[0124] Utilizarea unui set comun de purtătoare SRB cu o purtătoare divizată este o opţiune atractivă, deoarece aceasta garantează livrarea în ordine a tuturor mesajelor RRC, indiferent de RAT pe care sunt transmise (comportamentul UE devine predictibil). Când se foloseşte un strat PDCP obişnuit, soluţiile de susţinere pentru transmiterea aceluiaşi mesaj RRC pe ambele RAT devin facile deoarece orice duplicare poate fi detectată şi eliminată de către stratul PDCP.

[0125] O soluţie alternativă este folosirea de SRB separate pentru RAT diferite, iar apoi stabilirea de reguli la nivelul RRC pentru momentul când mesajele ar trebui să fie mapate la SRB menţionate. O opţiune este definirea unei SRB3 specifică NX, care este apoi utilizată pentru RRC

NX pentru procedurile care nu trebuie să fie coordonate cu RRC LTE. Această entitate este folosită în cazul ne-colocalizat situat in NX eNB pentru a livra mesaje RRC NX direct intre NX eNB şi UE, fără a fi nevoie să fie transferat prin intermediul eNB LTE. De notat că, din punct de vedere al securităţii, această soluţie se abate de la arhitectura DC cu un singur nod de incredere care încheie toate purtătoarele SRB. Aici, eNB secundar trebuie să fie în egală măsură de încredere şi implementat în siguranţă ca eNB principal. În caz contrar, un atacator care intră în eNB secundar ar putea controla UE prin RRC de acolo.

2.1.3.3 Manipularea purtătoarelor şi QoS

[0126] În ceea ce priveşte SRB-urile, integrarea strânsă cu LTE motivează păstrarea purtătoarelor radio obişnuite şi pentru planul utilizatorului, permiţând UE să se deplaseze între acoperirea LTE şi NX fără a fi nevoie să se reconfigureze purtătoarele.

[0127] Cu toate acestea, cazurile noi de utilizare pentru 5G pot determina introducerea de noi definiţii QoS pentru NX şi noi tipuri de purtătoare. În mod ideal, acestea ar trebui să fie introduse şi în LTE, astfel încât să poată fi susţinută mobilitatea LTE-NX. In cazurile in care LTE nu este capabilă să furnizeze QoS cerută, purtătoarele trebuie să fie reconfigurate sau eliberate la deplasarea din NX la LTE.

2.1.3.4 Manipularea DRX în starea latentă

[0128] DRX este configurat împreună cu mesageria şi "perioada de ascultare" este calculată pe baza numărului actual de cadre de sistem (SFN). Fiecare TRA poate avea o configuraţie specifică DRX care este furnizată UE prin semnalizare dedicată, de exemplu, răspuns actualizare TRA sau reconfigurare RRC. Gama de cicluri DRX pe care reţeaua le poate configura se ridică la câteva ore sau chiar zile. Desigur, acest lucru trebuie luat în considerare la proiectarea numărului de biţi care să fie incluşi în câmpul SFN.

[0129] În unele cazuri, este posibil ca RAN să nu poată găsi UE. În această situaţie, RAN poate informa CN, iar CN poate prelua apoi funcţionalitatea de mesagerie pentru acel UE.

[0130] Un aspect de luat în considerare este relaţia dintre perioada SSI (vezi secţiunea 3.2.2.2) şi configuraţia DRX. Perioadele SSI mai lungi determină un consum mai mare de energie la UE, datorită efectului erorii de ceas UE în combinaţie cu DRX. UE trebuie să se trezească înainte să compenseze această eroare. Imediat ce UE primeşte informaţii de sincronizare, UE poate reveni la DRX. Astfel, cu cât perioada SSI este mai lungă (timpul de la o transmisie SSI la următoarea), cu atât UE trebuie să asculte mai mult şi, prin urmare, este mai mare consumul de energie al UE. Pe de altă parte, perioadele SSI mai scurte provoacă un consum mai mic de energie al UE. Acest lucru este prezentat în Figura 4, care ilustrează durata de viaţă estimată a bateriei UE pentru un echipament UE în stare latentă atunci când reţeaua este sincronizată pentru diferite perioade SSI şi cicluri DRX. Când reţeaua nu poate menţine un nivel bun de sincronizare, consumul de energie al UE creşte considerabil, în particular pentru perioadele SSI lungi. Acest lucru este prezentat în Figura 5, care ilustrează durata de viaţă estimată a bateriei UE pentru un echipament UE în stare latentă atunci când reţeaua nu este sincronizată pentru diferite perioade SSI şi cicluri DRX.

2.1.4 RRC NX şi integrarea cu LTE

[0131] Un aspect preferat al arhitecturii descrise aici este sprijinul său pentru o integrare strânsă a NX cu LTE, de exemplu, aşa cum este discutat în Secţiunea 3.7. O parte a acestei integrări strânse este integrarea stratului RRC a accesului radio LTE şi NX, pentru a sprijini conectivitatea dual LTE-NX şi operarea de sine stătătoare NX. În această secţiune, sunt descrise mai multe alternative diferite pentru realizarea acestei integrări a stratului RRC, pornind de la conceptele funcţionale RRC.

2.1.4.1 Conceptul funcţional RRC 1: Protocol unic RRC

[0132] Protocolul RRC unic este definit ca o opţiune de arhitectură de protocol, care poate integra toate sau un subset de capabilităţi în planul de control ale NX împreună cu funcţiile de protocol RRC LTE existente cu o singură maşină de protocol RRC, pentru a furniza funcţiile pentru a permite conectivitatea dual LTE-NX şi posibil funcţionarea NX de sine stătătoare.

[0133] De notat că această opţiune de arhitectură poate fi realizată prin extinderea protocolului RRC LTE. Acest lucru poate fi obţinut prin standardizarea:

a) unei noi versiuni pentru specificaţia RRC LTE, TS 36.331, incluzând noile proceduri şi elemente de informaţii (EI) pentru NX, sau
b) o nouă specificaţie, de exemplu, o specificaţie RRC NX care conţine funcţiile moştenite RRC LTE, proceduri noi şi EI pentru NX, sau
c) o pereche de specificaţii formată dintr-o nouă versiune a specificaţiei RRC LTE, incluzând containerele transparente pentru transportul elementelor EI NX, care sunt definite intr-o nouă specificaţie RRC NX.

[0134] Elementele EI NX, care pot fi definite în specificaţia RRC LTE sau într-o specificaţie RRC NX separată, pot include informaţii de sistem difuzate/dedicate şi elemente de informaţii de control de securitate.
[0135] În cazul în care o funcţie RRC (de exemplu, RRM) se află în eNB NX, trebuie să fie definite noi mesaje inter-nod (de exemplu, care transportă elemente de informaţii despre controlul resurselor radio) între NX şi LTE. Aceste mesaje sunt transportate în containerele RRC care trebuie specificate şi ele.
[0136] Pentru a asigura o manipulare fiabilă a semnalizării în planul de control, se poate utiliza o divizare/combinare la nivel de PDCP pentru a asigura o fiabilitate suplimentară (diversitate RRC).
[0137] De notat că, în cazul operaţiunii NX de sine stătătoare, datorită dependenţei înapoi a protocolului, protocolul RRC unic poate avea o flexibilitate limitată atunci când se adaugă noi funcţii la RRC NX, mai ales dacă o singură cale de evoluţie RRC atât pentru LTE cât şi pentru NX este vizată.
[0138] O stivă generală de protocoale care include o operaţie RRC unică pentru operaţia DC LTE-NX este ilustrată în Figura 6, din perspectiva UE şi, respectiv, eNB. Nodul în care sunt găzduite entităţile RRC şi PDCP poate fi un nod LTE sau NX.

2.1.4.2 Conceptul funcţional 2 RRC: Protocol RRC dual

[0139] Protocolul RRC dual se referă la o opţiune de arhitectură a protocolului cuprinzând entităţi RRC LTE şi NX separate, care urmăresc specificaţiile planului de control independent pentru LTE şi respectiv NX. Coordonarea inter-RAT este mandatată la nivelul RRC, pentru a indeplini principiul designului de integrare strânsă LTE-NX.
[0140] Cu această opţiune de arhitectură, funcţiile planului de control NX rezistente în viitor sunt furnizate pentru funcţionarea de sine stătătoare a NX şi pentru introducerea lină a unor noi caracteristici şi cazuri de utilizare, datorită flexibilităţii funcţionale introduse cu o dependenţă mai mică către înapoi.
[0141] În protocolul RRC dual, mesajele RRC NX sunt canalizate către UE prin intermediul entităţii RRC LTE şi invers pentru conectivitatea dual LTE-NX, ceea ce este cazul dacă RAT LTE şi NX sunt co-localizate sau nu. Prin urmare, trebuie specificate containerele RRC care transportă mesajele RX NX/LTE. Mai mult, pentru a susţine o conexiune S1 unică şi tranziţiile de stare coordonate între NX şi LTE, pot fi necesare mecanisme suplimentare, care trebuie parţial discutate in cadrul procedurilor RRC.
[0142] La fel ca în cazul opţiunii unice de protocol RRC, se presupune că nivelul PDCP divizat/combinat (pentru SBR-uri comune), printr-o entitate PDCP unică din planul de control, va permite diversitatea RRC şi manipularea fiabilă a planului de control al acestuia. O entitate PDCP suplimentară (pentru SRB-uri noi), asociată unui SRB NX, de exemplu, SRB3, poate fi de asemenea configurată în nodul NX pentru transferul direct de mesaje RRC NX atunci când entitatea PDCP comună este situată în nodul LTE.
[0143] O stivă generală de protocoale care include funcţionarea RRC dual este ilustrată în Figura 7, din perspectivele UE şi, respectiv, eNB.

2.1.5 Proceduri RRC

[0144] Figura 8 ilustrează o diagramă generală de semnalizare RRC pentru configurarea conexiunii duale LTE-NX, unde liniile punctate indică implicarea semnalizării RRC asociate cu NX (independent de opţiunile de arhitectură a protocolului RRC).

2.1.5.1 Semnalizare iniţială a conexiunii RRC

[0145] Semnalizarea iniţială RRC include secvenţa de mesaje Cerere de conectare RRC (SRBO) şi Configurare/Respingere conexiune RRC (SRBO) şi Solicitare configurare completă/ataşare conexiune RRC (SRB1).

[0146] Aşa cum s-a discutat în Semnalizarea purtătoarelor radio (Secţiunea 2.1.3.1), acelaşi set de SRB-uri poate fi definit pentru NX, precum cel utilizat pentru LTE. Acest lucru permite, de asemenea, scenariul de integrare stransă, unde aceleaşi SRB sunt utilizate pentru a transporta fie mesaje RRC NX, fie RRC LTE (sau ambele mesaje, dacă se vor configura ambele) pe straturi inferioare NX sau LTE. Semnalizarea iniţială a conexiunii poate fi, de asemenea, reutilizată între LTE şi NX.

[0147] La procedura iniţială de configurare a conexiunii RRC, UE poate selecta ce RAT să efectueze accesul pe baza unui criteriu predefinit. In timpul procedurii de configurare a conexiunii RRC, echipamentului UE i se poate atribui un ID de context RRC UE (vezi secţiunea 2.1.3.1.1) care este păstrată atunci când UE trece în stare latentă sau actualizat printr-o semnalizare de dezactivare a conexiunii RRC, aşa cum va fi discutat.

[0148] Pentru a activa caracteristicile de integrare strânsă, un UE poate fi indicat ca UE LTE + NX în cadrul solicitării de ataşare, când UE trece de la modul RRC INACTIV la modul RRC CONECTAT. Ulterior, UE poate fi configurat pentru conectivitate RAT dual㠠cu o singură procedură de reconfigurare RRC, aşa cum este discutat în secţiunea 2.1.5.4.

2.1.5.2 Semnalizare de securitate

[0149] Figura 9 ilustrează o configurare de securitate pentru LTE şi NX, presupunând o conexiune comună MME.

[0150] Dat fiind utilizarea unui set comun de SRB-uri pentru LTE şi NX cu entităţi PDCP comune, configuraţia de securitate separată pentru semnalizarea de control LTE şi NX nu este necesară. Dacă SRB3 descris la 2.1.3.2 este configurat, totuşi, ar trebui să fie necesară o configuraţie separată de securitate.

[0151] Configurarea securităţii poate fi optimizată folosind semnalizarea capabilităţii comune, autentificarea unică, generarea de chei unice şi comanda comună a modului de securitate, aşa cum este arătat, de exemplu, în Figura 9. Configuraţia comună de securitate poate fi gestionată fie prin opţiunea de arhitectură de protocol RRC unic sau RRC dual. În cazul RRC dual, antetul LTE indică containerul transparent pentru mesajele RRC NX. În oricare arhitectură, o singură entitate PDCP poate furniza o criptare comună (ca în funcţionarea DC LTE), precum şi o protecţie de integritate pentru SRB-uri comune. De asemenea, este posibil să se implementeze o entitate PDCP separată, care să permită noi SRB-uri NX.

2.1.5.3 Capabilitatea UE şi semnalizarea asociată

[0152] Pentru NX, un nou cadru de semnalizare a capabilităţii UE abordează limitările semnalizării capabilităţii UE 2G/3G/LTE. Mai precis, noul cadru de semnalizare a capabilităţilor UE abordează una sau mai multe dintre următoarele probleme:

Set fix de capabilităţi: Un echipament UE indică de obicei caracteristici susţinute. Cu toate acestea, caracteristicile pot fi un compus al mai multor blocuri de construcţii şi pot avea parametri diferiţi. Este posibil ca acestea să nu fi fost testate sau să fie complet funcţionale. Astfel, este de dorit ca UE să poată raporta mai multe capabilităţi/blocuri de construcţie/configuraţii permise odată ce sunt testate.

Inter-dependenţele furnizorilor de reţea: Din practica industriei, caracteristicile sunt testate la cel puţin doi furnizori de reţea (NW), înainte de activarea caracteristicilor la UE. Pentru a aborda anumite pieţe/operatori/dispozitive sau caracteristici specifice reţelei UE, este de dorit să se evite astfel de interdependenţe NW.

UE defecte: odată ce un UE este lansat pe piaţă, este dificil să se remedieze erorile de implementare, deoarece este complicat să se identifice UE defecte. Lucrările de mentenanţă în reţea sunt de obicei introduse atunci când este găsită o problemă majoră şi aceste lucrări se aplică de obicei tuturor echipamentelor UE din cadrul versiunii în care a fost găsit defectul.

Implementări proprii: În prezent nu există un cadru de lucru care să introducă caracteristici/blocuri de construcţie/configuraţii proprii sau alte îmbunătăţiri proprii între o reţea şi un echipament UE.

Creşterea continuă a capabilităţilor UE: Pe măsură ce specificaţiile sistemului evoluează, capabilităţile UE cresc, ceea ce are un impact direct în interfaţa radio, precum şi în schimbul de informaţii dintre nodurile reţelei.

[0153] Un nou cadru de capabilităţi UE care abordează aceste probleme include unul sau ambele din următoarele două elemente:

Indicator/index pentru capabilitatea UE: Acesta este un indicator/index pe care UE il trimite la reţea. Acest indicator identifică toate posibilele capabilităţi UE şi alte informaţii relevante pentru acel UE particular şi chiar pentru capabilităţile UE relevante pentru un anumit furnizor de reţea.
Baza de date cu capabilităţi UE: O bază de date cu capabilităţi UE conţine toate informaţiile corespunzătoare fiecăruia dintre indicatori. Această bază de date este menţinută într-o altă locaţie, de exemplu, nodul central, terţ, etc. De notat că această bază de date poate conţine mai multe informaţii decât doar informaţii despre capabilitatea UE. Aceasta poate fi personalizată pentru fiecare furnizor de reţea, de exemplu, caracteristici/configuraţii testate, rapoarte de eroare, informaţii UE-NW proprietate, etc. Este important, prin urmare, ca informaţiile specifice reţelei să nu fie accesibile de către alţii şi să fie protejate/criptate.

[0154] Figura 10 ilustrează caracteristicile cadrului de capabilităţi UE descris mai sus.

2.1.5.4 Semnalizare de reconfigurare a conexiunii RRC

[0155] Mesajul Reconfigurare conexiune RRC poate stabili/modifica/elibera purtătoarele de radio, poate configura parametrii şi procedurile L1, L2 şi L3 (de exemplu, pentru mobilitate şi/sau pentru stabilirea conectivităţii duale).
[0156] În cazul unei NX de sine stătătoare, mesajul Reconfigurare conexiune RRC poate fi folosit pentru reconfigurarea unei conexiuni NX unice (in mod similar cu mesajul echivalent LTE), precum şi pentru configurarea conectivităţii multiple NX, aşa cum este discutat în Secţiunea 3.13.
[0157] În cazul configurării conectivităţii duale LTE-NX, reconfigurarea conexiunii RRC poate fi declanşată de reţea sau declanşată de UE.
[0158] În cazul procedurii declanşate de reţea sunt descrise două opţiuni.
[0159] Când se adoptă opţiunea de arhitectură RRC unic, un protocol comun RRC (de exemplu, aşa cum se specifică într-o versiune viitoare NX a 3GPP TS 36.331) este responsabil pentru procedurile de configurare a conectivităţii duale LTE-NX. In acest caz, procedura de reconfigurare a conexiunii RRC pentru LTE şi NX poate fi gestionată într-o singură rundă de schimb de mesaje RRC, aşa cum se prezintă în Figura 11. Elementele EI care conţin configuraţia NX sunt transportate în Răspunsul de configurare.
[0160] Figura 11 ilustrează astfel configuraţia de conectivitate dual LTE-NX utilizată cu arhitectura de protocol RRC unic, unde semnalizarea ilustrată se bazează pe presupunerea că primul nod este un eNB LTE. Semnalizarea inversă, în care primul nod este un eNB NX, ar urma aceeaşi secvenţă de mesaje.
[0161] În cazul opţiunii RRC dual, există mai multe modalităţi de a realiza configurarea conectivităţii duale LTE-NX.
[0162] Intr-o alternativă, unul dintre protocoalele RRC poate gestiona procedura de reconfigurare a conexiunii RRC, permiţând configurarea conectivităţii duale NX/LTE într-o singură rundă de reconfigurare. Acest lucru este arătat în Figura 12. Acest lucru poate fi realizat folosind entitatea PDCP existentă şi securitatea asociată în nodul în care planul de control (fie LTE, fie NX) este în funcţiune. Mesajele RRC din cel de-al doilea RAT pot fi transferate către UE prin intermediul primului RAT dintr-un container transparent sau direct către UE prin noul SRB, cum ar fi SRB3.
Figura 12 ilustrează configuraţia conectivităţii duale LTE-NX pentru utilizarea cu arhitectura de protocol RRC dual cu o procedură comună de reconfigurare RRC. Semnalizarea ilustrată se bazează pe presupunerea că primul nod este un eNB LTE. Semnalizarea inversă, unde primul nod este un eNB NX, ar urma aceeaşi secvenţă de mesaje.

2.1.5.5 Dezactivare conexiune RRC

[0163] Această procedură gestionează tranziţia de stare de la RRC CONECTAT ACTIV la LATENT, care pune efectiv UE să „doarmă" în LTE şi/sau NX. Tranziţia poate fi declanşată datorită unui cronometru configurat de reţea sau de către un mesaj Dezactivare conexiune RRC trimis de reţea, care poate include informaţiile de reactivare a securităţii (de exemplu, nextHopChainingCount) pentru următoarea stare RRC CONECTAT ACTIV. La recepţionarea acestui mesaj, UE intră în starea RRC LATENT. Având în vedere un RRC dual pentru LTE şi NX, mesajul ar trebui definit în ambele specificaţii RRC, de exemplu, folosind elemente EI similare.
[0164] O parte din configuraţia RRC UE din RRC CONECTAT LATENT ar putea fi configurată de reţea în timpul procedurilor de configurare, dezactivare şi reactivare a conexiunii RRC, în cadrul căreia poate fi atribuită şi identitatea de context RRC UE. De asemenea, reţeaua asigură că informaţiile pentru comportamentul latent al UE sunt actualizate. Aceste informaţii sunt deosebit

de importante în cazul NX în care informaţiile despre sistem nu sunt difuzate (de exemplu, parametri de mobilitate în modul latent) sau difuzate rar (de exemplu, AIT, a se vedea secţiunea 3.2.2.2).

[0165] Configuraţia actualizată poate fi, de asemenea, acordată UE în mesajul Dezactivare conexiune RRC, deoarece UE poate s-a mutat intr-o locaţie cu o configuraţie de stare latentă diferită. Pot fi făcute alte modificări ale informaţiilor din mesajul Dezactivare conexiune RRC.. De exemplu, UE ar putea fi configurat pentru a acoperi MRS-uri (vezi Secţiunea 3.4.4 pentru detalii suplimentare) şi reactivarea conexiunii în consecinţă. Reţeaua ar putea, de asemenea, mandata UE să păstreze identităţile MAC şi să asocieze unele cronometre atunci când trece în starea latentă.

[0166] La intrarea în starea RRC LATENT (fără nicio configuraţie suplimentară pentru tranziţia de stare optimizată), UE ar trebui să:

Elibereze toate resursele radio, inclusiv eliberarea entităţii RLC şi configuraţia MAC, de exemplu, inclusiv o eliberare a Id-MAC.

Păstreze toate entităţile PDCP (comune pentru LTE şi NX) ale SRB şi RB şi identitatea de context RRC UE (vezi Secţiunea 2.1.3.1.1) care este recepţionată în Configurare conexiune RRC (fie prin NX sau RRC LTE în cazul RRC dual). Această identitate codifică atât identificatorul de context, cât şi punctul de ancorare al mobilităţii în RAN, care poate fi, de exemplu, un ID celulă LTE sau un nod NX.

Campeze în acelaşi RAT (NX sau LTE) în care a fost activ (implicit), cu excepţia cazului în care este prevăzută o configuraţie specifică. Pentru o rezistenţă sporită, camparea dual ă este de asemenea o opţiune, aşa cum este discutat în Secţiunea 3.2.

2.1.5.6 Reactivare Conexiune RRC

[0167] În LTE, au fost definite cerinţele de latenţă pentru trecerea de la RRC INACTIV la RRC CONECTAT. În versiunea 8 din specificaţiile LTE, latenţele de tranziţie < 100 milisecunde (ms) au fost destinate dintr-o stare de campare. În cazul unei tranziţii de la starea de adormire (DRX CONECTAT) la activ, ţinta a fost de 50 ms. În versiunea 10 din specificaţiile LTE, cerinţele au fost reduse în continuare la < 50 ms şi < 10ms (excluzând întârzierea DRX). Aceste valori vor fi reduse in continuare pentru 5G, in particular avand in vedere unele servicii critice care pot avea cerinţe ridicate în ceea ce priveşte latenţa.

[0168] Din perspectiva RRC, pentru a minimiza supraîncărcarea şi pentru a obţine o latenţă mai mică, este oferită o tranziţie uşoară, aşa cum se prezintă în Figura 13. Dacă UE a recepţionat informaţii de reactivare a securităţii, cum ar fi nextSaltChainingCount in Dezactivare conexiune RRC, o procedură ulterioară de reconfigurare RRC nu este necesară, deoarece procedura de reactivare a conexiunii RRC ar putea reconfigura SRB-urile şi DRB-urile care activează planul utilizatorului acestora.

[0169] Figura 13 ilustrează un flux de semnalizare pentru procedura de reactivare a conexiunii RRC, presupunând că primul nod este un eNB LTE. Semnalizarea inversă, primul nod este eNB NX, urmează aceeaşi secvenţă de mesaje.

[0170] Scopul procedurii de reactivare a conexiunii RRC este să reactiveze conexiunea RRC, care presupune reluarea SRB-urilor şi DRB-urilor. Reactivarea conexiunii nu reuşeşte decât dacă nodul ţintă accesat (NX sau LTE) poate găsi contextul RRC UE şi ancora de mobilitate pentru S1*. Din acest motiv, ID-ul de context RRC UE este inclus in Cererea de reactivare a conexiunii RRC adică un mesaj SRB0. Acest mesaj poate fi protejat de integritate pentru a proteja reţeaua împotriva solicitărilor false.

[0171] Procedura, de exemplu, poate fi declanşată de UE fie ca răspuns la o apelare, cand UE are date UL în memoria tampon, fie când trebuie să trimită actualizări ale TRA. UE declanşează o procedură de reactivare a conexiunii RRC, care ar trebui definită atât în specificaţiile RRC ale NX, cât şi ale LTE atunci când este implementată o soluţie RRC dual ă.

[0172] La primirea Cererii de reactivare a conexiunii RRC, reţeaua preia contextul RRC UE (inclusiv informaţiile de reactivare a securităţii) pe baza ID-ului de context RRC UE, efectuează acţiunile de mobilitate necesare şi răspunde cu Reactivarea Conexiunii RRC pentru a reconfigura SRB-urile şi DRB-urile. La recepţionarea acestui mesaj, UE realizează următoarele acţiuni:

Restabileşte PDCP şi RLC pentru SRB-uri şi DRB-uri,
Realizează configurarea resurselor radio,
Efectuează acţiuni legate de măsurare în funcţie de configuraţia de măsurare,
Reia SRB-urile şi DRB-urile.

2.1.5.7 Configurare măsurare

[0173] Mai multe tipuri diferite de măsurători şi/sau semnale sunt măsurate în NX (de exemplu, MRS, SSIs, TRAS, etc.). Astfel, evenimentele şi procedurile de mobilitate trebuie să fie adresate pentru NX.

[0174] Mesajul Reconfigurare conexiune RRC ar trebui să poată configura atât măsurătorile NX, cât şi măsurătorile LTE existente pentru opţiunea RRC unică. Configuraţia de măsurare ar trebui să includă posibilitatea de a configura UE pentru a măsura pentru acoperirea NX/LTE, de exemplu, pentru a iniţia configurarea DC sau inter-RAT HO (ca in versiunile anterioare).

2.1.5.8 Raportarea măsurătorilor

[0175] Există două mecanisme de raportare a măsurătorilor diferite pentru NX, raportare bazată pe non-RRC (vezi Secţiunea 2.3.7.2), în care UE indică cel mai bun set de fascicule DL candidate printr-o secvenţă USS preconfigurată; şi raportarea bazată pe RRC, care este similară în unele privinţe cu raportarea măsurătorii LTE declanşată de eveniment. Aceste două mecanisme de raportare a măsurătorilor sunt de preferinţă utilizate în paralel şi utilizate selectiv, de exemplu, în funcţie de starea de mobilitate a UE.

2.1.6 Informaţii de sistem

[0176] Informaţiile de sistem, aşa cum sunt cunoscute din versiunile anterioare ale standardelor LTE, constau în tipuri foarte diferite de informaţii, informaţii de acces, informaţii specifice nodului, informaţii la nivelul întregului sistem, informaţii despre sistemul de avertizare publică (PWS), etc. Livrarea acestei game largi de informaţii nu foloseşte aceeaşi realizare în NX. Într-un sistem de formare a fasciculului cu amplificare mare, costul furnizării unei cantităţi mari de date în maniera difuzată poate fi ridicat în comparaţie cu distribuţia punct la punct într-un fascicul dedicat cu amplificare de legătură mare.

2.1.6.1 Caracteristici şi principii de dorit

[0177] Caracteristicile dorite şi principiile de proiectare pentru NX includ una sau mai multe dintre următoarele. Astfel, trebuie apreciat faptul că nu toate acestea pot fi îndeplinite printr-o implementare dată.

NX ar trebui să susţină un mecanism „flexibil" pentru a transmite informaţii de sistem

- Restricţiile privind lungimea informaţiilor de sistem trebuie evitate
- Valorile parametrilor Informaţiilor de sistem pot fi modificate în orice moment
- Informaţiile de sistem pot profita de parametri care nu se schimbă sau sunt obişnuiţi într-o arie largă
- Informaţiile de sistem pot transporta informaţii diferite pentru diferite tipuri/grupuri de UE şi sau servicii
- Semnalizarea dedicată trebuie luată în considerare atunci când este mai eficientă
- Trebuie să fie acceptată semnalizarea eficientă către mii (de exemplu, 512 k) de UE pe „zonă de serviciu".

NX ar trebui să minimizeze informaţiile difuzate şi „mereu în aer"

- Reţeaua DTX ar trebui să fie acceptată

Achiziţia/actualizările ar trebui să reducă la minimum:

- impactul asupra echipamentelor UE la care nu este adresată informaţia
- efectele secundare negative din reţea, de exemplu, accesările UL sincronizate
- contribuţia la consumul bateriei echipamentului UE

Achiziţia/actualizările nu trebuie să:

- Crească accesului (până la recuperarea „informaţiilor relevante") cu mai mult de xx* ms (de exemplu: la pornirea iniţială, roaming (căutare PLMN), după RLF (recuperare), redirecţionat către un nou strat/celulă, transfer, inter-RAT, cicluri DRX „lungi", actualizare informaţii de sistem (* caracteristica de latenţă exactă poate depinde de serviciu/tip/grup de UE)

Informaţiile „relevante" ar trebui să fie liplocaţie de ambiguitate şi „actualizate" înainte de utilizare

- Poate fi acceptabil să se utilizeze informaţii „învechite" dacă probabilitatea este foarte scăzută/impactul asupra sistemului este neglijabil

Intervalul de acoperire al informaţiilor de sistem nu ar trebui să depindă de intervalul de acoperire al planului utilizatorului

 de exemplu, un nod nu poate transmite informaţii de sistem, în timp ce acesta poate transmite datele planului utilizatorului
Informaţiile de sistem ar trebui transmise în mod eficient pentru toate tipurile de implementări
 NX ca de sine stătător cu acoperire minimă şi/sau fără acoperire
 NX ar trebui să poată fi implementat de sine stătător pe benzile fără licenţă
 NX implementat cu o LTE/UTRAN/GERAN cu acoperire completă sau parţială
 Implementarea stratului dual NX, celule macro NX şi celule mici NX, două scenarii:
▪ Când UE acoperă atât celula macro, cât şi celula mică simultan
▪ Când UE nu acoperă atât celula macro, cât şi celula mică simultan
Este posibil ca purtătoarele secundare să nu aibă nevoie să furnizeze SI (de exemplu, LAA, frecvenţă dedicată)
Fiecare nod poate schimba/actualiza dinamic unele dintre informaţiile sale de sistem
 Modificările/actualizările de informaţii de sistem pot să nu fie coordonate şi să nu fie populate in alte noduri/straturi in toate cazurile
Informaţiile de sistem ar trebui să se gestioneze/să ia în considerare gestionarea:
 Reţelelor partajate
 Mobilităţii
 Sistemelor publice de avertizare (PWS)
 Un mecanism (de exemplu, mesagerie radio) pentru a solicita UE să:
▪ a) să contacteze NX sau, b) să obţină informaţii despre sistem
▪ Ar trebui să fie posibil să acceseze grupurile/tipurile de UE/ servicii
 Funcţia MBMS
 Partajarea încărcării şi gestionarea politicilor între NX şi alte RAT
 Control acces (caracteristică actualizată)
▪ NX ar trebui să respecte caracteristicile SA (de exemplu, ca în 3GPP TS 22.011)
▪ Informaţiile privind controlul accesului pot fi disponibile pe o bază nod cu nod
▪ Controlul accesului în starea „conectat” ar trebui să fie configurat pentru tipuri/grupuri de UE şi/sau servicii diferite

2.1.6.2 Achiziţia informaţiilor de sistem

[0178] Achiziţia informaţiilor de sistem pentru funcţionarea autonomă NX este detaliată in Secţiunea 3.2.
[0179] În operaţia de integrare strânsă cu LTE, achiziţia informaţiilor de sistem seamănă, în anumite privinţe, cu conectivitatea dual pentru LTE. Presupunând că UE accesează mai întâi LTE şi apoi activează NX, UE primeşte informaţiile de sistem NX în transmisie dedicată, prin intermediul RRC LTE, atunci când configurează conexiunea NX. În LTE DC, acest lucru se aplică tuturor informaţiilor de sistem, cu excepţia SFN achiziţionat de la MIB al celulei primare de deservire (PSCell) a SCG. Pentru NX, SFN poate fi inclus în TRAS (vezi secţiunea 3.2.4.1.3). Acelaşi principiu se aplică şi invers: un echipament UE care accesează mai întâi NX şi apoi activează LTE obţine informaţiile despre sistemul LTE în transmisie dedicată prin intermediul RRC NX.

2.1.7 Mesagerie

[0180] Soluţia de mesagerie pentru NX foloseşte unul sau ambele canale: un canal de indicaţie de mesagerie şi un canal de mesagerie radio.

Canalul de indicaţie de mesagerie (PICH)

[0181] Indicaţia de mesagerie poate conţine una sau mai multe dintre următoarele: un indicator de mesagerie, un indicator de avertizare/alertă, o listă de ID şi alocarea resurselor.

Canalul de mesagerie radio (PMCH)

[0182] Opţional, PMCH poate fi transmis după PICH. Când mesajul PMCH este trimis, acesta poate conţine unul sau mai multe din următoarele conţinuturi: lista de ID şi mesajul de avertizare/alertă. Mesajele de avertizare şi difuzare sunt transmise de preferinţă prin intermediul PMCH (şi nu în AIT).
[0183] Pentru a permite o integrare strânsă cu LTE, configuraţia de mesagerie (şi deci configuraţia DRX) este bazată pe SFN.

[0184] Pentru a sprijini funcţionalitatea de mesagerie, zonele RAN de urmărire sunt configurate la UE. O zonă RAN de urmărire (TRA) este definită de un set de noduri care transmit acelaşi semnal de zonă RAN de urmărire (TRAS). Acest semnal conţine Codul zonei RAN de urmărire, precum şi SFN.

[0185] Fiecare TRA poate avea o configuraţie specifică de mesagerie şi TRAS, care este furnizată UE prin semnalizare dedicată, de exemplu, printr-un răspuns de actualizare TRA sau mesaj de reconfigurare RRC. Răspunsul pentru actualizarea TRA poate conţine, de asemenea, mesaje de mesagerie. Mai multe informaţii despre mesagerie pot fi găsite în Secţiunea 3.2.

2.1.8 Stabilirea conectivităţii duale LTE-NX

[0186] În secţiunea 2.1.5.4 este descrisă stabilirea declanşată de reţea a conectivităţii duale LTE-NX prin intermediul procedurii de reconfigurare RRC. In exemplul oferit, UE are o conexiune RRC către reţea şi mesajele RRC sunt schimbate folosind eNB LTE. Ca şi în celelalte proceduri RRC descrise în secţiunea 2.1.5.4, straturile superioare (funcţiile asincrone, de exemplu, RRC/PDCP) pot fi comune LTE şi NX. La recepţia rapoartelor de măsurare pe legătura LTE (de exemplu, care conţine măsurători NX), reţeaua decide stabilirea conectivităţii duale cu NX, trimiţând un mesaj de reconfigurare a conexiunii RRC, conţinând informaţiile necesare pentru ca UE să stabilească o legătură către NX. Acest mesaj poate fi văzut ca o comandă către UE pentru a stabili o conexiune către eNB secundar (SeNB).

[0187] Un alt scenariu este o procedură iniţiată de UE, în care UE contactează direct NX pentru a stabili conectivitatea dual LTE-NX. Un exemplu al acestei abordări este prezentat în Figura 14. Beneficiile accesării NX direct includ o procedură cu latenţă mai mică şi un anumit nivel suplimentar de diversitate (de exemplu, când prima legătură este instabilă). Presupunem că UE are o conexiune RRC cu reţeaua şi foloseşte legătura de la unul dintre RAT-uri, de exemplu, LTE, pentru a schimba mesaje RRC. UE iniţiază apoi accesul către un RAT secundar (de exemplu, efectuarea de sincronizare şi acces aleatoriu pe NX) şi trimite prin intermediul legăturii RAT secundare (de exemplu, NX) un mesaj RRC care conţine un identificator de context UE (de exemplu, identificatorul de context RRC UE descris în secţiunea 2.1.3.1) care indică solicitarea de a stabili conectivitatea dual. Acest identificator de context conţine locaţia punctului de ancorare, astfel încât la recepţia mesajului respectiv, RAT secundar poate localiza punctul de control unic in reţeaua de unde este controlat UE. După ce reţeaua îşi dă seama (de exemplu, prin X2* într-un scenariu fără co-localizare), trimite un mesaj RRC către UE pentru a configura resursele NX pentru SRB-urile/DRB-urile existente (stabilite anterior pe LTE) şi/sau configuraţia de SRB-uri/DRB-uri NX noi asociate cu NX. Acelaşi lucru este valabil şi pentru configuraţiile de măsurare. Procedura iniţiată de UE poate fi aplicată fie pentru cazul RRC unic sau dual, cu toate acestea, poate fi mai utilă în cazul RRC dual, în cazul în care putem avea o procedură de reconfigurare RRC diferită faţă de RAT secundar (NX, în exemplul prezent). De notat faptul că această alternativă numită de UE nu înseamnă că este controlată de UE. Ceea ce declanşează ca UE să trimită cererea către nodul secundar (NX în exemplul dat) poate fi un eveniment configurat prin RRC de către reţea.

2.2 Design strat 2 pentru NX

[0188] Arhitectura NX şi detaliile dezvăluite aici abordează una sau mai multe probleme cu LTE, cum ar fi următoarele: LTE utilizează o sincronizare în timp fixă de feedback HARQ, care este o problemă în unele scenarii de implementare (de exemplu, cu implementare centralizată de bandă de bază sau legături intermediare non-ideale) şi atunci când funcţionează în spectru fără licenţă (de exemplu, când ascultă înainte să vorbeşti împiedică uneori UE să trimită feedback HARQ); canalele de control LTE UL şi DL L1 pot fi îmbunătăţite pentru o mai bună susţinere a formării de fascicule cu amplificare mare, deoarece comutările dintre modurile de transmisie şi configuraţii sunt inutil de dure şi lente; poate exista o latenţă destul de lungă provenind din planificarea UL; comportamentul DRX nu este intotdeauna optim; iar proiectarea canalului de solicitare a planificării nu este la fel de flexibilă sau eficientă pentru toate aplicaţiile.

[0189] În plus, suportul pentru transmisia reciprocă MIMO masivă şi formarea de fascicule MIMO masivă pot fi făcute pentru a funcţiona mai bine în NX decât în LTE. Alte domenii de îmbunătăţire sunt una sau mai multe TDD dinamice; funcţionarea benzilor fără licenţă; acces bazat pe dispută; multi-conectivitate; multi-salt; D2D, etc. NX poate oferi suport nativ şi optimizat pentru cazuri de utilizare din ce in ce mai importante, cum ar fi multi-X (multi-conectivitate, multi-RAT, multi-salt, multi-purtătoare, multi-nod, multi-fascicul), decuplare UL/DL, etc.

[0190] Pentru a gestiona migraţiile aşteptate şi neaşteptate în mixul de servicii, toate legăturile radio din NX sunt capabile să funcţioneze într-un set delimitat de resurse radio (felie de resurse), evitând astfel ca terminalele să facă presupuneri sau să se bazeze pe semnale din afara acestor resurse. Scenariile de trafic susţinute de NX variază de la un singur pachet de 100 de biţi în fiecare oră până la mai multe transferuri continue de date la nivel de Gbps. Intervalul de frecvenţă care trebuie susţinut este mult mai larg, variind de la sub 1 GHz până la 100 GHz. Există ipoteze largi cu privire la capabilităţile dispozitivului şi nodului (de exemplu, de la 1 la 400 de antene, de la ore la o durată de viaţă a bateriei de 20 de ani, etc.).

2.2.1 Principii de proiectare - Impact asupra proiectării L2

[0191] Principiile de proiectare pentru proiectarea Stratului 2 (L2) al NX sunt detaliate mai jos.

[0192] Proiectare agnostică de serviciu care permite configuraţii centrate de servicii flexibile: Diferitele cazuri de utilizare au cerinţe mult diferite. De exemplu, unele cazuri de utilizare C-MTC au nevoie de o fiabilitate extremă cu BLER în ordinea a 10-9; serviciile de internet tactile au nevoie de o latenţă extrem de mică de 1 ms; MBB extrem beneficiază de mai mulţi Gbps de ieşire pentru utilizator, etc. Standardul NX oferă un set mare de funcţii agnostice de servicii pe care reţeaua le poate configura şi permite să îndeplinească cerinţele specifice serviciului. Aceasta permite coexistenţa mai multor servicii, menţinând în acelaşi timp o complexitate scăzută şi o eficienţă ridicată pentru fiecare serviciu.

[0193] Stai in cutie: O caracteristică importantă a LTE este că tot traficul este mapat dinamic la o singură pereche de canale partajate (PDSCH/PUSCH). Acest lucru maximizează multiplexarea statistică şi permite unui singur UE să obţină acces instantaneu la toate resursele radio ale unei purtătoare sau chiar mai multe purtătoare. Configuraţiile RLC adecvate şi politicile de planificare asigură îndeplinirea cerinţelor QoS. Deşi NX menţine acest principiu fundamental, unele servicii nu pot fi multiplexate. De exemplu, nu este acceptabil dacă o comandă de frânare într-o joncţiune de trafic este afectată de un pachet din sistemul de divertisment într-o maşină din apropiere. Prin urmare, pentru unele cazuri critice de utilizare (de exemplu, sistem de transport inteligent, siguranţă publică, automatizare industrială, etc.), este posibil să nu fie acceptat să coexiste pe aceleaşi resurse radio cu niciun alt serviciu. În acest scop, anumite servicii pot fi operate pe perioade dedicate de timp şi felii de resurse de frecvenţă ale spectrului radio. Separarea resurselor radio în acest mod permite, de asemenea, implementarea şi testarea complexităţii mai mici în unele situaţii. Dacă un serviciu este depreciat într-o anumită zonă (de exemplu, o fabrică este închisă), atunci spectrul poate fi realocat rapid unui alt serviciu, prin administrarea feliilor de resurse alocate diferitelor servicii. Presupunerea implicită este că toate serviciile vor putea coexista pe aceeaşi purtătoare, însă utilizarea unor felii de resurse dedicate este o soluţie pentru sprijinirea aşa-numitelor servicii verticale. Astfel, în NX, orice serviciu poate fi conţinut într-un set definit de resurse radio.

[0194] Flexibilitate: NX are un design subţire şi scalabil, capabil să facă faţă diverselor latenţe de pe interfaţa de transport şi radio, precum şi cu diferite capabilităţi de procesare atât pe partea UE, cât şi pe partea reţelei. Pentru a asigura acest lucru, se evită relaţiile de sincronizare fixă între mesajele de control, cum ar fi HARQ (MAC), ARQ (RLC) şi semnalizarea RRC.

[0195] Proiectare pentru fluxuri: Pentru NX, semnalizarea de control poate fi optimizată prin utilizarea corelaţiilor în trafic. Acest lucru evită reconfiguraţiile dure şi lente. Ori de câte ori poate fi prevăzut un comportament viitor (de exemplu, ceva trimis pe legătura descendentă va fi un trafic ascendent la puţin timp mai târziu), designul L2 poate profita de acest lucru: de exemplu, se începe cu o transmisie cu buclă deschisă şi se realizează o comutare continuă către un format de transmisie cu buclă închisă, odată ce informaţiile despre starea canalului devin disponibile la capătul transmiţătorului.

[0196] Straturi de coordonare: Atunci când costul observaţiei şi controlului devine prea mare, de exemplu, din punct de vedere al întârzierii sau al supraîncărcării, deciziile de planificare sunt delegate în noduri şi echipamente UE pentru timpul necesar pentru a colecta informaţii suficiente şi a impune o coordonare adecvată. Planificatorul de resurse centralizat încă deţine şi controlează dreptul de a utiliza resurse radio, dar în situaţiile în care observaţia şi controlul sunt mai uşor şi mai eficiente de menţinut într-un alt nod (de exemplu, in retransmisia multi-salt sau D2D), deciziile de moment privind modul de atribuire a resursele pot fi distribuite.

[0197] Subţire şi, prin urmare, rezistente în viitor: Transmisiile obligatorii care trebuie efectuate de un nod eNB NX la ore specifice sunt reduse în timp şi frecvenţă. De exemplu, terminalul NX nu ar trebui să se aştepte la mesajele de control la resurse de timp/frecvenţă specifice (aşa cum se întâmplă astăzi pentru feedback-ul HARQ in LTE). Configurabilitatea permite compatibilitatea înainte, deoarece reţeaua poate aloca resurse în mod liber altor terminale (mai noi) fără a fi necesar

să trimită o cantitate masivă de semnale din versiunile anterioare pentru terminalele vechi. În particular, atunci când funcţionează în spectru fără licenţă, interfaţa radio NX poate trimite informaţii de control la momente de timp dinamice. În plus faţă de conţinerea tuturor semnalelor intr-o felie cu resurse delimitate, un echipament de utilizator ar trebui să fie capabil să ignore orice „resurse nedefinite" din felia de resurse, cu excepţia cazului în care este instruit altfel în mod explicit. „Resursele nedefinite" pot fi configurate dinamic ca un set de tipare periodice in timp şi/sau în frecvenţă.

2.2.2 Structura canalului L2

[0198] Pentru NX, definirea canalelor de control separate pentru diferite scopuri este evitată, cu excepţia cazurilor în care este absolut necesar. Motivul principal pentru acest lucru este acela de a optimiza designul pentru MIMO masiv şi pentru formarea fasciculelor cu amplificare mare. Canalele separate au tendinţa de a se baza pe diversitatea frecvenţei, precum şi semnale de referinţă de demodulare separate, iar spaţiul resurselor poate fi rapid grupat. Odată ce un canal bun este stabilit către un echipament UE specific, de exemplu, printr-un număr foarte mare de antene, este mult mai eficient să se folosească acest lucru şi pentru transmiterea informaţiilor de control.

[0199] Acest lucru este in conformitate cu principiul de design stai in cutie descris mai sus. Mai mult, acest lucru se bazează pe o observaţie că, atunci când se transmit date de utilizator intr-o singură legătură, sunt adesea transmisii şi pe legătura inversă.

[0200] În plus, orice serviciu ar trebui să poată fi livrat într-un set delimitat de resurse radio (o felie de resurse), evitând astfel un design în care canalele de control L1 şi semnalele de referinţă sunt răspândite pe întreaga lăţime de bandă a sistemului. Pentru a activa acest lucru, structura canalului L2 susţine informaţii de control în bandă, cu codificare, modulaţie, configuraţii HARQ diferite ale canalului, etc.

2.2.2.1 Canalul de date fizic direct şi re-transmisibil (PDCH)

[0201] NX obţine flexibilitate şi scalabilitate prin faptul că este un sistem care susţine mai mult de un canal fizic. În loc să dispună de diferite tipuri de canale pentru control şi date, canale pot fi considerate ca fiind fie directe, fie re-transmisibile. In acest document, un canal direct este notat dPDCH şi canalul re-transmisibil este notat rPDCH. Structura de a avea un canal direct şi unul re-transmisibil este aplicabilă în egală măsură atât pentru transmisii pe legătura ascendentă, cât şi pentru legătura descendentă. Diferenţa dintre aceste canale este aceea că acestea pot fi optimizate pentru diferite puncte operaţionale. Canalul direct poate fi, de exemplu, proiectat pentru un BLER de 10-3 fără o combinare HARQ soft, in timp ce un canal re-transmisibil poate viza 10% BLER şi poate susţine mai multe retransmisii HARQ cu o combinaţie soft în receptor. De notat că aici ne referim la canale pentru procesarea datelor Stratului 2 (L2).

[0202] Unele informaţii, cum ar fi informaţiile de control pe legătura descendentă (DCI) sau feedback-ul informaţiilor de calitate a canalului (CQI) pot fi relevante numai dacă eNB le poate decoda la prima incercare de transmitere, in timp ce un alt tip de date, cum ar fi date din planul utilizatorului sau mesaje de control RRC, beneficiază de o livrare reuşită chiar dacă aceasta necesită mai multe transmisiuni HARQ. O singură structură de canal, optimizată uşor diferit, satisface ambele aceste nevoi foarte diferite. De notat că, în unele cazuri, datele din planul utilizatorului pot necesita o probabilitate de eroare mult mai mică decât semnalizarea de control L1/L2 (de exemplu, până la 10-9 pentru C-MTC şi 10-3 pentru semnalizarea de control legată de L1/L2 MBB) şi în astfel de scenarii, putem folosi fie două canale directe, fie unul configurat pentru cele mai înalte cerinţe. Faţă de LTE, o diferenţă cu această structură este că presupunem că nu este nevoie să proiectăm canale adaptate pentru tipuri particulare de informaţii de control L1/L2. Presupunerea implicită este controlul în bandă multiplexat cu transmisii de date.

[0203] Se poate gândi la acest lucru ca având un canal direct şi re-transmisibil în care informaţiile critice în timp sunt mapate către primul, în timp ce alte date sunt mapate către cel de-al doilea. In general, dacă un canal este re-transmisibil sau nu este doar o setare a parametrilor şi nu o diferenţă fundamentală în design. Prin urmare, canalele pot fi menţionate doar cu un număr, cum ar fi 1 şi 2, de exemplu, care indică faptul că au doar configuraţii diferite. În exemplele furnizate, canalele configurate diferit pot fi utilizate în scopuri diferite. Pentru a susţine diferite servicii, se pot utiliza diferite numere de canale fizice. Întrucât reţeaua decide cum să completeze un bloc de transport pe legătura descendentă, ce MCS să folosească şi dacă execută sau nu retransmisii, o astfel de schemă ar putea fi realizată alternativ cu un singur canal.

[0204] Figura 15 ilustrează modul în care un element de control MAC, precum un raport CSI sau un acord UL, poate fi mapat la un canal direct sau re-transmisibil. Trebuie apreciat faptul că dacă

se transmite orice element de informaţie dat pe un canal direct optimizat cu întârziere redusă (şi mai scump, in general) sau pe un canal sau re-transmisibil cu eficienţă spectrală înaltă, este o decizie a planificatorului in NX.

[0205] De notat că, chiar dacă majoritatea informaţiilor de control sunt in-fascicul, un tip de canal de control al stratului fizic este încă de dorit. În plus faţă de canalul de date, este de dorit o resursă de tehnică instrucţiuni iniţiale care, de exemplu, poate fi utilizată pentru a planifica o utilizare iniţială a canalului. În acest scop, este definit un canal de control fizic pe legătura descendentă (PDCCH), în care receptorul UE caută orb pentru PDCCH într-un spaţiu de căutare predefinit sau semi-configurat static. Utilizarea acestui PDCCH este prezentată în Figura 16. De notat că este posibil să se utilizeze acest canal de control fizic mai mult sau mai puţin ca în sistemul actual LTE, de exemplu, acesta poate fi utilizat la fiecare TTI pentru a planifica transmisii DL şi UL. Cu toate acestea, o utilizare importantă a PDCCH în contextul NX este de a susţine o schimbare spre a avea o parte mai mare din datele dedicate ale utilizatorului şi informaţiile asociate de control L1/L2 transmise cu formarea de fascicule agresivă.

[0206] Aşa cum este ilustrat în Figura 16, PDCCH este utilizat în NX pentru a permite transmiterea informaţiilor de control pentru formarea fasciculului cu amplificare mare şi în-fascicul. PDCCH este proiectat să fie robust şi simplu şi are un set separat de semnale de referinţă pentru demodulare pentru a susţine o formare de fascicul diferită (de obicei mai largă) decât PDCH.

[0207] Deoarece bazarea pe o formare de fascicul cu amplificare foarte mare pentru canalul de date creşte, de asemenea, riscul de eşecuri ale legăturii radio, este de dorit un canal de transport de trafic mai robust. Din acest motiv, PDCCH pentru NX este proiectat să fie subţire şi simplu. Pentru a relua rapid transmisia în acest scenariu de transport de trafic, PDCCH este foarte robust şi optimizat pentru o arie de acoperire mai largă. Aceasta implică un câştig de antenă mai mic şi un cost mai mare per bit. Însă, aceasta permite ca majoritatea informaţiilor de control să fie trimise „in fascicul".

[0208] PDCCH permite, de asemenea, transmiterea informaţiilor de control înainte ca CSI să fie disponibil, de exemplu, ca un canal iniţial de instrucţiuni. Deoarece transmiterea informaţiilor de control pe PDCCH este de obicei mai scumpă (datorită câştigului de formare al fasciculului mai mic), doar un set limitat de formate simple DCI sunt acceptate, conţinând doar un număr mic de biţi. Aceasta nu este o restricţie în practică, deoarece fără CSI şi chiar la începutul unei rafale de transmisie (de exemplu, în timpul începerii lente TCP), procedurile avansate care necesită o mulţime de informaţii de control nu sunt efectuate oricum.

[0209] Multiplexarea UE pe un canal de control partajat necesită o serie de încercări de decodare în orb. Însă, nefolosind la fel de mult PDCCH, numărul general de încercări de decodare în orb pe care UE trebuie să îl efectueze este redus. Majoritatea UE primesc informaţiile de control in fascicul pe canalul de date „direct decodabil", de cele mai multe ori, ceea ce oferă un control mai bun al modului de a multiplexa informaţiile de control la diferite UE.

[0210] De notat că noile formate DCI pot fi adăugate numai canalului „direct decodabil" in-fascicul şi nu pe PDCCH, în unele cazuri. Acest lucru face posibilă extinderea funcţionalităţii canalului de control în NX fără a schimba canalul PDCCH partajat. Mai precis, NX poate fi extinsă într-o manieră în care noi formate DCI sunt adăugate doar la dPDCH şi nu la PDCCH.

2.2.2.2 Relaţia dintre PDCCH şi dPDCH

[0211] Mai sus, sunt descrise două canale de control diferite pentru legătura descendentă, PDCCH şi dPDCH. Principala diferenţă între aceste două canale este că dPDCH foloseşte acelaşi semnal de referinţă pentru demodulare ca şi canalul de date (rPDCH) în timp ce PDCCH foloseşte un DMRS diferit. Atât PDCCH, cât şi dPDCH/rPDCH pot fi formate prin fascicul spre UE. Atât PDCCH cât şi dPDCH/rPDCH pot fi transmise şi într-un fascicul larg sau cu un fascicul bazat pe diversitate.

[0212] PDCCH este conceput în primul rând pentru a fi utilizat atunci când informaţii CSI foarte precise nu sunt disponibile în staţia de bază, astfel încât staţia de bază nu poate efectua o formare a fasciculului bazată pe reciprocitate. PDCCH utilizează un DMRS care este de obicei partajat de mai multe UE. Acesta este proiectat să se bazeze mai mult pe diversitatea frecvenţei decât pe diversitatea antenei şi, prin urmare, poate fi utilizat în implementările NX cu un număr mic (de exemplu, 2 sau 4) de antene.

[0213] Canalele dPDCH/rPDCH sunt proiectate în principal pentru susţinerea formării fasciculului bazată pe reciprocitate şi a TDD-ului dinamic (bazat pe RRS UL). In acest scenariu, DLRD DL nu sunt necesare in teorie, dar în practică, în acest caz, pot fi utilizate semnalele de referinţă de demodulare pe legătura descendentă, deoarece calibrarea UL/DL perfectă şi absolută nu este practică.

[0214] Pe de altă parte, PDCCH nu se bazează pe semnalul de referinţă de reciprocitate UL (RRS). Este multiplexat în timp cu dPDCH/rPDCH pentru a susţine formarea fasciculului hibrid. Unul dintre motivele pentru care mesajele de pe PDCCH ar trebui să fie mici este că, în caz contrar, se confruntă cu problemele de acoperire ale acestui canal, poate fi un blocaj în benzile cu frecvenţă mai mare. Dacă acoperirea PDCCH pe benzile de înaltă frecvenţă este o problemă, atunci PDCCH poate fi furnizat doar pe o bandă de frecvenţă mai mică, dPDCH/rPDCH fiind utilizat pe o bandă de frecvenţă mai mare. Transmiterea UL RRS pe banda de înaltă frecvenţă care permite formarea fasciculului bazată pe reciprocitate a dPDCH/rPDCH poate fi apoi controlată de PDCCH pe banda de frecvenţă joasă.

[0215] După cum este descris în continuare în următoarea secţiune de mai jos, există o diferenţă în modul în care spaţiul de căutare este utilizat şi pe PDCCH şi pe dPDCH. Spaţiul de căutare pe PDCCH susţine multiplexarea utilizatorului, adaptarea legăturilor şi adaptarea ratei. Pe de altă parte, spaţiul de căutare al dPDCH nu are nevoie de suport pentru multiplexarea utilizatorului.

2.2.2.3 Spaţiu dinamic de căutare

[0216] Figura 17 ilustrează, pe partea stângă, modul în care PDCCH poate fi utilizat pentru a actualiza dinamic spaţiul de căutare DCI în UE. Porţiunea din mijloc a Figurii 17 prezintă că nu este necesară trimiterea unei actualizări de căutare către UE atunci când nu se schimbă locaţia de pornire a spaţiului de căutare DCI. În partea dreaptă, Figura 17 prezintă faptul că la schimbarea locaţiei de pornire a dPDCH (spaţiul de căutare UE DCI), este utilizat un DCI înainte. Aceasta poate provoca propagarea erorilor.

[0217] Se poate observa că porţiunea de jos a Figurii 17 ilustrează cazul în care un DCI este recepţionat în fascicul, pe o resursă planificată. Acest lucru poate fi activat prin extinderea spaţiului de căutare UE pentru informaţii de control pe legătura descendentă pentru a include, de asemenea, resurse care trebuie planificate dinamic. În partea stângă a Figurii 17, UE primeşte un DCI0 pe PDCCH, care indică de unde să se înceapă căutarea de informaţii suplimentare despre control. În partea direct decodificabilă a resursei alocate (dPDCH), UE poate găsi informaţiile de control relevante pentru acest TTI (DCI)1). În acest exemplu, PDCCH planifică doar extensia spaţiului de căutare şi nu DCI-ul propriu-zis.

[0218] Partea din mijloc a Figurii 17 indică faptul că UE poate continua să caute în aceeaşi locaţie, pentru mai multe TTI. Alocarea reală a canalului de date fizic se poate muta fără a impune modificarea spaţiului de căutare dinamic al UE. UE poate efectua în continuare o serie de încercări de decodare oarbă pentru a permite adaptarea ratei şi a legăturii dPDCH.

[0219] Un nou DCI trebuie trimis doar la schimbarea locaţiei dPDCH. Aceasta este descrisă in partea din dreapta a Figurii 17. Întrucât acest DCI are un impact asupra ceea ce se întâmplă în TTI-ul următor, există riscul de propagare a erorilor în cazul în care UE nu poate primi „DCI înainte" care conţine informaţii despre extensia spaţiului de căutare.

[0220] Când informaţiile DCI care transportă informaţii despre unde să caute acorduri UL şi viitoarele alocări DL sunt încorporate în PDCH, atunci trebuie luate în considerare cazurile de propagare a erorilor. Cazurile de propagare a erorilor sunt detectate în multe situaţii cu uşurinţă de reţea şi apar doar atunci când spaţiul de căutare UE DCI este actualizat. Unele dintre ele sunt prezentate în Figura 18. În partea superioară a figurii este prezentată operaţia fără erori a acestei operaţiuni „lanţul DCI-daisy". Mai general, Figura 18 prezintă exemple de posibile scenarii de propagare a erorilor atunci când se utilizează DCI în bandă pentru a actualiza spaţiul de căutare UE. Casetele marcate astfel indică utilizarea unui canal de instrucţiuni iniţiale (de exemplu, PDCCH sau un canal de date fizic bazat pe dispută), casetele uşor umbrite indică un PDCH direct decodificabil, în timp ce casetele mai întunecate indică un PDCH re-transmisibil.

[0221] În cazul în care UE nu primeşte dPDCH, nu primeşte planificat UL incorporat. Cand NW detectează că transmisia UL planificată din UE lipseşte, se poate presupune că a fost ratată şi următoarea alocare DL. Aceste alocări eşuate pot fi diferenţiate de transmisia UL eşuată prin detectarea de energie, de exemplu, estimarea SINR pe DMRS, transmisia UL conţine date, dar nu feedback HARQ. Propagarea erorilor poate fi atenuată suplimentar prin introducerea „informaţiilor de control recepţionate" atunci când spaţiul de căutare este schimbat. Ca răspuns, NW poate retransmite DCI pentru al doilea TTI DL folosind PDCCH. Aceasta este descrisă în partea de mijloc a Figurii 18.

[0222] În cazul în care UE se aşteaptă să primească un acord UL, dar nu primeşte nici unul, atunci ar putea utiliza în schimb o resursă pre-planificată bazată pe dispută. Utilizarea unui canal al legăturii ascendente bazat pe dispută în locul unui canal dedicat este o indicaţie că prima decodare dPDCH a eşuat (a se vedea partea inferioară a Figurii 18).

[0223] În plus faţă de mecanismele implicite de detectare a propagării erorilor prezentate în Figura 18, reţeaua poate solicita de asemenea UE să trimită rapoarte explicite şi declanşate de evenimente privind succesul detectării transmisiilor dPDCH. Un exemplu în acest sens este prezentat în Figura 19, care prezintă că, atunci când este planificat în UL, UE poate raporta succesul recepţiei dPDCH in TTI-urile anterioare. În funcţie de performanţa DCI în fascicul, este posibil ca acest nivel suplimentar de terminare a propagării erorilor să nu fie necesar, într-o implementare dată.

[0224] Astfel, spaţiul de căutare pentru informaţii de control pe legătura descendentă (DCI) este astfel actualizat dinamic prin semnalizare DCI. DCI poate fi transmis direct pe un canal de control fizic al legăturii descendente (PDCCH) sau incorporat intr-un element de control MAC in interiorul unui canal de date planificat al legăturii descendente (de obicei dPDCH).

[0225] Modificările spaţiului de căutare UE, cum ar fi adăugarea/ştergerea/mutarea, pot fi semnalizate explicit, de exemplu, intr-un element de control DCI sau MAC recepţionat anterior. Modificările spaţiului de căutare pot fi, de asemenea, implicite, de exemplu, prin extinderea automată a spaţiului de căutare UE pentru a include locaţiile utilizate pentru DCI în precedent N TTI sau prin ştergerea automată a celei mai vechi locaţii de spaţiu de căutare UE atunci când este adăugată o nouă locaţie de spaţiu de căutare.

2.2.2.4 Semnalele de referinţă partajate

[0226] Utilizarea canalelor de control în fascicul se bazează pe faptul că are acelaşi semnal de referinţă pentru demodulare (DMRS) dedicat atât pentru dPDCH, cât şi pentru rPDCH. Acest lucru este arătat în Figura 20, care ilustrează un exemplu de utilizare a unui set unic de semnale de referinţă de demodulare specifice terminalului (patru regiuni umbrite avand 8 elemente de resurse fiecare) pentru demodularea a două canale fizice, dPDCH şi rPDCH.

[0227] La prima vedere, ilustraţia din Figura 20 arată similar în unele aspecte cu modul în care în LTE sunt utilizate CRS-urile ca semnale de referinţă comune pentru demodularea PDCCH şi PDSCH. Cu toate acestea, există diferenţe. Deşi CRS-urile din LTE pot fi formate in fascicule, de exemplu, prin înclinarea descendentă a antenei, formarea fasciculului nu poate fi modificată dinamic faţă de un anumit UE, deoarece există alte echipamente UE care măsoară pe CRS-uri. Astfel, atunci când se utilizează ePDCCH + DMRS pe PDSCH în LTE, se folosesc două seturi de semnale de referinţă, ceea ce duce la o mai mare supraîncărcare a pilotului. Când se utilizează transmisia pe bază de CRS în LTE (PDCCH + PDSCH TM4), atunci nu există nicio opţiune de a forma dinamic fasciculul semnalelor de referinţă către utilizatorul de recepţie.

2.2.2.5 Partajarea resurselor

[0228] În LTE, lăţimea totală de bandă a sistemului este semnalizată pe PBCH. Pentru NX, nu se presupune că un utilizator cunoaşte lăţimea de bandă a sistemului. O noţiune de lăţime de bandă specifică pentru utilizator este încă de dorit, de exemplu, pentru filtrarea şi semnalizarea canalelor. BW în care funcţionează un echipament UE este definit aici de o „partiţie de resurse". O partiţie de resurse este un subset de timp şi frecvenţă al resurselor radio în care putem defini legături radio şi moduri de transmisie. O proprietate a unei felii de resurse este aceea că poate fi reconfigurată semi-static (ceea ce nu este cazul pentru „lăţimea de bandă a sistemului", de exemplu, în LTE).

[0229] Aceasta implică faptul că toate modurile de transmisie definite pentru NX sunt capabile să funcţioneze pe un subset de resurse timp/frecvenţă. Astfel de subseturi, sau partiţii de resurse, acoperă dimensiunile de la utilizarea completă până la o utilizare minimă. De notat că aceasta include şi toate semnalele de referinţă specifice TM. Aceste restricţii în timp şi frecvenţă sunt semi-statice - sunt configurate prin RRC.

2.2.3 Canalele de transport

[0230] O legătură radio NX poate avea astfel unul sau mai multe canale de date fizic (de exemplu, dPDCH şi rPDCH) în fiecare direcţie (UL şi DL), iar entitatea de planificare are acces şi la un canal de control fizic (PDCCH) utilizat doar pentru transmiterea informaţiilor de control. Structura MAC a fiecărui canal fizic este aceeaşi pentru UL şi DL. Un exemplu cu două PDCH-uri, primul avand 1 bloc de transport (TB) şi cel de-al doilea având două blocuri de transport este prezentat în Figura 21. Fiecare canal are un antet MAC şi o parte de sarcină utilă conţinând elemente MAC. Elementele MAC sunt fie Elemente de control, fie SDU-uri MAC (unităţi de date de serviciu).

[0231] Figura 21 prezintă structura canalului MAC de bază al NX. Pentru a iniţia un flux de schimb de pachete, se utilizează un canal de control fizic uşor şi simplu cu tehnologie boot (PDCCH). Un prim canal fizic sau "direct decodificabil" (notat dPDCH) poartă în principal

informaţii de control în bandă. Un al doilea canal de date fizic sau "re-transmisibil" (notat rPDCH) poartă în principal date despre planul utilizatorului şi planul de control. Ambele canale de date fizic sunt presupuse că vor reutiliza structura canalului de transport al LTE.

[0232] Conţinutul sub-antetelor MAC este, în principiu, acelaşi ca în cazul LTE de astăzi. Sub-antetul poate consta din 1, 2 sau 3 octeţi de informaţii. Structura [R/R/E/LCID] este folosită pentru SDU-uri MAC cu lungime fixă şi elemente de control MAC cu lungime fixă, iar structura [R/R/E/LCID/F/Lungime] este utilizată pentru SDU-uri MAC şi elemente de control cu lungime variabilă. Acest lucru este arătat în Figura 22, care prezintă modul în care structura canalului de transport şi formatul de antet MAC din LTE sunt reutilizate, de asemenea, pentru NX.

[0233] In LTE, ID-ul canalului logic (LCID) este definit în tabele separate pentru UL şi DL. NX urmează aceeaşi abordare generală. Figura 23 prezintă exemple despre modul in care tabelele LCID pot fi actualizate pentru UL şi DL, unde sunt prezentate unele LCID-uri suplimentare in NX. Pentru DL, o completare este aceea de a susţine transmiterea unei DCI (informaţii de control pe legătura descendentă) ca element de control MAC. DCI poate fi folosită la fel ca în LTE astăzi, pentru a atribui un acord UL, pentru a programa o transmisie DL sau pentru a trimite o comandă de control al puterii. În plus, DCI este extinsă pentru a susţine, de asemenea, o comandă pentru transmiterea semnalelor de referinţă, cum ar fi semnalele de referinţă de reciprocitate UL (RRS), notate Comanda de transmisie RS în Figura 23. De asemenea, informaţii despre transmisiile de semnal de referinţă, de exemplu, pentru a susţine mobilitatea în modul activ cu semnale de referinţă activate dinamic şi formate în fascicul, pot fi comunicate într-o informaţie DCI. Acest lucru poate fi inclus intr-un element de Informaţii de transmisie RS din Figura 23. De notat că diferitele tipuri de DCI pot fi, de asemenea, codificate ca campuri LCID separate. Pentru UL nu există un câmp UCI similar definit şi, în schimb, diferitele tipuri de informaţii de control UL au fiecare propriul lor camp LCID.

[0234] Pe lângă DCI şi UCI, transmisia feedback-ului HARQ intr-un element de control MAC este activată. La rândul său, acest lucru permite introducerea de noi scheme de feedback, cum ar fi repetarea selectivă sau scheme în care se utilizează mai mult de un bit de feedback pe proces. De asemenea, este introdus un LCID pentru feedback CSI, precum şi o intrare pentru feedbackul de măsurare a semnalului de referinţă.

De notat că nu toate LCID-urile sunt relevante in toate cazurile. Unele sunt relevante in majoritatea DL, in timp ce altele sunt relevante pentru UL.

[0235] In Figura 24 este prezentat un exemplu al legăturii descendente în care sunt configurate două PDCH. Figura prezintă un exemplu de structură a canalului legăturii descendente cuprinzând un canal de control fizic (PDCCH), un prim canal de date fizic „direct decodificabil" (dPDCH) şi un al doilea canal de date fizic "re-transmisibil" (rPDCH). DPDCH nu utilizează combinarea soft de re-transmisii HARQ şi poate transporta un singur bloc de transport (TB1) în timp ce rPDCH susţine HARQ şi susţine transmiterea a până la două blocuri de transport (TB2 şi TB3). În plus, PDCCH pe legătura descendentă poate transmite DCI şi, posibil, şi alte elemente de control MAC incorporate intr-un singur bloc de transport TB0. Identitatea UE este implicit (sau explicit) codată in CRC al PDCCH al legăturii descendente. De notat că o diferenţă între PDCCH pe legătura descendentă şi oricare dintre canalele PDCH este că PDCCH pe legătura descendentă nu poate transporta niciun SDU MAC. Mai mult, PDCCH pe legătura descendentă este decodat orb de UE, in timp ce canalele PDCH sunt planificate (implicit, semi-persistent sau dinamic).

[0236] Un exemplu corespunzător pentru legătura ascendentă este reprezentat în Figura 25, care ilustrează un exemplu de structură a canalului legăturii ascendente cuprinzand un canal de control fizic configurat pentru acces bazat pe dispută (cPDCH), un prim canal de date "direct decodabil" planificat dinamic (dPDCH) şi un al doilea canal de date fizic re-transmisibil planificat dinamic (rPDCH). De notat că legătura ascendentă nu are niciun planificator, ci o entitate de gestionare prioritară care selectează datele din canalele logice şi controlează multiplexarea MAC în cadrul acordurilor furnizate. Deoarece nu există planificator, nu este nevoie de niciun canal PDCCH. În schimb, transmiţătorul UL are un canal cPDCH care este destinat în principal pentru utilizarea bazată pe dispută. O diferenţă între cPDCH şi celelalte două canale de date fizic pe legătura ascendentă (dPDCH şi rPDCH) este aceea că sunt acordate diferit.

[0237] Canalul bazat pe dispută (cPDCH) foloseşte un acord semi-persistent care poate fi atribuit şi altor UE. Prin urmare, identitatea UE este codificată pe canal (implicit în CRC sau folosind explicit un element de control MAC cu LCID 11000; vezi Figura 23) de fiecare dată când este utilizat cPDCH. In cazul in care UE nu are un acord dimensionat suficient, poate trimite o cerere de planificare (de exemplu, un raport de stare memorie tampon) pe cPDCH. În funcţie de mărimea planificatui de pe „canalul bazat pe dispută" cPDCH, UE poate include, de asemenea, date din planul utilizatorului atunci când se transmite pe acel canal. De notat că respectivele canale care transportă informaţii de acces la sistem şi semnale precum PRACH nu sunt incluse în structura

ilustrată din Figura 25. Dacă UE nu are un acord valabil pentru niciun canal, atunci transmiterea unui preambul PRACH este o alternativă (vezi secţiunea 3.2 pentru mai multe detalii).

[0238] „Canalul direct" (dPDCH) şi „canalul re-transmisibil" (rPDCH) pot fi planificate in mod dinamic. Când se utilizează resursele acordate pe aceste canale, se presupune că receptorul ştie cine transmite şi, prin urmare, nu trebuie încorporată identitatea UE.

[0239] De notat că acestea sunt doar exemple utilizate pentru a ilustra că structura PDCH de bază din Figura 21 funcţionează atât pentru UL, cât şi pentru DL, pentru un caz tipic de utilizare în bandă largă mobilă. Pentru alte cazuri de utilizare, legăturile radio UL şi DL pot fi configurate uşor diferit, de exemplu, fără un al doilea canal de date „re-transmisibil". Prin acordarea de resurse în mod diferit şi prin încorporarea identităţilor utilizatorilor pe unele canale şi nu pe alte canale, se pot susţine multe cazuri de utilizare diferite.

[0240] Pentru legătura ascendentă, de notat că toate canalele aferente accesului non-sistem sunt planificate intr-o anume manieră (semi-persistent; dinamic; sau implicit). Aşa-numitele canale bazate pe dispută nu sunt speciale în niciun fel. Indiferent dacă o resursă este „dedicată" sau nu devine irelevant în unele scenarii, de exemplu, atunci când se foloseşte MIMO masiv sau formarea de fascicul cu amplificare mare pentru a permite multiplexarea spaţială. Atunci când resursele pot fi separate spaţial, resursele de timp/frecvenţă trebuie să fie „dedicate" şi, în consecinţă, receptorul din staţia de bază ar trebui să poată înţelege cine este transmiţătorul. Pe canalele bazate pe dispută, o identitate UE este încorporată în canal, în timp ce pe canale dedicate aceasta nu este necesară. Ideea aici este că diferite canale fizice au proprietăţi diferite. Diferite canale pot utiliza diferite sub-seturi ale unui tabel comun cu format de transmisie mare (de exemplu, diferite codificatoare de canale). Continuand cu exemplul din Figura 25, de exemplu, trei PDCH-uri pot fi configurate după cum urmează:

cPDCH: Optimizat pentru „utilizare bazată pe dispută". De exemplu, un acord redus poate fi disponibil la fiecare 2 ms pentru transmisii ale unui raport de stare memorie tampon atunci cand este nevoie. UE este lăsat să nu utilizeze acest acord. În mod normal, dacă un echipament UE este planificat pe UL şi nu are date de transmis, trebuie să umple resursa acordată cu date de umplutură, dar pentru acest canal UE poate pur şi simplu să se abţină de la a transmite ceva in acest caz. Planificat poate avea, de asemenea, o restricţie (de exemplu, poate fi utilizată cel mult de 10 ori consecutiv) şi, eventual, un cronometru de temperare (de exemplu, nu este permis să utilizeze timp de 100 ms după epuizarea planificatui). Codificatorul canalului poate fi configurat pentru a fi un cod de bloc mic. O "identitate UE" şi un număr de secvenţă de pachete trebuie semnalizate atunci cand este utilizat acest canal.

dPDCH: Nu susţine combinarea soft a re-transmisiilor; utilizează formate de transport robuste; optimizat pentru informaţii de control încorporate, cum ar fi „feedback HARQ", „feedback CSI" şi „feedback măsurare RS".

rPDCH: Transportă 1 sau 2 blocuri de transport de date pe legătura ascendentă; utilizează combinarea soft a re-transmisiilor bazată pe feedback-ul HARQ; optimizat pentru transportul eficient al SDU MAC (datele utilizatorului).

2.2.4 Planificarea

[0241] Alocarea resurselor poate fi simplificată în NX, mai ales atunci când nodurile sunt echipate cu multe antene. Acest lucru se datorează aşa-numitei întăriri de canale, ceea ce înseamnă, în esenţă, că după aplicarea unui pre-codificator ales în mod corespunzător la semnalul transmis, canalul fără fir efectiv dintre transmiţător şi receptor arată plat ca frecvenţă (vezi secţiunea 3.4.4.3) şi, prin urmare, este posibil să nu fie necesară o planificare avansată de selectare a frecvenţei în NX. Cu toate acestea, pentru a permite câştigurile de coordonare şi performanţa excelentă a reţelei şi la sarcină ridicată, există încă o dorinţă pentru un design de planificare controlat de reţea. Se presupune că reţeaua poate controla utilizarea resurselor radio prin semnalizare explicită a atribuirii. Planificarea alocărilor poate fi trimisă pe un canal de control dedicat sau în bandă, ca element de control MAC, pentru viitoarele sub-cadre. Menţinerea unui flux de alocări de planificare poate fi deosebit de eficientă pentru MIMO masiv bazat pe reciprocitate, unde semnalizarea de control care utilizează CSI valid este semnificativ mai eficientă decât trimiterea semnalizării de control fără CSI. Este posibilă atât alocarea dinamică, cât şi semi-persistentă a resurselor. Cel puţin pentru resursele alocate semi-persistent, este posibil să se configureze opţiunea de a nu utiliza resursa alocată dacă nu există date sau semnalizare de control pentru a fi trimise in intervalul de timp dat.

[0242] Cu toate acestea, pentru unele situaţii, latenţa şi/sau costurile care permit observabilitatea şi controlul din reţea motivează, de asemenea, un mijloc distribuit de control. Acest lucru este obţinut

prin delegarea controlului resurselor, reţeaua delegând o parte din resursele radio, asociate cu un set de reguli şi limitări. Limitările pot include, de exemplu, priorităţi între resurse, indicarea dacă resursele sunt dedicate sau partajate, reguli de ascultare înainte de vorbire, limitări de utilizare a puterii sau sumă de resurse, limitări de formare a fasciculului, etc. Acest principiu de proiectare acoperă D2D (secţiunea 3.1.1), accesul bazat pe dispută (secţiunea 2.2.6), conectivitate multi-punct (secţiunea 3.12) şi alte caracteristici în care controlul strict al reţelei este nefezabil şi/sau ineficient.

2.2.4.1 Semnalele de referinţă

[0243] Un număr de semnale de referinţă diferite este prevăzut în NX, pentru estimarea canalului şi mobilitate. Atât prezenţa semnalelor de referinţă, cât şi a rapoartelor de măsurare sunt controlate de planificator. Prezenţa semnalelor poate fi semnalizată dinamic sau semi-persistent către unul sau un grup de utilizatori.

[0244] De asemenea, semnalele de referinţă pentru mobilitatea în modul activ (MRS) pot fi planificate dinamic. Apoi, unui echipament UE îi atribuit un spaţiu de căutare pentru transmisii de mobilitate. Se observă că acest spaţiu de căutare este potenţial monitorizat de unul sau mai multe UE şi/sau transmis din unul sau mai multe puncte de transmisie.

[0245] Transmisiile de semnal de referinţă planificate (cum ar fi MRS) conţin o identitate de măsurare unică local (cel puţin în spaţiul de căutare) în mesajul de date şi refoloseşte o parte sau mai multe dintre piloţii din transmisie atât în scopuri de demodulare, cât şi de măsurare, ceea ce presupune că este un mesaj de sine stătător. Mai multe detalii despre semnalele de referinţă sunt prezentate in secţiunea 2.3.

2.2.4.2 Adaptarea legăturii

[0246] Selecţia ratei este realizată, de asemenea, de reţea, pentru a beneficia de funcţii de coordonare care permit o mai bună predicţie a stării canalului. Diferite cazuri de utilizare şi scenarii NX au o intrare şi cerinţe de adaptare a legăturii foarte diferite. Pentru a susţine adaptarea legăturii pe legătura ascendentă, sunt de dorit estimări de putere (sau pierdere de traseu) şi semnale sonore. Pentru adaptarea legăturii pe legătura descendentă, este de dorit atât estimarea pe legătura ascendentă (reciprocitate), cât şi estimarea pe legătura descendentă. Pentru adaptarea legăturii bazate pe pilot pe legătura descendentă, conceptul CSI de la LTE cu procese CSI şi CSI-RS şi CSI-IM (pentru măsurători de interferenţe) poate fi menţinut (vezi secţiunea 3.4). Transmisia CSI-RS şi măsurătorile sunt controlate de la planificator, atât în timp, cât şi în frecvenţă. Pentru majoritatea cazurilor de utilizare, CSI-RS poate fi păstrat în bandă împreună cu transmisiile de date, dar în unele scenarii este de dorit semnalizarea explicită a CSI-RS, de exemplu, pentru partajarea resurselor CSI-RS intre utilizatori. CSI-IM şi raportarea interferenţelor sunt de asemenea utilizate pentru formarea fasciculului bazat pe reciprocitate.

2.2.4.3 Estimare şi raportare memorie tampon

[0247] Estimarea memoriei tampon este utilizată pentru a susţine planificarea pe legătura ascendentă. Notificarea datelor se poate face folosind o transmisie de date pe o resursă pre-alocată sau folosind o singură (sau câteva) indicaţii de biţi pe un canal al legăturii ascendente. Ambele opţiuni pot fi bazate pe dispută sau fără dispută, de exemplu, poate fi utilizat în acest scop un canal UL bazat pe dispută configurat semi-static sau un canal UL direct decodabil direct planificat dinamic. O resursă de date existentă poate oferi o latenţă mai mică, în timp ce bitul de solicitare de planificare permite un control mai bun al resurselor radio şi o eficienţă spectrală potenţial mai bună. Este posibil să nu fie nevoie de un canal de solicitare a planificării în NX, dacă sunt suficiente canale regulate pe legătura ascendentă, care utilizează potenţial divizarea în cod. Transmisiile de solicitări de planificare atunci când UE nu este planificat dinamic se bazează pe un acord pre-configurat; cu alte cuvinte, solicitările de planificare nu au un canal fizic particular. În mod normal, solicitările de planificare sunt transmise implicit, prin transmiterea semnalelor de referinţă UL predefinite (cum ar fi un RRS) sau explicit, prin utilizarea unui canal cPDCH pre-acordat.

2.2.4.4 Planificare multi-conexiune

[0248] Scenarii precum multi-salt şi conectivitate multiplă pot duce la mai multe noduri de control pentru un nod deservit. Coordonarea nodurilor de control este importantă, unde nodul controlat

poate fi utilizat pentru o parte din luarea deciziilor, de exemplu pentru selectarea între alocările în conflict sau pentru distribuirea informaţiilor de stare către nodurile de control. Pentru observabilitate, rezultatul oricărei decizii distribuite poate fi readus la nodurile de control.

[0249] Structura descrisă aici, cu control în bandă şi în fascicul, simplifică în mod semnificativ cazurile de utilizare a conectivităţii multiple. În scenarii în care, de exemplu, canalul de date pe legătura descendentă este planificat de la un nod, iar canalul de date pe legătura ascendentă este planificat de un alt nod, sunt de asemenea de dorit, canalele de control pe legătura ascendentă şi pe legătura descendente pentru ambele noduri. Prin asigurarea că aceste canale de control sunt în bandă, întreţinerea şi utilizarea canalelor de control asociate cu mai multe noduri este simplificată.

2.2.4.5 Coordonarea interferenţei şi CoMP

[0250] Cu o utilizare mai mare a formării direcţionale a fasciculului, este de aşteptat ca interferenţele să fie explozive într-un grad mai mare. Această proprietate oferă un potenţial mai mare de câştiguri de coordonare prin coordonarea utilizării spaţiale şi utilizarea gradului suplimentar de libertate pentru controlul interferenţelor în puţinele cazuri în care este nevoie.

[0251] În NX, interferenţa poate proveni dintr-un număr mare de surse diferite, de exemplu, semnale normale ale nodului vecin, poluarea pilot în interferenţa MIMO bazată pe reciprocitate, UE2UE şi BS2BS în TDD dinamic şi comunicaţia pe legături auxiliare, precum şi alte sisteme în benzi cu spectru partajat.

[0252] Pentru a susţine aceste tipuri de caracteristici, este de dorit un set de măsurători. Pentru unele caracteristici, sunt adecvate rapoartele declanşate de UE cu privire la interferenţa experimentată sau puterea mare recepţionată a unei secvenţe date. În unele scenarii bine coordonate, este de preferat utilizarea rapoartelor CSI măsurate pe CSI-RS / -IM.

2.2.4.6 Planificare de grup şi dedicată

[0253] Echipamentele UE pot monitoriza unul sau mai multe mesaje planificate în grup, pe lângă mesajele dedicate. Acest lucru se realizează prin configurarea UE pentru a monitoriza doar DCI-urile pentru un CRC specific UE (de obicei, identitatea temporară a UE este utilizată pentru a masca CRC), dar şi pentru unul sau mai multe CRC-uri de grup.

[0254] Un caz tipic de utilizare este acela de a permite echipamentelor UE să măsoare semnalele de referinţă planificate dinamic, cum ar fi CSI-RS, RS mobilitate şi RS-fascicul. Figura 26 prezintă un exemplu in care lui UE1 i se alocă resurse care conţin semnale de referinţă CSI suplimentare şi ilustrează mai general un exemplu de utilizare a planificării de grup pentru a distribui informaţii despre semnale de referinţă disponibile dinamic (CSI-RS in acest exemplu). Aceste semnale de referinţă pot fi utile şi pentru alte echipamente UE şi, în acest scop, un mesaj planificat în grup poate fi transmis de exemplu, PDCCH, pentru a activa echipamentele UE neplanificate să primească şi să măsoare semnalele CSI-RS.

2.2.5 Gestionarea interferenţei direcţionale

2.2.5.1 Metode pentru gestionarea interferenţei direcţionale

[0255] Când există o formare de fascicul cu câştig mare, unul sau mai multe dintre aceste aspecte pot fi luate în considerare în controlul interferenţelor. Primul este că zona cu interferenţă dintr-un fascicul TX îngust este mult mai mică decât de la un fascicul larg. Al doilea este că formarea fasciculului la receptori cu câştig mare este puternică pentru respingerea interferenţelor. Al treilea este că zona cu interferenţă de la un fascicul TX îngust poate avea o densitate mare a puterii de interferenţă. Având în vedere aceste aspecte, pot exista două efecte: primul este că numărul de echipamente ca interferează considerabil pentru un receptor victimă poate fi foarte scăzut, cel mai probabil doar un singur echipament care interferează considerabil în orice moment; al doilea este că interferenţa experimentată a unui receptor victimă poate varia în mare măsură şi rapid, în funcţie de faptul că transmiţătorul legăturii agresoare transmite sau nu. Controlul interferenţei în NX are in vedere caracteristicile de mai sus:

- Utilizarea metodei de control a interferenţelor cu costuri ridicate trebuie să fie atentă. O metodă de control al interferenţelor cu preţul reducerii considerabile a utilizării resurselor radio (de exemplu, puterea de transmisie, resursele spaţiu-timp-frecvenţă) ale legăturii care interferează poate fi catalogată drept o metodă de control a interferenţelor cu costuri ridicate, de exemplu, controlul uniform al puterii de transmisie, sub-cadru cu putere redusă sau sub-cadru aproape gol.

Întrucât există riscul ca beneficiul legăturii victimă din interferenţa redusă să nu poată compensa pierderea legăturii de interferente datorită reducerii utilizării resurselor radio, aceste metode sunt aplicate cu precauţie, din perspectiva sistemului. Cu toate acestea, atunci când există un riscul ca legătura victimă să devină inactivă datorită unei interferenţe puternice de mult timp de la legătura interferentă, se pot aplica unele dintre aceste metode, pentru a asigura experienţa minimă acceptabilă a legăturii victimă.

- Poate fi prioritizată una sau mai multe metode de control al interferenţelor fără costuri sau cu costuri reduse (fără sau cu reducerea uşoară a utilizării resurselor radio):

Adaptarea legăturii coordonate pentru a proteja oportunităţile TX cu interferenţe reduse de oportunităţile TX cu interferenţe ridicate, în conformitate cu cunoştinţele de interferenţă bazate pe DLIM.

Planificarea coordonată pentru a evita planificarea simultană a legăturilor interferentă şi victimă atunci când există mai multe legături candidat.

Selecţia AP coordonată pentru a schimba direcţia fasciculului TX al legăturii interferente sau direcţia RX a legăturii victime pentru a urmări atât câştigul de partajare a sarcinii, cât şi câştigul de control al interferenţei.

2.2.5.2 Anunţarea sonoră şi detectarea direcţională aliniată (ADSS)

[0256] Aşa cum s-a văzut în Secţiunea 2.2.5.1, conştientizarea interferenţelor este importantă pentru controlul interferenţelor cu formarea fasciculului cu câştig mare. O schemă de anunţare sonoră şi detectare direcţională aliniată (ADSS) este dezvoltată pentru a obţine o hartă de interferenţă a legăturii direcţionale (DLIM), unde DLIM este utilizat pentru controlul interferenţelor. ADSS este proiectată să alinieze anunţarea sonoră şi măsurarea interferenţelor în reţea printr-un model timp-frecvenţă definit de intervalul de anunţare sonoră şi detectare direcţională (DSSI) şi perioada de anunţare sonoră şi detectare direcţională (DSSP). În timpul DSSI, fiecare transmiţător transmite un semnal sonor format în fascicul specific legăturii pe unitatea de resurse de sunet configurată (SRU) în direcţia legăturii sale şi fiecare receptor păstrează o stare de detectare în direcţia legăturii sale pentru toate semnalele sonore posibile peste toate SRU-urile. Fiecare receptor al legăturii raportează rezultatele măsurate (periodic sau declanşat de eveniment), inclusiv identitatea legăturii interferente şi nivelul de interferenţă corespunzător. Pe baza rezultatelor colectate, reţeaua poate deriva DLIM.

[0257] Figura 27 prezintă un model de timp-frecvenţă pentru ADSS, care prezintă modelul ADSS şi dimensiunea DSSI pentru ADSS (T pentru Tx DSSW şi R pentru Rx DSSW). DSSP (timpul efectiv al DLIM) depinde de diverşi factori: viteza de mişcare a UE, lăţimea fasciculului TX, desfăşurarea şi dimensiunea nodurilor de acces. DSSP poate fi de 203 ms (exterior) şi 389 ms (interior), iar supra-încărcarea generală este mult mai mică decât 1%, de exemplu. ADSS poate fi fie un proces separat, fie un proces comun cu alte măsurători de canale. Următoarea soluţie presupune că ADSS este un proces separat.

[0258] Presupunand un sistem TDD, pot exista interferenţe AP la AP şi UE la UE, pe lângă interferenţa AP la UE şi UE la AP. Un DSSI este împărţit în N ferestre de sunet şi detectare Împărţit în ferestre (DSSW): fiecare AP deţine un TX DSSW (TDSSW) pentru transmisia de semnal sonor pentru legături plus N-1 RX DSSW (RDSSW) pentru detectarea semnalului sonor de la legăturile vecine. Inactivitatea ADSS este obţinută printr-o astfel de dimensionare şi este evitată interferenţa ratată.

[0259] ADSS poate fi dezvoltată suplimentar pentru a reduce supra-încărcarea, astfel încât ADSS frecvent să poată fi aplicată pentru traficul exploziv, de exemplu, partajarea aceluiaşi proces între ADSS şi măsurarea canalului este o modalitate de a partaja supra-încărcarea. Raportarea supra-încărcării poate fi redusă şi prin condiţia de declanşare bine definită. Este posibilă, de asemenea, anunţarea şi detectarea interferenţei direcţionale descentralizată şi reactivă. În cazul în care nu există un controler central sau apariţia interferenţei este rară, această metodă poate fi utilă.

2.2.5.3 Cazuri de utilizare

[0260] ADSS este atractivă în multiple aspecte. Un prim aspect este că legătura de acces şi legătura de auto-transport de trafic sunt măsurate prin acelaşi proces. Rezultatele anunţării sonore pot fi utilizate pentru gestionarea traseului de transport de trafic (capacitate şi traseu). Un al doilea este că toate tipurile de interferenţe (AP-la-AP, UE-la-UE, AP-la-UE şi UE-la-AP) sunt măsurate prin acelaşi proces. Nu este nevoie de mai multe tipuri de semnale sonore, ceea ce este atractiv atat pentru sistemele TDD, cât şi pentru FDD, în particular pentru sistemul TDD dinamic. Un al treilea

aspect este acela că, printr-o anumită aliniere între reţelele coexistente în benzi de spectru partajate, poate fi obţinută avertizarea interferenţelor inter-reţea prin ADSS.

2.2.6 Acces bazat pe dispută

[0261] În scenarii cu încărcare mare, modurile de transmisie implicite se bazează pe menţinerea coordonării cu ajutorul unui planificator de resurse. Cu toate acestea, accesul bazat pe dispută poate oferi o întârziere mai mică pentru transmisiile iniţiale pe legătura ascendentă şi în nodurile releu. Acest lucru este prezentat în Figura 28. Aşa cum se prezintă în partea de sus a Figurii 28, accesul bazat pe planificare este lipsit de dispută, iar performanţa este superioară în scenariile de încărcare mare. Aşa cum se prezintă în partea de jos a Figurii 28, accesul pe bază de dispută poate oferi întârzieri mai mici pentru transmisiile iniţiale pe legătura ascendentă şi în nodurile releu cu întârziere mare la o unitate de planificare centrală.

[0262] Canalul legăturii ascendente bazat pe dispută cPDCH este foarte diferit de canalele normale ale legăturii ascendente fără dispută dPDCH şi rPDCH. Un UE are nevoie de un acord pentru a transmite pe cPDCH, dar nu este obligat să utilizeze planificat în cazul în care nu are date de transmis pe legătura ascendentă (în cazul în care UE are un acord pentru un dPDCH / rPDCH şi nu are date, ar trebui să umple planificat cu date de umplutură).

[0263] Când se utilizează un cPDCH, UE ar trebui să includă o identitate UE temporară (de exemplu, aceasta poate fi de 24 de biţi în NX), astfel încât staţia de bază de recepţie să ştie de la cine provine transmisia. De asemenea, UE ar trebui să adauge un număr de secvenţă pentru a indica memoria tampon HARQ de la care provin datele. Acest lucru se datorează faptului că planificat pentru transmisiile dPDCH/rPDCH include un ID de proces HARQ şi un nou indicator de date, pe care planificat pentru cPDCH nu îl are. O diferenţă suplimentară este că respectivul canal cPDCH bazat pe dispută nu susţine combinarea soft a re-transmisiilor HARQ, ceva care este susţinut pe rPDCH planificat dinamic şi fără dispută (vezi sub-secţiunea 2.2.8 pentru detalii suplimentare).

[0264] Transmisiile pe cPDCH pot interfera cu alte canale, in principal deoarece sincronizarea UL în UE poate să nu fie la fel de exactă atunci când este utilizat acest canal. Soluţiile pentru aceasta pot fi specifice implementării. Planificatorul poate, de exemplu, să ia în considerare necesitatea unor benzi de protecţie către canale fără dispută şi să se asigure că performanţa este suficient de bună. Mai mult, având în vedere că unele echipamente UE slab sincronizate vor avea un decalaj de timp aleatoriu, timpul de transmisie efectiv poate fi semnificativ mai mic decat alocarea resurselor pe legătura ascendentă, în unele cazuri. De notat că, atunci când se foloseşte formarea fasciculului MIMO masiv, există modalităţi spaţiale de a gestiona interferenţa.

[0265] Transmisiile pe cPDCH pot fi, de asemenea, restricţionate de reguli suplimentare de acces, cum ar fi ascultă înainte să vorbeşti, iar acest lucru se poate aplica atât pentru scenarii de spectru partajate cât şi dedicate. Într-un spectru dedicat, de exemplu, transmisiile planificate dinamic (dPDCH/rPDCH) pot fi prioritizate. Pentru a activa eficient ambele principii de transmisie (acces planificat şi bazat pe dispută) NX este concepută pentru a acorda prioritate accesului planificat faţă de accesul bazat pe dispută în modul împărţit pe ferestre, prin adăugarea unei perioade ascultă înainte de a vorbi (LBT) la începutul fiecărui sub-cadru. Dacă este detectat un semnal de referinţă specific sau o energie peste un prag, atunci se presupune că sub-cadrul este ocupat şi transmisia pe bază de dispută este amânată. Transmiterea datelor pentru accesul bazat pe dispută este, prin urmare, mai scurtă în timp, deoarece rezervă iniţial un set de simboluri pentru LBT. Pentru transmisia UL subsecventă, accesul planificat este, in general, mai bun (din moment ce nu este afectat de coliziuni) şi, prin urmare, NX utilizează accesul bazat pe dispută în principal atunci când timpul necesar pentru a menţine coordonarea creşte întârzierea. Acest lucru este arătat în Figura 29, care prezintă că prioritizarea între datele planificate şi accesul la date bazat pe dispută este permisă prin faptul că datele planificate încep mai devreme decât datele bazate pe dispută. Aceasta permite accesul bazat pe dispută pentru a detecta transmisia de date planificată folosind sensul purtătoarei. Prioritizarea suplimentară între diferite accesuri bazate pe dispută este de asemenea posibilă, prin existenţa unei lungimi diferite a perioadei de sens a purtătoarei începând de la inceputul sub-cadrului.

[0266] Pentru a gestiona situaţiile „nod ascuns", de exemplu, atunci când un terminal mobil cu un acord bazat pe dispută nu este în măsură să detecteze că există o transmisie pe legătura ascendentă în desfăşurare (şi anume, canalul este ocupat), un semnal liber de a transmite (CTS) poate fi adăugat. Acest lucru este arătat în Figura 30, care ilustrează accesul bazat pe dispută şi evitarea coliziunilor folosind atât ascultă înainte de a vorbi (LBT), pentru a da prioritate transmisiilor planificate, cat şi liber pentru a transmite (CTS), pentru a rezolva problemele nodului ascuns. Transmisia bazată pe dispută este apoi împărţită în două intervale de timp, unde o indicaţie dacă se

permite transmiterea celei de-a doua părţi este derivată prin recepţia unui semnal CTS din reţea în timpul dintre cele două intervale de timp. Timpul dintre cele două intervale de timp (de transmisie) este denumit timp de intrerupere.

[0267] Cu acces bazat pe dispută în TDD dinamic există astfel un interval ascultă înainte de a vorbi pentru evitarea coliziunilor cu cadre planificate şi un mecanism de rezoluţie a disputei asemănător CTS. Canalele NX cu acces bazat pe dispută utilizează astfel următorul protocol pentru evitarea coliziunii:

- Ascultă N (unul sau cateva) simboluri;
- Transmite un simbol;
- Ascultă rezoluţia disputei (unul/câteva simboluri < N);
- Transmite până la sfârşitul TTI, dacă este nevoie.

[0268] Prima transmisie bazată pe dispută poate fi văzută ca o solicitare de planificare (SR) sau o transmisie cerere de trimitere (RTS). Deoarece terminalul mobil poate avea informaţii suplimentare despre utilizarea canalului curent (de exemplu, prin detectarea interferenţei şi a transmisiunilor PDCCH de la alte noduri), o opţiune în NX este aceea de a indica în semnalizarea RTS ce resurse ar dori să utilizeze terminalul mobil. Acesta este denumit "RTS-selectiv (S-RTS) şi poate fi extins in continuare cu un mesaj de ajustare-CTS (A-CTS) din reţea. Acest lucru este prezentat în Figura 31, care ilustrează un exemplu de schemă pro-activă RTS/CTS cu RTS-selectiv (o solicitare de planificare care conţine o propunere de resurse fizice) şi ajustarea-CTS (un acord de transmisie pe legătura ascendentă). Terminalele de utilizatori îşi bazează selecţia de resurse S-RTS pe o capacitate de a monitoriza mai multe canale de control fizic pe legătura descendentă (PDCCH) (configurate in mesajul „Setare monitorizare PDCCH" de la nodul de deservire).

[0269] De notat că S-RTS poate fi bazat pe faptul că terminalul este reactiv sau pro-activ atunci când selectează resursele pe care doreşte să le utilizeze. Selecţia se poate baza, de exemplu, pe măsurători de interferenţe (reactiv); sau decodarea canalului de control (pro-activ).

[0270] Utilizarea unui mesaj ajustare-CTS din reţea este utilă, de exemplu, in scenarii de multi-conectivitate, de exemplu, modul de reţea poate utiliza deja unele dintre resursele selectate de terminalul mobil in alte conexiuni.

2.2.7 Mecanismul de conectivitate multiplă L2

[0271] Conectivitatea multiplă este un caz de utilizare care impune cerinţe particulare designului de protocol. Este clar că mai multe fluxuri pot fi menţinute pe diferite straturi ale protocolului stivă, în funcţie de capacitatea de a coordona manipularea memoriei tampon.

[0272] In cel mai simplu caz, o staţie de bază controlează o purtătoare, dar utilizează mai multe cuvinte de cod. În acest scenariu, este firesc să se realizeze multiplexarea între MAC şi RLC, de exemplu, pentru a opera pe aceeaşi entitate de segmentare/concatenare. Acesta poate fi, de asemenea, cazul unei coordonări rapide între noduri sau purtătoare.

[0273] Intr-un caz de coordonare mai lentă nu este posibilă coordonarea completă a construcţiei blocurilor de transport. În acest caz, multiplexarea trebuie făcută înainte de entitatea de segmentare. In acest caz, controlul fluxului este de dorit.

[0274] ARQ, atunci când este utilizat, poate fi plasat înainte sau după divizare.

[0275] Deoarece divizarea/comasarea se poate face pe diferite niveluri, livrarea in ordine, atunci cand este utilizată, funcţionează peste divizarea cea mai mare.

2.2.8 Mecanisme de retransmisie

[0276] Protocolul de feedback HARQ actual al LTE se bazează pe feedback-ul pe un singur bit rapid, dar predispus la erori, cu o sincronizare fixă. Deoarece este departe de a fi 100% fiabil, RLC AM de strat superior este necesar pentru a asigura fiabilitatea, ceea ce adaugă uneori întârziere. De asemenea, actualul protocol HARQ se bazează pe multe relaţii de sincronizare în timp stricte (cum ar fi, de exemplu, ca sincronizare memoriei tampon per-HARQ), ceva care este foarte inflexibil şi provoacă mai multe probleme, de exemplu, când funcţionează folosind TDD dinamic.

[0277] Pentru NX, protocolul HARQ ar trebui să fie rapid, să aibă supra-încărcare redusă, să fie fiabil şi să nu necesite o sincronizare fixă. Protocolul de retransmisie RLC este încă de dorit, pentru a sprijini eficient scenariile de multi-salt şi mobilitate.

[0278] Arhitecturi diferite de protocol L2 au ca rezultat opţiuni de design diferite pentru funcţionalităţile L2 în ceea ce priveşte comunicaţiile multi-salt, cum ar fi ARQ sau rutarea.

2.2.8.1 Designul HARQ/ARQ pe legătura descendentă

[0279] Pentru NX, se păstrează o structură ARQ cu două straturi, ca în cazul RLC/HARQ în LTE. Diferenţele faţă de LTE se găsesc in stratul de re-transmisie HARQ, care este rapid şi cu supraîncărcare redusă, dar, de asemenea, fiabil şi nu necesită o sincronizare fixă.
[0280] Pentru NX, protocolul HARQ îmbunătăţit are una sau ambele componente:

Un feedback „HARQ Super-Rapid" (A), care oferă feedback HARQ cât mai rapid posibil, deşi nu este pe deplin fiabil.
Un feedback „HARQ planificat" (B), care oferă un feedback HARQ eficient, aproape 100% robust, adecvat pentru utilizare in scenarii TDD dinamic.

[0281] In plus, poate fi de asemenea aplicat un ARQ RLC suplimentar (C), care este similar cu actualul LTE RLC AM ARQ.
[0282] Operaţia ARQ detaliată depinde de scenariu, de exemplu, ar putea fi utilizate toate sau un subset al acestor componente ARQ (A, B, C). O ilustrare a structurii ARQ este prezentată în Figura 32. În figura este prezentat un proces ARQ îmbunătăţit pentru NX cu un singur salt. După cum s-a discutat mai sus, protocolul HARQ ilustrat în Figura 32 utilizează două mecanisme de feedback diferite: unul „Super-Rapid" (A) şi unul „Planificat" (B). In plus, un strat RLC (C) gestionează erori reziduale (de exemplu, datorită mobilităţii) şi re-segmentarea.
[0283] Feedbackul "Super-Fast HARQ" (A) este conceput pentru a fi slab şi este transmis cât mai curând posibil. Acesta oferă feedback pentru una sau câteva transmisii pe legătura descendentă. Conţinutul feedback-ului ar putea fi un singur bit (ACK/NACK), ca în LTE şi trimis după decodare (sau eşecul de a decoda) pe baza atribuirii recepţionate pe legătura descendentă, sau feedbackul ar putea fi trimis chiar înainte de decodarea completă, de exemplu, „probabilitatea decodării este redusă/ridicată". În plus, nu este restricţionat faptul că conţinutul trebuie să fie doar un singur bit, ci poate fi, de asemenea, o măsură de calitate soft. Un exemplu de utilizare a feedback-ului „Super-rapid HARQ" este prezentat in Figura 33. In exemplele ilustrate, feedback-ul HARQ rapid este transmis la sfârşitul primei ocazii de transmisie UL disponibilă. Partea din stânga figurii prezintă un exemplu de FDD sau TDD cu celule mici in care feedback-ul HARQ este inclus intr-un singur simbol OFDM. Partea din dreapta ilustrează un exemplu de FDD cu semi-duplexare sau TDD cu celule mari, in care feedback-ul HARQ rapid este inclus in ultimul semnal OFDM al transmisiei planificate pe legătura ascendentă.
[0284] După recepţionarea acestui feedback „Super-rapid HARQ" (A), reţeaua acţionează asupra informaţiilor recepţionate, de exemplu, fie - în cazul unei decodări (probabil) nereuşite - retransmiterea aceloraşi date pe acelaşi proces HARQ sau - în cazul a unei (probabil) decodări reuşite – transmiterea de date noi pe un alt proces HARQ (sau posibil acelaşi proces HARQ, în cazul in care nu este disponibil un proces HARQ nou). Feedback-ul „HARQ super-rapid" se presupune a fi transmis pe o resursă dPDCH planificată, care este de obicei acordată împreună cu alocarea DL asociată.
[0285] Feedbackul „HARQ planificat" (B), notat în acest document şi feedback „HARQ sondat", este un feedback HARQ pe mai mulţi biţi planificat pe canalul de date pe legătura ascendentă, de obicei dPDCH. Acesta oferă un design bun, simplu, de preferat pentru scenarii TDD dinamice, de exemplu, când este necesar ca protocoalele să poată gestiona relaţii de sincronizare dinamice şi, eventual, variabile. Fiind capabil să transmită mai mulţi biţi de informaţii, acest feedback poate fi destul de extins şi, prin urmare, este bine să se asigure că formatorul de fascicul al staţiei de bază este indreptat spre UE atunci cand transmite, pentru a asigura un buget de legătură cât mai favorabil. Acesta oferă în plus rezistenţă, de exemplu, prin protejarea CRC şi, de asemenea, prin includerea tehnicilor încorporate de atenuare a erorilor, aşa cum este descris mai jos.
[0286] Fiind un feedback planificat, reţeaua trimite un acord UCI către UE care indică care sau cel puţin numărul de procese HARQ care ar trebui raportate în feedback. Acest acord UCI indică, de asemenea, resursele explicite pe care trebuie să aibă loc această transmisie - cu excepţia cazului în care aceasta a fost deja alocată prin RRC, caz în care planificat UCI nu trebuie să conţină astfel de informaţii detaliate.
[0287] În ceea ce priveşte conţinutul raportului, acesta poate fi de dimensiune completă, acoperind toate procesele HARQ alocate pentru acest UE în direcţia pe legătura descendentă. De asemenea, poate fi trimis un raport mai mic, care acoperă doar părţi din procesul HARQ alocat. Mai mult, se poate trimite un raport diferenţiat în care, de exemplu, starea este raportată pentru procesele HARQ care nu au fost raportate in ultimele rapoarte trimise. Care dintre aceste tipuri de raportare sunt utilizate pot fi configurate prin RRC sau indicate in mod explicit in planificat UCI recepţionat.

[0288] Pentru NX, feedback-ul „HARQ planificat/sondat" (B) poate consta din 2 biţi per proces HARQ. Acest feedback HARQ este transmis numai atunci cand UE este planificat pentru o transmisie UL normală, aşa cum se prezintă în Figura 34, care prezintă că rapoartele de feedback HARQ sondat sunt transmise in partea direct decodificabilă a transmisiilor normale de legătură ascendentă. De notat că blocul de transport dPDCH este protejat de un CRC şi, prin urmare, probabilitatea de a primi un raport de feedback HARQ sondat eronat este scăzut. Cei doi biţi de feedback pentru fiecare proces HARQ sunt:
Bit comutare NDI: indică dacă feedback-ul se referă la un pachet impar sau par din proces. Acest bit comută de fiecare dată când UE primeşte un indicator de date noi (NDI) în acordul pe legătura descendentă asociat cu acest proces HARQ.
Bitul ACK/NACK pentru procesul HARQ
[0289] Numărul maxim de procese HARQ este configurabil între N = {1, 2, 4, 8, 16, 32, 64} şi, prin urmare, un raport complet de feedback HARQ sondat este format din 2N biţi. Este posibilă utilizarea rapoartelor de feedback HARQ sondat mai mici, de exemplu, folosind scheme de raportare diferenţiale, de compresie sau parţiale. Vârsta raportului de feedback HARQ sondat este configurabilă (de exemplu, 1, 2, 3 sau 4 TTI-uri vechime).

2.2.8.2 Designul HARQ/ARQ pe legătura ascendentă

[0290] Pentru transmisiile de date planificate pe legătura ascendentă, feedback-ul HARQ nu este comunicat în mod explicit, dar este gestionat dinamic prin alocarea de acorduri pe legătura ascendentă cu acelaşi ID de proces şi cu un indicator de date noi (NDI), care este utilizat pentru a solicita retransmisii.
[0291] Pentru a susţine re-segmentarea, se poate adăuga un bit suplimentar în DCI, de exemplu, un indicator stare de recepţie (RSI), pentru a indica faptul că datele date într-un proces HARQ nu sunt livrate corect, ci este solicitat un bloc de transport nou.
[0292] Un eveniment de eroare majoră care poate apărea pentru HARQ pe legătura ascendentă este detectarea falsă a acordurilor de legătură ascendentă, ceea ce duce la o eliminare de către UE a datelor nelivrate. Cu toate acestea, probabilitatea de a produce multiple evenimente false de detectare în timp ce există date în memoria tampon a legăturii ascendente este foarte mică, având o dimensiune rezonabilă CRC şi spaţiu de căutare.
[0293] În cazul grupării TTI sau a planificării persistente a legăturii ascendente, UE include, de asemenea, ID-ul procesului în transmisia pe legătura ascendentă într-un UCI in interiorul dPDCH al legăturii ascendente. Un raport particular de feedback HARQ (similar cu mesajul de feedback sondat utilizat pentru HARQ al legăturii descendente) este trimis ca element de control MAC pe dPDCH al legăturii descendente.
[0294] Pe canalele bazate pe dispută ale legăturii ascendente, nu este necesar să fie susţinută combinarea soft a încercărilor de re-transmisie, motivul fiind că respectivele canalele bazate pe dispută se ciocnesc cu uşurinţă şi atunci memoriile tampon soft este posibil să fie foarte zgomotoase şi este mai bine să se elimine datele. În cazul în care această presupunere nu este valabilă, de exemplu, atunci când există un număr foarte mare de elemente de antenă, se poate utiliza o combinare soft.
[0295] Atunci când se transmite pe o resursă bazată pe dispută, UE ar trebui să includă un număr suplimentar de secvenţă, care este codat ca element de informaţie de control pe legătura ascendentă (UCI) în dPDCH pe legătura ascendentă. ARQ fără combinare soft este acceptat şi feedback-ul ARQ poate fi furnizat in acest caz intr-un mesaj de feedback separat intr-un element de control MAC. Cu toate acestea, în mod tipic, o transmisie pe bază de dispută pe legătura ascendentă este urmată de un DCI care conţine un acord pentru o transmisie planificată pe legătură ascendentă, care implicit conţine, de asemenea, feedback-ul ARQ pentru transmisia bazată pe dispută.

2.2.8.3 Memorii tampon HARQ soft dinamic

[0296] Mărimea memoriei tampon soft este o capacitate UE pentru NX. Un UE care susţine un anumit număr maxim de procese HARQ nu este necesar pentru a sprijini, de asemenea, combinarea pachetelor soft atunci când funcţionează cu o rată de date foarte mare. A se vedea Figura 35, care prezintă că numărul procesului HARQ pentru care UE realizează combinarea pachetelor soft poate depinde de dimensiunea pachetului.
[0297] Memoriile tampon soft pentru mai multe zeci de Gbps pot fi foarte mari şi, prin urmare, pot fi foarte scumpe. Memoriile tampon soft pentru rate mai mici sunt mici şi ieftine în comparaţie şi, prin urmare, UE poate le solicita pentru a sprijini combinarea soft în aceste situaţii. Utilizarea unei

memorii tampon soft foarte mare în dispozitiv ar trebui să fie opţională, de exemplu, ca un compromis cost-beneficiu. Avantajul îmbunătăţirii performanţei cu combinarea pachetelor soft în scenarii dificile (de exemplu, la marginea celulei cu rată mică) este semnificativ, în timp ce costul este încă rezonabil.

2.2.8.4 Arhitecturi de protocol ARQ multi-salt

[0298] Secţiunile 2.2.8.1 şi 2.2.8.2 au descris cum arată arhitectura de protocol ARQ dorită pentru NX intr-un scenariu cu un singur salt. Acum, intr-un scenariu multi-salt/auto-transport de trafic, sunt necesare câteva consideraţii suplimentare.

[0299] In primul rand, diferitele salturi dintr-un lanţ multi-salt/auto-transport de trafic pot avea caracteristici foarte distincte. Acestea pot diferi in termeni de unul sau mai multe, de exemplu:

Condiţii Calitate Legătură Radio (de exemplu, SINR, proprietăţi ale canalului, etc.)
Capabilităţi Rx/Tx (de exemplu, numărul de antene, puterea maximă Tx, formarea fasciculului, procedurile receptorului, capabilităţile de suprimare a interferenţelor, etc.)
Trafic şi rutare (de exemplu, numărul de utilizatori multiplexaţi, numărul de rute multiplexate, valoarea de stocare intermediară, etc.)
Configurare TDD (Dinamic)
etc.

[0300] Prin urmare, sunt de dorit mecanisme RRM per-salt (de exemplu, adaptarea legăturii, segmentarea, etc.). In particular, un mecanism ARQ per-salt - aşa cum este descris în Secţiunile 2.2.8.1 şi 2.2.8.2 este încă de dorit, aşa cum este discutat în continuare în această secţiune.

[0301] În al doilea rând, pe măsură ce numărul de salturi creşte, probabilitatea cumulativă de eşec in mecanismul ARQ per-salt, undeva de-a lungul lanţului multi-salt/auto-transport de trafic, creşte. De asemenea, cazurile de mobilitate clasică (de exemplu, UE se ataşează la un alt AP/RN - posibil, de asemenea, aparţinând altei ancore BS/CH) sau când calea către UE este redirecţionată (de exemplu, RN-uri în lanţul multi-salt/auto-transport de trafic este eliminat/adăugat) trebuie să fie contabilizat. În esenţă, într-un scenariu cu mobilitate şi/sau (H)ARQ per-salt pe deplin fiabile, se foloseşte un mecanism separat pentru a asigura fiabilitatea capăt la capăt. Spus simplu, încă un strat ARQ capăt la capăt este de dorit în aceste situaţii, aşa cum este discutat mai jos.

[0302] Există trei arhitecturi de protocol ARQ posibile pentru scenariile multi-salt/auto-transport de trafic:

Alt. 1 "HARQ/RLC ARQ per salt": Arhitectura ARQ cu un singur salt descrisă în secţiunile 2.2.8.1 şi 2.2.8.2 este utilizată pe fiecare salt - inclusiv HARQ, cât şi RLC ARQ.
Alt. 2 „ARQ RLC capăt la capăt”: Din nou, aceeaşi arhitectură ARQ cu un singur salt este utilizată pe fiecare salt ca in Alt. 1 de mai sus - dar acum cu HARQ şi fără RLC pe fiecare salt. Un RLC de nivel superior (inclusiv ARQ, segmentare, etc.) este plasat în schimb doar la nodurile de capăt, de exemplu, în BS şi UE.
Alt. 3 "ARQ RLC cu două straturi": Aceasta este în esenţă o combinaţie a celorlalte două arhitecturi ARQ, cu un ARQ cu un singur salt complet, incluzând HARQ şi RLC ARQ pentru fiecare salt şi - in plus - un RLC de strat superior suplimentar este plasat in plus in nodurile de capăt.
Alternativele enumerate mai sus sunt prezentate in Figura 36.

[0303] Argumente pro şi contra celor trei posibile arhitecturi de protocol ARQ menţionate mai sus, pentru comunicaţii multi-salt/auto-transport de trafic sunt prezentate in Tabelul 2 de mai jos.

Tabelul 2

	Alt. 1: ARQ per salt	Alt. 2: ARQ capăt la capăt	Alt. 3: ARQ cu două straturi
Pro	• Intarziere mică, rapid.	• Rezolvă argumentele contra ale Alt.1	• Pro Alt.1 + Pro Alt.2
	• Semnalizare de feedback mai redusă.		
Contra	• Nu gestionează bine erorile, redirecţionarea şi mobilitatea nodurilor releu.	• Pierde argumentele pro ale lui Alt.1	• Supraîncărcare suplimentară datorită a două straturi de protocol.
		• Dacă HARQ nu este 100% de incredere, retransmisii costisitoare	

	Alt. 1: ARQ per salt	Alt. 2: ARQ capăt la capăt	Alt. 3: ARQ cu două straturi
	• Toată mobilitatea UE necesită retransmisii PDCP de la punctul de capăt	de la punctul de capăt.	
		• Este necesară introducerea funcţionalităţii de segmentare în MAC.	
	• Trebuie să introducă livrarea în ordine in PDCP.		

[0304] Entitatea RLC care transmite intr-un punct de capăt (de exemplu, în BS sau UE) a stratului RLC capăt la capăt din Alt. 2 şi Alt. 3 de mai sus stochează intermediar fiecare pachet transmis până când acest lucru este recunoscut în mod pozitiv de entitatea receptor RLC (de exemplu, în UE sau BS), după ce este eliminat din memoria tampon. Entitatea RLC care transmite trebuie să aibă cronometrul de retransmisie ARQ setat în consecinţă în funcţie de întârzierea totală capăt la capăt, la entitatea RLC pereche de la celălalt punct de capăt, pentru a nu provoca retransmisii premature. Prin urmare, o valoare corespunzătoare a cronometrului poate fi estimată in diverse moduri, dar această procedură poate fi în mod evident greoaie în mediul care se modifică dinamic şi/sau în scenarii complexe de rutare. În astfel de cazuri, este mai bine dacă acest cronometru este dezactivat şi retransmisiile de la punctul de capăt sunt declanşate doar prin confirmări negative explicite de la entitatea RLC din punctul de capăt de recepţie.

[0305] Trebuie remarcat faptul că acest strat RLC capăt la capăt din Alt. 2 şi Alt. 3 de mai sus nu trebuie să fie neapărat un nou strat de protocol de sine stătător, ci ar putea face parte din PDCP. De fapt, mecanismele de retransmisie existente ale PDCP ar putea fi utilizate în scopul furnizării acestei fiabilităţi capăt la capăt dorite. Cu toate acestea, acest lucru este puţin problematic în ceea ce priveşte rutarea, aşa cum este discutat în Secţiunea 2.2.8.5 de mai jos.

[0306] Rezumând cele de mai sus, este clar că este benefic să se poată efectua retransmisii şi segmentare pe fiecare salt, ceea ce poate exclude Alt.1 ca un candidat adecvat - cel puţin în scenarii cu mobilitate, eventual redirecţionare sau cu un mecanism (H)ARQ per-salt care nu este complet fiabil. Mai mult decat atat, bazandu-se doar pe retransmisii in punctul final ca in Alt. 2, poate fi ineficient şi poate necesita segmentarea nivelului MAC (dacă se doreşte susţinerea re-segmentării per-salt). De aici şi Alt. 2 poate fi exclus ca un candidat potrivit. Astfel, ARQ-ul cu două straturi din Alt. 3 poate fi singura arhitectură posibilă şi generică suficient de potrivită pentru scenariile prevăzute.

[0307] Un ARQ releu este o versiune îmbunătăţită a arhitecturii ARQ cu două straturi din Alt.3 de mai sus, care integrează ARQ al stratului suplimentar RLC în stratul RLC releu per-salt, aşa cum se prezintă în Figura 37.

[0308] Un aspect al ARQ releu este acela că responsabilitatea de retransmisie temporară este delegată din nodul expeditor (nodul sursă sau nodul releu) într-o manieră treptată de la nod la nod până când, la final, unitatea de date este recepţionată la receptor. Totuşi, responsabilitatea finală de retransmisie rămâne în funcţie de nodul sursă (BS sau UE). Acest lucru este la fel cu ceea ce se întâmplă în Alt. 3.

[0309] Presupunerea iniţială pentru ARQ releu este, totuşi, că fiecare nod foloseşte aceeaşi secvenţă de numerotare, dimensiune PDU şi stare de protocol, etc., lucru care nu poate fi posibil pentru schimbarea dinamică a calităţii canalului pentru fiecare salt. Cu toate acestea, unele soluţii ar putea fi adoptate pentru a rezolva această problemă. Prin adăugarea unei tabele de mapare a relaţiilor de număr de secvenţă în nodul releu, funcţionalitatea de segmentare ar putea fi încă acceptată. În mod alternativ, mecanismul de re-segmentare existent al LTE ar putea fi utilizat, împreună cu unele posibile optimizări, de exemplu, pentru a atenua supraîncărcările cauzate de re-segmentări în multiple trepte. De exemplu, în anumite exemple de realizare, numai SDU RLC asamblate complet, şi nu segmente individuale ale acestora, sunt transmise pe următoarea legătură.

[0310] Indiferent dacă este folosită abordarea ARQ cu două straturi din Alt. 3 sau arhitectura ARQ releu, doar în punctele finale (de exemplu, BS şi UE) va fi folosită, acolo unde se utilizează livrarea in ordine a SDU-urilor RLC, in timp ce nodurile releu intermediare (RN) vor livra SDU-urile RLC diferit de secvenţă. Motivul pentru aceasta este că doar straturile de protocol superioare din punctele finale pot necesita o livrare în ordine a datelor, în timp ce necesitatea livrării în ordine in nodurile intermediare poate risca sub-utilizarea legăturilor. De asemenea, prin faptul că nu necesită livrare în ordine în fiecare nod intermediar, pachetul de date poate fi mapat liber pe mai multe căi, astfel realizându-se un echilibru de sarcină pe legăturile şi nodurile intermediare.

2.2.8.5 Luarea în considerare a rutării în L2 multi-salt

[0311] Alegerea de design pentru arhitectura de retransmisie pentru a sprijini rutarea multi-salt intr-o reţea multi-salt afectează designul ARQ. Aşa cum s-a discutat în Secţiunea 3.6.6, retransmisia se poate face pe L3/IP sau in L2, in care pentru releele LTE, de exemplu, rutarea se face pe stratul PDCP. Totuşi, pentru NX, stratul PDCP îşi are entităţile numai în nodurile ancoră, de exemplu, BS şi UE, dar nu şi în nodurile releu intermediare, deoarece altfel mecanismele de cifrare/securitate ale PDCP ar necesita o gestionare complexă a fiecărui astfel de nod releu. Prin urmare, problema este modul de a efectua rutarea în NX fără a avea un strat PDCP în fiecare nod.

[0312] O opţiune este aceea ca fiecare utilizator este gestionat separat pe toate salturile, de exemplu, sunt instituite entităţi de protocol separate în toate nodurile de pe traseu şi nu se face multiplexare intre utilizatori. Acest lucru este simplu din perspectiva unui strat de protocol, dar acoperă slab cu mulţi utilizatori şi multe salturi. De asemenea, procedurile L1 sunt complexe, deoarece fiecare nod releu trebuie să monitorizeze şi să proceseze separat datele pentru orice utilizator rutat prin nod.

[0313] O altă opţiune este ca rutarea să fie inclusă într-unul sau intre unul dintre straturile de protocol L2. Stratul în care este inclusă identitatea de rutare depinde de stratul schemei multi-salt. Aceasta ar putea fi realizată, de exemplu, în stratul suplimentar RLC introdus în Secţiunea 2.2.8.4 sau în abordarea ARQ cu două straturi (Alt. 3). Acest strat conţine apoi, în afară de funcţionalitatea RLC obişnuită, şi funcţionalitatea de rutare a PDCP, dar nu şi celelalte părţi ale PDCP, de exemplu, cifrarea/securitatea. Prin urmare, ar putea fi de dorit un context UE mic in fiecare nod releu, în plus faţă de ceea ce a fost arătat în Figura 36. În cazul în care se utilizează ARQ releu, RLC' poate fi pur şi simplu considerat ca stratul RLC de "rutare".

[0314] Figura 38 ilustrează o imagine de ansamblu asupra unei arhitecturi multi-salt pentru a sprijini rutarea releelor. După cum se prezintă în figură, în fiecare nod releu, informaţiile de rutare se bazează pe identificatorul PDCP şi sunt gestionate în stratul RLC. Acest lucru este posibil deoarece există un mecanism de rutare Strat 3, care asigură existenţa unor tabele de rutare actualizate in fiecare nod (releu).

2.2.9 Designul MAC pentru C-MTC

[0315] Serviciile de latenţă scăzută şi fiabilitate ridicată sunt descrise în continuare în Secţiunea 3.1. Aici, sunt discutate câteva consideraţii MAC suplimentare legate de C-MTC.

2.2.9.1 Planificare dinamică pentru C-MTC

[0316] Planificarea dinamică, ca în LTE de astăzi, este considerată ca o tehnică MAC de bază şi pentru C-MTC. Conform acestei scheme, staţia de bază (BS) atribuie blocuri de resurse diferiţilor utilizatori intr-o manieră dinamică (de exemplu, pe bază de necesitate). Acest lucru necesită semnalizare de control sub formă de solicitări de planificare (SR) şi acord de planificare (SG), care creşte, de asemenea, latenţa generală. Pentru a îndeplini cerinţele de latenţă şi fiabilitate pentru aplicaţiile C-MTC, planificarea dinamică implică unele modificări în comparaţie cu standardul LTE la nivelul stratului fizic, de exemplu, prin scurtarea TTI, diversitatea mare a antenelor, etc. Figura 39 prezintă o diagramă de semnalizare pentru planificarea dinamică. În planificarea dinamică, resursele sunt alocate în funcţie de necesitate, iar latenţa minimă realizabilă este egală cu trei TTI, presupunand intarzieri de procesare zero.

2.2.9.2 Acces instantaneu pe legătura ascendentă pentru C-MTC

[0317] Accesul instantaneu pe legătura ascendentă (IUA) este o formă de pre-planificare pentru a permite transmiterea pachetelor de date fără solicitări de planificare. Resursele sunt pre-rezervate în funcţie de cerinţele de latenţă, cantitatea şi tipul de trafic. IUA este optim pentru traficul periodic în care modelul de trafic este cunoscut şi astfel transmisiile IUA pot fi pre-configurate in consecinţă la nivelul MAC. Cu toate acestea, pentru a garanta latenţa deterministă pentru traficul sporadic, fiecare dispozitiv necesită resurse prealocate dedicate pentru a se asigura că mesajele de urgenţă, ori de câte ori apar, sunt întotdeauna transmise în termenele cerute. Aceasta înseamnă că resursele nu pot fi utilizate de alte dispozitive, deşi utilizarea lor reală prin datele sporadice (evenimente rare) este foarte scăzută. Pentru a creşte utilizarea resurselor, se poate utiliza un IUA bazat pe dispută (CB-IUA). CB-IUA permite partajarea aceloraşi resurse între două sau mai multe dispozitive. Deoarece utilizarea aceloraşi resurse de către cele două dispozitive poate duce la coliziuni de pachete, mecanismele de soluţionare a disputei devin obligatorii pentru a atinge

nivelurile de fiabilitate necesare în limitele de latenţă. Detectarea coliziunii se poate face folosind semnalele de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru a diferenţia utilizatorii. După ce a fost detectată o coliziune şi dispozitivele/utilizatorii implicaţi în coliziune au fost identificate, staţia de bază poate sonda individual dispozitivele pentru a obţine o fiabilitate mai mare. Mai mult, ordinea în care staţia de bază sondează utilizatorii poate fi ajustată în funcţie de cerinţele aplicaţiei, inclusiv nevoile de trafic şi prioritizarea. Procesul de rezolvare a disputei după o coliziune este prezentat in Figura 40.

[0318] Mai mult, riscul de coliziune in CB-IUA poate fi redus la minimum prin funcţionalităţi îmbunătăţite, cum ar fi gruparea inteligentă a dispozitivelor C-MTC. Gruparea se poate baza pe locaţia geografică, pe comportamentul funcţional sau pe aspectul modelului de transmisie. Reconfigurarea în timp a grupurilor poate fi, de asemenea, efectuată, odată ce un prag de coliziune specificat este depăşit.

2.2.9.3 Acces bazat pe dispută utilizând ascultă înainte de a vorbi pentru C-MTC

[0319] Această schemă se bazează pe binecunoscutul principiu de ascultă înainte de a vorbi (LBT). Pentru a evita furnizarea excesivă a resurselor pentru traficul care nu este atat de frecvent in cazurile de utilizare C-MTC, este disponibil un canal de acces bazat pe dispută (cPDCH). Cu toate acestea, lăţimea de bandă a resursei bazate pe dispută este alocată în funcţie de scenariu (de exemplu, numărul de dispozitive din reţea şi traficul generat, etc.), astfel încât cerinţele de latenţă pentru aplicaţiile C-MTC să fie îndeplinite.

[0320] Mai mult, un canal bazat pe dispută poate fi exploatat prin solicitarea de planificare (SR) pentru traficul cu cel mai bun efort sau orice alt trafic sporadic cu dimensiuni mari de sarcină utilă. În cazul traficului sporadic în timp real cu dimensiuni de sarcină utilă redusă (de exemplu, alarme), datele sporadice pot fi transmise direct pe canalul legăturii ascendente bazat pe dispută, folosind principiul LBT.

Astfel, pentru aplicaţiile C-MTC, decizia de a trimite sau nu date in timp real pe un canal al legăturii ascendente bazat pe dispută se ia în funcţie de dimensiunea datelor. Valoarea de lăţime de bandă necesară poate fi stabilită în timp sau ajustată în funcţie de încărcările de trafic, numărul de noduri şi probabilitatea de coliziune.

[0321] O alternativă avansată este de a partaja resursele canalelor bazate pe dispută cu alte canale. În conformitate cu această alternativă, toate resursele sunt considerate disponibile pentru dispută, cu excepţia cazului în care sunt rezervate. Staţia de bază, ca un controler central, gestionează toate resursele şi se asigură întotdeauna de disponibilitatea resurselor pentru dispută. Avantajul acestei îmbunătăţiri este de a reduce probabilitatea de coliziune între pachete prin creşterea numărului de canale în dispută disponibile. Cu toate acestea, necesită administrare suplimentară a resurselor pentru a coordona utilizarea resurselor intre dispozitive pe baza nivelurilor de prioritate. Mai mult, fiecare dispozitiv menţine tabelul de alocare a resurselor care reflectă resursele disponibile pentru dispută.

2.2.9.4 Mecanisme de sondare pentru C-MTC

[0322] Alocarea resurselor pentru C-MTC poate fi îmbunătăţită prin utilizarea binecunoscutului mecanism de sondare. Conform acestei scheme, o staţie de bază sondează dispozitivele şi ajustează frecvenţa sondării în funcţie de cerinţele aplicaţiei, numărul de dispozitive, nivelurile de prioritate şi rata de generare a datelor. Sondarea măreşte supraîncărcarea de control cerută în comparaţie cu IUA unde resursele sunt pre-configurate odată pentru mai multe transmisii.

[0323] O îmbunătăţire suplimentară a acestei scheme este sondarea de grup în care staţia de bază sondează simultan un grup de dispozitive. Numărul de dispozitive dintr-un grup particular depinde de disponibilitatea resurselor, numărul de dispozitive totale, latenţa şi cerinţele de trafic. Există două alternative de alocare a resurselor în sondarea de grup, aşa cum se prezintă în Figura 41, care prezintă sondarea de grup folosind tehnici de acces fără dispută (stânga) şi bazat pe dispută (dreapta). Conform acestor alternative, dispozitivele sondate ca un grup ar putea să-şi dispute fie resursa comună, fie utilizarea resurselor dedicate. Principalul avantaj al utilizării mecanismelor de sondare constă în natura lor deterministă. De asemenea, evită supra-furnizarea resurselor, ca in cazul IUA. Pe de altă parte, mecanismele de sondare necesită semnalizarea de control suplimentară sub formă de „sondaje".

2.2.10 Exemple de cazuri de utilizare

[0324] În scopul de a explica modul în care diferitele aspecte pentru soluţia NX L2 descrise în această sub-secţiune lucrează împreună, sunt prezentate exemple suplimentare.

2.2.10.1 Exemple de MIMO multi-utilizator

[0325] Figurile 42 şi 43 prezintă două exemple diferite de planificare MU-MIMO folosind DCI in afara benzii şi, respectiv, în bandă. În exemplul în afara benzii (şi în afara bandei) din Figura 42, toate DCI-urile sunt transmise pe PDCCH. Deoarece PDCCH trebuie să poarte un număr relativ mare de biţi, are nevoie de mai multe resurse. Echipamentele UE trebuie să efectueze mai multe încercări de decodare în orb, deoarece mai multe UE sunt multiplexate pe PDCCH. Deoarece PDCCH are de obicei nevoie să utilizeze puterea maximă, resursele PDCH care se suprapun cu resursele PDCCH nu pot fi utilizate. Livrarea DCI este costisitoare în comparaţie cu datele, deoarece in acest exemplu nu se utilizează o formare a fasciculului optimizată de UE.

[0326] Figura 43 prezintă un exemplu de planificare MU-MIMO folosind DCI în bandă şi în-fascicul pe canalul de date fizic direct decodificabil (dPDCH). Atunci cand DCI sunt transmise in schimb în fascicul şi în bandă, ca în Figura 43, pe resursele planificate, resursa PDCCH poate fi realizată mult mai mică. Acest lucru lasă, de asemenea, mai multe resurse disponibile pentru PDCH. DCI este transmis pe un spaţiu de căutare extins dinamic în interiorul canalului de date planificat. Atât canalele de date fizice direct decodabile, cât şi cele re-transmisibile (dPDCH şi rPDCH) folosesc aceleaşi semnale de referinţă pentru demodulare care sunt formate în fascicul către fiecare UE în parte. Livrarea informaţiilor de control este mai ieftină, deoarece beneficiază de câştigul reţelei de antene. De asemenea, spaţiul de căutare UE poate fi redus, întrucât nu este nevoie să suporte multiplexarea utilizatorilor pe canalul de control dPDCH dedicat.

2.2.10.2 Exemplu de caz de utilizare a reciprocităţii

[0327] Suportul pentru MIMO masiv reciproc şi operarea TDD dinamic este un aspect important al NX. Acest caz de utilizare este baza exemplelor furnizate mai jos.

[0328] Începând cu un exemplu cu transfer de date pe legătura descendentă care susţine formarea de fascicule MIMO masive reciproce, aşa cum se prezintă în Figura 44, nodul care deserveşte utilizează PDCCH pentru a programa o transmisie de semnale de referinţă reciproce (RRS) de la terminalul mobil. Mai mult, PDCCH conţine un DCI cu o extensie dinamică de spaţiu de căutare. Transmisia RRS trebuie să acopere lăţimea de bandă a transmisiei PDCH pe legătura descendentă, pentru a permite formarea fasciculului bazată pe reciprocitatea canalului.

[0329] Ca răspuns la transmisia RRS, staţia de bază transmite PDCH, cuprinzând o parte directă (dPDCH) şi o parte re-transmisibilă (rPDCH). Terminalul mobil găseşte un DCI în dPDCH care indică formatul transmisiei şi care conţine, de asemenea, un acord pentru transmiterea unui răspuns.

[0330] Primul răspuns pentru legătura ascendentă cuprinde un nou RRS şi un feedback rapid ACK/NACK. Deoarece RRS trebuie să acopere lăţimea de bandă a canalului legăturii descendente, costul includerii informaţiilor suplimentare într-un dPDCH este, in multe cazuri, neglijabil. Prin urmare, primul răspuns cuprinde, de obicei, feedback suplimentar, cum ar fi feedback-ul CSI, măsurătorile MRS şi/sau informaţii despre feedback-ul HARQ bogat.

[0331] Pentru a doua transmisie DL, UE este deja configurat pentru a căuta DCI în dPDCH şi nu este necesar niciun mesaj explicit pentru a permite UE să caute acolo. A doua transmisie de feedback din acest exemplu cuprinde, de asemenea, feedback de nivel superior (feedback TCP şi/sau feedback RLC). Acesta este transmis ca date pe legătura ascendentă într-un camp rPDCH. In plus faţă de ACK/NACK rapid, dPDCH poate conţine, de asemenea, un raport de feedback HARQ mai mare (notat ACK/NACK sondat în exemplu), precum şi feedback suplimentar (CSI, BSR, etc.).

[0332] De notat că în legătura descendentă, dPDCH este plasat la începutul transmisiei, în timp ce pe legătura ascendentă, dPDCH este plasat la sfârşitul transmisiei. Acest lucru este pentru a permite UE să proceseze şi să genereze feedback-ul pe care il introduce in dPDCH-ul pe legătura ascendentă.

[0333] Figura 45 prezintă un exemplu corespunzător de transmisie de date pe legătura ascendentă, pentru o formare de fascicul MIMO masiv reciproc. In acest exemplu, UE este configurat mai intai cu un RRS mic şi un spaţiu de căutare dinamic asociat pentru un dPDCH al legăturii descendente. Cand UE are date de transmis, trimite un RRS pe resursa pre-acordată. Acest RRS serveşte implicit ca o solicitare de planificare şi permite, de asemenea, staţiei de bază să trimită primul dPDCH al legăturii descendente utilizând o formare de fascicul bazată pe reciprocitate. Transmisiile acordate pe legătura ascendentă includ un RRS (utilizat de asemenea pentru

demodularea canalului pe legătura ascendentă), un PDCH re-transmisibil şi un PDCH direct la final. Transmisiile pe legătura descendentă includ un PDCH direct care conţine acordul UL (cu feedback implicit HARQ) şi o solicitare suplimentară de feedback care trebuie transmisă de UE. Transmisiile pe legătura descendentă includ, de asemenea, un PDCH re-transmisibil care conţine in primul rand feedback de nivel superior.

2.3 Stratul fizic al interfeţei radio

2.3.1 Schema de modulare

[0334] Rezumatul secţiunii: NX foloseşte OFDM ca schemă de modulare în UL şi DL, incluzând posibil şi un mod PAPR scăzut (de exemplu, DFTS-OFDM) pentru operarea cu PAPR scăzut eficient energetic şi OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre pentru amestecarea în domeniul frecvenţei a numerologiilor. De notat că o „numerologie", aşa cum este utilizat aici termenul, se referă la o combinaţie particulară între lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor OFDM, lungimea prefixului ciclic şi lungimea sub-cadrelor. Termenul lăţime de bandă a sub-purtătoarelor, care se referă la lăţimea de bandă ocupată de o singură sub-purtătoare, este direct legat de, şi este uneori utilizat în mod interschimbabil, cu distanţarea sub-purtătoarelor.

[0335] Schema de modulare a NX este prefixul ciclic OFDM, atât pentru UL, cât şi pentru DL, ceea ce permite un design al legăturii mai simetric. Având în vedere gama de operare mare NX, sub 1 GHz până la 100 GHz, numerologii multiple pot fi acceptate pentru diferite regiuni de frecvenţă, a se vedea Secţiunea 2.3.2.3. OFDM este o alegere bună pentru NX, deoarece se combină foarte favorabil cu schemele cu mai multe antene, o altă componentă semnificativă în NX. In OFDM, fiecare bloc de simboluri este foarte bine localizat in timp, ceea ce face ca OFDM să fie foarte atractiv pentru rafale scurte de transmisie, importante pentru diverse aplicaţii MTC. OFDM nu asigură o izolare la fel de bună între sub-purtătoare, precum o fac unele scheme bazate pe bancuri de filtre; cu toate acestea, împărţirea în ferestre sau filtrarea în sub-bandă asigură o izolare suficientă între sub-benzi (de exemplu, nu sub-purtătoarele individuale, ci colecţiile de sub-purtătoare), acolo unde este necesar.

[0336] Secţiunea 2.3.3 prezintă că pentru unele cazuri de utilizare, amestecarea diferitelor numerologii OFDM este benefică. Amestecarea numerologiilor OFDM se poate face fie în domeniul timp, fie in domeniul frecvenţei. Secţiunea 2.3.3 prezintă că pentru amestecarea datelor MBB şi a datelor MTC extrem de critice la latenţă pe aceeaşi purtătoare, amestecarea în domeniu de frecvenţă a numerologiilor OFDM este benefică. Amestecarea în domeniul frecvenţă poate fi implementată folosind OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre. Figura 46a prezintă o diagramă bloc a OFDM filtrat/împărţit în ferestre. În acest exemplu, ramura superioară foloseşte 400-1100 de sub-purtătoare înguste (16.875 kHz). Ramura inferioară foloseşte 280-410 sub-purtătoare largi (67,5 kHz) care corespund celor 1120-1640 sub-purtătoarelor înguste. Figura 46b prezintă maparea ramurilor superioară şi inferioară pe planul timp-frecvenţă. Pe parcursul duratei de timp a IFFT mare (2048 eşantioane), sunt efectuate patru IFFT-uri mici (512 eşantioane).

[0337] În OFDM Filtrat, sub benzile sunt filtrate pentru a reduce interferenţele faţă de alte sub-benzi. În OFDM Împărţit în ferestre, începutul şi sfârşitul simbolurilor OFDM sunt înmulţite cu o fereastră de domeniu de timp lină (OFDM obişnuit utilizează o fereastră dreptunghiulară care acoperă lungimea unui simbol OFDM incluzând prefixul ciclic) reducând întreruperile la tranziţiile de simboluri şi îmbunătăţind astfel desfăşurarea spectrului. Acest lucru este arătat în Figura 47, care ilustrează modul în care începutul şi sfârşitul unui simbol OFDM sunt înmulţite cu o fereastră în domeniul timp lină.

[0338] În exemplul de amestecare în domeniul frecvenţă a numerologiilor OFDM prezentate în Figura 46, ramura inferioară utilizează numerologia cu patru de ori mai multe sub-purtătoare drept ramura superioară, de exemplu, 16,875 kHz şi 67,5 kHz pentru ramura superioară şi inferioară, respectiv (vezi Secţiunea 2.3.2.3 pentru numerologiile susţinute). În acest exemplu, ambele ramuri utilizează aceeaşi rată orară după procesarea IFFT şi pot fi adăugate direct. Cu toate acestea, într-o realizare practică, acest lucru poate să nu fie valabil; mai ales dacă una dintre numerologii se întinde pe o lăţime de bandă mult mai restrânsă decât cealaltă procesare cu o rată de eşantionare mai mică.

[0339] În timp ce OFDM filtrat este posibil, OFDM împărţit în ferestre este preferat datorită flexibilităţii sale mai mari.

[0340] Filtrarea sub-bandă sau împărţirea în ferestre (atât la transmiţător, cât şi la receptor) şi benzile de protecţie sunt de dorit pentru a suprima interferenţa inter-sub-purtătoare, deoarece sub-purtătoarele cu numerologii diferite nu sunt ortogonale între ele. În plus faţă de filtrarea sub bandă sau împărţirea în ferestre, filtrarea pe întreaga lăţime a benzii de transmisie este de asemenea de

dorit, pentru a îndeplini cerinţele dorite de emisie în afara benzii. O bandă de protecţie de 12 sub-transportoare cu bandă îngustă permite un SNR de 20+ dB pe toate sub-purtătoarele, în timp ce o bandă protecţie de 72 de transportoare cu bandă îngustă permite un SNR de 35+ dB pe toate sub-purtătoarele. Pentru a evita pierderile inutile ale benzii de protecţie, OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre poate fi limitat la două blocuri adiacente de numerologii diferite. În măsura în care OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre este suportat de standardul NX, fiecare dispozitiv NX - chiar şi un dispozitiv care susţine doar o singură numerologie - ar trebui să susţină transmiterea şi recepţionarea filtrării/împărţirii în ferestre, deoarece ar putea opera pe o purtătoare NX care operează cu numerologii mixte (datorită complexităţii scăzute a împărţirii în ferestre este rezonabil să se presupună că fiecare UE poate implementa împărţirea în ferestre). Pe de altă parte, un nod de reţea trebuie să suporte OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre, dacă susţine amestecuri de cazuri de utilizare care necesită o amestecare în domeniul frecvenţă a numerologiilor. De notat că nu sunt necesare specificaţii detaliate privind împărţirea în ferestre sau filtrarea sub bandă, ci mai degrabă cerinţe de performanţă pentru a testa implementarea aleasă. Filtrare sub-benzii şi împărţirea în ferestre pot fi, de asemenea, amestecate la transmiţător şi la receptor.

[0341] OFDM poate include, de asemenea, un mod PAPR scăzut, cum ar fi DFTS-OFDM. OFDM este utilizat pentru a maximiza performanţa, în timp ce modul PAPR scăzut ar putea fi utilizat în realizarea nodurilor (atât eNB, cât şi UE) în care raportul de putere maximă la medie (PAPR) al formei de undă este important din perspectiva hardware, de exemplu, la frecvenţe foarte mari.

2.3.2 Structura cadrului şi numerologia

[0342] Rezumatul secţiunii: La nivelul stratului fizic, unitatea minimă de transmisie este un sub-cadru. Transmisiile mai lungi pot fi realizate prin agregarea sub-cadrelor. Acest concept permite un TTI variabil, pentru o transmisie dată, TTI corespunde lungimii sub-cadrului sau lungimii agregatului de sub-cadre în cazul agregării sub-cadrelor.

[0343] Sunt definite trei lăţimi de bandă ale sub-purtătoarelor pentru a acoperi domeniul de operare de la 1 GHz până la 100 GHz şi spaţiul pentru cazurile de utilizare largă.

[0344] NX susţine atât FDD, cât şi TDD dinamic. Chiar dacă nu este relevant pentru primele versiuni ale NX, conceptul este extensibil la duplexarea completă, în particular la staţia de bază, pe măsură ce tehnologia de duplexare completă devine mai matură.

2.3.2.1 Structura cadrului

[0345] Stratul fizic NX, aşa cum este descris aici, nu are cadre, ci doar sub-cadre. Este posibil ca conceptul de cadre să poată fi introdus ulterior. Sunt definite două tipuri de sub-cadre, unul pentru UL şi unul pentru DL. Aceste tipuri de sub-cadre sunt identice atât pentru FDD, cât şi pentru TDD. Figura 48 prezintă tipurile de sub-cadre de bază, unde Tsf este durata sub-cadrului. TDL şi TUL sunt duratele de transmisie activă în DL şi, respectiv, UL. Un sub-cadru constă din Nsymb simboluri OFDM (vezi Tabelul 3), dar nu toate simbolurile dintr-un sub-cadru sunt intotdeauna utilizate pentru transmisia activă. Transmisia într-un sub-cadru DL incepe de la inceputul sub-cadrului şi se poate extinde de la 0 până la cel mult Nsymb simboluri OFDM (mai târziu este posibilă începerea unei transmisii într-un sub-cadru DL pentru operaţiunea ascultă inainte de a vorbi). Transmisia intr-un sub-cadru UL se opreşte la sfârşitul sub-cadrului şi se poate extinde de la 0 până la cel mult Nsymb simboluri OFDM. Golurile - dacă sunt prezente - sunt utilizate in TDD pentru transmisie in sens invers intr-un sub-cadru, aşa cum este explicat mai jos.

[0346] Figura 49 prezintă modul în care aceste două tipuri de sub-cadre construiesc împreună structura cadrului pentru FDD şi TDD. Figura 49a prezintă structura cadrului pentru TDD. În sub-cadre cu transmisie UL în final, transmisia DL se opreşte mai devreme. Figura 49b prezintă structura cadrului pentru transmisia TDD UL, în timp ce Figura 49c prezintă structura cadrului pentru FDD. TA este valoarea avansului de timp cu care cantitatea de transmisie UL precede transmisia DL. TGP, DU şi TGP, UD sunt perioade protecţie necesare pentru comutarea DL → UL şi UL → DL în TDD, respectiv. Este important să de notat că atât sub-cadrele DL, cât şi UL există simultan - pe durata fiecărui sub-cadru Tsf există atât un sub-cadru DL, cât şi unul UL, chiar dacă nici o transmisie nu poate avea loc într-o direcţie duplex (pentru a evita transmiterea şi recepţia simultană în TDD şi emiţătoarele-receptoare semi-duplex). Cu această definiţie, transmisiile UL apar numai in sub-cadre UL şi transmisiile DL numai în sub-cadre DL. Acest lucru simplifică specificaţia, deoarece un sub-cadru este transmis numai de la un singur nod.

[0347] Aşa cum se prezintă în Figura 49a, structura cadrului permite, de asemenea, o transmisie UL la sfarşitul unei durate de sub-cadru greu DL prin oprirea transmisiei DL din timp, aşa cum s-a explicat anterior. La minim, transmisia DL trebuie să oprească două simboluri OFDM înainte de a

se incheia sub-cadrul pentru a găzdui perioadele de protecţie necesare pentru comutatorul duplex şi transmisia UL în sine. Această transmisie UL poate fi folosită pentru feedback-ul rapid ACK/NACK, dar şi pentru alte informaţii UL, cum ar fi CQI, RRS şi o cantitate mică de date de utilizator. În FDD, de exemplu, aşa cum se prezintă în Figura 49c, ACK/NACK rapid este trimis la sfârşitul următorului sub-cadru UL pentru a permite utilizarea completă a sub-cadrului DL şi pentru a menţine o structură comună cu TDD. Chiar şi pentru TDD, timpul de procesare pentru decodarea şi pregătirea unui ACK/NACK este foarte scurt, astfel incat transmisia ACK/NACK rapid în următorul sub-cadru UL este acceptată. Dacă deciziile ACK/NACK se pot baza pe semnale de referinţă recepţionate care sunt transmise timpuriu în sub-cadrul DL, feedback-ul rapid ACK/NACK la sfârşitul sub-cadrului UL este posibil şi pentru FDD. De notat că NX, pe lângă ACK/NACK rapid, oferă şi un mecanism ACK/NACK planificat pentru a recunoaşte mai multe transmisii; vezi Secţiunea 2.2.8.1.

[0348] Figura 49b prezintă (pentru TDD) o durată de sub-cadru care conţine doar UL. Perioada de protecţie necesară este generată lăsând gol începutul de sub-cadru UL.

[0349] Figura 49 prezintă, de asemenea, cel mai timpuriu moment posibil pentru re-transmisie. Pentru TDD, in principiu, ar putea fi posibilă planificarea unei re-transmisii deja în următorul sub-cadru DL. Cu toate acestea, avand in vedere intarzierile de decodare reale la un eNB, acest lucru este imposibil; cea mai timpurie posibilitate de re-transmisie practică este, prin urmare, în sub-cadrul DL următor. Este important să subliniem că, pentru NX atât în direcţia DL, cât şi în cea UL, se foloseşte un protocol ARQ hibrid asincron, unde re-transmisiile sunt planificate la un moment arbitrar, următorul sub-cadru DL fiind cel mai devreme posibil moment de transmisie. Pentru FDD, cea mai timpurie posibilitate de re-transmisie este un sub-cadru mai tarziu decat in TDD, din cauza intarzierii ACK/NACK. Pentru a se potrivi cu intarzierea de retransmisie a TDD, se poate utiliza un avans de timp extra-mare, ceea ce ar oferi eNB suficient timp pentru a programa o re-transmisie în următorul sub-cadru DL.

[0350] Exemplul din Figura 49a prezintă o transmisie DL urmată de o transmisie UL pentru, de exemplu, ACK/NACK rapid. Cu toate acestea, aceeaşi structură principală se aplică chiar dacă inceputul unei durate de sub-cadru este utilizat pentru controlul DL şi partea rămasă pentru protecţie şi UL. Controlul DL la început ar putea, de exemplu, să conţină un acord UL; cu toate acestea, in majoritatea cazurilor, acordul UL ar fi valabil pentru următorul sub-cadru UL. Dacă acordul ar fi valabil pentru actualul sub-cadru UL, acest lucru ar presupune un timp de pregătire extrem de scurt la UE, iar in cazul FDD ar fi, de asemenea, o pierdere de resurse, deoarece inceputul de sub-cadru UL ar fi gol. Vezi Figura 50 pentru un exemplu. Aşa cum se prezintă în Figura 50, un acord UL transmis la inceputul unui sub-cadru DL este de obicei valabil pentru următorul sub-cadru UL. Dacă acordul ar fi valabil pentru sub-cadrul UL curent, inceputul de sub-cadru UL este gol. Pentru aplicaţii extrem de critice la întârziate, cum ar fi anumite cazuri de utilizare C-MTC, poate fi luată în considerare valabilitatea acordului pentru acelaşi sub-cadru UL.

[0351] Durata unui singur sub-cadru este foarte scurtă. În funcţie de numerologie, durata poate fi de câteva sute de µs sau chiar mai puţin de 100 µs, în cazul extrem, chiar mai puţin de 10 µs; vezi Secţiunea 2.3.2.2 pentru mai multe detalii. Sub-cadrele foarte scurte sunt importante pentru dispozitivele C-MTC care necesită latenţă scurtă, iar astfel de dispozitive verifică în mod normal semnalizarea de control transmisă la începutul fiecărui sub-cadru DL. Avand in vedere caracterul critic al latenţei, transmisia în sine poate fi, de asemenea, foarte scurtă, de exemplu, o singură sub-cadru.

[0352] Pentru dispozitivele MBB, de obicei nu sunt necesare sub-cadre extrem de scurte. Prin urmare, este posibil să se cumuleze mai multe sub-cadre şi să se planifice agregatul de sub-cadre folosind un singur canal de control. Vezi Figurile 49b şi 49c şi Figura 50 pentru exemple. Agregarea sub-cadrelor este acceptată în DL şi în UL; datorită limitărilor duplex complet, sub-cadrele UL şi DL (agregate) nu se pot suprapune. Un singur bloc de transport (ignorând MIMO şi posibilitatea de a avea două blocuri de transport mapate în dPDCH şi rPDCH; vezi Secţiunea 2.2.2.1) este mapat intr-un agregat de sub-cadre şi confirmarea recepţiei corecte se face pentru agregatul de sub-cadre şi nu pentru sub-cadre individuale. Acest lucru reduce, de asemenea, supraîncărcările dacă ACK/NACK rapid este utilizat în particular pentru TDD, deoarece acum o transmisie ACK/NACK rapid (plus perioada de protecţie) apare doar o dată pe agregat de sub-cadre şi nu o dată pe sub-cadru.

[0353] Multiplexarea sub-cadrelor individuale şi agregarea sub-cadrelor este acceptată. În DL, atunci cand sub-cadre individuale se suprapun cu agregate de sub-cadre şi echipamentele UE care primesc sub-cadre individuale ar trebui să le recunoască folosind ACK/NACK rapid, agregatul de sub-cadre ar trebui să conţină goluri de transmisie care să permită recepţia UL la eNB.

2.3.2.2 Multiplexarea datelor şi controlului

[0354] Când este prezent, Canalul de Control Fizic pe Legătura Descendentă (PDCCH) începe la inceputul unui sub-cadru DL (ulterior inceperea unei transmisii intr-un sub-cadru DL, este posibilă operaţiunea ascultă înainte de a vorbi; pentru mai multe detalii despre ascultă înainte de a vorbi, vezi Secţiunea 3.8.4). PDCCH se extinde de preferinţă pe 1 simbol OFDM în timp, dar se poate extinde până la Nsymb simboluri (adică până la un sub-cadru). PDCCH poate programa canalul de date fizic (PDCH) în acelaşi şi următorul sub-cadru pentru DL şi PDCH în următorul sub-cadru pentru UL. PDCCH poate sau nu să poată planifica UL al aceluiaşi sub-cadru.

[0355] PDCH poate cuprinde mai multe sub-cadre DL. Acesta poate incepe cu intarziere intr-un sub-cadru DL dacă timpul este multiplexat cu PDCCH, altfel începe la începutul unui sub-cadru DL. Pentru TDD, acesta se poate încheia înainte de sfârşitul unui sub-cadru DL, pentru a activa transmisiile UL la sfârşitul sub-cadrului.

[0356] Figura 51 ilustrează exemple de multiplexare a datelor şi control pentru legătura descendentă în numerologie de 67,5 kHz. Configuraţia din dreapta jos nu este susţinută.

[0357] PDCH şi PDCCH pot ocupa diferite părţi ale benzii şi trebuie astfel să fie independente în raport cu semnalele de referinţă. Vezi Figura 52, care prezintă un exemplu de mapare a controlului şi a datelor la resursa fizică. Este de dorit un mecanism de gestionare a resurselor canalului de control pentru un utilizator dat care se suprapune cu resursele de date pentru un alt utilizator. Chiar dacă PDCCH şi PDCH planificat în DL s-ar suprapune intotdeauna in domeniul frecvenţei, PDCCH care suprapune alţi utilizatori DL PDCH poate apărea pentru acordul UL.

[0358] Pentru legătura ascendentă şi TDD, o transmisie PDCH poate începe cu întârziere într-un sub-cadru UL pentru a crea o perioadă de protecţie pentru comutatorul DL-UL; in FDD, o transmisie PDCH incepe de la inceputul unui sub-cadru UL. O transmisie se încheie la sfârşitul unui sub-cadru UL. Informaţiile de control ale legăturii ascendente sunt transmise în ultimele simboluri OFDM ale unui sub-cadru UL, pe dPDCH (vezi Secţiunea 2.2.2.1) şi/sau PUCCH. Este posibilă multiplexarea în frecvenţă a controlului şi a datelor.

2.3.2.3 Numerologia

[0359] Este cunoscut faptul că robusteţea unui sistem OFDM faţă de zgomotul de fază şi comutarea Doppler creşte odată cu lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor. Cu toate acestea, sub-purtătoarele mai largi implică durate mai scurte ale simbolului, care - împreună cu o lungime constantă a prefixului ciclic per simbol - au ca rezultat o supraîncărcare mai mare. Prefixul ciclic ar trebui să corespundă răspândirii întârzierii şi este astfel dat de implementare. Prefixul ciclic necesar (în µs) este independent de lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor. Lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor „ideală" menţine încărcarea prefixului ciclic cât mai scăzută posibil, dar este suficient de largă pentru a oferi o robusteţe suficientă la zgomotul Doppler şi de fază. Deoarece ambele efecte Doppler şi zgomot de fază cresc odată cu frecvenţa purtătoarei, lăţimea de bandă necesară a sub-purtătoarelor într-un sistem OFDM creşte cu o frecvenţă mai mare a purtătoarei.

[0360] Având în vedere gama largă de funcţionare de sub 1 GHz până la 100 GHz, este imposibil să se utilizeze aceeaşi lăţime de bandă a sub-purtătoarelor pentru intervalul complet de frecvenţă şi să se păstreze o încărcare generală rezonabilă. În schimb, trei lăţimi de bandă ale sub-purtătoarelor acoperă intervalul de frecvenţă al purtătoarei de sub 1 până la 100 GHz.

[0361] Pentru a permite durate de sub-cadru de la câteva 100 µs folosind numerologia LTE (pentru frecvenţele LTE), un sub-cadru ar trebui să fie definit doar drept câteva simboluri OFDM. Cu toate acestea, în LTE, durata simbolurilor OFDM incluzând prefixul ciclic variază (primul simbol OFDM dintr-o fereastră are un prefix ciclic uşor mai mare) ceea ce ar duce la variaţii de durată de sub-cadru. (Duratele de sub-cadru variabile, în practică nu sunt o problemă semnificativă şi ar putea fi gestionată. În LTE, lungimea variabilă a prefixului ciclic duce la estimări de eroare de frecvenţă ceva mai complicate.) In mod alternativ, un sub-cadru ar putea fi definit ca o fantă LTE, ceea ce duce la durate de sub-cadru de 500 µs. Totuşi, aceasta este considerată prea lungă.

[0362] Prin urmare, chiar şi pentru frecvenţele LTE este descrisă aici o nouă numerologie. Numerologia este apropiată de numerologia LTE, pentru a permite aceleaşi implementări ca LTE, dar oferă sub-cadre de 250 µs. Lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor este 16.875 kHz. Pe baza acestei lăţimi de bandă a sub-purtătoarelor sunt derivate mai multe alte numerologii: 67,5 kHz pentru aproximativ 6 până la 30/40 GHz sau implementări dense (chiar şi la frecvenţe inferioare) şi 540 kHz pentru frecvenţele foarte înalte. Tabelul 3 prezintă cei mai importanţi parametri ai acestor numerologii, de exemplu fs: Frecvenţa de ceas, Nsymb: Simboluri OFDM per sub-cadru, Nsf. eşantioane per sub-cadru, NOFDM: Dimensiune FFT, Ncp: lungimea prefixului ciclic în eşantioane, Tsf: durata sub-cadrului, TOFDM: Durata simbolului OFDM (excluzand prefixul ciclic) şi Tcp: durata prefixului ciclic). Tabelul 3 se bazează pe o dimensiune FFT de 4096 şi o

frecvenţă de ceas de 34,56 MHz pentru a permite acoperirea lăţimilor mari de bandă ale purtătoarelor. Numerologiile propuse nu se bazează pe frecvenţa de ceas LTE (30,72 MHz), ci pe 16,875/15-30,72 MHz = 9 / 830,72 MHz = 9 x 3,84 MHz = 34,56 MHz. Acest ceas nou se referă printr-o relaţie întreagă (fracţională) atât la ceasurile LTE, cât şi la WCDMA şi poate fi astfel derivat din acestea.

Tabelul 3

Lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor	16.875 kHz, CP normal	16.875 kHz, CP lung	67.5 kHz, CP normal	67.5 kHz, CP lung	540 kHz, CP normal
Scenariul principal	<□6 GHz	<□6 GHz SFN transmis.	□6 până la 30-40 GHz sau implementare densă	Întârziere scăzută în implementările cu arie largă	> 30-40 GHz
fs in MHz	69.12 = 2?34.56		276.48 = 2?138.24		2212 = 2?1105.92
Nsymb	4	3	4	7	4 (este posibil un număr mai mare)
Nsf	17280	17280	17280	34560	17280
NOFDM	4096	4096	4096	4096	4096
Ncp	224	1664	224	4?848, 3?832	224
Supraîncărcare CP în %	5.5	40.6	5.5	20.5	5.5
Tsf în µs	250	250	62.5	125	7.81
TOFDM în µs	59.26	59.26	14.82	14.82	1.85
Tcp în µs	3.24	24.07	0.81	3.01	0.10
TOFDM + Tcp în µs	62.5	83.33	15.625	17.86	1.95
Lăţimea maximă a benzii purtătoarelor în MHz	60	60	250	250	2000

[0363] De notat că numerologiile pentru implementări pot varia de la cele enumerate în Tabelul 3. In particular, numerologiile cu prefixe ciclice lungi pot fi ajustate.

[0364] Figura 53 ilustrează mai multe exemple de numerologii.

[0365] Tabelul 3 prezintă că durata simbolului OFDM şi durata de sub-cadru scad odată cu lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor, ceea ce face ca numerologiile cu sub-purtătoarele mai largi să fie adecvate pentru aplicaţia cu latenţă scăzută. Lungimea prefixului ciclic scade, de asemenea, odată cu lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor, limitând configuraţiile mai largi de sub-purtătoare la implementări dense. Aceasta poate fi compensată printr-o configuraţie lungă a prefixului ciclic, cu preţul creşterii supraîncărcării. Cu alte cuvinte, sub-cadrele mai scurte şi astfel latenţele sunt disponibile mai eficient în celulele mici decât în celulele mari. În practică, cu toate acestea, este de aşteptat ca multe aplicaţii critice cu privire la latenţă implementate în aria largă (şi astfel necesită un prefix ciclic mai mare de 1 µs) nu necesită durate de sub-cadru mai mici de 250 µs. În rarele cazuri în care implementările în arie largă necesită durate mai mici de sub-cadru, poate fi utilizată lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor de 67,5 kHz - cu prefixul ciclic lung, dacă este nevoie. Numerologia de 540 kHz oferă sub-cadre şi mai scurte.

[0366] Lăţimile de bandă de canal maxime ale diferitelor numerologii sunt, aproximativ, 60 MHz, 240 MHz şi 2 GHz pentru 16.875 kHz, 67.5 kHz şi respectiv 540 kHz numerologie (presupunand o dimensiune FFT de 4096). Lăţimile de bandă mai largi pot fi obţinute prin agregarea purtătoarelor.

[0367] Secţiunea 2.3.1 descrie amestecarea numerologiilor diferite pe aceeaşi purtătoare, folosind OFDM Filtrat/Împărţit în ferestre. Una dintre motivaţii este de a obţine o latenţă mai mică pentru o parte a sub-purtătoarelor. Amestecarea numerologiilor pe o purtătoare TDD ar trebui să respecte natura semi-duplex a TDD - capacitatea de transmitere şi recepţie simultană a unui emiţător-receptor nu poate fi asumată. Cea mai frecventă comutare duplex în TDD este astfel limitată de cea mai ”lentă” numerologie dintre cele utilizate simultan. O posibilitate este aceea de a permite

comutarea duplex pe baza celei mai rapide numerologii de sub-cadru atunci când este nevoie şi de a accepta pierderea transmisiei în curs de desfăşurare pe legătura inversă.

2.3.3 Canalele fizice, legătura descendentă

[0368] Rezumatul secţiunii: Canalul ancoră fizic (PACH) este utilizat pentru distribuţia AIT. Designul PACH susţine detectarea oarbă a numerologiilor utilizate. PACH susţine formarea fasciculului şi/sau repetarea pentru a îmbunătăţi bugetul legăturilor.

[0369] Canalul de control fizic al legăturii descendente (PDCCH) programează canalul de date fizic (PDCH). PDCCH acoperă doar o fracţiune din lăţimea de bandă a sistemului şi are propriile semnale de referinţă pentru demodulare care permit formarea fasciculului specifică pentru utilizator.

Tabelul 4: Canalele fizice in NX

Canal	Scop
Canalul ancoră fizic (PACH)	Distribuie AIT
Canal de control fizic al legăturii descendente (PDCCH)	Programează PDCH şi poate declanşa transmisii de semnal de referinţă şi rapoarte CQI

2.3.3.1 Canalul fizic (PACH ancoră)

[0370] AIT poate fi distribuit prin PDCH sau prin PACH, în funcţie de starea UE. Vezi Figura 54, care prezintă maparea AIT pe canalele fizice. Tabelul AIT comun (C-AIT) este difuzat periodic in PACH aşa cum este introdus în secţiunea 2.2.2.2. În această secţiune, sunt descrise procesarea semnalului de transmisie, formatul de transmisie şi detectarea posibilă în orb a PACH.

În secţiunea 3.2, sunt discutate diferite implementări ale modului de distribuire a C-AIT. Deoarece UE nu ştie despre desfăşurare, designul PACH ar trebui să funcţioneze în toate configuraţiile posibile.

O imagine de ansamblu a procedurii de procesare a transmisiei PACH este prezentată în Figura 55. Sunt acceptate dimensiuni flexibile de sarcină utilă; completarea este folosită pentru a potrivi dimensiunea sarcinii utile, inclusiv CRC la unul dintre {200, 300, 400} biţi. Dacă este necesar, acest set poate fi extins. Simulările cu aceste dimensiuni ale sarcinii utile arată că codificarea Turbo este mai bună decât codificarea convoluţională pentru codarea canalului. Cu toate acestea, designul specific de codare pentru PACH poate fi luat în considerare împreună cu codificarea utilizată pentru MBB, pentru a armoniza schemele de codare.

[0371] Datele codate sunt mapate în simboluri QPSK şi precodificate DFT pentru a obţine o formă de undă PAPR scăzută. Semnalul precodificat este mapat într-un grup predefinit de sub-purtătoare. Difuzarea/fasciculele largi sunt preferate pentru transmisie. Cu toate acestea, in unele scenarii, transmisia omnidirecţională nu oferă acoperirea necesară şi ar trebui să se susţină baleierea fasciculului in domeniul timp, ceea ce ar fi transparent pentru terminale.

[0372] Diferite formate de transmisie (număr diferit de sub-cadre) sunt definite pentru a se adapta diferitelor dimensiuni de sarcină utilă. Blocul de transmisie PACH de bază pentru o sarcină utilă dată constă din N_{sf}^{PACH} sub-cadre adiacente şi N_{sc}^{PACH} sub-purtătoare adiacente. Pentru a fi similară cu lăţimea de bandă LTE PBCH (1,08MHz), dacă este implementată numerologia distanţării sub-purtătoarelor de 16,875 kHz, $N_{sc}^{PACH} = 72, 1.215\text{MHz}$, este selectat aici. Dacă această lăţime de bandă este prea mare şi nu poate fi transmisă într-o lăţime de bandă de canal de 1,4 MHz, poate fi selectată un N_{sc}^{PACH} mai mic.

[0373] Pentru a suporta dimensiuni flexibile de sarcină utilă fără semnalizare suplimentară, N_{sf}^{PACH} este configurat implicit conform unui tabel de mapare predefinit. UE detectează în orb formatul de transmisie (numărul de sub-cadre N_{sf}^{PACH}) şi extrage dimensiunea sarcinii utile din numărul de sub-cadre detectat. Sunt definite trei formate diferite - unul pentru fiecare dimensiune a sarcinii utile ilustrate mai sus - constand din 4, 6 şi 8 sub-cadre. Semnalele de referinţă, fiecare ca secvenţă predefinită, sunt introduse în primul Simbol OFDM din fiecare pereche de sub-cadre, de exemplu {primul, al treilea}, {primul,

al treilea, al cincilea} şi {primul, al treilea, al cincilea, al şaptelea} sub-cadre pentru formate conţinând 4, 6 şi 8 sub-cadre. În Figura 56 este ilustrată o schemă de mapare a resurselor PACH cu patru sub-cadre. Echipamentele UE pot detecta in orb modelul semnalului de referinţă şi poate obţine formatul de transmisie şi dimensiunea sarcinii utile.

[0374] Pentru a suporta mai multe fascicule analogice, o durată de timp absolută fixă, de exemplu, 10 ms, este rezervată fasciculelor de baleiere. De notat că pentru TDD, nodul care transmite nu poate primi nicio transmisie UL în această perioadă de timp. Astfel, o schemă mai flexibilă poate fi utilizată pentru TDD. Numărul maxim de fascicule suportate depinde de formatul de transmisie utilizat şi de numerologie, deoarece ambii parametri determină durata blocului de transmisie PACH de bază. Blocul de transmisie PACH de bază poate fi, de asemenea, repetat în cadrul unui fascicul, pe durata obţinerii câştigului de repetiţie, pe lângă câştigul de formare a fasciculului fiecărui bloc.

[0375] Schemele de mapare a resurselor sunt proiectate pentru a se potrivi cu numerologiile din Secţiunea 2.3.2.3. Designul actual pentru a garanta rata de codare a fiecărei numerologii este de aproximativ 0,1, similar cu valoarea LTE PBCH fără repetarea blocului.

[0376] Întrucât UE nu poate avea informaţii a priori despre numerologia care este utilizată pentru transmisia PACH, trebuie să detecteze în orb numerologia. Pentru a minimiza complexitatea, numărul de numerologii posibile ar trebui să fie mic, de exemplu, cuplat la banda de frecvenţă. Pentru partea inferioară a intervalului 1-100 GHz, atât numerologiile de 16.875 kHz, cât şi 67.5 kHz sunt relevante şi pot fi utilizate pentru distribuţia AIT. Pentru gama medie şi mare pentru 1-100 GHz, 67,5 kHz şi 540 kHz sunt, respectiv, numerologiile preferate. Mai multe numerologii susţin prefixul ciclic normal şi extins. Designul PACH permite detectarea în orb a lungimii prefixului ciclic, deşi prefixul ciclic lung ar putea fi preferat în unele cazuri, de exemplu, dacă este utilizată o reţea cu frecvenţă unică (SFN) pentru distribuţia AIT.

[0377] Cuplarea numerologiei AIT pentru fiecare bandă de frecvenţă la un singur candidat - astfel încât pentru o frecvenţă dată întotdeauna aceeaşi numerologie este utilizată pentru transmisia AIT - oferă beneficii în ceea ce priveşte decodarea în orb, dar pe de altă parte forţează suportul purtătoarelor cu numerologii mixte (o numerologie pentru AIT şi o numerologie utilizată pentru celelalte transmisii pe purtătoare) cu impact de design mare şi, prin urmare, este posibilă, dar nu este de preferat.

2.3.3.2 Canalul control fizic al legăturii descendente (PDCCH)

[0378] Canalul de control fizic al legăturii descendente (PDCCH) poartă informaţii de control al legăturii descendente, DCI. DCI include, dar nu se limitează la, planificarea informaţiilor pentru PDCH, atât pe legătura ascendentă, cât şi pe legătura descendentă. Un canal PDCCH conţine, de asemenea, semnale de referinţă pentru demodulare, identitatea utilizatorului (explicit sau implicit, de exemplu, mască CRC) şi CRC pentru validare.

[0379] Figura 57 prezintă Exemple de unitate minimă de alocare PDCCH (CCE) şi dimensiunile maxime de sarcină utilă DCI (excluzând un CRC pe 16 biţi) atunci când este utilizat 16-QAM. RS sunt introduse în grupuri de frecvenţă pentru a facilita răspândirea porturilor de antenă.

[0380] PDCCH este transmis, de preferinţă, în primul simbol OFDM într-un sub-cadru NX DL, un PDCCH multi-simbol poate fi prevăzut, dacă este de dorit, din punct de vedere al capacităţii şi/sau al acoperirii. Un PDCCH este transmis intr-o parte a spectrului. Mărimea acestei părţi depinde de condiţiile canalului şi de dimensiunea sarcinii utile. Mai multe canale PDCCH pot fi transmise, multiplexate în frecvenţă sau/şi multiplexate în spaţiu în acelaşi simbol OFDM. Resursele de spaţiu/frecvenţă neutilizate pentru transmisia PDCCH pot fi utilizate pentru transmisia PDCH.

Dimensiuni de sarcină utilă

[0381] PDCCH este de preferinţă definit pentru un număr mic de dimensiuni de mesaje pentru a limita complexitatea decodării în orb. Dacă ar fi de dorit un set mai mare de dimensiuni de sarcină utilă, este posibil să fie definite dimensiuni suplimentare de mesaje sau să se folosească completarea la următoarea dimensiune mai mare a mesajului PDCCH.

Modulaţia QPSK şi chiar 16-QAM sunt prevăzute ca formate de modulare pentru PDCCH. Resursele de timp/frecvenţă sunt alocate în unităţile de control canal (CCE). Dimensiunea CCE este conectată la dimensiunile mesajelor. Mărimea CCE trebuie să fie astfel încât rata maximă a codului să fie de 4/5 pentru cel mai înalt indice de modulare. În cazul 16 QAM, 40 biţi, acest lucru se traduce prin maxim (5□40/4/4) = 13 RE. Alternativ, poate fi setată o dimensiune CCE fixă, de exemplu, 18 RE, care se traduce intr-o dimensiune de mesaj = minim (18)□4□4/5) = 56 biţi, incluzand CRC.

[0382] Resursele aparţinând unui singur CCE sunt păstrate ca un set adiacent, localizat, de sub-purtătoare, incluzând semnalele de referinţă pentru demodulare. Agregatele de CCE sunt utilizate pentru a îmbunătăţi acoperirea şi/sau pentru a transporta sarcini utile mari. Termenul „nivel de agregare" se referă la numărul de CCE alocate unui singur PDCCH. Nivelul de agregare este de aşteptat să fie puteri de doi, de la unu până la 32. Agregatele CCE sunt frecvenţe adiacente, adică localizate.

[0383] PDCCH este codat în canal folosind codul convoluţional LTE. După codarea canalului, datele sunt amestecate, folosind o secvenţă similară de amestecare la fel ca pentru ePDCCH în LTE.

[0384] PDCCH conţin CRC al corpului de mesaj, amestecat cu o identitate specifică UE. UE detectează un PDCCH dacă CRC dezamestecat al unui mesaj decodificat coincide.

[0385] DCI in LTE are un CRC-16 ataşat (CCITT-16). Probabilitatea de detectare pierdută a CRC de a nu detecta o eroare, de exemplu, intr-un DCI pe 48 de biţi poate fi legat superior la 4.3e-4. In ceea ce priveşte cerinţele C-MTC privind probabilitatea de detectare pierdută, se poate observa, având în vedere că punctul de operare BLER este atât de scăzut şi că se presupune că C-MTC utilizează aproape deloc retransmisiile, în cazul în care detectarea ratată ar duce la o eroare de bloc rezidual, o probabilitate de detectare pierdută de 4.3e-4 apare acceptabilă.

[0386] Probabilitatea de alarmă falsă pentru detectarea unui CRC care se potriveşte într-o poziţie de spaţiu de căutare în care nu s-a transmis niciun DCI, însă UE doar primeşte zgomot, poate fi bine aproximată prin Pfals = 2-16 = 1.5E - 5 pentru un CRC-16. Pentru N poziţii de spaţiu de căutare, probabilitatea creşte la primul ordin cu factorul N, pentru Pfals mici. Efectele posibile ale alarmelor false sunt diferite pentru acordurile DL şi UL. În cel mai rău caz, când UE încetează să mai caute după primul CRC corelat, probabilitatea de alarmă falsă cauzată de zgomotul aleatoriu poate duce la un BLEP la fel de mare, care pentru CRC-16 este cu 1.5E-5 cu mult mai mare decat ţinta extremă C-MTC din 1E-9. Pentru CRC-24, probabilitatea de alarmă falsă este cu 6E-8 încă prea mare. Pentru a ajunge la BLEP < 1E-9, este necesar CRC-30. CRC-32 ar permite 4 poziţii de spaţiu de căutare la BLEP < 1E-9.

[0387] Mai mult, trebuie luată în considerare probabilitatea de alarmă falsă pentru detectarea unui CRC corelat pe un DCI cu un CRC XORed cu un alt RNTI. Acest Pfals depinde de numărul de RNTI utilizate şi de DCI-urile transmise intr-un sub-cadru.

[0388] In fiecare sub-cadru, BS poate apela un anumit UE printr-un set predefinit de posibile canale PDCCH. Fiecare PDCCH posibil este denumit candidat, iar setul (cu dimensiunea) este denumit spaţiu de căutare. UE evaluează toţi candidaţii dintr-un sub-cadru, livrând candidaţi validaţi la niveluri de protocol superioare. Spaţiul de căutare este limitat prin limitarea numărului de dimensiuni de sarcină utilă, niveluri de agregare şi alocări de frecvenţă

[0389] Toţi candidaţii PDCCH într-un spaţiu de căutare sunt în frecvenţa dintre sub-cadre. Saltul este controlat de o secvenţă pseudo-aleatorie.

[0390] Spaţiul implicit de căutare PDCCH este transmis în numerologia fundamentală a sub-purtătoarelor. Poate fi transmis odată cu formarea fasciculului, dar de obicei este de aşteptat să nu. Spaţiul implicit de căutare este utilizat în principal atunci când BS are cunoştinţe limitate sau deloc despre condiţiile canalului şi/sau pentru mesaje comune. Din acest motiv, candidaţii de spaţiu de căutare impliciţi poartă de obicei sarcini utile mici la niveluri ridicate de agregare.

[0391] Spaţiile de căutare specifice UE pot fi utilizate atunci când sunt cunoscute condiţiile canalului. În cazul numerologiilor mixte, numerologia PDCCH ar face parte din definiţia spaţiului de căutare. Poate fi de dorit o cantitate considerabilă de flexibilitate pentru a sprijini diferitele cazuri de utilizare. Configurabilitatea include, dar nu se limitează la, ordinea de modulare, dimensiunea CRC, numerologia, configuraţia DRX, dimensiunile mesajelor, etc. Nivelurile de agregare ale candidaţilor specifici UE pot fi configurate în funcţie de condiţiile canalului. Pentru aplicaţiile critice în ceea ce priveşte latenţa, un terminal poate fi configurat cu resurse PDCCH în fiecare sub-cadru, în timp ce terminalele care operează mai puţine aplicaţii critice în ceea ce priveşte latenţa nu au resurse PDCCH configurate în fiecare sub-cadru.

2.3.4 Canalele fizice, legătura ascendentă

[0392] Rezumatul secţiunii: Canalul fizic de control pe legătura ascendentă (PUCCH) este utilizat pentru transmiterea informaţiilor ACK/NACK rapide şi este transmis în ultimele simboluri OFDM ale unui sub-cadru UL.

Tabelul 5: Canale fizice in NX

Canal	Scop

Canal	Scop
Canalul de control al legăturii ascendente (PUCCH)	Folosit pentru feedback rapid ACK/NACK şi, eventual, alte informaţii de control UL.

2.3.4.1 Canalul de control al legăturii ascendente (PUCCH)

[0393] Acest canal conţine feedback rapid ACK/NACK şi, eventual, alte informaţii de control UL. De notat că poate fi posibilă eliminarea necesităţii acestui canal fizic, transmiţând în schimb sarcina sa utilă folosind dPDCH. Scopul principal al dPDCH este de a transmite informaţii despre planificare şi feedback-ul CQI, iar sarcina lor utilă este modelată ca blocuri de transport. dPDCH include protecţie CRC pentru a permite detectarea erorilor. Acest format poate fi potrivit pentru feedback-ul rapid ACK/NACK (constand de obicei doar din câţiva biţi), astfel încât generalizarea dPDCH este suficientă, mai degrabă decât folosirea unui nou canal fizic, PUCCH.

Design PUCCH

[0394] În ceea ce priveşte sarcina utilă PUCCH, se presupune a fi până la aproximativ 10 biţi. Această dimensiune a sarcinii utile este derivată din HARQ ACK/NACK. Se presupune că un singur sau câţiva biţi (valori soft) sunt folosiţi pentru a furniza HARQ ACK/NACK pentru un singur bloc de transport. Presupunerea că un singur PUCCH poate fi utilizat pentru câteva blocuri de transport duce la asumarea a aproximativ 10 biţi ACK/NACK.

[0395] Mai mult decât atât, diversitatea de transmisie de ordin doi este presupusă pentru PUCCH atât pentru echipamentele UE MBB, cât şi pentru cele C-MTC. Dacă un echipament UE are mai mult de două antene de transmisie, acestea pot fi utilizate pentru o diversitate extinsă de transmisie şi/sau o formare a fasciculului (de dorit cel puţin la frecvenţe mai mari). Cu toate acestea, unele UE M-MTC pot suporta doar o antenă de transmisie. Prin urmare, chiar şi formatele PUCCH cu 1 antenă ar trebui să fie susţinute.

[0396] Procedura ACK/NACK rapid este benefică pentru ratele mari de date, deoarece permite adaptarea rapidă a legăturilor şi timpii scurţi de întoarcere. Pentru a activa feedback-ul ACK/NACK rapid în acelaşi sub-cadru, PUCCH este plasat la sfârşitul sub-cadrului; vezi Secţiunea 2.3.2.1. La minim, regiunea de control PUCCH constă dintr-un simbol OFDM, cu toate acestea, câteva simboluri OFDM pot fi alocate PUCCH pentru acoperire extinsă. Prin urmare, luând în considerare structura cadrului din NX, 1 până la 3 sau chiar 4 simboluri OFDM sunt alocate pentru PUCCH (datorită avansului de sincronizare, primul simbol dintr-un sub-cadru UL se suprapune cu ultimul simbol al unui sub-cadru DL şi ar trebui să fie gol, cel puţin dacă PUCCH este trimis imediat după datele DL). Canalul PUCCH multifuncţional poate fi, de asemenea, luat în considerare.

[0397] Poziţia frecvenţei a PUCCH ar putea fi implicit dată de atribuirea DL şi de alte informaţii potenţiale disponibile la UE; semnalizarea suplimentară ar putea fi redusă la minimum. Candidaţii care obţin locaţia domeniului de frecvenţă PUCCH sunt, de exemplu, modul în care se transmite planificare PDCCH, locaţia de frecvenţă a PDCH sau identitatea UE. Pe de altă parte, aceasta introduce cuplarea între DL şi UL, care ar putea fi nedorite în ceea ce priveşte rezistenţa viitoare.

[0398] PUCCH cu mai multe simboluri pentru o acoperire îmbunătăţită se poate baza pe răspândirea blocurilor de tip PUCCH cu un singur simbol pe mai multe simboluri. Pentru a îmbunătăţi capacitatea, mai multe UE cu aceeaşi durată PUCCH pot partaja aceleaşi resurse de frecvenţă folosind coduri diferite de răspândire a blocurilor (coduri de acoperire ortogonale). Aceasta implică faptul că UE care utilizează PUCCH cu lungimea egală trebuie să fie grupate.

[0399] PUCCH este transmis cu aceeaşi numerologie ca UL PDCH.

TDD specifice

[0400] Aşa cum se prezintă în Figura 49a, ACK/NAK rapid necesită o transmisie PUCCH aliniată la sfârşitul unui sub-cadru UL, ceea ce duce la pierderea capabilităţii DL în cazul TDD. Perioadele de protecţie înainte şi după transmisiile UL sunt, de asemenea, necesare pentru a se adapta timpilor de comutare, cel puţin o durată a simbolului OFDM este împărţită ca timp de protecţie înainte şi după transmisia UL. UE are nevoie de un timp minim pentru a decodifica datele şi pentru a pregăti un ACK/NACK Rapid; dacă timpul de procesare dat de timpul de protecţie este prea scurt pentru a furniza ACK/NACK Rapid la sfârşitul sub-cadrului curent, feedback-ul poate fi transmis la sfârşitul unui sub-cadru ulterior.

2.3.5 Canalele fizice, comune

[0401] Rezumatul secţiunii: Canalul de date fizic (PDCH) există atât în UL cât şi în DL. Acesta poate fi configurat diferit pentru a suporta diferite tipuri de sarcină utilă şi moduri de transmisie.

[0402] Codarea canalului pentru MBB se poate baza pe coduri polare; cu toate acestea, pot fi de asemenea utilizate coduri LDPC cuplate spaţial şi prezintă performanţe similare. Pentru C-MTC, sunt preferate codurile convoluţionale cu muşcătură de coadă datorită decodării simple şi performanţei bune pentru lungimea blocului mic.

Tabelul 6: Canalele fizice in NX

Canal	Scop
Canal de date fizic (PDCH)	Un UE poate fi configurat cu mai multe PDCH. PDCH poate fi configurat diferit pentru a sprijini transmiterea datelor şi informaţiile de control.

2.3.5.1 Canal de date fizic (PDCH)

[0403] PDCH este planificat prin DCI conţinut într-un PDCCH, PDCH sau printr-un acord semi-persistent şi există pe DL, UL şi pe o legătură secundară (legătura între dispozitive sau între nodurile eNB). PDCH poate conţine date despre utilizatori, DCI, CSI, feedback ARQ-hibrid şi mesaje de control de nivel superior. Pentru PDCH există diferite scheme de codare a canalului. De exemplu, codurile convoluţionale sunt utilizate pentru sarcini mici cu cerinţe de fiabilitate ridicate (de exemplu, MTC critic), în timp ce codurile de canale cu performanţe mai mari sunt utilizate pentru cuvintele de cod cu dimensiuni de sarcină utilă mai mari şi cerinţe de fiabilitate mai mici (de exemplu, MBB). Pentru mai multe detalii, vezi Secţiunea 2.3.5.

[0404] Datele pe PDCH pot fi protejate printr-o schemă de retransmisie, care poate fi dezactivată pentru anumite configuraţii PDCH. PDCH cu opţiunea de retransmisie (tot poate fi dezactivat) este rPDCH (retransmisibil), în timp ce PDCH fără opţiunea de retransmisie este (direct) dPDCH. Vezi Secţiunea 2.2.2.1 pentru mai multe detalii despre dPDCH şi rPDCH. Un PDCH poate conţine zero sau un dPDCH şi zero sau un rPDCH.

[0405] Resursele timp-frecvenţă PDCH şi formatul de transmisie sunt specificate în informaţiile de planificare. PDCH acoperă unul sau mai multe sub-cadre şi locaţia frecvenţei sale şi lăţimea de bandă sunt variabile (aşa cum este specificat în informaţiile de planificare). Pe legătura ascendentă, intr-un PDCH care conţine atât un dPDCH, cât şi un rPDCH, dPDCH este mapat la ultimul simbol(uri) OFDM al unui sub-cadru UL, deoarece informaţiile de control UL sunt transmise la sfârşitul unui sub-cadru UL. Pe legătura descendentă, într-un PDCH care conţine atât un dPDCH, cât şi un rPDCH, dPDCH este mapat la primul simbol(uri) OFDM al unui sub-cadru DL, deoarece informaţiile de control DL sunt transmise la începutul unui sub-cadru DL. In general, simbolurile de modulare sunt mapate în frecvenţă mai întâi în resursele de frecvenţă planificate pentru elementele de resurse care nu sunt utilizate în alte scopuri. Intercalarea în timp nu este acceptată, deoarece acest lucru împiedică începerea timpurie a decodării.

[0406] PDCH foloseşte aceeaşi numerologie ca cea utilizată de acordul de planificare.

Tabelul 7: Configuraţiile PDCH

Tip	Comentariu
Informaţii de control L1/L2 şi CSI	Mapat pe dPDCH. Configurat cu codarea canalului pentru sarcini utile mici, fără ARQ hibrid
Mesagerie şi răspuns de acces aleatoriu	Mapat pe dPDCH. Fără ARQ-hibrid, semnal de sincronizare autonom
MBB	Mapat pe rPDCH. Configurat cu coduri de canal performante şi ARQ-hibrid
C-MTC	Mapat pe dPDCH sau rPDCH. Configurat cu coduri convoluţionale şi adesea fără ARQ hibrid
Bazat pe dispută	Configurat pentru a permite accesul bazat pe dispută

Mesagerie şi răspuns acces aleatoriu

[0407] În această configuraţie, sincronizarea fină nu se poate baza pe semnalul de Secvenţă Semnături (SS), ci necesită o sincronizare proprie şi un semnal de referinţă (pentru susţinerea punctelor de transmisie non co-localizate ale SS şi răspuns acces aleatoriu sau mesagerie şi/sau ponderi de antenă diferite). Mesageria şi răspunsul acces aleatoriu pot utiliza aceeaşi configuraţie PDCH. Mesageria şi răspunsul de acces aleatoriu sunt transmise pe dPDCH.

MBB

[0408] Există diferite configuraţii pentru diferite moduri MIMO, de exemplu, MIMO bazat pe reciprocitate sau MIMO bazat pe feedback. Codarea canalului se poate baza pe coduri polare sau pe coduri LDPC cuplate spaţial. Datele MBB sunt mapate în rPDCH.

C-MTC

[0409] Codificarea canalului în această configuraţie este codarea convoluţională. Datorită cerinţelor stricte de latenţă, ARQ-hibrid poate fi dezactivat. Datele C-MTC sunt mapate in rPDCH sau dPDCH. Pentru a obţine o rată scăzută de eroare a blocurilor, fără a epuiza bugetul legăturilor disponibile, diversitatea faţă de atenuare este importantă. Diversitatea poate fi obţinută prin intermediul diversităţii spaţiale, utilizând mai multe antene de transmisie şi recepţie sau diversitate de frecvenţă folosind mai multe blocuri de resurse de coeficienţi de atenuare independenţi. Din cauza latenţei scăzute, este totuşi imposibil de exploatat diversitatea în timp. Mai mult, in cazul transmisiei şi diversităţii de frecvenţă, codurile de canal trebuie să aibă suficientă distanţă minimă Hamming sau distanţă liberă pentru a profita din plin de diversitate.

2.3.5.2 Codarea canalului pentru PDCH

[0410] Rezumatul secţiunii: Pentru MBB, codurile LDPC cuplate spaţial (SC) şi codurile polare sunt candidaţi atractivi. Ambele asigură un debit mai mare pentru lungimi de blocuri moderate până la mare, au o complexitate mai mică per biţi de informaţii transmise şi furnizează o capacitate de decodare substanţial mai mare decât codurile Turbo.

[0411] Pentru C-MTC scurt - şi deci complexitate scăzută – decodarea este importantă. Codurile convoluţionale LTE îndeplinesc cerinţele C-MTC w.r.t. fiabilitate şi latenţă.

MBB

[0412] Standardul LTE implementează coduri Turbo datorită performanţelor lor remarcabile - abordează capacitatea într-un interval de 1 dB pe canalele generale. Cu toate acestea, recentele progrese în teoria codificării canalului au adus două clase de coduri de canale care - spre deosebire de codurile Turbo - realizează probabil capacitatea pentru lungimi de bloc foarte mari: 1) Coduri LDPC cuplate spaţial (SC) şi 2) coduri polare. Aceste două clase de coduri depăşesc codurile Turbo din mai multe aspecte şi sunt astfel cei mai atrăgători candidaţi pentru sistemele 5G MBB.

[0413] Mai jos sunt prezentate câteva avantaje ale codurilor polare şi codurilor SC-LDPC faţă de codurile Turbo:

Ambele coduri polare şi SC-LDPC au un debit mai mare pentru lungimi de bloc moderate până la mari n (n >□ 2000 pentru codurile polare). Diferenţa de performanţă comparativ cu codurile Turbo creşte cu cât n devine mai mare.

Pentru lungimi scurte de bloc (n~256), codurile polare depăşesc toate celelalte clase de coduri cunoscute, inclusiv codurile Turbo şi codurile SC-LDPC.

Codurile polare au o complexitate mai mică de codificare şi decodare per bit de informaţie transmis (şi, în consecinţă, eficienţă energetică mai mare) în comparaţie cu codurile LDPC şi Turbo.

Codurile SC-LDPC au un nivel scăzut de eroare. Codurile polare nu au un minim de eroare.

Atât codurile polare, cât şi codurile SC-LDPC au o capacitate de decodare substanţial mai mare în biţi/s obţinută la ieşirea decodorului [Hon15b].

O scurtă imagine de ansamblu a acestor două clase de coduri este prezentată mai jos.

2.3.5.2.1 Coduri LDPC şi coduri LDPC cuplate spaţial (SC)

[0414] Codurile LDPC obişnuite cu gradul constant al nodului variabil şi gradul nodului de verificare au fost propuse pentru prima dată de Gallager în 1962. Ele sunt asimptotic bune in sensul că distanţa lor minimă creşte liniar cu lungimea blocului atunci când gradul de nod variabil

este ales pentru a fi mai mare decât 2. De exemplu, Figura 58a prezintă o reprezentare grafică a matricei de verificare a parităţii a unui cod LDPC (3,6) – obişnuit pentru o lungime de bloc 6 cu grad de nod variabil 3 şi grad de nod de verificare 6, unde cercurile negre reprezintă noduri variabile şi cercurile albe reprezintă nodurile de verificare. Datorită utilizării decodificării iterative suboptime, totuşi, performanţele lor sunt mai slabe decât codurile Turbo în aşa-numita regiune de cascadă, ceea ce le face improprii pentru aplicaţiile cu putere limitată, aşa cum se întâlnesc de obicei în reţelele celulare.

[0415] Există două îmbunătăţiri de design care permit adoptarea codurilor LDPC in mai multe standarde de comunicaţie. În primul rând, codurile LDPC neregulate optimizate, cu o varietate de grade diferite de noduri, prezintă performanţa de apropiere a capabilităţii în regiunea de cascadă şi pot obţine performanţe mai bune decât codurile Turbo în această regiune. Al doilea este construirea pe bază de protograf a codurilor LDPC neregulate. S-a observat că codurile LDPC neregulate bazate pe protograf au adesea performanţe mai bune decât cele neregulate nestructurate cu distribuţii de acelaşi grad. În ciuda succesului lor, codurile LDPC neregulate, spre deosebire de codurile LDPC obişnuite, sunt în mod normal supuse unui minim de eroare, adică o aplatizare a curbei de eroare a bitului (BER) care produce performanţe slabe la rapoarte SNR ridicate, ceea ce le face indezirabile în aplicaţii precum stocarea datelor, MTC critic şi aşa mai departe.

[0416] Codurile LDPC cuplate spaţial (SC-LDPC), propuse de Felstrom şi Zigangirov, sunt prima clasă de coduri care obţin capacitatea universală pentru o clasă mare de canale cu codificare şi decodare de complexitate redusă. Ele sunt construite pur şi simplu pornind de la o secvenţă de coduri LDPC independente (regulate), care sunt apoi interconectate prin dispersia marginilor pe blocuri la diferite momente de timp (a se vedea Figura 58c). Codurile SC-LDPC combină cele mai bune caracteristici ale codurilor LDPC neregulate şi regulate bine optimizate într-un singur design: obţinerea capacităţii şi creşterea liniară a distanţei minime. Mai mult, aceste coduri sunt foarte potrivite pentru decodarea cu fereastră culisantă, îmbunătăţind astfel latenţa de decodare. Cu toate acestea, performanţele lor sunt mai slabe decât cele ale codurilor LDPC neregulate bine optimizate la lungimi de blocuri scurte şi intermediare ($n < 1000$) şi la rata de eroare a blocului ţintă de 0,01 sau mai puţin, unde minimul de eroare poate deveni o problemă semnificativă.

2.3.5.2.2 Coduri polare

[0417] Codurile polare, propuse de Arikan, sunt prima clasă de coduri constructive care ating capacitatea simetrică (Shannon) (capacitatea pentru simbolurilor de intrare binare cu distribuţie simetrică) a canalului fără memorie discretă cu intrare binară folosind un codificator de complexitate redusă şi un decodor de anulare succesivă de complexitate mică. În centrul codurilor polare se află fenomenul de polarizare a canalului, prin care n instanţe identice şi independente ale unui anumit canal sunt transformate intr-un alt set de canale care sunt fie canale fără zgomot (cu capacitate apropiată de 1), fie canale cu zgomot pur (cu capacitate apropiată de 0) pentru lungimi mari de bloc asimptotic. Mai mult, fracţia canalelor „bune" se apropie de capacitatea simetrică a canalului iniţial. Un cod polar cuprinde apoi trimiterea de biţi de informaţie pe canalele bune, în timp ce blochează intrarea către canalele proaste cu valori fixe (de obicei zerouri) cunoscute de receptor. Transformarea pe un bloc de n instanţe de canal se obţine prin cuplarea recursivă a două blocuri de canale transformate de dimensiune $n/2$. Acest lucru este ilustrat in Figura 59, care prezintă structura recursivă de codare a codurilor polare. (Liniile întrerupte înclinate sunt prezentate numai pentru ilustrarea operaţiunilor de comutare). Drept urmare, procesul de codificare a codurilor polare cuprinde aplicaţii recursive ale unei operaţii simple de comutare utilizată frecvent în FFT şi astfel pot fi implementate eficient cu o complexitate de calcul care creşte numai în ordinea $n \log n$.

[0418] În teorie, codurile polare pot obţine cele mai bune performanţe posibile (capacitatea Shannon) doar cu un simplu decodor de anulare succesivă. Cu toate acestea, în practică, codurile polare necesită un decodor succesiv modificat (decodor de listă) pentru a obţine performanţe comparabile sau chiar mai bune decât codurile LDPC de ultimă generaţie. Într-un decodor de listă, cerinţele de memorie se scalează liniar cu dimensiunea listei L (de obicei de ordinul 30) şi dimensiunea blocului n (in ceea ce priveşte SC-LDPC şi Turbo), în timp ce cerinţele de calcul cresc drept $Ln \log n$.

2.3.5.2.3 Compararea codurilor de canal

[0419] Tabelul 8 prezintă o scurtă comparaţie a codurilor Turbo, codurilor SC-LDPC şi a codurilor polare din punct de vedere al complexităţii şi a debitului de decodare. Primul rând specifică relaţia dintre numărul de operaţii de codificare/decodare necesare, unde δ reprezintă diferenţa dintre

capacitatea canalului şi rata de cod. Codurile polare au cea mai mică complexitate care creşte logaritmic cu 1 /δ, in timp ce atat pentru codurile SC-LDPC, cât şi pentru codurile Turbo, această dependenţă este de ordin liniar. În ceea ce priveşte debitul de decodare, implementarea hardware a codurilor SC-LDPC realizează un randament de decodare semnificativ mai mare în comparaţie cu codurile Turbo. De notat că, în timp ce rata de decodare a codurilor polare pare a fi cea mai mare, rezultatele prezentate în Tabelul 8 sunt obţinute cu o implementare FPGA. Rata de decodare a codurilor polare cu o implementare hardware rămâne de evaluat.

Tabelul 8: Compararea complexităţii şi a ratei de decodare pentru diferite coduri

	SC-LDPC	Polar	Turbo
Complexitate (# operaţiuni pentru a fi la δ-spaţiu la capacitate)	Θ (1 / δ)	Θ (log (1 / δ))	Θ (1 / δ) (nu poate atinge capacitatea)
Decodarea debitului	130.6 Gbps, 11 ad LDPC	254.1 Gbps (FPGA) (1024, 512) cod	2.3 Gbps, 3GPP TC

[0420] Dincolo de performanţă şi complexitate, alte cerinţe importante privind codurile bune sunt compatibilitatea acestora şi capacitatea de a fi utilizate pentru cererea de repetare automată hibridă cu redundanţă incrementală (HARQ-IR). Sistemele de comunicaţii care operează pe canale fără fir cu o calitate variabilă necesită coduri de canale cu rate diferite, pentru a se adapta la variaţiile canalelor. Pentru a reduce cerinţele de stocare pentru un set potenţial mare de coduri, aceste coduri ar trebui să provină dintr-un cod unic părinte cu o rată fixă, cunoscut şi sub denumirea de coduri compatibile cu ratele. Sistemele moderne de comunicaţii fără fir utilizează adesea un protocol HARQ-IR. Sistemele cu redundanţă incrementală necesită utilizarea codurilor compatibile cu rata, în care setul de biţi de paritate al unui cod cu rată mai mare este un subset al mulţimii de biţi de paritate a unui cod cu rată mai mică. Acest lucru permite receptorului care nu reuşeşte să decodeze la o rată aleasă la transmiţător, să solicite numai biţi de paritate suplimentari de la transmiţător, reducând mult complexitatea codificatorului/decodorului. O posibilă abordare a compatibilităţii ratei este perforarea, prin care unii dintre biţii din codul cu cea mai mică rată (cod părinte) sunt perforaţi pentru a obţine coduri de rată mai mari. Cu toate acestea, perforarea codurilor polare determină o pierdere a performanţei.

[0421] Metoda descrisă aici utilizează coduri polare concatenate paralel, unde, pentru a transmite secvenţial la rate R1 > R2 > ... > RK, in fiecare bloc de transmisie i, este folosit un nou codificator polar de rată Ri şi lungimea blocului ni. Codul polar concatenat este decodat de o secvenţă de K decodoare polare. Structurile codificatorului şi decodorului concatenate paralel sunt prezentate, respectiv, în Figura 60 şi Figura 61, pentru K = 2 transmisii. De notat că rata de decodare polară este utilizată mai întâi pentru a decodifica biţii de informaţie din cele două căsuţe din dreapta fiecărui set de biţi ilustrat. Aceşti biţi sunt apoi folosiţi în decodorul polar cu rata R1 pentru a-l transforma intr-un decodor polar cu rata R2 care este susţinută de canal, permiţând astfel decodarea restului de biţi de informaţie.

[0422] Avand K transmisii implică faptul că respectivul canal poate suporta doar rata RK, şi că ratele R1, R2, ..., RK-1 nu sunt suportate de canal. Prin urmare, dificultatea constă în decodarea codurilor polare trimise in primele K - 1 transmisii la ratele R1, R2, ... , RK-1. Pentru a face posibilă decodarea lor, este exploatată proprietatea de suprapunere a codurilor polare.

[0423] Această abordare atinge capacitatea pe măsură ce lungimea blocului creşte, pentru orice număr de retransmisii K.

MTC-critic

[0424] Codurile convoluţionale cu muşcătură de coadă LTE - chiar dacă sunt utilizate împreună cu un decodor optimizat pentru viteza de decodare şi nu pentru performanţă - ating rate de eroare de bloc foarte mici, ceea ce le face o alegere atractivă pentru C-MTC. În plus, codurile convoluţionale nu au un minim de eroare, o caracteristică importantă pentru ratele de eroare ţintă foarte mici.

[0425] In ultimul timp s-a observat că codurile polare funcţionează foarte bine chiar şi pentru blocurile de coduri scurte. În consecinţă, codurile polare sunt o altă alegere care poate fi aplicată C-MTC.

[0426] Diversitatea este importantă pentru a obţine o fiabilitate ridicată la niveluri rezonabile de SNR. Codul de canal trebuie să asigure o distanţă liberă suficientă sau o distanţă minimă Hamming pentru a se asigura că diversitatea completă poate fi obţinută.

2.3.6 Semnale de referinţă şi de sincronizare, legătura descendentă

[0427] Rezumatul secţiunii: Secvenţele de semnătură (SS) sunt utilizate pentru a indica o intrare în AIT şi pentru a stabili un anumit nivel de sincronizare a sub-cadrelor pentru transmisia cel puţin aleatorie a preambulului de acces. Secvenţele SS sunt construite în mod similar cu semnalul de sincronizare în LTE prin concatenarea unei secvenţe de semnătură primare şi a unei secvenţe de semnătură secundare.

[0428] Combinaţia dintre semnalul de sincronizare în timp şi frecvenţă (TSS) şi semnalul de referinţă al fasciculului (BRS) este utilizată pentru a obţine sincronizarea timp/frecvenţă/fascicul după sincronizarea iniţială şi acces prin SS şi PRACH. Acest semnal combinat este denumit şi MRS (semnal de referinţă de mobilitate) şi este utilizat pentru transfer (între noduri şi fascicule), tranziţii de la starea latentă la starea activă, mobilitate, urmărirea fasciculului şi perfecţionare, etc. MRS este construit prin concatenarea TSS şi BRS, astfel încât MRS este transmis într-un singur simbol OFDM precodificat DFT.

[0429] Semnalele de referinţă ale informaţiilor de stare a canalului (CSI-RS) sunt transmise in DL şi sunt destinate în principal să fie utilizate de către UE pentru a achiziţiona CSI. CSI-RS sunt grupate în subgrupuri în funcţie de posibilul rang de raportare al măsurătorii UE. Fiecare subgrup de CSI-RS reprezintă un set de semnale de referinţă ortogonale.

[0430] Poziţionarea semnalelor de referinţă (PRS) ajută poziţionarea. Semnalele de referinţă existente deja trebuie reutilizate in scopuri PRS. In plus, se pot face modificări şi completări pentru a îmbunătăţi performanţa de poziţionare.

Tabelul 9: Semnale de referinţă şi sincronizare DL în NX

Semnal	Scop
Secvenţă de semnături (SS)	Folosit pentru sincronizarea timpului şi frecvenţei pentru accesul aleatoriu. Oferă index la tabelul AIT.
Semnal de referinţă mobilitate şi acces (MRS)	Concatenarea unui TSS şi a unui BRS
Semnal de sincronizare timp şi frecvenţă (TSS)	Folosit pentru sincronizarea timpului (sincronizare timp simbol OFDM) şi estimarea grosieră a decalajului de frecvenţă într-un fascicul.
Semnal de referinţă fascicul (BRS)	Folosit pentru măsurători pe candidaţii de fascicul pentru a permite mobilitatea in modul activ. De asemenea, utilizat pentru sincronizarea in timp a cadrului şi sub-cadrului.
Semnal de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru PDCCH	Semnalele de referinţă pentru demodulare pentru PDCCH
Semnal de referinţă al informaţiilor despre starea canalului (CSI-RS)	Folosit pentru măsurătorile de stare a canalului pentru a ajuta selecţia rangului şi MCS.
Semnal de referinţă de poziţionare (PRS)	Pentru a ajuta poziţionarea.

2.3.6.1 Secvenţă de semnături (SS)

[0431] Funcţiile de bază ale SS sunt una sau mai multe dintre:

pentru a obţine SSI, care este utilizat pentru identificarea intrării relevante în AIT;
să asigure sincronizări grosiere de frecvenţă şi de timp pentru următorul acces aleatoriu iniţial şi alocare AIT relativă;
să furnizeze un semnal de referinţă pentru selecţia stratului iniţial (pentru a selecta ce punct de transmisie SS pentru un echipament UE să se conecteze, pe baza pierderii de traseu experimentate de secvenţele SS);
să furnizeze un semnal de referinţă pentru controlul puterii în buclă deschisă a transmisiei iniţiale PRACH; şi
să furnizeze o referinţă de sincronizare în timp grosieră utilizată pentru asistarea UE în măsurători inter-frecvenţă şi, de asemenea, posibilă procedură de găsire a fasciculului. Presupunerea curentă este că transmisiile SS sunt sincronizate într-o fereastră de incertitudine ± 5 ms, dacă nu se indică

in mod explicit altfel. Se presupune că perioada SS este de ordinul a 100 ms, care poate fi însă variată, în funcţie de scenarii.

[0432] Se observă că numărul secvenţelor candidate trebuie să fie suficient de mare pentru a indica orice intrare in AIT. Luand in considerare complexitatea detectării terminalului, numărul de secvenţe SS este de 212, corespunzând la 12 biţi pentru reutilizarea uneia dintre secvenţe sau mai puţin dacă este necesară o reutilizare a secvenţei mai puţin agresivă. De notat că numărul de biţi care trebuie transportaţi depinde de cerinţe. Dacă numărul de biţi creşte dincolo de ceea ce poate fi transportat prin modularea secvenţei, este de dorit o variaţie a formatului SS. În acest caz, se poate adăuga un cuvânt de cod care conţine biţi suplimentari dincolo de ceea ce pot transporta secvenţele. Acest bloc, în urma unei transmisii SS, este numit bloc SS (SSB). Conţinutul acestui bloc este flexibil şi conţine ceilalţi biţi de informaţie relevanţi, care au nevoie de o periodicitate de ordinul a 100 ms. De exemplu, ele pot fi „indicatorul AIT", care indică timpul şi banda în care terminalele pot găsi AIT şi chiar formatul de transmisie al AIT pentru a evita detectarea în orb completă.

[0433] Designul secvenţei pentru SS poate urmări designul secvenţei TSS/BRS, descris in Secţiunea 2.3.6.3 şi Secţiunea 2.3.6.4, deoarece acestea ar asigura funcţia de sincronizare grosieră înainte de accesul iniţial aleatoriu, aşa cum este introdusă în Secţiunea 3.2.5.2.

[0434] Pentru a susţine formarea de fascicul analogic masivă, o durată absolută de timp, fixă, de exemplu, 1 ms, este rezervată pentru a baleia mai multe fascicule analogice.

[0435] Pentru numerologia SS se aplică aceeaşi discuţie ca în Secţiunea 2.3.3.1 pentru PACH. Cu toate acestea, designul actual nu permite detectarea lungimii CP.

2.3.6.2 Semnal de referinţă mobilitate şi acces (MRS)

[0436] În procesul de achiziţie a informaţiilor de acces la sistem (achiziţia de informaţii despre sistem şi detectarea unui SSI adecvat), UE se sincronizează în timp şi frecvenţă spre unul sau mai multe noduri prin utilizarea SS. Aceasta din urmă este obţinută în cazul informaţiilor de acces la sistem transmise simultan de la mai multe noduri intr-o manieră SFN (reţea de frecvenţă unică).

[0437] Atunci când UE intră în modul activ, ţinteşte să primească sau să transmită cu o conexiune cu rată de date ridicată, în care ar putea avea nevoie de o sincronizare mai precisă şi, poate, de o formare a fasciculului. Aici este utilizat semnalul de referinţă de mobilitate şi acces (MRS). De asemenea, un echipament UE ar putea avea nevoie să schimbe nodul la care este conectat, de exemplu, de la un nod utilizat pentru a transmite informaţiile de acces la sistem către un alt nod capabil să formeze fasciculul. Mai mult, UE ar putea schimba, de asemenea, frecvenţa sub-purtătoarelor sau numerologia la o distanţare de sub-purtătoare mai mare şi la un prefix ciclic mai scurt atunci când trece la anumite moduri operaţionale în regim activ.

[0438] MRS este construit pentru a face estimări de decalaj de timp şi frecvenţă, precum şi pentru estimarea celor mai bune fascicule ale transmiţătorului pe legătura descendentă şi ale receptoarelor de fascicule către un „punct de acces mod activ". Precizia şi sincronizarea frecvenţei furnizate de MRS probabil nu sunt suficiente pentru recepţia de modulaţie de ordin superior şi estimarea mai fină se poate baza pe DMRS încorporat în PDCH şi/sau CSI-RS.

[0439] MRS este construit prin concatenarea unui semnal de sincronizare a timpului şi a frecvenţei (TSS) şi a unui semnal de referinţă fascicul (BRS) în timp într-un simbol OFDM, aşa cum este ilustrat în Figura 62. Această construcţie poate fi realizată ca un simbol OFDM precodificat DFT cu ciclic prefix. Cu TSS şi BRS în acelaşi simbol OFDM, transmiţătorul îşi poate schimba formarea de fascicul între fiecare simbol OFDM. În comparaţie cu simbolurile OFDM separate pentru TSS şi BRS, timpul necesar pentru scanarea unui set de direcţii de fascicul este acum redus la jumătate. Atât TSS, cât şi BRS au astfel durate de timp mai scurte în comparaţie cu simbolurile OFDM separate pentru fiecare dintre ele. Costul pentru aceste TSS şi BRS mai scurte este energia redusă per semnal şi astfel o acoperire redusă, care poate fi compensată prin creşterea alocării lăţimii de bandă, repetarea semnalului sau creşterea câştigului de formare a fasciculului cu fascicule mai înguste. În cazul în care este acceptată numerologia mixtă, numerologia utilizată pentru MRS este aceeaşi cu cea utilizată de UE pentru care este planificat MRS. În cazul in care mai multe UE din acelaşi fascicul utilizează numerologii diferite, MRS nu poate fi partajat şi MRS trebuie transmis separat pentru fiecare numerologie.

[0440] Se pot utiliza diferite configuraţii de formare a fasciculului pentru a transmite MRS in simbol OFDM diferit, de exemplu, in fiecare dintre cele trei simboluri prezentate in Figura 62. Acelaşi MRS poate fi repetat de mai multe ori în acelaşi fascicul pentru a susţine un receptor analogic de formare de fascicul. Există doar una sau câteva secvenţe TSS, similare cu PSS din LTE. UE realizează filtrarea corelată cu secvenţa TSS pentru a obţine estimarea sincronizării în timp a simbolului OFDM; prin urmare, TSS ar trebui să posede proprietăţi de auto-corelare

aperiodică bune. Această secvenţă ar putea fi semnalizată prin informaţii de sistem, astfel încât diferite AP (puncte de acces) să poată utiliza diferite secvenţe TSS.

[0441] Pachetul de semnale MRS (astfel cum este construit de TSS + BRS) este utilizabil pentru toate operaţiunile legate de mobilitatea în modul activ: găsirea fasciculului primul în timp, actualizarea mobilităţii fasciculelor declanşate în modurile de transmisie şi monitorizare a datelor şi urmărirea continuă a fasciculului de mobilitate. Poate fi folosit şi pentru proiectarea SS, vezi Secţiunea 2.3.6.1.

2.3.6.3 Semnalul de sincronizare în timp şi frecvenţă (TSS)

[0442] Secvenţa TSS este identică în toate simbolurile OFDM şi direcţiile fasciculului transmise de la o staţie de bază, în timp ce BRS foloseşte secvenţe diferite în diferite simboluri OFDM şi direcţii ale fasciculului. Motivul pentru a avea TSS identic în toate simbolurile este de a reduce numărul de TSS pe care un echipament UE trebuie să le caute în sincronizarea destul de complexă a simbolurilor OFDM. Cand sincronizarea în timp este găsită de la TSS, UE poate continua să caute intr-un set de candidaţi BRS pentru a identifica simbolOFDM UL în interiorul unui sub-cadru, precum şi cel mai bun fascicul al legăturii descendente. USS poate raporta cel mai bun fascicul al legăturii descendente, aşa cum este descris în Secţiunea 2.3.7.2.

[0443] O alegere pentru astfel de secvenţe sunt secvenţele Zadoff-Chu, utilizate pentru PSS in versiunea LTE 8. Cu toate acestea, se ştie că aceste secvenţe au vârfuri de corelaţie falsă mari pentru decalaje de timp şi frecvenţă combinate. O altă alegere constă în secvenţele Golay codificate diferenţial, care sunt foarte robuste împotriva erorilor de frecvenţă şi au vârfuri mici de corelaţie falsă.

2.3.6.4 Semnalul de referinţă de fascicul (BRS)

[0444] BRS este caracterizat prin secvenţe diferite transmise în fascicule şi simboluri OFDM transmise diferit. În acest fel, o identitate de fascicul poate fi estimată în UE pentru raportarea la nodul de acces.

[0445] O identificare a simbolului OFDM in interiorul sub-cadrului este de dorit dacă diferenţa de timp între transmisiunile SS şi modul activ este mare. Acest lucru poate apărea pentru numerologii cu simboluri OFDM scurte, distanţă mare între nodul care transmite informaţiile de acces la sistemul şi nodul în care se presupune că UE transmite datele utilizatorului (în cazul în care aceste noduri sunt diferite) sau pentru reţelele nesincronizate. Această identificare poate fi făcută dacă se utilizează diferite secvenţe BRS pentru diferite simboluri OFDM. Cu toate acestea, pentru a reduce complexitatea computaţională, numărul de secvenţe BRS de căutat ar trebui să fie scăzut. În funcţie de incertitudinea indicelui de simbol OFDM, un număr diferit de secvenţe BRS poate fi luat in considerare in detectarea in orb a UE.

[0446] BRS poate fi o transmisie dedicată către un echipament UE sau acelaşi BRS poate fi configurat pentru un grup de echipamente UE. O estimare a canalului de la TSS poate fi utilizată pentru detectarea coerentă a BRS.

2.3.6.5 Informaţii despre starea canalului (CSI-RS)

[0447] CSI-RS sunt transmise în DL şi sunt destinate în primul rând să fie utilizate de către echipamentele UE pentru a obţine informaţii despre starea canalului (CSI), dar pot servi şi în alte scopuri. CSI-RS pot fi utilizate pentru unul sau mai multe (cel puţin) din următoarele scopuri:

Estimarea eficientă a canalului la UE: achiziţie CSI selectivă de frecvenţă la UE în cadrul unui fascicul DL, de exemplu, utilizată pentru raportarea PMI şi a rangului.

Semnal de descoperire: măsurare tip RSRP pe un set de semnale de referinţă CSI-RS. Transmis cu o densitate de timp în funcţie de timpul de coerenţă la scară largă al canalelor relevante (DL).

Rafinarea şi urmărirea fasciculului: Se obţin statistici despre canalul DL şi raportarea PMI pentru a sprijini rafinarea şi urmărirea fasciculului. PMI nu trebuie să fie selectiv în frecvenţă. Transmis cu o densitate de timp în funcţie de timpul de coerenţă la scară largă al canalelor relevante (DL).

Pentru UE care transmite formarea fasciculului in UL presupunand reciprocitate.

Scanare fascicul UE pentru formarea de fascicule analogice în DL (cerinţe similare cu 1) sau 3), în funcţie de cazul de utilizare).

Pentru a ajuta sincronizarea fină a frecvenţei/timpului pentru demodulare.

[0448] În unele cazuri, nu toate scopurile de mai sus trebuie să fie gestionate de CSI-RS. De exemplu, estimarea decalajului de frecvenţă poate fi uneori gestionată prin DL-DMRS, descoperirea fasciculului este uneori gestionată de BRS. Fiecare transmisie CSI-RS este planificată şi poate fi în aceleaşi resurse de frecvenţă ca o transmisie PDCH-DL sau în resurse de frecvenţă care nu au legătură cu transmisiile de date PDCH-DL. In general, nu se poate presupune nicio interdependenţă între CSI-RS in diferite transmisii şi, prin urmare, UE nu ar trebui să efectueze filtrarea în timp. Cu toate acestea, un echipament UE poate fi configurată explicit sau implicit pentru a-şi asuma interdependenţa între CSI-RS, de exemplu, pentru a sprijini filtrarea in timp a măsurătorilor CSI-RS (de exemplu, în 2 de mai sus) şi, de asemenea, interdependenţa faţă de alte transmisii, inclusiv PDCCH şi PDCH. În general, toate filtrările UE vor fi controlate de reţea, inclusiv filtrarea CSI în timp, frecvenţă şi pe ramuri de diversitate. In unele formate de transmisie, CSI-RS este situat intr-un simbol OFDM separat pentru a sprijini mai bine formarea de fascicul analogic atât pentru staţia de bază TX, cât şi pentru UE RX. De exemplu, pentru a sprijini scanarea de fascicul analogic UE (articolul 5 de mai sus), UE are nevoie de mai multe transmisii CSI-RS pentru a măsura pentru a scana mai mulţi candidaţi de fascicul analogic (4 în Exemplul 2 din Figura 63).

[0449] CSI-RS sunt grupate in subgrupuri legate de gradul de raportare posibil al măsurării UE. Fiecare subgrup de CSI-RS reprezintă un set de semnale de referinţă ortogonale care pot utiliza multiplexarea codului; in acest mod este acceptat doar un set limitat de ranguri cele mai mari, de exemplu, 2, 4 şi 8. Sunt create mai multe subgrupuri in cadrul unui grup prin alocarea de seturi ortogonale de elemente de resurse la sub-grupuri. Măsurătorile dintr-un subgrup sunt pentru o corespondenţă bună cu D-DMRS şi elemente de resurse separate sunt utilizate pentru a sprijini mai bine măsurătorile pe fasciculele care nu deservesc. Principalul facilitator pentru a permite CSI-RS să îndeplinească cerinţele de la 1 la 6 de mai sus este susţinerea configurării flexibile a CSI-RS. De exemplu, estimarea decalajului de frecvenţă este activată prin configurarea repetării timpului. Utilizarea CSI-RS sau DMRS pentru estimarea decalajului de frecvenţă este de asemenea posibilă. Proiectarea grupurilor CSI-RS şi a subgrupurilor ar trebui să permită multiplexarea eficientă a Echipamentelor UEcu configuraţii diferite. Se va considera in Figura 63 cele trei exemple:

În Exemplul 1, UE măsoară pe 3 subgrupuri CSI-RS; 1 de rangul 4; şi 2 de rang 2;
În Exemplul 2, UE este configurat cu 4 resurse consecutive identice, de exemplu, pentru a susţine cerinţa 5, dar sub-eşantionată în domeniul frecvenţei;
În Exemplul 3, UE are rata corelată în jurul subgrupului CSI-RS pe primul simbol OFDM care conţine CSI-RS, dar nu în jurul celor 2 subgrupuri de pe al doilea simbol OFDM care conţine CSI-RS.

2.3.6.6 Semnalul de referinţă de poziţionare (PRS)

[0450] Pentru a susţine un cadru flexibil pentru poziţionare, PRS poate fi privit ca o configuraţie specifică UE a unui semnal de referinţă. PRS transmite un identificator asociat unui nod sau unui set de noduri sau unui fascicul, permiţând în acelaşi timp estimarea sosirii. Aceasta înseamnă că alte semnale, cum ar fi SS, TSS, BRS, etc., pot îndeplini unele cerinţe ale PRS. Mai mult, PRS poate fi văzut, de asemenea, ca extensii ale acestor semnale.

[0451] De exemplu, pe baza Figurii 62, un PRS poate fi configurat ca TSS/BRS al simbolului 0 pentru un echipament UE, in timp ce un alt PRS poate fi configurat ca TSS/BRS al simbolurilor 0,1,2 (acelaşi BRS în toate cele trei simboluri în timp) pentru un alt UE. În acelaşi timp, simbolul TSS/BRS este utilizat pentru sincronizarea timpului şi pentru găsirea fasciculului de către alte UE.

2.3.7 Semnale de referinţă şi de sincronizare, legătura ascendentă

[0452] Rezumatul secţiunii: Preambulul canalului de acces aleatoriu fizic (PRACH) este construit prin concatenarea mai multor secvenţe scurte, fiecare secvenţă având aceeaşi lungime ca un simbol OFDM pentru alte semnale UL NX. Aceste secvenţe scurte pot fi procesate folosind aceleaşi dimensiuni FFT ca alte semnale UL, evitand astfel necesitatea hardware-ului PRACH dedicat. Acest format permite, de asemenea, gestionarea de decalaje de frecvenţă mari, zgomot de fază, canale variabile rapid în timp şi mai mulţi candidaţi de formare a fasciculului analogic din cadrul unei recepţii de preambul PRACH

[0453] Semnalul de sincronizare Legătura ascendentă (USS) este utilizat pentru a obţine sincronizarea UL. Designul este similar cu PRACH, dar nu este bazat pe dispută şi este utilizat pentru estimarea sincronizării în timp şi raportarea fasciculului în legătura ascendentă după accesul iniţial prin SS şi PRACH, de exemplu, la transferul dintre noduri şi purtătoare. Această estimare a

sincronizării în timp este de dorit datorită timpului dus-întors specific UE, în funcţie de distanţa dintre UE şi staţia de bază, astfel încât o comandă de avans în timp poate fi trimisă la UE.

[0454] Semnalele de referinţă de reciprocitate (RRS) sunt semnale de referinţă pe legătura ascendentă şi utilizate pentru a obţine CSI-R (CSI pe partea receptorului) şi CSI-T (CSI pe partea transmiţătorului bazată pe reciprocitate) la staţia de bază, dar şi pentru demodularea UL; astfel, ele pot fi privite ca o combinaţie de SRS şi DMRS. Pentru a evita contaminarea pilotului, este necesar un număr mare de semnale de referinţă ortogonale. Dacă RRS este de asemenea utilizat pentru estimarea canalului UL în setări nereciproce, este posibilă redenumirea RRS.

Tabelul 10: Semnal de referinţă şi sincronizare UL în NX

Semnal	Scop
Preambul PRACH	Transmisia iniţială a UE. Pe bază de dispută, astfel incat preambulul PRACH trebuie detectat cu fiabilitate ridicată. Estimare sincronizare în timp şi fascicul receptor.
Semnal de sincronizare pe legătură ascendentă (USS)	Folosit pentru sincronizarea timpului şi a frecvenţei pe legătura ascendentă şi pentru indicarea celui mai bun fascicul al legăturii descendente.
Semnal de referinţă de reciprocitate (RRS)	Folosit pentru a estima canalul UL şi pentru a seta pre-codificarea DL in transmiţător în MIMO bazat pe reciprocitate.
Semnal de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru PUCCH	Semnalele de referinţă pentru demodulare pentru PUCCH

2.3.7.1 Preambulul canalului de acces aleatoriu fizic (PRACH)

[0455] Accesul aleatoriu este utilizat pentru accesul iniţial pentru un echipament UE, inclusiv estimarea decalajului de sincronizare în timp la staţia de bază. Prin urmare, preambulul de acces aleatoriu trebuie detectat cu probabilitate ridicată şi rata scăzută de alarmă falsă de către staţia de bază, oferind, în acelaşi timp, estimări exacte de sincronizare.

[0456] Numerologia utilizată pentru preambulul PRACH este specificată în AIT.

[0457] Complexitatea de calcul a procesării FFT (Transformata Fourier Rapidă) într-un receptor bazat pe OFDM este mare, cu o cantitate mare de antene receptor. In versiunea LTE 8, FFT-uri de diferite dimensiuni sunt utilizate pentru datele utilizatorului şi preambulurile de acces aleatoriu, necesitând implementarea de FFT dedicate pentru recepţia accesului aleatoriu. (Chiar şi preambulul LTE PRACH care este definit cu un IFFT dedicat (foarte mare) poate fi recepţionat la staţia de bază, cu proceduri de procesare a semnalului care necesită doar FFT-uri cu canal fizic standard, cu preţul unei mici penalităţi de performanţă.)

[0458] În cadrul NX, se foloseşte un format de preambul de acces aleatoriu 5G, bazat pe o secvenţă scurtă de aceeaşi lungime ca lungimea simbolurilor OFDM care sunt utilizate pentru alte canale fizice pe legătura ascendentă, cum ar fi datele utilizatorului, semnalizarea de control şi semnalele de referinţă. Secvenţa preambulului este construită prin repetarea acestei secvenţe scurte de mai multe ori. Figura 64 ilustrează formatul preambulului şi un detector cu acumulare coerentă lungă.

[0459] Poate fi utilizat un detector de preambul cu transformate FFT de aceeaşi dimensiune ca şi pentru alte canale şi semnale pe legătura ascendentă. În acest fel, cantitatea de procesare asociată special accesului aleatoriu şi suportul hardware este redusă semnificativ.

[0460] De exemplu, douăsprezece repetări ale secvenţei scurte sunt adăugate în mod coerent în structura receptorului din Figura 64. Cu toate acestea, poate fi proiectat un receptor in care doar câteva repetări sunt adăugate în mod coerent înainte de operaţia pătrate absolute urmată de o acumulare non-coerentă. În acest fel, poate fi construit un receptor care este robust impotriva zgomotului de fază şi a canalelor care variază în timp.

[0461] Pentru formarea de fascicul analogic, ponderile de formare a fasciculului pot fi modificate în timpul recepţiei preambulului, astfel încât numărul de direcţii spaţiale pentru care se face detectarea preambulului este crescut. Acest lucru se realizează prin formarea de fascicule analogice înainte de FFT şi incluzând doar acele FFT în acumularea coerentă pentru care este utilizată aceeaşi formă de fascicul. Aici, acumularea coerentă este tranzacţionată în funcţie de câştigul formării de fascicul. De asemenea, cu acumularea coerentă mai scurtă, detectarea este mai robustă împotriva erorilor de frecvenţă şi a canalelor care variază în timp. Numărul de secvenţe de

preambul disponibile este redus când se reduce lungimea secvenţei, în comparaţie cu secvenţa foarte lungă folosită pentru preambulurile PRACH în versiunea LTE 8. Pe de altă parte, utilizarea unei formări de fascicul îngust într-un sistem 5G reduce impactul de interferenţă de la alte UE. Alte posibilităţi de evitare a congestionărilor pe preambulurile PRACH includ utilizarea preambulurilor PRACH cu defazaj de frecvenţă şi utilizarea mai multor benzi de frecvenţă PRACH şi a mai multor intervale de timp PRACH.

[0462] Structura receptorului ilustrată în Figura 64 poate fi utilizată pentru detectarea întârzierilor până la lungimea unei secvenţe scurte. O structură de receptor oarecum modificată este de dorit, în care se adaugă o anumită procesare suplimentară pentru detectarea întârzierilor mari datorită distanţelor mari între UE şi staţia de bază. De obicei, mai multe ferestre FFT sunt utilizate după şi înainte de cele ilustrate în Figura 64, cu detectoare simple de prezenţă a secvenţelor scurte in acele ferestre FFT suplimentare.

2.3.7.2 Semnalul de sincronizare pe legătura ascendentă (USS)

[0463] UE are nevoie de sincronizarea în timp pe legătura ascendentă la schimbarea nodului de acces sau a frecvenţei purtătoarei, rezultând o numerologie modificată. Presupunând că UE este deja sincronizat timp pe legătura descendentă (de către MRS), eroarea de sincronizare în timp pe legătura ascendentă se datorează în principal întârzierii de propagare între punctul de acces şi UE. Aici, este propus un USS (semnal de sincronizare pe legătura ascendentă) cu un design similar ca preambulul PRACH, vezi Secţiunea 2.3.7.1. Cu toate acestea, USS nu se bazează pe dispută, în contrast cu preambulul PRACH. Transmiterea USS se face astfel numai după o configuraţie de la staţia de bază pentru ca UE să caute MRS şi să răspundă cu USS.

[0464] Figura 65 ilustrează USS în legătură cu MRS şi acordul de legătură ascendentă, inclusiv avansul de sincronizare in timp USS este destinat pentru calculul avansului de sincronizare pe legătura ascendentă, pentru estimarea decalajului de frecvenţă pe legătura ascendentă şi pentru identificarea fasciculului UL. De asemenea, UE ar putea selecta secvenţa USS în funcţie de simbolOFDM UL pentru cele mai bune MRS. In acest fel, punctul de acces primeşte informaţii despre cel mai bun fascicul al legăturii descendente.

[0465] Alocarea timpului şi a frecvenţei pentru USS se poate face prin semnalizarea pe stratul superior de la nodul care transmite informaţiile de acces la sistem. Alternativ, o mapare este definită între secvenţele BRS la un număr „numărătoare inversă" până la resursa USS. În acest caz, diferite secvenţe BRS sunt utilizate în diferite simboluri OFDM. UE obţine apoi poziţia ferestrelor USS detectând secvenţa BRS. Dacă se susţine amestecarea numerologiilor, numerologia utilizată pentru USS este specificată în configuraţia/acordul USS.

2.3.7.3 Semnal de referinţă de reciprocitate (RRS)

[0466] Semnalele de referinţă de reciprocitate sunt transmise pe legătura ascendentă şi vizează în principal implementările MIMO masiv care pot beneficia de reciprocitatea canalelor radio; vezi Secţiunea 3.4.3.3. Cel mai frecvent caz de utilizare este operaţia TDD, dar pentru MU-MIMO extins în UL, RRS este util chiar dacă nu se poate presupune reciprocitatea deplină. Pe legătura ascendentă, RRS este destinat să fie utilizat atât pentru demodularea coerentă a canalelor fizice, cât şi pentru sunetul canalului ca parte a achiziţiei CSI-R la staţia de bază. Se poate observa că achiziţia CSI-R nu se bazează pe reciprocitate şi este reprezentativă atât pentru TDD, cât şi pentru FDD. Pe legătura descendentă, CSI-T este extras din RRS coerent (pe legătura ascendentă), diminuând astfel nevoia de feedback CSI explicit bazat pe semnale de referinţă ale legăturii descendente atunci când poate fi asumată reciprocitatea canalului. RRS utilizat pentru demodularea coerentă este pre-codat în acelaşi mod ca datele/controlul. RRS utilizat pentru sunet pot fi transmise in sub-cadrele care transportă canale fizice pe legătura ascendentă (ca în LTE), precum şi în sub-cadrul particular concepute numai pentru sunet.

[0467] Contaminarea pilotului este privită ca o sursă majoră de degradare a performanţei în MIMO masiv şi apare atunci când un număr mare de semnale de referinţă suprapuse recepţionate sunt non-ortogonale. Non-ortogonalitatea din legătura ascendentă poate proveni din reutilizarea secvenţelor de semnal de referinţă între UE sau semnalele de referinţă recepţionate ajung în afara prefixului ciclic datorită transmisiilor pe legătura ascendentă sincronizate cu alte staţii de bază. Designul RRS oferă un număr mare de secvenţe ortogonale sau cel puţin cu o corelaţie reciprocă foarte mică. Ar putea fi benefic să se folosească prefixul ciclic care să ţină cont şi de transmisiile pilot provenite de la celulele vecine (compensarea între prefixul ciclic suplimentar şi contaminarea pilotului). Ortogonalitatea dintre secvenţele RRS se obţine prin: (i) decalaje de timp ciclice la

distanţe egale, (ii) utilizarea codurilor de acoperire ortogonale (OCC) şi (iii) a „pieptene de transmisie" (cunoscut şi drept, FDMA intercalat).

[0468] Lăţimile de bandă de transmisie ale RRS-urilor în sistem variază în funcţie de cerinţele de planificare UL/DL în rândul utilizatorilor, precum şi de faptul că sunt dependente de limitările de putere de transmisie pe legătura ascendentă. Prin urmare, designul RRS trebuie să gestioneze un număr mare de scenarii de multiplexare RRS în care ortogonalitatea trebuie să fie păstrată în randul utilizatorilor/straturilor pentru a evita contaminarea pilotului. În LTE, lungimea de secvenţă de exemplu, un DMRS UL se referă direct la lăţimea de bandă de planificare pe legătură ascendentă, care necesită secvenţe la fel de lungi (şi, astfel, lăţime de bandă de planificare egală) sau bazandu-se pe OCC pentru ortogonalitate între semnalele de referinţă. Aşadar, impunerea aceleiaşi lăţimi de bandă de planificare nu este atractivă, iar bazarea numai pe OCC nu este suficientă pentru obţinerea unui număr mare de semnale de referinţă ortogonale. În loc să se lăse lungimile secvenţei de bază să fie asociate cu lăţimea de bandă de planificare, s-ar putea concatena secvenţe RRS cu bandă îngustă, astfel încât lăţimea de bandă RRS totală este un RRS cu bandă îngustă, sau o sumă. Aceasta implică o ortogonalitate pe bucăţi pe întreaga lăţime de bandă RRS. Pe lângă concatenarea RRS cu bandă îngustă, se pot folosi şi pieptene de transmisie ca mecanism pentru a păstra ortogonalitatea atunci când, de exemplu, secvenţele RRS provin din secvenţe de bază cu lungimi diferite.

[0469] De notat că, atunci când UE are mai multe antene RX şi este, de asemenea, capabil să aplice o formare de fascicul UL, poate fi aplicată o formare de fascicul RRS pentru a stimula energia recepţionată şi pentru a ajuta staţia de bază să realizeze o estimare mai bună a canalului. Pe de altă parte, acest lucru ar duce la faptul că staţia de bază estimează canalul „eficient", inclusiv formarea de fascicul UE.

[0470] Figura 66 prezintă un exemplu de implementare a mai multor RRS ortogonale pe diferite porţiuni ale lăţimii de bandă a sistemului folosind o combinaţie de deplasare ciclică, piepteni de transmisie şi OCC. Figura 66a prezintă diferiţi piepteni de transmisie. Partea din dreapta a Figurii 66b prezintă diferite OCC utilizate în diferite locaţii de lăţime de bandă; în partea superioară se foloseşte OCC de lungime 2, în a doua parte de lungime 4, etc.

[0471] Numerologia RRS este specificată în configuraţia/acordul RRS.

2.3.7.4 Semnale de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru PUCCH

[0472] Cu ajutorul unei structuri OFDM pentru transmisiile pe legătura ascendentă, RS poate fi multiplexat în frecvenţă cu date. Pentru a permite decodarea timpurie, semnalele de referinţă ar trebui să fie trimise cel puţin în primul simbol OFDM al PUCCH, pentru formate PUCCH cu mai multe simboluri ar putea fi nevoie şi de semnale suplimentare de referinţă în simboluri ulterioare. Deoarece PUCCH este intotdeauna transmis in ultimele simboluri OFDM ale unui sub-cadru, transmisiile PUCCH de la diferite terminale interferează dacă folosesc aceeaşi frecvenţă, de exemplu, interferenţă inter-celulară sau interferenţă MIMO multi-utilizator.

2.3.8 Semnalele de referinţă şi de sincronizare, comune

[0473] Rezumatul secţiunii: PDCH are propriul set de semnale de referinţă pentru demodulare (DMRS). DMRS ortogonale sunt realizate printr-o combinaţie de coduri de acoperire ortogonale (OCC) şi secvenţe de mapare DMRS către pieptenii de transmisie.

Tabelul 11: Semnalele de referinţă şi de sincronizare în NX comune pentru DL şi UL

Semnal	Scop
Semnal de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru PDCH	Semnale de referinţă pentru demodulare pentru PDCH DL şi UL

2.3.8.1 Semnal de referinţă pentru demodulare (DMRS) pentru PDCH

[0474] DMRS este transmis atât în DL, cât şi UL multiplexat cu un canal fizic şi serveşte în scopul demodulării transmisiilor PDCH.

In UL, DMRS nu este uneori necesar atunci cand este prezent RRS - de exemplu, a se vedea transmisia de date UL in sub-cadrul n + 7 după RRS violet în sub-cadrele n + 5 şi n + 6 din Figura 67 - dar se anticipează că pentru mesaje foarte mici şi în transmisiile bazate pe fascicul (vezi Secţiunea 3.4.3.2), DMRS este încă de preferat. Figura 67 prezintă o vedere schematică a DMRS la o scară mică, cu primele 9 sub-cadre pentru un singur UE. Figura 68 prezintă o vedere la scară largă a aceloraşi sub-cadre. În prima perioadă bazată pe fascicul prezentată în Figura 68, CSI

limitat este utilizat pentru a pre-codifica DMRS şi date, dar în perioada de reciprocitate, cunoştinţele canalului bogat sunt utilizate pentru precodificarea avansată a DMRS şi a datelor. Detalii suplimentare sunt furnizate în Secţiunea 3.4.3.3. Maparea fizică a elementelor de resurse depinde de formatul de transmisie.

[0475] Orice sub-cadru PDCH va conţine DMRS, dar sub-cadrele ulterioare dintr-un agregat de sub-cadre pot să nu conţină DMRS dacă estimările canalului bazat pe DMRS dintr-un sub-cadru anterior sunt încă valabile pentru demodulare. De exemplu, a se vedea sub-cadrele n şi n + 3 din Figura 67. DMRS sunt configurate specifice pentru UE, dar un set de utilizatori pot partaja aceeaşi configuraţie pentru a activa, de exemplu, difuzarea. În sub-cadre agregate, UE poate presupune că precodificarea nu este schimbată şi interpolarea se poate face in cadrul unui sub-cadru. DMRS ortogonale sunt create folosind codurile de acoperire ortogonale în frecvenţă şi, în unele cazuri, codurile de acoperire sunt de asemenea utilizate în timp. Două exemple când sunt de dorit codurile de acoperire in timp sunt pentru estimarea decalajului de frecvenţă fin şi pentru acoperirea extinsă. Se presupune că codurile de acoperire sunt optimizate pentru cazul în care o transmisie este dintr-un singur punct de transmisie. Codurile de acoperire pot fi, de asemenea, mapate in structuri de piepteni, pe piepteni diferiţi, seturi diferite de coduri de acoperire sunt utilizate cu proprietăţi de corelaţie încrucişată redusă. Se preconizează diferiţi piepteni atunci când proprietăţile canalului la scară largă pot varia (inclusiv decalajul de frecvenţă). DMRS ortogonale disponibile pot fi utilizate atat pentru SU-MIMO, cât şi pentru MU-MIMO. DMRS în fascicule diferite nu sunt neapărat ortogonale, ci se bazează mai degrabă pe separarea spaţială şi proprietăţile de corelaţie încrucişată scăzută între secvenţele DMRS din diferite seturi de DMRS ortogonale.

[0476] Dacă PDCH are mai multe blocuri de transport, DMRS sunt partajate, de exemplu, dPDCH şi rPDCH folosesc acelaşi DMRS, dar sunt asociate cu diferite formate de transmisie, de exemplu, diversitatea pentru dPDCH şi multiplexarea spaţială pentru rPDCH. Pentru PDCH, DMRS sunt transmise cu o densitate suficientă timpuriu într-un agregat de sub-cadre sau in UL timpuriu in raport cu un comutator duplex (in unele cazuri intr-o perioadă de transmisie anterioară) pentru a sprijini demodularea şi decodarea timpurie. În timp, DMRS sunt transmise în diferite sub-cadre in funcţie de timpul de coerenţă, de exemplu, repetat pentru transmisii mai lungi şi/sau utilizatori cu mobilitate ridicată. Repetarea poate fi, de asemenea, necesară pentru a urmări deplasarea în timp/frecvenţă în hardware. În frecvenţă, DMRS sunt repetate în blocuri de resurse în funcţie de lăţimea de bandă efectivă a coerenţei şi densitatea energetică DMRS vizată. De observat că lăţimea de bandă eficientă a coerenţei creşte din cauza întăririi canalului atunci când se utilizează reciprocitatea - consultaţi ultima transmisie DL din Figura 68, precum şi discuţia din Secţiunea 3.4.3.3. În astfel de cazuri, se aşteaptă ca DMRS din DL să fie mai redus decât în cazurile în care RRS nu sunt prezente. Repetarea este semnalizată în mod explicit în raport cu numărul de sub-cadre din TTI, sau in unele cazuri implicit pentru canalele pre-alocate partajate.

3 Tehnologii şi caracteristici

[0477] Scopul principal al acestei secţiuni este de a descrie modul de utilizare a funcţiilor, procedurilor, canalelor şi semnalelor descrise în Secţiunea 2 pentru a realiza caracteristicile NX. Cu toate acestea, noi funcţii, proceduri, canale şi semnale care nu au fost agreate in general pot fi încă documentate în această secţiune. În unele cazuri, noi funcţii, proceduri, canale şi semnale sunt introduse ca noi tehnologii, iar soluţiile sunt discutate aici. De notat că nu toate acestea sunt implementate in mod obligatoriu intr-o stivă de protocoale NX.

3.1 Latenţă scăzută şi fiabilitate ridicată

[0478] Scopul acestei secţiuni este acela de a descrie modul în care NX permite cazurile de utilizare care necesită o comunicare fiabilă în timp real, cu un accent particular pe provocarea cazurilor critice de utilizare MTC (C-MTC).

3.1.1 Istoric şi motivaţie pentru o latenţă scăzută fiabilă

[0479] O gamă de cazuri de utilizare a comunicaţiilor de tip maşină 5G (MTC), cum ar fi automatizarea distribuţiei de energie în reţelele inteligente, fabricarea şi controlul industrial, sistemele inteligente de transport, controlul la distanţă al maşinilor şi chirurgia la distanţă, sunt caracterizate prin necesitatea unei comunicaţii cu cerinţe ridicate privind latenţa, fiabilitatea şi disponibilitatea. In mod normal, ne referim la astfel de cazuri de utilizare drept cazuri de utilizare MTC critice pentru misiune (C-MTC), care este în conformitate cu viziunea Uniunii Internaţionale

a Telecomunicaţiilor, care se referă la C-MTC drept „comunicaţie ultra fiabilă şi cu o latenţă scăzută".

[0480] Latenţa scăzută este, de asemenea, de dorit pentru a sprijini transferul ridicat de la utilizatorului final pentru aplicaţiile bazate pe TCP, care, de exemplu, a fost principalul argument pentru reducerea latenţei în LTE. Totuşi, acest lucru este de aşteptat să fie tratat bine cu designul NX de bază, aşa cum este descris în capitolul 2, şi nu este discutat mai detaliat în această secţiune.

3.1.2 Cerinţe şi KPI

Latenţă

[0481] Pentru discuţiile de latenţă pe interfaţa radio NX, această secţiune se referă la latenţa planului de utilizator RAN (sau latenţă RAN scurtă), aşa cum este definită în secţiunea 4.2, dacă nu este menţionat altfel. Latenţa RAN este timpul de tranzit unidirecţional între un pachet SDU fiind disponibil la stratul IP din terminalul de utilizator/staţia de bază şi disponibilitatea acestui pachet (unitate de date de protocol, PDU) la stratul IP din staţia de bază/terminalul utilizatorului. Intarzierea pachetului in planul utilizatorului include întârzierea introdusă de protocoalele asociate şi semnalizarea controlului presupunând că terminalul de utilizator este în stare activă.

[0482] Cele mai multe cazuri de utilizare sensibile la întârziere pot fi acceptate cu o latenţă RAN de 1 ms, dar există câteva exemple de cerinţe de latenţă unidirecţională de 100 µs, de exemplu, în automatizarea din fabrică. NX este proiectat pentru a susţine o latenţă RAN unică de 200 µs.

[0483] Întârzierea capăt la capăt a aplicaţie (definită la punctul 4.2) este cea mai relevantă, deoarece aceasta include întârzierea cauzată de nodurile de reţea de bază. Aspectele care afectează întârzierea capăt la capăt a aplicaţiei sunt discutate în secţiunea 3.1.11.

Fiabilitate

[0484] Fiabilitatea conectivităţii (definită în secţiunea 4.3) este probabilitatea ca un mesaj să fie transmis cu succes unui receptor intr-un interval de timp specificat. Cerinţele de fiabilitate pentru aplicaţiile C-MTC variază mult. Cerinţele de ordinul 1-1e-4 sunt tipice pentru automatizarea proceselor; cerinţele de 1-1e-6 sunt de obicei menţionate pentru aplicaţii auto şi vehicule ghidate automate. Pentru cazurile de utilizare pentru automatizare industrială, mai multe surse menţionează cerinţele 1-1e-9, dar trebuie înţeles că această valoare provine din specificaţiile derivate din sistemele cu fir şi nu este clar dacă astfel de cerinţe stricte se aplică sistemelor proiectate pentru conectivitatea fără fir.

[0485] Se presupune aici că majoritatea aplicaţiilor C-MTC pot fi acceptate cu o fiabilitate de 1-1e-6, dar NX este proiectat pentru a oferi fiabilitate de ordinul 1-1e-9 pentru aplicaţii extreme. Cea mai strictă cerinţă este prevăzută doar în medii localizate (de exemplu, o fabrică) cu niveluri de interferenţă controlate.

Disponibilitatea serviciului

[0486] Multe servicii care necesită o comunicaţie fiabilă cu latenţă scăzută necesită, de asemenea, o disponibilitate ridicată a serviciilor (definită în secţiunea 4.3). Pentru un anumit serviciu de încredere cu latenţă scăzută - de exemplu, o pereche legată fiabilitate şi latenţă – o disponibilitate a serviciului poate fi definită prin ce nivel de fiabilitate-latenţă este oferită în spaţiu şi timp. Aceasta poate fi activată prin implementarea corespunzătoare şi redundanţa reţelei. Aspecte arhitecturale legate de disponibilitatea serviciilor sunt discutate în secţiunea 3.1.11.

3.1.3 Numerologie şi structura cadrului

[0487] NX conţine mai multe lăţimi diferite de bandă ale sub-purtătoarelor (vezi Secţiunea 2.3) care acoperă intervalul de frecvenţă de la sub 1GHz la 100 GHz, cu creşterea lăţimii de bandă a sub-purtătoarelor până la frecvenţele mai mari ale purtătoarei. Numerologiile cu lăţimi de bandă mai largi ale sub-purtătoarelor oferă, pe lângă o robusteţe crescută la zgomotul Doppler şi zgomotul de fază, şi durata mai scurtă a simbolului OFDM şi a sub-cadrului, care asigură latenţe mai scurte. Atâta timp cât prefixul ciclic al numerologiilor în bandă largă este suficient, aceste numerologii pot fi de asemenea utilizate la frecvenţe mai mici.

[0488] În implementările cu arie largă, de preferinţă, numerologia "16.875 kHz, CP normal" este utilizată cu o durată de sub-cadru de 250 µs. Această durată a sub-cadrului este suficientă pentru multe aplicaţii cu latenţă scăzută. Pentru cerinţe extreme de latenţă, se pot utiliza chiar şi numerologiile „67,5 kHz, CP normal" sau „67,5 kHz, CP b lung". Dacă un prefix ciclic de

aproximativ 0,8 µs este suficient "67,5 kHz, CP normal" ar trebui utilizat datorită nivelului CP mai mic de 5,5%; pentru medii cu dispersii mai mari de intarziere "67,5 kHz, CP b lung" trebuie utilizat.

[0489] În implementările macro dense „67,5 kHz, CP normal" probabil poate fi încă utilizat (presupunând o dispersie de întârziere scăzută) care să permită durate de sub-cadru de 62,5 µs. Dacă 250 µs sunt suficiente, pot fi utilizate atât „16.875 kHz, CP normal", cât şi „67.5 kHz, CP normal", cu condiţia ca intervalul de frecvenţă să permită lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor de 16.875 kHz.

[0490] Chiar şi duratele mai mici ale sub-cadrului (7,8 µs) sunt activate prin numerologia "540 kHz, CP normal". În prezent, nu există cazuri cunoscute de utilizare în care sunt necesare astfel de durate scăzute ale sub-cadrului; în plus, prefix ciclic mic al acestei numerologii (0,1 µs) limitează desfăşurarea la cele foarte dense. Duratele scurte ale sub-cadrului ar deschide posibilitatea de re-transmisii HARQ pentru a creşte fiabilitatea. Cu toate acestea, este de aşteptat ca punctul de operare tipic pentru C-MTC să fie astfel încât să se folosească rate de cod peste 0,5 şi astfel avantajele re-transmisiilor sunt limitate.

Tabelul 12: Rezumatul numerologiei care trebuie alese în funcţie de implementare şi durata de sub-cadru asigurată

	sub -1 la 6 GHz (frecvenţe joase)	6 la 30 GHz (frecvenţă medie)	30 la 100 GHz (frecvenţe inalte)
Arie largă	16.875 kHz: 250 µs	67.5 kHz: 62,5 µs	N / A
	67.5 kHz: 62,5 µs sau 125 µs		
Celulă mică	16.875 kHz: 250 µs	67.5 kHz: 62,5 µs	540 kHz: 7,8 µs (celule foarte mici)
	67.5 kHz: 62,5 µs		
	540 kHz: 7,8 µs (celule foarte mici)	540 kHz: 7,8 µs (celule foarte mici)	

[0491] Alegerea numerologiei corecte are un impact mai mic asupra cerinţelor de fiabilitate (cu excepţia faptului că o aplicaţie ar trebui să utilizeze numerologia corectă în ceea ce priveşte zgomotul de fază şi deplasarea maximă Doppler preconizată).

3.1.4 Sincronizare in C-MTC

[0492] Sincronizarea joacă un rol critic atunci când vine vorba de îndeplinirea dorinţei de fiabilitate ultra-ridicată în C-MTC.

[0493] NX se bazează pe un design insuficient in care transmisia de semnale de emisie precum MIB/SIB sau similar şi semnale de sincronizare sunt transmise numai atunci când este necesar. Pentru NX, periodicitatea canalelor de sincronizare este de ordinul a 100 ms. Natura slabă a semnalelor de sincronizare poate deveni esenţială pentru a atinge cele mai mari rate de detecţie de până la 1-1e-9 in unele scenarii C-MTC. Acest lucru se datorează abaterii inevitabile a timpului şi frecvenţei care se datorează modelului de semnal de sincronizare slab.

[0494] Cu toate acestea, se poate arăta că, cu un oscilator cu cristal (XO) care are o abetere de timp de 2 ppm (adică, 2 µs-per-s) şi abaterea de frecvenţă maximă de 125 Hz/s @ banda de 2 GHz, precizia de sincronizare este suficient de bună pentru C-MTC prin reutilizarea SS. Aceasta se aplică atât numerologiei 16.875 kHz, cât şi numerologiei 67.5 kHz.

3.1.5 Implicaţiile modului duplex C-MTC

[0495] Concentrandu-ne pe cele mai stricte cazuri de fiabilitate, cu rate de eroare până la 1e-9, cel mai dificil scenariu pentru îndeplinirea cerinţelor de latenţă este pentru datele sporadice, unde presupunem că UE nu are niciun acord UL şi, prin urmare, trebuie să transmită o solicitare de planificare (SR) şi să primească un acord de planificare (SG) înainte de a începe transmisia pe legătura ascendentă. În funcţie de modul duplexare utilizat, FDD sau TDD, latenţa în cel mai grav caz C-MTC va varia intr-o oarecare măsură, aşa cum este discutat mai jos.

3.1.5.1 FDD

[0496] Pentru cazuri de utilizare, cu cele mai dificile cerinţe de latenţă, simbolurile de referinţă (RS) sunt transmise in primul simbol OFDM pentru a permite decodarea timpurie. In cazul in care cerinţele de procesare stricte pot fi puse pe UE şi pe eNB (a se vedea secţiunea ulterioară), decodarea la nodul respectiv a solicitării de planificare şi a mesajelor de acord poate fi făcută în cateva micro-secunde. Prin urmare, SR, SG şi datele pot fi apoi transmise în trei sub-cadre consecutive. Apoi, cel mai rău scenariu este atunci când datele de transmis vor ajunge imediat după pornirea unui sub-cadru şi, prin urmare, latenţa RAN totală va fi cuprinsă între 3 sub-cadre (cel mai bun caz) şi 4 sub-cadre (cel mai rău caz). Vezi ilustraţia latenţei UL cu ciclul de date SR-SG pentru FDD prezentat în Figura 69. După cum se vede în figură, simbolul de referinţă (RS) este transmis in primul simbol OFDM din fiecare sub-cadru (presupunand 1 sub-cadru = 4 OFDM simboluri, ca în secţiunea 2.3.2.1) pentru a permite decodarea timpurie. Având în vedere utilizarea numerologiei de 67,5 kHz cu o lungime de sub-cadru de 62,5 µs, aceasta implică o latenţă RAN de aproximativ 187-250 µs. Se presupune aici că datele sunt codificate la o rată suficient de scăzută, astfel încât nu este necesară o retransmisie.

[0497] Astfel, dintr-o perspectivă a latenţei, utilizarea FDD este o soluţie bună în benzile de frecvenţă în care FDD este disponibil (de exemplu, sub 4 GHz).

[0498] De notat că Figura 69 prezintă latenţe UL presupunând că PDCCH este răspândit pe intregul sub-cadru constand din 4 simboluri OFDM (vezi secţiunea 2.3.3). De notat că, atunci când PDCCH este limitat la primul simbol al unui sub-cadru, pentru a permite decodarea timpurie, întârzierea totală UL poate fi redusă în continuare la 2 sub-cadre (in cel mai bun caz), deoarece PDCCH este limitat la primul simbol OFDM al sub-cadrului care permite transmiterea datelor in acelaşi sub-cadru. Această latenţă RAN ar trebui considerată ca o caracteristică dificilă din punct de vedere tehnic a NX, deoarece necesită cerinţe stricte de procesare pentru UE şi eNB. Cu alte cuvinte, SG trebuie procesat în aproximativ 8 µs (mai puţin decât durata simbolului OFDM cu numerologie 67,5 kHz), aşa cum este descris în secţiunile suplimentare de mai jos, necesită dispozitive premium şi poate să nu fie obtenabil în dispozitive MBB. În secţiunea 3.1.12 sunt prezentate întârzierile rezultate pentru timpii de procesare mai relaxaţi.

3.1.5.2 TDD

[0499] Mai jos este descrisă latenţa pentru o configuraţie TDD. Analiza ţine cont de cerinţele de fiabilitate ridicate ale cazurilor solicitante de utilizare a C-MTC. Prin urmare, analiza ar trebui privită ca o analiză a cazului cel mai rău şi în multe scenarii (dar probabil nu în toate), probabil, se pot relaxa cerinţele precum celulele sincronizate, etc. În TDD, cerinţele de întârziere pot implica o restricţie semnificativă asupra structurii TDD UL/DL. Din nou, concentrându-ne pe cel mai rău caz, fără acord UL pentru un UE şi o numerologie 67,5 kHz, se poate concluziona cu uşurinţă că sub-cadrele UL/DL trebuie să alterneze pe baza unui cadru unic şi, prin urmare, în aceste condiţii, TDD-ul dinamic nu ar putea fi utilizat. Apoi, cel mai rău caz de întârziere este atunci când datele ajung la inceputul unui sub-cadru UL. Din nou, este important de menţionat că, în TDD celular, nu se poate iniţia de obicei o transmisie UL într-un sub-cadru in care C-MTC UE din apropiere are recepţie DL. Prin urmare, UE trebuie să aştepte următorul cadru UL disponibil pentru transmisia SR. Apoi întârzierea totală este de 5 sub-cadre, 312 µs. Cel mai bun caz de intarziere este atunci când pachetul de date ajunge înainte de următorul cadru UL similar celui mai bun caz FDD, 187 µs. Acest lucru este prezentat în Figura 70, care ilustrează latenţa pentru TDD. În acest caz cel mai rău, un pachet de date ajunge la UE la inceputul unui sub-cadru UL şi, prin urmare, SR (prima săgeată) ar putea fi transmis primul în următorul cadru UL disponibil. Apoi, SG şi Date pot fi transmise în următoarele sub-cadre.

[0500] În TDD, trebuie să fie alocat timp la UE pentru a schimba setările emiţător-receptorului între UL şi DL. Necesitatea alternării UL/DL pe bază de sub-cadru unic poate presupune apoi o supraîncărcare semnificativă în comutare. Cu toate acestea, folosind avansul de sincronizare în timp, supraîncărcarea poate fi limitată la 1 simbol OFDM UL. Acest lucru este prezentat în figura 71, care ilustrează comutarea aerului în aer şi demonstrează că folosind TA, timpul de comutare poate fi redus la un simbol OFDM UL. Folosind această abordare, pot fi permise aproximativ 8 µs pentru comutare, ceea ce este suficient pentru a pune în aplicare implementările actuale care necesită aproximativ 5-6 µs.

3.1.5.2.1 Implicaţia cerinţelor celor mai grave cazuri C-MTC pe TDD

[0501] Necesitatea alternării între UL şi DL pentru fiecare sub-cadru implică o pierdere de capacitate de 25% pe canalul UL. Ţinând cont de „problema aproape-departe dinamică TDD 100 dB" intr-un scenariu de implementare celulară, împreună cu cerinţa de fiabilitate ridicată pentru C-

MTC, atat celulele adiacente intra, cât şi cele inter-frecvenţă trebuie să fie sincronizate şi să aibă aceeaşi configuraţie UL/DL. Acest lucru este posibil să nu fie optim din punct de vedere al capacităţii Bandă Largă Mobilă. O altă abordare este aceea de a implementa numai aplicaţiile C-MTC cu cele mai dificile cerinţe (necesitând o rată de eroare de până la 1e-9) in celule sau zone izolate.

3.1.5.3 O notă privind timpul de procesare

[0502] Pentru a putea îndeplini timpii scurţi de procesare necesari pentru răspunsurile în sub-cadre adiacente, diferite principii de pre-procesare pot fi utilizate folosind faptul că pachetul de date transmis in C-MTC este probabil să fie mic, precum şi doar un mic set finit de dimensiuni de pachete este permis (doar un set finit de mesaje care trebuie transmise cu cerinţe de latenţă astfel de stricte). Presupunem că eNB, precum şi UE deţin controlul calităţii legăturii actuale şi, prin urmare, ştiu ce MCS să folosească şi doar un număr mic (unic) de formate MCS pentru o anumită dimensiune a pachetului de date este posibil să se aleagă pentru nodul NW. Apoi, odată ce UE transmite un SR, acesta include dimensiunea pachetului de date in mesaj. Mai mult, UE poate pregăti un set finit de formate MCS posibile şi odată ce SG-ul este decodificat (indicand ce resurse f/t să folosească), UE poate transmite versiunea corectă în aceste resurse fără o întârziere suplimentară de codificare. La fel se poate face şi în eNB. Odată ce SR este recepţionat, alocă resursele necesare pe baza informaţiilor despre mărimea pachetului de date şi MCS deja determinat şi transmite SG-ul corespunzător. Folosind acest tip de abordări de pregătire/pre-codificare, ne aşteptăm ca cineva să îndeplinească cerinţele de timp de codificare şi decodificare necesare pentru restricţiile de sincronizare C-MTC.

3.1.6 Codare şi modulare

[0503] Aplicaţiile C-MTC au nevoie de modulare şi codificare robuste, precum şi de decodare rapidă pentru a îndeplini cerinţele de latenţă. Pentru a obţine latenţa pentru cele mai solicitante cazuri de utilizare, este posibil ca aplicaţiile C-MTC să fie dezactivate HARQ şi să utilizeze MCS-uri foarte robuste. Prin urmare, ordinea de modulare ar trebui să fie de preferinţă scăzută (de exemplu, QPSK). Mai mult decat atat, strategiile de codificare care permit decodarea timpurie sunt de dorit, prin urmare, codurile de convoluţie fără intercalare ar putea fi o alegere bună nu numai datorită posibilităţilor de decodare timpurie, ci şi pentru că pachetele C-MTC sunt mici şi, prin urmare, câştigul folosirii principiilor avansate de codificare, sunt limitate (codurile polare, care sunt în prezent abordarea preferată a MBB în NX, pot fi de asemenea aplicabile pentru C-MTC). Un alt element important pentru decodarea rapidă şi timpurie este de a pune simboluri de referinţă la inceputul sub-cadrului, pentru a putea face estimarea canalului fără stocare intermediară.
[0504] Pentru cerinţe mai mici de fiabilitate şi întârziere, este probabil ca modularea de ordin superior să fie benefică.

3.1.7 Diversitate

[0505] Diversitatea este considerată a fi un facilitator important al comunicaţiilor ultra-fiabile. Ordine de diversitate mari (de exemplu, 8 sau 16 pentru cele mai stricte cerinţe de fiabilitate până la 1-1e-9) sunt de dorit pentru a permite marje de atenuare acceptabile in cazul canalelor cu atenuare, cum ar fi canalul Rayleigh. Teoretic, această diversitate ar putea fi realizată în domeniul timpul, frecvenţă şi/sau spaţiu. Pentru a realiza o comunicaţie ultra-fiabilă în cadrul unui buget strict de latenţă scăzut, exploatarea diversităţii de timp este foarte dificilă. Pe de altă parte, pentru a exploata câştigurile din diversitatea frecvenţei, este important să se mapeze biţii codificaţi pe resursele de frecvenţă care au coeficienţi de canal necorelaţi. Prin urmare, lăţimea de bandă necesară ar creşte odată cu coerenţa lăţimii de bandă a canalului şi astfel va face ca exploatarea diversităţii de frecvenţă să consume mai multă lăţime de bandă. Prin urmare, se presupune că diversitatea de antene este opţiunea principală pentru a atinge ordinul de diversitate necesar acolo unde este posibil. De asemenea, trebuie menţionat că pentru a avea un ordin de diversitate spaţială de 16, 8 şi 2, antenele ar putea fi luate în considerare pe partea eNB şi, respectiv, la UE. În transmisia de la dispozitiv la dispozitiv (D2D), este posibil să nu fie posibil să se obţină câştiguri suficiente de diversitate doar cu diversitate spaţială, datorită limitărilor în proiectarea antenei pentru UE, diversitatea de frecvenţă ar putea fi utilizată suplimentar. În plus, comunicaţia D2D beneficiază de asemenea de un buget de legătură crescut datorită proximităţii dispozitivelor. Mai mult decât atât, pentru a obţine câştigurile depline ale diversităţii de transmisie, trebuie utilizate

coduri mai avansate spaţiu-timp, în loc de codul Alamouti. Codurile Alamouti realizează o diversitate de transmisie completă numai până la 2 antene de transmisie.

[0506] O extensie a diversităţii de antene este macro-diversitatea, unde antenele nu sunt co-localizate, ci distribuite în spaţiu. Aceasta necesită conectare rapidă între diferite puncte de recepţie dacă întârzierea este critică. Într-un caz mai general, se poate lua in considerare deservirea aplicaţiilor cu cerinţe ridicate de fiabilitate pe mai multe purtătoare sau chiar RAT.

[0507] Diversitatea pentru canalele de date şi control este discutată în continuare în secţiunile 2.3.3.2, 2.3.4.1 şi 2.3.5.1.

3.1.8 HARQ

[0508] Pentru serviciile C-MTC cele mai sensibile la latenţă, este de aşteptat ca cerinţele de latenţă să interzică utilizarea HARQ şi că decodarea reuşită este necesară într-o singură încercare de transmisie. În consecinţă, funcţionalitatea HARQ poate fi dezactivată pentru astfel de aplicaţii. Pentru serviciile in care feedback-ul HARQ ar fi posibil din perspectiva latenţei, câştigurile din partea HARQ sunt încă limitate. Deoarece multe servicii C-MTC nu au niciun interes în „latenţa medie", ci doar latenţa la un procentaj dat, adaptarea legăturilor trebuie să asigure fiabilitatea după îndeplinirea numărului maxim de retransmisii permis de bugetul de latenţă. Acest lucru poate ajunge adesea să fie un format greu de decodat timpuriu; pentru un SINR bun, există puţine motivaţii de a utiliza ratele de cod sub ½, ceea ce înseamnă că decodarea este posibilă mai întai după jumătate de transmisie.

[0509] Câştigurile potenţiale cu HARQ depind, de asemenea, dacă SINR poate fi adaptat modificând lăţimea de bandă a transmisiei. Pentru legătura ascendentă, se aşteaptă doar câştiguri limitate dacă lăţimea de bandă poate fi redusă şi, prin aceasta, SINR îmbunătăţit. Cu toate acestea, pentru cazurile legăturii descendente sau legăturii ascendente, în cazul în care există limitări ale densităţii spectrale de putere, unde rata de cod necesară pentru îndeplinirea ţintei de eroare este foarte scăzută, se pot aştepta câştiguri semnificative ale eficienţei resurselor din operaţiunea HARQ. Pentru a beneficia de utilizarea de resurse redusă la medie, planificarea trebuie să fie suficient de rapidă pentru a utiliza resursele „eliberate" pentru alte servicii.

[0510] Este recunoscut faptul că feedback-ul HARQ trebuie, de asemenea, să fie robust pentru erorile NACK-la-ACK până la ţinta de fiabilitate dată şi chiar mai scăzută pentru transmisii multiple şi trebuie să îndeplinească această fiabilitate la o latenţă semnificativ mai mică decât pentru aplicaţia în sine. Acest lucru se poate opune acoperirii feedback-ului HARQ şi îl poate face costisitor, in particular luand in considerare dimensiunile de date preconizate relativ mici pentru C-MTC. Mecanismul HARQ şi consideraţiile canalelor de control sunt discutate în secţiunea 2.2.8.

[0511] Figura 72 ilustrează un exemplu în care feedback-ul HARQ rapid este transmis la sfârşitul primei ocazii de transmisie UL disponibile. In acest exemplu, feedback-ul HARQ este inclus intr-un singur simbol OFDM.

[0512] Se aşteaptă ca doar opţiunea „feedback HARQ foarte rapid" din NX să fie aplicabilă pentru C-MTC, cu alocarea de energie semnificativă la feedback pentru a îndeplini cerinţele de eroare, fără a fi necesar să se stabilească praguri de detecţie, astfel încât toate câştigurile HARQ sunt pierdute pentru erori ACK-la-NACK. Cu feedback „foarte rapid", in care canalul de feedback se întinde doar pe o fracţiune dintr-un sub-cadru, timpul de intoarcere este de aşteptat să fie de 2 sub-cadre, in care o transmisie poate avea loc in toate celelalte sub-cadre cu oprire-şi-aşteptare. Pentru „încheierea timpurie", transmisia continuă până la ACK, un sub-cadru va fi adesea „pierdut". Dacă feedback-ul predictiv este susţinut pe baza estimării calităţii pe piloţii timpurii, feedback-ul ar putea fi trimis chiar înainte de decodarea completă. Această schemă poate să nu fie adecvată în cazul unor cerinţe de fiabilitate foarte stricte.

3.1.9 Scheme de acces MAC pentru C-MTC

[0513] Proiectarea MAC NX C-MTC se bazează pe principiile de design L2 descrise în Secţiunea 2.2.1 şi exploatează cadrul de lucru NX PHY. Mai multe opţiuni MAC C-MTC, care pot fi selectate flexibil în funcţie de scenariu, sunt descrise aici. Modularitatea de proiectare oferă posibilitatea de a conecta diferite componente şi funcţionalităţi MAC pentru a aborda mai multe cerinţe specifice cazului de utilizare. Pentru a răspunde cerinţelor QoS dorite, cum ar fi limitele de latenţă şi cerinţele de fiabilitate, fiecare dintre opţiunile MAC C-MTC are caracteristicile şi compromisurile sale în ceea ce priveşte cerinţele de resurse şi utilizarea resurselor.

[0514] In particular, designul C-MTC MAC include (i) planificarea dinamică, (ii) accesul instantaneu pe legătura ascendentă şi (iii) scheme flexibile de acces bazat pe dispută (acces hibrid). Schemele MAC pentru C-MTC în D2D până în prezent nu au fost studiate în mod explicit.

Planificarea dinamică este considerată un caz de bază, unde beneficiile NX PHY (de exemplu, TTI-uri mai scurte şi variabile) pot fi exploatate pentru a îndeplini cerinţe de latenţă scăzută şi fiabilitate ridicată. Opţiunea de planificare dinamică se potriveşte traficului de date sporadic, unde locarea resurselor este dată de o staţie de bază la solicitarea de planificare de la un nod pentru o singură transmisie. Pentru fiecare transmisie de date necesară, acordul de resurse trebuie obţinut de la staţia de bază. În funcţie de aşteptările QoS specifice scenariului şi de disponibilitatea resurselor, o staţie de bază are posibilitatea de a acorda prioritate datelor în timp real sporadice faţă de alte tipuri de trafic.

[0515] Schema Acces Legătură ascendentă Instant (IUA) utilizează supra-furnizarea resurselor pentru transmiterea de date pe legătura ascendentă. Această opţiune MAC sacrifică utilizarea resurselor în favoarea reducerii latenţei, ceea ce este de dorit pentru aplicaţiile C-MTC. Deoarece un nod nu trebuie să obţină în mod explicit un acord de la staţia de bază pentru o transmisie de date sporadice viitoare, IUA elimină întârzierea implicată în ciclul de solicitare a unei resurse şi alocarea de către staţia de bază a resursei. Schema de acces hibrid utilizează principiile de acces planificat şi bazat pe dispută şi este proiectată pentru a exploata flexibilitatea in selectarea resurselor şi a structurilor de cadre oferite de NX PHY. În schema de acces hibrid, staţia de bază îşi rezervă resurse anterioare pentru traficul periodic şi în timp real. Mai mult, în funcţie de disponibilitatea resurselor şi de traficul sporadic preconizat la un moment dat, staţia de bază poate atribui în mod flexibil atât nodurilor atât resurse bazate pe dispută, cât şi resurse planificate. Staţia de bază poate chiar să configureze resursele alocate atunci când este necesar, de exemplu, să ia resursele alocate traficului nu în timp real şi să le rezerve pentru traficul în timp real. Dacă încărcarea traficului este scăzută, accesul bazat pe dispută poate fi destul de eficient din punct de vedere al eficienţei utilizării resurselor şi, astfel, poate gestiona eficient traficul sporadic. Cu toate acestea, accesul bazat pe dispută are dezavantajul comportamentului său nedeterminant. Prin urmare, în această opţiune MAC, staţia de bază trebuie să gestioneze resursele radio pentru accesul planificat şi bazat pe dispută, astfel încât să fie satisfăcute cerinţele de trafic în timp real de latenţă foarte scăzută şi fiabilitate ridicată. Schemele MAC C-MTC menţionate mai sus sunt descrise în Secţiunea 2.2.9.

3.1.10 Aspecte D2D

[0516] Protocoalele de comunicaţie Dispozitiv-la-Dispozitiv (D2D) pentru NX (a se vedea secţiunea 3.11 pentru detalii suplimentare) sunt concepute pentru a susţine comunicaţii apropiate în scenarii de acoperire, acoperire parţială şi în afara acoperirii pentru o mare varietate de cazuri de utilizare, inclusiv în bandă largă mobilă, precum şi cazuri de utilizare critice pentru misiune, cum ar fi V2X şi automatizare din fabrică.

[0517] Pentru cazurile de utilizare critică pentru misiune, cerinţele aplicaţiei asociate fiabilităţii, disponibilităţii şi latenţei pot fi mai uşor îndeplinite profitând de comunicarea directă D2D decât fără capacitatea D2D. Acest lucru se datorează faptului că, în cazul unei comunicaţii bazate pe infrastructură, fiecare pachet de date între dispozitive, chiar dacă dispozitivele se află unul în apropierea celuilalt, este implicat intr-o transmisie UL şi DL. Aceasta poate să nu fie întotdeauna calea optimă din punct de vedere al latenţei în comparaţie cu o transmisie radio unică de-a lungul căii directe între dispozitivele din apropiere. În plus, nu este întotdeauna garantată acoperirea sau capacitatea reţelei pentru comunicaţiile critice pentru misiune. Prin urmare, integrarea legăturilor auxiliare poate ajuta reţeaua să ofere o disponibilitate mai mare, evitând blocajele potenţiale de dimensionare, in cazul in care infrastructura poate deveni un punct unic de degradare a performanţei sau un potenţial de eroare. De notat că câştigul de fiabilitate cu D2D datorită legăturilor mai puţine de comunicaţie poate fi parţial compensat de ordinul de diversitate mai mic pentru legătura auxiliară.

[0518] Unele aplicaţii C-MTC trebuie să fie operate în scenarii în afara acoperirii, de exemplu, unele scenarii auto. Apoi, comunicaţia D2D poate fi singura cale disponibilă perfectă atât în situaţii de acoperire, cât şi în afara acoperirii.

[0519] În cazul unor scenarii de acoperire (de exemplu, automatizarea din fabrică), asistenţa în reţea pentru D2D joacă un rol important în reducerea interferenţelor dintre dispozitive şi infrastructură; precum şi îmbunătăţirea eficienţei spectrale, permiţând reutilizarea resurselor. Mai mult, reţeaua poate ajuta suplimentar dispozitivele pentru descoperirea şi mobilitatea dispozitivelor.

[0520] Pentru a realiza potenţialele câştiguri de latenţă prin intermediul comunicaţiilor D2D directe, funcţiile RRM (vezi secţiunea 3.11.7.8 pentru detalii suplimentare), sunt furnizate într-o manieră distribuită-centralizată hibrid între reţea şi dispozitive, în funcţie de scenariu şi serviciu. Aceste funcţii RRM pot include selectarea modului, alocarea resurselor şi controlul puterii şi

asigură în comun faptul că resursele radio sunt disponibile pentru extinderea acoperirii, precum şi pentru serviciile critice pentru misiune.

[0521] Pentru a avea transmisii robuste la interferenţele neaşteptate în cazul RRM distribuit, pot fi utilizate coduri de canal fiabile cu minim de erori reduse (de exemplu, coduri convoluţionale). Mecanismele inteligente de retransmisie (de exemplu, HARQ), pot fi utilizate dacă este posibil să se efectueze retransmisii în limita de latenţă.

[0522] Pentru a proteja suplimentar transmisiile pe legăturile auxialiare de interferenţe, atât procedurile RRM asistate de reţea (lent), cât şi neasistate (rapid) trebuie implementate cu mecanisme de gestionare a interferenţelor şi coordonare robuste pentru canalele de comunicaţie D2D unidirecţională, multi-direcţională şi difuzate.

[0523] Pentru a face faţă mediului dinamic al reţelei radio datorită mobilităţii, diversitatea ar putea fi un aspect important pentru comunicaţiile critice pentru misiune, care pot fi furnizate sub diferite forme, cum ar fi diversitatea antenelor, diversitatea de frecvenţă, diversitatea de timp (vezi secţiunea 3.1.7) şi, în cazul D2D, şi în diversitatea de moduri (implicând modul celular şi modul D2D pentru comunicaţii apropiate). Pe de altă parte, este posibil ca aceste metode de diversitate să nu fie intotdeauna disponibile:

Cerinţa de latenţă poate fi un factor limitativ pentru a utiliza diversitatea de timp.
Diversitatea frecvenţei ar putea fi limitată datorită alocării frecvenţei şi a capabilităţilor radio.
Legăturile D2D pot fi restricţionate la ordinul de diversitate mai mic, datorită faptului că, de obicei, un număr mai mic de antene este disponibil la un dispozitiv în comparaţie cu un nod de reţea.
În funcţie de acoperirea reţelei, diversitatea de moduri, unde se poate utiliza atât conectivitatea bazată pe infrastructură (interfeţe Uu), cât şi D2D (interfaţa PC5), poate fi limitată la planul de control sau să nu fie disponibilă deloc.

[0524] În ansamblu, NX D2D este privit ca un facilitator complementar pentru latenţă scăzută atunci când sunt utilizate instrumentele potrivite, datorită distanţei de comunicare mai scurte, mai puţine legături de transmisie (salturi), precum şi o fiabilitate ridicată prin funcţionalităţi îmbunătăţite Strat 1 şi Strat 2 de exemplu, pentru redundanţă, gestionarea interferenţelor şi extinderea acoperirii.

3.1.11 Aspecte de arhitectură RAN

[0525] Această secţiune descrie aspecte de arhitectură asociate cu realizarea unei latenţe scăzute, fiabilitate ridicată şi disponibilitate ridicată la nivel de sistem.

Nevoia de a sprijini funcţionalitatea distribuită:

[0526] Pentru a suporta latenţe e2e de până la 1 ms sau mai jos, este necesar să se susţină desfăşurarea serverelor de aplicaţii apropiate de accesul radio, uneori denumite calcul de margine mobil. Lumina intr-o fibră optică parcurge aproximativ 200 km în 1 ms, astfel încât, pentru a obţine o latenţă unică garantată între un controler din reţea şi un acţionator/senzor fără fir, aplicaţia de control trebuie să fie amplasată mult mai aproape de radio faţă de 200 km (luând în considerare, de asemenea, intarzierile provenite din comutare, HW-i/f, fibra care nu este desfăşurată în linie dreaptă, etc.). Desfăşurarea serverelor de aplicaţii aproape de radio înseamnă, de asemenea, implementarea funcţiilor în planul de utilizator de reţea de bază, precum ancorarea mobilităţii aproape de radio.

[0527] Pentru cazurile de utilizare cu latenţă scăzută şi fiabilitate ridicată, este interesant să se poată implementa atât funcţiile din planul utilizatorului, cât şi cele din planul de control în apropierea reţelei radio. Funcţiile distribuite din planul de utilizator sunt motivate de necesitatea unei latenţe scăzute, în timp ce funcţiile distribuite din planul de control ar putea fi motivate de necesitatea unei funcţionări de sine stătătoare, chiar dacă conexiunea la reţelele externe este întreruptă.

Utilizarea de cloud distribuit şi virtualizarea caracteristicilor de reţea (NFV) pentru a distribui funcţionalitatea:

[0528] În intervalul de timp 2020, este de aşteptat ca viitoarele funcţii de reţea de bază, precum şi cele mai multe funcţii la nivel de aplicaţie să fie susţinute pe procesarea HW cu scop general şi să fie implementate ca funcţii de reţea virtualizate. Virtualizarea facilitează distribuirea acestor

funcţii în reţea folosind o platformă cloud distribuită bazată pe HW de scop general. NX susţine o astfel de distribuţie atât a funcţionalităţii reţelei de bază, cât şi a nivelului de servicii (de exemplu, serviciile de aplicaţie), care permite conexiuni cu latenţă scăzută între senzori, acţionatoare şi controlere.

[0529] De asemenea, este posibil să se susţină servicii cu latenţă critică şi scăzută într-o felie de reţea e2e logică separată (a se vedea secţiunea 1.1 pentru o descriere a felierii reţelei), care este optimizată pentru un serviciu fiabil şi latenţă scăzută (de exemplu, susţinerea funcţiilor distribuite). Această felie de reţea împarte aceeaşi reţea fizică ca şi o felie MBB, dar poate fi în continuare mai bună decât MBB pentru a gestiona traficul critic. În acest caz, trebuie să existe mecanisme care să se ocupe de împărţirea resurselor între felii şi să asigure izolarea. În multe cazuri, felierea reţelei este prevăzută pentru a utiliza resurse partajate dinamic, dar pentru felii critice ar fi, de asemenea, necesar să se aloce o reţea de transport garantată (dedicată) şi resurse radio pentru felie pentru a se asigura că cerinţele de performanţă pot fi îndeplinite.

Activatori de arhitectură pentru atingerea unui nivel ridicat de fiabilitate/disponibilitate:

[0530] În plus faţă de cerinţele privind fiabilitatea ridicată, unele servicii necesită o disponibilitate ridicată a serviciilor chiar şi în momentele de defectare a nodului sau a echipamentului. Astăzi, aplicaţiile MTC critice tipice utilizează două căi duplicate independente pentru a se asigura că conexiunea generală poate face faţă unei defecţiuni HW sau SW pe o singură cale. Este de aşteptat ca concepte similare să poată fi aplicate pentru MTC critice folosind NX.

[0531] Figura 73 ilustrează utilizarea căilor duplicate.

[0532] În plus faţă de căile duplicate independente, este posibil să se obţină disponibilitate ridicată a nodurilor prin replicarea contextului UE în mai multe noduri pentru a face faţă la cedarea plăcilor HW sau la cedarea VM. Astfel de metode sunt deja utilizate astăzi în produsele noastre.

3.1.12 Latenţa obtenabilă

[0533] Latenţa RAN obtenabilă este rezumată în această secţiune. Această secţiune se concentrează asupra FDD, care oferă cea mai mică latenţă, aşa cum s-a discutat în secţiunile anterioare. Trebuie menţionat că latenţa capăt-la-capăt sau finală a aplicaţiei este mai lungă şi include stocarea intermediară, întârziere de transport şi întârziere de procesare în nodurile reţelei centrale.

3.1.12.1 Latenţa pe legătura ascendentă

[0534] Latenţa în planul de utilizator pe legătura ascendentă pentru NX este indicată pentru transmisia planificată în această secţiune. Cu o presupunere agresivă a timpului de procesare (8 µs) este posibil să se transmită cererea de planificare (SR), acordul de planificare (SG) şi date în ferestre de timp consecutive. Aceasta poate fi considerată potenţialul tehnologic pentru dispozitivele premium cu cerinţe de latenţă stricte şi este în conformitate cu numerele descrise în secţiunea 2.1.5.1. Cu o presupunere mai relaxată a cerinţei de procesare (câteva zeci de µs), există o intarziere cu un sub-cadru până la transmiterea următorului mesaj din secvenţă. Timpul exact de procesare nu este important atât timp cât nu depăşeşte un sub-cadru. Se presupune că este posibil şi pentru dispozitivele MBB din fluxul principal.

[0535] Paşii implicaţi şi latenţa necesară pentru fiecare pas pot fi văzute în Figura 74, care prezintă latenţa RAN pe legătură ascendentă pentru planificarea dinamică. Când nu se utilizează retransmisii, latenţa rezultată este de 4 sub-cadre pentru cerinţe de procesare stricte şi 6 sub-cadre pentru cerinţe de procesare relaxate.

[0536] Când se utilizează retransmisii HARQ, fiecare retransmisie adaugă încă 2 sub-cadre (cerinţe de procesare stricte) sau 4 sub-cadre (cerinţe de procesare relaxate).

[0537] Schemele de planificare semi-persistentă, acces instantaneu pe legătura ascendentă şi pre-planificare predicativă au o latenţă similară. În toate aceste scheme, ciclul de solicitare-acord de planificare este omis şi un acord de planificare este disponibil la sosirea datelor. Detalii despre aceste scheme sunt prezentate în secţiunea 2.2.9. Paşii implicaţi şi latenţa necesară pentru fiecare pas pot fi văzute în Figura 75, care prezintă o latenţă realizată pe legătura ascendentă cu acces instantaneu. Când nu se utilizează retransmisii, latenţa rezultată este de 2 sub-cadre atat pentru cerinţe de procesare stricte, cât şi cele relaxate. Când se utilizează retransmisii HARQ, fiecare retransmisie adaugă încă 2 sub-cadre (cerinţe de procesare stricte) sau 4 sub-cadre (cerinţe de procesare relaxate).

[0538] Latenţa de interfaţă aer pe legătura ascendentă rezultată pentru diferite numerologii şi scheme de planificare este rezumată în Tabelul 13.

Tabelul 13: Rezumatul latenţei RAN realizate pe legătura ascendentă pentru diferite numerologii

Durata sub-cadru	Opţiune de planificare	Procesare optimă	Procesare relaxată
250 µs	Dinamic	1 Ms	1.5 Ms
250 µs	Acces instantaneu pe legătura ascendentă	0.5 Ms	0.5 Ms
62.5 µs	Dinamic	0.25 Ms	0.375 Ms
62.5 µs	Acces instantaneu pe legătura ascendentă	0.125 Ms	0.125 Ms

[0539] După cum se poate observa, ţinta de latenţă a interferenţei aer în sens unic de 200 µs poate fi atinsă pe legătura ascendentă cu configuraţia corespunzătoare.

3.1.12.2 Latenţa pe legătura descendentă

[0540] Pentru o comunicaţie cu latenţă scăzută, este posibil să se trimită o alocare de planificare pentru date pe legătura descendentă şi de transmitere a datelor în acelaşi sub-cadru. Alocarea de planificare este transmisă pe canalul de control fizic al legăturii descendente (PDCCH) la începutul unui sub-cadru, iar transmiterea datelor se poate face în acelaşi sub-cadru; vezi secţiunea 2.3.2.2.

[0541] Când datele sunt disponibile pentru transmisia pe legătura descendentă, datele pot fi transmise în următorul sub-cadru disponibil. Aceasta înseamnă că cel mai rău caz pentru latenţa RAN pe legătura descendentă este limitat la 2 sub-cadre (500 µs pentru durata de sub-cadru de 250 µs şi 125 µs de durata de 62,5 µs). Prin urmare, se poate îndeplini cerinţa de latenţă de 200 µs.

[0542] Intr-o implementare a produsului este posibil să fie adăugate 1-2 sub-cadre pentru planificare, adaptare şi procesare a legăturilor, ceea ce înseamnă că cele mai stricte cerinţe de latenţă nu pot fi atinse dacă nu se utilizează o implementare optimizată.

3.2 Acces la sistem

[0543] Această secţiune descrie funcţionalitatea oferită utilizatorilor pentru a accesa şi opera în mod corespunzător în sistem. Funcţionalitatea oferită utilizatorilor poate include una sau mai multe dintre:

Furnizarea la dispozitive a „informaţiilor despre sistem” - In reţelele LTE, realizate în mod obişnuit prin difuzare per celulă
Mesageria - În reţelele LTE, realizată în mod obişnuit cu ajutorul difuzării per celulă pe o zonă de mesagerie cu mai multe celule
Stabilirea conexiunii - În reţelele LTE, care vizează de obicei o anumită celulă
Urmărirea - În reţelele LTE, gestionate în mod obişnuit prin selecţia şi reselectarea celulei

[0544] Termenul acces la sistem în această secţiune se referă la toate semnalele şi procedurile care permit UE să acceseze sistemul şi să primească mesageria. În această secţiune sunt descrise proprietăţile şi soluţiile relevante pentru accesul la sistem în NX.

[0545] În sistemele 3G şi 4G, transmisia acestor semnale referitoare la accesul la sistem este principalul contribuitor la consumul de energie al reţelei. Există doi parametri care afectează mai mult consumul de energie în reţea decât oricare altul: cantitatea de transmisie discontinuă (DTX) (raportul maxim DTX) care poate fi activat şi; lungimea intervalelor de transmisie discontinuă (durata maximă inactivă) care este suportată. Pentru NX, funcţionalităţile de acces la sistem sunt proiectate astfel încât raportul DTX şi durata inactivă a nodurilor de reţea să fie suficient de mari. In general, acest lucru ar putea fi interpretat ca „cu cat DTX este mai bun”. Însă, în practică, fiecare nod are şi un anumit trafic de utilizator. Într-un nod tipic din reţelele LTE, transmisiile în mod activ apar în mai puţin de 10% din timp şi dacă transmisiile obligatorii sunt suficient sub acesta, să spunem 1% din timp, nu se câştigă mult prin creşterea în continuare a raportului DTX.

[0546] În sistemele moştenite, interferenţa cauzată de semnalele legate de accesul la sistem reduce semnificativ ratele maxime de date ale utilizatorilor. În particular, la încărcarea scăzută a sistemului, interferenţa este dominată de transmisiile obligatorii ale sistemului (semnale bazate pe CRS în LTE) şi astfel limitează SINR.

[0547] Semnalele legate de accesul la sistem trebuie să fie omniprezente şi statice. Nu este acceptabil ca o anumită locaţie să aibă acoperire de sistem doar sporadic, în funcţie de modul în care este configurat sistemul. In sistemele vechi, acest lucru s-a dovedit adesea un obstacol in calea utilizării optimizării dinamice care implică antene re-configurabile.

[0548] Deoarece NX se bazează pe suportul masiv de formare dinamică a fasciculului, NX este proiectat astfel încât să nu existe cuplare între semnalele şi procedurile normale ale utilizatorului şi ale planului de control şi semnalele şi procedurile legate de accesul la sistem. O astfel de decuplare este un element important pentru optimizarea complet dinamică a semnalelor din planul de utilizator şi din planul de control asociate unui singur UE.

[0549] Pentru a respecta principiul de design ultra-slab al NX, este important ca funcţionalitatea de acces la sistemul NX să fie cât mai uşoară posibil, asigurând în acelaşi timp un acces fiabil şi rapid. De notat că faptul că proiectarea sistemului este slabă şi susţine durate DTX lungi de reţea nu implică în mod direct nicio întârziere de acces suplimentară. Dacă, de exemplu, un semnal al legăturii descendente este transmis la fiecare 100 ms sau la fiecare 5 ms, sistemul poate fi încă configurat cu o oportunitate de acces aleatoriu, de exemplu, la fiecare 10 ms, caz in care întârzierea de acces iniţială ar fi aceeaşi.

3.2.1 Proiectarea obiectivelor

[0550] Următoarele subsecţiuni enumeră câteva dintre obiectivele de proiectare luate în considerare pentru accesul la sistem.

3.2.1.1 Scalabilitate

[0551] NX este proiectat pentru a se asigura că diferite părţi ale sistemului scalează independent. De exemplu, nu trebuie să fie nevoie să adăugaţi mai multe semnale comune la densificarea reţelelor. Cu alte cuvinte, este posibil să densificăm doar planul de date şi nu accesul la sistem legat de aer. Motivul pentru densificarea reţelei este cel mai adesea o lipsă de capacitate şi nu pentru că accesul aleatoriu sau performanţa de Mesageria nu sunt satisfăcătoare, de exemplu.

[0552] Mai mult, sectoare diferite sau fascicule asociate cu acelaşi nod de reţea trebuie să poată partaja funcţionalităţi legate de acces la sistem, cum ar fi informaţiile de sistem. De asemenea, grupele CoMP sau implementările C-RAN care implică mai multe noduri de reţea sau locaţii de antenă trebuie să poată utiliza o configuraţie de acces la un singur sistem care permite accesul la sistem şi funcţionalitatea de mesagerie la întregul grup. De exemplu, dacă un grup de noduri partajează aceeaşi configuraţie de acces la sistem, atunci un strat separat poate fi utilizat pentru accesul la sistem (eventual pe o frecvenţă mai mică).

[0553] De asemenea, poate fi posibil să existe o singură configuraţie de acces la un sistem pentru un întreg strat de reţea, astfel încât Echipamente UE în modul inactiv să ştie să acceseze acel strat fără să fie în mod necesar conştienţi de ce nod din strat va răspunde la accesul de reţea.

[0554] Nodurile care sunt adăugate acolo unde funcţionalitatea de acces la sistem este deja furnizată în mod adecvat, pot funcţiona fără a transmite semnalele legate de acces la sistem. Atunci când adăugaţi benzi de frecvenţă suplimentare la un nod existent, transmisia semnalelor legate de acces la sistem pe aceste benzi de frecvenţă este opţională.

[0555] Proiectarea accesului la sistem susţine faptul că transmisia informaţiilor de sistem poate fi transmisă utilizând formate de transmisie de transmisie, cum ar fi modularea reţelei de frecvenţă unică (SFN). De asemenea, este acceptat să transmită informaţii despre sistem către terminalele mobile intr-un format de transmisie dedicat atunci când aceasta este mai eficientă. Cantitatea de informaţii despre sistem care este difuzată în mod constant pe întreaga zonă de acoperire trebuie să fie minimizată şi în principal legată de activarea accesului iniţial la sistem.

3.2.1.2 Flexibilitatea implementării

[0556] Sistemul ar trebui să permită implementarea masivă a nodurilor de acces cu putere redusă, fără costuri generale. În implementări foarte dense care susţine rate de date foarte mari (de exemplu, cu lăţimea de bandă mare şi/sau un număr mare de elemente de antenă), nodurile individuale nu au date de transmis sau de recepţionat de cele mai multe ori. Prin urmare, atunci când calculaţi costul general al funcţionalităţii de acces la sistem, este important să nu utilizaţi doar ca referinţă un sistem complet încărcat, ci şi să calculaţi costul general într-o reţea complet goală.

3.2.1.3 Flexibil pentru a permite evoluţia viitoare a accesului radio (dovada viitoare)

[0557] Discuţiile iniţiale în standardizarea 3GPP despre standardizarea 5G au presupus in prezent un proces de standardizare în faze în care prima versiune poate să nu abordeze toate funcţiile şi serviciile preconizate. Cu alte cuvinte, noua interfaţă aeriană 5G care va fi standardizată în versiunea iniţială ar trebui să fie pregătită pentru introducerea de noi funcţii şi funcţii de reţea, care este dificil de a prezice ce vor fi, deoarece ar putea exista şi noi cerinţe care sunt nefiind încă luate in considerare.

[0558] Un anumit nivel de probabilitate in viitor a fost deja atins in proiectarea LTE, ceea ce poate fi recunoscut prin cantitatea mare de noi funcţii care au fost introduse, de exemplu, eICIC, CoMP, DMRS specifice UE, redare, îmbunătăţiri MTC (inclusiv Cat 1 / 0), LAA, integrare Wi-Fi, agregare de transportator şi conectivitate dual㎠, în timp ce susţin în continuare multiplexarea cu UE Rel-8 vechi. Pe lângă aceste caracteristici, 3GPP a reuşit să introducă noi servicii în interfaţa aeriană LTE, cum ar fi comunicarea mMTC şi V2X. Pe parcursul acestui proces de introducere a noilor funcţii şi servicii au fost învăţate câteva lecţii, iar acestea au determinat principii de proiectare pentru a face ca noua interfaţă aeriană 5G să fie chiar mai dovadă viitoare decât LTE. Unele dintre aceste principii, cum ar fi proiectarea ultra-slabă şi transmisiile de sine stătătoare, au un impact important asupra modului în care sunt concepute procedurile de acces la sistem (şi de mobilitate), deoarece unele dintre semnalele / canalele comune utilizate sunt transmise.

3.2.1.4 Activarea performanţei superioare a energiei din reţea.

[0559] Utilizarea cadrului de evaluare a eficienţei energetice EARTH (E3F) obţinem rezultatele din figura 76, care prezintă raportul de sub-cadru gol şi consumul de energie al suprafeţei de reţea intr-o reţea tipică europeană la nivel naţional, conform mai multor scenarii detaliate mai jos:

Scenariul 1: „cel mai relevant scenariu de trafic pentru 2015”
Scenariul 2: "o limită superioară a traficului anticipat pentru 2015"
Scenariul 3: "o extremitate pentru utilizarea foarte ridicată a datelor în reţele viitoare"

[0560] Pentru o reţea la nivel naţional, consumul de energie atunci când este mediatizat peste 24 de ore este aproape independent de trafic. De notat că aceste rezultate nu presupun nicio densificare a reţelei, de aceea este foarte puţin probabil ca o parte a energiei dinamice relativ ridicate de 7,4% pentru scenariul 3 să fie observată într-o reţea viitoare. Chiar dacă se preconizează că traficul va creşte semnificativ in viitor, consumul de energie in sistemele moştenite va depinde foarte puţin de traficul real din reţea. Există un potenţial mare de reducere a consumului de energie 5G prin proiectarea unei soluţii cu un consum de energie static mai mic.

3.2.1.5 Suport sporit pentru formarea masivă a fasciculului

[0561] Un alt subiect avut în vedere la proiectarea funcţiilor de acces la sistemul NX a fost evoluţia recentă în domeniul sistemelor de antenă avansate şi MIMO masive. Ca o comparaţie, standardul LTE defineşte transmisiile obligatorii de semnale de referinţă specifice pentru celule (CRS), semnale de sincronizare primare şi secundare (PSS şi SSS) şi canal de difuzare fizică (PBCH) şi blocuri de informaţii ale sistemului (SIB) prin controlul pe legătura descendentă şi canale de date partajate (PDCCH şi PDSCH). Privind un cadru radio LTE „gol” fără date, este evident că sunt utilizate un număr mare de elemente de resurse pentru aceste funcţii la nivel de sistem.

[0562] In sistemele celulare anterioare, a existat o presupunere de bază că celulele sunt statice şi că nu îşi schimbă forma. Aceasta este o problemă pentru introducerea sistemelor de antenă avansate şi re-configurabile în aceste reţele, deoarece chiar şi lucruri atât de simple precum reglarea înclinării unei antene nu se poate face fără a afecta zona de acoperire a reţelei. Interconectarea strânsă între funcţiile de acces la sistem (cum ar fi accesul aleatoriu şi mesageria) şi funcţiile de utilizator şi planul de control este foarte adesea un obstacol pentru introducerea oricărui tip de configurare rapidă a antenei în reţea. Prin urmare, utilizarea sistemelor antene (RAS) re-configurabile în reţelele convenţionale este foarte limitată.

[0563] Solicitarea terminalelor mobile pentru a primi semnale legate de acces la sistem şi semnalele normale legate de date şi planul de control, în acelaşi timp, pe acelaşi transportator, necesită foarte mari cerinţe în domeniul dinamic al receptorilor UE. Semnalele legate de accesul la sistem trebuie să acopere întreaga zonă, în timp ce semnalele specifice UE pot avea un câştig semnificativ de la bugetul de legătură în urma formării de fascicul. Astfel, în unele scenarii este probabil o diferenţă de putere de 20dB sau mai mare între aceste două tipuri de semnale. Prin

urmare, în NX, terminalele mobile nu trebuie să asculte semnale legate de acces la sistem, în acelaşi timp în care primesc transmisii legate de date şi planuri de control din reţea.

[0564] Aceste ţinte ar trebui să fie echilibrate cu faptul că este benefic să existe soluţii armonizate atât pentru benzile de înaltă frecvenţă, cât şi pentru cele de joasă frecvenţă, astfel încât diferitele benzi să nu fie asemănătoare unor sisteme diferite dintr-o perspectivă a nivelului inferior.

3.2.2 Achiziţionarea informaţiilor de sistem

[0565] Un set de cerinţe privind distribuţia informaţiilor de sistem este prezentat în secţiunea 2.1.6.1. O modalitate de a aborda acestea şi obiectivul de proiectare pentru a îmbunătăţi formarea masivă a suportului este reducerea informaţiilor difuzate in sistem la un nivel minim. O abordare este aceea de a difuza doar suficiente informaţii de care UE trebuie să trimită accesul iniţial aleatoriu pentru a accesa sistemul, în următoarele: acces la informatii. Toate celelalte informaţii despre sistem pot fi livrate către UE utilizând o transmisie dedicată cu o formare de fascicul cu câştig mare sau pot fi transmise la cerere de cel puţin un echipament UE. O extremă este de a coda hard o configuraţie implicită a informaţiilor de acces din specificaţie, caz în care nu este necesară difuzarea informaţiilor de acces. Cererea ar putea fi trimisă folosind un set implicit de parametri de acces.

3.2.2.1 Conţinutul informaţiilor de acces

[0566] Proiectul se bazează pe posibilitatea de a furniza partea principală a informaţiilor sistemului NX în funcţie de necesitate, permiţând reducerea cantităţii de informaţii ale sistemului întotdeauna transmise şi incluzând doar informaţiile necesare pentru accesul la sistem, cu noduri specifice şi informaţii comune despre sistem furnizate prin transmitere dedicată către UE. Acest lucru este prezentat în figura 77, care ilustrează distribuţia informaţiilor de acces.

[0567] Informaţiile de acces includ parametrii de acces aleatoriu. Aceşti parametri includ părţi selectate din elementele de informaţii MIB, SIB1 şi SIB2 definite în LTE (de exemplu, ID PLMN, CSG, Q-RxLevelMin, Frecvenţă bandă indicatoare şi Prach-configCommon). Conţinutul exact al informaţiilor de acces poate depinde de efectele tăierii reţelei.

3.2.2.2 Distribuţia informaţiilor de acces bazate pe index

[0568] O tehnică de minimizare a informaţiilor difuzate oferă un mecanism în două etape pentru transmiterea informaţiilor de acces, cuprinzând un tabel cu informaţii de acces (AIT), care conţine o listă de configuraţii ale informaţiilor de acces şi un scurt index de semnătură de sistem (SSI) care furnizează un index care indică un o anumită configuraţie în AIT, definind informaţiile de acces. Acest lucru este prezentat în figura 78, care ilustrează transmisiile de informaţii de acces (AIT) şi transmisiile indiceleui de semnătură ale sistemului (SSI).

[0569] Conţinutul AIT se presupune că este cunoscut de UE atunci când efectuează o încercare de acces aleatoriu. AIT din UE poate fi actualizat intr-unul sau ambele moduri:

Un AIT comun (C-AIT) este difuzat de reţea, de obicei cu o periodicitate mai lungă decât SSI, de exemplu, la fiecare 500ms. În unele implementări, periodicitatea C-AIT poate fi aceeaşi cu periodicitatea SSI (de exemplu, în reţelele interioare mici), iar periodicitatea maximă C-AIT poate fi foarte mare, de exemplu, 10 secunde pentru a susţine scenarii cu putere extrem de limitată (de exemplu staţii de bază cu energie solară off-grid)

Un AIT dedicat (D-AIT) transmis către UE utilizând semnalizare dedicată într-un fascicul dedicat după accesul iniţial la sistem. D-AIT specific UE poate utiliza aceleaşi SSI pentru a indica anumite configuraţii pentru diferite UE. De exemplu, în cazul congestionării sistemului, aceasta ar permite să aibă valori de persistenţă de acces diferite pentru diferite UE.

[0570] Perioada SSI este de obicei mai scurtă decât cea a C-AIT. Valoarea este o schimbare intre performanţa energetică a sistemului, performanţa energetică a UE (vezi secţiunea 2.1) şi latenţa de acces in cazul in care SSI trebuie citit inainte de acces.

3.2.2.2.1 Conţinutul AIT

[0571] Un beneficiu al conceptului SSI & AIT este că SSI transmis cu frecvenţă de dimensiuni limitate poate fi utilizat pentru a indica informaţiile de acces, semnalate de C-AIT mai rar. C-AIT poate fi, de asemenea, transmis pe un alt transportator sau recepţionat prin LTE. Această separare a semnalelor permite difuzarea C-AIT pe o periodicitate mai lungă de timp. Cu toate acestea,

lungimea SSI depinde de diferitele elemente informaţionale (IE) ale AIT şi de numărul de valori SSI necesare pentru a evidenţia diferitele configuraţii. Câştigul este de aşteptat să fie mare dacă AIT conţine doar câteva LE care se schimbă dinamic, majoritatea valorilor fiind statice. Pe de altă parte, dacă o majoritate a IS-urilor se schimbă dinamic, dimensiunea SSI creşte, iar câştigul preconizat este mai mic. Acest lucru ar trebui luat în considerare atunci când selectaţi ce EI să includă în C-AIT.

[0572] Un exemplu de conţinut posibil al AIT este ilustrat în tabelul 14, în care diverse combinaţii de informaţii de bază ale sistemului şi elemente ale informaţiilor legate de acces aleatoriu sunt identificate prin indicatorii de secvenţă de semnătură (SSI). În acest exemplu, există o secţiune antet a AIT, inclusiv ora Global şi PLMN Id. Cu toate acestea, în funcţie de acoperirea AIT (vezi secţiunea 2.2.2.2.2) şi de nivelul de sincronizare în reţea, poate fi de asemenea de dorit să se ofere informaţii suplimentare SFN / temporizare de la fiecare nod care trebuie accesat.

[0573] În funcţie de numărul de înregistrări SSI în AIT, există un potenţial grad de repetare în conţinut şi, prin urmare, compresia AIT poate fi utilizată pentru a reduce dimensiunea informaţiilor semnalate. Aşteptările actuale sunt că o dimensiune semnalată de 100-200 biţi este suficientă pentru AIT. Formatul fizic al AIT este prezentat în secţiunea 2.3.

Tabelul 14: Exemplu de conţinut AIT.

Timp global	
Lista de identitate PLMN	
SSI k	CSG = 0, Q-RxLevelMin = 12, Indicator de frecvenţă = 3, Barring info = 120, Prach-configCommon = 34
SSI n	CSG = 0, Q-RxLevelMin = 14, Indicator de frecvenţă = 4, Barring info = 48, Prach-configCommon = 20
...	...

3.2.2.2.2 Opţiuni de livrare a C-AIT

[0574] Opţiunea implicită de livrare pentru C-AIT este transmisia de sine stătătoare în care toate nodurile transmit atat C-AIT cât şi SSI, cu intrări C-AIT referindu-se doar la ei înşişi. Cu toate acestea, ar putea exista interferenţe puternice pentru recepţia C-AIT în cadrul unei reţele sincronizate pe aceeaşi frecvenţă. Pentru a evita interferenţele C-AIT, C-AIT poate fi deplasat in timp în diferite reţele.

Pe lângă transmisia de sine stătătoare, pentru a susţine obiectivul de proiectare privind flexibilitatea implementării, sunt posibile şi alte opţiuni de livrare pentru C-AIT. Cateva exemple de metode de transmitere AIT sunt enumerate mai jos, şi ilustrate în Figura 79.

[0575] Un nod suprapus poate fi selectat pentru a distribui C-AIT, inclusiv intrările tuturor nodurilor de reţea acoperite. De notat că aceeaşi intrare SSI poate fi inclusă în C-AIT-uri vecine, care conţine informaţiile de acces ale nodurilor de la graniţa C-AIT. Planificarea reutilizării SSI este necesară pentru a evita confuzia. UE derivă sincronizarea, semnalul de referinţă pentru demodulare şi scrambling-ul necesar pentru a primi Tabelul AIT bazat pe recepţia SSI.

[0576] Dimensiunea sarcinii utile a C-AIT poate fi mai mare în cazul de sine stătător, deoarece informaţiile despre toate nodurile din zona de acoperire sunt incluse în C-AIT. Acoperirea este limitată de nodul selectat. Ar putea fi aplicabil pentru un scenariu în care C-AIT este transmis la frecvenţe joase, cu o acoperire bună, pentru a limita nevoia de transmisii de transmisie de la nodurile de înaltă frecvenţă în cadrul acestei acoperiri, ceea ce ar trebui doar să trimită SSI mai scurt (şi eventual un AIT mic. care conţine doar un indicator către AIT pe banda de frecvenţă inferioară).

[0577] In transmisia SFN, nodurile dintr-o zonă, care ar putea fi definite drept „regiunea C-AIT", transmit aceeaşi C-AIT, inclusiv numărul de intrări din această zonă. Interferenţa este redusă permiţând o mai mare eficienţă spectrală şi acoperire. În zone dense, acest SFN poate fi foarte mare, şi chiar şi în implementări foarte mari, acesta oferă cel puţin 4 dB SINR suplimentar in comparaţie cu trimiterea de AIT-uri separate de la fiecare nod.

[0578] În cazul integrării strânse LTE-NX, C-AIT ar putea fi livrat şi de LTE. De asemenea, este posibil să codaţi câteva seturi de parametri de acces implicit cu SSI-uri corespunzătoare în specificaţia 3GPP, care sunt aplicabile în mod universal pentru UE care detectează un astfel de SSI. În acest caz, achiziţia C-AIT nu este necesară, iar după accesul iniţial la sistem, UE poate fi prevăzută cu un D-AIT prin semnalizare dedicată.

3.2.2.2.3 Structura SSI

[0579] SSI conţine o secvenţă de biţi, care conţine un indicator în AIT şi, de asemenea, un indicator de versiune al AIT. Acest indicator poate fi înţeles ca un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, deoarece este utilizat ca un index la AIT, pentru a obţine configuraţia de acces pe legătura ascendentă corespunzătoare. Indicatorul de versiune permite Echipamentelor UEsă verifice dacă AIT nu s-a schimbat şi că informaţiile de acces conexe sunt încă valabile. SSI poate furniza, de asemenea, informaţii legate de demodularea şi descifrarea C-AIT.

3.2.2.2.4 Bloc SSI (SSB)

[0580] Pentru a sprijini livrarea unei sarcini utile a biţilor de informaţii necesare, un SSI Block (SSB) ar putea fi introdus şi transmis de la noduri care nu transmit C-AIT şi urmează întotdeauna o transmisie SSI normală. Conţinutul acestui bloc ar putea fi flexibil pentru a lua informaţiile sistemului, care necesită aceeaşi periodicitate ca SSI, cum ar fi „un indicator AIT" şi „sarcină utilă SSI". Indicatorul AIT este indicat pentru a indica ora şi banda în care terminalele pot găsi C-AIT şi chiar formatul de transmisie pentru a evita detectarea orbă completă. Sarcina utilă SSI poate fi notată pentru a furniza mai mulţi biţi decât secvenţele, SSI poate fi transmisă ca un cod de cod în bloc. De notat că celelalte informaţii despre sistem care nu sunt fezabile sau sensibile de inclus în AIT ar putea fi de asemenea implicate în bloc, de exemplu, informaţii suplimentare de sincronizare in timp pentru Echipamente UE care se trezesc după DRX lung (vezi secţiunea 2.2.4.3).

3.2.2.2.5 Actualizare informaţie AIT

[0581] Diferite mecanisme pot fi utilizate pentru a asigura UE au intotdeauna un AIT actualizat. Mai jos sunt prezentate cateva alternative cu privire la modul in care UE poate verifica validitatea AIT:

UE detectează un SSI care nu este inclus în Tabelul AIT său
UE detectează o modificare a indicatorului versiunii SSI
Poate exista un cronometru de validitate asociat cu AIT
Reţeaua poate semnala actualizarea AIT prin indicarea mesageriei

[0582] De asemenea, poate fi necesară ca reţeaua să verifice dacă UE are un AIT actualizat. La rândul său, acest lucru ar putea fi activat de

UE calculează o sumă de control a AIT şi o trimite la reţea. Reţeaua care verifică suma de control pentru a determina dacă este necesară actualizarea AIT.

[0583] Reţeaua poate, de asemenea, să stocheze şi să menţină o mapare între diferite sume de control AIT şi conţinut AIT, astfel încât este posibilă extragerea unui AIT la care este configurat un UE pe baza primirii doar a cecului de la UE.

3.2.2.2.6 Procedura UE

[0584] Există diferite proceduri L1 pentru diferite UE cu nivel de cunoştinţe diferite pe AIT, aşa cum este ilustrat în figura 80. UE fără AIT ar începe procedura de acces pentru a obţine AIT periodic pentru detectarea PACH, aşa cum este descris în secţiunea 2.3, folosind autodidactă conţine semnale de referinţă. După ce au AIT, Echipamente UE pot face o procedură de acces iniţială după detectarea secvenţei de semnătura (SS), care este mapată din SSI cu nivel superior, aşa cum este descrisă şi în secţiunea 2.3.4.1. Informaţiile relevante pentru accesul iniţial aleatoriu sunt obţinute din AIT conform SSI.

[0585] Procedura iniţială de acces aleatoriu pentru un echipament UE, cu sau fără AIT, din aspectul L1 este prezentată în figura 81. UE scanează întotdeauna SSI-urile pentru a şti despre acoperirea de deservire după pornire. După detectarea SSI-urilor, UE verifică Tabelul AIT local, de exemplu, determinând dacă unul dintre ele este sau nu în tabel. În această etapă, puterea de recepţie şi sincronizarea pot fi obţinute din detectarea SSI. Dacă nu există AIT, canalul fizic AIT (PACH) este monitorizat şi detectat. Dacă există un AIT disponibil, configuraţia de acces este citită, pentru a fi utilizată cu următorul acces aleatoriu, conform SSI selectat.

3.2.2.2.7 Gestionarea reutilizării SSI şi a unicităţii

[0586] Alte considerente includ asigurarea unicităţii SSI, de exemplu, prin gestionarea reutilizării SSI-urilor intr-o reţea. UN ECHIPAMENT UE care utilizează configuraţia informaţiilor de acces a unui SSI intr-o singură zonă, ar putea accesa acelaşi SSI într-o zonă diferită în care SSI poate avea o semnificaţie diferită, de exemplu, indică o configuraţie diferită a informaţiilor de acces. O altă consideraţie este modul de gestionare a frontierelor PLMN, unde un UE poate citi un SSI al altui PLMN şi încerca să acceseze folosind informaţii de acces greşite.

3.2.2.2.8 Evaluări de acoperire

[0587] Rezultatele iniţiale privind acoperirea indică faptul că difuzarea informaţiilor despre sistem este costisitoare la frecvenţa sub-purtătoarelor de 15 GHz. Figura 82 prezintă ciclul de lucru necesar pentru distribuirea AIT / SSI intr-o implementare urbană densă, unde AIT / SSI utilizează 1,4 MHz din lăţimea de bandă a sistemului (100 MHz). În figură, AIT este transmis o dată pe secundă; SSI α ori. Cerinţele corespunzătoare de performanţă LTE MIB sunt utilizate pentru a determina ciclul de lucru dorit AIT / SSI; AIT şi SSI ar trebui să funcţioneze la marginea celulei, ceea ce corespunde la 5lea SNR procentuală de -16dB şi 5lea SINR procentual de -20dB pentru implementări urbane dense. Din motive de eficienţă energetică şi capacitate, ciclul de funcţionare al AIT şi al SSI ar trebui să fie cât mai scăzut posibil. În evaluările eficienţei energetice, s-a presupus un ciclu de serviciu de 1-2%. Rezultatele din figura 82 prezintă acoperirea poate fi menţinută cu un ciclu de serviciu de câteva procente pentru transmisia AIT / SSI. Cu toate acestea, pentru a face acest lucru este de dorit să se reducă sarcina atât pe AIT, cât şi pe SSI şi reducerea periodicităţilor acestora.

[0588] Rezultatele evidenţiază importanţa minimizării informaţiilor care urmează să fie difuzate în NX. Soluţia AIT / SSI permite separarea punctului de transmisie a AIT şi SSI, astfel încât doar SSI trebuie să fie transmis în transportorul de înaltă frecvenţă, în timp ce AIT ar putea fi distribuit pe o purtătoare de frecvenţă mai mică, prin LTE sau ar putea exista un set implicit SSI-uri definite in standard pentru accesul iniţial.

3.2.2.3 Alternative

[0589] Ca o alternativă la distribuţia bazată pe index (AIT + SSI) a informaţiilor de acces, pot fi luate în considerare şi alte metode de distribuţie a informaţiilor de sistem. Principalele avantaje ale transmisiei informaţiilor de acces bazate pe AIT + SSI sunt că poate fi foarte eficient din punct de vedere al resurselor, poate reduce cantitatea de informaţii difuzate în operatorii de frecvenţă înaltă, oferă un cadru pentru separarea funcţionalităţii sistemului şi a semnalelor pentru accesul şi urmărirea sistemului şi poate oferi o eficienţă energetică a reţelei foarte bună.

[0590] Cu toate acestea, pot fi utilizate soluţii alternative. Într-o opţiune, informaţiile despre sistem ar putea fi încă codate folosind structura LTE bazată pe MIB / SIB. De notat că acest lucru permite încă trimiterea SIB-urilor care nu sunt necesare pentru accesul iniţial folosind un fascicul dedicat de câştig mare în frecvenţă înaltă, unde formarea fasciculului este de dorit pentru acoperire. Eficienţa energetică a reţelei ar putea fi abordată numai prin distribuirea informaţiilor de acces la cerere din partea UE în zonele cu cerinţe reduse de trafic pentru economii de energie. Soluţia ar putea fi folosită şi în comun cu abordarea bazată pe index. Pentru aceasta, nodul de acces trebuie să trimită o secvenţă de sincronizare predefinită, astfel încât UE poate trimite un preambul de acces aleatoriu. Pentru a îmbunătăţi bugetul de legătură pentru transmisia MIB / SIB către UE, se poate utiliza o formare a fasciculului şi un fascicul de Fascicul.

3.2.3 Camping UE

[0591] In LTE, taberele UE din an „Celulă". Înainte de camping, UE efectuează o selecţie de celule care se bazează pe măsurători. Campingul înseamnă că UE acordă canalele de control a celulelor şi toate serviciile sunt furnizate dintr-o celulă de beton, iar UE monitorizează canalele de control ale unei celule specifice.

[0592] În NX, noduri diferite pot transmite informaţii diferite. Unele noduri pot transmite tabela SSI / AIT, în timp ce altele pot să nu transmită SSI şi/sau AIT, de exemplu. În mod similar, unele noduri ar putea transmite informaţiile de urmărire, în timp ce altele pot transmite mesaje de pagină. Noţiunea de celulă devine neclar în acest context şi, prin urmare, conceptul de camping celular nu mai este potrivit in NX.

[0593] Semnalele relevante pe care UE le poate monitoriza în stare inactivă sunt unul sau mai multe dintre:

SSI
Urmărirea semnalului zonei RAN - TRAS (vezi secţiunea 2.2.4.1.1)
Canalul de indicare a mesageriei / canalul de mesaje de pagină (vezi secţiunea 2.2.4.2.1)

Prin urmare, campingul NX este legat de recepţia unui set de semnale. UE ar trebui să tabereze pe cele mai bune SSI, TRAS şi PICH / PMCH. Se folosesc reguli de selecţie (re-) de camping NX pentru aceste semnale, la fel cum există reguli de selecţie a celulelor (re-) in LTE. Cu toate acestea, intrucat gradul de flexibilitate este mai mare, aceste reguli pot fi, de asemenea, ceva mai complicate.

3.2.4 DRX, Tracking şi Mesageria

[0594] Urmărirea UE este utilizată pentru a ajuta funcţionalitatea de mesagerie. Când reţeaua trebuie să localizeze UE, reţeaua poate limita transmiterea mesajelor de mesagerie în zonele de urmărire configurate pentru reţeaua UE. Există cel puţin trei motive majore pentru care funcţionalitatea de urmărire / mesagerie a fost reproiectată pentru NX:

1. Proiectarea NX îşi propune să fie modulară pentru a evita dependenţele care ar putea limita îmbunătăţirile viitoare şi ar trebui să fie compatibilă cu viitorul.
2. În starea LATENT, se presupune că este stabilită o conexiune S1. Aceasta înseamnă că responsabilitatea Mesageriaului este parţial mutată de la CN la NX-eNB.
3. Accesul la sistem se bazează pe un nod care transmite un index de semnătură de sistem (SSI) care indică o intrare în tabelul cu informaţii de acces (AIT). AIT este o colecţie a diferitelor configuraţii de informaţii ale sistemului legate de accesul la reţea pe care reţeaua l-ar putea avea. Aceasta înseamnă că orice nod poate utiliza orice SSI în funcţie de configuraţia de acces la reţea care va fi utilizată de UE. Cu alte cuvinte, SSI nu conţine informaţii despre locaţie.

[0595] Figura 83 ilustrează posibile implementări SSI / AIT care ar putea ambele să folosească aceeaşi configuraţie a Zonelor de urmărire, de exemplu, configuraţia Zonelor de urmărire ilustrată in Figura 84.

3.2.4.1 Urmărirea

[0596] Informaţiile despre locaţie sunt de dorit să ajute reţeaua să localizeze UE. Sunt posibile soluţii pentru a furniza informaţii despre locaţie folosind SSI / AIT; cu toate acestea, cu costul introducerii unor constrângeri. O altă soluţie este utilizarea blocului SSI. Blocul SSI ar putea transporta conţinutul sau o parte a conţinutului descris în TRASI (vezi mai jos). Blocul SSI este independent de SSI. Prin urmare, s-ar putea califica ca o opţiune de a furniza informaţii despre locaţie. Cu toate acestea, o altă soluţie care oferă un grad mai mare de flexibilitate este introducerea unui nou semnal să poarte astfel de informaţii. Acest semnal este în acest context numit Tracking RAN Area Signal, TRAS. Zona in care este transmis acest semnal este denumit Urmărirea zonei RAN, TRA. Un TRA poate conţine unul sau mai multe noduri RAN aşa cum este reprezentat in figura 84. TRAS poate fi transmis de către toate sau de un set limitat de noduri în cadrul TRA. Acest lucru înseamnă, de asemenea, că acest semnal şi configuraţia acestuia ar trebui să fie, de preferinţă, comune tuturor nodurilor care transmit TRAS în cadrul TRA-ului dat, de exemplu, în termeni de (cel puţin) aproximativ transmisii sincronizate, pentru a facilita procedurile pentru UE şi a ajuta la reducerea consumului de energie.

3.2.4.1.1 Urmărirea semnalului zonei RAN - TRAS

[0597] Semnalizarea zonei RAN de urmărire (TRAS) cuprinde două componente, o sincronizare a semnalului de zonă RAN de urmărire (TRASS) şi un indice de semnalizare a zonei RAN (TRASI).

3.2.4.1.2 Urmărirea Sincronizării semnalului RAN (TRASS)

[0598] În starea LATENTă, înaintea fiecărei instanţe de citire a informaţiilor despre TRA, Echipamente UE sunt de obicei intr-o stare DRX cu putere scăzută şi prezintă o incertitudine considerabilă în timp şi frecvenţă. Prin urmare, semnalul TRA ar trebui să fie asociat cu un câmp

de sincronizare care să permită UE să obţină sincronizarea şi sincronizarea frecvenţei pentru recepţia ulterioară a sarcinii utile. Pentru a evita duplicarea suportului de sincronizare deasupra unui alt semnal, recepţia TRASI poate utiliza SSI în scopul sincronizării în implementări unde SSI şi TRAS sunt transmise din aceleaşi noduri şi sunt configurate cu o perioadă adecvată. În alte implementări în care SSI nu este disponibil pentru sincronizare înainte de citirea TRASI, se introduce un semnal de sincronizare separat (TRASS) in acest scop.

[0599] Designul SSI a fost optimizat pentru a asigura sincronizarea UE. Întrucât cerinţele de sincronizare pentru detectarea TRA, nu în ultimul rând punctul de operare al calităţii legăturii pentru UE şi capacitatea necesară de a citi informaţiile despre încărcarea DL, sunt similare, reutilizăm designul canalului SS SS şi rezervăm unul sau un număr mic din Combinaţii de secvenţe PSS + SSS pentru a fi utilizate ca semnal de sincronizare TRA. Procedura de detectare SS la UE poate fi reutilizată pentru sincronizarea TRA. Întrucât TRASS constituie o singură secvenţă predeterminată sau un număr mic dintre acestea, complexitatea de căutare UE este redusă.

[0600] Informaţiile despre dacă TRASS este configurat de reţea pot fi semnalate către UE sau UE poate detecta orb.

3.2.4.1.3 Urmărirea indicelui de semnal al zonei RAN (TRASI)

[0601] Indicele zonei de urmărire este difuzat. Cel puţin două componente au fost identificate pentru a fi incluse în sarcina utilă TRASI:

1. Urmărirea codului de zonă RAN. În LTE, un cod TA are 16 biţi. Acelaşi spaţiu poate fi utilizat şi pentru NX.
2. Informaţii de sincronizare (vezi secţiunea 2.2.4.3). Ca exemplu, poate fi utilizată o lungime a numărului cadru de sistem (SFN) de 16 biţi, ceea ce ar permite un DRX de 10 minute, dat cu o lungime a cadrului radio de 10 ms.

[0602] Sarcina utilă este astfel estimată la 20-40 de biţi. Deoarece acest număr de biţi nu este practic să se codifice în secvenţe individuale de semnătură, informaţiile TRA sunt transmise sub formă de sarcină de informaţie codată (TRASI) cu simboluri de referinţă asociate (TRASS) pentru a fi utilizate ca referinţă de fază.

[0603] Sarcina utilă TRASI este transmisă folosind structura de canal fizic DL:

Alternativa 1 [preferat]: Utilizaţi PDCCH (Planificare persistentă). UE este configurat cu un set de 1 sau mai multe resurse PDCCH de monitorizat

Alternativa 2: Folosiţi PDCH (Planificare persistentă). UE este configurat cu un set de 1 sau mai multe resurse PDCH de monitorizat

Alternativa 3: Folosiţi PDCCH + PDCH (acces standard la canalul partajat). UE este configurat cu un set de 1 sau mai multe resurse PCCH de monitorizat, care la rândul lor conţin un indicator către PDCH cu informaţiile TRA

[0604] Alegerea dintre PDCCH şi PDCH ar trebui să se bazeze pe faptul că rezervarea resurselor intr-un canal sau altul impune mai puţine limitări de Planificare pentru alte semnale. (În scopuri de nomenclatură, resursele PDCCH / PDCH utilizate pot fi redenumite ca canal fizic sau logic TRASI.

[0605] Codificarea TRASI include un CRC pentru a detecta în mod fiabil decodarea corectă la UE.

3.2.4.1.4 Procedurile UE

[0606] UE utilizează procedura sa standard de căutare / sincronizare SSI pentru a obţine sincronizarea pentru recepţia TRASI. Următoarea secvenţă poate fi utilizată pentru a reduce consumul de energie al UE:

1. Mai întâi caută TRASS
2. Dacă TRASS nu a fost găsit, căutaţi cele mai recente SSI
3. Dacă nu a fost găsit acelaşi SSI, continuaţi căutarea SSI completă

[0607] În unele implementări UE, timpul de trezire RF este factorul dominant de consum de energie, caz în care se poate efectua întotdeauna o căutare completă.

[0608] Dacă nu există TRASS, dar mai multe SSI sunt audibile, UE încearcă recepţia TRASI la toate setările SSI şi/sau TRASS gălocaţie, dintre care unul reuşeşte. Toate SSI-urile sunt detectate şi se încearcă detectarea TRASI corespunzătoare în aceeaşi perioadă trează, astfel încât nu este introdusă nicio depăşire RF.

[0609] Dacă este furnizată o sincronizare „slăbită" cu o toleranţă cunoscută în cadrul unui TRA, un echipament UE caută o sincronizare a timpului legată de TRAS în vecinătatea relevantă a perioadei curente, la care se adaugă cea mai rea situaţie în timpul derulării. Timpul de veghe al UE RX este „proporţional" cu toleranţa de sincronizare.

3.2.4.1.5 Operare SNR scăzută

[0610] Pentru TRASS, o situaţie SNR scăzută ar trebui să fie abordată în mod similar SSI (vezi secţiunea 2.3.4), deoarece cerinţele de semnalizare pentru obţinerea cu sincronizare cu succes sunt aceleaşi.

[0611] Pentru TRASI, una sau ambele două abordări sunt practice pentru a acoperi astfel de scenarii cu SNR scăzute:

1. Reduceţi viteza semnalului TRASI pentru a permite colectarea de energie într-un timp indelungat (de exemplu, repetare).
2. Aplicaţi baleierea fasciculului, repetând informaţiile TRASI într-un set de direcţii relevante, unde se aplică câştigul fasciculului în fiecare direcţie. (În acest caz, este de preferat să se transmită TRASI pe PDCH, care a fost proiectat cu suport de baleiere a fasciculului.)

[0612] Indiferent dacă repetarea este aplicată sub forma unei transmisii cu „viteză omnidirecţională" sau repetarea spaţială a transmisiilor cu rată mai mare în timpul ondulării fasciculului, cel mai rău caz de recepţie este acelaşi. Cu toate acestea, folosind o rază de mână reduce timpul la recepţie în jumătate.

3.2.4.1.6 Configuraţie TRA

[0613] Configuraţia TRA ar trebui să fie identică în cadrul TRA. Aceasta înseamnă că toate nodurile care transmit TRAS ar trebui să utilizeze aceeaşi configuraţie. Motivul din spatele acestui lucru se datorează configuraţiei DRX. UN ECHIPAMENT UE în modul inactiv se trezeşte pentru o anumită perioadă de timp. În acea perioadă de timp, UE este de aşteptat să monitorizeze şi să efectueze măsurătorile configurate de reţea (sau în conformitate cu mandatul standard).

[0614] Configuraţia TRA este transmisă prin semnalizare dedicată. AIT nu este cea mai potrivită opţiune pentru a transmite aceste informaţii. Configuraţia TRA ar putea fi transmisă către UE, de exemplu, atunci când reţeaua comandă UE să se mute din modul activ în modul LATENT sau când reţeaua transmite un răspuns de actualizare TRA la UE. Răspuns la actualizarea TRA - ar putea de asemenea transporta informaţii de mesagerie (a se vedea figura 85). Acest lucru ar putea fi util in particular pentru a minimiza întârzierile de Mesageria în situaţiile în care reţeaua încearcă să localizeze un echipament UE în TRA din care UE a ieşit deja. Pentru a putea susţine acest tip de funcţionalitate, UE poate fi necesar să adauge la Actualizarea TRA un tip de ID sau alte informaţii pentru a ajuta noul TRA sau nodul să identifice TRA-urile sau nodurile anterioare care ar putea conţine contextul UE, mesaje de mesagerie sau datele utilizatorului. În figura 85, care ilustrează o procedură de actualizare TRA, un echipament UE se mută de la un TRA_A la un TRA_B care nu este configurat în lista sa TRA. Când UE a ieşit din TRA_A, dar nu a fost încă înregistrată în TRA_B, reţeaua începe să trimită indicaţii de Mesageria pe un anumit nod sau un set de noduri în TRA_A. UE nu răspunde din moment ce a ieşit din TRA_A şi este posibil să nu monitorizeze TRAS_A. Atunci când UE realizează o actualizare TRA, reţeaua furnizează noua listă şi configuraţia TRA şi poate include în plus orice indicaţie de pagină care ar putea fi ratată de UE.

3.2.4.1.7 Sincronizarea sincronizării în timp între TRA

[0615] Cu cât reţeaua este mai puţin sincronizată, cu atât este mai mare impactul asupra bateriei UE. Prin urmare, menţinerea unei sincronizări strânse între TRA este importantă, dar şi solicitante, în particular în desfăşurarea cu transport de trafic slabă.

[0616] Mai jos sunt enumerate câteva opţiuni.

Toate TRA-urile sunt sincronizate.

Nicio sincronizare intre TRAS-uri.

Alunecarea sincronizării pe nodurile vecine.

Sincronizate slab in cadrul TRA şi sincronizare între TRAS.

3.2.4.2 Mesagerie

[0617] Funcţionalitatea mesageriei are unul sau ambele două roluri:

Pentru a solicita unul sau mai multe UE să acceseze reţeaua
Pentru a trimite notificări / mesaje către una sau mai multe UE

[0618] AIT nu poate fi întotdeauna o soluţie adecvată pentru a transmite mesaje de difuzare / avertizare. Există câteva motive pentru care:

Un singur nod distribuie AIT intr-o zonă mare. O actualizare a AIT ar însemna că toate echipamentele UE din cadrul acoperirii AIT ar achiziţiona AIT pentru a colecta mesajul. Cu toate acestea, ar fi mai dificil, de exemplu, distribuirea acestei notificări într-o zonă mai mică.
Conceptul NX permite perioade lungi de distribuţie AIT. Când AIT este distribuit rar, este posibil să nu fie îndeplinite cerinţele de întârziere pentru mesajele de avertizare.
AIT este de aşteptat să poarte doar informaţiile minime posibile, iar gândirea actuală este că dimensiunea AIT (la interfaţa aeriană) este, cel mult, câteva sute de biţi. Această presupunere nu este compatibilă cu faptul că sistemele de difuzare şi avertizare pot necesita să transmită mesaje de câteva sute de biţi.

[0619] Soluţia de mesagerie reutilizează canalul fizic NX PCCH / PDCH, dar introduce următoarele canale logice:
Canale pentru indicarea paxajului (PICH)
Canale de mesaje (PCH)

3.2.4.2.1 Semnale de pagină: PICH şi PMCH

[0620] Intenţia generală pentru proiectarea semnalizării de Mesageria este de a permite recepţia cu un consum minim de energie UE, de preferinţă citind un singur semnal, fiind în acelaşi timp eficiente din resurse pentru reţea. În LTE, UE trebuie mai întâi să citească informaţiile PDCCH cu un indicator către resursele PDSCH care conţin lista UE paginată.
[0621] Nu trebuie introduse noi canale fizice pentru distribuirea informaţiilor de mesagerie; PDCCH şi PDCH ar trebui utilizate în acest scop. PDCCH este de aşteptat să suporte dimensiuni de mesaje până la 40-50 de biţi, ceea ce poate oferi un indicator de alocare a resurselor unui PDCH, in timp ce PDCH poate transporta mesaje mari.
[0622] Datorită necesităţii de a susţine o gamă largă de configuraţii de reţea şi condiţii de legătură, sunt introduse o serie de configuraţii de Mesageria, care conţin două câmpuri, PICH şi PMCH, care îşi asumă funcţii diferite pentru diferite configuraţii:

PICH: Intr-o configuraţie tipică aşteptată, PICH este mapat pe PDCCH. Indicaţia de mesagerie poate conţine, în funcţie de scenariu / desfăşurare şi de cantitatea de date de transmis, unul sau mai multe dintre următoarele: un steag de mesagerie, un avertisment / un avertisment, o listă de identificare şi alocarea resurselor.
PMCH: PMCH este mapat pe PDCH. Opţional, PMCH poate fi transmis după PICH. Când mesajul PMCH este trimis, acesta poate conţine unul sau mai multe din următoarele conţinuturi: lista de identificare şi mesajul de avertizare / alertă.

3.2.4.2.2 Sincronizare

[0623] Sincronizarea PICH / PMCH se poate realiza prin diferite mijloace, în funcţie de scenariul de implementare:

TRASS / SSI asistat: cand semnalele de Mesageria sunt transmise la scurt timp după TRASS sau SSI de la acelaşi nod.
Mesagerie autonomă: Un semnal de sincronizare separat (cum ar fi TRASS) care precede mesageria trebuie introdus dacă nodurile care transmit Mesageria nu transmit TRAS sau SSI, sau dacă perioada semnalelor este diferită de perioada de mesagerie.

3.2.4.2.3 Procedurile UE

[0624] UE obţine sincronizare folosind semnalul SSI sau TRASS (asemănător) cu puţin timp inainte de citirea mesageriei. UE este configurat pentru a monitoriza PICH în funcţie de formatul utilizat de reţea. În funcţie de conţinutul PICH, UE poate efectua acţiunile necesare şi/sau citi

PMCH. Citirea PDCCH şi PDCH se efectuează într-o manieră standard, folosind DMRS a RB-urilor relevante ca referinţă de fază.

[0625] Pe baza conţinutului canalului de mesagerie recepţionat, UE poate accesa reţeaua, poate citi informaţiile sistemului, poate efectua alte acţiuni conform mesajelor de urgenţă sau nu poate face nimic. Accesul la sistem şi achiziţia informaţiilor despre sistem urmează procedurile obişnuite bazate pe SSI.

3.2.4.2.4 Operare SNR scăzută

[0626] Opţiunile de manipulare TRASI în condiţii similare se aplică şi aici. Transmiterea PICH cu rată mică poate însemna trimiterea unui indicator de mesagerie pe un singur bit pe PDCCH. PDCH poate fi mediul preferat dacă formarea fasciculului trebuie aplicată la PICH.

3.2.4.2.5 Configurarea mesageriei

[0627] Configuraţia de pagină, ca şi în LTE, configurează, de asemenea, ciclurile UE DRX. Configuraţia de pagină pentru Echipamente UE în stare LATENT este furnizată UE UE prin intermediul unor mesaje dedicate, de exemplu, în răspunsul actualizării TRA sau alte mesaje RRC.

[0628] Configuraţia de mesagerie trebuie să fie valabilă într-o anumită zonă (de) zone, de exemplu, un TRA. Această informaţie trebuie transmisă şi UE în configuraţia de pagină.

3.2.4.3 DRX şi Mesageria în NX

[0629] Una dintre ipotezele de bază şi importante este aceea că NX şi LTE sunt strâns integrate. Prin urmare, schema de configurare a ciclurilor DRX şi Mesageria în NX este foarte similară cu cea din LTE. Cu alte cuvinte, ciclurile de mesagerie şi ciclurile DRX în NX sunt legate între ele şi depind de SFN.

[0630] Soluţiile propuse pentru urmărire şi mesagerie permit ca toate semnalele să fie transmise de orice nod independent unul de celălalt. Cu alte cuvinte, un nod care transmite unul dintre ele nu impune transmiterea altuia dintre semnale de către acelaşi nod. Acest tip de proiectare impune anumite provocări şi cerinţe:

UE trebuie să primească toate semnalele necesare in timpul DRX „perioada de ascultare”,
Ciclul DRX şi ciclul de mesagerie ar trebui să se aplice într-o anumită regiune, de exemplu, un TRA
Configuraţia mesageriei trebuie să se aplice în acea regiune
Configuraţia TRAS ar trebui să se aplice in acea regiune
□ Toate nodurile din regiunea respectivă au SFN-uri sincronizate.

[0631] Dacă semnalele SSI / TRAS / Mesageria sunt transmise din noduri diferite sau prin combinaţii de noduri, reţeaua ar trebui să se asigure că toate aceste noduri sunt coordonate şi să cunoască configuraţia UE.

[0632] Pentru ciclurile DRX lungi, derivele de ceas sunt semnificative şi ar putea fi mai mari decât perioada semnalelor al legăturii descendente. Aceasta introduce o posibilă eroare în calculul SFN. Dacă nu există nicio corecţie SFN, UE poate lipsi indicaţiile de pagină. Acest lucru înseamnă că SFN (sau alte informaţii de sincronizare) ar trebui să fie incluse în semnalele al legăturii descendente, astfel încât atunci când UE se trezeşte, îşi poate corecta deriva şi calcula cadrul corect de mesagerie.

[0633] Deoarece informaţiile SFN sunt utilizate pentru calcularea ciclurilor de mesageri/DRX, ar putea fi rezonabil să concluzionăm că SFN trebuie să fie introdus în cel puţin unul dintre semnalele care susţine Mesageria / DRX. SFN nu poate fi inclus in semnalul de mesagerie, deoarece mesageria nu este întotdeauna trimisă de reţea. Prin urmare, celălalt semnal potenţial pentru a transporta aceste informaţii este TRAS. În funcţie de implementare, de exemplu, SSI şi TRAS şi mesageria din acelaşi nod, SFN-ul ar putea fi conţinut fie în TRAS, fie în blocul SSI. Vezi secţiunea 2.2.2.2.4. Mutarea funcţionalităţii mesagerie/DRX în stare inactivă în RAN are anumite implicaţii pentru reţea. De exemplu, RAN poate să stocheze intermediar datele in planul utilizatorului, care ar putea fi considerabile pentru ciclurile DRX lungi. In cazurile de DRX indelungate in stare LATENT, pot exista, de asemenea, unele impacturi in proiectarea protocoalelor de reţea de bază CP / NAS şi ar putea fi solicitat ca RAN să furnizeze nodurilor CN informaţii despre accesibilitatea UE (ref. Proceduri de comunicare de înaltă latenţă în 23.682).

3.2.5 Stabilire conexiune

[0634] Procedura de stabilire a conexiunii poate varia în funcţie de starea UE şi de desfăşurare, atât în ceea ce priveşte puterea de transmisie a nodurilor, cât şi în frecvenţele purtătoare. În această secţiune, stabilirea conexiunii iniţiale este descrisă pentru un echipament UE în starea DETAŞAT.

3.2.5.1 Selectare PLMN

[0635] Dintr-o perspectivă de nivel superior, înainte de pornirea UE, echipamentul UE se află în starea DETAŞAT; vezi diagrama de tranziţie de stare din figura 3. Când puterile UE de pe acesta ar putea avea, fie prioritate maximă, purtătoare LTE sau NX pentru a efectua selecţia PLMN, în conformitate cu ceea ce este configurat in USIM.

[0636] În cazul LTE, selecţia PLMN este o procedură binecunoscută în care PLMN asociat unei frecvenţe purtătoare este difuzat în SIB1. Pentru a face selecţia PLMN, UE trebuie să efectueze sincronizarea L1 folosind PSS / SSS, apoi detectarea PCI pentru a decodifica CRS-urile şi a efectua estimarea canalului şi a decoda Informaţiile de sistem, mai precis MIB şi apoi SIB1 difuzate la fiecare 80ms. Acest lucru trebuie făcut pentru fiecare frecvenţă a sub-purtătoarelor până când echipamentul UE găseşte un PLMN adecvat pe care este permis să îl selecteze.

[0637] În cazul NX, sunt posibile diferite soluţii. Acestea au luat în considerare diferitele moduri de distribuire a informaţiilor de sistem în NX; vezi 3.2.2.

[0638] Presupunând o soluţie bazată pe AIT / SSI pentru achiziţia informaţiilor de sistem, pentru fiecare purtătoare de frecvenţă scanat, UE detectează AIT care conţine PLMN. Pentru a permite UE să înceapă rapid scanarea unui alt operator (dacă cel precedent nu este asociat cu un PLMN permis), PLMN poate fi codat la începutul AIT. Un dezavantaj potenţial este că pentru a menţine aceeaşi performanţă de întârziere ca şi selecţia PLMN a LTE, AIT ar trebui să fie transmisă la fiecare 80ms (de exemplu, in loc de o periodicitate de ordinul unuia sau mai multor secunde). In mod alternativ, transmisia AIT poate fi aliniată între diferite PLMN-uri pentru a minimiza timpul de selecţie PLMN. De menţionat aici este faptul că ataşarea iniţială va fi un eveniment rar in NX, deoarece ţinta este menţinerea UE în stare latentă; astfel, performanţa de întârziere a procedurii de ataşare devine mai puţin importantă. De asemenea, designul include posibilitatea ca UE să stocheze AIT şi să utilizeze SSI pentru a verifica valabilitatea AIT stocat atunci când accesaţi sistemul, astfel încât citirea AIT nu este întotdeauna necesară atunci când accesaţi din inactiv. În zonele în care căutarea PLMN este mai probabilă să apară, de exemplu, în aeroporturi, perioada AIT poate fi mai scurtă.

[0639] O alternativă este posibilă atunci când pentru fiecare purtătoare de frecvenţă scanat, UE detectează informaţii legate de PLMN, de preferinţă limitate în număr de biţi, transmise mai frecvent decât informaţiile de sistem rămase. Atunci când informaţiile de sistem sunt distribuite în conformitate cu abordarea AIT / SSI, aceste informaţii limitate ar putea fi un SSI, iar informaţiile rămase pot fi AIT, astfel încât UE poate verifica dacă o anumită frecvenţă de transportator aparţine sau nu PLMN-urilor permise (stocate în USIM). Aceste informaţii pot fi utilizate atât pentru a accelera căutarea iniţială PLMN / RAT / Frecvenţă, cât şi pentru a evita probleme cu reutilizarea semnăturilor de sistem (SSI) sau a altor semnale de sincronizare intre operatori (care pot fi reutilizate). Aceste informaţii legate de PLMN sunt de preferinţă o versiune comprimată a listei PLMN (care include PLMN-ul gazdă). Compresia poate fi eficientizată în spaţiu, deoarece pot fi permise falsele pozitive (dar nu şi falsele negative). În mod alternativ, informaţiile pot fi lista PLMN, de exemplu, atunci când spaţiul nu este o problemă sau când doar unul sau câteva PLMN sunt difuzate. Această soluţie alternativă în sistemele în care informaţia de sistem simplă este distribuită pe per nod ca în LTE. În acest caz, câţiva biţi care codifică indicaţia PLMN pot fi transmise mai des, ceea ce ar putea fi, în mod opţional, în zonele în care căutarea prin PLMN are mai multe şanse, cum ar fi zonele apropiate de aeroporturi.

3.2.5.2 Ataşament unic pentru LTE şi NX

[0640] După ce echipamentul UE a selectat un PLMN permis, echipamentul UE iniţiază o procedură de ataşare pentru a accesa şi a se înregistra la CN. Indiferent de RAT accesat, ataşarea este asociată atât la reţeaua NX, cât şi la LTE. În acest proces, este stabilit un S1* comun, care este păstrat pe durata de viaţă a conexiunii RRC. Conexiunea unică permite stabilirea subsecventă rapidă a conectivităţii duale între LTE şi NX, atunci când este necesar.

[0641] Datorită integrării strânse cu LTE, procedura de stabilire a conexiunii RRC seamănă cu cea la LTE, cu excepţia informaţiilor transmise în mesaje. Procedura pentru ataşarea iniţială peste interfaţa NX este prezentată în Figura 86. Pe de altă parte, unele dintre proceduri (in principal din

perspectiva procedurilor pe strat inferior) sunt specifice accesului, precum detectarea acoperirii, căutare PLMN, sistem achiziţie de informaţii, sincronizare şi acces aleatoriu.

Achiziţia informaţiilor de acces

[0642] Echipamentul UE începe prin achiziţionarea informaţiilor de acces necesare pentru a accesa sistemul NX, în conformitate cu secţiunea 3.2.2. SSI poate fi difuzat sau transmis într-un fascicul larg (vezi secţiunea 3.4.4.2), sau poate fi utilizată formarea fasciculului în anumite scenarii specifice.

[0643] SSI furnizează implicit la echipamentul UE informaţii despre modul de demodulare, decodare şi descifrare a tabelului AIT. O alternativă de exemplu este aceea că SSI-urile sunt grupate in seturi de N (de exemplu, N = 16), care toate indică acelaşi tabel AIT. În AIT, echipamentul UE găseşte configuraţii necesare pentru a transmite preambulul fizic de acces aleatoriu şi modul de a primi răspunsul la acces aleatoriu (etapele 1 şi 2 în Figura 86, respectiv).

1.Transmiterea preambulului de acces aleatoriu fizic

[0644] Figura 87 ilustrează transmiterea preambulului de acces aleatoriu. Preambulul de acces aleatoriu fizic este transmis pe baza unei referinţe de timp de la un SSI sau semnal de indicaţie PRACH specific. Dacă se utilizează formarea fasciculului şi dacă nodul eNB susţine doar BF analogic sau hibrid, transmisia preambulului poate fi repetată pentru a permite baleierea fasciculului. Dacă se utilizează şi baleierea fasciculului pentru transmisia SSI, poate fi utilizată şi compensarea de sincronizare de la SSI la preambul. Acest semnal de referinţă pe legătura descendentă este de asemenea utilizat ca referinţă de control al puterii şi selecţie a stratului pentru transmisie. Un preambul este selectat pe baza SSI şi a intrării tabelului de informaţii de acces. Formatul preambulului este descris la 2.3.4.2. Aşa cum se prezintă în Figura 87, preambulul transmis poate fi recepţionat de mai multe noduri de reţea.

2.Transmisie răspuns acces aleatoriu

[0645] Figura 88 ilustrează transmisia răspunsului la accesul aleatoriu. Transmisia preambulului de acces aleatoriu este urmată de o fereastră de căutare în timp şi frecvenţă, unde pot fi recepţionate unul sau mai multe mesaje RAR (Răspuns Acces Aleatoriu). Transmisia RAR poate fi formată pe bază de estimare a canalului PRACH considerând reciprocitatea UL/DL. RAR este de sine stătător, prin faptul că poartă propriile sale mesaje pilot de sincronizare şi demodulare, iar echipamentul UE caută în orb un set de astfel de piloţi asociaţi SSI şi indicelui de preambul selectat. Dacă mai multe noduri de reţea au recepţionat preambulul de acces aleatoriu, coordonarea reţelei poate fi aplicată pentru a limita numărul de transmisii RAR - vezi ID2 în partea stângă a Figurii 88. Dacă se primesc mai multe RAR - vezi partea din dreapta a Figurii 88 - echipamentul UE efectuează o etapă de selecţie pentru a găsi RAR care să corespundă. Mesajul RAR conţine, de asemenea, o comandă de avans pentru a ajusta sincronizarea pe legătura ascendentă şi un acord de planificare pentru următorul mesaj pe legătura ascendentă. Mesajul RAR include o configuraţie pe legătura descendentă PDCCH/PDCH şi o configuraţie PDCH pe legătură ascendentă; mesajele subsecvente utilizează configuraţii furnizate în mesajul RAR. Aceste configuraţii pot fi derivate dintr-un singur indice, de exemplu, un "indice de configurare a legăturii radio" (care este similar cu PCI din LTE).

3. Cerere de conectare RRC

[0646] La recepţionarea răspunsului de acces aleatoriu, echipamentul UE transmite mesajul Cerere de conectare RRC, incluzand o identitate UE la nivel CN (de exemplu, S-TMSI) care solicită configurarea conexiunii RRC.

4. Configurare conexiune RRC

[0647] Reţeaua răspunde cu configurarea conexiunii RRC pentru a stabili SRB1. Această etapă este, de asemenea, etapa de rezoluţie a disputei, care este folosită pentru a face diferenţa între două echipamente UE care au transmis acelaşi preambul şi au selectat, de asemenea, acelaşi RAR. Acest lucru se realizează prin retrimiterea identităţii UE de nivel CN inclusă în mesajul Cerere de conectare RRC şi codul de conexiune RRC; vezi secţiunea 2.1.3.1.1.

5. Conexiune RRC finalizată

[0648] Echipamentul UE finalizează procedura prin trimiterea mesajului Conexiune RRC completă.

6. Configurare securitate comună

[0649] Semnalizarea de securitate este discutată în secţiunea 2.1.5.2.

7. Capabilitate comună UE

[0650] Semnalizarea capabilităţii UE este prezentată în secţiunea 2.1.5.3.

8. Configurare conexiune RRC

[0651] O procedură de reconfigurare a conexiunii RRC este efectuată pentru a configura SRB2 şi RB implicit. Transmisia în planului utilizatorului este posibilă după această procedură. De notat că toate semnalizările CN nu au fost detaliate în această scurtă descriere. În general, datorită integrării strânse, ne aşteptăm ca semnalizarea CN să fie compatibilă înapoi cu semnalizarea LTE CN.

3.2.5.3 Accesare purtătoare NX

[0652] Această secţiune discută accesul purtătoarelor NX, care este o componentă a mai multor proceduri de stabilire a conexiunilor:

Cazul A: UE efectuează o ataşare unică pe NX, de exemplu, tranziţie DETAŞAT → RRC_CONECTAT ACTIV şi trebuie să acceseze o purtătoare NX care ar putea fi în stratul de frecvenţă joasă sau înaltă.
Cazul B: UE efectuează tranziţia RRC CONECTAT LATENT → RRC CONECTAT ACTIV şi stabileşte o legătură cu o purtătoare NX.
Cazul C: UE în RRC_CONECTAT ACTIV având o purtătoare principală stabileşte o purtătoare secundară (care poate fi pe frecvenţe mai mari). Acest lucru ar putea fi considerat ca fiind similar cu configurarea unei purtătoare secundare ca în LTE CA.

[0653] Aspectul comun al scenariilor menţionate mai sus este că echipamentul UE trebuie să acceseze o purtătoare NX care ar putea fi într-o gamă largă de frecvenţe. Un prim pas înainte ca echipamentul UE să poată accesa purtătoarea NX este detectarea acoperirii, de obicei realizată prin monitorizarea unor semnale transmise. Acestea pot fi i) comune, ii) dedicate sau iii) definite pe grup de reţea. În cazul NX, acestea sunt fie SSI, fie MRS.
[0654] Aceste semnale pot diferi, de asemenea, în modul în care sunt transmise de reţea. La frecvenţă mai mare, de exemplu, aceste semnale pot fi transmise utilizând o formare de fascicul îngust (ceea ce ar necesita o procedură de baleiere a fasciculului pentru detectarea acoperirii, vezi secţiunea 3.4.4), sau difuzate (unde o repetare ar putea fi de dorit pentru utilizatorii din cele mai grave cazuri). La frecvenţe mai mici, aceste semnale ar putea fi difuzate şi mai puţină repetiţie poate fi utilizată pentru utilizatorii din cazurile cele mai rele, întrucât propagarea este mai puţin solicitantă. Poate fi benefic să existe o soluţie armonizată pentru diferite purtătoare, în cazul în care procedura UE pentru detectarea acoperirii este exact aceeaşi, indiferent de modul in care reţeaua oferă acoperirea.
[0655] În pofida caracteristicilor comune ale cazurilor A, B şi C, pot exista în continuare anumite probleme specifice cazului, în particular în implementările în care semnalele utilizate pentru detectarea acoperirii trebuie să fie formate cu fascicul (acoperire oferită doar de o purtătoare NX cu o frecvenţă ridicată în unele specifice ISD).
[0656] Cazul C este cel mai dificil, deoarece echipamentul UE are deja o conexiune RRC activă şi poate fi configurat pentru a căuta semnale NX specifice, de exemplu, MRS formate cu fascicul. In acest caz, informaţiile de sistem despre cum să se acceseze acel fascicul (de exemplu, un fel de configurare PRACH către acel fascicul) pot fi, de asemenea, furnizate prin semnalizare dedicată. În cazul în care purtătoarea secundară NX este implementată într-un alt nod, poate fi utilizată o anumită semnalizare de reţea (de exemplu, peste X2*). Stabilirea purtătoarei secundare NX poate avea loc cu o re-configurare RRC, la fel ca şi stabilirea DC inter-frecvenţă. În altă alternativă, echipamentul UE poate în schimb să acceseze direct fasciculul şi să se bazeze pe unele preluări de context.

[0657] Cazul B este provocator, deoarece UE trebuie să stabilească o legătură cu NX fără sprijinul unei conexiuni RRC active. Dintr-o perspectivă de nivel superior, acest lucru este descris în secţiunea 2.1.5.6 (procedura de reactivare RRC). Dintr-o perspectivă a nivelului inferior, ar putea exista diferite modalităţi de accesare a legăturii NX. Dacă echipamentul UE este configurat pentru a campa pe o purtătoare NX de frecvenţă joasă (sau într-o purtătoare de frecvenţă înaltă, unde desfăşurarea permite difuzarea SSI-urilor), tranziţia de stare se face prin sincronizare SSI şi procedura de acces aleatoriu, aşa cum este descris în secţiunea 3.2.5.2.

[0658] Dacă UE este configurat pentru a campa pe o purtătoare de frecvenţă înaltă, unde chiar şi canale cu viteză mică trebuie să fie formate în fascicul pentru a atinge o acoperire adecvată, tranziţia de stare trebuie să se bazeze pe descoperirea/găsirea fasciculului; vezi secţiunea 3.4.4. Prin urmare, sunt posibile două alternative: un acces bazat pe SSI (alegerea preferată), dar cu o configuraţie specifică în care SSI-uri diferite sunt asociate la fascicule diferite cu configuraţii RACH diferite sau un acces bazat pe MRS unde echipamentul UE este configurat pentru a efectua direct o acces aleatoriu către un set pre-configurat de MRS (de exemplu, in cadrul unui TRA). Accesul bazat pe SSI este alegerea preferată, dar alternativa bazată pe MRS oferă flexibilitate suplimentară, de exemplu, accesul strâns la locaţie şi activarea la cerere.

[0659] Cazul A este cel mai dificil, în cazul în care UE poate avea nevoie să acceseze o purtătoare NX de frecvenţă mai mare, fără să existe cunoştinţe prealabile despre desfăşurare.

3.3 Protocolul şi partajarea resurselor pentru diferite servicii

[0660] Această secţiune discută metodele de participare la resurse şi optimizări pentru diferite servicii. Secţiunea este separată în trei subsecţiuni, unde 3.3.1 discută aspecte ale nivelului superior, cum ar fi felierea reţelei şi suportul multi-servicii, în timp ce 3.3.2 şi 3.3.3 analizează posibile soluţii de partajare a resurselor pe straturile MAC şi fizic, care pot fi utilizate pentru a sprijini diferite felii de reţea şi servicii.

3.3.1 Secţiune de reţea şi suport multi-servicii

[0661] NX susţine o gamă largă de servicii şi cerinţe de servicii asociate într-o gamă largă de scenarii. Un sistem NX unic ar putea, de exemplu, să sprijine în acelaşi timp M-MTC, C-MTC, MBB şi diverse cazuri de utilizare media.

[0662] O modalitate de a aborda aceste cazuri de utilizare diferite este folosirea felierii reţelei. Felierea reţelei este o abordare Capăt-2-Capăt în care utilizatorul sau operatorul unei felii de reţea (de exemplu, o reţea de senzori MTC) vede felia de reţea ca o reţea logică separată având proprietăţi similare cu cele ale unei reţele dedicate (de exemplu, gestionare/optimizare separată), dar în cazul în care felia de reţea este de fapt realizată folosind o infrastructură comună (procesare, transport, radio) care este partajată cu alte felii de reţea. Dintr-un domeniu funcţional, felia de reţea poate fi realizată cu componente funcţionale dedicate sau partajate (cum ar fi eNB, EPC). De obicei, o felie de reţea poate avea propria instanţă CN (EPC), dar împarte reţeaua de transport fizic şi RAN. Cu toate acestea, sunt posibile şi alte soluţii. În cazul în care o componentă funcţională este partajată, prin parametrizare este posibil să se configureze comportamentul specific pentru felie pentru componenta partajată.

[0663] Figura 89 ilustrează exemple de servicii diferite realizate în diferite felii de reţea logică, folosind resurse şi componente comune de infrastructură.

[0664] In cazul in care felii diferite utilizează instanţe CN diferite, este posibil să se aplice optimizări specifice pentru felie în ceea ce priveşte sfera funcţională şi desfăşurarea diferitelor instanţe CN. Acest lucru este ilustrat în Figura 90. În acest exemplu, cazul de utilizare X poate avea o arhitectură şi funcţii CN interne diferite, care sunt de asemenea implementate mult mai aproape de radio în comparaţie cu felia MBB. Pentru a activa asistenţa pentru diferite instanţe CN, în RAN există un mecanism de selectare a feliei pentru a direcţiona utilizatori diferiţi către CN-uri diferite. (De notat că acest lucru conduce la o cerinţă pentru o funcţionalitate nouă în interfaţa S1*, în comparaţie cu interfaţa actuală S1.) În plus faţă de un mecanism de selecţie a feliilor, RAN susţine şi un mecanism pentru gestionarea utilizării resurselor între felii. Aceste mecanisme sunt controlate de politicile operatorilor.

[0665] Este de preferat ca toate feliile să suporte aceeaşi interfaţă CN/RAN (de exemplu, S1*). Figura 90 ilustrează un exemplu de tranşare a reţelei folosind diferite instanţe EPC optimizate pentru diferite cazuri de utilizare.

[0666] În scenariile în care RAN susţine mai multe felii, este important ca resursele partajate, cum ar fi spectrul, să fie utilizate eficient între felii şi să se evite alocarea statică sau lentă a resurselor pentru diferite felii. Doar în cazuri excepţionale ar trebui rezervate resursele la o felie, astfel încât

acestea să nu poată fi utilizate dinamic de alte felii. Un exemplu de astfel de cazuri poate include cazul in care utilizatorii dintr-o felie necesită o numerologie particulară sau utilizează un mod MAC diferit. Când se folosesc resurse partajate dinamic, este posibil să se definească o cotă minimă de resurse la o felie în perioadele de congestionare. Pentru a putea aplica aceste tipuri de politici legate de felii, RAN trebuie să fie conştient de un cod de felie.

[0667] În plus faţă de cote diferite de resurse pentru diferite felii, RAN poate oferi, de asemenea, felii diferite, cu diferite straturi MAC şi fizice. Acest lucru este discutat în secţiunile 3.3.2 şi 3.3.3.

[0668] În plus faţă de felierea reţelei, NX susţine şi diferenţierea QoS în cadrul aceleiaşi porţiuni de reţea.

3.3.2 Mai multe moduri MAC şi partajarea resurselor radio

3.3.2.1 Motivaţii şi scop

[0669] NX este proiectat pentru a permite distribuirea flexibilă a resurselor radio între servicii cu cerinţe diverse privind, de exemplu, întârzierea şi fiabilitatea. Cu toate acestea, în pofida faptului că este suportat de NX, în unele implementări practice, pentru unele cazuri de utilizare critică (de exemplu, sistem inteligent de transport, siguranţă publică, automatizare din fabrică, reţea inteligentă), este posibil să nu fie acceptat să coexiste pe aceeaşi frecvenţă sau chiar purtătoare alt serviciu. În acest scop, poate fi de dorit să se opereze anumite servicii pe (sub) benzi de frecvenţă dedicate sau chiar pe o purtătoare dedicată. Separarea resurselor radio în acest mod poate permite, de asemenea, implementarea şi testarea complexităţii mai mici în unele situaţii. Cu toate acestea, trebuie subliniat faptul că presupunerea implicită este încă împărţirea dinamică a resurselor între servicii şi limitarea serviciilor la sub-benzi sau chiar separarea acestora la diferite sub-purtătoare este o excepţie şi se aplică numai în cazuri extreme.

[0670] Multiplexarea serviciilor, fie pentru a susţine felierea reţelei (vezi 3.3.1), cât şi/sau mai multe servicii de asistenţă sau pentru asistenţa diferitelor configuraţii UE, poate profita de următoarea abordare a partajării resurselor radio. Acest lucru este în conformitate cu principiul stai in cutie pentru stratul 2 (vezi 2.2), iar ideea de bază este divizarea resurselor radio disponibile în diferite partiţii, fiecare fiind folosită pentru un anumit comportament MAC.

[0671] Aşa cum s-a introdus la 2.2.1, se doreşte o abordare centrată pe servicii pentru a face faţă tuturor aspectelor posibile ale planificării unei reţele globale.

[0672] În cadrul aceleiaşi reţele pot exista numeroase tipuri de servicii, iar combinaţiile acestora ar trebui să fie deservite în acelaşi timp. Toate aceste servicii (de exemplu, MBB, C-MTC, Voce ...) au cerinţe de performanţă diferite (de exemplu, latenţă, fiabilitate, randament ...), care se traduc în diverse cerinţe de utilizare a resurselor radio (TTI, dimensiunea blocului de resurse, prioritizare, ...). Acest lucru este ilustrat în Figura 91, care ilustrează o diversitate de servicii cu utilizarea lor tipică de resurse.

[0673] Crearea de partiţii de resurse predefinite pentru diferite servicii este, în general, o soluţie sub-optimă. Poate fi utilizată pentru a simplifica alocarea resurselor în planificator dacă complexitatea generală devine nesustenabilă. Cu toate acestea, cazul de utilizare descris aici este de a sprijini crearea de partiţii de resurse atunci când cerinţele serviciului o impun. Astfel de cazuri pot include, de exemplu:

Când resursele fizice au proprietăţi diferite, cum ar fi numerologii diferite;

Atunci când serviciul are cerinţe de disponibilitate foarte puternice (de exemplu, intarziere de acces atât de scurtă încât are nevoie de un acord constant al resurselor), cum ar fi C-MTC;

Când planificarea/semnalizarea este gestionată în mai multe noduri (D2D, MAC distribuit etc.)

[0674] Atunci cand un serviciu sau echipament UE este deservit de o partiţie de resurse dedicată, vizualizarea resursei sale poate fi simplificată, aşa cum se prezintă în Figura 92. De notat că partiţia de resurse nu trebuie făcută în domeniul timpului sau al frecvenţei.

[0675] Această abordare asigură, de asemenea, că generaţia viitoare de reţea mobilă este pregătită nu numai pentru o introducere treptată a noilor servicii, ci şi pentru o depreciere treptată a funcţiilor, întrucât sunt dezvoltate soluţii mai eficiente. Acest lucru poate fi realizat prin alocarea la MAC responsabil pentru noua soluţie a unui set de resurse radio fizice în creştere treptată, în detrimentul resurselor radio fizice alocate pentru MAC-ul responsabil pentru vechea soluţie depăşită.

3.3.2.2 Mai multe moduri MAC şi partiţii de resurse

[0676] Pentru un echipament UE sau serviciu dat, un comportament MAC poate fi configurat urmând cerinţe specifice. Diferite comportamente MAC pot fi legate de:

diferite scheme MAC, de exemplu, bazate pe dispută sau versiune planificată,
diferite proceduri pentru o schemă, de exemplu, RTS/CTS versus Ascultă înainte de a vorbi,
diferiţi parametri folosiţi, de exemplu, calendarul, prioritizarea, locaţia resurselor ...

[0677] Prin alocarea unui set separat de resurse radio fizice unui comportament MAC dat, soluţia MAC poate fi optimizată numai pentru cerinţele relevante în acel caz particular dat. Resursele radio fizice sunt „alocate" sau „delegate" fiecărui MAC particular. Din perspectiva reţelei, entitatea de planificare trebuie să implementeze şi să proceseze toate comportamentele MAC active, dar pentru fiecare dintre acestea, comportamentele pot fi procesate independent.

[0678] Deşi având partiţii predefinite pentru resurse este un caz sub-optim, acest lucru poate fi util in unele scenarii, deoarece permite o simplificare semnificativă a planificării, precum şi o diversitate a posibilelor implementări de planificare. De exemplu, având în vedere cazul în care coexistă un MAC planificat şi un MAC bazat pe dispută, planificarea MAC bazată pe dispută este de fapt un proces distribuit şi nu toate nodurile au acces direct la informaţiile MAC planificate.

[0679] Pentru a limita sarcina partiţionării resurselor predefinite, partiţia dintre diferite comportamente MAC trebuie manipulată dinamic în sistem. Partajarea resurselor şi selectarea modului MAC se pot face pe diferite niveluri de scopuri şi actualizate cu frecvenţe diferite. De exemplu, acesta poate fi realizat intr-o singură celulă sau într-un grup de celule cooperante; şi cu partiţii de resurse pe termen scurt sau lung (pentru a se adapta la cerinţele specifice de trafic local sau la aşteptările globale ale traficului. Pentru partiţiile realizate în celule, este necesară coordonarea intre nodurile eNB. Din partea UE, o comunicare/inţelegere trebuie făcută între UE şi AP (sau UE către nodul de deservire în cazul releului sau UE către UE ...) pentru a fi de acord cu serviciul şi comportamentul MAC aferent.

[0680] Urmărind conceptul stai în cutie, fiecare partiţie MAC trebuie să fie auto-conţinută, asta implică cu toate mecanismele de control, pilot şi semnalizarea - deoarece comportamentul MAC diferit poate necesita un tip diferit de control sau informaţii, este mai uşor ca toţi să fie independenţi unul de celălalt. De preferinţă, schemele MAC nu au voie să transmită nimic pe cealaltă resursă MAC, astfel încât fiecare proces se bucură de resurse curate.

[0681] Un exemplu de partajare a resurselor MAC poate arăta ca în Figura 93, unde resursele radio sunt partiţionate în domeniul timp. Împărţirea se poate face în orice domeniu (frecvenţă, timp, spaţiu, cod ...), nu neapărat în domeniul timp, deşi timpul poate fi mai uşor de gestionat pentru problemele de duplexare.

3.3.2.3 Selectarea modului MAC

[0682] Ce mod sau comportament MAC este ales pentru fiecare nod sau serviciu poate depinde de unul sau mai mulţi dintre mai mulţi factori:

Cerinţele serviciului sau nodului. Aşa cum am menţionat, cerinţele de serviciu ale traficului utilizatorului sunt un criteriu important pentru proiectarea comportamentului MAC.

Starea celulară de susţinere. Topologia de încărcare şi legătură a celulei de deservire (sau asociată cu nodul de deservire) poate avea un impact asupra performanţei diferitelor scheme MAC. În opoziţia MAC planificată vs. distribuită, se ştie că MAC distribuit este eficient şi simplu atunci când sarcina este scăzută sau când ierarhia dintre legături nu este simplă (prezenţă de transport de trafic fără fir, releu, D2D, etc.), în timp ce planificarea MAC este mai eficientă în cazurile de incărcare grea şi când multiplexarea pe legătură ascendentă/descendentă nu are nevoie de o cooperare mare. Ca un alt exemplu, dacă nodul este situat în apropierea mai multor altor noduri sau este supus interferenţelor (în mod obişnuit în marginile celulelor), sunt preferate moduri robuste sau care evită interferenţe, cum ar fi MAC-ul bazat pe dispută sau MAC-ul planificat cu coordonare.

Starea reţelei (coexistenţă spaţială). Ca un alt caz complementar de utilizare, utilizarea mai multor moduri MAC poate permite coexistenţa între diferite părţi ale reţelelor. De exemplu, luând în considerare un nod eNB apropiat de două celule cu moduri MAC distincte, poate alege să utilizeze un mod MAC mixt (partiţie de mai multe MAC), pentru a găzdui ambii vecini. Acesta este un caz de utilizare a coexistenţei spaţiale. Această coexistenţă spaţială se poate aplica în cadrul aceleiaşi reţele, dar şi pentru coexistenţa între reţele (tipice benzilor fără licenţă). Figura 94 ilustrează coexistenţa spaţială în modul MAC multiple.

3.3.2.4 Schimb de informaţii şi semnalizare

[0683] Schimburile de informaţii pot conţine informaţii locale, cerinţe locale sau vizualizare locală a sistemului specific unui nod sau unui grup de noduri din grup. Un punct de coordonare a

grupului (CCP)/funcţionalitate poate fi stabilit pentru a facilita coordonarea partiţionării resurselor radio şi selectarea modului MAC.

[0684] După cum s-a descris anterior, selecţia modului sau comportamentului MAC depinde de serviciu sau utilizator, dar poate depinde şi de celula de deservire sau de starea reţelei. Această informaţie trebuie propagată printre nodurile coordonate.

[0685] În plus, modul în care resursele sunt partiţionate efectiv, în unele cazuri, trebuie cunoscut de toate nodurile în cauză din sistem, iar nodurile care efectuează partajarea resurselor ar trebui să fie conştiente de noduri şi condiţii de legătură pentru a efectua decizii eficiente. Acesta este în particular cazul in care deciziile de planificare nu sunt luate intr-un singur loc. De exemplu, dacă este distribuit un singur comportament MAC (de exemplu, bazat pe dispută), toate nodurile care urmează acest comportament trebuie să ştie când şi unde li se permite să transmită/să primească semnale.

[0686] Două metode de semnalizare sunt posibile pentru comunicarea partiţiei de resurse către UE.

Prima se bazează pe managementul stratului 2 şi permite mesajelor de planificare a eNB să includă informaţiile despre partiţia resurselor radio. În acest caz, partiţia resurselor între diferitele MAC poate fi comandată direct din mesaje de planificare clasice, cum ar fi dPDCH care poate conţine planificarea partiţiilor. Acest lucru duce la existenţa unui MAC principal planificat, cum ar fi schema MAC celulară clasică care funcţionează ca „implicită" şi să fie responsabilă de a delega părţi din resursele radio în alte scheme MAC - sau cel puţin responsabil de delegare. Aceste dPDCH pot indica ce resurse să fie utilizate pentru un MAC dat. Avantajul managementului L2 este de a avea o dinamică per-TTI a alocării MAC, dacă este necesar, precum şi o flexibilitate mai mare în informaţiile din mesajul furnizat în dPDCH.

A doua se bazează pe managementul şi semnalizarea stratului 3 şi permite configuraţiei sistemului oferită în mod tipic în mesaje dedicate include configuraţia resurselor radio. În acest caz, conceptul de informaţii despre sistem este responsabil de informarea tuturor utilizatorilor despre structură. Avantajul acestei metode este stabilitatea alocării de planificare, care poate ajuta toate nodurile şi procesele MAC să aibă o mai bună prognoză a disponibilităţii resurselor. Acest lucru menţine, de asemenea, toate MAC-urile complet independente, împiedicând să aibă un MAC „implicit" responsabil pentru a delega resurse altora. Totuşi, acest lucru duce la o flexibilitate mai lentă şi la creşterea numărului posibil de mesaje transmise care necesită o standardizare puternică.

3.3.3 Amestecarea diferitelor numerologii

3.3.3.1 Introducere

[0687] Din cauza diferenţelor de latenţă, fiabilitate şi cerinţe de debit, cazurile de utilizare 5G necesită structuri de simboluri şi cadre diferite (numerologii). Asistenţa simultană a cazurilor şi serviciilor de utilizare 5G este o cerinţă, astfel încât NX este conceput pentru a sprijini simultan mai multe numerologii. Pe cat posibil, resursele ar trebui să fie alocate dinamic între servicii pentru a corespunde cererii.

3.3.3.2 Numerologie şi format de transmisie

[0688] Se preconizează că o comunicaţie critică de tip maşină se va produce sub 10 GHz. Pentru implementări de arie largă la capătul inferior al acestui interval, 16.875 kHz este punctul de plecare implicit; a se vedea, de asemenea, Secţiunea 2.3.2, unde sunt detaliate diverse numerologii şi utilizarea lor anticipată. Aici durata de sub-cadru este de 250 µs, ceea ce permite o latenţă suficient de mică pentru majoritatea cazurilor de utilizare. Şi sub-cadre mai scurte pot fi realizate cu ajutorul numerologiei de 67,5 kHz, care asigură sub-cadrul de 62,5 µs („67,5 kHz, CP normal" sau „67,5 kHz, CP lung") sau 125 µs („67,5 kHz, CP lung"). Un dezavantaj al numerologiei de 67,5 kHz faţă de numerologia de 16,875 kHz este creşterea supraîncărcării: creşte de la 5,5% în „16,875 kHz, CP normal" la 40,6% şi 20,5% în „67,5 kHz, CP lung" şi „67,5 kHz, lung CP b ", respectiv. Aceasta presupune o desfăşurare în care un prefix ciclic de ordinul a 3 µs este necesar în cazul în care „67,5 kHz, CP normal" cu prefix ciclic de 0,8 µs nu poate fi utilizat. Dacă un prefix ciclic mai mic de 0,8 µs este suficient de "67,5 kHz, se poate utiliza CP normal" care are aceeaşi încărcare ca "16,875 kHz, CP normal".

[0689] Adesea, o comunicaţie de tip maşină critică pentru latenţă (necesită numerologie de 67,5 kHz) necesită doar o fracţiune din purtătoarea completă. Restul resurselor sunt utilizate pentru servicii mai puţin sensibile la întârziere, cum ar fi în bandă largă mobilă sau alte comunicaţii de tipul maşinii - sensibile la întârziere. Prin urmare, este benefic să se utilizeze numerologia de 67,5

kHz doar pentru acea parte a sub-purtătoarelor care deserveşte servicii extrem de întârziate şi numerologie „16,875 kHz, CP normală" pentru partea rămasă; vezi secţiunea 2.3.2.3. Aceasta permite o latenţă extrem de scurtă pentru comunicaţia de tipul maşinii critică pentru latenţă, dar menţine supraîncărcarea de prefix ciclic scăzută pentru alte servicii - mai puţin întârziate. Frecvenţa domeniului de amestecare a numerologiilor este implementată în OFDM filtrat/împărţit în ferestre; vezi secţiunea 2.3.1. Deoarece sub-purtătoarele celor două numerologii nu sunt ortogonale, trebuie introdusă o bandă de protecţie (-10 sub-purtătoare este de dorit). După cum se prezintă în Figura 95, partajarea apare statică, însă, aşa cum se prezintă în Figura 96, partajarea se poate schimba pe o bază mai lungă (250 µs pentru amestecarea de 16,875 kHz şi 67,5 kHz). Acest lucru este posibil deoarece ambele numerologii sunt aliniate la limitele sub-cadru mai lungi.

[0690] În exemplul prezentat în figura 95, două numerologii OFDM sunt amestecate pe aceeaşi purtătoare. În acest exemplu „16,875 kHz, CP normal" şi „67,5 kHz, CP b lung" sunt amestecate. Între numerologii se introduce o bandă protecţie(gri). În exemplul prezentat în Figura 96, partajarea dintre cele două numerologii se schimbă dinamic la limitele mai lungi ale sub-cadru (250 µs). În acest exemplu „16,875 kHz, CP normal" şi „67,5 kHz, CP b lung" sunt amestecate. Între numerologii se introduce o bandă de protecţie (gri).

[0691] Cazul in care fiecare sub-cadru conţine o singură numerologie, dar numerologiile (pot) comuta la limitele sub-cadru este denumit amestec în domeniul timp a numerologiilor. Limitările hardware (de exemplu, pre-distorsiunea liniară) pot restricţiona cât de des pot fi schimbate numerologiile.

[0692] Descrierea de mai sus este valabilă pentru cazul de utilizare a amestecării în bandă largă mobilă şi a unei comunicaţii de tipul maşinii critice în întârziere într-o largă, care necesită un prefix ciclic de ordinul a 3 µs. Pentru implementările cu celule mici, cu întârziere mai mică în cazul in care „67,5 kHz, CP normală" furnizează un prefix ciclic suficient de lung (0,8 µs), purtătoarea completă poate funcţiona cu „67,5 kHz, CP normal", eliminând necesitatea amestecării domeniilor de frecvenţă.

[0693] În general, este de aşteptat ca amestecarea frecvenţei-domeniu a numerologiilor să fie necesară doar pentru a aborda cele mai extreme cerinţe, iar numerologia unică sau comutarea domeniului timp poate aborda majoritatea cazurilor de utilizare.

3.3.3.3 TDD specific

[0694] Intr-un sistem TDD, disponibilitatea resurselor pentru cele două direcţii de legătură alternează în timp. Susţinerea unei latenţe foarte scăzute în TDD necesită o disponibilitate frecventă a resurselor în direcţia care serveşte date critice privind latenţa. Susţinerea latenţei scăzute în ambele direcţii ale legăturii necesită durate de timp foarte scurte pe direcţia legăturii şi comutare frecventă între ele; vezi Figura 97, care prezintă că pentru a susţine latenţe scăzute în TDD, direcţia legăturii este comutată la fiecare sub-cadru. Fiecare comutator dintr-un sistem TDD necesită o perioadă de protecţie; prin urmare, creşterea frecvenţei de comutare duce la creşterea aerului. Cea mai rapidă periodicitate de comutare se realizează prin alternarea direcţiei legăturii la fiecare sub-cadru. Pentru fiecare sub-cadru UL, durata simbolului OFDM este distribuită ca perioadă de protecţie între comutatoarele DL/UL şi UL/DL, iar simbolurile OFDM rămase sunt utilizate pentru traficul UL. Majoritatea numerologiilor au 4 simboluri OFDM pe sub-cadru (cu excepţia celor cu prefix ciclic extins, care au 3 sau 7 simboluri OFDM pe sub-cadru); trecerea deasupra capului devine astfel 12,5%, nu numai pentru legătura luată în considerare, ci pentru toate legăturile deservite de staţia de bază.

[0695] Mai mult, in implementările TDD neizolate chiar şi sistemele TDD cu canal adiacent trebuie să adopte acest raport de comutare foarte frecvent. În funcţie de cerinţele de fiabilitate, chiar şi sistemele TDD care funcţionează pe canale de frecvenţă mai îndepărtate trebuie sincronizate. Prin urmare, serviciile care necesită latenţe extrem de mici sunt de preferat prin intermediul unei reţele FDD.

[0696] Periodicitatea de comutare impune, de asemenea, restricţii pe durata cadrului. De exemplu, dacă comutarea se face în fiecare sub-cadru al „67,5 kHz, numerologia CP normală (62,5 µs) pot fi utilizate doar numerologii cu durate de sub-cadru egale cu sau mai mici de 62,5 µs.

3.4 Tehnologii cu mai multe antene

[0697] În secţiunea 3.4.1 este prezentată o imagine de ansamblu a tehnologiilor cu mai multe antene din NX. În secţiunea 3.4.2 se discută punctul central al reciprocităţii. În secţiunea 3.4.3, sunt elaborate trei moduri conceptuale pentru achiziţionarea CSI la eNB şi proiectarea formelor de fascicul pentru transmiterea de date dedicate. În secţiunea 3.4.4, sunt descrise trei moduri

conceptuale corespunzătoare pentru formarea fasciculului de transmisie UE. În secţiunea 3.4.5 sunt prezentate perspectivele cu mai multe antene ale altor proceduri decat transmisia de date. In secţiunea 3.4.6, sunt discutate câteva aspecte legate de hardware şi arhitectură cu mai multe antene.

3.4.1 Prezentare generală

[0698] Tehnologiile cu mai multe antene au un rol instrumental in proiectarea RAT-urilor moderne datorită beneficiilor lor bine recunoscute. În mod specific, acestea permit câştigul de matrice, multiplexarea spaţială şi diversitatea spaţială, ceea ce duce la o acoperire, capacitate şi robusteţe îmbunătăţite. Caracteristicile cu mai multe antene au contribuit semnificativ la succesul LTE şi continuă să-şi conducă evoluţia către Rel13 şi nu numai. Tehnologiile cu mai multe antene au o relevanţă şi mai mare în proiectarea şi performanţa NX datorită unei multitudini de factori evidenţiaţi în restul acestei secţiuni. Aceşti factori prezintă mai multe provocări de proiectare, dar oferă şi oportunităţi de soluţie în domeniul antenei multiple.

[0699] Condus de cerinţa de 5G MBB pentru ratele de vârf ale Gbps, NX va fi implementat pentru prima dată la un nou spectru> 3GHz, în principal datorită disponibilităţii unei lăţimi de bandă mai mari. Cu toate acestea, extinderea operaţiei la> 3GHz prezintă, de asemenea, provocări din cauza condiţiilor de propagare a undelor radio mai grave, de exemplu, difracţia şi pierderea de propagare cresc considerabil. O modalitate de a depăşi pierderea bugetului de legătură este de a folosi o formare de fasciculă specifică UE la nodurile eNB atât pentru transmisie, cât şi pentru recepţie. Deşi acest lucru este deja inclus în LTE, NX oferă câştiguri mai mari de formare a fasciculului datorită numărului mare de elemente de antenă pe care matricea trebuie să trebuiască să menţină zona antenei efective la un cost rezonabil la frecvenţe înalte. Mărimea fizică a tabloului de antene, deşi este de aşteptat să aibă dimensiuni similare, sau chiar mai mici la frecvenţe foarte mari, deoarece acest lucru este important pentru aspecte de implementare, precum uşurinţa instalării, încărcarea vântului şi amprenta vizuală.

[0700] Transmisia şi recepţia focalizate spaţial, realizate prin formarea de fascicule specifice UE, din matricele mari, nu este necesară numai pentru a utiliza lăţimi de bandă mai mari, care sunt disponibile numai la frecvenţe mai mari, dar permite şi multiplexarea spaţială. Creşterea eficienţei spectrale, in particular prin MU-MIMO, este un obiectiv important pentru NX pentru a satisface cerinţele de capacitate de 5G MBB. Există cel puţin doi factori majori care contribuie la realizarea acestui obiectiv viabil.

[0701] Primul factor este evoluţia tehnologiei către sisteme antene active pe scară largă, denumită şi MIMO masivă, în care pot fi accesate individual câteva zeci sau chiar sute de elemente de antenă sau sub-şiruri mici, chiar direct din banda de bază pentru implementări digitale. Acest lucru oferă grade masive de libertate pentru procedurile de procesare a semnalelor, care îmbunătăţesc considerabil capabilităţile de reducere a interferenţelor. Mai mult, utilizarea unui număr foarte mare de elemente de antenă ridică oportunităţi de reducere a complexităţii şi a consumului de energie şi de a depăşi parţial deficienţele de HW; permiţând astfel utilizarea componentelor cu cerinţe relaxate. Al doilea factor care permite obiectivul de a atinge capacitatea NX MBB este că, deoarece cea mai mare parte a noului spectru este de aşteptat să fie nepereche, NX utilizează TDD. CSI de înaltă calitate este de dorit pentru a îmbunătăţi în continuare potenţialul de performanţă al capabilităţilor masive de procesare a semnalului MIMO. TDD facilitează achiziţia CSI explicită, făcând posibilă obţinerea celei mai puternice forme (aşa-numite coerente) de reciprocitate, in particular pentru tablele mari pentru care schemele bazate pe feedback pot avea semnale semnificative. CSI explicită face posibilă proiectarea de precodoare flexibile care exploatează dispersia unghiulară şi suprimă interferenţele. Pentru a se baza pe reciprocitatea achiziţiei CSI, trebuie impuse cerinţe particulare la semnalizarea pe legătura ascendentă NX şi la proiectarea HW.

[0702] Tehnologiile cu mai multe antene NX sunt relevante, nu numai pentru eMBB, ci şi pentru C-MTC. Formarea fasciculului de recepţie este bine cunoscută pentru a spori robusteţea prin diversitatea spaţială, iar diversitatea de transmisie poate fi utilizată pentru a îmbunătăţi fiabilitatea transmisiilor de legături descendente. Exploatarea reciprocităţii ar putea permite proiectarea eficientă şi robustă, în timp ce schemele bazate pe feedback sunt împiedicate de cerinţele stricte pe care C-MTC le pune asupra raportării feedback.

[0703] De asemenea, tehnologiile cu mai multe antene NX nu se limitează doar la formarea fasciculului cu câştig mare şi la multiplexarea spaţială de ordin înalt. Pentru proceduri precum accesul şi difuzarea aleatorie a informaţiilor de control sau atunci când CSI este mai puţin fiabil, poate fi preferat un model cu fascicul larg (cu câştig redus), de exemplu, pe scanarea secvenţială a fasciculului. Prin selectarea corectă a precodorului se pot genera fascicule cu lăţimea variabilă. Mai mult, NX nu trebuie legată doar de implementări complet digitale; pentru mai multe cazuri de

utilizare, de exemplu, implementări interioare care operează la frecvenţe mmW, arhitecturile analogice/digitale hibride oferă compromisuri atractive din punct de vedere al costurilor. Nu în ultimul rand, este de aşteptat ca NX să poată valorifica locaţiile desfăşurate, să funcţioneze la spectrul FDD existent şi, eventual, să refolosească platforma LTE HW. În aceste cazuri, tehnologiile cu mai multe antene NX provin direct de la cele mai avansate LTE, dar sunt adaptate principiilor de design NX, cum ar fi transmisiile slabe şi de sine stătătoare, întrucât NX nu trebuie să îndeplinească cerinţele de compatibilitate înapoi. .

[0704] De asemenea, este important să De notat că tehnologiile cu mai multe antene NX nu se referă doar la nodul eNB. Lungimile de undă mici fac viabilă chiar şi ca echipamentele UE portabile să fie echipate cu unul sau mai multe şiruri de antene cu multe elemente active, eventual cu amplificatoare de putere distribuite. Apoi, formarea de fascicul de transmisie UL devine o caracteristică extrem de relevantă, de exemplu, pentru a îmbunătăţi acoperirea pe legătură ascendentă a Echipamentelor UE cu putere redusă. Mai mult, în mai multe cazuri de utilizare 5G (de exemplu, auto-transportul de trafic, D2D, V2X, fără fir fix), noţiunea clasică pe legătura descendentă/legătură ascendentă a accesului celular nu este la fel de relevantă, deoarece cele două părţi ale legăturii pot avea funcţii similare cu mai multe antene.

[0705] În concluzie, datorită cerinţelor diverse, tehnologiile cu antene multiple NX sunt un instrument de soluţii cu mai multe nuanţe, mai degrabă decât „o soluţie se potriveşte tuturor". Numitorul comun este totuşi că este posibil, atunci când este relevant, să se folosească şirurile de antenă pentru a forma toate fasciculele canalelor care beneficiază de acest lucru într-o anumită implementare.

3.4.2 Reciprocitate

[0706] O definiţie largă a reciprocităţii este atunci când se poate utiliza o estimare a canalului UL la proiectarea transmisiei DL. Ne putem gandi la diferite „niveluri" de reciprocitate care sunt rezumate după cum urmează:

Reciprocitatea „coerentă": canalele RX şi TX sunt identice cu cele din banda de bază (în intervalul de coerenţă / lăţimea de bandă);
Reciprocitatea „staţionară": matricea de covarianţă a canalului este aceeaşi pentru RX şi TX;
Reciprocitatea „direcţională": unghiurile de sosiri/plecări (AoAs / AoDs) sunt reciproce pentru RX şi TX.

[0707] Reciprocitatea coerentă este cea mai puternică formă de reciprocitate şi este posibilă numai în TDD. Este foarte interesant pentru NX, deoarece oferă un alt mijloc, mai degrabă decât feedbackul cu buclă închisă, pentru a obţine CSI explicit; permiţând astfel întregul potenţial al modului de date MIMO masiv digital descris în secţiunea 3.4.3.3. Supraîncărcarea de semnalizare a celor două tehnici scalează în moduri diferite; şi anume, cu numărul de antene eNB pentru feedback şi cu numărul de antene UE pentru reciprocitate. Tehnicile sunt complementare şi una poate fi preferată faţă de cealaltă în funcţie de cazul de utilizare.

[0708] Reciprocitatea coerentă nu este doar cea mai puternică, ci şi cea mai solicitantă formă de reciprocitate de obţinut. Canalul de propagare, inclusiv antenele, sunt într-adevăr reciproce. Cu toate acestea, hardware-ul nu este de obicei reciproc. Reciprocitatea implică lanţurile RX şi TX complete. Vor fi deficienţe care afectează performanţa în care reciprocitatea nu va fi ideală, punând cerinţe de calibrare la partea eNB şi UE. Unele dintre problemele care ar putea intra in joc aici sunt:

Comutarea puterii în UE (în mod normal faza sare în funcţie de putere);
Comutarea RX AGC;
Ondulaţie de fază în filtre (când UL şi TX au filtre diferite).
Trebuie abordate una sau mai multe dintre acestea.

[0709] Reciprocitatea direcţională poate fi asumată într-un mod destul de sigur in TDD, de asemenea, în afara timpului de coerenţă şi a lăţimii de bandă, şi în FDD. Acest lucru se datorează faptului că AoDs şi AoAs par a fi rezonabil de similare chiar şi atunci când se schimbă frecvenţa sub-purtătoarelor pe o gamă largă, de exemplu, 6-100 GHz. Acesta este un fapt care ar putea (şi probabil ar trebui) să fie exploatat într-un grad mult mai mare decat s-a considerat până acum în lucrarea de concept. Un exemplu este atunci când un sistem de frecvenţă joasă (LTE) este utilizat în paralel cu un sistem NX de înaltă frecvenţă. Identităţile de tip DoA sau fascicul pot fi partajate între sisteme. Un alt exemplu se referă la achiziţia CSI; AoD / AoA poate fi estimat de la RS intr-o

parte (bandă îngustă) a lăţimii de bandă şi utilizat pe întreaga lăţime de bandă. Acest lucru ar putea uşura în mod semnificativ supraîncărcarea. Precizia CSI-ului rezultat depinde de circumstanţe, de exemplu, diferenţa de frecvenţă între UL şi DL şi dispersia unghiulară, deoarece nu este realist să presupunem că putem estima toate AoA-urile cu exactitate.

[0710] Reciprocitatea staţionară poate fi considerată, de asemenea, dacă decalajul dintre benzile DL şi UL nu este prea mare şi/sau dacă există un unghi scăzut de dispersie. Acest lucru oferă, pe lângă reciprocitatea direcţională, informaţii despre amplitudinile AoAs şi AoDs.

Fiabilitate şi robusteţe bazate pe reciprocitate pentru C-MTC

[0711] Se ştie că pentru un sistem bazat pe antene fixe, este de dorit o diversitate ridicată pentru a atinge rate de eroare foarte mici; pentru C-MTC vezi secţiunile 2.3.3.2, 2.3.4.1, 2.3.5.1 şi 3.1.7. Se consideră că traseul de diversitate este destul de sigur, dar ineficient pentru resurse. Problema pentru C-MTC, sau probabilităţile de eroare scăzute în general, este că fiecare întârziere şi pas în procesul de achiziţie CSI oferă cazuri potenţiale de eroare. Dacă luăm în considerare informaţiile de feedback CSI tradiţionale, aceste mesaje sunt destul de comparabile în numărul de biţi ca un mesaj C-MTC şi, de asemenea, au nevoie de codificare robustă. O alternativă este folosirea reciprocităţii care „efectuează scurtături" într-un pas în procesul de achiziţie CSI. Schemele bazate pe reciprocitate pot fi astfel utilizate pentru a găsi şi utiliza caracteristicile canalului mai selectiv şi poate scădea dramatic astfel costul pentru C-MTC.

[0712] O altă întrebare este modul în care problemele legate de hardware, cum ar fi gama dinamică şi fiabilitatea hardware afectează designul şi modul în care acestea sunt gestionate. Din nou, există un potenţial mare în schemele bazate pe reciprocitate, deoarece acestea pot fi utilizate (cu costuri generale pentru hardware) pentru a obţine cunoştinţe de canal la multe staţii de bază, fără costuri suplimentare de resurse radio.

3.4.3 Transmiterea datelor dedicate

[0713] În această secţiune, sunt descrise trei moduri pentru transmiterea de date dedicate, cu accent particular pe achiziţia CSI. Împreună, aceste trei moduri complementare acoperă soluţiile prevăzute de mai multe antene pentru scenarii de implementare şi arhitecturi de antene. Fiecare dintre scheme are avantajele şi dezavantajele sale. Feedback-ul bazat pe elemente, feedback-ul bazat pe fascicul şi MIMO masiv bazat pe reciprocitate coerentă sunt descrise în secţiunile 3.4.3.1, 3.4.3.2, 3.4.3.3.

3.4.3.1 Feedback bazat pe elemente

[0714] Presupunem că arhitectura hardware este similară cu cea a unei platforme LTE tradiţionale. În acest caz, presupunerea este că cele mai bune soluţii MTEO de feedback LTE sunt reportate fără a fi moştenite de la LTE şi utilizate cu o schemă de feedback bazată pe elemente. Aici, un element de antenă poate însemna un singur element de radiaţie sau un sub-tablou de elemente care radiază. Modelele antenei sunt fixe sau variază foarte lent, iar numărul limitat al lanţurilor TX / RX este posibil să fie exploatat în banda de bază. Consultaţi Figura 98, opţiunea 1, pentru un exemplu cu 8 lanţuri TX. Aici, se presupune că numărul de lanţuri TX este limitat la maximum 8. Exemple preconizate în care o schemă de feedback bazată pe elemente ar fi mai potrivită sunt:

Noduri care operează în FDD cu un număr mic (-10) de elemente de antenă;
Noduri care operează în TDD cu un număr mic de elemente de antenă, în care coerenţa nu poate fi menţinută; în practică, aceasta înseamnă că nu este utilizată calibrarea hardware;
Noduri cu un număr mic de elemente de antenă, unde se aplică decuplarea UL/DL, deoarece reciprocitatea nu poate fi utilizată atunci;
Noduri in care incercăm să maximizăm similitudinea cu LTE, poate în măsura în care vom reutiliza hardware-ul LTE;
Scenarii când nodul sau UE nu pot suna toate lanţurile RX / TX datorită capabilităţilor TX limitate.

[0715] În rezumat, o schemă de feedback bazată pe elemente este utilizată atunci când nu poate fi utilizată reciprocitatea coerentă sau când numărul de antene este mic. Pentru un număr mai mare de elemente de antenă se formează fascicule folosind alte mecanisme de feedback, de exemplu, descoperirea fasciculului sau mecanisme de feedback explicit, aşa cum este descris mai mult în secţiunea 3.4.3.2.

[0716] Poate fi surprinzător să urmăreşti să sprijiniţi feedback-ul bazat pe elemente doar pentru 10 elemente de antenă, întrucât LTE susţine deja 16, şi în curând şi mai mult. Motivul pentru care nu pledează feedback-ul bazat pe elemente pentru un număr mai mare de antene este lipsa de flexibilitate care rezultă din definirea cărţii de cod din standard: cartea de coduri definită este definită doar pentru o anumită dimensiune a antenei şi este optimă doar pentru o anumită dispunere a antenei . Aici, schema de feedback bazată pe fascicul oferă o mai mare flexibilitate, atât în ceea ce priveşte dimensiunea antenei, cât şi aspectul antenei.

[0717] Principalul aspect diferenţiator in gestionarea feedback-ului precodorului in NX in comparaţie cu LTE este în scenarii cu mai multe antene UE şi puncte de transmisie multiple eNB separate (spaţial, necoerente), fiecare cu un număr de elemente de antenă. Într-un astfel de caz, mai multe precodoare independente ar putea fi semnalate datorită faptului că canalele dintre punctele de transmisie au componente necorelate de atenuare rapidă şi un număr mai mare de antene UE permit UE să separe diferitele transmisii independente. În comparaţie cu LTE, acest lucru permite o mai bună asistenţă pentru transmiterea simultană din diferite puncte de transmisie care ar putea diferi în ceea ce priveşte caracteristicile canalului pe scară largă.

Achiziţie CSI

[0718] Procesul de achiziţie CSI implică UE să i se atribuie un CSI-RS de la nodul de deservire, care este utilizat de UE pentru a calcula un rang, un precodor şi CQI-ul rezultat.

[0719] CSI-RS sunt transmise conform cerinţelor de achiziţie CSI şi numai din partea lăţimii de bandă unde există transmisii de date actuale sau aşteptate; vezi secţiunea 2.3.6.5. ENB ia decizia cand va transmite CSI-RS şi când ar trebui să raporteze UE. Informaţii despre resursele CSI-RS de măsurat sunt transmise către UE prin dPDCH. În cazul feedback-ului bazat pe elemente, este posibil să partajaţi, într-o măsură mai mare, CSI-RS între UE şi să permiteţi o filtrare mai mare în comparaţie cu scheme mai dinamice bazate pe fascicul. Un beneficiu suplimentar potenţial al partajării configuraţiilor CSI-RS este faptul că Echipamente UE pot fi mai uşor configurate pentru a se potrivi cu ratele in jurul CSI-RS comun şi, prin urmare, a utiliza mai multe elemente de resurse pentru date.

[0720] Figura 102 ilustrează opţiunile de forme ale fasciculului pentru soluţii bazate pe feedback in NX.

3.4.3.2 Feedback bazat pe fascicul

[0721] Transmiterea intr-un fascicul implică faptul că există un flux de energie direcţional, posibil îngust, de propagare. Prin urmare, noţiunea de fascicul este strâns legată de caracteristicile spaţiale ale transmisiei. Pentru a uşura discuţia, mai întâi este explicat conceptul de fascicul. În particular, este descrisă noţiunea de fascicul de rang înalt.

[0722] Aici, a Fascicul este definit ca un set de vectori de pondere a fasciculului, in care fiecare vector de pondere a fasciculului are un port de antenă separat şi toate porturile de antenă au caracteristici spaţiale medii similare. Toate porturile de antenă ale unui fascicul acoperă astfel aceeaşi zonă geografică. De reţinut, însă, că caracteristicile de atenuare rapidă ale diferitelor porturi de antenă pot fi diferite. Un port de antenă este apoi mapat la unul sau mai multe elemente de antenă, folosind o mapare posibil dinamică. Numărul de porturi de antenă ale unui fascicul este rangul fasciculului.

[0723] Pentru a ilustra definiţia fasciculului, luaţi cel mai comun exemplu de fascicul de rang 2. Un astfel de fascicul este realizat folosind o antenă cu elemente polarizate încrucişate, unde toate elementele antenei cu o polarizare sunt combinate folosind un vector cu ponderea fasciculului şi toate elementele antenei cu cealaltă polarizare sunt combinate folosind acelaşi vector cu ponderea fasciculului. Fiecare vector de pondere cu fascicul are un port de antenă şi, deoarece acelaşi vector de pondere a fasciculului este utilizat pentru cele două porturi de antenă, cei doi vectori de pondere ale fasciculului constituie împreună un fascicul de rang 2. Aceasta poate fi extinsă apoi la fascicule de rang superior.

[0724] De notat că este posibil ca fasciculele de rang înalt să nu funcţioneze pentru UE. Datorită dispunerii neregulate a elementelor antenei, a împrăştierii bogate la UE şi a faptului că elementele antenei UE pot avea caracteristici diferite, este foarte dificil să construim mai mulţi vectori de pondere cu fascicul cu caracteristici spaţiale similare. De notat că acest lucru nu exclude multiplexarea spaţială în legătura ascendentă: acest lucru poate fi obţinut folosind mai multe fascicule de rang 1.

[0725] Este foarte important să De notat că formele de fascicul pot fi destul de flexibile. Prin urmare, „transmisie pe bază de fascicul” nu este aceeaşi cu „transmisie cu fascicul fix”, deşi

folosirea unei grile fixe de fascicule poate fi o implementare adecvată în multe cazuri. Presupunerea de lucru este că fiecare fascicul are între 1 şi 8 porturi şi fiecare fascicul este asociat cu un CSI-RS cu un rang cuprins între 1 şi 8.

[0726] Din punctul de vedere al UE, nu este prevăzută nicio diferenţă majoră faţă de feedback-ul bazat pe elemente, în afară de configuraţia CSI-RS; şi anume că pentru transmisia bazată pe fascicul, alocările CSI-RS trebuie să fie mai flexibile. Chiar dacă configuraţia este flexibilă, acest lucru nu exclude faptul că UE poate efectua filtrare şi interpolare, dar acest lucru este sub control strict al reţelei.

Transmisie bazată pe fascicule

[0727] În transmisia bazată pe fascicule, comunicarea are loc prin fascicule, unde numărul de fascicule poate fi mult mai mic decât numărul de elemente de antenă. Deoarece fasciculele sunt încă reglabile, sistemul de antene în general îşi păstrează toate gradele de libertate. Cu toate acestea, un singur echipament UE nu este capabil să susţină toate aceste libertăţi folosind feedback instantaneu. De notat că aceasta este în contrast cu transmisia bazată pe elemente descrisă în secţiunea 3.4.3.1, în care UE vede toate gradele de libertate ale antenei şi este capabil să raporteze pe baza acestor cunoştinţe.

[0728] Din punct de vedere al reţelei, se pot genera mai multe fascicule simultane, fie folosind formarea de fascicul analogic, fie procesarea domeniului digital; a se vedea secţiunea 3.4.6.1 pentru o descriere a diferitelor opţiuni pentru arhitecturi cu formă de fascicul. Se presupune că, atâta timp cât fasciculele formate au o lăţime similară cu răspândirea unghiulară a canalului, capetele pentru a menţine asociaţiile de fascicule UE sunt rezonabile: cea mai bună Fascicul pentru orice UE unică nu variază atunci cu atenuarea rapidă. Atunci când fasciculul este mai restrâns decât răspândirea unghiulară a canalului, cel mai bun fascicul pentru orice UE unic variază în timp, ceea ce duce la faptul că cea mai bună asociere a fasciculului trebuie actualizată frecvent. În unele cazuri, modelele antenei sunt fixate; vezi Figura 98, opţiunea 2. În unele cazuri, fasciculele sunt adaptate caracteristicilor canalului UE; a se vedea Figura 98, opţiunea 3, în care utilizatorul 2 cu un canal bogat primeşte date printr-un fascicul de rang mare şi utilizator LOS 1 un fascicul de rang ingust-2.

[0729] Transmisia pe bază de fascicul este aplicabilă atât în FDD cât şi în TDD, pentru orice bandă de frecvenţă şi dimensiunea antenei.

[0730] Recepţia pe legătură ascendentă bazată pe fascicul implică faptul că banda de bază nu are acces individual la toate elementele antenei. In acest caz, poate fi aplicat un fel de preprocesare spaţială sau formare preliminară a fasciculului. Această preprocesare poate fi realizată în domeniul analogic, in domeniul digital sau intr-un hibrid al celor două; vezi secţiunea 3.4.6.1. În general, preprocesarea spaţială poate fi destul de flexibilă. Trebuie să fie în funcţie de timp pentru a adapta aria de acoperire a antenei la locul în care se află utilizatorii. Se pot lua în considerare atât înclinarea de fază, cât şi cea de amplitudine.

[0731] In legătura descendentă, elementele de antenă individuale nu sunt niciodată expuse la UE. UE vede doar o serie de combinaţii liniare ale semnalelor transmise de la diferite elemente de antenă. Numărul de combinaţii liniare expuse este determinat de rangul transmisiei. Datele sunt recepţionate la UE printr-o astfel de combinaţie liniară (fasciculul) şi se măsoară şi se raportează calitatea legăturii descendente pentru fiecare fascicul.

Opţiuni de pre-decodare şi achiziţie CQI

[0732] Cu transmisie pe bază de fascicul, eNB, în principiu, are încă o flexibilitate deplină în formarea fasciculelor dorite sau în mod echivalent în utilizarea oricărei precodificări. Modul de a regla precodificarea este diferit pentru FDD şi TDD şi este diferit pentru arhitecturi diferite cu fascicul.

În ceea ce urmează, procedurile de legare descendente şi de legătură ascendentă sunt descrise independent. În multe cazuri, reciprocitatea poate şi trebuie utilizată pentru a îmbunătăţi performanţa procedurilor. În partea finală a acestei subsecţiuni, este discutată în mod explicit reciprocitatea.

[0733] Selecţia codificatorului se bazează pe CSI-RS format cu fascicul (vezi secţiunea 2.3.6.5) care este introdusă în anumite locaţii din grila de frecvenţă de timp, în conformitate cu datele. Aceste CSI-RS sunt activate la cerere şi eNB decide prin ce fascicul CSI-RS este transmis. Se presupune că, atunci când este planificat, un CSI-RS foloseşte un element de resursă. Fiecare CSI-RS poate fi transmis intr-un fascicul diferit, transparent pentru UE. Un exemplu de alocare CSI-RS, în care sunt transmise două CSI-RS, este prezentat in figura 99.

Multiplexarea în timp şi în frecvenţă a CSI-RS ar trebui să fie acceptată, dar trebuie menţionat faptul că pentru arhitecturile de formare a fasciculelor care nu sunt complet digitale, transmiterea diferitelor CSI-RS în diferite momente în timp foloseşte mai puţin hardware cu bandă de bază decat transmiterea CSI-RS diferite în acelaşi timp, în sub-purtătoare diferiţi. Pe de altă parte, transmiterea mai multor CSI-RS in diferite sub-purtătoare în acelaşi timp înseamnă că mai multe fascicule pot fi măsurate în acelaşi timp.

[0734] Pentru a activa adaptarea legăturii, unul dintre CSI-RS poate fi transmis pe acelaşi fascicul ca datele planificate in prezent. Alte CSI-RS pot fi transmise prin intermediul altor fascicule de candidat, iar selecţia acestor precodoare candidate este responsabilitatea eNB. Totuşi, acest lucru este transparent pentru echipamentul UE; numai eNB ştie ce CSI-RS este transmis prin care fascicul. Pentru unele alocări CSI-RS, observaţi că, dacă un CSI-RS are rang înalt şi sau mai multe UE asociate, o presupunere de precodor poate fi de dorit pentru a îmbunătăţi precizia de adaptare a legăturii în cazul MU-MIMO, atât pentru estimarea interferenţei, cât şi pentru estimarea calităţii semnalului.

[0735] Numărul de CSI-RS care sunt necesare depinde de câte câmpuri de candidat trebuie să fie sondate şi, de asemenea, de actualizările frecvente. De notat că, în multe cazuri, numărul de fascicule care trebuie sondate este posibil să nu fie foarte mare. De exemplu, numai două CSI-RS pot fi atribuite in fiecare sub-cadru şi se transmit prin fascicule diferite în sub-cadre ulterioare. Pentru a asigura această flexibilitate, alocarea CSI-RS poate fi semnalată in campul DCI. Deoarece CSI-RS este transmis în linie cu datele, cantitatea de date utile trebuie redusă pentru a face loc CSI-RS. Cantitatea aerului variază în funcţie de numărul de Echipamente UE active şi de flexibilitatea dorită în maparea CSI-RS.

[0736] Se foloseşte precodificarea bazată pe o carte de coduri cu buclă închisă pe toate porturile de antenă ale unui fascicul, foarte similar cu modul în care se face astăzi în LTE. UE măsoară CSI-RS transmis pe porturile de antenă, derivă cea mai potrivită matrice de precodificare din cartea de cod utilizând măsurătorile CSI-RS şi trimite o indicaţie a celei mai potrivite matrice de precodificare la nodul eNB. Astfel, precodorul portului de antenă este determinat de UE, pe baza unui CSI-RS de rang inalt, in timp ce fasciculul este selectat prin compararea CQI-urilor raportate de UE pentru diferite fascicule candidate. Dacă un fascicul are un rang mai mare de 2, precodoarele ar fi de dimensiuni mai mari şi, prin urmare, ar funcţiona şi peste domeniul spaţial. Ca şi în LTE, trebuie să fie standardizat codul de coduri pentru precodor.

[0737] MRS poate fi, de asemenea, utilizat pentru selectarea fasciculelor, utilizand procedurile descrise în secţiunea 2.5. Deoarece CSI-RS utilizează resurse semnificativ mai puţine decat MRS, CSI-RS este de obicei utilizat ori de câte ori este posibil. De regulă, CSI-RS ar fi utilizat intr-un singur nod. Pentru a fi mai precis, MRS ar trebui să fie utilizat atunci când fasciculele de deservire şi candidat sunt nesincronizate. O altă situaţie în care ar trebui să fie utilizat MRS este atunci când datele utilizatorului din reţea trebuie să fie redirecţionate, de exemplu, atunci când este necesar un comutator de date de cale S1.

[0738] Când unui echipament UE i se alocă mai multe fascicule, UE i s-au atribuit mai multe CSI-RS şi fiecărui CSI-RS are un anumit rang. UE măsoară toate CSI-RS alocate şi selectează cel mai potrivit precodor port antena din agenda de coduri. Pentru fiecare dintre CSI-RS, UE transmite un indice precodor, o valoare CQI şi un indicator de rang.

[0739] La recepţia raportului CSI, eNB mapează fiecare raport CSI cu fasciculul în care a fost transmis. ENB alege fasciculul pentru transmisiile ulterioare pe baza valorilor CQI raportate şi selectează, de asemenea, precodorul pe baza sugestiei de la UE. Valoarea CQI este de asemenea folosită pentru a selecta modularea şi codificarea pentru următoarea transmisie.

[0740] De notat că schema de măsurare CSI-RS funcţionează şi pentru MU-MIMO. Diferitelor UE li se atribuie alocări CSI-RS diferite, aşa cum se prezintă în alocarea CSI-RS propusă pentru operaţiunea MU-MIMO prezentată în Figura 100. În elementele de resurse în care CSI-RS este transmis unui singur utilizator, interferenţele din transmisiile de date către celălalt utilizator este măsurat şi invers. Prin urmare, ambele măsurători reflectă proprietăţile de interferenţă curente ale utilizatorului co-planificat.

[0741] Punctul de pornire al proiectării este că CSI-RS sunt specifice UE, unde fiecărui UE i se atribuie un set distinct de CSI-RS pentru a le măsura. Pentru a obţine beneficiile complete ale sistemului de antene, reţeaua trebuie să transmită, de asemenea, CSI-RSs individuale prin fascicule candidate UE-specifice. Aceasta înseamnă că, atunci când există multe Echipamente UE active intr-o celulă, sunt necesare destul de multe transmisii CSI-RS. În acest caz, poate exista o opţiune pentru a permite mai multor utilizatori să măsoare pe aceleaşi CSI-RS, de exemplu, prin maparea CSI-RS către o grilă de fascicule.

[0742] Pentru recepţia pe legătura ascendentă cu formă de fascicul, în general nu există acces la ieşire din toate elementele antenei. În schimb, există acces la o combinaţie liniară a acestor

semnale ale elementului şi această combinaţie liniară poate fi actualizată numai pe baza datelor recepţionate anterior.

[0743] De asemenea, în legătura ascendentă, noţiunea de deservire şi fascicule candidate este relevantă. Presupunem că echipamentul UE este capabilă să menţină cu succes comunicarea cu reţeaua printr-un anumit fascicul UL. În paralel, reţeaua primeşte, de asemenea, transmisia UE intr-unul sau mai multe fascicule candidate şi foloseşte, de exemplu, RRS transmis pentru a estima calitatea în fasciculele candidate. Aceste măsuri de calitate sunt apoi utilizate pentru a actualiza fasciculul de deservire pentru transmisiile ulterioare şi, de asemenea, pentru a forma noi fascicule candidate in viitor.

[0744] Cazul de utilizare mai dificil pentru o soluţie bazată pe fascicule este MU-MIMO pentru doi utilizatori care au corelat puternic canalele din domeniul spaţial. În cazul în care acest scenariu este gestionat cu mecanisme de feedback în loc de reciprocitate coerentă (vezi secţiunea 3.4.3.3), UE trebuie să imite interferenţe inter-fascicul. O posibilă metodă de a realiza selecţia de precodoare MU-MIMO este prin configurarea UE cu mai multe (cel puţin 2) CSI-RS şi semnalizarea UE cu unele informaţii despre precodor pentru CSI-RS care interferează. Mai multe CSI-IM ar putea fi necesare pentru a estima interferenţele necoordonate.

[0745] O mare parte din complexitatea procedurii de mai sus constă în modul de formare a fasciculelor candidate relevante. Intr-o posibilă primă implementare, un subset de grilă de fascicule este folosit ca candidaţi. Chiar şi în acest caz, întrebarea cu privire la modul de alegere inteligentă a acestui subset nu este banală. În lipsa oricăror a priori informaţii, s-ar putea să fie sondate, măsurate şi raportate întreaga grilă de fascicule. Informaţiile despre calitatea fasciculului trebuie apoi stocate la eNB şi utilizate pentru selectarea ulterioară a fasciculului candidat.

[0746] Selecţia fasciculului candidat poate include, de asemenea, îngustarea fasciculului. Aici, comunicarea poate fi menţinută iniţial folosind un fascicul destul de larg, iar raza respectivă este apoi perfecţionată, făcând-o mai îngustă.

[0747] De remarcat este faptul că procesul descris mai sus se bazează pe presupunerea că UE este capabilă să primească în mod fiabil o alocare CSI-RS şi să transmită ulterior măsurarea rezultată. În această condiţie, este posibilă menţinerea, actualizarea şi rafinarea fasciculului utilizat pentru comunicare.

Utilizarea reciprocităţii cu transmisie bazată pe fascicul

[0748] Deoarece reciprocitatea este o proprietate foarte puternică pentru a fi utilizată cu şiruri cu mai multe antene, este vital să evidenţiezi utilizarea sa atunci când este combinată cu transmisie bazată pe fascicul.

[0749] Pentru implementările TDD, atunci când la nodul eNB este disponibilă o arhitectură digitală cu formatare a fasciculului, cu o calibrare adecvată, este logic să se utilizeze reciprocitatea coerentă pentru a selecta precodorul utilizat pentru transmisie, cel puţin mai aproape de centrul celulei, unde acoperirea semnalelor UL este bună. Apoi, este posibil să se utilizeze precodoare destul de puternice, similar cu descrierea din secţiunea 3.4.3.3. Cu toate acestea, putem transmite in continuare CSI-RS în formă de fascicul împreună cu datele şi să îl utilizăm pentru adaptarea legăturii.

[0750] In unele cazuri, reciprocitatea coerentă nu poate fi utilizată, iar reciprocitatea mai slabă s-a bazat pe aceasta; vezi secţiunea 3.4.2. Aceasta include cazuri cu formatare digitală a fasciculului în implementările de FDD. Folosirea reciprocităţii coerente cu formarea de fascicule hibride poate fi dificilă, deoarece există doar acces la canalul de legătură ascendentă pe fasciculele de recepţie.

[0751] Pentru o formare calibrată analogică şi hibridă calibrată, se pot utiliza măsurători pe fasciculele candidate DL pentru a alege fasciculele candidate UL şi invers. De fapt, măsurătorile pe fasciculele candidate DL pot fi utilizate pentru a selecta direct fasciculul de serviciu UL şi invers. Acest lucru este posibil atât în TDD, cât şi în FDD.

3.4.3.3 MIMO masiv bazat pe reciprocitate coerentă

[0752] Aceasta este cea mai avansată tehnică cu mai multe antene din NX, având cel mai înalt potenţial de performanţă pentru transmisia şi recepţia de date dedicată. Constituie un caz particular în clasa generală a sistemelor de antene cu scară individuală pe scară largă, cunoscute şi sub denumirea de MIMO masive. Un prim factor distinctiv este că se bazează pe cea mai strictă formă, aşa-numită „coerentă", a reciprocităţii, realizabilă doar în TDD, în care canalele RX şi TX sunt aceleaşi în intervalul de coerenţă timp / lăţime de bandă. CSI instantanee explicit se obţine prin măsurători pe legătura ascendentă şi se foloseşte atât pentru proiectarea sub formă de fascicul

ascendent, cât şi pentru legătura descendente, permiţând exploatarea completă a răspândirii unghiulare.

[0753] Un al doilea factor distinctiv este acela că, pentru a realiza potenţialul de performanţă, se presupune o implementare complet digitală (vezi secţiunea 3.4.6.1) care permite procesarea matricială bazată pe elemente. Datorită numeroaselor grade de libertate care pot fi utilizate pentru suprimarea interferenţelor, modelarea flexibilă a fasciculului poate permite, în principiu, funcţionarea MU-MIMO de înaltă ordine. Prin urmare, acest mod este potrivit în particular pentru creşterea capabilităţii în scenarii aglomerate, cu mobilitate redusă şi acoperire bună, fără a fi nevoie de o componentă LoS puternică.

Pentru multe scenarii relevante, cu o răspândire unghiulară scăzută sau şanse limitate pentru MU-MIMO, procesarea MIMO masivă poate fi efectuată în domeniul unghiular, presupunând un fel de preprocesare (de exemplu, printr-o grilă de fascicule), luând în considerare compromisurile printre complexitatea şi performanţa (HW, calcul, achiziţie CSI).

Opţiuni de precodificare bazate pe elemente

[0754] Schemele de precodificare flexibile ale candidaţilor, bazându-se pe cunoaşterea explicită a matricei de canale instantanee, care sunt luate in considerare in NX sunt transmisia raportului maxim (MRT), forţarea zero (ZF) şi raportul semnal la scurgere şi zgomot (SLNR) precodificare. MRT este cea mai simplă şi robustă metodă, dar nu poate interveni nul. Acest lucru poate fi obţinut prin ZF, dar acest lucru este mai complex din punct de vedere al calculului şi mai sensibil la erorile de estimare a canalului. SLNR este un amestec de MRT şi ZF, unde raportul de amestecare poate fi controlat printr-un parametru de regularizare; SLNR este echivalent cu MMSE pentru alocarea de putere egală. Pentru un număr din ce în ce mai mare de elemente de antenă, performanţa MRT se apropie de cea a ZF, deoarece vectorii canalului diferitelor UE devin treptat apropiaţi reciproc de ortogonale.

[0755] Soluţiile convenţionale de precodificare flexibilă sunt derivate presupunând o constrângere a puterii sumelor tuturor PA. Acest lucru duce în mod obişnuit la precodificarea ponderilor având amplitudini diferite pentru antene diferite, care la rândul lor implică faptul că nu toate AP-urile sunt utilizate în totalitate. Chiar dacă se preconizează că puterea pe PA intr-un sistem MIMO masiv va fi de ordinul miliwaţi, aceasta poate fi încă o problemă în situaţia în care acoperirea fasciculului ar trebui maximizată fără supra-dimensionarea (in medie) a PA . Luand in considerare această pierdere de energie se poate traduce intr-o pierdere semnificativă de performanţă. O soluţie ad-hoc a problemei constă în a utiliza pur şi simplu faza soluţiei convenţionale de precodor. În unele cazuri, acest lucru poate fi suficient de bun. O abordare mai riguroasă constă în luarea în considerare a constrangerii de putere per-antenă în derivarea precodorului optim, însă această problemă este greu de rezolvat analitic.

[0756] O caracteristică a MIMO masiv bazat pe reciprocitate coerentă este aceea că, datorită întăririi canalelor, avantajele planificării dependente de canale se diminuează odată cu numărul de elemente eNB. Întărirea canalului a fost validată în configurarea unei singure celule, dar randamentele diminuante au fost validate doar parţial pentru Planificarea cu un singur utilizator. Este de aşteptat ca întărirea canalului să simplifice Planificarea şi/sau adaptarea legăturii, dar cel mai probabil câştigă chiar din cauza grupării complicate a utilizatorilor pentru MU-MIMO. De notat că multiplexarea frecvenţei utilizatorilor este încă o caracteristică relevantă.

[0757] Există o serie de probleme care trebuie dezvoltate înainte ca orice implementare dată de MIMO masivă bazată pe reciprocitate coerentă să fie utilizată, de exemplu:

Complexitate de calcul, stocare intermediară şi amestecare a datelor;
Planificare şi adaptare multi-utilizatori;
Efectul preprocesării domeniului unghiular;
Performanţă în diferite implementări, cazuri de utilizare, modele de trafic, frecvenţe etc.

Achiziţie CSI

[0758] Achiziţia CSI la eNB serveşte în scopul de a permite demodularea coerentă a datelor pe legătura ascendentă, precum şi, presupunând că există o coerenţă adecvată, selectarea precodorului pentru transmisia de date DL. Achiziţia CSI este de asemenea folosită pentru a sprijini Planificarea selectivă a frecvenţei şi adaptarea legăturilor.

[0759] Deoarece interferenţa nu este reciprocă, procedura este completată de un mecanism de feedback care permite unui echipament UE să raporteze estimarea / măsurarea interferenţelor locale la eNB-ul său de deservire. Această măsurare a interferenţelor de către UE poate fi suportată

de DL RS care sunt similare cu CSI-RS şi semnalele de referinţă de măsurare a interferenţelor (IMR) care sunt similare cu CSI-IM in LTE.

[0760] Achiziţia CSI se bazează pe transmisia UL a unui nou RS, numit provizoriu RS de reciprocitate (RRS), a cărui funcţionalitate şi proprietăţi sunt descrise în secţiunea 2.3.7.3. RRS oferă funcţionalităţi similare cu SRS şi DMRS în LTE. O diferenţă este că RRS este alocat flexibil atât în frecvenţă cât şi în timp, în funcţie de funcţionalitatea pe care o oferă şi de mărimea intervalului de coerenţă. De asemenea, chiar dacă RRS sunt utilizate pentru demodulare, transmisiile sale sunt decuplate de transmisiile de date UL. De fapt, această decuplare este în conformitate cu principiul slab de proiectare a transmiterii RS doar atunci cand este nevoie. Cu RRS, transmisia RS se bazează pe timpul de coerenţă şi lăţimea de bandă a canalului şi necesitatea reală de a actualiza informaţiile CSI curente, mai degrabă decât de a conecta transmisiile RS la transmisiile de date ca in cazul DMRS UL vechi. Tipurile de sub-cadru pentru feedback bazat pe fascicul şi modurile coerente de reciprocitate sunt comparate în Figura 101.

[0761] Proiectarea RRS permite configurarea unui UE cu un set de RRS care pot fi configurate flexibil de MAC; vezi pct. 2.2. Pentru a sprijini achiziţia CSI pentru UE cu lăţime de bandă de coerenţă, timp de coerenţă, model de trafic UL/DL, lăţime de bandă şi capacitate de antenă, RRS este configurat printr-un număr de parametri care sunt similari cu parametrii SRS din LTE. Sunt posibile atât transmisii periodice, cât şi aperiodice RRS. Pentru a menţine RRS-ul la un nivel scăzut, dar pentru a asigura o achiziţie sigură a CSI, nodul eNB poate declanşa RRS în mod dinamic şi poate activa / opri transmisia RRS periodică.

[0762] Achiziţia CSI bazată pe reciprocitate impune constrângeri, de exemplu, folosind diferite antene pentru RX şi TX, diferite numere de antene pentru RX şi TX, formarea fasciculului UE, îmbătrânirea canalelor, interferenţe, etc. Sistemul trebuie astfel proiectat cu atenţie pentru a obţine coerenţă reciprocitate.

[0763] Pentru mai multe UE de antene, precodificarea RRS este de asemenea acceptată; vezi secţiunea 3.4.4.2. Dacă se utilizează precodificare pentru date, atunci RRS trebuie, de asemenea, precodificat pentru demodulare. Dar RRS folosit doar pentru selecţia precodorului DL nu ar trebui să fie precodificat sau, cel puţin, rangul transmisiei RRS ar trebui să aibă acelaşi rang preconizat pentru DL. Rangul este controlat de reţea prin semnalizarea explicită şi atribuirea mai multor secvenţe RRS UE. Când atât UE, cât şi eNB se bazează pe reciprocitate (a se vedea secţiunea 3.4.4.3), există riscul unei situaţii de „blocare moartă", rămânând la un maxim local în loc de global, în procesul de formare a fasciculului. RS cu acoperire unghiulară largă transmisă atât de la UE, cât şi de la eNB poate rezolva acest lucru.

[0764] Pentru a gestiona contaminarea pilotului, precum şi pentru a configura IMR-urile, operaţia MIMO masivă beneficiază de un anumit nivel de coordonare multicelulară. Cel puţin, în sectoarele / celulele care cuprind un RRS ortogonal grup pot fi alocate pentru a evita contaminarea pilotului.

3.4.4 Transmisie UE cu mai multe antene

[0765] În această secţiune, sunt prezentate aspecte ale echipamentului UE cu mai multe antene, în principal legate de transmisie. In general, Echipamente UE din NX pot fi dispozitive foarte diferite. De exemplu, atunci când NX este utilizat pentru transport de trafic fără fir, proprietăţile antenei multiple ale UE în legătură-ul de transport de trafic sunt foarte similare cu cele ale unui eNB. De asemenea, dispozitivele UE pentru aplicaţiile V2X pot fi destul de diferite în comparaţie cu smartphone-urile şi tabletele. Aici, accentul este încă pe un dispozitiv portabil, cum ar fi un smartphone sau o tabletă, deoarece se crede că acesta este cel mai dificil caz.

[0766] Trei moduri posibile sunt descrise pentru precodificarea UE, în analogie cu secţiunea 3.4.3.

[0767] Acoperirea unghiulară a elementelor antenei individuale scade la frecvenţe mai mari, în comparaţie cu frecvenţele utilizate în prezent, datorită faptului că elementele devin mai mici în comparaţie cu dimensiunea unui dispozitiv, ceea ce duce la o interacţiune crescută între element şi restul dispozitivul. Din măsurători, s-a observat, de asemenea, că pierderile corporale par să scadă la frecvenţe mai mari. În consecinţă, este de aşteptat ca câştigul elementului să crească.

[0768] Orientarea unui dispozitiv este de multe ori necunoscută în raport cu direcţia eNB (sau mai degrabă căile semnalului). Din acest motiv, se doreşte să existe un sistem de antene cu acoperire mai mult sau mai puţin „omnidirecţională". Luând în considerare acoperirea limitată pe element, aceasta impune nevoia de mai multe elemente dispuse pentru a acoperi diferite direcţii spaţiale şi polarizări. Evident, nu se poate presupune, în general, că mai multe antene de pe un UE sunt aranjate intr-un tablou liniar uniform (ULA) sau un tablou dreptunghiular uniform (URA), aşa cum se întâmplă adesea la eNB. Nici măcar nu se poate presupune că elementele sunt distanţate strâns sau că sunt identice.

[0769] Pentru un echipament UE cu mai multe elemente, este de aşteptat câştiguri de formare a fasciculului. Cât de mari sunt câştigurile depind de mai mulţi factori, cum ar fi numărul de antene, cunoaşterea canalului şi designul precodorului. De exemplu, s-au găsit câştiguri de ordinul 6-7dB faţă de o antenă izotropă „ideală" pentru o serie de 8 elemente din legătura ascendentă, utilizând un precodor cu conector doar pentru fază. De remarcat este faptul că această valoare include numai câştiguri de formare a fasciculului; niciun câştig datorat pierderilor corporale reduse nu este inclus. Precodoarele mai simple, cum ar fi selecţia antenei, care sunt realizabile, deoarece fiecare element este direct şi oferă astfel un câştig de antenă dB, suferă semnificativ în UL având în vedere că există un amplificator de putere pe antenă şi astfel puterea totală de ieşire este redusă semnificativ.

3.4.4.1 Feedback bazat pe elemente

[0770] Cu feedback bazat pe elemente, reciprocitatea nu este utilizată. În schimb, canalul dintre fiecare element de antenă UE şi eNB este observat prin intermediul RS-urilor transmise de la fiecare antenă UE. RRS este unul posibil RS, dar poate fi considerat un CSI-RS înlăturat. ENB primeşte RS-urile, aplică toate precodoarele posibile, derivă un receptor adecvat şi estimează calitatea rezultantă pentru diferitele opţiuni de precodor la ieşirea receptorului. Rezultatul este redat la UE, cel mai probabil în termeni de PMI, RI şi CQI rezultat peste dPDCH, în combinaţie cu un acord de planificare.

[0771] Pentru o soluţie de feedback bazată pe elemente, este practică o implementare completă digitală, unde fiecare element este atins de banda de bază atât pe recepţie, cât şi pe transmisia. Proprietăţile de radiaţie pentru fiecare element sunt fixate.

[0772] Spre deosebire de cărţile de cod utilizate la eNB, alternativele de precodor, datorate topologiilor antenei UE, pot include, de asemenea, cazuri in care sunt utilizate doar una sau cateva antene; tiparele elementelor individuale ale antenei sunt probabil diferite, în particular la frecvenţe inalte.

UE respectă cu stricteţe instrucţiunile de la eNB şi aplică precodorul selectat; aceasta este similară cu legătura ascendentă LTE.

[0773] Întrucât transmisia pe legătură ascendentă se bazează pe feedbackul de la eNB, este astfel agnostică la TDD sau FDD. Mai mult decât atât, nu este în mod fundamental necesară coerenţa între lanţurile TX sau RX şi nici între căile RX şi TX conectate la acelaşi element.

3.4.4.2 Feedback bazat pe fascicul

[0774] Scenariul aici este că echipamentul UE este echipat cu mai multe şiruri, fiecare şir constând dintr-un număr (mic) de elemente. Diferitele şiruri acoperă direcţii spaţiale diferite. Matricea poate fi configurată pentru a avea o acoperire unghiulară diferită (direcţia indicată şi lăţimea fasciculului).

[0775] UE transmite RS printr-o serie de fascicule, fie secvenţial, fie simultan. Transmiterea secvenţială poate fi utilizată şi cu formarea de fascicule TX analogice, iar detectarea la eNB este mai uşoară. Pe de altă parte, dacă RS sunt transmise în paralel pe mai multe fascicule in paralel, mai multe fascicule pot fi sondate intr-un timp mai scurt. RS-ul este probabil RRS, intrucat RS-uri diferite trebuie transmise prin fascicule diferite, astfel încât eNB să poată identifica fiecare transmisie. Forma fiecărui fascicul este decisă de UE, dar numărul de fascicule este între UE şi eNB. ENB măsoară calitatea fiecărui RS recepţionat şi determină cel mai potrivit fascicul de transmisie UE. Decizia este apoi trimisă către UE prin dPDCH, împreună cu o valoare CQI şi un acord de planificare.

[0776] Aşa cum se menţionează în secţiunea 3.4.3.2, este posibil să nu fie posibilă formarea unui fascicul de rang înalt la nivelul UE. Pentru a activa MIMO pe legătură ascendentă, se pot utiliza mai multe fascicule de rangul 1.

[0777] La nodul eNB, transmisia pe bază de fascicule înseamnă de obicei că numărul de elemente văzute de banda de bază este mult mai mic decât numărul de elemente utilizate pentru formarea fasciculelor. Acest lucru implică faptul că acoperirea (unghiulară) a fasciculelor individuale simultane este mai mică decât de către elemente.

[0778] La echipamentul UE, transmisia pe bază de fascicul în scopuri de feedback poate fi utilizată pentru a îmbunătăţi bugetul de legătură pentru RS, dar poate pentru a nu reduce acoperirea unghiulară, astfel încât numărul de fascicule poate fi în continuare egal cu numărul de elemente.

[0779] Pentru o transmisie continuă, există posibilitatea de a reduce acoperirea unghiulară, aşa cum se face pe partea eNB, dar acest lucru poate presupune că, după ceva timp, canalul nu este complet utilizat. Pentru a preveni acest lucru, sunetul, cu acoperire unghiulară largă sau posibil completă, este necesar.

3.4.4.3 Bazat pe reciprocitate

[0780] Scenariul este că fiecare antenă de la UE este echipată cu o pereche de lanţuri RX / TX şi că orice diferenţă de amplitudine şi răspunsuri de fază este cunoscută la un nivel adecvat, fie prin calibrare, fie prin design. Prin urmare, se presupune reciprocitatea coerentă. Tipurile mai slabe de reciprocitate (vezi secţiunea 3.4.2), care sunt de obicei adecvate pentru FDD la partea eNB, pot să nu funcţioneze atât de bine la nivelul UE, în cazul în care transmisia implică mai multe elemente cu poziţii relative destul de mari, posibil incerte şi diferite. tipuri de elemente. Motivul este că transformarea precodoarelor din frecvenţa sub-purtătoarelor receptor în transmisie, care poate fi necesară în funcţie de separarea relativă a purtătoarei, poate introduce erori semnificative.
[0781] Matricea canalului este estimată pe RS-urile al legăturii descendente, care pot fi DMRS sau, în cazul în care nu există nicio transmisie de date în legătură descendent, CSI-RS. Cate CSI-RS trebuie alocate depinde de ce schemă de transmisie este utilizată în legătura descendentă. Atunci cand este transmisă pe bază de fascicul sau pe bază de reciprocitate în aplicaţia legătură descendente, un număr mic de CSI-RS este suficient. Pentru transmisie pe legătura descendentă bazată pe element, poate fi necesar un CSI-RS pe fiecare element de antenă, ceea ce duce la o mare aerisire.
[0782] Pe nodul eNB, există mai multe principii cunoscute de proiectare a precodorului, de exemplu, MRT şi ZF (vezi secţiunea 3.4.3.3). Abordări similare pot fi avute în vedere şi la nivelul UE. Cu toate acestea, unul sau mai multe dintre următoarele aspecte suplimentare pot fi, de asemenea, luate in considerare:
Utilizarea puterii devine mai importantă, deoarece UE este de obicei limitată la putere. Folosirea pre-codoarelor care rezultă în faptul că nu se transmite puteri sau foarte puţine puteri de la unele dintre AP-uri nu poate fi o idee bună. Această situaţie poate fi destul de frecventă la UE, deoarece elementele antenei directivei indică direcţii diferite şi pot fi de diferite tipuri.
CSI estimat din transmisia DL poate fi depăşit mai repede decât la eNB, din cauza mediului de împrăştiere bogat. Prin urmare, este posibil să se aplice un design de pre-codor mai robust.
Cerinţele EMF sunt mai stricte la nivelul UE. Trebuie luate în considerare suplimentare pentru a se asigura că toate reglementările sunt îndeplinite.

3.4.5 Aspecte cu mai multe antene ale altor proceduri

[0783] În această secţiune, sunt prezentate aspecte cu mai multe antene ale altor proceduri decât transmisia de date dedicată.
[0784] De notat că este cazul în care NX operează de sine stătător. Când NX este strâns integrat cu LTE, unele dintre proceduri pot fi executate prin LTE. Acest lucru este valabil in particular pentru furnizarea de informaţii despre sistem, descrise în secţiunea 3.4.5.1, pentru cazul autonom. Dacă stabilirea conexiunii RRC se face in LTE, UE s-ar încheia în starea ACTIVĂ CONECTATĂ NX. De notat că presupunerea de lucru este să se utilizeze procedura de acces aleator descris în secţiunea 3.2.2 pentru a trece de la NX LATENT CONECTAT la NX ACTIV CONECTAT.

3.4.5.1 Furnizare de informaţii despre sistem

[0785] Secvenţa de semnătură (SS) definită în secţiunea 2.3.6.1 este utilizată pentru a transmite indicele de secvenţă de semnătură (SSI) şi pentru a oferi sincronizare în timp grosier şi pentru controlul energiei UL a transmisiei de acces aleatoriu. Este avantajos ca transmisia SS să nu se bazeze pe formarea fasciculului, deoarece trebuie transmisă pe o arie mare de acoperire şi, în multe cazuri, acest lucru este posibil, deoarece se prevede că cantitatea de informaţii care trebuie transmisă este destul de mică. Cu toate acestea, în scenarii solicitante de acoperire, acoperirea SS poate fi insuficientă. În acest caz, SS poate fi transmis într-un fascicul îngust, a cărui direcţie de orientare poate fi baleiată, astfel încât întreaga zonă să fie acoperită.
[0786] SSI-urile pot fi transmise utilizand o formare de fascicul in moduri diferite. De exemplu, diferite SSI pot fi alocate diferitelor fascicule sau pot fi luate in considerare reutilizarea SSI pentru fascicule multiple. Acest lucru afectează modul în care se realizează detectarea preambulului RACH.
[0787] SSI este utilizat ca un index în AIT. Când AIT este livrat către UE peste NX, se anticipează că nu este necesară o formare a fasciculului. În schimb, se aplică codificarea şi repetarea pentru a atinge nivelul dorit de fiabilitate.

3.4.5.2 Procedura de acces aleatoriu

[0788] Procedura de acces aleatoriu este definită şi descrisă în detaliu în secţiunea 3.2.5.2, în timp ce accentul din această secţiune este aspectele legate de mai multe antene. Ceea ce este important în acest context este faptul că UE iniţiază o procedură pentru configurarea unei conexiuni cu reţeaua, iar reţeaua nu are cunoştinţe despre locaţia UE sau fasciculul cel mai potrivit pentru transmisie şi/sau recepţie.

[0789] Deoarece reţeaua (sau UE) nu are cunoştinţe despre locaţia UE sau cel mai bun fascicul, de obicei nu este posibilă utilizarea câştigului maxim de antenă la transmiterea şi recepţionarea mesajelor in timpul accesului aleatoriu. Acest lucru este valabil in particular pentru formarea de fascicule analogice la eNB şi UE. Cu toate acestea, cantitatea de date care trebuie transmisă este destul de mică pentru toate mesajele din procedura de acces aleatoriu, în comparaţie cu ratele de date pe care NX trebuie să le transmită. Prin urmare, SINR necesar să primească mesajele de configurare iniţiale este considerat a fi semnificativ mai mic, comparativ cu raportul SINR necesar pentru transmiterea datelor.

[0790] UE iniţiază procesul prin trimiterea unui preambul PRACH, descris în secţiunea 2.3.7.1. Cel mai frecvent caz este faptul că nu este necesară UE TX BF, din cauza cerinţelor SINR scăzute ale PRACH. Dacă UE TX BF este necesar, poate fi posibilă utilizarea reciprocităţii pentru a transmite PRACH de unde a fost recepţionat SS. De notat că, în acest caz, este foarte probabil ca doar nodurile care transmit SS să primească PRACH. De asemenea, De notat că reciprocitatea este dificil de utilizat atunci cand transmisia SFN este utilizată pentru transmisia SS. Atunci când reciprocitatea nu poate fi utilizată, UE poate repeta transmisia preambulului PRACH la oportunităţile de transmitere ulterioare folosind diferite fascicule TX. Prin urmare, procedura nu este optimizată pentru acest caz, dar întârzierea de acces crescută este pur şi simplu acceptată acolo unde acoperirea este proastă. De notat că UE nu trebuie să utilizeze fasciculul cel mai îngust atunci când iniţiaţi transmisia, dar se poate baza pe un fascicul mai larg. ENB ascultă preambulurile PRACH în intervalele de timp alocate. Reţeaua detectează ce PRACH a fost transmis şi, în acelaşi timp, estimează proprietăţile spaţiale ale semnalului recepţionat. Aceste proprietăţi spaţiale sunt apoi utilizate pentru a transmite răspunsul de acces aleatoriu.

[0791] Cand SS-ul este transmis intr-un fascicul ingust, care este aruncat pe zona de acoperire, poate fi inutilă estimarea semnăturii spaţiale. În schimb, poate fi avantajos să indicaţi SSI-uri diferite în fascicule diferite şi să lăsaţi SSI-uri diferite să indice diferite preambulurilor PRACH. Cu această configurare, reţeaua poate deduce care a fost cel mai bun fascicul pe legătura descendentă verificând preambulul recepţionat şi poate utiliza informaţiile pentru transmisiile de legături descendente ulterioare.

[0792] Pentru o soluţie digitală de formare a fasciculului eNB care utilizează recepţia pe legătura ascendentă bazată pe elemente, proprietăţile spaţiale ale semnalului recepţionat sunt estimate în banda de bază. În acest caz, devine posibil să se utilizeze câştigul complet de matrice şi nu se produce nicio pierdere de acoperire a legăturii ascendentă. Într-un sistem TDD, o reciprocitate coerentă ar putea fi utilizată, în timp ce într-un sistem FDD, semnătura spaţială trebuie să fie mapată într-un unghi de sosire (AoA) şi apoi mapată înapoi la un fascicul adecvat pentru transmisie. O astfel de remapare funcţionează numai pentru elemente de antenă distanţate strâns. De notat că putem lua în considerare arhitecturi de antenă în care formatarea digitală a fasciculului se face numai pe un interval de frecvenţă restrâns, corespunzător lăţimii de bandă PRACH.

[0793] Pentru arhitecturile de formare a fasciculului hibrid (vezi secţiunea 3.4.6.1), situaţia este diferită. Două soluţii pot fi avute in vedere:

Există unele pierderi de acoperire în raport cu câştigul antenei complete. Această pierdere de acoperire este legată de relaţia dintre numărul de elemente de antenă şi numărul de lanţuri de receptoare digitale. Practic, fiecare lanţ receptor este ataşat de fascicule de recepţie diferite, care nu se suprapun, şi împreună, aceste fascicule largi acoperă zona din care poate fi recepţionat PRACH. De fapt, acoperirea PRACH este nant/ nTRX mai rău decât acoperirea maximă PDCH. De exemplu, cu 8 TRX şi 64 antene, aceasta corespunde la 9 dB. Acest lucru trebuie luat în considerare în dimensionare, dar în multe cazuri, acoperirea PRACH nu limitează. În acest caz, semnătura spaţială poate fi estimată din rezultatele combinate ale lanţurilor de recepţie.

În cazul cazurilor cu antene foarte mari şi/sau foarte puţine lanţuri de receptoare, acoperirea PRACH este suficient de bună dacă se foloseşte procedura anterioară. Acoperirea PRACH poate fi apoi limitarea performanţei, mai ales dacă avem dimensiuni pentru rate scăzute de date pe legătura ascendentă. Practic, este de dorit un câştig de antenă mai mare pentru a putea primi PRACH. Aici, formatul de fascicul de recepţie este baleiat, în timp ce UE repetă transmisia PRACH.

[0794] În ceea ce urmează, se presupune că PRACH poate fi detectat şi că se poate stabili o semnătură spaţială sau un fascicul al legăturii descendente adecvat.

[0795] După ce a detectat PRACH, eNB utilizează AoA estimată din transmisia PRACH pentru a forma un fascicul pentru a transmite răspunsul de acces aleatoriu (RAR), vezi secţiunea 3.2.5.2. Lăţimea acestui fascicul este determinată de calitatea estimării AoA de la recepţia PRACH. Lăţimea fasciculului poate fi controlată folosind metodele descrise în secţiunea 3.4.5.6, dacă este necesar in domeniul analogic.

[0796] UE primeşte msg2 şi transmite msg3 prin PDCH. ENB primeşte msg3 folosind informaţiile de la recepţia PRACH pentru a îmbunătăţi recepţia şi pentru a perfecţiona estimarea AoA. Presupunând că AoA estimată de la PRACH este suficient de bună, recepţia msg3 funcţionează atât pentru format digital, cât şi pentru analog / hibrid. Cu estimarea AoA rafinată, msg4 poate fi transmis intr-un fascicul destul de ingust.

[0797] Procedura de mai sus îmbunătăţeşte secvenţial selecţia fasciculului folosind semnalele transmise. Odată stabilit un fascicul suficient de bun pentru a menţine comunicarea, procedurile din secţiunea 3.4.3 sunt utilizate pentru a rafina fasciculul. În unele cazuri, msg2 şi msg4 pot fi transmise fără nicio rafinare a fasciculului.

3.4.5.3 Descoperire fascicul

[0798] Utilizarea formatului de fascicul în NX afectează procedurile pentru stabilirea unei noi legături între UE şi reţea. Când transmisia de date foloseşte o formare de fascicul, stabilirea legăturii include determinarea configuraţiei de fascicul de transmisie preferată, pe lângă sarcinile tradiţionale de sincronizare.

[0799] Unele exemple de astfel de proceduri se schimbă la un alt set de noduri, de exemplu, atunci când se schimbă stratul de reţea (fasciculul de deservire curent poate fi irelevant) sau accesul intai intr-o nouă bandă de frecvenţă (proprietăţile spaţiale ale benzilor noi şi anterioare pot diferi semnificativ.). Atunci când UE are o legătură stabilită la reţea, la un anumit strat de nod la o anumită frecvenţă, constatarea fasciculului către un alt strat sau frecvenţă este iniţiată de reţea şi tratată tipic ca o procedură de mod activ. Constatarea fasciculului DL se bazează pe furnizarea unui set de fascicule candidate în DL pentru ca UE să măsoare calitatea şi să raporteze în reţea. Reţeaua configurează modurile de măsurare şi raportare, emite o comandă de măsurare către UE şi activează MRS în fascicule relevante; vezi pct. 2.5.3. Mesajele de semnalizare ale diferitelor fascicule sunt transmise folosind baloane în timp, frecvenţă sau spaţiu de cod, unde baleia poate acoperi întreaga gamă de direcţii ale fasciculului sau un subset redus dacă există informaţii utile anterioare. Se utilizează cadrul comun de configurare a măsurării MRS. Rapoartele UE după măsurătorile MRS sunt apoi utilizate pentru a determina primul fascicul de deservire la noul strat / frecvenţă.

[0800] În scenariile iniţiale de acces la sistem în care nu sunt disponibile informaţii UE anterioare şi informaţii privind direcţia fasciculului, poate fi aplicată găsirea fasciculului pentru a face procedura de acces aleatoriu mai eficientă sau, în unele cazuri, posibilă. În timp ce semnalizarea de control nu necesită în mod obişnuit acelaşi grad de rafinare a fasciculului ca şi transmisia de date de performanţă ridicată, este de aşteptat ca o formare a fasciculului să fie necesară pe benzi de frecvenţă mai mare pentru a primi informaţii despre sistem şi pentru a finaliza procedura RA; vezi secţiunea 3.2.5.2. Proiectarea SSI include mecanisme de identificare a fasciculului şi identificări pentru diferite configuraţii ale fasciculului DL; vezi secţiunea 2.3.6.1. UE raportează cea mai bine recepţionată opţiune din preambulul UL RA. Această informaţie pentru găsirea fasciculului este apoi utilizată de nodul care răspunde pentru a direcţiona RAR şi semnalizarea ulterioară în direcţia UE.

3.4.5.4 Mobilitatea in modul activ

[0801] Soluţia AMM din NX, descrisă în secţiunea 3.5, este configurată pentru a gestiona mobilitatea intre fascicule, spre deosebire de mobilitatea tradiţională a celulelor în LTE. Transmiterea şi mobilitatea orientată pe fascicul introduc numeroase caracteristici care diferă de mobilitatea celulelor LTE. Utilizând şiruri de antene planare mari la nodurile de acces, cu numărul de elemente din sute, se pot crea modele de acoperire grilă de fascicule destul de regulate cu sute de fascicule candidate pe nod. Lăţimile fasciculelor ale fasciculelor individuale înălţime şi azimut sunt determinate de numărul de rânduri şi coloane ale elementului din tablou.

[0802] După cum este ilustrat în studiile de simulare, aria de acoperire a unui fascicul individual dintr-un astfel de tablou poate fi mică, până la ordinea câtorva zeci de metri în lăţime. Degradarea calităţii canalului în afara zonei actuale a fasciculului de deservire este rapidă, ceea ce poate

necesita o schimbare frecventă a fasciculului pentru a profita întregul potenţial al tabloului de antenă cu aerul scăzut. Semnalele de mobilitate statică în toate fasciculele nu sunt fezabile, astfel încât MRS trebuie să fie activat numai în fasciculele relevante şi numai atunci când este necesar; vezi pct. 3.5.3. Fasciculele relevante sunt selectate pe baza poziţiei UE şi a statisticilor anterioare de acoperire a fasciculului pentru diferitele fascicule candidate, pe baza unei baze de date SON; vezi secţiunea 3.9.4. Datele SON pot fi, de asemenea, utilizate pentru a declanşa sesiuni de măsurare a mobilităţii atunci când calitatea fasciculului de serviciu se degradează, fără a fi nevoie de comparaţii continue ale calităţii fasciculului vecin.

[0803] Evaluările indică, de asemenea, că pierderea bruscă a fasciculului este posibilă datorită decolorării umbrei, de exemplu, la întoarcerea unui colţ de stradă. Soluţia AMM include caracteristici care ajută la evitarea sau recuperarea rapidă de la o reducere bruscă a calităţii legăturilor sau a unei condiţii de sincronizare; vezi secţiunea 3.5.6.

[0804] Soluţia AMM este prezentată în detaliu în secţiunea 3.5. Aceasta include atât proceduri cu strat inferior (declanşator de mobilitate, măsurători, selectarea fasciculului, design RS şi robusteţe), cât şi subiecte RRC (managementul identităţii fasciculului, HO inter-noduri şi alte aspecte ale nivelului superior).

[0805] Soluţia AMM descrisă în secţiunea 3.5 susţine atât comutatoarele de fascicul într-un singur nod, cât şi între noduri diferite, folosind în principal măsurători pe MRS. De notat că procedurile descrise în această secţiune pot fi utilizate pentru a schimba fascicule într-un singur nod folosind măsurători pe CSI-RS. Sau pentru a fi mai precis: comutatoarele cu fascicul folosind CSI-RS pot fi utilizate pentru cazurile în care planul de date nu trebuie să fie redirecţionat şi nu este necesară resincronizarea. În aceste cazuri, procedura bazată pe CSI-RS este mult mai slabă şi este, de asemenea, complet transparentă pentru UE.

[0806] Mai mult, soluţia AMM face distincţia între fasciculele de legătură şi fasciculele de mobilitate. Fasciculele de legătură sunt fasciculele utilizate pentru transmiterea datelor, in timp ce fasciculele de mobilitate sunt utilizate in scopuri de mobilitate. Prin urmare, aproape toate fasciculele discutate în acest capitol sunt fascicule de legătură; fasciculele de mobilitate sunt descrise numai în această subsecţiune.

3.4.5.5 Funcţionalitate cu mai multe antene pentru UE inactive

[0807] În secţiunea 3.4.3 sunt descrise procedurile cu mai multe antene pentru transmiterea de date dedicate. Descrierea se concentrează asupra cazului în care datele sunt transmise continuu. Cu toate acestea, transmisia de pachete este de natură. Multe pachete sunt de fapt destul de mici, iar perioadele de ralanti dintre pachete sunt comune şi de lungime necunoscută şi variabilă. Este crucial ca funcţionalitatea cu mai multe antene să poată gestiona eficient acest tip de modele de trafic.

Un UE este mutat în stare latentă când nu au fost transmise sau recepţionate pachete de ceva timp. Presupunerea de lucru este că reţeaua pierde toate informaţiile legate de fascicul atunci când se întâmplă acest lucru şi că procedura de acces aleator descris în secţiunea 3.4.5.1 este utilizată pentru a reveni la starea activă.

[0808] Cu toate acestea, există o perioadă de timp între momentul în care transmisia de date se termină şi UE este mutată în stare latentă. În această perioadă, UE aplică micro-DRX şi ar trebui să fie posibil ca UE să reia transmisia sau recepţia de date foarte rapid. Aceasta înseamnă că reţeaua trebuie să păstreze o anumită noţiune de fascicul adecvat pentru a fi transmisă pentru date. Ar trebui să se menţină, de asemenea, o sincronizare rezonabilă în timp-frecvenţă, precum şi o asociere de nod actualizată.

[0809] Pentru transmisia bazată pe elemente, se presupune că transmisiile de semnale de referinţă pe legătura descendentă continuă şi în perioadele de ralanti. După cum se menţionează în secţiunea 3.4.3.1, diferitele UE pot partaja aceleaşi piloţi, astfel încât cantitatea de resurse utilizate pentru această transmisie RS este limitată indiferent de numărul de UE. De asemenea, este posibil să nu fie necesară menţinerea întregii lăţimi de bandă a transmisiei RS.

[0810] Pentru transmisia bazată pe fascicul, situaţia este mai complicată, deoarece RS sunt în general specifice UE. Pentru a menţine un fascicul adecvat, reţeaua şi UE se pot baza pe un fel de RS. Acest lucru se poate realiza prin faptul că măsurarea calităţii UE pe un set de semnale pe legătura descendentă corespunzătoare diferitelor fascicule şi raportarea calităţii fasciculului la reţea, fie periodic, fie într-o manieră bazată pe eveniment. Legăturile RS descrise anterior sunt descrise CSI-RS şi MRS. Aici se aplică acelaşi principiu ca şi pentru transmisia de date: folosiţi CSI-RS pentru comutatoare cu fascicul intra-nod şi activaţi MRS de la nodurile vecine atunci când niciun candidat intracelular nu este suficient de bun.

[0811] Numărul de UE care transmit simultan sau primesc date este destul de mic. Cu toate acestea, numărul de UE care sunt în stare activă, dar care nu transmit / primesc poate fi destul de mare. Deoarece MRS sunt activate doar atunci când nu există candidaţi intracelulari suficient de buni, numărul de MRS nu este un blocaj. Cu toate acestea, CSI-RS sunt transmise periodic pentru a estima calitatea fasciculelor intra-nodale şi cu multe Echipamente UE în mod activ, cantitatea de CSI-RS care trebuie transmise poate fi destul de mare.
[0812] Pentru a reduce consumul de resurse CSI-RS, se pot aplica una sau mai multe dintre mai multe metode:

Transmite mai rar CSI-RS;
Transmiteţi numai CSI-RS de rang scăzut;
Transmite CSI-RS numai pe o parte a lăţimii de bandă;
Folosire fascicule de candidat mai largi;
Permite Echipamentelor UE să partajeze CSI-RS.
Atunci când sunt combinate, aceste metode ar trebui să permită menţinerea destul de multă UE în regim activ şi revenirea la o transmisie rapidă de date destul de rapid.

[0813] Pentru o transmisie MIMO masivă bazată pe reciprocitate coerentă, se presupune că reţeaua programează transmisia RRS cu o frecvenţă adecvată pentru a susţine o revenire rapidă la transferul de date.

3.4.5.6 Lăţimea variabilă a fasciculului

[0814] Matricele de antene active, cum ar fi ULA-urile şi URA-urile oferă multe grade de libertate pentru a adapta modelele de fascicul la condiţiile de canal şi nevoile de planificare. Un exemplu tipic de fascicul dintr-o serie de antene mari este un fascicul îngust cu câştig mare, posibil cu câştig în plus în direcţiile selectate pentru o răspândire redusă a interferenţelor.
[0815] Un astfel de model de fascicul ingust poate fi tipic pentru transmisia datelor utilizatorilor (aşa cum este elaborat la secţiunea 3.4.3), în timp ce alte tipuri de transmisie, cum ar fi difuzarea informaţiilor de control sau când CSI este mai puţin fiabilă, necesită uneori un model de fascicul mai larg. Prin selecţia corectă a precodoarelor, pentru multe dimensiuni de matrice, se pot genera fascicule pentru care lăţimea de fascicul poate varia de la foarte larg, similar cu modelul elementului, până la foarte restrânsă. În multe cazuri, precodificarea poate fi realizată doar prin corecţie de fază, ceea ce este important pentru reţelele antene active, deoarece puterea totală de ieşire este dată de puterea agregată de la toate amplificatoarele de putere şi pentru înclinarea de fază pură se utilizează întreaga putere disponibilă. EIRP este mai mic pentru fascicule mai largi, deoarece câştigul antenei scade. Acest tip de modelare a fasciculului poate fi aplicat pe şiruri liniare, dreptunghiulare, şi independent pe dimensiunea antenei. Fasciculul mai largă poate fi, similar cu fasciculele inguste, în orice direcţie.
[0816] Tehnica poate fi folosită pentru a genera, de exemplu, un fascicul cu un model de putere identic şi polarizare ortogonală în toate direcţiile, precum şi fascicule care utilizează mai multe orificii, fie dispuse în una sau două dimensiuni).

3.4.6 Aspecte hardware

3.4.6.1 Arhitecturi cu mai multe antene

Formare de fascicule digitale „dimensiune completă”

[0817] În mod ideal, semnalele de la / către toate elementele antenei ar trebui să fie procesate digital in domeniul benzii de bază, astfel încât toate gradele de libertate să fie disponibile (modelare digitală cu dimensiune completă), aşa cum este ilustrat în Figura 102 pentru partea de transmitere. Acest lucru oferă o flexibilitate totală în domeniile spaţiale şi de frecvenţă pentru semnalele post-procesare la recepţie şi pentru precodificarea la transmisie; astfel, permiţând întregul potenţial de caracteristici MIMO masive, cum ar fi precodificarea selectivă în frecvenţă şi MU-MIMO.
[0818] Figura 102 ilustrează o arhitectură de antenă simplificată, care poate fi decodificată digital. Pentru mai multe antene, cerinţele de pe fiecare lanţ radio pot fi relaxate, vezi secţiunea 3.4.6.2. Utilizarea unui număr foarte mare de elemente de antenă (primele nodurile eNB macro NX care operează la -4GHz vor avea 64 de elemente, cu un lanţ radio complet fiecare (FFT, DAC / ADC,

PA, etc.), fiind o schimbare radicală a practicilor de construcţie. Acest lucru necesită un design inovator pentru a menţine la nivel rezonabil costurile, complexitatea şi consumul de energie.

[0819] Apar alte limitări practice: unitatea de bandă de bază (BU) poate efectua calcule limitate în timp real (de exemplu, inversarea matricei 64x64 la viteze mari poate să nu fie practică). De asemenea, rata de date a interfeţei radio între unitatea radio (RU) şi BU este limitată şi se scalează foarte slab cu numărul de elemente de antenă (pentru o idee aproximativă, se vede rezonabil să existe aproximativ 30 Gbps între RU şi BU, care se poate traduce la aproximativ 8 fluxuri de date I / Q de 20 de biţi peste 200 MHz).

Sisteme de antene active: mutarea procesării de la BU la RU

[0820] Pentru a reduce cerinţele de lăţime de bandă între BU şi RU, unele prelucrări pot fi plasate direct în RU. De exemplu, conversia A / D şi conversia timp FFT în frecvenţă pot fi realizate în RU, astfel încât numai coeficienţii de frecvenţă-domeniu sunt solicitaţi să fie trimişi prin interfaţa radio, ceea ce poate reduce şi lăţimea de bandă necesară. Unele forme de fascicul digital pot fi, de asemenea, incluse in RU. Acest lucru este ilustrat in exemplul de receptor prezentat in Figura 102, pentru carcasa receptorului de legătură ascendentă.

[0821] În cazul receptorului de legătură ascendentă, pentru a reduce în continuare cerinţele interfeţei radio, numărul fluxurilor poate fi redus odată cu preprocesarea la RU. Scopul acestei preprocesări este maparea dimensiunii elementelor antenei în dimensiunea fluxurilor „utile" care sunt procesate de către BU. Aceasta se poate face „orb", de exemplu, pe baza detectării energiei pure în domeniul timpului sau frecvenţei (înainte sau după OFFM FFT), folosind descompunerea dimensiunii bazată pe DFT sau pe baza de SVD şi selectând cele mai bune dimensiuni pentru procesarea ulterioară; sau se poate face cu asistenţa BU şi rezultatele estimărilor canalului.

[0822] În cazul transmiţătorului legăturii descendente, un lanţ similar de procesare poate fi efectuat în ordine inversă, deşi comenzile de precodificare/formare a fasciculului trebuie trimise pe interfaţa radio. Transmiţătorul şi receptorul pot avea acelaşi număr de elemente de antenă sau pot avea un număr diferit de elemente de antenă.

Formare de fascicul analog-digital hibrid

[0823] O altă soluţie care permite parţial avantajele matriţelor antene mari, luând în considerare limitări practice ale hardware-ului şi compromisuri promiţătoare, este arhitectura antenei hibride ilustrată în Figura 104. Aceasta cuprinde, de obicei, o formare de fascicul în două etape în care o etapă digitală este utilizată pentru individ. fluxuri de date (mai aproape de banda de bază) şi o altă etapă de formare a fasciculului se face mai aproape de elementele antenei pentru a „forma" fasciculele din domeniul spaţial. Această a doua etapă poate avea diverse implementări, dar este de obicei bazată pe o formare de fascicul analogic.

Analiza fasciculului analogic

[0824] Formarea fasciculei analogice se face în domeniul analogic (timp), după DAC, pentru precodificare. Prin urmare, formarea de fascicul analog este independentă de frecvenţă, prin faptul că se aplică întregului spectru şi poate fi realizată direct în RU.

[0825] Figura 105 ilustrează o arhitectură de antenă simplificată analogă care poate precodifica analog. Aplicaţiile de formare a fasciculelor analogice se bazează, de obicei, pe o grilă predefinită de fascicule care pot fi selectate pentru a transmite / primi fluxuri de date, aşa cum este ilustrat în Figura 105. Fiecare fascicul corespunde unui precodor cu schimbare de fază, ceea ce evită să trebuiască să controleze amplitudinea, deoarece acest lucru ar necesita PA suplimentară . Fasciculele pot fi setate pentru a forma sectoare, puncte fierbinţi sau anumite separaţii spaţiale pentru a permite multiplexarea utilizatorului. Arhivele de antenă care se întind pe 2 dimensiuni pot efectua atât modelarea verticală cât şi cea orizontală.

[0826] În funcţie de punerea în aplicare, toate sau numai părţile elementelor pot fi utilizate pentru a forma fasciculele analogice. Utilizarea doar a unui subset de elemente face implementarea mai uşoară prin faptul că fiecare fascicul format din elemente dedicate şi evită astfel problemele „însumării analogice" a semnalelor. Totuşi, aceasta reduce deschiderea antenei şi, la rândul său, câştigul fasciculului. Selectarea fasciculului de utilizat pentru fiecare flux trebuie făcută cu comenzi digitale. În prezent, se presupune (trebuie confirmat) că comutatoarele de fază analogice pot schimba direcţia fasciculului într-un timp CP (de exemplu, unul sau câţiva μs). Pentru durate CP mai scurte, in particular pentru distanţa mai mare a sub-purtătoarelor, aceasta ar putea fi o presupunere optimistă. O problemă conexă este cât de des se poate efectua

cineva comanda comutarea care trebuie făcută (de exemplu, o dată pe TTI sau simbol, în funcţie de interfaţă ...).

3.4.6.2 Legile privind deprecierea HW şi scalarea

[0827] O mare parte din fezabilitatea utilizării sistemelor antene foarte mari este determinată de calitatea hardware necesară. De exemplu, pentru a obţine reciprocitatea coerentă (vezi secţiunea 3.4.2), trebuie specificate cerinţele. În cazul în care cerinţele stricte sunt impuse pe o antenă, costul total în ceea ce priveşte consumul de energie suferă. Cu toate acestea, odată cu creşterea dimensiunilor de serie, urmează oportunităţi de reducere a complexităţii şi a consumului de energie. Cateva compromisuri sunt discutate mai jos. O mare parte din compromisuri depind de canal sau de condiţiile de pre-codificare, deoarece acest lucru afectează corelaţia (spaţială) dintre semnalele de transmisie/recepţie.

Convertoare de date

[0828] Pentru a aborda un şir de antene de mare dimensiune complet digital, economiile de energie potenţial mari pot fi valorificate prin reducerea rezoluţiei convertorului de date pe o bază port antenă. Acest lucru a fost arătat pentru legătura descendente, pentru mai multe dimensiuni diferite de matrice. Cuantificarea pe 1 biţi a fost de asemenea folosită cu succes în legătura ascendentă pentru a recupera formate de modulare de ordin inalt intr-o setare MIMO masivă cu mai mulţi utilizatori. Atunci cand vectorii canalului sunt corelate extrem de mult, ca intr-un caz LoS, de exemplu, devine imposibil de rezolvat mai mulţi utilizatori şi modularea ordinelor superioare. În ceea ce priveşte UL-ul, soluţionarea problemei apropiate / îndepărtate rămâne in continuare, ceea ce poate împiedica utilizarea convertoarelor de rezoluţie joasă.

Amplificatoare şi linii de cuplare reciproce non-liniare, eficiente

[0829] Linearitatea şi eficienţa amplificatorului sunt marcate ca probleme importante din două motive, primul dintre acestea fiind lăţimea de bandă a sub-purtătoarelor şi agregarea purtătoarei, ceea ce limitează lăţimea de bandă de liniarizare disponibilă pentru a efectua corecţia pentru funcţia de transfer neliniară a amplificatoarelor de putere. Al doilea este impactul cuplajului reciproc, deoarece matricele dense, puternic integrate pot reduce izolarea intre ramuri. Ambele probleme pot duce la o necesitate de relaxare a performanţelor de liniaritate pe antenă, păstrând în acelaşi timp performanţa în aer.

[0830] Au fost studiate radiaţiile din bandă şi proprietăţile spaţiale ale acestuia. Într-un canal LoS, curba de câştig a radiaţiei în afara benzii îl urmează pe cel al bandei, dar cu o anumită atenuare. Astfel, cel mai rău caz de interferenţă fără bandă radiat poate fi găsit la utilizatorul intenţionat, mai degrabă decât la un utilizator potenţial victimă. Pentru MU-MIMO pe un canal NLoS (IID Rayleigh), a fost studiată distribuţia valorii proprii a matricei de covarianţă de transmitere pentru a înţelege comportamentul spaţial al radiaţiilor în afara benzii. S-a văzut că pentru cazul multi-utilizator (10 UE), distribuţia puterii în canalul adiacent este răspândită într-o manieră omnidirecţională. Cu toate acestea, pentru cazul cu un singur utilizator, radiaţia este în formă de fascicul în direcţia utilizatorului prevăzut.

Oscilator zgomot-fază

[0831] Pe măsură ce frecvenţa de funcţionare creşte, urmează adesea deteriorarea în ceea ce priveşte zgomotul de fază. Pentru o arhitectură cu mai multe antene, aceasta poate avea efecte diferite în funcţie de distribuţia şi/sau sincronizarea oscilatorului probleme specifice formei de undă (cum ar fi interferenţa sub-purtătoare din cauza pierderii ortogonalităţii) în urma zgomotului de fază crescut sunt bine cunoscute şi lăsate aici.

[0832] O provocare pentru sistemele mari cu mai multe antene care urmează este distribuirea şi/sau sincronizarea oscilatoarelor locale (LO) în şiruri de antene mari care au nevoie de RF coerentă în fază pentru a efectua fie o formare a fasciculului, fie o codificare prealabilă a mai multor utilizatori. Luând o abordare simplificată, impactul zgomotului de fază şi al sincronizării LO poate fi modelat ca o pierdere de energie la utilizatorul care primeşte. La rândul său, acesta se manifestă ca SINR scăzut, determinând degenerarea performanţei, deoarece raportul dintre semnal şi interferenţă scade. Pentru pre-codificare multi-utilizatori, pierderea de performanţă depinde de relaţia dintre profilul de zgomot de fază şi timpul de coerenţă al canalului. In cazul unui timp de coerenţă scurt, impactul zgomotului de fază cu frecvenţă joasă este redus.

[0833] Simulările prezintă că, în cazul oscilatoarelor care funcţionează independent, toată puterea se pierde după o anumită întârziere care depinde de inovaţia cu zgomot de fază sau de calitatea LO. În cazul sincronizării cu frecvenţă joasă sau intermediară, pierderea de putere recepţionată este limitată doar de stabilitatea frecvenţei LO's, în timp ce pierderea de energie este finită chiar şi asimptotic.

Procesare centralizată sau distribuită

[0834] Pentru a utiliza pe deplin numărul mare de grade de libertate introduse cu matricele de antenă din ce în ce mai mari, procesarea semnalului radio efectuat probabil trebuie să adopte o perspectivă centrată pe matrice prin procesarea vectorială a semnalului pentru a utiliza pe deplin gradele de libertate disponibile. Aceasta se intinde nu numai pe pre-codificare multi-utilizatori, ci şi în domenii precum pre-distorsionarea digitală, reducerea factorului de creştere, etc.

3.5 Mobilitate

[0835] Sistemul NX ar trebui să ofere o experienţă de serviciu perfectă utilizatorilor care se mişcă şi este conceput pentru a sprijini mobilitatea fără probleme, cu utilizarea minimă a resurselor. În această secţiune, este descrisă mobilitatea NX. Aşa cum s-a menţionat în secţiunea 1.2, există NX modul şi modul activ în NX, ceea ce înseamnă că mobilitatea include mobilitatea în modul inactiv şi mobilitatea în modul activ. Mobilitatea în modul inactiv (actualizare locaţie şi mesagerie) poate fi găsită în secţiunea 3.2. În această secţiune, este tratată doar mobilitatea în modul activ intra-NX. Conectivitatea multi-punct şi aspectele legate de arhitectură sunt discutate în secţiunea 3.12. Descrierea semnalelor de referinţă utilizate pentru procedurile de mobilitate poate fi găsită în secţiunea 2.3.6. Modul de menţinere a listelor de vecini este prezentat în secţiunea 3.8.

3.5.1 Cerinţă şi principii de proiectare

[0836] Există anumite nevoi specifice pe care soluţia de mobilitate ar trebui să le îndeplinească de preferinţă, care includ una sau mai multe dintre:

Soluţiile de mobilitate suportă mişcarea între fascicule fără pierderi de pachete. (În LTE se utilizează trimiterea pachetelor - o întârziere suplimentară temporară este OK, dar pierderea pachetelor nu este.)
Soluţia de mobilitate suportă multi-conectivitatea, unde funcţiile de coordonare pot fi utilizate pentru nodurile conectate atât prin transport de trafic excelentă (de exemplu, fibră dedicată), cât şi prin transport de trafic relaxată (de exemplu, latenţă de 10 ms şi mai sus, cu fir, fără fir).
Soluţiile de mobilitate ar trebui să funcţioneze atât pentru formarea de fascicul analogic, cât şi pentru cea digitală.
Măsurătorile pentru mobilitate şi UE trebuie să funcţioneze atat pentru AN-uri sincronizate, cât şi pentru cele nesincronizate.
Soluţiile de mobilitate sprijină UE acţiuni de detectare şi recuperare a defecţiunilor de legătură radio. Soluţiile de mobilitate vor susţine mişcarea între NX şi toate RAT-urile existente, cu o integrare mai strânsă între NX şi LTE cu un timp scurt de întrerupere a transferului inter-RAT.

[0837] Principiile de proiectare dezirabile pentru mobilitatea in modul activ includ unul sau mai multe dintre:

Se va utiliza un cadru de mobilitate format din funcţii configurabile.
Soluţiile de mobilitate trebuie să aibă flexibilitatea ca mobilitatea DL şi UL să poată fi declanşată şi executată independent una de cealaltă.
Pentru modul activ, soluţiile de mobilitate sunt controlate în reţea, ca regulă generală, controlul UE configurat în reţea poate fi utilizat în măsura în care există câştiguri mari dovedite.
Semnalizarea legată de mobilitate urmează principiul ultra-slab. De preferinţă, trebuie să apară la cerere, pentru a minimiza transmisia semnalului de măsurare. Ar trebui să fie redus la minimum semnalizarea aerului şi măsurarea aerului.
Soluţiile de mobilitate trebuie să menţină întotdeauna o legătură suficientă între terminal şi reţea (care este diferită de „a fi întotdeauna cel mai bun").
Soluţiile de mobilitate ar trebui să funcţioneze independent de „modurile de transmisie".

3.5.2 Mobilitatea in modul activ bazat pe fascicul

[0838] Transmisia cu mai multe antene joacă deja un rol important pentru generaţiile actuale de comunicaţii mobile şi capătă o importanţă suplimentară în NX pentru a oferi o acoperire ridicată a ratei de date. Provocările cu care se confruntă mobilitatea în modul activ în NX sunt legate de susţinerea formării fasciculului cu câştig mare. Atunci când fasciculele de legătură sunt relativ înguste, fasciculele de mobilitate ar trebui să urmărească Echipamente UE cu o precizie ridicată pentru a menţine o experienţă bună a utilizatorului şi a evita eroarea legăturii.

[0839] Conceptul de mobilitate DL al NX este bazat pe fascicul. În desfăşurări cu şiruri de antenă mari şi multe configuraţii posibile ale fasciculului candidat, toate fasciculele nu pot transmite semnale de referinţă şi măsurare într-o manieră permanentă, statică. În schimb, AN-urile conectate selectează un set relevant de fascicule de mobilitate pentru a fi transmise atunci cand este necesar. Fiecare fascicul de mobilitate poartă un semnal unic de referinţă de mobilitate (MRS). UE este apoi instruită să măsoare fiecare MRS şi să prezinte un raport către sistem. Din punct de vedere al UE, această procedură este independentă de cât de multe AN sunt implicate. În consecinţă, UE nu trebuie să-i pese care transmite AN care fascicule; uneori, aceasta este denumită UE fiind nod-agnostică şi mobilitatea centrată pe UE. Pentru ca mobilitatea să funcţioneze eficient, AN-urile implicate trebuie să menţină listele de vecini cu fascicul, să facă schimb de informaţii despre fascicule şi să coordoneze utilizarea MRS.

[0840] Urmărirea unui echipament UE în mişcare se realizează prin măsurarea şi raportarea UE a calităţii fasciculelor candidate relevante, prin care sistemul poate selecta fascicule pentru transmiterea datelor pe baza măsurătorilor şi a criteriilor proprii. Termenul de comutare a fasciculului este utilizat, in acest context, pentru a descrie evenimentul cand AN-urile actualizează parametrii, de exemplu, punctul de transmisie şi direcţia fasciculului. Astfel, atât transferurile de fascicul intra cât şi inter-AN pot fi văzute ca un comutator cu fascicul. În consecinţă, transfera in NX este executată între fascicule mai degrabă decât celule ca în sistemele celulare tradiţionale.

[0841] Tipul de fascicul discutat în această secţiune este în principal mobilitate fascicul, care este entitatea de actualizat în timpul mobilităţii. Pe lângă fasciculul de mobilitate, există şi un fascicul „perimetru virtual" care este introdus pentru a uşura mobilitatea inter-nodurilor in unele implementări.

[0842] Următoarele două secţiuni descriu mobilitatea pe legătura descendentă: alegerea ce fascicul / nod se va utiliza pentru transmisia pe legătura descendentă. O secţiune descrie mobilitatea bazată pe măsurarea descendente şi o secţiune descrie bazarea pe măsurarea legăturii descendente. Până în prezent, se presupune că acelaşi fascicul / nod este utilizat pentru comunicarea pe legătură ascendentă. Cu toate acestea, în unele cazuri, poate fi avantajoasă utilizarea unor fascicule / noduri diferite pentru comunicarea în legătură descendente şi pe legătura ascendentă. Aceasta este denumit decuplare de legătură ascendentă / al legăturii descendente. În acest caz, se poate utiliza o procedură separată pentru a selecta cel mai bun fascicul / nodul de legătură ascendentă. Măsurătorile de legătură ascendentă sunt utilizate pentru a selecta fasciculul / nodul de legătură ascendentă, iar procedurile descrise la 3.5.4 sunt utilizate cu modificări minime.

3.5.3 Mobilitatea pe legătura descendentă bazată pe măsurarea legăturii descendente

[0843] Au fost realizate mai multe studii detaliate ale opţiunilor de soluţie de mobilitate şi toate aceste formulări urmează un cadru comun de mobilitate, care poate fi rezumat la un nivel ridicat ca în Figura 106, care ilustrează o procedură generică de mobilitate în modul activ (măsurare descendente). După ce se decide declanşarea unui comutator cu fascicul, se selectează un set de fascicule candidate pentru activare şi măsurare. Aceste fascicule pot avea originea atât în AN-ul de deservire, cât şi în AN-urile potenţiale ţintă. Măsurătorile se bazează pe transmisiile de semnal de mobilitate (MRS) în fascicule de mobilitate. Reţeaua decide fasciculul ţintă după ce UE raportează rezultatul măsurătorilor la reţea şi, în mod opţional, informează UE despre fasciculul ţintă selectat. (In mod alternativ, UE poate fi fost configurată proactiv pentru a selecta în mod autonom fasciculul candidat cu cel mai bun rezultat al măsurării şi, ulterior, a transmite raportul de măsurare către fasciculul ţintă.) Procedura include unul sau mai multe dintre:

Partea UE:

1) Configuraţia de măsurare. UE primeşte configuraţia de mobilitate din reţea despre care MRS trebuie să măsoare (sau UE ar putea face şi o căutare completă orb, fără o listă configurată), când să măsoare, cum să măsoare şi cum să raportezi. Configuraţia de măsurare poate fi efectuată mai devreme (şi actualizată continuu.)

2) Măsurare. UE efectuează măsurători de mobilitate după ce UE primeşte activarea măsurării, care este instruit să înceapă măsurarea la unele sau la toate intrările din configuraţia de măsurare.

3) Raport de măsurare. UE trimite rapoarte de măsurare a mobilităţii în reţea
4) Execuţia mobilităţii.
 UE poate primi o cerere de a transmite USS în UL pentru măsurarea TA şi de a trimite USS. Cerinţa de a trimite USS poate face parte din configuraţia de măsurare.
 UE poate primi o comandă (reconfigurare) pentru a efectua comutatorul de fascicul, care poate include o nouă identificare a fasciculului şi o comandă de ajustare TA. Comanda comutare poate fi de asemenea informată pentru prima dată, iar TA poate fi măsurată şi ajustată în nodul ţintă.
 Sau, dacă sincronizarea DL şi UL TA rămân valabile, iar configuraţia suplimentară (DMRS nou, securitate etc.) nu este necesară sau poate fi informat prin nodul ţintă, UE poate să nu primească o comandă de comutare.

Partea reţelei:
1) Configuraţia de măsurare. Reţeaua trimite configuraţia de măsurare a mobilităţii către UE.
2) Declanşator de mobilitate. Reţeaua stabileşte dacă se declanşează procedura de comutare a fasciculului.
3) Măsurarea mobilităţii Reţeaua decide să execute procedura de măsurare a mobilităţii care include:
Selectarea vecinului: reţeaua selectează fascicule de candidat.
 Configuraţia măsurătorilor. Reţeaua trimite configuraţia de măsurare către UE dacă nu este configurată la pasul 1.
 Activarea măsurătorilor. Reţeaua activează MRS în fascicule relevante şi trimite o comandă de activare a măsurătorilor la UE.
 Raport de măsurare. Reţeaua primeşte raport de măsurare de la UE.
4) Execuţia mobilităţii.
 Reţeaua poate trimite o comandă de solicitare USS (reconfigurare) către UE pentru a transmite USS pentru măsurarea TA.
 Nodul ţintă poate măsura valoarea TA şi trimite valoarea către nodul care comunică cu UE care va trimite configuraţia TA către UE.
 Reţeaua poate trimite comanda UE pentru comutarea fasciculului (reconfigurare).

[0844] Reţeaua poate trimite configuraţia de măsurare către UE fie înainte de a declanşa procedura de comutare a fasciculului (pasul 1), fie după (în timpul etapei 3).
[0845] Secvenţa prezentată este configurabilă cu setări adecvate pentru a servi drept cadru comun pentru toate operaţiunile legate de mobilitatea în modul activ: găsirea de fascicule pentru prima dată, actualizarea de mobilitate a fasciculului declanşat în modurile de transmitere şi monitorizare a datelor şi urmărirea continuă a fasciculului de mobilitate.
[0846] În secţiunea următoare este descrisă o configuraţie a procedurii generice de mobilitate a modului activ pe legătura descendentă în care UE se mută de la servirea nodului de acces 1 (SAN1) la SAN2, aşa cum se prezintă în Figura 106.

3.5.3.1 Măsurători de mobilitate

3.5.3.1.1 Configuraţia de măsurare

[0847] Reţeaua poate trimite o configuraţie de măsurare a mobilităţii către UE. Această configuraţie este transmisă într-un mesaj RRC şi poate conţine informaţii legate de evenimentele de măsurare - „ce” (de exemplu, ce indicii MRS) să măsoare, „când” şi „cum” să măsoare (de exemplu, ora de pornire sau criteriul şi durata filtrării), sau „când” şi „cum” pentru a trimite un raport de măsurare (de exemplu, raportarea intervalului de timp, raportarea celor mai bune ID-uri de fascicul sau, de asemenea, puterile acestora etc.) Lista poate fi utilă dacă este activat doar un număr mic de MRS şi poate fi măsurat. Dar trimiterea listei poate fi opţională pentru NW şi UE poate efectua măsurători orb, de exemplu, detectând toate semnalele MRS audibile. Un alt exemplu de configurare ar putea fi măsurătorile dintre noduri, unde poate fi necesară o filtrare mai lungă pentru a evita efectele ping-pong. Pentru măsurători ale fasciculului intra-nod, se foloseşte un filtru scurt.
[0848] O configuraţie de măsurare poate fi trimisă de reţea în orice moment. De obicei, odată ce UE primeşte configuraţia, aceasta începe să efectueze măsurători. Cu toate acestea, această procedură ar putea fi îmbunătăţită în continuare prin transmiterea unei comenzi de activare în câmpul DCI. Astfel, mesajul RRC ar configura doar măsurarea, dar poate nu este necesar să iniţieze UE pentru a începe efectuarea acestor măsurători.

3.5.3.1.2 Raport de măsurare

[0849] UE trimite rapoarte de măsurare pe baza configuraţiei oferite de reţea. Rapoartele de măsurare sunt de obicei mesaje RRC trimise în reţea. Cu toate acestea, în anumite cazuri, un anumit tip de rapoarte ar putea fi trimise prin MAC. Pentru raportul bazat pe L3, un număr diferit de fascicule poate fi raportat concomitent, permiţând găsirea fasciculului preferat într-un timp scurt, însă necesită mai mult semnalizare deasupra capului, şi nu este uşor să integreze comutarea fasciculului cu planificatorul. Pentru raportarea bazată pe L2, există mai puţine cheltuieli generale şi este uşor de integrat cu planificatorul, cu toate acestea, un număr maxim fix de măsurători ale fasciculului poate fi raportat simultan.

3.5.3.2 Monitorizare şi declanşare/execuţie a mobilităţii

[0850] Transmiterea MRS şi măsurătorile sunt declanşate pe baza calităţii de fascicul de legătură / noduri observate atunci când transmisia de date este în desfăşurare, calitatea fasciculului de mobilitate în absenţa datelor sau rapoartele trimise de UE. Alţi declanşatori, cum ar fi echilibrarea sarcinii, pot, de asemenea, să declanşeze executarea măsurării mobilităţii.
[0851] Există metrici de declanşare diferite şi condiţii diferite. Metrica care reflectă calitatea fasciculului este fie RSRP, fie SINR. Starea poate fi una sau mai multe dintre:

a1) compararea cu o valoare absolută
a2) comparaţie cu mai multe valori relative diferite cu un tabel de referinţă în funcţie de poziţie
a3) compararea cu valorile altor fascicule sau
a4) rata de degradare a calităţii fasciculului de legătură. S-au demonstrat, de asemenea, mecanisme practice de declanşare care reacţionează la schimbările din metrica de calitate actuală.

[0852] Fasciculul observat poate fi unul sau mai multe dintre:

b1) fascicul de legătură de deservire curent (DMRS sau CSI-RS),
b2) fasciculul de legătură curent de deservire plus fasciculul său „sector”,
b3) fasciculul de mobilitate curent (MRS).

[0853] Diferitele tipuri de comutare (de exemplu, intra-nod sau inter-nod) pot avea praguri diferite. De exemplu, atunci când calitatea legăturii este mai mică decât pragul 1, se declanşează comutatorul de fascicul intra-nod. Atunci când calitatea legăturii este mai slabă decât pragul 2, se declanşează evaluarea şi comutarea fasciculului dintre noduri. Dacă există o retroactivitate excelentă (de exemplu, fibră dedicată) şi nu există nicio problemă cu efectele ping-pong, atat intra-nodul cât şi inter-nodul pot utiliza aceiaşi parametri.
[0854] Atunci când reţeaua decide că o identitate de fascicul / nod de deservire trebuie schimbată / actualizată / modificată, reţeaua pregăteşte procedura de mobilitate. Aceasta poate implica o oarecare comunicare cu alte noduri din reţea.
[0855] Există mai multe opţiuni pentru raportarea rezultatelor măsurării MRS în reţea:

c1) Dacă UE raportează toate măsurătorile la nodul de deservire, nodul care serveşte determină nodul care să treacă la şi să semnalizeze către UE. Această abordare se bazează pe legătura de deservire existentă pentru toate semnalizările în timpul procedurii de mobilitate. TA către noul fascicul de deservire este estimat împreună cu comanda comutare. Detaliile estimării TA sunt cuprinse în secţiunea 3.5.3.4.
c2) Dacă UE raportează măsurătorile înapoi la nodurile individuale din care provin diferitele MRS, raportarea în sine necesită o transmisie USS anterioară şi o estimare de TA - atunci este văzută ca parte a procedurii de măsurare. După ce NW a decis noul nod de deservire şi a fost semnalat către UE, UE foloseşte TA-ul deja disponibil către noul nod de deservire. Această abordare necesită mai mult semnalizare UL, dar elimină dependenţa critică de vechea legătură de deservire odată ce comanda de măsurare a fost emisă.
c3) Similar cu c2), dar UE raportează toate măsurătorile prin intermediul fasciculului de deservire şi prin cea mai bună Fascicul măsurată. Apoi, trebuie efectuată o singură procedură de estimare a TA.

[0856] În cele din urmă, reţeaua poate solicita UE să aplice o nouă configuraţie. Pot exista situaţii in care o reconfigurare ar putea fi transparentă pentru UE, de exemplu, într-un comutator cu fascicul intra-nod. Configurarea se întâmplă apoi pe partea reţelei, un fascicul / nod de deservire

poate fi modificat; cu toate acestea, UE păstrează configuraţia existentă. Dacă este necesară o reconfigurare, aceasta poate fi configurată înainte sau după comutator.

3.5.3.3 Activare / dezactivare MRS intra / inter nod

[0857] În general, MRS este transmis numai pe baza cererii. Reţeaua decide ce fascicule de candidat sau fascicule vecine ar trebui să fie activate. Selectarea fasciculului de candidaţi se poate baza, de exemplu, intr-un tabel de căutare a relaţiilor de fascicul. Acest tabel de căutare a cartierului este indexat fie prin poziţia UE, fie prin amprentă radio. Poziţia poate fi poziţia exactă (informaţii GPS) sau o poziţie aproximativă (informaţia curentă a fasciculului). Crearea şi menţinerea tabelelor de căutare a cartierului este o generalizare a procesului de gestionare automată a relaţiilor cu vecinii (ANR), gestionată de funcţionalitatea SON în reţea (vezi secţiunea 3.9.4). Tabelele pot fi utilizate atât pentru furnizarea criteriilor de declanşare (secţiunea 3.5.3.2) pentru iniţierea unei sesiuni de măsurare către un echipament UE dată, cât şi pentru determinarea fasciculelor candidate relevante pentru măsurători şi un posibil comutator de fascicul. Fasciculul din acest tabel de căutare poate fi fie un fascicul de mobilitate normală, fie un fascicul de „sector". Dimensiunea tabelului de relaţie cu fascicul vecin poate fi redusă atât din consumul de memorie, cât şi din perspectiva consumului de semnalizare, dacă fasciculele candidate sunt largi şi numărul de fascicule este mai mic. În unele implementări de reţea, de exemplu, desfăşurarea de NX în benzi de frecvenţă LTE sau într-o zonă de încărcare mare şi frecventă de transfer, poate fi de preferat să se configureze MRS pentru a fi mereu pornit, astfel încât potenţialele UE să fie acoperite de aceleaşi fascicule de mobilitate poate urmări continuu calitatea fasciculelor vecine.

3.5.3.4 Actualizare avans sincronizare in timp

[0858] Pentru a raporta măsurătorile MRS la noduri, altele decât nodul de deservire şi pentru a relua transmisia de date UL către un nou nod de deservire, UE trebuie să aplice un avans corect de sincronizare in timp, care diferă de obicei de TA pentru nodul de deservire curent. Într-un NW fără sincronizare, estimarea TA trebuie întotdeauna să fie efectuată. Transmiterea USS este apoi configurată per-măsurare în comanda de măsurare MRS sau static prin RRC. Acelaşi lucru este valabil şi în nodurile macro sincronizate, unde ISD depăşeşte sau este comparabil cu lungimea CP.

[0859] Intr-o strânsă sincronizare NWw cu ISD-uri scurte, pe de altă parte, TA către vechiul nod de deservire poate funcţiona bine şi pentru un nou nod de deservire. UE poate deduce dacă acesta este cazul dacă vechea sincronizare a cronologiei DL funcţionează pentru noul nod. Ar fi eficient să nu faceţi o nouă estimare de TA decât dacă este cu adevărat necesar. Abordarea controlată prin NW este aceea că NW configurează UE pentru a transmite USS (sau nu), pe bază de măsurare, în comanda de măsurare MRS. TA nu este estimat dacă NW estimează că nodurile vechi şi noi pot avea aceeaşi valoare TA, în caz contrar, UE este solicitat să trimită USS. În mod alternativ, intr-o abordare controlată de UE, echipamentul UE poate omite trimiterea USS în UL dacă determină că nu a fost necesară o nouă sincronizare pentru a măsura MRS-ul noului nod. Aici, nodul trebuie să rezerve resurse pentru recepţia USS.

[0860] Dacă TA trebuie modificată, aceasta se transmite folosind canalul dPDCH sau PCCH fie peste bara de deservire veche, fie de la noul nod (unde DL-ul este deja „operaţional" de când UE a sincronizat cu MRS).

[0861] În soluţia de raportare MR1 de mai sus, USS poate fi trimis în actualizarea UL şi TA în DL poate fi trimis ca parte a comenzii de comutare a fasciculului şi de înţelegere.

[0862] În soluţiile de raportare MRS c2 şi c3 de mai sus, echipamentul UE trimite USS ca parte a procedurii raportului de măsurare către un nod care transmite MRS şi primeşte o actualizare TA ca mesaj separat.

[0863] În unele implementări, unde poziţia UE poate fi determinată cu o precizie ridicată, corecţia TA necesară la trecerea de la un fascicul de deservire vechi la unul nou poate fi preluată dintr-o bază de date colectată anterior. Baza de date este creată pe baza măsurătorilor TA anterioare gestionate conform principiilor SON.

3.5.3.5 Secvenţe configurabile

[0864] Secvenţele de măsurare a mobilităţii sunt în esenţă aceleaşi ca în LTE. Secvenţele de monitorizare şi declanşare a mobilităţii sunt similare cu cele din LTE, dar unele detalii diferă, de exemplu, criteriile de lansare şi semnalele specifice UE disponibile pentru măsurători de mobilitate. Secvenţa de activare MRS în care semnalele de referinţă (MRS) sunt activate dinamic intr-un set de fascicule candidat specific UE este o nouă procedură în NX. Activarea şi

dezactivarea MRS la cerere şi într-o manieră specifică UE este esenţială pentru proiectarea slabă. Principala nouă provocare în NX este ca reţeaua să decidă ce MRS-uri candidate sunt activate şi când. Ultimul aspect poate fi deosebit de critic la frecvenţe înalte datorită decolorării umbrei. Unele preparate şi semnalizare pot fi necesare în reţea atunci când fasciculele candidate sunt activate în mai multe noduri diferite. Cu toate acestea, această procedură este transparentă pentru echipamentul UE. UE este informat doar despre configuraţia de măsurare şi echipamentul UE raportează în consecinţă, fără a fi asociate fasciculele cu noduri specifice. Secvenţele de actualizare TA pot fi, de asemenea, măsurate şi reglate în nodul ţintă, după ce comanda comutare este informată pentru prima dată. De asemenea, probabil că este necesară reconfigurarea suplimentară.

[0865] Procedura de declanşare a comutatorului de fascicul diferă în funcţie de modul în care este proiectat şi transmis MRS. Mai precis, există trei cazuri tipice:

1. MRS de fascicul este activat numai atunci când este detectată degradarea calităţii fasciculului. MRS pentru toate fasciculele de candidat relevante din tabelul de căutare sunt activate, indiferent dacă fasciculul este din acelaşi nod sau de la un nod vecin. Clădirea de masă poate face parte din funcţiile SON. UE măsoară toate MRS şi trimite raportul de măsurare.
2. Fie toate MRS-urile sectoriale din tabelul de căutare sau MRS-ul sectorial care conţine fasciculul de difuzare pentru UE activă este configurat şi transmis periodic. De asemenea, UE poate urmări calitatea SIR-urilor din sectorul transmis şi raporta calitatea periodic sau intr-o manieră bazată pe evenimente.
3. Fasciculul de mobilitate de deservire este adaptat pentru a urmări continuu UE pentru a menţine câştigul maxim al fasciculului, care este similar cu procedurile CSI-RS din secţiunea 3.4. UE raportează un semnal de eroare între direcţia curentă a fasciculului de deservire şi cea mai bună direcţie estimată a fasciculului, folosind fascicule suplimentare în vecinătatea fasciculului de deservire.

[0866] Carcasa 1 este mai potrivită pentru servicii fără cerinţe QoS stricte, în timp ce carcasa 2 este mai potrivită pentru serviciile critice în timp, cu cheltuieli generale suplimentare. (Există, de asemenea, opţiuni hibride, de exemplu, activarea tuturor MRS-urilor din tabelul de căutare pentru un echipament UE dat, cu cheltuieli suplimentare). În cazul 3, cu simboluri de referinţă specifice UE, orice modificare a formei fasciculului intr-un singur nod poate fi transparentă pentru echipamentul UE - nu este necesară semnalizarea, cu excepţia cazului în care este aplicată o formare de fascicul analog RX in partea UE.

3.5.4 Mobilitatea pe legătura descendentă bazată pe măsurarea pe legătură ascendentă

[0867] De asemenea, este posibil să folosiţi măsurători pe legătura ascendentă pentru a selecta fasciculul al legăturii descendente. La un nivel ridicat, se poate presupune că astfel de măsurători sunt efectuate la cerere, atunci cand un comutator cu fascicul este considerat necesar. Prin urmare, conceptul de eveniment de mobilitate încă se aplică şi se bazează un fel de declanşator pentru a incepe evenimentul.

[0868] Deoarece actualizarea fasciculului pe legătura descendentă, este firesc să monitorizaţi în continuare performanţa legăturii descendente, folosind oricare dintre măsurătorile descrise în secţiunea anterioară. De exemplu, CQI măsurat pe CSI-RS sau MRS poate fi monitorizat.

[0869] Utilizarea măsurătorilor pe legătura ascendentă pentru a alege AN-ul folosit pentru transmisia pe legătura descendentă funcţionează de obicei bine, cu condiţia ca AN-uri diferite să utilizeze aceeaşi putere de transmisie şi să aibă aceleaşi capabilităţi de antenă. În caz contrar, acest lucru trebuie compensat.

[0870] Pentru a utiliza măsurători pe legătura ascendentă pentru a selecta fasciculul al legăturii descendente intr-un singur nod, este de dorit reciprocitatea dintre legătura ascendentă şi legătura descendente. Componentele pasive ale antenei şi mediul de propagare sunt reciproc fizic pentru TX şi RX, dar componentele active şi filtrele RF în căile RX şi TX prezintă de obicei asimetrii şi variaţii de fază care nu produc reciprocitate automată în toate cazurile. Cu toate acestea, prin introducerea restricţiilor de proiectare HW şi a procedurilor de calibrare suplimentare, poate fi furnizat orice grad de reciprocitate dorit.

[0871] După cum s-a discutat în detaliu în secţiunea 3.4, se pot distinge diferite niveluri de reciprocitate:

„Direcţional": unghiurile de sosiri / plecări sunt reciproce pentru RX şi TX,
„Staţionar": matricea de covarianţă a canalului este aceeaşi pentru RX şi TX

„Coerent": canalele RX şi TX se potrivesc, aşa cum se vede din banda de bază în timpul coerenţei / lăţimii de bandă

[0872] În scopul mobilităţii, care vizează, în general, o selecţie corespunzătoare a fasciculelor de fascicule pe mai multe cicluri de atenuare, de obicei este suficientă reciprocitatea direcţională. Tehnicile de calibrare a elementelor antenei în mod paralel pe căile TX şi RX pot asigura coerenţa de fază inter-element necesară. Reciprocitatea „direcţională" permite utilizarea măsurătorilor UL pentru comutarea fasciculului TX al legăturii descendente şi în configuraţiile de grilă de fascicule discutate.

[0873] Pentru a obţine măsurarea legăturii ascendentă, reţeaua solicită UE să trimită semnale de referinţă UL în reţea. Un semnal posibil de referinţă pentru măsurători de mobilitate este USS. USS poate fi detectat nu numai de nodul de deservire, ci şi de nodurile vecine. Nodurile vecine ar trebui să deţină transmisii de UE pe care le deservesc, pentru a şterge resursele de transmisie unde vor apărea USS.

[0874] În cazul în care situaţia de acoperire este dificilă, Echipamente UE ar trebui să folosească formatul de fascicul TX pentru a transmite USS. În acest caz, UE trebuie să transmită USS în toate direcţiile de candidat, iar diferite identităţi USS pot fi alocate diferitelor fascicule TX de legătură ascendentă din partea UE, astfel încât reţeaua să poată alimenta cele mai bune identităţi ale fasciculului TX UE. Dacă UE nu poate transmite în mai multe direcţii simultan, transmisiile de fascicule pot fi multiplexate în timp. SUA pot fi transmise periodic de la UE sau pot fi declanşate la eveniment (când calitatea fasciculelor de legătură se degradează). O astfel de configurare de baleiere a fasciculului este mai complicată în UL decât în DL, datorită dispunerii neregulate a antenei UE. Modele adecvate de baleiere pot fi determinate in mai multe moduri, utilizand calibrarea prealabilă sau învăţarea în zbor de către UE.

[0875] În reţea, candidatul AN încearcă să detecteze USS în diferite fascicule şi selectează cel mai bun fascicul. Dacă formarea de fascicule analogice este utilizată de reţea, nodurile nu pot efectua măsurarea unui număr mare de fascicule într-o perioadă USS. AN-ul poate scana USS folosind diferite fascicule RX secvenţial. Coordonarea modelelor de baleiere a fasciculului UE TX şi AN RX este complicată. Având în vedere această combinaţie ar trebui să fie luată în considerare numai dacă este într-adevăr impus de cerinţele de acoperire.

[0876] Există câteva cerinţe privind semnalizarea între UE şi reţea, care includ, de exemplu, numărul de USS utilizate în UE şi perioada de repetare pentru scanarea reţelei. Se poate presupune că aceeaşi procedură este adoptată ca în cazul configuraţiei MRS: configuraţi parametrii de transmisie USS folosind RRC şi activaţi transmisia cu MAC.

[0877] Există mai multe alternative pentru a efectua comutarea fasciculului legăturii descendente bazat pe măsurarea legăturii ascendentă.

1. Fasciculul îngust (de legătură) poate fi selectat direct pe baza măsurării pe legătură ascendentă.
2. Selecţia fasciculului bazată pe măsurarea pe legătură ascendentă decide fasciculul de mobilitate, iar fasciculul îngust (de legătură) poate fi selectat ulterior pe baza măsurării complementare a legăturii descendente.
3. Fasciculul de mobilitate este decis mai întâi prin măsurarea pe legătură ascendentă cu un fascicul RX mai larg. După aceea, fasciculul îngust (de legătură) poate fi decis în continuare prin măsurători pe legătura ascendentă cu fascicul RX îngust. La luarea in considerare a fasciculului îngust, celălalt RS poate fi măsurat în fasciculele înguste care se află în interiorul sau în vecinătatea fasciculelor RX alese în prima parte.

[0878] În cele trei alternative, procedurile de selecţie a fasciculului (selectarea fasciculului in alt. 1, selecţia fasciculului larg în alt. 2 şi alt. 3) sunt similare, ilustrate în Figura 107. Procedura de selectare a fasciculului bazată pe măsurarea legăturii ascendentă poate fi pe scurt fi exprimat după cum urmează:

Comutator cu fascicul de declanşare
Activaţi recepţia USS între nodurile vecine în fasciculele relevante
Activaţi transmisia USS în UE
Efectuaţi măsurarea USS în reţea
Determinaţi cel mai bun fascicul pe baza raportului de măsurare
Pregătiţi comutatorul cu fascicul, dacă este nevoie
Dacă este necesar, emiteţi comanda de comutare a fasciculului

[0879] După cum sa menţionat anterior, USS poate fi transmis de la UE periodic sau într-o manieră declanşată de eveniment. Dacă USS este transmis periodic conform configuraţiei timpurii, etapele 1-3 pot fi ignorate. Dacă este necesară o actualizare în timp a timpului, valoarea TA poate fi obţinută din măsurarea USS, iar noua valoare TA poate fi informată UE în timpul comenzii de comutare a fasciculului. Detaliile estimării TA sunt similare cu descrierea din secţiunea 3.5.3.4. În selecţia de fascicul îngust (legătură) a Alt3, există o singură diferenţă mică, în care fasciculele din nodul vecin nu sunt implicate. Este un fel de selecţie a fasciculului intra-nod, care este ilustrat in Figura 108. Aici, „USS" ar putea fi şi un alt tip de referinţă, cum ar fi RRS. Măsurarea completă a legăturii descendente în Alt 2 este similară cu comutatorul cu fascicul intra-nod in cazul 2 al metodei de măsurare a legăturii descendente.

3.5.5 Problemă legătură radio

[0880] Avand in vedere un sistem „ultra-slab" şi care foloseşte formarea fasciculului masiv, definiţia tradiţională a unui „eşec al legăturii radio" trebuie reanalizată. Atunci când datele nu sunt transmise pe legătura ascendentă sau descendentă, s-ar putea să nu existe semnal care să poată fi utilizat pentru a detecta că legătura radio nu reuşeşte. Semnalele de referinţă de mobilitate pot, de exemplu, să nu fie întotdeauna prezente într-un sistem 5G ultra-slab.

[0881] Un terminal de utilizator se poate deplasa fără acoperire între rafalele de transmisie a pachetelor fără a fi observat. Dacă se bazează informaţiile de control în bandă şi/sau în formă de fascicul, nu este întotdeauna posibil să se ajungă la receptorul prevăzut pentru a continua transmisia de date către această UE. În mod alternativ, atunci când un utilizator doreşte să trimită date, este posibil să nu poată comunica acest lucru în reţea şi să fie planificat. Într-un astfel de scenariu, UE trebuie să efectueze o nouă procedură de acces aleatoriu, care este asociată cu o întârziere semnificativă şi cu semnalizarea costurilor generale.

[0882] În acest scop, este introdus un nou eveniment denumit o problemă de legătură radio (RLP). Acest lucru este utilizat pentru a indica faptul că există o nepotrivire între nodul de reţea şi configuraţia nodului terminalului utilizatorului legăturii radio. Un RLP poate fi cauzat de o antenă a nodului de reţea îndreptată într-o direcţie în care semnalul nu ajunge la UE prevăzută. Poate fi, de asemenea, cauzată de o configuraţie de antenă în terminalul de utilizator care nu este reglat în mod corespunzător către nodul de deservire prevăzut în reţea.

[0883] De notat că această secţiune ia în considerare doar cazul în care există o situaţie diferită de o eroare de legătură radio tradiţională (RLF), în sensul că o problemă de legătură radio (RLP) nu este un „eveniment de eroare", ci ceva care se întâmplă destul de des. În loc să menţină o legătură radio, acesta poate fi „fixat" cand este nevoie. Un tip de eveniment RLF poate fi, de asemenea, utilizat pentru NX, unde UE încearcă într-adevăr să se restabilească utilizând procedura de acces "normală". Acest lucru poate fi, de exemplu, declanşat dacă recuperarea RLP nu reuşeşte. Acest lucru nu este considerat în această sub-secţiune.

[0884] O procedură de rezoluţie a problemei legăturii radio rapide (RLP) este proiectată pentru a restabili o legătură radio între un echipament UE şi reţea, dacă este necesar. UE poate detecta un eveniment RLP ca unul sau mai multe dintre:

Semnalul DL aşteptat „dispare" (de exemplu, semnalul de referinţă DL planificat sau periodic scade sub un prag). Un cronometru poate fi configurat pentru cât timp trebuie să fie semnalul sub pragul inainte de detectarea RLP.

Un semnal DL monitorizat "apare" (de exemplu, semnalul de referinţă DL planificat sau periodic este peste un prag). Un cronometru poate fi configurat pentru cât timp semnalul trebuie să fie peste pragul inainte de detectarea RLP.

Nici un răspuns la transmisia UL (de obicei după o transmisie de solicitare a programării sau o transmisie de canale bazată pe dispută). Un contor poate fi aplicat pentru câte transmisii trebuie să nu răspundă înainte de a detecta RLP.

[0885] În plus, nodul NW detectează un eveniment RLP ca unul sau mai multe dintre:

Semnalul UL aşteptat „dispare" (de exemplu, semnalul de referinţă UL planificat sau periodic scade sub un prag). Un cronometru poate fi configurat pentru cât timp trebuie să fie semnalul sub pragul inainte de detectarea RLP.

Un semnal UL monitorizat „apare" (de exemplu, semnalul de referinţă UL planificat sau periodic este peste un prag). Un cronometru poate fi configurat pentru cât timp semnalul trebuie să fie peste pragul inainte de detectarea RLP.

Nici un răspuns la transmisia DL (de obicei acordare UL sau alocare DL). Un contor poate fi aplicat pentru câte transmisii trebuie să nu răspundă înainte de a detecta RLP.

[0886] În cazul în care traficul de date obişnuit (rata mare de biţi) are loc într-un fascicul ingust de câştig de antenă mare, poate exista o procedură de defecţiune preconfigurată definită care a folosit un alt fascicul mai robust (de obicei rata de date mai mică, câştig de antenă mai mic, fascicul mai larg - lăţime).

[0887] În Figura 109, care ilustrează un exemplu în care UE detectează o problemă de legătură radio şi nodul de deservire rezolvă problema, UE este nodul care detectează un RLP în prima legătură radio (de exemplu, cu fascicul îngust). De reţinut formele ovale înguste care prezintă schematic partea reţelei şi configuraţia antenei laterale UE pentru această primă legătură radio. După detectarea evenimentului RLP, UE trimite o transmisie UL RLP, folosind posibil o nouă antenă şi o configuraţie mai robustă (ilustrată schematic de cercul din dreapta din Figura 109). Nodul de reţea de difuzare porneşte, eventual după expirarea unui temporizator de inactivitate, o monitorizare a legăturii ascendentă pentru transmisiile UL RLP de la UE servită. Această recepţie poate fi realizată folosind un fascicul mai robust (de exemplu, mai larg) (ilustrat schematic de cercul din stanga in Figura 109). UE se poate identifica in transmisia RLP UL folosind un identificator public predefinit, aici notatăp, în timp ce nodul de deservire se poate identifica în transmisia de răspuns a reparaţiei RLP UL folosind identificatorii sau eticheta de etichetep (public) şi etichetăs (deservire). Când nodul care serveşte are mai multe legături radio active, îl cunoaşte examinând identificatorul recepţionat (etichetă)p) ce legătură radio care are o problemă. Atunci când UE este pregătită să primească un răspuns de reparaţie RLP UL de la un nod care nu deserveşte, atunci are posibilitatea de a distinge un răspuns de nod care nu deserveşte (care foloseşte eticheta de identificare publică)p) dintr-un răspuns al nodului de deservire (care foloseşte o etichetă de identificare a nodului de deservires).

Odată ce ambele noduri, nodul de deservire şi UE, sunt conştiente de evenimentul RLP, atunci următorul pas natural este de a efectua o nouă procedură de optimizare a legăturii radio. În mod alternativ, legătura radio poate fi lăsată să rămână „spartă" până când trebuie să fie fixată în scopul de a transmite din nou datele utilizatorului. În acest caz, următoarea transmisie ar trebui să înceapă de preferinţă cu o configuraţie robustă a antenei pe ambele părţi. O procedură similară este utilizată în cazul în care RLP este detectat pentru prima dată în nodul NW.

3.6 Auto-transport de trafic

[0888] Una dintre caracteristicile NX este integrarea accesului şi a retragerii folosind aceeaşi tehnologie de bază şi posibil să funcţioneze peste un grup comun de spectru, inclusiv operarea pe acelaşi canal fizic sau în cadrul diferitelor canale din aceeaşi bandă. (Utilizarea dimensionării în afara benzii de acces şi transport de trafic nu este împiedicată.) Ca urmare a unei astfel de integrări, o staţie de bază sau un nod de acces (AN) ar trebui să poată utiliza tehnologia NX atât pentru acces fără fir, cât şi pentru fără fir transport peste, posibil, acelaşi spectru. Această capacitate este denumită în continuare auto-transport de trafic, iar auto-transport de trafic in NX poate, prin urmare, să folosească componentele de acces (de exemplu, multi-acces, sincronizare, multi-antene, spectru, etc.), suportate in NX, dar in scopuri de refacere.

3.6.1 Motivaţii şi scop

[0889] Nodurile de acces „cu celule mici" pot face faţă doar creşterii anticipate a traficului de date fără fir în cooperare cu o reţea de transport robustă şi capabilă. Există situaţii în care nicio conexiune fixă de transport de trafic, cum ar fi fibra optică, nu este disponibilă în locaţiile exact unde sunt necesare staţii de bază suplimentare. Tehnologia dedicată de transport de trafic fără fir de calitate pentru transportator este o alternativă rentabilă la fibre şi este de obicei asociată cu eficienţă spectrală ridicată, disponibilitate ridicată, latenţă scăzută, rate de eroare extrem de mici şi costuri de implementare reduse. Utilizarea controlului fără fir nu pune doar cerinţe asupra tehnologiei in sine, ci şi cerinţe privind manipularea interferenţelor, care se face de obicei printr-o planificare atentă şi licenţiere. Desfăşurarea tradiţională de transport de trafic fără fir este de obicei un singur salt LOS.

Evoluţia continuă a accesului radio determină dezvoltarea reţelei, de exemplu, nevoie de capabilităţi mai mari şi mai mari, de densificare, etc., reflectarea, umbrirea, propagarea mai multor trasee, penetrarea în exterior în interior, interferenţa, accesul multiplu, etc. Transportul de trafic fără fir a staţiilor de bază în mişcare, de exemplu, cele amplasate pe trenurile de mare viteză, este un caz important de utilizare. Cerinţele de performanţă pe transport de trafic sunt mult mai mari decât cele plasate pe legătură-ul de acces, dar scenariile de implementare sunt probabil proiectate cu atenţie, adesea spre scenarii staţionare. Cerinţele de performanţă ridicată pot fi îndeplinite prin

aceleaşi tehnici utilizate pentru reţelele de acces, şi anume MIMO, acces multiplu, respingere de interferenţe, mobilitate etc. Acest lucru constituie baza accesului şi a convergenţei de transport de trafic, precum şi auto-transport de trafic.

[0890] Proiectarea NX susţine atât auto-transportul de trafic în bandă (în cazul în care accesul şi transportul utilizează acelaşi spectru), cât şi în afara benzii (unde sunt utilizate spectre sau purtătoare separate pentru acces şi transport). Auto-transportul de trafic în bandă necesită doar un singur bloc de spectru radio atât pentru acces, cât şi pentru transport şi este atractiv atunci cand achiziţionarea unui spectru separat pentru transport pe întreaga zonă de acoperire este costisitoare sau dificilă. Auto-transport de trafic în bandă simplifică de asemenea hardware-ul şi reduce costurile asociate, cu un set comun de emiţător-receptor radio şi sistem de antenă. Cu toate acestea, atunci când zonele de acoperire prevăzute de acces şi transport sunt substanţial diferite, o transport de trafic din afara benzii cu spectre separate şi hardware dedicat poate fi de dorit. Mai mult decât atat, auto-transport de trafic în bandă poate provoca interferenţe reciproce între legăturile de acces şi transport de trafic şi este astfel mai dificil decât omologul său din afara bandei. Pentru a diminua impactul interferenţelor reciproce, resursele radio pot fi partajate între acces şi transport printr-o alocare fixă în domeniu de timp sau frecvenţă. În mod alternativ, împărţirea resurselor se poate realiza intr-o manieră dinamică în conformitate cu cerinţele traficului, printr-o gestionare comună a resurselor radio între acces şi transport, pentru a maximiza eficienţa spectrală.

[0891] Pentru a susţine o varietate de cazuri diferite de utilizare ţintă descrise în subsecţiunea următoare, designul NX susţine, de asemenea, auto-transportul de trafic pe mai multe (două sau mai multe) salturi, unde numărul de salturi este contorizat doar pe legătură-urile de transport de trafic, excluzând legătura de acces. . Aspectul multi-salt prezintă provocări în proiectarea protocolului, în asigurarea fiabilităţii capăt la capăt, precum şi în gestionarea resurselor radio.

3.6.2 Cazuri de utilizare ţintă

[0892] Cazurile de utilizare ţintă pentru auto-refulare pot fi clasificate în trei grupe diferenţiate aproximativ pe baza a două caracteristici principale: topologie şi disponibilitate. Grupurile pot fi listate ca:

I. Topologie statică sau determinstă, disponibilitate ridicată,
II. Topologie semi-statică, disponibilitate medie şi
III. Topologie dinamică, disponibilitate redusă,

unde disponibilitatea variază ca cinci pâine (adică 99,999%), 3-4 noi, respectiv 0-1 nouă (e). Dintre toate aceste cazuri de utilizare, unele au fost prioritare pentru atenţie, deoarece sunt fie cazuri reprezentative, fie exemplare. Figura 110 ilustrează prioritizarea cazurilor de utilizare ca secvenţă II.4.b, II.2.b, II.3.a, I.1.a, II.2.c, III.6, III.7, I.1.b, II.2.a, II.3.b, II.4.a, II.4.c, III.5.

[0893] Topologia unei reţele de auto-transport de trafic este, în general, o plasă, dar este de aşteptat ca constructele de rutare mai simple să fie suprapuse graficului de conectivitate. Există, de obicei, tendinţa de a minimiza numărul de salturi necesare pentru traversarea reţelei locale; în cele mai multe cazuri, acest lucru duce la numărul maxim de salturi de transport de trafic să fie limitat la 2-3 salturi. Există totuşi excepţii, cum ar fi trenul de mare viteză, unde numărul de salturi poate creşte până la un număr mult mai mare, cum ar fi numărul de trăsuri în tren. (Cu siguranţă este adevărat că vagoanele de tren pot fi conectate cu tehnologie cu cablu, dar acest lucru aduce complicaţia suplimentară a faptului că trebuie să punţi la capăt accesul iniţial de transport de trafic către o reţea LAN cu o capacitate de transport adecvată.)

[0894] Formatul de transport pe transport de trafic trebuie să fie flexibil. Astfel, deşi este avantajos faptul că interfaţa aer de bază utilizată pentru accesul multiplu NX şi legăturile de auto-transport de trafic NX să fie identice, interfaţa aer trebuie să fie capabilă să suporte o gamă largă de cerinţe de disponibilitate cuprinsă între 99,999% sau cinci puncte pentru înlocuirea tradiţională a transport de trafic. până la 0-1 nouă (e) disponibilităţi pentru cazul de utilizare V2V. (Multe cazuri de utilizare pentru STI nu sunt supuse unor cerinţe de fiabilitate ridicată sau latenţă scăzută şi există limitări pentru asigurarea unei disponibilităţi ridicate pentru un număr mare de vehicule simultan.) Cazurile de utilizare importante sunt descrise în detaliu mai jos. Figura 111 ilustrează unele cazuri de importanţă pentru auto-transportul de trafic, cu o diversitate de cerinţe de performanţă în ceea ce priveşte disponibilitatea, latenţa şi cerinţele privind rata de date.

Tabelul 15: O tabelare a KPI-urilor importante pentru auto-transportul de trafic

KPI	cerinţe				
	Transportul de trafic celule mici	Eveniment	Tren	Siguranţa publică	Transport pe distanţe lungi

KPI	cerinţe								
	Transportul de trafic celule mici		Eveniment		Tren		Siguranţa publică	Transport pe distanţe lungi	
Distanta legăturii	500 m	5 km	1km	100 m	1km	500 m	200 m	20 km	5 km
Banda de frecventa	30 GHz	6 GHz	6 GHz	30 GHz	6 GHz	30 GHz	> 700 MHz	6 GHz	30 GHz
Salturi (transport de trafic)	1-2		1-3		1-10		1-2	1-2	
Lăţime de bandă	500 MHz		200-500 MHz		200-500 MHz		-	200-500 MHz	
Disponibilitate	99.9-99.99%		95%		99.9%		99.9%	99.999%	
Latenţă radio	50-100 noi		250 ne		250 ne		-	250 ne	
Latenţa totală (un singur E2E)	1-2 ms		1-2 ms		10 Ms		-	500 ne	
Rata de date	1-10 Gb/s		200 Mb / s (utilizator)		0.8 Gb/s	2 Gb/s	10 Gb/s	2-10 Gb/s	

3.6.3 Ipoteze de lucru

[0895] Pentru a defini domeniul de aplicare şi a stabili focalizarea conceptului de auto-transport de trafic NX, se fac următoarele presupuneri:

1. Nodurile de acces cu auto-transportul de trafic (BH) sunt destinate să funcţioneze într-un mod sincronizat in timp.
2. Sunt acceptate mai multe hame (nelimitate), dar performanţa este optimizată pentru cel mult 2-3 salturi.
3. Utilizarea accesului şi a transport de trafic în banda şi în canal sunt acceptate (accesul şi transport de trafic-ul nu împărtăşesc neapărat acelaşi spectru, dar au voie să facă acest lucru).
4. Legături de transport de trafic omogene care folosesc doar interfaţa NX.
5. Interfaţa de acces nu este neapărat NX (de exemplu, poate LTE sau WiFi).
6. Se presupune că rutele sunt fixate pe perioade semnificative de timp şi pot fi comutate la Strat-2 in medii locale sau la Strat-3 în zona largă.
7. Legăturile auto-transport de trafic susţine toate interfeţele de reţea necesare, cum ar fi S1 / X2 şi BB-CI / BB-CU, astfel încât funcţionalitatea de reţea de bază poate fi menţinută pe legăturile de transport de trafic atunci când este utilizată pentru transport. Pentru implementarea distribuită eNB în care straturile superioare pot fi realizate în hardware cloud, poate fi necesar şi sprijinul altor interfeţe.

3.6.4 Vizualizare unificată a accesului şi transportului de trafic

[0896] Pentru a obţine o integrare armonizată a accesului şi a transport de trafic, este de dorit o viziune unificată a legăturilor de acces (între UE şi AN) şi legăturile de transport de trafic (între AN-urile vecine). Aşa cum este ilustrat în Figura 112, o staţie de bază auto-transport de trafic sau AN serveşte nu numai propriile Echipamente UE alocate, denumite aici drept UE normale sau doar Echipamente UE, în vecinătatea sa ca staţie de bază, dar şi nodurile de acces învecinate ca releu la rutele de date către şi dinspre reţeaua de bază. Fiecare AN auto-transportul de trafic poate fi considerat ca o combinaţie între un AN virtual şi un echipament UE virtuală poziţionată exact în aceeaşi locaţie fizică. Un nod de agregare (AgN) serveşte ca un nod rădăcină particular, într-o astfel de reţea de AN-uri care are o conexiune de transport de trafic fixă (cu fir), unde tot traficul de date provine de la şi se termină la. Cu acest punct de capăt, fiecare legătură de transport de trafic poate fi tratată ca o legătură de acces între un echipament UE virtuală a unui AN în aval şi o AN virtuală a unui AN în amonte. Întreaga reţea multi-salt poate fi văzută astfel ca o reţea celulară tradiţională, având doar legături de acces cu un singur salt între AN-urile (virtuale sau normale) şi Echipamente UE. Atât legăturile de transport de trafic, cât şi legătură-urile de acces pot fi tratate in aceeaşi manieră şi orice canale de control şi semnale de referinţă definite pentru legătură-urile de acces pot fi reutilizate în legăturile de transport de trafic. Cu toate acestea, aşa cum s-a discutat mai târziu în subsecţiunea pentru selectarea rutei, designul NX are nevoie de funcţionalitate care stabileşte un tabel de rutare la fiecare AN-transport de trafic auto. Acest lucru poate fi obţinut de

exemplu cu ajutorul unui strat de protocol, cum ar fi RLC sau printr-o componentă de adaptare a stratului 3, cum ar fi PDCP.

[0897] Figura 112 ilustrează o perspectivă de co-locaţie a dispozitivului pentru nodurile de acces auto-refulare.

3.6.5 Multi-antene pentru transportul traficului

[0898] Capacitatea ridicată şi eficienţa spectrală sunt importante pentru transportul de trafic în acelaşi mod ca şi accesul. Tehnologii cu mai multe antene precum MIMO şi diversitatea spaţială, care în modul tradiţional au fost adoptate în accesul radio, au fost, de asemenea, adoptate pentru a creşte eficienţa spectrală şi fiabilitatea în sistemele dedicate de transport de trafic fără fir. Diversitatea antenelor este disponibilă în comerţ, iar LOS MIMO devine comercial în transportul de trafic punct-la-punct cu microunde (MINI-LEGĂTURĂ). Deplasările viitoare şi mai flexibile în reţelele eterogene fac, de asemenea, transformarea fasciculului sau direcţionarea fasciculului, caracteristici dezirabile interesante în transport de trafica fără fir. Formarea fasciculului are avantajul dublu de a îmbunătăţi puterea semnalului recepţionat, reducând în acelaşi timp cantitatea de interferenţă la alţi utilizatori prin limitarea transmisiilor către direcţii de dorit.

[0899] Conceptele cu mai multe antene dezvoltate pentru NX, din motivele de mai sus, asigură o acoperire sporită, fiabilitate, eficienţă spectrală şi capacitate pentru cazurile de utilizare cu auto-transportul de trafic.

[0900] Spre deosebire de o legătură de acces, un caz tipic de folosire automată are un nod de acces la fiecare capăt al unei legături, ceea ce face posibilă existenţa unor sisteme de antenă mai avansate în ambele capete. Acest lucru se deschide pentru posibilităţile de a utiliza SU-MIMO de ordin superior pentru a creşte eficienţa spectrală şi/sau fiabilitatea. În unele cazuri de utilizare, de exemplu, transportul de trafic cu celule mici, MU-MIMO poate fi folosită în mod avantajos. Într-o implementare de auto-transportul de trafic în bandă, MU-MIMO poate fi, de asemenea, aplicat pe transport de trafic multiplex şi acces la trafic prin aceleaşi resurse. MU-MIMO combinat cu transmisie multistrat la fiecare nod de acces auto-refăcut poate avea, de asemenea, potenţial.

[0901] Performanţa schemelor cu mai multe antene depinde de calitatea CSI utilizată pentru proiectarea transmisiei/recepţiei. Dacă staţiile de bază radio sunt fixe şi canalul are o durată de coerenţă mai lungă, atunci există şi o posibilitate mai bună de a achiziţiona CSI de înaltă calitate pentru a proiecta scheme de transmisie / recepţie de mai multe antene mai puternice. Contaminarea pilotă în MIMO masivă bazată pe reciprocitate devine, de asemenea, mai puţin o problemă dacă respectivul canal nu trebuie să fie re-instruit atat de des. Tehnicile multi-antene bazate pe reciprocitate în NX se bazează pe măsurători de legături ascendente pentru a proiecta transmisii de legături descendente pentru a reduce sau a elimina nevoia de feedback CSI. Cu toate acestea, dacă respectivul canal este mai mult sau mai puţin static, în cazul în care ar putea fi în unele scenarii de transport de trafic, atunci poate fi posibil să se ia în considerare şi FDD, întrucât asocierea aeriană datorită feedback-ului CSI devine mai mică dacă respectivul canal nu trebuie să fie instruit, adesea mulţumind mult mai mult timpi de coerenţă. Reciprocitatea este mai uşor de exploatat cu spectru nepereche, dar poate fi obţinută şi folosind tehnici statistice pentru spectrul împerecheat. (De exemplu, estimarea covarianţei poate fi utilizată pentru a determina modulele proprii dominante pentru canalul care are o durată de viaţă rezonabilă; aceste tehnici pot îmbunătăţi valorile SNR ale receptorului fără a avea nevoie de informaţii instantanee despre canal.) În plus, devine mult mai uşor să se configureze o legătură şi să identificaţi fasciculele bune dintr-un sistem bazat pe fascicul atunci când canalul are un timp de coerenţă lung şi locaţiile nodurilor ar putea fi chiar cunoscute. Aplicaţiile de refacere statică prezintă avantaje clare ceea ce face posibilă exemplificarea întregului potenţial al sistemelor cu mai multe antene.

[0902] Auto-transportul de trafic în NX ar trebui să susţină atât operaţiunea în bandă, cât şi în afara benzii, care poate impune cerinţe asupra sistemului de antenă utilizat pentru refacere. De exemplu, dacă există o diferenţă mare de frecvenţă a sub-purtătoarelor între legăturile de acces şi transport de trafic intr-o soluţie extra-band, atunci este evident că este necesar să folosiţi sisteme de antenă separate pentru acces şi transport de trafic care sunt adaptate la frecvenţa respectivă. Acelaşi sistem de antenă poate fi utilizat într-o soluţie în bandă atât pentru legăturile de acces cât şi pentru transport de trafic. Cu toate acestea, utilizarea aceluiaşi sistem de antenă are implicaţii asupra zonei de acoperire a retragerii, deoarece toate legăturile de transport de trafic trebuie să se afle în aceeaşi zonă de acoperire ca şi legăturile de acces, care nu ar putea fi întotdeauna cazul. Dacă se doreşte zone de acoperire diferite pentru transport de trafic şi acces, atunci sistemele de antenă separate ar trebui să fie luate în considerare, de asemenea, pentru carcasa în bandă. În funcţie de cerinţele de transport de trafic, un sistem de antenă separat poate fi de asemenea de dorit pentru a obţine un buget suficient de bun pentru conexiunea transport de trafic.

3.6.6 Arhitectura protocolului

[0903] O problemă importantă este arhitectura de protocol pentru auto-transportul de trafic. Din punct de vedere al arhitecturii pur protocolare, există trei abordări alternative principale:
Releu L2
Releu L2 (conform releului LTE)
Releu L3 (conform conceptului WHALE)
[0904] Prezentul proiect se concentrează asupra arhitecturii descrise în Figura 113 şi Figura 114 (releul L2).
3.6.6.1 Releu L2

[0905] Figurile 113 şi Figura 114 prezintă, respectiv, arhitecturile de protocol ale planului de utilizator şi ale planului de control pentru auto-transport de trafic multi-salt, unde fiecare AN de auto-transport de trafic este tratat ca un releu L2. În această arhitectură, fiecare AN de auto--transport de trafic serveşte în esenţă ca un proxy L2 al UE în aval (virtual sau normal) spre AN-ul său din amonte.
[0906] Abordarea releului L2 poate fi combinată cu ARQ multi-salt, aşa cum este discutat mai detaliat în secţiunile 2.2.8.4 şi 2.2.8.5.

3.6.6.2 Releu L2 (conform releului LTE)

[0907] În mod alternativ, Figura 115 şi Figura 116 prezintă arhitecturile de protocol adoptate prin conceptul releului LTE, pentru o releu unică, pentru planul utilizatorului şi respectiv pentru planul de control. Cu această arhitectură, un AN-transport de trafic corespunde unui releu LTE, iar un nod de agregare corespunde unui eNB donator LTE. Cu această arhitectură, un AN cu auto-transportul de trafic poate fi privit ca esenţial care serveşte ca un proxy al AN-ului in amonte faţă de UE în aval (virtuală sau normală). Drept urmare, legăturile de transport de trafic trebuie să poarte semnale S1 / X2 / OAM cu cerinţe strânse asociate privind disponibilitatea şi latenţa. Nu este clar dacă această arhitectură poate fi extinsă la cazurile cu mai multe (două sau mai multe) salturi şi, în caz afirmativ, care sunt avantajele acestei arhitecturi în comparaţie cu cea descrisă în Figura 113 şi Figura 114.

3.6.6.3 Releu L3

[0908] O a treia abordare constă în implementarea unei reţele de transport subiacente separate folosind tehnologia fără fir (cum ar fi NX). Această arhitectură poate fi descrisă ca un strat de aplicaţie fără fir în partea de sus a unui strat de transport de trafic fără fir de bază. În Figura 117, este ilustrată o arhitectură la nivel înalt pentru această alternativă. Chiar dacă figura ilustrează doar un singur salt in stratul de transport de trafic, acesta poate fi extins la mai multe salturi, incluzand releul L2 ca parte a stratului de transport de trafic, de exemplu, aşa cum este descris mai sus în secţiunile 3.6.6.1 sau 3.6.6.2.
[0909] Deoarece stratul de aplicaţie interfaţă transport de trafic fără fir pe stratul IP, această alternativă poate fi descrisă şi ca "releu L3", De notat că nodurile de reţea de bază ale utilizatorului utilizate de stratul de aplicaţie sunt de obicei aceleaşi cu cele pentru stratul de transport de trafic, de exemplu folosind resurselor nodurilor din planul utilizatorului reţelei principale.
[0910] O caracteristică importantă a acestei alternative este aceea că transport de trafic fără fir este acces-agnostic - fără firul de bază este o reţea de transport generică care poate fi partajată de mai multe aplicaţii de reţea fără fir (diferite tipuri de noduri de acces).

3.6.7 Selectarea traseului

[0911] Pentru a transporta fără fir informaţii de la un nod de agregare, care se presupune că are o conexiune prin cablu la reţeaua de bază, la un echipament UE (normală) sau invers, printr-o reţea de AN-uri cu auto-transport de trafic, fiecare AN pentru a şti unde să redirecţionaţi un PDU NX recepţionat în următorul salt pentru fiecare UE (normală) şi pentru cel puţin un nod de agregare. Prin urmare, fiecare AN care revizuieşte automat ar trebui să menţină un tabel de rutare care să conţină astfel de informaţii şi context de rute de urmat pentru toate UE (normale) înregistrate. Deoarece mediul fără fir se poate schimba în timp, acest tabel de rutare trebuie să fie actualizat periodic la fiecare AN-transport de trafic, deşi relativ rar. Aceste tabele de rutare determină colectiv o rută între fiecare (normal) UE şi un nod de agregare. În cele ce urmează, sunt

considerate pentru NX mai multe opţiuni pentru stabilirea acestor tabele de rutare şi rutele asociate.

3.6.7.1 Rutare predeterminată, fixă

[0912] Tabelul de rutare (şi rutele asociate) sunt predeterminate în timpul desfăşurării şi nu se schimbă în timp. În acest caz, nu trebuie implementată nicio funcţionalitate de rutare periodică în reţea. Se presupune că fiecare UE virtuală a unui AN cu auto-transportul de trafic este ataşată la cel puţin o AN virtuală fixă a altui AN sau a unui nod de agregare.

3.6.7.2 Rutarea implicită prin selectarea nodului de deservire

[0913] Având în vedere vizualizarea unificată a legăturilor de acces şi transportul de trafic descrise în secţiunea 3.6.4, selectarea rutei poate fi realizată implicit prin aplicarea mecanismului tradiţional de selectare a nodului de deservire pe UE virtual al fiecărui AN-transport de trafic. Restrângând faptul că AN-ul virtual al fiecărui AN-transport de trafic poate fi activat numai după ce o conexiune cu reţeaua de bază este stabilită de UE virtuală a nodului de auto-transportul de trafic prin alte AN-uri sau auto-transportul de trafic noduri, o arbore topologie a rutelor înrădăcinată la reţeaua de bază poate fi stabilită pentru toate AN-urile de auto-transportul de trafic. Prin urmare, se poate stabili o tabelă de rutare la fiecare AN auto-transport de trafic prin inaintarea identităţilor AN-urilor descendente către AN-ul din amonte in arborele de rute. Un canal de control logic ar trebui să fie disponibil în NX, pentru a transmite aceste identităţi AN sau alte informaţii de rutare in general.

[0914] Avantajul unei astfel de rutări implicite prin selecţia nodului de deservire este că nu este necesară nicio funcţie de rutare explicită şi soluţiile de mobilitate dezvoltate pentru NX pot fi reutilizate în scopuri de rutare. Atunci când starea canalului dintre un echipament UE virtuală şi o AN virtuală se modifică, din cauza schimbării mediului sau a mobilităţii AN-urilor, UE virtuală ar trebui să predea către o nouă AN virtuală corespunzătoare unei alte AN-transport de trafic şi, ca urmare, , rutele tuturor AN-urilor descendente ale UE virtuale se vor schimba în consecinţă. Un dezavantaj al rutei implicite este că selecţia fiecărei legături din arborele de traseu se bazează exclusiv pe condiţiile canalului local (pentru transfer), fără a ţine cont de impactul selecţiei asupra debitului fiecărei rute.

3.6.7.3 Rutare explicită

[0915] Pentru a optimiza debitul şi latenţa conexiunilor cu auto-transport de trafic, selecţia rutei ar trebui să ţină cont în mod ideal atât de interferenţa generată de legăturile vecine care constituie ruta (interferenţă intra-rută), cât şi de interferenţa generată de legăturile care constituie celelalte rute. (interferenţe între rute). O astfel de rutare conştientă de interferenţe poate fi realizată doar printr-o funcţie de rutare explicită şi dinamică. Funcţia de rutare explicită poate fi implementată în mod centralizat sau distribuit.

[0916] Intr-o funcţie de rutare centralizată (explicită), toate deciziile de rutare şi alocare a resurselor sunt luate de un singur nod central (de exemplu, un nod de agregare) care se presupune că are acces la toate stările de canal relevante sau informaţii de distribuţie despre toate nodurile şi legăturile din reţea. Implementarea centralizată permite utilizarea soluţiilor de rutare care conştientizează interferenţele, dar şi soluţiile de rutare bazate pe codarea reţelei eficiente din punct de vedere energetic. O astfel de soluţie are, prin urmare, potenţialul de a conduce la cea mai bună selecţie globală a rutelor şi alocărilor de resurse radio. Cu toate acestea, necesită o cantitate semnificativă de supraîncărcare pentru a transmite periodic toate informaţiile canalului către nodul central peste anumite canale de control logic capăt la capăt.

[0917] În rutarea distribuită, funcţia de rutare (explicită) este pusă în aplicare în mod colectiv de către toate AN-urile cu auto-transportul de trafic. Fiecare nod ia decizii individuale cu privire la unde să trimită un pachet pentru a ajunge la un nod ţintă bazat pe măsurători de canale locale şi schimburi locale de informaţii de rutare cu vecinii săi. Colectiv, setul de decizii luate de toate nodurile formează traseul (rutele) selectat (e) şi resursele alocate în reţea. Un avantaj al rutării distribuite este că funcţia de rutare se scalează bine cu dimensiunea reţelei. O provocare constă în crearea canalelor de control necesare pentru a facilita schimbul de informaţii de rutare între AN-urile vecine.

[0918] Proiectarea NX susţine iniţial primele două soluţii de rutare de bază, şi anume, rutarea fixă şi rutarea implicită, deschizând în acelaşi timp calea pentru evoluţie către soluţii de rutare explicite mai sofistice in viitor.

3.6.7.4 Codificarea reţelei cu strat fizic

[0919] Spre deosebire de reţelele cu fir, rutele care transportă trafic diferit provoacă interferenţe reciproce nedorite în reţelele fără fir. Acest lucru limitează fundamental performanţa de rutare, deoarece soluţia de rutare a fost iniţial destinată reţelelor cu fir cu conexiuni izolate şi nu poate fi extinsă cu uşurinţă pentru a face faţă interferenţelor în reţelele fără fir. Schemele de codare a reţelei cu strat fizic (PLNC) pot fi utilizate pentru comunicaţii multi-salt în reţele fără fir. Acestea au capacitatea de a exploata caracteristicile de difuzare ale mediului fără fir, de a trata interferenţa ca semnale utile şi de a difuza date pe mai multe rute care apar în mod natural într-un mediu fără fir. Schemele PLNC pot fi, de asemenea, integrate cu paradigma de rutare, aplicand schemele PLNC pe rutele care interferează reciproc între ele.

[0920] Figura 118 ilustrează rutarea vs. PLNC. Partea din stânga a figurii prezintă rutarea a două pachete pe două rute separate. Fiecare nod releu primeşte un amestec din cele două pachete şi trebuie să reconstruiască pachetul dorit. Prin urmare, pachetele creează interferenţe reciproce la relee. Partea din dreapta a figurii prezintă abordarea PLNC: ambele noduri releu înaintează amestecul recepţionat de pachete. Niciunul dintre pachete nu este privit ca o interferenţă la relee.

[0921] Există o serie de scheme PLNC diferite, dar cele mai promiţătoare sunt calculează-şi-transmite mai departe (CF) şi codificarea reţelei cu zgomot, la care se mai face referire uneori şi la cuantizează-mapează-şi transmite mai departe (QMF). Există două idei importante în spatele acestor scheme cărora le lipseşte rutarea. În primul rând, un releu AN nu trebuie să decodeze fiecare pachet de date pe care doreşte să îl înainteze. Întrucât decodarea într-un canal fără fir este dificilă datorită decolorării, zgomotului, interferenţei şi puterii limitate recepţionate, relaxarea constrângerii de decodare creşte performanţa reţelei. În schimb, releul poate trimite informaţii cuantizate despre pachetul recepţionat. Acest lucru permite oricărui nod (chiar dacă nu poate decoda) să transmită date către destinaţie, ceea ce la rândul său creşte robusteţea şi flexibilitatea reţelei. Principala diferenţă între CF şi QMF constă în modul în care se produc astfel de informaţii cuantizate.

[0922] În al doilea rând, un releu AN poate trimite simultan informaţii recepţionate de la mulţi transmiţători. De exemplu, releul care primeşte o combinaţie de mai multe pachete care se însumează în aer poate transmite acea combinaţie de pachete. Nodul de destinaţie primeşte în timp util mai multe combinaţii diferite de pachete de la relee şi rezolvă pachetele individuale prin metode algebrice liniare. O astfel de transmitere simultană a mai multor pachete duce la o utilizare mai eficientă a lăţimii de bandă. Aceeaşi idee, care este prezentă şi în codificarea reţelei tradiţionale, este ilustrată în Figura 118. În rutare, pachetele trimise prin diferite rute intervin reciproc. În abordarea PLNC, acestea sunt privite ca informaţii utile la fiecare transmisie AN.

3.6.8 Retransmisie multi-salt

[0923] Cazurile importante de auto-transport de trafic, cum ar fi transport de trafic cu celule mici şi implementarea bazată pe evenimente impun noi cerinţe pe stiva de protocoale, care sunt de dorit să ofere suport pentru comunicaţiile multi-salt. Arhitecturi diferite de protocol L2 au ca rezultat opţiuni de proiectare diferite pentru funcţionalităţi L2, cum ar fi ARQ, în ceea ce priveşte comunicaţiile multi-salt.

[0924] Pentru releul LTE, releul preia roluri duale. Apare ca staţie de bază obişnuită la propria UE şi ca UE obişnuită la propria staţie de bază, reutilizând complet interfaţa radio LTE cu protocoalele şi procedurile sale. În esenţă, aceleaşi protocoale radio sunt reutilizate pe transport de trafic, cu excepţia anumitor adăugări de protocol de plan de control. Acest lucru este în mare măsură în concordanţă cu vederea unificată a accesului şi retragerii descrise în secţiunea 3.6.4. Cu toate acestea, protocolul ARQ cu două straturi LTE, adică RLC ARQ şi MAC HARQ, este conceput iniţial doar pentru comunicarea cu un singur salt şi nu poate fi extins direct pentru a sprijini comunicarea multi-salt.

[0925] Practic, există mai multe opţiuni pentru proiectarea arhitecturii protocolului ARQ multi-salt. Cea mai simplă modalitate este că fiecare salt funcţionează în mod independent ARQ şi HARQ la fel ca singurul LTE, care totuşi nu poate suporta fiabilitatea capăt la capăt. În mod alternativ, fiecare salt poate avea HARQ independent, dar pentru nodul final (BS şi UE), se adaugă un RLC ARQ pentru a asigura fiabilitatea capăt la capăt. O altă opţiune este aceea că un ARQ comun poate fi introdus pe mai multe salturi, folosind releul-ARQ. Aici, cronometrele şi manipularea ARQ sunt îmbunătăţite prin delegarea responsabilităţii de livrare a pachetelor în următorul salt, dar menţinând în continuare datele în memoria tampon până la recepţionarea unei confirmări de livrare la destinaţia finală, acest lucru poate îmbunătăţi eficienţa în comparaţie cu un

capăt la altul ARQ deoarece mesajele trebuie să fie retransmise doar pe legătură-ul care a eşuat. Consultaţi secţiunea 2.2.8.4 pentru mai multe detalii.

3.6.9 Evitarea auto-interferenţei

[0926] În ciuda recentelor progrese în comunicaţiile full-duplex, se preconizează că majoritatea dispozitivelor 5G viitoare (staţii de bază sau UE) vor fi capabile să comunice doar cu comunicaţii semi-duplex pe orice bandă de frecvenţă dată. Prin urmare, NX susţine astfel de dispozitive, care sunt restricţionate să nu transmită şi să primească date în acelaşi timp pe aceeaşi bandă de frecvenţă, pentru a evita auto-interferenţa. Drept urmare, în orice moment dat, pe orice bandă dată, toate AN-urile auto-retrase din reţea sunt clasificate în două grupuri distincte, una care transmite şi cealaltă recepţionatoare. Staţiile de bază sau AN-urile care se află în acelaşi grup nu pot comunica între ele pe aceeaşi bandă. Prin urmare, este de dorit un mecanism de alocare a resurselor radio compatibile la nodurile AN vecine.

3.6.9.1 Alocarea resurselor limitată pe semi-duplex

[0927] Presupunând o topologie arbore a rutelor, se poate folosi o schemă simplă de alocare a resurselor radio pentru a se asigura că un AN în amonte poate comunica cu un AN in aval. In această schemă, o AN în amonte are întotdeauna prioritate asupra unei AN în aval în decizia privind utilizarea resurselor radio pentru a comunica intre ele. Mai exact, pornind de la nodul rădăcină (de exemplu, un nod de agregare) al unui arbore de rută, un AN în amonte primeşte periodic de la un AN în aval informaţiile sale de ocupare a memoriei tampon, împreună cu informaţiile tipice de calitate a canalului. Pe baza informaţiilor de calitate a memoriei tampon şi a canalului recepţionate, AN-ul din amonte determină ce resursă radio (de exemplu, fantele orare) este utilizată pentru a transmite date sau a primi date din AN în aval şi semnalează astfel de informaţii privind alocarea resurselor către AN-ul din aval. La recepţionarea unor astfel de informaţii de alocare a resurselor de la AN-ul său din amonte şi informaţiile despre ocupaţia tampon pentru AN-ul propriu in aval, AN-ul în aval apoi alocă părţi din resursele rămase pentru a transmite date şi a primi date de la AN-ul propriu în lungul ramurii arborelui . Procesul continuă până când sunt atinse toate frunzele arborelui traseului.

[0928] Deşi această schemă de alocare a resurselor nu este în niciun caz optimă, aceasta oferă o metodă simplă şi eficientă pentru a face faţă constrangerii semi-duplex. Cu toate acestea, pentru a realiza o astfel de schemă, programele de alocare a resurselor în rândul AN-urilor vecine de-a lungul unei ramuri de copaci ar trebui compensate corespunzător. De asemenea, poate fi necesar să fie definit un nou canal de control logic pentru a transmite informaţii despre ocupaţia memoriei tampon de la un AN in aval la un AN in amonte.

3.6.9.2 Decalaje ale semnalului de referinţă

[0929] Limitarea semi-duplex impune, de asemenea, restricţii cu privire la sincronizarea transmisiei semnalelor de referinţă în rândul nodurilor AN vecine cu auto-transport de trafic. De exemplu, pentru a menţine sincronizarea timp-frecvenţă între nodurile AN cu auto-transport de trafic de-a lungul unei rute sau pentru a efectua re-instruirea direcţiilor de transmisie şi recepţie, atunci când este necesar, fiecare AN ar trebui să poată asculta semnalul de referinţă transmis de sale în amonte AN. Aceasta implică faptul că un astfel de semnal de referinţă nu poate fi transmis simultan de la nodurile AN vecine. O soluţie este de a compensa calendarul sub-cadru al nodurilor AN vecine cu un multiplu intreg al perioadei de sub-cadru pentru a permite eşalonarea semnalelor de referinţă de la diferite AN-uri. Similar cu soluţia de alocare a resurselor descrisă mai sus, un AN in amonte de-a lungul unei rute poate avea din nou prioritate in selectarea decalajelor de sincronizare a sub-cadrului şi informează AN-ul său descendent, care apoi selectează propriul decalaj de sincronizare în timp şi propagă decalajele de-a lungul rutei.

3.6.9.3 Impactul intarzierii de propagare

[0930] Datorită diferenţelor de întârziere de propagare, diferite Echipamente UE îşi termină recepţia pe legătura descendentă respectivă şi, astfel, pot începe transmisia pe legătura ascendentă, la o dată diferită. Nevoia de a transmite în funcţie de diferitele avansuri de sincronizare pentru a alinia sincronizarea la receptor creşte în continuare problema. Este posibil să fie necesară introducerea unei perioade de protecţie la tranziţia transmisiei descendente şi a legăturii ascendentă pentru a permite UE să treacă de la recepţie la transmisie. În mod alternativ, se poate

prelungi, de asemenea, prefixul ciclic al primului interval de timp pe legătură ascendentă, după trecerea de la transmisiile al legăturii descendente.

3.7 Integrarea strânsă a evoluţiei NX şi LTE

[0931] NX este proiectat astfel încât să beneficieze de coordonarea cu LTE - cel puţin atunci când ambele sunt implementate în aceeaşi reţea a operatorului. O soluţie rezistentă în viitor pentru integrarea strânsă a LTE şi NX este o caracteristică importantă încă de la prima lansare, dar şi pe termen lung.

[0932] Realizarea unei integrări strânse este abordată prin a permite conectivitatea perfectă la LTE şi NX pentru un anumit UE. În acest capitol sunt prezentate diferite soluţii de arhitectură. În secţiunea 3.7.3 este descrisă o integrare la nivel RAN cu integrarea stratului RRC / PDCP pentru LTE şi NX. De asemenea, sunt evidenţiate provocările asociate unei integrări la nivel MAC (care ar permite agregarea operatorilor multi-RAT).

[0933] Secţiunea 3.7.1 conţine câteva motivaţii generale pentru integrarea strânsă a LTE-NX. Secţiunea 3.7.2 prezintă potenţialele scenarii de reţea în care o integrare strânsă este relevantă, urmată de consideraţiile dispozitivului în ceea ce priveşte capabilităţile multi-radio. În secţiunea 3.7.3, sunt descrise diferite soluţii de protocol pentru integrarea strânsă. În secţiunea 3.7.4, sunt prezentate diferite caracteristici multi-conectivitate, cum ar fi diversitatea RRC şi agregarea planului de utilizator. Aspectele OAM ale integrării strânse LTE-NX nu sunt acoperite.

3.7.1 Motivaţie

[0934] Integrarea strânsă îndeplineşte cerinţele utilizatorului 5G, cum ar fi rate de date foarte mari prin agregarea planului utilizatorului sau ultra-fiabilitatea prin diversitatea planului de utilizator sau a planului de control. Agregarea planului de utilizator este deosebit de eficientă dacă NX şi LTE oferă un debit similar pentru un anumit utilizator, astfel incat agregarea poate dubla aproximativ volumul. Apariţia acestor cazuri va depinde de spectrul alocat, acoperirea şi încărcarea celor două accesări. Ultra-fiabilitatea poate fi obligatorie pentru unele aplicaţii critice pentru care fiabilitatea şi latenţa scăzută sunt esenţiale pentru a fi menţinute.

[0935] Pe lângă acestea, merită menţionat faptul că integrarea strânsă oferă, de asemenea, îmbunătăţiri la caracteristicile multi-RAT existente (cum ar fi echilibrarea sarcinii şi continuitatea serviciului), datorită unei integrări la nivel RAN transparentă pentru CN (mai puţin semnalizare). Continuitatea serviciilor, în particular, este foarte de dorit pentru implementările timpurii, deoarece se poate aştepta ca implementările timpurii NX să includă insule cu o acoperire mai largă LTE.

[0936] Următoarele aspecte se concentrează asupra caracteristicilor care motivează suportul pentru conectivitate multiplu, pentru care integrarea strânsă LTE este o soluţie, pentru a asigura continuitatea serviciului.

3.7.1.1 Condiţii dificile de propagare a NX în benzile de înaltă frecvenţă

[0937] În comparaţie cu benzile de frecvenţă actuale alocate LTE, există condiţii de propagare mult mai dificile în benzile superioare, cum ar fi pierderea de traseu în spaţiului liber mai mare, difracţia mai mică şi pierderi mai mari de penetrare în exterior / interior, ceea ce înseamnă că semnalele au o capacitate mai mică de a se propaga în jurul colţurilor şi să penetreze pereţii. În plus, atenuarea atmosferică / ploaie şi pierderile mai mari ale corpului ar putea contribui, de asemenea, la o acoperire a noii interfeţe de aer 5G. Figura 119 prezintă un exemplu de variaţii medii SINR pe o rută UE într-o desfăşurare urbană care foloseşte o grilă de fascicule cu o gamă largă de 15 GHz, comparând în orice moment alegerea optimă a fasciculului de deservire cu comutarea optimă a fasciculului întârziată cu 10 ms. Traseul demonstrează câteva scufundări mai profunde care indică o deteriorare bruscă a fasciculului de deservire SINR din cauza umbririi, de exemplu, în situaţiile „din preajma colţului". Fasciculul de deservire SIR poate scădea cu peste 20 dB in 5-10 ms. Astfel de picături ocazionale sunt inevitabile la peste 10 GHz şi trebuie manipulate perfect - fie prin comutarea rapidă a fasciculului, vezi secţiunea 3.5, fie bazându-se pe o formă de multi-conectivitate până când conectivitatea a fost restabilită. Aceasta din urmă este o motivaţie puternică pentru o integrare strânsă LTE / NX, de exemplu, pentru a oferi continuitatea serviciului.

3.7.1.2 Utilizarea masivă a formării fasciculului

[0938] Formarea fasciculului, unde mai multe elemente de antenă sunt utilizate pentru a forma fascicule înguste pentru a concentra energia, este un instrument eficient pentru îmbunătăţirea atât a

ratelor de date cât şi a capabilităţii. Utilizarea sa extinsă, în particular la nivelul reţelei, este o parte importantă a accesului fără fir de înaltă frecvenţă pentru a depăşi provocările de propagare; vezi secţiunea 3.4. Pe de altă parte, fiabilitatea unui sistem care utilizează formarea de fascicul cu câştig mare şi funcţionează în frecvenţe mai mari este dificilă, datorită directivităţii şi selectivităţii ridicate a tablelor antene mari. Astfel, acoperirea ar putea fi mai sensibilă atât la variaţiile de timp, cât şi de spaţiu.

3.7.2 Scenarii de reţea şi dispozitive

3.7.2.1 Scenarii de reţea

[0939] Scenariile de reţea pentru LTE şi NX pot fi foarte diverse în ceea ce priveşte acoperirea şi co-locaţia. În ceea ce priveşte implementările, LTE şi NX pot fi co-localizate (in cazul in care banda de bază este implementată în acelaşi nod fizic) sau ne-localizate (unde banda de bază este implementată în noduri fizice separate cu transport de trafic non-ideal).
[0940] În ceea ce priveşte acoperirea, LTE şi NX pot avea în esenţă aceeaşi acoperire, de exemplu, intr-o situaţie în care LTE şi NX sunt desfăşurate co-localizate şi funcţionează într-un spectru similar. Aceasta se referă, de asemenea, la cazul în care NX poate avea o acoperire mai bună decât LTE, datorită utilizării formatului de fascicul cu câştig mare. În mod alternativ, NX poate fi implementat intr-o bandă de înaltă frecvenţă, ceea ce ar duce la o acoperire NX mai spottieră. Diferitele opţiuni sunt rezumate în Figura 120.

3.7.2.2 Scenarii UE

[0941] Scenariile UE sunt prezentate aici, deoarece anumite tipuri de UE pot fi limitate in tipul de soluţii de integrare strânse pe care le susţine. Caracteristic diferitelor tipuri UE este numărul lanţurilor de receptoare. Este de aşteptat ca în intervalul de timp 5G să existe UE cu radio dual, unde fiecare radio are atât receptor, cât şi transmiţător (RX / TX) şi că acestea pot fi operate simultan. Astfel de echipamente UE vor putea fi conectate complet la LTE şi NX în acelaşi timp, fără a necesita operarea de divizare a timpului pe straturile inferioare. Dintr-un punct de specificaţie, integrarea strânsă este cel mai uşor de specificat pentru acest tip UE, în cele ce urmează, denumite UE tip 1. Cu toate acestea, din punct de vedere al implementării, două lanţuri de transmiţător (legătură ascendentă), care operează simultan, introduc noi provocări, inclusiv necesitatea de a împărţi puterea TX limitată în cele două TX-uri, precum şi probleme de intermodulare ar putea interzice dublarea TX TX in anumite cazuri. Astfel, vor exista şi UE cu dual RX, dar TX single, deoarece acestea sunt mai uşor de implementat, iar acestea sunt denumite UE de tip # 2. În cele din urmă, vor exista echipamente UE unice radio cu cost redus, adecvate pentru ambele interfeţe aeriene, dar numai unul la un moment dat, denumit aici UE 3. Focalizarea principală a fost pe UE de tip 1 şi de tip 2, deoarece Echipamente UE de tip 3 nu pot beneficia atât de mult pe caracteristicile activate de integrarea strânsă. Tipurile UE sunt evidenţiate în Figura 121.

3.7.3 Arhitectură RAN care susţine o integrare strânsă

[0942] Pentru a realiza integrarea strânsă a LTE şi NX, este introdus conceptul de „strat de integrare". O entitate de protocol a stratului de integrare (multi-RAT) interacţionează cu protocoalele RAT specifice stratului inferior (respectiv pentru NX şi, respectiv, pentru LTE). Arhitectura NX este descrisă în secţiunea 3. În cele ce urmează, prezentăm un rezumat al analizei pro şi contra pentru fiecare alternativă de strat de integrare.

3.7.3.1 Integrare strat MAC

[0943] Utilizarea MAC ca strat de integrare înseamnă că straturile de mai sus ar fi comune LTE şi NX, aşa cum se prezintă în Figura 122. Avantajul principal al integrării cu strat redus este potenţialul unor funcţii de coordonare inter-RAT mult mai stranse, cum ar fi multi-RAT rapid/comutare multi-legătură şi planificare încrucişată RAT la stratul fizic. Integrarea la nivel MAC ar permite o agregare a purtătoarelor ca operarea între LTE şi NX, permiţând o distribuţie foarte dinamică a traficului chiar şi pentru fluxurile de scurtă durată. De exemplu, retransmisiile RLC pot fi planificate pe orice acces, permiţând recuperarea rapidă dacă un acces nu reuşeşte. Pe de altă parte, reordonarea pachetelor recepţionate prin diferite accesuri ar fi necesară fie pe MAC, fie pe stratul RLC, ceea ce ar intarzia retransmisiile RLC. In prezent, temporizatorul de reordonare

LTE RLC poate fi reglat destul de precis datorită întârzierilor HARQ deterministe ale stratului MAC, iar acest lucru nu ar mai fi cazul pentru intarzierile de reordonare mai imprevizibile, care depind de calitatea legăturilor şi deciziile de planificare ale respectivelor legătură-uri.

[0944] Un alt beneficiu al integrării stratului MAC este că poate suporta configuraţii UL şi DL asimetrice. Acoperirea slabă a UL NX ar putea fi un singur driver pentru astfel de soluţii şi ar permite utilizarea spectrului disponibil NX DL în combinaţie cu LTE UL atunci când există o acoperire slabă a UL NX (în particular pentru frecvenţe mai înalte) ar putea fi un motivator puternic care să permită integrarea nivelului MAC. Totuşi, acest lucru ar necesita transportarea informaţiilor de control a stratului fizic NX pe canalele LTE pe legătura ascendentă. În afară de amestecarea specificaţiilor NX în specificaţiile stratului fizic LTE, acest lucru s-ar dovedi probabil destul de complex datorită numerologiei diferite şi a timpilor de întoarcere a LTE şi NX. De exemplu, HARQ de oprire şi aşteptare eşalonată din LTE foloseşte o sincronizare fixă, în timp ce ţinta pentru NX este de a susţine variaţii de timp pentru a sprijini implementări mai flexibile în ceea ce priveşte locaţia benzii de bază.

[0945] Acelaşi argument se aplică programării încrucişate între LTE şi NX. Aceasta ar determina dependenţe puternice în specificaţii şi ar limita posibilităţile de optimizare a straturilor fizice ale fiecărui acces. Actualul concept al NX intern este că operaţiunile MAC pentru NX ar diferi destul de mult de operaţiunile LTE, complicând agregarea operatorului de transport ca Planificarea Echipamentelor UEpentru LTE + NX. Prin urmare, dacă acoperirea UL se dovedeşte a limita sever acoperirea NX, o soluţie cu o purtătoare NX DL care funcţionează în frecvenţă înaltă ar putea fi combinată cu o purtătoare NX UL care funcţionează în frecvenţă joasă, eventual multiplexat cu o purtătoare LTE UL folosind tehnici similare ca pentru NB-IOT.

3.7.3.2 Integrare strat RLC

[0946] Integrarea stratului RLC permite optimizarea independentă a MAC şi a stratului fizic al fiecărui acces, dar totuşi permite maparea dinamică a transmisiilor RLC şi a retransmisiilor pe diferite accesuri; vezi Figura 123. Cu toate acestea, în ceea ce priveşte integrarea la nivel MAC, cronometrul de reordonare a RLC ar trebui să fie mărit pentru a acoperi reordonarea, din cauza timpilor de livrare a pachetelor diferite ale straturilor inferioare, ceea ce ar incetini retransmisiile RLC. În condiţii normale, retransmisiile RLC sunt rare, la fel este şi avantajul de a putea reprograma o retransmisie RLC intre accesuri.

[0947] Interfaţa dintre RLC şi MAC este strâns conectată în LTE, unde segmentarea este realizată pe RLC şi Planificarea (practic spunând RLC dimensiunea PDU RLC solicitată) este realizată pe MAC. Diviziunea funcţională între RLC şi MAC pentru NX nu este încă setată, dar dacă se păstrează aceeaşi divizare, integrarea la nivel RLC are aceleaşi limitări ca şi integrarea la nivel MAC atunci cand vine vorba de suportul de transport de trafic.

3.7.3.3 Integrarea stratului PDCP

[0948] Funcţiile PDCP pentru planul de control sunt cifrarea / descifrarea şi protecţia integrităţii, în timp ce pentru planul utilizatorului principalele funcţii sunt cifrarea / descifrarea, comprimarea antetului şi decompresia folosind ROHC, livrarea în secvenţă, detectarea duplicatelor şi retransmisiile (utilizate la livrări). Spre deosebire de PHY, MAC şi RLC, aceste funcţii nu au restricţii de timp stricte cu termenii de sincronicitate cu straturile inferioare. Principalul beneficiu al integrării straturilor PDCP este că permite optimizarea separată a nivelurilor inferioare pentru fiecare acces. Un dezavantaj este că acest lucru poate necesita o remake destul de mare a MAC / PHY pentru NX, incluzând noi principii de numerologie şi planificare.

[0949] Integrarea stratului PDCP, ilustrată în Figura 124, susţine, de asemenea, un transport de trafic ideal şi non-ideal şi poate funcţiona atât în implementări co-localizate, cât şi non-localizate. Totuşi, unele dintre aceleaşi caracteristici de coordonare ca şi pentru integrarea nivelului inferior pot fi acceptate, vezi de exemplu, echilibrarea sarcinii, agregarea planului utilizatorului, diversitatea planului de control, planificarea coordonată RAT. Diferenţa este o granularitate mai mică în comparaţie cu integrarea mai mică a stratului. Aici accesul poate fi selectat pe PDU PDC şi retransmisiile RLC sunt specifice accesului. Una dintre caracteristicile care nu pot fi activate printr-o integrare PDCP este planificarea intre sub-purtătoare (ca în agregarea sub-purtătoarelor) în care feedback-ul unui acces ar putea fi raportat intr-un alt acces.

[0950] O constrângere cu integrarea stratului PDCP este aceea că este necesară conectarea atât pe legătura ascendentă, cât şi pe legătura descendente pentru fiecare acces, ceea ce înseamnă că configuraţiile asimetrice cu privire la UL şi DL nu sunt acceptate.

3.7.3.4 Integrare strat RRC

[0951] Integrarea strânsă LTE-NX se bazează pe integrarea stratului RRC, ilustrată în Figura 125, pentru a asigura un control comun al conectivităţii, mobilităţii, configurabilităţii şi direcţiei de trafic între LTE şi NX. Alternativele de implementare ale RRC pentru integrarea strânsă a LTE-NX sunt discutate în secţiunea 2.1.

3.7.3.5 Concluzie

[0952] In integrarea multi-RAT existentă (de exemplu, între LTE şi UTRAN), fiecare RAT are propria sa stivă de protocoale RAN şi propriile reţele de bază unde ambele reţele de bază sunt conectate prin interfeţe inter-nod. Când vine vorba de integrarea dintre NX şi LTE, au fost propuse îmbunătăţiri.

[0953] Un prim pas către această direcţie este o integrare comună a CN. În cazul în care fiecare RAT are propria sa stivă de protocoale RAN, dar reţeaua de bază (şi interfaţa CN / RAN) este comună, noi NF core 5G pot fi utilizate atât de LTE, cât şi de noua interfaţă aeriană. Acest lucru are potenţialul de a reduce întârzierile de transfer şi de a permite o mobilitate mai uniformă. Pe de altă parte, potenţialul de coordonare multi-RAT este limitat. Pe baza caracteristicilor de proiectare ale NX şi a analizelor pentru diferitele alternative pentru stratul de integrare, integrarea este plasată la straturile PDCP / RRC.

3.7.4 Caracteristici de integrare strânsă

[0954] În această secţiune este descris ce caracteristici pot fi realizate prin soluţia de integrare strânsă. Un rezumat al caracteristicilor este prezentat in Figura 126, presupunand o implementare RRC bazată pe un RRC comun, cu RRC LTE extins pentru a acoperi noi proceduri NX şi pentru a acţiona ca un fel de MeNB (vezi secţiunea 2.1).

3.7.4.1 Diversitatea planului de control

[0955] Integrarea la nivel RRC pentru LTE şi NX, aşa cum este descris în secţiunea 2.1, asigură un singur punct de control în reţea şi UE pentru semnalizarea dedicată. Pentru a îmbunătăţi robusteţea semnalizării, mesajele din acest punct pot fi duplicate în stratul de legături, cu copii ale mesajului RRC transmise prin legătură-uri separate către Echipamente UE cu radio dual (tip UE nr. 1). În arhitectura preferată, această împărţire este realizată la nivelul PDCP, astfel încât PDU-urile PDCP sunt duplicate la punctul de transmisie şi fiecare copie trimite prin legătură-ul individual către UE, iar detectarea duplicată este realizată în entitatea PDCP recepţionatoare pentru a elimina PDU-urile redundante.

[0956] Funcţia poate fi aplicată atât la transmisii pe legătura ascendentă, cât şi pe legătura descendente. În legătura descendente, reţeaua poate decide să utilizeze o legătură sau alta. Un aspect semnificativ al funcţiei este faptul că nu este necesară o semnalizare explicită pentru a comuta legătura care impune că emiţător-receptorul UE ar trebui să poată primi orice mesaj pe orice legătură. Avantajul principal al acestei caracteristici este de a oferi o fiabilitate suplimentară, fără a fi nevoie de semnalizare explicită pentru a comuta interfaţa de aer, ceea ce ar putea fi important să îndeplinească cerinţele de ultra-fiabilitate pentru anumite aplicaţii în condiţii de propagare solicitante, în cazul în care conexiunea de pe o interfaţă aeriană este pierdută. repede că nu s-ar fi putut efectua nici o „semnalizare de comutare" explicită.

[0957] Această caracteristică ar putea fi utilizată, de exemplu, în timpul procedurilor de mobilitate în care legăturile NX s-ar putea degrada atât de repede încât faptul că UE poate folosi doar legătura LTE fără a fi nevoie de semnalizare suplimentară este benefic. Cu diversitate, UE ar putea trimite rapoarte de măsurare atât prin LTE, cât şi prin NX, astfel încât măsurile actualizate să fie disponibile în reţea pentru decizii de transfer. În acelaşi scenariu, comenzile de transfer pot fi trimise atât de LTE cât şi de NX.

3.7.4.2 Comutarea rapidă a planului de control

[0958] Comutarea rapidă a planului de control este o alternativă posibilă la diversitatea planului de control, care se bazează pe integrarea nivelului RRC şi care permite UE să se conecteze la un singur punct de control prin NX sau LTE şi să comute foarte rapid de la o legătură la alta (fără a necesita conexiune extinsă) configurarea semnalizării). Fiabilitatea ar putea să nu fie la fel de mare ca in diversitatea planului de control şi ar fi necesară semnalizarea suplimentară pentru a activa

comutarea legăturii în comparaţie cu diversitatea planului de control. Soluţia nu permite recepţia / transmiterea simultană. Pe de altă parte, un avantaj este că soluţia ar funcţiona pentru toate tipurile UE definite în secţiunea 3.7.2.2.

[0959] Aceste două soluţii pot fi văzute ca alternative, dar pot fi şi complementare, unde prima soluţie poate fi utilizată doar în scenarii critice pentru a îmbunătăţi fiabilitatea. Acestea pot fi văzute ca diferite moduri de operare configurabile la UE, în funcţie de procedurile / mesajele sau tipurile UE diferite.

3.7.4.3 Diversitatea planului de control UL şi comutarea rapidă a planului de control DL

[0960] Unele probleme potenţiale au fost identificate pentru soluţia de comutare rapidă a planului de control, de exemplu, manipularea RLF. Apoi, ca o alternativă mai experimentală, a fost propus un hibrid cu diversitatea planului de control. Acest hibrid cuprinde o diversitate a planului de control in legătura ascendentă (UE este capabilă să trimită mesaje RRC prin NX şi/sau LTE, în timp ce reţeaua este pregătită să primească aceste mesaje de la oricare/ambele accesuri) şi o comutare rapidă a planului de control pe legătura descendentă, unde UE este informat de reţea despre accesul pe care ar trebui să îl asculte pentru a primi mesaje RRC, iar reţeaua trimite doar printr-un singur acces.

[0961] Soluţia poate fi considerată ca o defecţiune în cazul în care soluţia diversitate plan de control este prea complexă, de exemplu, în cazul UE de tip 3, care ar putea fi relaxată în cazul comutării planului de control. De notat că, în cazul în care cele două accesuri nu sunt strâns sincronizate sau se transmit în benzi diferite, echipamentul UE poate avea nevoie să dobândească din nou sincronizarea de fiecare dată când trebuie să transmită prin celălalt acces, ceea ce ar putea consuma ceva timp, ceea ce îl face mai puţin potrivit pentru unii critici. proceduri. O altă provocare pentru a permite utilizarea funcţiei de tipul UE nr. 3 este faptul că durează şi mai mult este să descoperiţi în mod fiabil faptul că UE a eşuat la accesul „întâi" şi apoi la „găsirea" conexiunii adecvate la celălalt acces. O modalitate de a aborda această problemă este de a configura UE pentru a monitoriza constant un acces secundar pentru a fi pregătit. Un posibil dezavantaj este faptul că poate consuma o baterie suplimentară UE şi să impună unele transmisii DL suplimentare pe partea NX.

3.7.4.4 Agregarea planului utilizatorului

[0962] Agregarea planului utilizatorului are două variante diferite. Prima variantă este denumit agregarea fluxului care permite agregarea unui singur flux pe mai multe interfeţe aeriene. O altă variantă este denumită flux de rutare în care un flux de date al utilizatorului dat este mapat pe o singură interfaţă aer, astfel încât fluxuri diferite ale aceluiaşi UE pot fi mapate fie pe NX, fie pe LTE. Această opţiune necesită o funcţie de mapare a fluxurilor către diferiţi purtătoare din reţeaua de bază.

[0963] Avantajele agregării planului utilizatorului includ un randament crescut, punerea în comun a resurselor şi sprijinirea mobilităţii fără probleme. Funcţia funcţionează numai pentru Echipamente UE de tipul 1, dacă se presupune integrarea stratului PDCP.

3.7.4.5 Comutarea rapidă a planului utilizatorului

[0964] Pentru această caracteristică, în loc de agregarea planului utilizatorului, echipamentul UE foloseşte o singură interfaţă aer la un moment dat, bazându-se pe un mecanism de comutare rapidă între ele. În afară de asigurarea acumulării de resurse, mobilitate şi fiabilitate perfectă, un avantaj principal este că se aplică pentru tipurile UE nr. 1, # 2 şi # 3, unde se foloseşte un singur acces la un moment dat. Este de aşteptat ca comutarea rapidă să fie suficientă într-un scenariu in care un acces oferă un debit de utilizator semnificativ mai mare decât celălalt, în timp ce agregarea planului utilizatorului oferă câştiguri semnificative suplimentare în scenarii în care performanţa accesului este mai similară.

3.8 Funcţionarea în spectrul comun

[0965] Este important ca NX să poată fi implementat în toate benzile de frecvenţă puse la dispoziţie pentru 5G, inclusiv în benzile de frecvenţă alocate pentru funcţionarea partajată. În consecinţă, sistemul NX ar trebui să poată partaja spectrul cu alte sisteme NX şi/sau tehnologii diferite, cum ar fi LTE şi Wi-Fi, pe acelaşi operator. Atenţia este îndreptată pe operaţia TDD

presupunand o transmisie semi-duplex, dar full-duplex este posibil şi permite un mecanism de partajare mai agresiv.

3.8.1 Partajarea scenariilor

[0966] Figura 127 ilustrează un rezumat al tipurilor de spectru şi al scenariilor de utilizare pentru sistemele NX. Pe lângă utilizarea dedicată licenţiată, se vede clar că partajarea spectrului este împărţită în următoarele categorii:

Partajare verticală se referă la distribuirea spectrului între sisteme cu prioritate diferită (de exemplu, primar şi secundar), cu drepturi inegale de acces la spectru.
Partajare orizontală se împarte între sistemele care au aceleaşi priorităţi în spectru, unde diferite sisteme au drepturi de acces echitabile la spectru. Dacă sistemele de partajare din spectru adoptă aceeaşi tehnologie, aceasta este denumit distribuire orizontală omogenă, de exemplu, distribuirea inter operatorilor in acelaşi operator / canal; in caz contrar distribuire orizontală eterogenă, de exemplu, partajarea LTE cu Wi-Fi. Partajarea orizontală omogenă poate fi de asemenea aplicată în modul licenţiat între diferiţi operatori care utilizează de obicei aceeaşi tehnologie.
[0967] NX este de aşteptat să acopere intervalele de spectru de 1-100 GHz, unde spectrul comun cel mai promiţător se încadrează în următoarele categorii:

Cazul A: Benzi fără licenţă, cum ar fi 5GHz şi 60GHz, care sunt deja disponibile pentru implementarea reţelei. Acesta este cel mai tipic caz de partajare a spectrului şi foarte promiţător pentru scenariul implementat de utilizator (de exemplu, intreprindere), deoarece nu este nevoie ca utilizatorul să se coordoneze cu operatorii atunci când operează în bandă fără licenţă;
Cazul B: Benzi licenţiate co-primare, cu partajare orizontală inter-operator, in particular peste 30 GHz, care se dovedeşte a fi benefic. Eficienţa spectrului poate fi îmbunătăţită mult prin introducerea partajării inter-operatorii, în particular pentru mediul cu interferenţe reduse, cu MIMO masiv in NX;
Cazul C: Benzile LSA funcţionează ca sisteme secundare fără sau cu partajare orizontală. Tehnicile de partajare verticală ar putea deschide uşa ca sistemele 3GPP să utilizeze mai multe spectre şi să faciliteze armonizarea globală a spectrului. În mod similar, distribuirea orizontală inter-operatorie poate fi valabilă şi în benzile LSA.

3.8.2 Motivaţii şi cerinţe

[0968] Sistemele actuale 2G, 3G şi 4G folosesc în principal spectrul dedicat licenţiat pentru implementarea reţelei. In orice caz, Sistemele NX care vizează 5G cu lăţime de bandă masivă au nevoie mult mai mult de spectru decat in prezent şi este greu să găseşti suficiente benzi pentru a realiza acest lucru folosind spectru dedicat licenţiat. În afară de asta, Sistemele NX sunt mai susceptibile să deservească noi scenarii de aplicaţii, cum ar fi întreprinderea, care favorizează funcţionarea spectrului comun. Prin urmare, operarea comună a spectrului joacă un rol complementar important in utilizarea spectrului pentru sistemele NX.
[0969] În spectrul comun, în care mai multe sisteme pot coexista şi interfera între ele, este nevoie de reguli de coexistenţă. În general, nu există nicio protecţie la care un utilizator se poate aştepta de la interferenţe atunci când operează în regimul fără licenţă, dar caloriferele intenţionate angajate în comunicare trebuie să respecte regulile concepute pentru a minimiza interferenţa cu alte dispozitive care utilizează banda. FCC a conceput astfel de reguli pentru o convieţuire echitabilă în benzile fără licenţă, aşa cum a făcut CEPT în asociere cu ETSI. Reglementările actuale oferă de obicei o mască spectrală, care limitează puterea totală şi densitatea spectrală de putere (PSD) pe care o poate folosi fiecare transmiţător. În plus, există protocoale derivate care sunt uneori destul de liberale în măsura în care un transmiţător poate avea acces la canal, iar alteori sunt mai restrictive; protocoalele de coexistenţă urmate în mod obişnuit în banda de 5 GHz permit abordarea liberală din SUA şi restricţionează utilizatorii la urmărirea ascultării în Europa.
[0970] Problema de partajare nu este în sine nouă, deoarece numeroase dispozitive de pe benzile fără licenţă de 2,4 GHz şi 5 GHz se comportă deja într-un mod care nu este prietenos cu dispozitivele vecine. Până în prezent, regulile FCC au fost dependente de bandă şi nu au nici o tehnologie. În benzile de 2,4 GHz şi 5 GHz, Wi-Fi-ul este stabilit ca o tehnologie dominantă folosind cel mai adesea un fel de mecanism de ascultare inainte de vorbire (LBT) pentru a permite o coexistenţă echitabilă şi relevanţă globală. Acest lucru a stabilit LBT ca de facto metoda de a oferi echitate. Noua tehnologie, cum ar fi accesul asistat autorizat (LAA) pentru LTE a adoptat, de asemenea, LBT pentru a permite corectitudinea. Standardul IEEE 802.11 propune, de asemenea,

tehnici de coexistenţă în noul amendament pentru „anunţuri" pentru 60 GHz, dar utilizarea comună a acelei benzi nu poate folosi mecanismul LBT uniform, deoarece este de aşteptat ca izolarea spaţială între utilizatori să facă deseori sesizarea activă a canalului. Recent, FCC şi-a propus extinderea benzii de 60 GHz de la actuala sa 57-64 GHz la 64-71 GHz.

[0971] Este posibil să fie aşteptate noi benzi pentru utilizarea comună a spectrului în altă parte în viitor, iar NX ar trebui să poată opera în cadrul acestui spectru. Rămâne de văzut modul în care autorităţile de reglementare vor gestiona o coexistenţă echitabilă atunci când îmbrăţişează noile tehnologii şi benzile noi. În ceea ce priveşte distribuirea verticală, principalele activităţi sunt în organismele de reglementare pentru a stabili o interfaţă de coordonare cu sistemele primare, care are un impact redus asupra proiectării radio pentru sistemele NX, de exemplu, baza de date de geo-localizare (GLDB). Astfel, cele ce urmează se concentrează asupra modului în care sistemele NX sunt proiectate pentru a rezolva distribuirea orizontală între diferiţi operatori sau sisteme. Benzile fără licenţă, cum ar fi 2,4 GHz şi 5 GHz, sunt deja utilizate de o serie de tehnologii de acces, de exemplu, 802.11 (Wi-Fi). În prezent, accesul asistat cu licenţă (LAA) este dezvoltat în 3GPP pentru a face LTE să funcţioneze în benzi fără licenţă şi să coexiste cu sistemele Wi-Fi. LAA pentru LTE are potenţialul de a oferi o mai bună acoperire şi eficienţă spectrală mai mare în comparaţie cu Wi-Fi. Această etapă de a face faţă partajării orizontale pentru tehnologia 3GPP constituie o bază solidă pentru operarea NX în spectru comun.

[0972] NX are câteva caracteristici care uşurează funcţionarea în spectru partajat în comparaţie cu LTE:

Granularitate mai mică în domeniul timpului (vezi 2.3.2), de exemplu, sub-cadru 625 p.
Schema HARQ flexibilă; nicio sincronizare strictă pe ACK/NACK şi retransmisie (vezi 2.2.8).
TDD flexibil (vezi 2.3.2.1); Transmisia UL este planificată şi este permisă în orice sub-cadru.
Operare duplex completă.
Transmiterea datelor pe legătura ascendentă bazată pe dispută (vezi 2.2.6).
MIMO masiv, cu formă de fascicul cu câştig mare (vezi 3.4) asigură o izolare şi reduce interferenţele în multe cazuri. Cu toate acestea, formarea fasciculului cu câştig mare poate aduce, de asemenea, provocări mecanismului de coexistenţă, cum ar fi Ascultă înainte de a vorbi. Detaliile sunt elaborate în secţiuni ulterioare.

3.8.3 Mecanism de coexistenţă pentru partajarea orizontală

[0973] Ascultă înainte de a vorbi (LBT) este instrumentul cel mai flexibil pentru a sprijini distribuirea orizontală din următoarele motive: a) structură distribuită fără a fi nevoie de schimburi de informaţii între diferite reţele sau noduri; b) poate realiza simultan suportul de coexistenţă cu diferiţi operatori sau sisteme. Secţiunea 3.8.3.1 introduce conceptul LBT cu o formare de fascicul cu câştig mare şi abordează problemele posibile aduse de MIMO masiv în combinaţie cu LBT. Apoi, în secţiunea 3.8.3.2, este introdus un mecanism de ascultare (LAT) pentru a rezolva unele probleme. În cele din urmă, secţiunea 3.8.3.3 rezumă scenariile de aplicare pentru ambele mecanisme în funcţie de analiză.

3.8.3.1 Ascultă înainte de a vorbi cu formare de fascicul cu câştig mare

[0974] O idee importantă a LBT este că nodul sursă (SN) ascultă pentru a verifica starea canalului inainte de a transmite efectiv la nodul de destinaţie (DN). Cu alte cuvinte, modul implicit de LBT pentru SN este „să nu trimită", iar datele sunt trimise numai atunci când se confirmă că respectivul canal este disponibil prin ascultare. Aici „disponibil" înseamnă că transmisia planificată nu va interfera şi nici nu va fi afectată de transmisia curentă în curs. Aşadar, presupunerea din spatele acestui lucru este că puterea sesizată la partea SN reprezintă puterea de interferenţă pe partea DN. Cu toate acestea, atunci când puterea sesizată în partea SN este mult mai mică decât puterea de interferenţă pe partea DN, problema de nod ascuns poate apărea acolo unde canalul este considerat disponibil, dar de fapt ocupat. In schimb, problema nodului expusă poate apărea atunci când puterea sesizată este mult mai mare decât puterea de interferenţă, unde canalul este detectat ocupat, dar de fapt nu este ocupat. In sistemele Wi-Fi sau LAA actuale pentru LTE, aceste probleme există deja, dar nu sunt atât de grave şi pot fi reglate setând un prag de detectare posibil. Probabilitatea ca astfel de probleme să apară atunci când se utilizează LBT este acceptabilă în funcţie de evaluări şi aplicaţii practice în sistemele Wi-Fi sau LAA actuale pentru LTE. Pentru LBT, poate fi luat in considerare cat timp trebuie sesizat pentru fiecare transmisie. In acest scop, este introdus un contor de rezervă pentru LBT. Contorul este generat aleatoriu când SN vrea să

transmită date şi scade dacă respectivul canal este sesizat inactiv. Când expiră, SN consideră canalul inactiv şi ar putea începe să transmită date în canal.

[0975] Pentru sistemele NX cu şiruri de antene mari, este disponibilă o transmisie cu formare de fascicul cu câştig mare pentru transmisia de date. Aceasta agravează problemele nodului ascuns şi expus. Datorită formării de fascicule cu câştig mare, faza de detectare se realizează cu o direcţie de fascicul direcţional orientată spre direcţia în care nodul doreşte să transmită. În acest caz, direcţii orientate diferit pot duce la puteri de recepţie diferite.

[0976] Figura 128 ilustrează exemple de probleme cu noduri ascunse şi expuse. În Figura 128a, AN1 transmite date către UE1 şi AN2 ascultă. Întrucât nu se află în acoperirea TX a AN1, AN2 consideră că respectivul canal este disponibil şi astfel începe să transmită date către UE2. Dar, de fapt, UE1 este afectat de transmisia AN2 din cauza faptului că este în acoperirea TX a AN2. Un motiv în spatele acestui fapt este că puterea sesizată la AN2 este mult mai mică decât puterea de interferenţă la partea UE1 datorită diferenţei de direcţie. În schimb, problema nodului expusă este ilustrată în Figura 128b.

[0977] Mai multe antene (de exemplu, 100 de antene din partea AN) au ca rezultat un LBT mai puţin corect, cu probleme de nod ascunse mai severe şi probleme de noduri expuse. Aici, „corect" înseamnă „canal detectat ca ocupat, de fapt cu interferenţă" şi „canal detectat ca disponibil, de fapt fără interferenţă". Acest lucru poate duce la degradarea performanţei atât a debitului mediu al sistemului, cât şi a debitului utilizatorului de margine celulară.

[0978] Mecanismul de confirmare (RTS / CTS) de solicitare pentru trimitere / ştergere este trimis in sistemele Wi-Fi pentru a rezolva problema nodurilor ascunse aduse de senzorul de purtătoare fizic. Este o metodă suplimentară de implementare a senzorului de purtătoare virtual peste senzor de purtătoare fizic. Când detectarea fizică a purtătoarei indică faptul că respectivul canal este inactiv, datele SN transmit RTS la DN şi apoi răspunsurile DN la un CTS pentru a realiza strangerea de mână. Nodurile vecine RTS şi CTS îşi amână transmiterea, astfel încât problema nodului ascuns să nu existe. Totuşi, acest lucru face ca problema nodului expus să fie mai severă şi introduce, de asemenea, mai multe cheltuieli generale pentru transmisia RTS / CTS inainte de transmiterea datelor. Ţinând cont de problemele din cazul de formare a fasciculului cu câştig mare, problema nodului expus este deja o problemă şi RTS / CTS o poate pronunţa. În plus, probabilitatea de interferenţă este mult mai mică în cazul formării de fascicul cu câştig mare, ceea ce înseamnă o mulţime de RTS / CTS aeriene înainte de transmiterea datelor. Din aceste motive, RTS / CTS tradiţional nu este o soluţie bună pentru a rezolva problema nodurilor ascunse şi problema nodului expusă în cazul formatului de fascicul cu câştig mare.

3.8.3.2 Mecanismul ascultă după ce ai vorbit (LAT)

[0979] Un aşa-numit mecanism ascultă după ce ai vorbit este introdus pentru a rezolva problema nodului ascuns şi expus menţionată mai sus în cazul antenelor masive. Un motiv pentru a avea astfel de probleme severe pentru LBT este o diferenţă mare între puterea sesizată pe partea SN (de exemplu, AN2 în Figura 128) şi puterea de interferenţă la partea DN (de exemplu, UE1 în Figura 128) în cazul cu formă de fascicul cu câştig mare. Astfel, mecanismul LAT implică receptorul să sesizeze direct canalul. O altă motivaţie pentru LAT este situaţiile de interferenţă scăzută, unde există mai puţine coliziuni pentru transmiterea directă naivă. Din acest motiv, mecanismul LAT adoptă o logică opusă în comparaţie cu LBT după cum urmează: modul implicit pentru transmiţător este „de a trimite", iar datele nu sunt trimise doar atunci când se confirmă că respectivul canal este ocupat de transmisiile care interferează. O idee importantă este că SN transmite oricând la pachetul de date şi apoi rezolvă coliziunea detectată de DN în funcţie de semnalizarea coordonării.

[0980] Pentru a aborda clar mecanismul LAT, se presupun următoarele definiţii:

Timp inactiv se presupune după transmiterea continuă a datelor. Acest lucru este rezonabil pentru banda fără licenţă, întrucât există întotdeauna reguli de limitare a ocupării canalului, de exemplu, SN trebuie să înceteze transmiterea şi să intre în starea inactivă după ce timpul de transmisie adiacent depăşeşte un prag dat;

Mesaj notifică să trimită (NTS): Acest mesaj poate fi transmis prin SN sau DN, incluzând informaţiile despre legătură care vor transmite date şi durata preconizată a ocupării;

Mesaj notifică să nu trimită (NNTS): Acest mesaj este transmis de pe DN, spunandu-i SN-ului său să nu transmită date pe durata indicată.

[0981] O scurtă descriere a procedurilor pentru nodurile SN şi DN este prezentată aici. În primul rând, funcţia de ascultare pe partea DN este declanşată atunci când detectează interferenţele şi nu

primeşte datele. Apoi, nodul DN al legăturii victimă coordonează transmiterea datelor cu nodul SN (legăturii) agresor. În cele din urmă, coordonarea este efectuată în timp inactiv al legăturii de agresor. Un exemplu este prezentat in Figura 129, unde AN2-> UE2 este sub interferenţă de AN1-> UE1. Când UE2 nu reuşeşte să decodeze datele, începe să caute perioada inactivă a legăturii agresorului şi să trimită mesajul NTS către direcţia AN2. Deoarece UE2 este sub interferenţă de AN1, nodul AN1 poate primi şi mesajul şi apoi amâna transmisia aşa cum indică NTS. În plus, NTS indică, de asemenea, când AN2 va opri transmisia şi ascultarea, perioada inactivă a AN2-> UE2. Apoi, AN1 transmite NTS care poate fi recepţionat de echipamentul UE2. În cele din urmă, NNTS este transmis de echipamentul UE2 pentru a anunţa transmiţătorul său AN2 care resursă este ocupată de legătura agresorului şi nu transmite. Prin această schemă, transmisia acestei perechi de interferenţe (AN1-UE1 şi AN2-UE2) este coordonată într-un mod distribuit pentru a transmite datele pe rand.

3.8.3.3 Rezumat

[0982] Atât LBT, cât şi schema LAT propusă urmăresc să rezolve interferenţele dintre operatori sau sisteme pentru a obţine o bună coexistenţă. Deci, ţinând cont de diferitele lor idei de proiectare, Tabelul 16 rezumă cerinţele şi cazurile posibile de aplicare, după cum urmează:

Tabelul 16: Comparaţie între mecanismul Ascultă înainte de a vorbi şi mecanismul Ascultă după ce ai vorbit

Schema de coexistenţă	Structura	Nodul ascultător	Semnalizare	Scenariu
LBT	Distribuită	Numai SN	Facultativ	Câştig de antenă mic până la mediu
LAT	Distribuită	Atât SN, cât şi DN	Obligatoriu	Câştig de antenă mare

[0983] Din comparaţia de mai sus, schema LAT implică ascultarea RX şi astfel semnalizarea intre nodul sursă de date (SN) şi nodul de destinaţie a datelor (DN), de exemplu, NTS şi NNTS. Pentru schema LBT, numai datele nodului SN sunt ascultate în timp ce semnalizarea opţională poate fi adoptată pentru a rezolva problema nodului ascuns. Cu alte cuvinte, înţelegereaRTS / CTS poate fi standardizată în protocolul Wi-Fi. Cu toate acestea, RTS / CTS nu poate rezolva o problemă expusă care poate degrada sever refolosirea frecvenţei în cazul masivei antenei.

[0984] LBT poate funcţiona bine pentru a realiza coexistenţa folosind un câştig de antenă moderat (AN cu mai puţin de 16 antene). Cu toate acestea, pentru carcasa cu câştig de antenă mare, pot fi utilizate soluţii alternative, inclusiv LAT.

3.8.4 Transmiterea datelor bazată pe LBT

[0985] Această secţiune descrie cum se încorporează LBT în structura cadrului NX pentru datele fizice şi canalele de control definite în secţiunea 2.3.3. În sensul acestei secţiuni, se presupune că atat transmisia datelor pe DL-ul, cât şi pe UL sunt supuse LBT. Acest lucru este motivat de presupunerea că LBT este necesar pentru operarea atât în benzile de 2,4 GHz, cât şi de 5 GHz. Pentru benzile de frecvenţe noi la frecvenţe mai mari, unde se preconizează utilizarea unui câştig de antenă mare, pot fi utilizate şi alte mecanisme de partajare, cum ar fi LAT. Pentru NX, canalele legate de transmisia de date sunt definite ca fiind introduse in 2.3.3, de exemplu, canalul de control fizic (PDCCH) şi canalul de date fizic (PDCH). PDCCH este utilizat pentru a planifica PDCH care ar putea găzdui date DL sau UL.

[0986] Pentru a reduce latenţa de transmitere a legăturii ascendentă, cPDCH a fost introdus pentru a permite accesul bazat pe dispută, aşa cum este descris la 2.2.3. Cu cPDCH, se introduce un acord semi-persistentă care poate fi atribuită mai multor echipamente UE. Referindu-ne la discuţia din secţiunea 2.2.6, cPDCH este utilizat pentru transmiterea datelor iniţiale pe legătura ascendentă intr-un mod de dispută. În secţiunea 2.2.6 există, de asemenea, o descriere a modului in care un mecanism LBT poate fi adăugat la cPDCH pentru acces în spectru dedicat, pentru a îmbunătăţi în continuare performanţa.

3.8.4.1 Transmisie de date pe bază de LBT DL

[0987] Pentru transmisiile de date DL, există două tipuri diferite de oportunităţi de a transmite date DL: PDCH planificat de PDCCH sau se poate aplica o gestionare a resurselor bazată pe dispută

similară cu cea concepută pentru DL folosind cPDCH. În această secţiune, aceste metode de acces trebuie să fie însoţite de mecanismul LBT.

[0988] Principiul utilizării PDCH pentru transmisia de date bazată pe LBT este ilustrat în Figura 130, care ilustrează un exemplu de transmisie DL susţinută de PDCH, la partea eNB. În primul rând, nodul eNB începe să sesizeze canalul M simboluri inainte de PDCCH. Apoi, mecanismul de rezervă este efectuat pentru a determina dacă este OK să transmită date prin detectarea fizică a purtătoarei. Când contorul de rezervă generat aleatoriu expiră, nodul eNB introduce semnalul de rezervare pentru a ocupa canalul până la limita PCCH. Dacă purtătoarea este determinat să fie inactiv, nodul eNB planifică transmisia de date prin transmiterea PDCCH către echipamentul UE, inclusiv un indicator de atribuire DL (toate Echipamente UE care se aşteaptă să primească date pe o resursă specifică au ceea ce PDCCH trebuie să monitorizeze). În final, nodul eNB transmite datele în consecinţă. PDCCH şi PDCH sunt co-localizate în resursa continuă, aşa cum se menţionează în secţiunea 2.3.

[0989] În secţiunea 2.2, cPDCH este discutat numai pentru transmisia pe UL. Aici arătăm că cPDCH poate fi folosit şi pentru transmisia pe DL bazată pe mecanismul LBT. Înainte de transmisia peDL folosind cPDCH, eNB trebuie să configureze Echipamente UE pentru a monitoriza resursele partajate pentru a detecta dacă există transmisii cPDCH destinate acestora. Dacă datele DL pentru aceste echipamente UE configurate ajung, nodul eNB începe să sesizeze canalul înainte de aceste resurse şi să efectueze Ascultă înainte de a vorbi, aşa cum este ilustrat în Figura 131. (De notat că un contor de rezervă mai lung aleatoriu în comparaţie cu ceea ce este utilizat pentru datele UL oferă prioritate datelor UL purtate de cPDCH bazate pe LBT). Când este determinat inactiv, eNB trimite pachet de date DL cu un format particular, comparativ cu cel purtat de PDCH în cPDCH imediat. Întregul pachet particular include preambul şi antet care cuprinde mai multe campuri (de exemplu, durata datelor, ID-ul DN şi etc.) înainte de încărcarea datelor DL, astfel încât UE să poată cunoaşte începutul şi sfârşitul datelor desemnate pentru aceasta.

[0990] Utilizarea cPDCH în DL în acest fel este similară în unele privinţe cu modul în care datele de tranzit Wi-Fi in DL. Cu toate acestea, resursele cPDCH sunt configurate de MAC. Deci, acesta poate fi văzut ca MAC de conţinut asupra MAC planificat. Atunci când sarcină scăzută, resursele pentru cPDCH pot fi configurate mari pentru a avea latenţă scăzută atât pentru UL cât şi pentru DL; atunci când încărcarea traficului mediu şi mare, resursele pentru cPDCH pot fi setate mici, pentru a avea mai multe MAC de Planificare.

3.8.4.2 Transmisia datelor bazată pe UL LBT.

[0991] Pentru transmisia de date UL, există, de asemenea, două opţiuni pentru transmisia LBT: UL susţinută de cPDCH, PDCCH planificat, şi UL bazată pe dispută, susţinută de cPDCH. Pentru transmisia iniţiată de UE pe PDCH, UE trimite mai întâi o solicitare de Planificare UL folosind cPDCH pe o resursă partajată, iar apoi PDCCH este utilizat pentru a informa UE când poate transmite. Pentru a reduce intarzierea, canalul cPDCH poate fi utilizat pentru a transporta direct datele, aşa cum este prezentat în secţiunea 2.2.6.

[0992] În primul rând, o resursă cPDCH ar trebui configurată pentru UE. Apoi, UE cu date UL începe să sesizeze canalul la limita totală cPDCH, aşa cum este ilustrat în Figura 132, care prezintă un exemplu de transmisie de date UL în cPDCH. LBT se efectuează la nivelul UE până când un contor de transport de trafic expiră. O fereastră de generare a temporizatorului de întoarcere mai scurtă este utilizată, în comparaţie cu cea pentru datele DL, pentru a acorda prioritate transmiterii acestora. Atunci cand canalul este determinat ca inactiv, UE trimite datele UL inclusiv raportul de stare tampon în cPDCH. De notat că transmisia pe canalul cPDCH nu este limitată la datele iniţiale UL.

[0993] O altă opţiune de transmitere a datelor UL este Planificarea de date UL realizată prin PDCH. Se presupune aici că cererea de planificare UL şi raportul de stare tampon sunt deja disponibile la eNB. Există doi paşi pentru a efectua acest tip de transmisie, aşa cum se prezintă în Figura 133, care prezintă un exemplu de transmisie de date UL în PDCH. În primul rând, să presupunem că afirmaţia pentru transmisia PDCCH are succes la partea eNB. Apoi, eNB transmite PDCCH incluzand un acord de planificare a acordului UL pentru echipamentul UE. Apoi, echipamentul UE detectează PDCCH şi se pregăteşte să trimită date UL atunci când reuşeşte LBT, după perioada LBT prezentată în Figura 133.

[0994] O problemă cu datele UL planificate cu PDCH planificate de PDCCH este aceea că resursa acordată UL nu este utilizată dacă mecanismul LBT din partea echipamentului UE eşuează, ceea ce duce la pierderea resurselor. O soluţie la această problemă este aplicarea unei oportunităţi de acord grupat pentru diferite UE intr-o resursă parţial suprapusă. De exemplu, aşa cum se prezintă în Figura 134, care ilustrează cuplarea unei acord DL şi UL, un acord DL este planificat să înceapă

la scurt timp după oportunitatea de acordare a resurselor UL. În acest fel, nodul eNB decodează în primele sub-cadre: Dacă CRC verifică că există date UL, iar eNB poate continua să primească restul transmisiei de date UL; în caz contrar, eNB începe procedura DL LBT pentru a iniţia transmisia DL. De notat că Echipamente UE acordate în resurse care se suprapun sunt de preferat să fie selectate cu atenţie pentru a creşte probabilitatea de a susţine cu succes resursa. De exemplu, dacă sunt selectate UE cu distanţă mare într-o celulă, este rezonabil să presupunem că au o stare diferită a canalului. Apoi, atâta timp cât cel puţin unul dintre ele are succes, resursa ar fi ocupată.

3.8.5 Transmisie bazată pe LBT pentru planul sistemului

[0995] Pentru a sprijini funcţionarea de sine stătătoare în spectrul comun, transmisia planului de sistem (vezi secţiunea 3.2) ar trebui să fie luată în considerare şi, aşa cum s-a introdus în secţiunea 2.3.4.1, transmisiile periodice de semnalizare ale sistemului (SSI) şi transmisiile de tabel cu informaţii de acces (AIT) sunt fundamentale pentru accesul iniţial al UE. Cu toate acestea, operaţiunea de spectru comun poate aduce incertitudine în ceea ce priveşte transmisia periodică şi, astfel, transmiterea lor în conformitate cu restricţiile LBT trebuie să fie proiectată cu atenţie. Detaliile sunt prezentate în subsecţiunile următoare.

3.8.5.1 Transmisie SSI

[0996] În proiectarea sistemului NX pentru o bandă licenţiată, SSI este o secvenţă strictă de transmitere a secvenţei de semnal (de exemplu, la fiecare 100ms), pentru a asigura sincronizarea. Mai mult, secvenţa este alocată într-un grup predefinit de sub-purtătoare, de exemplu, un număr mic de poziţii posibile ale purtătoarei de lucru.

[0997] În funcţionarea în bandă cu spectru partajat, este de dorit un număr mult mai mare de secvenţe SSI candidate, pentru a reduce posibilitatea ca SSI-uri din noduri de reţea ne-coordonate să fie diferite. Pe de altă parte, mecanismul LBT trebuie efectuat în procesul de transmisie SSI. În particular, nodul eNB începe să asculte un anumit timp (de exemplu, 4 sub-cadre) inainte de o perioadă de transmisie SSI periodică. Când contorul de transport de trafic generat aleatoriu expiră, se introduce un semnal de rezervare până la timpul de transmisie SSI, pentru a evita sărirea altora. Pentru a da prioritate transmisiei SSI în comparaţie cu transmisia de date, se foloseşte o fereastră de conţinut mai scurtă decât pentru transmisia de date, de exemplu Q = 8 pentru SS şi Q = 20 pentru date, unde [0, Q] este intervalul pentru contorul inapoi aleatoriu. Intrucat transmisia SSI este localizată numai într-un număr mic de poziţii posibile în purtătoare, transmisia de date DL sau semnalele manechin sunt transmise în acelaşi timp în alte sub-purtătoare, aşa cum se prezintă în exemplul de transmisie SSI ilustrat in Figura 135, astfel incat alte dispozitive de ascultare poate considera acest transportor ca fiind ocupat sau ocupat de detectarea energiei. AIT sau alte informaţii utile despre sistem ar putea fi introduse aici.

[0998] Cu toate acestea, este posibil ca mecanismul LBT să eşueze la momentul transmiterii SSI. Pentru a atenua o astfel de problemă, pot fi predefinite mai multe poziţii de candidat pentru transmisia SSI, de exemplu, cele trei blocuri de resurse în linie din Figura 135. Pentru acelaşi SSI, sunt fololocaţie secvenţe suplimentare pentru a indica compensarea timpului de transmisie. eNB începe să monitorizeze purtătoarea înainte de prima poziţie de candidat. Dacă mecanismul LBT eşuează până la punctul de pornire al primului, nodul eNB continuă să monitorizeze canalul şi caută oportunitatea de a transmite SSI în al doilea sau al treilea post de candidat cu secvenţe diferite. De notat că diferite secvenţe sunt utilizate pentru a indica compensarea predefinită în poziţie diferită. Un exemplu este prezentat în Figura 136, care prezintă conţinutul transmisiei SSI: Operatorul NX 1 (OP1) şi operatorul NX 2 (OP2) au contoare de rezervă diferite. Când contorul de transport de trafic OP1 expiră, nodul eNB transmite SSI. Apoi OP2 consideră că acest canal este ocupat şi se opreşte înapoi. Când se termină SSI-ul OP1, OP2 termină timpul de transport de trafic şi transmite.

3.8.5.2 Transmitere AIT

[0999] Intr-o manieră similară cu cea utilizată cu transmisiile SSI, nodul eNB porneşte mecanismul LBT inainte de transmiterea periodică a tabelului AIT (de exemplu, la fiecare 100 ms). În primul rând, se presupune că una sau mai multe secvenţe împreună cu AIT sunt utilizate pentru UE pentru a detecta poziţia de timp a transmisiei tabelului AIT, aşa cum este introdus în secţiunea 2.3.3.4. Apoi, o fereastră de transmisie predefinită este introdusă pentru a permite transmiterea tabelului AIT atunci când LBT reuşeşte. Această fereastră de transmisie (compensare maximă) ar trebui indicată UE prin semnalizare, pentru scanarea AIT în mod orb. Aşa cum s-a

discutat în secţiunea 3.2.2.2, informaţiile SFN / sincronizare în timp sunt de asemenea furnizate în conţinutul AIT. Aici, SFN / Sincronizare în timp indică timpul în granularitatea de 10 ms în NX, de exemplu, in loc de 1ms in LTE. Cu toate acestea, pot apărea decalaje de transmisie AIT, aşa cum se prezintă în Figura 137, astfel încât un câmp adiţional este de dorit să indice un decalaj la nivel de milisecundă (mai puţin de 10 ms). În cele din urmă, timpul de transmisie AIT real este o combinaţie între SFN / Sincronizare în timp şi decalarea timpului la milisecunde.

3.8.5.3 Procedura de acces UE

[1000] UE caută SSI şi tabelul AIT pentru a actualiza informaţiile de sistem necesare accesului iniţial. După pornire, echipamentul UE scanează mai întâi SSI pentru a şti ce nod poate fi accesat. Din detectarea SSI, UE poate obţine o sincronizare grosieră prin ajustarea decalajului de timp de transmisie SSI indicat de secvenţa ID SSI. În acelaşi timp, UE poate cunoaşte SSI din secvenţa detectată. Dacă tabelul AIT local nu are informaţii despre informaţiile necesare pentru SSI detectat, UE trebuie să scaneze AIT detectând secvenţa de sine stătătoare. Timpul real real este calculat prin adăugarea câmpului şi a timpului global compensate pentru o utilizare ulterioară. Cu referire la secţiunea 3.2.2.2.2, procedura de acces UE este actualizată cu indicaţie de decalaj în spectru comun, aşa cum se prezintă în Figura 138, care ilustrează procedura de acces UE în spectru comun. O diferenţă (text boldat în Figura 138) din operaţia licenţiată este faptul că compensarea de sincronizare este obţinută din detectarea SSI şi, astfel, sincronizarea implică procesarea suplimentară prin completarea decalajului detectate. În plus, timpul global precis de la detectarea AIT ar trebui obţinut, luând în considerare şi câmpul de compensare AIT, care poate fi utilizat pentru scanarea SSI.

3.9 Reţele de auto-organizare

[1001] Funcţiile de auto-organizare ale reţelei (SON) au fost enumerate printre cerinţele LTE, iar unele concepte, funcţii şi proceduri importante au facilitat în mod semnificativ introducerea de noi noduri, precum şi optimizarea funcţionării nodurilor existente. Prin urmare, este firesc ca NX să ofere cel puţin un nivel comparabil de automatizare.

[1002] Această secţiune descrie câteva concepte fundamentale de automatizare pentru NX, care vizează în principal fazele de implementare timpurie şi operare. Textul comentează, de asemenea, diferenţele de la LTE. Automatizarea LTE BS a fost influenţată în mare măsură de alegerile de proiectare, ceea ce implică faptul că staţiile de bază BS transmit semnale şi identificatori alocaţi fix. Astfel de emisiuni au servit drept bază pentru o gamă largă de funcţii, incluzând mobilitatea în modul inactiv, accesul iniţial, estimarea canalului selectiv în frecvenţă, măsurătorile mobilităţii, poziţionarea etc. Aşa cum este descris în prezentul document, designul NX evită o astfel de difuzare cât mai mult posibil. Mai mult, aşa cum este discutat în secţiunea 3.10, este de dorit să se evite difuzarea în timp a unei secvenţe fixe sau a unui identificator din aceeaşi configuraţie BS sau a antenei. În schimb, este posibil să operaţi o reţea NX într-un mod (mod acoperit) unde secvenţele transmise şi identificatorii dintr-o configuraţie a antenei sunt schimbaţi în mod regulat. Aceste opţiuni de design au impact asupra NX RAN SON.

[1003] Introducerea unei noi staţii de bază într-o reţea NX este supusă mai multor sarcini de gestionare şi automatizare pentru a asigura o introducere lină. Aceste sarcini sunt enumerate în secvenţă în Figura 139 şi sunt discutate mai detaliat mai jos.

Planificarea locaţiei. În mod tradiţional, sunt planificate amplasamentele staţiilor de bază. Planificarea include stabilirea unui acord de leasing cu un proprietar şi decizia unei locaţii adecvate a amplasamentului. Deoarece NX introduce concepte şi caracteristici noi, de asemenea, procedura de planificare a locaţiei este afectată. Potenţial, această etapă poate fi omisă în detaliu, in favoarea unei proceduri de implementare mai ad-hoc, in care BS este plasat intr-o locaţie adecvată în timpul unei vizite pe locaţie.

Stabilire conexiune sistem OAM. Odată implementată BS, trebuie să stabilească contactul cu sistemul OAM pentru a confirma implementarea şi pentru a asocia hardware-ul BS cu locaţie-ul planificat. Sistemul OAM are şi posibilitatea de a actualiza software-ul BS şi de a obţine parametrii sistemului. De asemenea, staţia de bază BS poate prelua informaţii despre cum se pot stabili transport de trafic şi legăturile intermediare pentru a realiza conexiuni de reţea de transport, conexiuni de reţea de bază, conexiuni inter-staţii de bază, etc.

Stabilire acces sistem. Planul de sistem este configurat pentru a oferi echipamentului UE sisteme de acces la sistem. O nouă staţie de bază trebuie să fie inclusă într-un set de staţii de bază care oferă acces la planul de sistem, iar planul de sistem trebuie să fie reglat în consecinţă.

Stabilirea relaţiei BS. Prin stabilirea automată a relaţiilor inter-BS, infrastructura este capabilă să stabilească relaţii între nodurile care trebuie să interacţioneze şi să facă schimb de informaţii.
Stabilirea relaţiilor de fascicul. Cu o comunicare bazată pe fascicul între o staţie de bază şi un echipament UE, reţeaua poate beneficia de stabilirea relaţiilor între fascicule în diferite puncte de transmisie şi, de asemenea, între fascicule diferite din acelaşi punct de transmisie.
Optimizare robusteţe mobilitate. Mobilitatea în modul activ NX este susţinută de transmiterea semnalelor de referinţă de mobilitate prin formare de fascicul. Reglarea procedurii de mobilitate include decizia când este oportun să se iniţieze măsurători de mobilitate şi când să se iniţieze procedura de transfer.
Auto-optimizare şi tratare. Această secţiune abordează doar un set limitat de proceduri SON şi există alte proceduri precum gestionarea identităţii, echilibrarea sarcinii, acoperirea şi optimizarea capabilităţii, gestionarea evenimentelor perturbatoare etc.

3.9.1 Planificare locaţie, stabilire conexiune sistem OAM şi stabilire acces la sistem

[1004] În ciuda ambiţiilor de a face ca automatizarea şi optimizarea nodurilor reţelei de radio să fie automată într-o manieră extinsă, planificarea locaţiei implică lucrări manuale, astfel de acorduri de leasing cu proprietarii şi furnizarea cel puţin a unui set de locaţie-uri candidaţi în care se pot realiza implementări de locaţie-uri. O parte din planificarea locaţiei poate fi, de asemenea, automată, de exemplu, pentru a selecta locaţie-uri pentru implementare intr-un set de candidaţi de locaţie şi pentru a defini unii parametri de configurare de bază, cum ar fi tipul şi capacitatea staţiei de bază, tipul şi capacitatea reţelei de transport, puterea maximă de transmisie, etc. Configuraţia poate fi separată în configuraţia hardware şi în parametrii. Acesta din urmă include pre-configuraţii ale funcţiilor radio, identificatori, secvenţe, securitate, relaţii de staţii de bază, conexiuni între staţii de bază, etc., unde unele configuraţii ale parametrilor pot fi văzute ca opţionale.
[1005] Domeniul de configurare poate varia în funcţie de nivelul de automatizare distribuit al anumitor parametri şi proceduri, dacă această automatizare este realizată central sau dacă parametrii sunt pre-configuraţi pe baza planificării. De asemenea, depinde de strategia de implementare considerată (vezi şi secţiunea 3.2), de exemplu:

A. Fiecare staţie de bază (o staţie de bază tradiţională sau un grup de puncte de transmisie conectate cu transport de trafic bun, care partajează aceeaşi interfaţă la alte noduri) este configurată cu configuraţia sa specifică de acces a sistemului şi, prin urmare, o SSI specifică staţiei de bază
B. Configuraţia de acces la sistem este împărţită între staţiile de bază din aceeaşi regiune, iar caracteristicile de transport de trafic sunt foarte diferite între staţiile de bază diferite şi s-ar putea să nu fie cunoscute înainte de desfăşurare.
C. Configuraţia de acces la sistem este împărţită între staţiile de bază de acelaşi tip, ceea ce poate insemna, de exemplu, că macro-staţiile de bază sunt configurate cu un SSI şi staţiile de bază micro cu un SSI diferit.

[1006] În strategia de implementare A, fiecare staţie de bază asigură accesul său specific la sistem şi unele planificări automate, de preferinţă, pot configura accesul la sistem. În cazul în care staţiile de bază sub formă de grupe cu puncte de transmisie, acestea pot avea deja iniţial unele conexiuni pre-configurate de puncte de inter-transmisie in cadrul grupului pentru a permite coordonarea recepţiilor şi transmisiilor. Odată implementat, configuraţia de acces la sistem poate fi reconfigurată automat pentru a se adapta la condiţiile locale. Aceste condiţii radio locale pot fi învăţate în timp, pe baza unei combinaţii de măsurători UE şi BS.
[1007] In strategia de implementare B, ambiţia este de a oferi acces la sistem regional. Prin urmare, configuraţia de acces la sistem poate fi iniţial planificată la fel ca în strategia A. Odată implementate, staţiile de bază pot fi reasignate noilor regiuni de acces la sistem, în funcţie de condiţiile radio locale. Aceste condiţii radio locale pot fi învăţate în timp, pe baza unei combinaţii de măsurători la echipamentul UE şi staţia de bază BS. Transportul de trafic poate fi foarte variabil şi poate suferi o latenţă variabilă, limitând capabilităţile de coordonare.
[1008] In cazul in care NX este implementat intr-o zonă în care există deja un sistem moştenitor, atunci modelele logice existente (relaţii vecine, configuraţii ale zonei de urmărire, statistici ale procedurii de acces aleatoriu) pot fi utilizate pentru a atribui staţia de bază unei regiuni de acces la sistem (strategie B) fie în faza de planificare, după stabilirea conexiunii la sistemul OAM, fie odată stabilită relaţia dintre noua staţie de bază NX şi reţeaua moştenire.

[1009] În mod similar, cu NX implementat cu diferite tipuri de staţii de bază în minte, fiecare tip poate fi asociat cu aceeaşi configuraţie de acces la sistem (strategia C). Acest lucru este rezonabil, de exemplu, dacă configuraţia de acces la sistem ar trebui să fie legată de puterea de transmisie a staţiei de bază.

[1010] O alternativă este implementarea de noi staţii de bază cu un sistem de acces specific sistemului BS (strategia A) dintr-un set de configuraţii de acces la sistem utilizate doar pentru staţiile de bază instalate recent. După ce s-au stabilit cunoştinţe suficiente despre condiţiile locale, staţia de bază este atribuită unei regiuni de acces la sistem (strategia B).

[1011] În mod similar, configuraţiile zonei de urmărire pot fi, de asemenea, supuse unei planificări (automate) înainte de instalarea locaţiei, determinate central ca parte a interacţiunilor OAM iniţiale sau reconfigurate în mod distribuit după ce staţia de bază a fost implementată. Zona de urmărire poate depinde de configuraţiile existente ale zonei de urmărire în reţelele vechi şi poate fi legată de regiunile de acces la sistem.

[1012] În cazul în care sunt luate în considerare operaţiuni mascate (secţiunea 3.10.3), unde unele secvenţe de referinţă şi/sau identificatori de staţie de bază sunt mascate, staţia de bază trebuie să stabilească o conexiune cu entitatea de gestionare a poziţionării (PME). În acest fel, staţia de bază obţine detalii de criptare, timpi de validitate etc., despre astfel de transmisii. Unele dintre aceste configuraţii sunt pentru funcţii comune de poziţionare, iar altele pentru funcţii dedicate de poziţionare.

Configuraţia şi optimizarea accesului aleatoriu pot fi văzute ca două părţi, în primul rând configuraţia parametrilor de acces aleatoriu a accesului sistemului trebuie reglată în raport cu configuraţia accesului sistemului în regiunile adiacente şi în al doilea rând manipularea accesului aleatoriu in regiunea de acces a sistemului trebuie stabilit.

[1013] Pentru configurarea parametrilor de acces aleatoriu, strategia poate fi aceea că staţia de bază sau sistemul OAM adună statistici de acces aleatoriu bazate pe măsurători ale staţiei de bază (nr. de preambuluri de acces la sistem recepţionate, nici o procedură de acces de sistem reuşită/eşuată, nici una specifică nodului recepţionat preambuluri de acces aleatoriu etc.) şi/sau rapoarte de măsurare UE asociate procedurii de acces aleatoriu (număr de preambulurilor de acces la sistem transmis şi preambuluri de acces aleatoriu specifice nodului, număr de eşecuri ale procedurii datorate conţinutului, număr de preambulurilor transmise la puterea maximă etc.).

[1014] Odată ce accesul la sistem este configurat şi staţia de bază este operaţională, staţiile de bază şi nodurile regiunii de acces la sistem trebuie să stabilească cunoştinţe cu privire la recepţia nodurilor şi acoperirea de transmisie care se suprapun în regiunea de acces la sistem şi între regiunile de acces la sistem. Configuraţia şi reglarea parametrilor vizează configuraţii de acces la sistem unice local, ceea ce înseamnă că setul de preambuluri de sistem configurate şi preambuluri de acces aleatoriu specifice nodului, precum şi resursele aferente în timp, frecvenţă şi spaţiu pot fi modificate din cauza suprapunerilor cu regiuni adiacente de acces la sistem.

[1015] Pentru strategia de implementare A şi B, astfel de statistici de suprapunere pot fi, de asemenea, utilizate pentru a înţelege ce fascicule şi noduri din regiunea de acces la sistem, care, probabil, toate primesc un preambul de la un echipament UE şi, de asemenea, care sunt capabile să transmită un răspuns la un astfel de echipament UE. La fel de important este să se stabilească ce fascicule şi noduri cu regiunea de acces la sistem care nu sunt susceptibile de a primi acelaşi preambul de la un echipament UE specifică sau sunt incapabile să transmită un răspuns la acelaşi UE. Aceste cunoştinţe pot fi formalizate ca relaţii RA de recepţie şi transmisie, precum şi non-relaţie de recepţie şi transmisie RA.

[1016] Figura 140 ilustrează un exemplu de astfel de suprapuneri, în care două regiuni diferite de acces la sistem au o suprapunere şi trebuie să alinieze configuraţiile de acces la sistem. Mai mult, în cadrul regiunii de acces la sistem cu SS1, nodurile B1 şi B2 au o relaţie RA (atât recepţie, cât şi transmisie pentru simplitate), astfel cum a fost încheiată pe baza statisticilor asociate UE 1 şi similare, în timp ce nodurile B1 şi B2 au o relaţie RA încheiată pe baza statisticilor asociate UE1 şi UE2 şi similar. În cazul strategiei de implementare B, astfel de relaţii pot fi utilizate pentru a coordona răspunsurile RA, configuraţiile de legătură ascendentă şi gestionarea conţinutului între noduri. Pentru strategia de implementare C, relaţiile pot fi utilizate în schimb la coordonarea preambulurilor şi resurselor RA specifice nodului pe o scară mai lungă de timp.

3.9.2 Stabilirea relaţiei staţiilor de bază

[1017] În ciuda instrumentelor avansate de planificare a reţelelor radio, este foarte dificil să prezicem in detaliu propagarea radio. În consecinţă, este dificil de prezis ce staţii de bază trebuie să aibă o relaţie şi poate şi o conexiune directă înainte de implementarea reţelei. Acest lucru a fost rezolvat în LTE, unde echipamentul UE ar putea fi solicitat să extragă informaţii unice din

informaţiile de sistem difuzate de staţiile de bază necunoscute şi să raporteze la staţia de bază care serveşte. Aceste informaţii au fost utilizate pentru a transmite mesaje către staţia de bază necunoscută prin intermediul reţelei centrale, care a menţinut un tabel de căutare de la un identificator unic la o conexiune S1 stabilită. Un astfel de mesaj a fost utilizat pentru a solicita informaţiile privind adresa stratului de reţea de transport necesare pentru o staţie de bază directă pentru conexiunea staţiei de bază pentru interfaţa X2. Pentru relaţiile staţiilor de bază în contextul NX, o staţie de bază este o entitate care încheie interfeţele evoluate X2 şi/sau S1.

[1018] O abordare pentru stabilirea relaţiilor de staţii de bază este prin pre-configurare şi eliminarea ulterioară a relaţiilor inutile. Relaţiile iniţiale se pot baza pe informaţii geografice sau pe informaţii logice, cum ar fi relaţiile dintre toate staţiile de bază din cadrul aceluiaşi grup interconectate prin transport de trafic „bună". Mai mult, relaţiile iniţiale pot fi foarte uşoare pentru a permite un set extins de relaţii iniţiale de staţii de bază. Dezavantajul este că unele relaţii cu staţiile de bază ar putea să nu fie relevante iniţial, dar după un timp, din cauza modificărilor din mediul înconjurător sau a modelelor de mobilitate UE. O alternativă este de a stabili în mod regulat relaţii extinse de staţii de bază şi apoi de a elimina relaţiile inutile. Pentru strategia de implementare A cu grupuri de puncte de transmisie în cadrul aceleiaşi staţii de bază, este rezonabil ca anumite relaţii să fie necesare în cadrul grupului, de exemplu, pentru a coordona accesul la sistem, dar poate fi totuşi nevoie de relaţii de staţii de bază cu staţii de bază în diferite grupe şi regiuni de acces la sistem.

[1019] Prin urmare, se concluzionează că este nevoie de o procedură Relaţie automată a staţiilor de bază (ABR) in NX.

3.9.2.1 Emisie ultra-slabă a unui identificator de bază

[1020] ABR se poate baza pe o fundaţie similară ca ANR în LTE, unde se solicită unui echipament UE să preia informaţiile sistemului dintr-o staţie de bază diferită şi să le raporteze staţiei de bază BS care deserveşte. Procedura se bazează astfel pe difuzarea unui identificator de staţie de bază (BSID). O provocare este de a combina acest lucru cu un design ultra-slab, specific difuzării relativ rareori a BSID în comparaţie cu SSI. Periodicitatea BSID ar putea fi de aceeaşi ordine ca şi periodicitatea tabelului AIT, ba chiar asociată transmisiei tabelului AIT atât pentru staţia de bază, cât şi pentru eficienţa echipamentului UE. De notat că astfel de emisii BSID rare sunt cel mai probabil corespunzătoare performanţei de stabilire a relaţiei în timp real mai slabe în comparaţie cu LTE, dar aceasta este o degradare acceptabilă, având în vedere beneficiile oferite de transmisiile ultra-slabe.

[1021] Mai mult, pentru regăsirea eficientă a BSID UE, echipamentul UE beneficiază de cunoştinţe despre un spaţiu de căutare aproximativ pentru identificatorii BSID ai staţiilor de bază BS care nu deservesc. Prima alternativă se bazează pe presupunerea că staţiile de bază sunt aliniate timp la nivel de milisecunde, de exemplu, prin intermediul unui protocol de timp de reţea, şi că identificatorii BSID sunt transmişi într-o reţea de căutare comună, sau cel puţin regională, din perspectiva UE. Aceasta permite o regăsire eficientă a BSID, de asemenea, pentru difuzările reduse ale BSID.

[1022] A doua alternativă are în vedere dacă staţiile de bază nu sunt aliniate în timp sau dacă este de dorit să se sprijine un model de difuzare BSID mai flexibil între anumite zone. Apoi, modelul de transmisie BSID poate fi semnalat ca parte a tabelului AIT şi, prin urmare, legat de regiunea de acces la sistem. Cu toate acestea, o astfel de schemă necesită ca echipamentul UE să poată prelua tabelul AIT oriunde este de dorit să recupereze BSID. De exemplu, poate fi relevant să difuzăm BSID oriunde staţia de bază este capabilă să servească echipamentele UE conectate, ceea ce ar putea fi o zonă mai largă decât acoperă SSI / AIT.

[1023] O a treia alternativă este să bazarea pe măsurătorile UE în modul inactiv. Echipamente UE pot fi configurate pentru a monitoriza şi înregistra SSI, AIT şi BSID, pe lângă informaţiile despre zona de urmărire, precum şi etichetele de timp in regim de repaus. Un astfel de jurnal poate fi furnizat unei staţii de bază de deservire atunci când UE s-a conectat la reţea. Jurnalul de tranziţii între diferite BSID poate fi utilizat pentru a identifica relaţiile staţiilor de bază BS. Fie staţie de bază BS de deservire care a obţinut jurnalul poate prelua identificatorul BSID unei staţii de bază BS adiacente din celula cea mai recentă vizitată, fie staţia de bază BS de deservire sau o entitate centrală precum sistemul OAM poate utiliza jurnalul complet pentru a stabili relaţii între staţiile de bază BS corespunzătoare tuturor tranziţiilor BS din jurnal.

[1024] O a patra alternativă este să bazarea pe procedurile de restabilire a legăturilor radio, în care UE oferă unei noi staţii de bază de deservire cu informaţii despre staţia de bază anterioară de deservire. Este important să recunoaştem că ar putea exista o gaură de acoperire între două staţii de bază care au provocat defectarea legăturii radio. Cu toate acestea, relaţia staţiilor de bază BS poate

fi încă foarte relevantă şi o parte importantă într-o coordonare inter-BS pentru a compensa gaura de acoperire.

[1025] Figura 141 ilustrează unele posibile informaţii BSID pe care diferite echipamente UE le pot prelua de la staţia de bază BS care nu deserveşte, la cerere, pentru a susţine relaţii între staţiile de bază BS automate:

UE1, deservit de B1, poate prelua ID-ul B2 folosind oricare dintre cele patru alternative. Poate fi configurat, de asemenea, pentru a prelua toţi identificatorii BSID care au aceeaşi configuraţie a spaţiului de căutare BSID ca staţia sa de bază BS de deservire şi, de asemenea, poate fi capabil să identifice codul B2.

UE2, deservit de B3, nu poate prelua niciun BSID

UE3, deservit de B3, poate prelua ID-ul B4 folosind oricare din prima, a treia şi a patra alternativă, dar nu a doua alternativă, deoarece SSI / AIT nu poate fi recuperat în acea locaţie.

UE4, deservit de B3, poate prelua ID-ul B4 folosind oricare dintre cele patru alternative.

[1026] Mai mult decat atat, nu numai BSID, ci şi timpul de regăsire este necesar în cazul în care staţiile de bază transmit BSID în mod mascat, ceea ce înseamnă că BSID este fixat doar pe o perioadă de valabilitate, iar BSID şi tuple de timp de regăsire sunt necesare pentru a identifica corect staţia de bază BS. Figura 142, o diagramă de semnalizare pentru extragerea adreselor BSID şi TNL şi configurarea automată a X2 este furnizată de Figura 142. Etapele 1-5 ilustrează regăsirea unui BSID unic din PME (secţiunea 3.10) sau similar în ciuda mascării pe interfaţa aer, ceea ce este suficient pentru a stabili o relaţie cu staţia de bază BS. În plus, este de asemenea posibil să se preia automat informaţiile adresei TNL despre staţia de bază BS care nu deserveşte, fie printr-o tabelă de căutare intr-un nod de reţea (pasul 6), fie printr-o solicitare declanşată de la nodul de reţea către staţia de bază BS care nu deserveşte (etapele 6 şi 7). Informaţiile adresei TNL preluate pot fi ulterior utilizate pentru a stabili o conexiune X2 evoluată între cele două staţii de bază BS.

[1027] Transmiterea BSID trebuie, de asemenea, evaluată şi comparată cu alte mijloace pentru a stabili relaţiile staţiilor de bază BS. Un exemplu se bazează pe o entitate centrală, cum ar fi PME care coordonează utilizarea MRS-urilor de către staţiile de bază. Staţia de bază negociază în mod regulat cu PME ce MRS poate utiliza. Apoi, relaţiile BS pot fi stabilite pe baza rapoartelor MRS de la echipamentele UE către o staţie de bază de deservire, care sunt trimise către PME pentru o asociere la o staţie de bază utilizând MRS raportat. O astfel de soluţie are un cost de coordonare, dar permite o stabilire mai rapidă a relaţiei BS, în aceeaşi ordine a timpilor de stabilire LTE.

3.9.2.2 Relaţiile staţiilor de bază bazate pe transmisii pe legătura ascendentă

[1028] O alternativă la transmisia ultra-slabă a identificatorilor BSID este de a lăsa echipamentele UE deservite să transmită pe legătura ascendentă în timpul unui spaţiu de căutare pe legătură ascendentă. Într-o primă alternativă, informaţiile despre acest spaţiu de căutare BS pot fi valabile la nivel de reţea şi se presupune că staţiile de bază BS sunt aliniate timp la nivel de milisecunde. Aceasta permite monitorizarea eficientă de către BS a spaţiului de căutare, cu condiţia ca acest spaţiu de căutare să fie suficient de limitat în timp şi frecvenţă. Staţia de bază BS de deservire configurează UE pentru a trimite un mesaj pe legătura ascendentă, inclusiv BSID-ul BS de deservire. O staţie de bază BS care nu deserveşte care preia transmisia de legătură ascendentă poate extrage BSID sau cel puţin să-l caute prin intermediul unui nod diferit şi, prin urmare, să stabilească o relaţie BS.

[1029] O alternativă susţine BS aliniate non-timp, sau o alocare mai flexibilă a spaţiului de căutare pe legătură ascendentă între regiuni. Aceasta se bazează pe faptul că definiţia spaţiului de căutare BS pentru astfel de transmisii pe legătura ascendentă de la echipamente UE care nu sunt deservite este inclusă în tabelul AIT sau similar, şi, prin urmare, este configurată ca parte a accesului sistemului. Acest lucru necesită ca UE să recupereze SSI/AIT al BS care nu deserveşte şi să raporteze staţiei sale de bază BS de deservire.

[1030] De notat că, deoarece BSID în acest caz nu este difuzat de noduri, nevoia de mascare nu este la fel de puternică. Posibil, transmisia de legătură ascendentă ar putea fi mascată pentru a fi pe partea sigură. Semnalizarea cu câteva opţiuni diferite este ilustrată de Figura 143, care este o diagramă de semnalizare pentru ABR pe bază de legătură ascendentă. Paşii 1-2 sunt necesari numai dacă spaţiul de căutare pe legătură ascendentă este definit de SSI / AIT. De asemenea, etapele 5a şi b sunt necesare numai dacă staţia de bază BS trebuie să caute UBSID-ul din PME pe baza ULID-ului prelevat şi a timpului. Din nou, etapele 3-5 (1-2 opţional) sunt necesare pentru a stabili o relaţie BS, în timp ce etapele 6 şi opţional 7 sunt necesare pentru a recupera adresa TNL şi pentru a face relaţia reciprocă, în timp ce etapele 8-9 sunt necesare pentru a stabili automat o conexiune X2 evoluată.

3.9.3 Stabilirea relaţiilor de fascicul

[1031] Cand s-au stabilit relaţiile staţiilor de bază BS, staţiile de bază pot interacţiona pentru a coordona şi informa despre transmisii. O posibilă utilizare a acestor interacţiuni este de a stabili relaţii între fasciculele de mobilitate ale diferitelor staţii de bază şi noduri/punct de transmisie asociate staţiilor de bază, aşa cum este discutat în secţiunea 3.5. Câteva aspecte importante atunci cand se discută relaţiile dintre fascicule:

relaţiile nu ar trebui să fie legate de MRS transmise în mod explicit asociate cu fascicule pentru a evita o problemă de planificare MRS.
nodurile ar trebui să poată beneficia de modificarea fasciculelor prin reglarea fasciculelor, divizarea fasciculelor, etc.
relaţia ar putea fi, de asemenea, bazată pe valoarea de aliniere în timp pe legătura ascendentă pentru a restrânge şi mai mult fasciculele candidate pentru transferul UE.
tabelul de relaţii care susţine trecerea de la un fascicul al nodului sursă la un fascicul al nodului ţintă ar putea fi găzduit în nodul sursă sau în nodul ţintă.

[1032] Prin urmare, relaţiile dintre fascicule în NX pot fi altfel decât relaţiile dintre celule în LTE.

[1033] Pentru a aborda primele două aspecte, este introdusă noţiunea de fascicule de mobilitate virtuale. Un fascicul virtual al unui nod N este reprezentat de un indice i, i = 1 .., M. In continuare, fasciculul virtual i al nodului N se notează VBNi, de exemplu, VB21. Prin urmare, se consideră procedura luată în considerare pentru crearea automată a relaţiilor de fascicul de mobilitate Relaţii automate ale fasciculului virtual (AVR) pentru a sublinia că relaţiile sunt între fascicule virtuale. Pentru a sprijini mobilitatea, un nod poate realiza un fascicul de mobilitate virtual cu unul sau mai multe fascicule de mobilitate transmise, fiecare avand atribuit un MRS. Alocarea MRS unui fascicul de mobilitate nu este fixă şi variază de obicei de la o fereastră de timp la alta. Conceptul de fascicul virtual poate găzdui şi suporta şi mobilitatea bazată pe legătura ascendentă, unde un fascicul virtual poate fi asociat la recepţia pe legătură ascendentă, eventual cu directivitate. Discuţia de mai jos se bazează pe mobilitatea bazată pe legătura descendentă, dar discuţia se aplică mai mult sau mai puţin şi mobilităţii bazate pe legătură ascendentă.

[1034] Figura 144 oferă câteva informaţii suplimentare despre fascicule virtuale şi relaţii ale fasciculului virtual, din perspectiva fasciculului virtual VB21 al nodului B2. Are o relaţie de fascicul virtual cu VB11 al nodului B1 şi o alta cu VB31 al nodului B3. Fasciculul virtual VB11 este realizat de un fascicul de mobilitate alocat MRS M1, iar VB21 este realizat de un fascicul de mobilitate alocat MRS M2. Mai mult, fasciculul virtual VB31 este realizat prin două fascicule de mobilitate atribuite MRS M3 şi respectiv M4. De asemenea, este rezonabil să încercaţi să asociaţi un echipament UE servită cu un fascicul de mobilitate virtual de deservire, fie prin măsurători directe ale fasciculelor de mobilitate transmise periodic de la nodul de deservire, fie prin asocierea fasciculului legăturii descendente sau al fasciculului ascendent (de obicei ajustat specific UE) al UE către un fascicul de mobilitate virtual.

[1035] Când nodul B2 declanşează necesitatea măsurătorilor de mobilitate în numele UE reprezentate, nodul profită de relaţiile de fascicul virtual între VB21 pe de o parte, şi VB11 şi VB31 pe de altă parte. În acest caz, fasciculul de mobilitate realizat configurat cu MRS M3 este alternativa cea mai favorabilă.

[1036] Relaţiile de fascicul de mobilitate virtual pot fi, de asemenea, rafinate pentru a fi separate în legătura ascendentă şi în legătură descendentă şi pot, de asemenea, să ia în considerare alinierea timpului de legătură ascendentă la nodul de deservire. În cele ce urmează, se presupune că relaţiile de legare ascendentă şi pe legătura descendentă sunt aceleaşi, iar nodul de deservire este acelaşi în legătura ascendentă şi pe legătura descendente, ceea ce înseamnă că alinierea timpului de legătură ascendentă este aplicabilă şi fasciculului al legăturii descendente. (În cazul în care sau legătura ascendentă şi legătura descendente, alinierea timpului pe legătură ascendentă reflectă un alt nod decât nodul al legăturii descendente, ceea ce înseamnă că alinierea timpului pe legătură ascendentă nu poate fi asociată cu fasciculul al legăturii descendente.)

[1037] Alinierea timpului pe legătura ascendentă este pusă în contextul relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual din Figura 145. Aici, relaţiile nu sunt numai între fascicule de mobilitate virtuale, ci includ şi un interval TA asociat nodului de deservire. Fasciculul de mobilitate virtual VB21 are acum o relaţie de fascicul virtual din intervalul TA TA1 până la VB11 al nodului B1 şi o alta din intervalul TA2 până la VB31 al nodului B3. Când nodul B2 declanşează necesitatea măsurătorilor de mobilitate în numele UE reprezentate cu un TA în intervalul TA2 TA, nodul profită de relaţiile de fascicul virtual între VB21, TA2 pe de o parte şi VB31 pe de altă parte. Prin urmare, numai

nodul B3 este solicitat să transmită fascicule de mobilitate asociate cu fasciculul de mobilitate virtual VB31. De asemenea, in acest caz, fasciculul de mobilitate realizat configurat cu MRS M3 este cea mai favorabilă alternativă. Intervalele de TA menţionate mai sus sunt stabilite din statistici TA bazate pe transferuri de succes şi vor fi îmbunătăţite în timp, cu mai multe statistici.

[1038] Conceptul de fascicule de mobilitate virtuale şi relaţii de fascicule de mobilitate virtuale înseamnă că fasciculul de mobilitate virtual poate fi un fascicul de mobilitate cu orice MRS şi este o alternativă la o asociere fixă între fascicul şi MRS, care aduce o problemă de planificare MRS. Un design bazat pe un concept de fascicul de mobilitate virtual implică faptul că o asociere între fasciculul de mobilitate virtual logică şi fasciculul de mobilitate realizat cu MRS-ul său alocat trebuie comunicat altor noduri împreună cu informaţii despre resursele alocate prin intermediul X2 sau S1 evoluat. Prin urmare, echipamentul UE poate fi informat despre spaţiile de căutare pe care UE trebuie să le ia în considerare şi/sau pe care MRS să le caute. Proiectarea asigură, de asemenea, că orice posibilă coliziune MRS din două noduri diferite poate fi prevăzută în prealabil. Deoarece MRS pentru alocarea fasciculului de mobilitate nu este fixat intr-o astfel de proiectare, acest lucru permite funcţionarea mascată a fasciculelor de mobilitate.

[1039] Tabelul de relaţie a fasciculului de mobilitate virtual considerat pentru un transfer de la un nod sursă la un nod ţintă poate sta la nodul sursă sau nodul ţintă. Acestea sunt sincronizate între nodurile ţintă şi sursă, deoarece tabelele de relaţii ale fasciculului sunt necesare pentru transfer in ambele direcţii între două noduri diferite.

[1040] Relaţiile dintre fasciculele de mobilitate virtuale sunt stabilite pe baza observaţiilor şi rapoartelor UE. Aceste observaţii sunt făcute atunci când se transmit fascicule de mobilitate asociate. În funcţie de situaţie, fasciculele de mobilitate transmise pot fi iniţiate diferit. Două situaţii sunt luate în considerare în următoarele două subsecţiuni. Mai mult, stabilirea relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual de la evenimentele RLF este abordată în subsecţiunea ulterioară. O a patra alternativă este aceea în care informaţiile de poziţie sunt disponibile de la GNSS sau de la un alt sistem bazat pe NX, care sunt abordate în ultima subsecţiune a secţiunii relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual.

3.9.3.1 Înfiinţarea unei reţele neexploatate

[1041] Cand toate nodurile dintr-o zonă sunt dislocate în acelaşi timp, există o mulţime de relaţii de fascicul de mobilitate virtual pentru a stabili, iar traficul este de obicei relativ scăzut. Prin urmare, pentru a stabili rapid relaţiile, este relevant să se utilizeze echipamente UE disponibile pe cât posibil pentru observaţii ample. Desfăşurarea terenului neexploatat beneficiază de o procedură de instruire dedicată, care este convenită odată ce au fost stabilite relaţiile staţiei de bază.

[1042] Aşa cum este ilustrat de Figura 146, care ilustrează stabilirea relaţiei de fascicul de mobilitate virtual pentru implementări neexploatate, odată ce relaţiile staţiei de bază au fost stabilite, staţiile de bază sunt de acord cu o fază de măsurare a relaţiei de fascicul virtual de coordonare. În configuraţie, staţiile de bază pot coordona utilizarea MRS pentru a evita coliziunile şi pentru a maximiza numărul de observaţii într-un timp limitat. MRS-urile configurate sunt asociate fasciculelor de mobilitate virtuale, precum şi realizărilor fasciculului de mobilitate de către fiecare staţie de bază. Opţional, relaţiile fasciculelor de mobilitate virtuale sunt asociate la alinierea timpului pe legătura ascendentă şi în mod specific diferite intervale de TA.

3.9.3.2 Stabilirea unui nou nod intr-o reţea matură

[1043] Cand un nou nod este stabilit intr-o reţea matură, există de obicei deja o cantitate mare de echipamente UE difuzate care declanşează procedurile de transfer. Fiecare procedură de transfer declanşează transmisii de fascicule de mobilitate configurate cu MRS. Prin urmare, poate avea sens să se încerce să se utilizeze aceste fascicule de mobilitate pentru măsurători efectuate de echipamente UE servite de noul nod. Acest lucru poate fi făcut în diferite moduri:

Noul nod solicită informaţii despre fasciculul de mobilitate pentru toate fasciculele de mobilitate transmise de la staţiile de bază vecine. Ori de câte ori o staţie de bază iniţiază un fascicul de mobilitate, aceasta notifică noul nod la timp pentru a permite acelui nod să-şi configureze echipamente UE deservite pentru măsurători.
Noul nod solicită transmisii suplimentare ale fasciculului de mobilitate de la staţiile de bază vecine şi să fie informate când acestea sunt transmise.

[1044] Ambele sunt ilustrate de Figura 147, care ilustrează stabilirea relaţiei de fascicul de mobilitate virtual pentru implementări mature, cu pasul opţional 2 adresând cererea din noua staţie

de bază către o altă staţie de bază pentru a transmite fascicule excesive de mobilitate. Pasul 1 se referă la solicitarea de informaţii despre fasciculul de mobilitate pentru a permite învăţarea de la fascicule de mobilitate transmise pentru a sprijini transferul între staţiile de bază existente şi punctele de transmisie. În acelaşi timp, noua staţie BS transmite fascicule de mobilitate pentru echipamente UE deservite pentru a măsura şi ele. Într-o manieră similară, informaţii despre aceste fascicule de mobilitate de la noua staţie de bază la staţiile de bază vecine.

3.9.3.3 Relaţii ale fasciculului de mobilitate virtual din rapoartele RLF

[1045] Relaţiile fasciculelor de mobilitate virtuale inadecvate pot duce la o eroare a legăturii radio (RLF) atunci când nodul de deservire nu poate menţine conexiunea la UE. Deoarece UE are un context stabilit în reţea, UE nu iniţiază o conexiune complet nouă, ci încearcă să restabilească o conexiune la reţea, de obicei spre o staţie de bază nouă/ţintă. Aceasta poate fi, de asemenea, văzută ca o procedură pentru a stabili relaţiile cerute fără nici o informaţie suplimentară difuzată din noduri - deşi unele dintre echipamente UE iniţiale se confruntă cu o eroare a legăturii radio, procedura învaţă relaţiile de fascicul necesare de la astfel de eşecuri şi devine mai robustă în viitor.
[1046] Etapele 1-7 din Figura 148 abordează restabilirea conexiunii, precum şi stabilirea unei relaţii de fascicul de mobilitate virtual, pe baza rapoartelor RLF:

1. Echipamentul UE este informat despre identificatorul BSID cu privire la staţia de bază BS de deservire ca parte a unei proceduri de configurare a conexiunii.
2. UE este asociat în mod regulat la un fascicul de mobilitate virtual, fie prin măsurători UE sau BS, fie raportand un fascicul de date de deservire la cel mai adecvat fascicul de mobilitate virtual.
3. Legătura radio a UE eşuează. Staţia de bază BS sursă menţine contextul UE.
4. UE salvează măsurători, stări şi timp de eşec.
5. UE se restabileşte cu staţia de bază BS sau nodul ţintă şi furnizează ID UE şi BSID la staţia de bază BS sursă către BS ţintă. BS ţintă fie a fost furnizat cu contextul UE deja dacă a fost iniţiat transferul, fie poate recupera contextul UE din staţia de bază BS sursă folosind UEID şi BSID. Contextul UE poate include o asociere la un fascicul de mobilitate virtual.
6. BS ţintă asociază UE unui fascicul de mobilitate virtual în BS ţintă.
7. Ţinta stabileşte o relaţie de fascicul de mobilitate virtual între fasciculele de mobilitate virtuale asociate la sursă înainte de RLF şi la ţintă după RLF (aici, se presupune că nodul sursă păstrează contextul UE până la recepţionarea informaţiilor de restabilire pentru UE după ce a experimentat RLF pentru UE). Opţional, sursa TA este preluată din contextul UE şi inclusă în relaţie, şi/sau TA-ul este stabilit şi inclus în relaţie.

[1047] Cu condiţia ca procedura de restabilire să fie fiabilă şi promptă, atunci ea poate fi văzută ca un mijloc adecvat pentru stabilirea relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual. Poate că unele RLF pot fi considerate un preţ rezonabil în comparaţie cu cheltuielile generale, dar performanţele asociate trebuie să fie legate de cerinţele clienţilor.
[1048] Deoarece echipamentul UE poate fi agnostic la ID-ul fasciculului de deservire şi/sau la BSID de deservire, procedura de restabilire a UE poate fi iniţiată de staţia de bază sursă care informează staţiile de bază potenţiale ţintă, aşa cum este ilustrat în Figura 149, care prezintă o procedură de restabilire iniţiată de staţia de bază BS sursă cu îmbunătăţiri ale relaţiilor de fascicul virtual de mobilitate. Pe baza cantităţii de informaţii disponibile UE în momentul RLF, s-ar putea schimba diferite informaţii suplimentare între sursa iniţială BS şi B-ul de restabilire.
[1049] Dacă echipamentul UE este agnostic la staţia de bază BS de deservire şi la fasciculul de deservire, atunci staţia de bază BS de deservire trebuie să trimită notificări vecinilor săi cu privire la echipamentul UE, aşa cum se prezintă în Figura 149. Acţionând voluntar pentru a trimite avizul RLF al UE la staţiile de bază vecine, staţia de bază de deservire se deschide pentru semnalizare viitoare de la nodul de restabilire. De notat că pasul 2 din Figura 149 ar putea fi înlocuit cu UE care notifică nodul de restabilire cu privire la nodul de deservire anterior dacă UE este numai agnostic cu fascicul de deservire, şi nu atât agnostic cu fascicul de deservire, cât şi cu nodul de deservire.
[1050] În etapa 4 din Figura 149, informaţiile sunt schimbate nu numai despre contextul UE, ci şi informaţii care ajută la îmbunătăţirea relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual. BS de restabilire informează staţia de bază BS de difuzare originală despre fasciculul de mobilitate virtual actual care este asociat cu echipamentul UE pe baza căruia nodul care serveşte îşi poate actualiza relaţiile de fascicul virtual de mobilitate. De asemenea, nodul sursă poate reevalua procedura de mod activ care declanşează praguri în configuraţiile iniţiale ale fasciculului de deservire al UE

3.9.3.4 Informaţii de poziţie şi relaţiile fasciculului de mobilitate virtual

[1051] Dacă o staţie de bază şi un echipament UE sunt capabile să stabilească în mod regulat sau, la cerere, să stabilească o estimare a poziţiei UE, atunci relaţiile de fascicul de mobilitate virtual se pot baza pe informaţiile despre poziţie. Aceasta este, de asemenea, legată de mecanismele de poziţionare considerate şi de arhitectura de poziţionare asociată. Un avantaj este că staţia de bază BS sursă nu trebuie să asocie UE la un fascicul de mobilitate virtual la staţia de bază BS sursă. Pe de altă parte, combinaţia unui fascicul de mobilitate virtual asociat la staţia de bază BS sursă, precum şi o aliniere a timpului pe legătura ascendentă pot fi în combinaţie ca o estimare de poziţie grosieră şi, prin urmare, relaţiile de fascicul virtual de bază de informaţii de poziţie pot fi văzute ca la fel cum am discutat mai sus. Cu toate acestea, dacă informaţiile de poziţie sunt independente de fasciculele de mobilitate ale sursei BS, atunci poziţia faţă de relaţiile de fascicul de mobilitate virtual poate fi văzută ca o mulţime de surse de relaţii ale fasciculului de mobilitate virtual.

[1052] Construirea unui astfel de tabel implică învăţare treptată, fie prin tehnici de învăţare automată, fie prin abordări de cercetare SON sau ambele, pentru a identifica ce caracteristică radio reprezintă cel mai bine poziţia UE (atunci când poziţia geo-poziţiei echipamentului UE nu este disponibilă direct), corelarea exactităţii geo-locaţiei cu fasciculele de mobilitate virtuale, precum şi fasciculele de mobilitate asociate şi optimizarea continuă a conţinutului tabelului pentru a se potrivi cu modificările reţelei (schimbări în infrastructura oraşului, modificări în desfăşurare etc.) . Precizia poziţiei are un impact asupra dimensiunii rezonabile a fasciculelor de mobilitate virtual.

3.9.4 Optimizare robusteţe mobilitate

[1053] Procedura de mobilitate este explicată în secţiunea 3.5. Procedura explicată bazată pe fascicul necesită o funcţionalitate de auto-organizare pentru a reduce cheltuielile generale ale transmisiilor MRS, fără a avea un impact semnificativ asupra robusteţii de mobilitate a procedurii de comutare a fasciculului. Funcţiile SON menţionate mai jos presupun prezenţa relaţiilor staţiei de bază şi a relaţiilor de fascicul de mobilitate virtual, aşa cum se menţionează în secţiunile 3.9.2 şi 3.9.3. De asemenea, o funcţie SON similară cu reglarea pragului CIO (Decalaj Celulă Individuală) efectuată în LTE, dar la nivelul fasciculului este posibilă - reglarea individuală a fasciculului (BIO) completează omologul LTE.

3.9.4.1 Reglarea procedurii de transfer bazată pe tabele de relaţii ale fasciculelor de mobilitate virtuale

[1054] Relaţiile fasciculelor de mobilitate virtuale susţin procedura de transfer pentru a propune fascicule virtuale de mobilitate adecvate. Nodul de deservire determină ce fascicule de mobilitate virtuale (şi fascicule de mobilitate asociate cu MRS configurate) trebuie transmise de la sine şi, de asemenea, solicită nodurile vecine să transmită fascicule virtuale specifice de mobilitate sau să informeze vecinii despre fasciculul de mobilitate virtual asociat la sursă, care vecinul foloseşte pentru a determina fasciculele de mobilitate virtuale aferente din nodul ţintă. Sursa şi ţinta BS utilizează fasciculele de mobilitate virtuale pentru a genera fascicule de mobilitate asociate. De exemplu, fasciculul de mobilitate virtual poate fi asociat cu unul sau mai multe fascicule de mobilitate, aşa cum este ilustrat de Figura 144. Asocierea dintre fasciculele de mobilitate virtuale şi fasciculele de mobilitate, precum şi configuraţia fasciculului de mobilitate în sine, poate fi adaptată în timp.

[1055] Sub presupunerea că funcţia AVR SON funcţionează pentru o durată suficient de lungă pentru a construi o tabelă de relaţii a fasciculului de mobilitate virtual cu suficientă încredere, procedura HO poate fi perfecţionată în continuare pentru a o face mai rapid. Un scenariu de frontieră HO este prezentat în Figura 150. Relaţia fasciculului de mobilitate virtual pentru un echipament UE la pătrat este asociată cu un fascicul de mobilitate A3 la nodul sursă A şi cu un fascicul de mobilitate B2 la nodul ţintă B. Deoarece echipamentul UE este solicitat să măsuraţi doar un fascicul de mobilitate ţintă, apoi poate fi luată în considerare o transfer oarbă fără a configura UE pentru a măsura şi raporta fascicule de mobilitate. Prin urmare, toate etapele până la etapa „Pregătire reţea" din Figura 106 ar putea fi evitate, pentru a accelera procedura HO.

3.9.4.2 Managementul dinamic al perimetru virtual

[1056] Conceptul de perimetru virtual este menţionat în secţiunea 3.5.2. Doar pentru a rezuma din nou conceptul de perimetru virtual, identificatorul de acoperire UE este in modul activ pentru nod. Un astfel de perimetru virtual ar putea fi utilizat pentru activarea proactivă (fără a aştepta ca

raportul SINR să scadă sub un anumit prag), declanşând procedura de transfer a modului activ. Un perimetru virtual este creat cu ajutorul unui fascicul de perimetru virtual (fasciculul de perimetru virtual este un fascicul MRS mai larg decât fasciculul îngust MRS şi acest fascicul este transmis periodic din nod atunci când cel puţin un mod activ UE este conectat la nod) şi unele praguri relative în fiecare direcţie îngustă a fasciculului MRS. Această metodă este ilustrată suplimentar cu ajutorul figurii 151. În figură, sunt identificate fasciculele MRS înguste, iar zona de perimetru virtual este zona umbrită care se suprapune fasciculelor MRS înguste. În această metodă, zona de perimetru virtual este generată cu ajutorul unui fascicul de perimetru virtual, prin faptul că există un fascicul fizic transmis din nod pentru a crea zona umbrită în Figura 151. Zona de perimetru virtual pentru un astfel de fascicul de perimetru virtual este definită cu ajutorul unor praguri în fiecare dintre fasciculul ingust MRS. Prin urmare, atunci cand UE este in fasciculul MRS ingust-1, atunci pragul-1 este utilizat pentru a identifica acoperirea fasciculului de perimetru virtual, iar cand echipamentul UE este in fasciculul MRS ingust-2, atunci pragul-2 este utilizat pentru a identifica acoperirea fasciculului de perimetru virtual, etc. In acest fel, un echipament UE din fasciculul 1 al MRS îngust utilizează pragul 1 ca o compensare relativă a calităţii semnalului fasciculului de perimetru virtual pentru a declanşa un raport de măsurare declanşat de eveniment.

[1057] În etapele iniţiale de desfăşurare a nodului, pe baza măsurătorilor de testare a unităţii sau a oricărei alte cunoştinţe prealabile disponibile, OAM poate identifica perimetrul virtual pentru un nod dat şi poate configura nodul cu pragurile corespunzătoare perimetrului virtual direct. Întrucât s-ar prefera să se reducă testele de acţionare, s-ar putea vedea aceasta ca o configuraţie bazată pe teste fără acţiune, în care OAM configurează fiecare dintre pragurile corespunzătoare fasciculelor MRS înguste la aceeaşi valoare şi permite funcţiei SON de gestionare a perimetru virtual optimizaţi aceste praguri.

[1058] Un perimetru virtual poate fi optimizat suplimentar pe baza diferitelor măsurători colectate de nodul din UE şi executarea deciziilor HO. Forma perimetrului virtual depinde de reglarea parametrilor relaţiei de fascicul bazate nu numai pe performanţa HO în trecut, ci şi pe capabilităţile nodului implicat in limitele HO. Ca exemplu, forma fasciculului de perimetru virtual poate diferi semnificativ în anumite direcţii ale fasciculului îngust, comparativ cu alte direcţii ale fasciculului ingust. Acest lucru este ilustrat in Figura 151. După cum se prezintă în figură, acoperirea fasciculului de perimetru virtual poate fi limitată prin diferite praguri în direcţii diferite, bazate pe calitatea fasciculelor MRS înguste şi pe performanţa calităţilor fasciculului nodurilor vecine (nu este prezentat în figură, dar actualul nod se presupune că are vecini). De asemenea, de notat că, deşi măsurătorile intensităţii semnalului fasciculului perimetru virtual al unui anumit nod sunt mai bune decât măsurătorile intensităţii semnalului fasciculului de perimetru virtual al unui alt nod la o anumită poziţie, nu garantează că poziţia aparţine primul nod în ceea ce priveşte regiunea perimetrului virtual al primului nod, deoarece capabilităţile nodului în crearea fasciculelor înguste dictează cât de mare sau mic este perimetrul virtual al unui nod.

[1059] Prin urmare, o funcţie de gestionare dinamică a perimetru virtual dinamice optimizează procedura de mobilitate în modul activ care declanşează locaţia bazată pe statistici HO (comportamente Ping-Pong intre noduri, erori de transfer, etc.), capabilităţi de nod (propriu şi vecin) şi, de asemenea, posibil la situaţii de încărcare. Parametrul controlat este valoarea de prag specifică unui fascicul MRS îngust.

3.9.5 Auto-optimizare şi tratare

[1060] Mai multe funcţii SON, cum ar fi managementul identităţii, parametrii specifici entităţii, gestionarea sarcinii, acoperirea şi optimizarea capabilităţii, cogniţia şi auto-tratarea, sunt comentate pe scurt în această secţiune.

3.9.5.1 Managementul identităţii

[1061] Atunci când reţeaua este operată în mod mascat, ambiţia este de a schimba regulat secvenţele şi identificatorii transmise. Aceasta poate fi, de asemenea, văzută ca o modalitate de a evita problema de planificare a atribuirii identificatorilor pentru unicitatea locală. Identificatorii se află în principal în reţea şi între elementele reţelei, iar identificatorii şi secvenţele transmise sunt schimbate in mod regulat in coordonare cu un PME.

3.9.5.2 Parametri specifici entităţii

[1062] Procedurile detaliate ale elementelor reţelei pot fi supuse automatizării, cu condiţia să existe aspecte sistematice, cum ar fi condiţiile radio pentru a se adapta.

3.9.5.3 Îmbunătăţirea distribuţiei de încărcare între nodurile vecine

[1063] Un fascicul poate servi UE cu o calitate bună a canalului chiar şi atunci când UE se află în afara perimetrului virtual unui nod. Acesta este foarte probabil să se întâmple în cazul în care nodul vecin nu interferează, de exemplu, din cauza lipsei de activitate în fasciculul / faţa UE. Deşi vecinul nu transmite niciun fel de fascicule în direcţia UE actuală, vecinul ar putea fi supraîncărcat din cauza activităţii ridicate din alte fascicule. Acest lucru are un impact asupra procesului de transport de trafic şi a altor prelucrări generale de la vecin. Un exemplu de scenariu de echilibrare a încărcării mobilităţii este prezentat în Figura 152.

[1064] În Figura 152, echipamentul UE se deplasează de la nodul A către nodul B şi odată ce UE trece in afara acoperirii nodului A, apoi in metoda de declanşare a HO bazată pe perimetru virtual, procedura HO este declanşată către nodul B. Pe baza măsurării MRS rezultă, nodul A recunoaşte că candidatul HO este nodul B şi, în mod specific, fasciculul B2 în nodul B. Când nodul A solicită HO pentru fasciculul B2, nodul B se poate amâna de la acceptarea HO dacă realizează că nodul A poate servi UE suficient de bine. (De notat că nodul B serveşte mai multe alte echipamente UE în fascicule diferite, ceea ce ar putea provoca mai multe prelucrări aeriene şi transport de trafic deasupra capului in nodul B). Intr-o astfel de caracteristică de echilibrare a sarcinii, nodul B poate obţine în continuare anumite măsurători de la nodul A legat de echipamentul UE pentru a se asigura că UE nu suferă din cauza calităţii eficiente a fasciculului din nodul A.

3.9.5.4 Acoperirea şi optimizarea capabilităţii

[1065] Cu un sistem bazat pe fascicul, ambiţia este de a oferi întotdeauna un fascicul adecvat UE. În acelaşi timp, acoperirea reţelei şi serviciilor ar trebui să fie menţinută şi previzibilă. Prin urmare, este important să se reevalueze situaţia de acoperire şi capacitate din reţea pentru a evalua dacă sunt necesare implementări de elemente suplimentare de reţea sau dacă pot fi reconfigurate cele existente pentru a răspunde nevoilor utilizatorilor.

3.9.5.5 Cogniţie şi auto-tratare

[1066] O mare parte din evaluări şi analize profită astăzi de transmisia extinsă a semnalelor şi identificatorilor de referinţă. Cu o transmisie mai restrânsă a unor astfel de identificatori, este important să se sprijine în continuare cazul rădăcină şi analiticele să utilizeze corect cazurile.

3.10 Poziţionarea

[1067] Poziţionarea în NX urmăreşte să abordeze nevoile de poziţionare mult diferite şi diferenţierea între utilizatori, tipuri de dispozitive, servicii etc. Semnalele şi procedurile pentru poziţionarea în NX sunt flexibile, pentru a satisface cerinţele.

3.10.1 Cerinţe şi capabilităţi

[1068] Cu o multitudine de aplicaţii potenţiale şi cazuri de utilizare, cerinţele pot fi menţionate de-a lungul mai multor dimensiuni, aşa cum este exemplificat şi ilustrat de Figura 153, care ilustrează compromisurile de poziţionare, ilustrate printr-o aplicaţie critică (zona umbrită care se extinde în general pe orizontală), cum ar fi apel de urgenţă sau navă autonomă asociată unui dispozitiv şi o aplicaţie non-critică (zona umbrită care se extinde în general pe verticală), cum ar fi detectarea sau gestionarea reţelei. Ansamblul de cerinţe este astfel mai eterogen decât cerinţele de precizie.

[1069] Cerinţele stratului fizic:

Cost se referă la costurile CAPEX şi OPEX ale operatorului asociate poziţionării, precum şi la resursele radio alocate poziţionării

Eficienţa energetică aspectele pot fi relevante atât pentru partea reţelei, cât şi pentru partea dispozitivului şi sunt preocupate de măsura în care eficienţa energetică este sau nu considerată. De asemenea, legat de costuri.

Precizie cerinţele variază de la brut (100m) până la foarte exacte (sub-metru). O cerinţă aferentă este legată de evaluările de acurateţe, ceea ce implică faptul că trebuie precizată exactitatea estimată a unei poziţii estimate.

[1070] Cerinţe orientate către protocol:

Aspecte de protocol se preocupă dacă poziţionarea este susţinută de un protocol foarte specific, cum ar fi Protocolul de poziţionare LTE între un echipamentul UE şi un nod de reţea sau dacă este un amestec de protocoale diferite, inclusiv semnalizarea planului de utilizator şi a planului de control, semnalizarea de acces şi stratul de non-acces etc.
Dependenţa de tip dispozitiv se referă la asistenţă pentru diverse limitări asociate dispozitivelor şi etichetelor.
Dependenţa de stare este o cerinţă care dictează dacă dispozitivul poate fi poziţionat în diferite stări, cum ar fi inactiv / inactiv / activ

[1071] Cerinţe de arhitectură şi implementare

Implementare se referă la faptul că poziţionarea prezintă cerinţe care afectează şi influenţează configuraţia de desfăşurare.
Cerinţe de poziţie absolută/relativă cu estimări legate fie de o referinţă geografică cunoscută, fie doar de o entitate logică, poate cu o poziţie incertă sau chiar necunoscută.
Timpul de rezolvare, perioada de la momentul la care se face cererea de poziţionare, până la momentul în care solicitantul de poziţie este furnizat solicitantului, poate să aibă o importanţă diferită şi la nivel diferit în funcţie de aplicare. De exemplu, autonomia navelor ar avea cerinţe mai stricte decât un apel de urgenţă.
Flexibilitate pentru a susţine diferite cerinţe în timp
Scalabilitate pentru a sprijini aplicaţiile cu un număr mare de dispozitive
Aspecte de arhitectură de reţea sunt, de asemenea, legate de timpul de rezolvare şi scalabilitate, precum şi aspectele de tranşare a reţelei. Unele aplicaţii pot necesita ca un nod specific de reţea să fie implicat, in timp ce altele sunt bine cu sprijinul unei funcţii de reţea logică care poate fi virtualizată oriunde.
[1072] Cerinţe de nivel superior

Diferenţiere se referă la capacitatea de a oferi simultan diferite performanţe de poziţionare pentru diferite aplicaţii, dispozitive, servicii etc.
Intimitate dictează dacă informaţiile de poziţionare ar trebui să fie anonimizate pentru operator şi dacă reţeaua susţine poziţionarea anonimizată bazată pe UE.
Securitate se preocupă dacă un terţ poate recupera unele informaţii despre poziţionare

[1073] Figura 153 ilustrează cerinţele prin două cazuri de utilizare. Primul caz de utilizare reprezintă o aplicaţie critică în care timpul de rezolvare strict, precizia, securitatea, aspectele de protocol şi cerinţele de dependenţă de stat sunt cele mai importante, iar scalabilitatea este mai puţin strictă. Al doilea caz de utilizare ilustrează o aplicaţie non-critică pentru detectarea şi gestionarea reţelei, unde în schimb flexibilitatea strictă, scalabilitatea, costul şi cerinţele de confidenţialitate sunt cele mai importante, iar cerinţele privind exactitatea, dependenţa de stat şi aspectele de protocol sunt mai puţin stricte.
[1074] Sfera oportunităţilor de poziţionare depinde, de asemenea, foarte mult de capabilităţile terminalului. Figura 154 prezintă câteva capabilităţi tipice şi câteva exemple de nivel diferit de complexitate a dispozitivului. Diferite complexităţi ale dispozitivului pot fi asociate, de exemplu, pentru a suporta o numerologie diferită, unde dispozitivele simple sunt limitate în ceea ce priveşte lăţimea de bandă acceptată şi timpul simbolului etc. Complexitatea dispozitivului poate fi asociată şi cu modul în care dispozitivul este alimentat, care este strâns legat de eficienţa energetică. aspecte. Unele dispozitive sunt pre-configurate şi nu pot fi re-configurate o dată implementate, în timp ce altele sunt capabile să preia unele informaţii comune, iar dispozitivele chiar mai capabile pot prelua informaţii de configurare dedicate.
[1075] Dispozitivele pot avea, de asemenea, diferite capabilităţi atunci când vine vorba de suport pentru diferite scheme complexe de recepţie şi transmisie descendente de legături descendente. Dispozitivele simple pot fi configurate pentru a transmite numai în legătura ascendentă, în timp ce dispozitivele puţin mai complexe pot măsura şi raporta măsurători pe legătura descendente. Formarea fasciculului şi bazarea pe cărţi de coduri pot necesita un dispozitiv şi mai avansat etc. De asemenea, unele dispozitive sunt capabile să profite de propria lor poziţie, în timp ce dispozitivele mai simple permit doar un alt nod să-şi determine poziţia şi utilizarea în aplicaţii.

3.10.2 Funcţii comune şi dedicate

[1076] Componentele de poziţionare NX pot fi configurate ca componente comune sau dedicate

pentru a permite atât poziţionarea scalabilă şi brută, cât şi poziţionarea precisă şi adaptată. Semnalele de referinţă de poziţionare obişnuite (PRS) şi semnalele de legătură ascendentă bazate pe dispută pot fi configurate printr-un tabel de informaţii de poziţionare specific (PIT) sau alte tabele, cum ar fi Tabelul cu Informaţii de Access (AIT). Componentele dedicate includ PRS-uri dedicate, semnale de sincronizare Legătura ascendentă dedicate (USS) şi proceduri dedicate. O procedură de poziţionare poate fi iniţiată printr-o procedură comună pentru a fi rafinată prin proceduri dedicate. Asocierea geografică cu o componentă poate fi inclusă în datele de asistenţă la echipamentul UE (poziţionare bazată pe UE) sau poate fi configurată într-o bază de date dintr-un nod de reţea, unde asocierea se face pe baza feedbackului UE (poziţionare asistată de UE). Ambele strategii de poziţionare sunt susţinute în generaţiile anterioare şi sunt acceptate şi în NX.

3.10.2.1 PRS comune

[1077] Unele semnale comune pot fi văzute ca instanţe de PRS, cum ar fi Semnătură de sistem (SS). În plus, pot fi definite PRS comune suplimentare, iar UE trebuie să recupereze informaţii despre astfel de PRS prin semnalizarea planificată în modul activ. Informaţiile de configurare sunt denumite Tabelul cu informaţii de poziţionare (PIT), care poate fi asociat cu o regiune de validitate caracterizată printr-un SSI sau o zonă de urmărire. UE depinde de monitorizarea validităţii PIT şi de a prelua o actualizare odată ce regiunea sa schimbat. Aceasta înseamnă că PRS-urile comune pot fi monitorizate în esenţă în orice stare.

[1078] Un PRS comun poate fi specific pentru noduri, sau comun pentru un set de noduri. Poate fi, de asemenea, specifică fasciculului. PRS comun poate fi transmis şi printr-un RAT diferit, cum ar fi PRS-urile existente ale LTE.

3.10.2.2 Semnalele comune pe legătura ascendentă bazate pe dispută

[1079] Semnalele legătura ascendentă comune, cum ar fi preambulurile PRACH, pot fi utilizate pentru a stabili sincronizarea timpului pe legătura ascendentă pe un nod. Deoarece semnalele sunt comune, trebuie tratată conţinutul pentru a asigura adevărata identitate a dispozitivului. Informaţiile de configurare despre aceste semnale comune pot fi furnizate către UE prin intermediul informaţiilor difuzate sau al informaţiilor planificate

3.10.2.3 PRS dedicate

[1080] PRS-urile pot fi, de asemenea, configurate intr-un mod dedicat, fie pentru a extinde PRS-urile comune pentru a îmbunătăţi performanţele, fie pentru a rafina rezoluţia PRS-urilor in timp şi/sau spaţiu. O configuraţie tipică de PRS este Semnalul de Sincronizare a Timpului (TSS) pentru estimarea sincronizării, de obicei în combinaţie cu un semnal de referinţă de mobilitate (MRS) pentru a rafina estimarea de sincronizare şi a permite identificarea fasciculului. Un PRS este o configuraţie către un echipament UE, ceea ce înseamnă că, dat fiind un TSS transmis, un echipament UE poate fi configurată pentru a utiliza TSS pentru estimarea în timp, în timp ce o altă UE este configurată pentru a considera TSS ca o realizare a unui PRS.

[1081] Mai mult, PRS-urile dedicate pot fi configurate, de asemenea, prin extinderea TSS şi sau MRS în timp şi/sau frecvenţă. Într-un exemplu, un nod este configurat pentru a transmite secvenţe identice pentru TSS şi MRS în două simboluri consecutive. Un echipament UE este configurat pentru a utiliza transmisia primului simbol ca TSS / MRS, in timp ce un alt echipament UE este configurat să folosească secvenţele celor două simboluri ca PRS.

3.10.2.4 Semnale de sincronizare pe legătură ascendentă (USS)

[1082] Alinierea timpului în timpul accesului aleatoriu vizează alinierea timpului în raport cu un nod. UE este alocat un USS pentru a permite estimarea sincronizării pe legătura ascendentă. Procedura poate fi, de asemenea, văzută ca o procedură de estimare a timpului dus-intors, care poate utiliza USS aşa cum este sau este rafinat de un USS îmbunătăţit, cu un suport şi mai bun pentru estimarea in timp.

[1083] Mai mult, mai multe noduri pot primi USS-uri pentru a permite diferenţa de timp de sosire (TDOA) pe legătura ascendentă. Pentru a susţine o astfel de poziţionare, informaţiile despre USS trebuie semnalate între noduri sau cel puţin către unitatea de procesare în banda de bază corespunzătoare.

3.10.2.5 Combinarea componentelor comune şi dedicate

[1084] Figura 155 exemplifică unele componente comune şi dedicate, unde componentele comune sunt definite intr-o regiune de validitate caracterizată de zona SSI. Poziţionarea poate fi rafinată treptat de la brut şi susţinută de PRS-ul comun transmis de un set de noduri, pentru a fi exacte şi susţinute de unele PRS dedicate specificităţii fasciculului. UE trebuie să obţină informaţii despre PRS-urile dedicate în starea activă a UE NX. Odată preluate, măsurătorile pot fi agregate şi procesate în orice stare (activă, inactivă, latentă).

3.10.2.6 Provocări de sincronizare a reţelei

[1085] Unele cadre de poziţionare, cum ar fi diferenţa de timp de sosire pe legătură ascendentă şi pe legătura descendentă, se bazează pe informaţii despre calendarul relativ dintre noduri sau unităţile de bandă de bază corespunzătoare. Pentru poziţionarea brută, sincronizarea reţelei este o problemă mai mică, iar procedura actuală de sincronizare a reţelei bazată pe sisteme globale de navigaţie prin satelit (GNSS) este suficientă. Aceasta implică o abatere standard de eroare de sincronizare de ordinul a 50 ns [3GPP37.857] corespunzător la 15 metri. Cu toate acestea, pentru cerinţele de precizie de sub-metru, aceasta nu este suficient de precisă. Prin urmare, este de dorit sincronizarea ceasului bazată pe măsurători peste aer. O alternativă este de a utiliza mecanisme care utilizează măsurători de direcţie şi variaţie, care în combinaţie pot oferi o poziţionare precisă fără o sincronizare precisă între noduri.

3.10.3 Disponibilitate limitată a informaţiilor de poziţionare

[1086] Pot exista mai multe motive pentru a restricţiona disponibilitatea informaţiilor de poziţionare. Unul este acela că transmiterea regulată a PRS are un impact asupra consumului de energie al unui nod, deoarece limitează inactivitatea nodului. În cazul în care nu există UE care să profite de PRS, atunci trebuie evitată transmiterea lor. Mai mult, dacă astfel de semnale sunt configurate semi-static, atunci aplicaţiile de generaţia a 3-a pot fi utilizate pentru inregistrarea PRS-urilor, asocierea lor la poziţiile geografice şi stocarea datelor într-o bază de date. Această bază de date permite apoi aplicaţiilor de generaţia a 3-a să măsoare PRS-urilor şi corelarea cu baza de date stabilită pentru a permite poziţionarea dispozitivului. Un operator ar putea fi interesat să restricţioneze accesul la PRS doar clienţilor săi, eventual cu o diferenţiere. Disponibilitatea restrânsă şi accesul la informaţii de poziţionare este un concept nou pentru NX şi, prin urmare, este descris mai detaliat decât componentele PRS din subsecţiunea anterioară.

[1087] În general, un PRS poate fi văzut ca secvenţe / resurse / descifrare care sunt funcţii ale timpului (t) şi frecvenţei (f), ID nod (id1), ID sistem (id2), ID PRS (idPRS), etc., care poate fi configurat semi-static. Prin adăugarea unui parametru care variază în timp α (t) care este modificat în mod regulat şi trebuie recuperat prin semnalizare dedicată: $PRS_n = f(id_n, \ldots, \alpha(t))$

[1088] Este posibil să se definească un PRS cu un timp de valabilitate sau timp de acces, in sensul că un echipament UE trebuie să recupereze informaţii despre α (t) odată ce informaţiile sale actuale au devenit depăşite. Prin urmare, nu este posibilă înregistrarea PRS prin intermediul aplicaţiilor de top, deoarece aceste informaţii sunt valabile doar pentru o perioadă limitată de timp.

[1089] Acest lucru este exemplificat in Figura 156, unde noduri diferite transmit semnale de referinţă de poziţionare diferite. Semnalele nu sunt pe deplin utile pentru UE decât dacă cunoaşte secvenţa care variază în timp α (t) utilizat pentru a genera semnalele. In acest exemplu, parametrul care variază în timp α (t) este denumit „cheie de poziţionare", deoarece permite UE să deblocheze capabilităţile de poziţionare de înaltă precizie furnizate de reţea.

[1090] Exemplu de semnalizare este prezentat în Figura 157. În acest exemplu, o entitate de reţea notată Poziţia de gestionare a poziţionării (PME) configurează nodurile de reţea cu o configuraţie PRS dedicată care variază în timp. Nodul de reţea n transmite un PRSn dedicat(in numele altor UE, probabil) care este o funcţie a configuraţiei PRS care variază în timp. Deoarece echipamentul UE în acest exemplu nu are informaţii despre configuraţia actuală de PRS dedicată, nu poate efectua o poziţionare de înaltă precizie utilizând semnalele PRS dedicate. Opţional, acesta poate efectua o poziţionare de precizie scăzută, de exemplu, folosind informaţii PRS comune care nu variază în timp.

[1091] Dacă echipamentul UE stabileşte că doreşte să efectueze o poziţionare de înaltă precizie folosind semnale PRS dedicate, trimite o solicitare către reţea (de obicei prin nodul care se află în prezent, care poate transmite cererea către nodul PME) şi primeşte ca răspuns informaţiile necesare efectuaţi poziţionarea de înaltă precizie.

[1092] După ceva timp, poziţionarea curentă expiră şi PME configurează nodurile de reţea cu o nouă configuraţie dedicată PRS (sau modelul de reconfigurare ar putea fi configurat pentru o

perioadă mai lungă de timp). Cu excepţia cazului în care UE a recepţionat o actualizare care conţine informaţii legate de această nouă configuraţie, aceasta nu mai poate efectua acum o poziţionare de înaltă precizie.

[1093] De notat că exemplul oferit în Figura 157 este doar un exemplu. Soluţii alternative ar putea fi că nodurile de reţea gestionează temporizatoarele de expirare PRS şi reconfigurarea în mod autonom, după o configuraţie iniţială, de exemplu, printr-un nod OSS (sistem de operare şi suport) sau SON (reţea de auto-optimizare).

[1094] Precizia de poziţionare diferenţiată poate fi activată în mai multe moduri diferite, de exemplu, de către unul sau mai multe dintre:

Furnizarea unei chei de poziţionare care este valabilă pentru o perioadă scurtă de timp sau pentru o perioadă lungă de timp.

Furnizarea de informaţii care permit terminalului de utilizator să decodeze doar un sub-set selectat al semnalelor PRS disponibile transmise din reţea.

A face ca anumite părţi ale PRS să fie decodate în echipamentul UE (de exemplu, în timp şi/sau lăţime de bandă).

Furnizarea de PRS suplimentare ca răspuns la o cerere de precizie mai mare.

3.10.4 Noduri flexibile de referinţă

[1095] În generaţiile anterioare, infrastructura de poziţionare a fost noduri de reţea, cum ar fi staţii de bază, puncte de transmisie, etc. Cu toate acestea, în unele cazuri de utilizare, densitatea şi geometria nodurilor de reţea sunt insuficiente pentru a asigura o poziţionare precisă. Mai mult, unele aplicaţii şi cazuri de utilizare se bazează pe poziţionarea relativă între entităţi, iar poziţiile relative precise sunt mai importante decât poziţiile absolute. Un exemplu este cazurile de utilizare cu nave autonome cu oameni în apropiere. În astfel de cazuri, poziţia relativă este vitală pentru a evita accidentele.

[1096] Prin urmare, este relevant să luăm în considerare unele dispozitive ca făcând parte din infrastructura de poziţionare.

[1097] Pentru a fi clar, se face următoarea distincţie:

poziţionarea - determinarea locului unde se află un dispozitiv, care poate fi estimat pe baza semnalelor de la nodurile şi dispozitivele infrastructurii.

Locaţie - unde se află o bucată de infrastructură, care poate fi fie noduri de reţea, fie alte dispozitive. De notat că locaţia unui astfel de dispozitiv poate fi determinată prin poziţionare.

[1098] Dispozitive care susţin poziţionarea pot avea fie capabilităţi specifice, cum ar fi o capacitate de auto-poziţionare în termeni absoluţi (de exemplu, GNSS) sau în termeni relativi (de exemplu, radar, senzori). La aceste dispozitive se face referire aici ca dispozitive de sprijin de poziţionare. Aceste dispozitive au cel puţin capacitatea de a transmite un semnal de referinţă de poziţionare, sau chiar capacitatea de a susţine o procedură de estimare variabilă şi/sau de rulment.

[1099] Figura 158 ilustrează un exemplu de semnalizare cu dispozitivul 1 care acţionează ca dispozitiv de susţinere de poziţionare şi îmbunătăţeşte astfel poziţionarea unui dispozitiv 2. Dispozitivul de susţinere de poziţionare informează nodul de reţea despre capacitatea sa şi primeşte o configuraţie PRS. Un exemplu de PRS este semnalul de descoperire a colţului lateral în LTE, îmbunătăţit cu o procedură de raportare.

3.10.5 Proceduri de variaţie

[1100] Scopul alinierii de sincronizare a legăturii ascendente este de a stabili o sincronizare a legăturii ascendente, care este aproximativ egală pentru toate echipamentele UE deservite la acelaşi nod. Este de obicei stabilit în timpul accesului aleatoriu şi menţinut pe durata conexiunii pe baza feedback-ului de la nodul către UE cu ajustări de sincronizare în timp relative.

[1101] Intervalul poate fi, de asemenea, o componentă importantă în poziţionare, dar necesită estimări ale intervalului de la cel puţin două până la patru noduri, în funcţie de dacă este disponibilă o serie de măsurători şi dacă este necesară o poziţie 2D sau 3D. Prin urmare, poate fi relevant să se proiecteze o procedură variată către nodurile care nu deservesc. Este firesc să se bazeze o astfel de procedură pe alinierea timpului pe legătura ascendentă, care începe de la accesul aleatoriu. Prin urmare, UE trebuie să fie autorizată şi configurată pentru a putea iniţia accesul aleatoriu la un nod care nu deserveşte. Configuraţia poate fi realizată prin unul sau mai multe dintre

AIT care furnizează informaţii de acces la sistem, unde, opţional, unele preambuluri de acces aleatoriu pot fi restricţionate pentru accesul dispozitivelor care nu deservesc.

nodul de deservire, oferind informaţii despre procedurile de acces aleatoriu nodurilor care nu deservesc, incluzand atât preambulurile de acces aleatoriu, cât şi semnalele de referinţă conexe inrudite.

pre-configurare, unde un semnal de referinţă specific pe legătura descendentă indică acceptarea recepţiei unui preambul de acces aleatoriu pentru intervalul care nu deserveşte.

[1102] UE iniţiază clasificarea monitorizând un semnal de referinţă al legăturii descendente (un PRS sau un alt RS DL) asociat cu clasificarea nodurilor care nu deservesc. Pe baza sincronizării recepţionate a semnalului pe legătura descendentă sau o sincronizare în timp pe legătură în legătură cu celula de deservire, UE transmite un preambul de acces aleatoriu nodului care nu deserveşte şi aşteaptă un răspuns într-o resursă de timp / frecvenţă preconfigurată sau configurată sau spaţiul de căutare. Răspunsul poate include o sincronizare iniţială a legăturii ascendente şi poate include o resursă şi o configuraţie de transmisie pentru legătura ascendentă ulterioară. Procedura de transmitere / răspuns poate continua până când s-a obţinut o precizie de clasificare satisfăcătoare. Procedura poate cuprinde configurarea semnalelor pe legătura ascendentă şi pe legătura descendentă, pentru a permite îmbunătăţirea treptată a preciziei.

3.10.6 Procedura de estimare a direcţiei

[1103] Interacţiunile nodului de deservire pot include feedback despre fasciculul sau fasciculele favorabile, de obicei asociate cu un MRS. Feedback-ul poate include, de asemenea, puterea semnalului recepţionat al MRS. Nodul poate astfel asocia cu UE o estimare de direcţie bazată pe direcţia şi lăţimea fasciculului favorabil. O condiţie prealabilă este ca fasciculul să fie calibrat pe o direcţie spaţială. O astfel de calibrare poate fi realizată prin adunarea unor poziţii precise într-o fază de antrenament prin GNSS sau similar, şi asocierea acestor poziţii la fascicule favorabile.

[1104] O modalitate de a rafina estimările de direcţie este nu numai să se solicite UE să raporteze fasciculul favorabil, ci să configureze mai multe fascicule în direcţia în care rulează aproximativ UE şi să se solicite UE să raporteze intensitatea semnalului recepţionat de la mai multe fascicule. Feedback-ul poate fi eficient dacă se iau în considerare raporturile privind intensitatea semnalului relativ ca puterea semnalului recepţionat în raport cu puterea fasciculului favorabil.

[1105] Dacă fasciculele provin din acelaşi nod şi condiţiile de propagare radio pot fi considerate aceleaşi, atunci puterea relativă a semnalului dintre două fascicule este echivalentă cu câştigul fasciculului antenei dintre fascicule. Cu fasciculele calibrate, acest lucru poate fi tradus în estimări de direcţie foarte precise.

3.11 Comunicaţie dispozitiv la dispozitiv

[1106] Deşi un prim set de caracteristici LTE D2D au fost adăugate pentru prima dată în versiunea 12, NX include funcţiile D2D ca parte integrantă a sistemului. Aceasta include comunicaţia datelor de utilizator în pereche direct între dispozitive, dar şi, de exemplu, utilizarea dispozitivelor mobile ca relee pentru a extinde acoperirea reţelei.

3.11.1 Motivul de bază şi caracteristicile dorite pentru comunicaţiile D2D

[1107] În LTE, a fost adăugat pentru prima dată un suport rudimentar pentru comunicaţiile D2D în Versiunea-12. Principalele funcţionalităţi au fost dezvoltate pentru cazul de utilizare a siguranţei publice (PS), incluzând intra şi inter celulă (acoperire), acoperirea în afara reţelei şi scenariile parţiale de acoperire a reţelei. Pentru cazurile de utilizare a siguranţei non-publice a fost acceptată numai descoperirea în cadrul acoperirii reţelei. Pentru Versiunea-13 şi Versiunea-14, domeniul de comunicare D2D va fi extins atât pentru PS, cât şi pentru cazuri de utilizare comercială, inclusiv suport pentru comunicaţiile V2X. Cu toate acestea, componentele tehnologiei de comunicaţii LTE D2D, suportate in prezent, nu sunt concepute pentru a colecta pe deplin potenţialul câştigurilor de acoperire, capacitate şi întârziere pe care se aşteaptă să le furnizeze comunicaţiile D2D.

[1108] Pentru NX, capabilităţile de comunicaţii D2D sunt acceptate ca o parte inerentă a sistemului, mai degrabă ca o caracteristică „de adăugare". Motivul de bază pentru comunicaţiile D2D ca componentă tehnologică este faptul că transmisia D2D ar trebui să fie utilizată ori de câte ori este (1) mai eficientă în termeni de eficienţă spectrală, eficienţă energetică, latenţă realizabilă sau fiabilitate sau (2) poate oferi o experienţă de serviciu mai bună decât cea tradiţională comunicare celulară.

[1109] Caracteristicile D2D care sunt sau vor fi suportate de Versiunea-12, -13, -14 D2D sunt, de asemenea, acceptate de designul NX D2D. În plus, designul NX D2D susţine funcţii suplimentare care sunt motivate de noi cazuri de utilizare, cerinţe sau îmbunătăţiri ale performanţei. Pentru a

rezuma scenariile D2D şi pentru a stabili o listă de cerinţe legate de D2D de bază, scenariile D2D sunt rezumate în Figura 159. Aceste scenarii pot fi utile pentru a identifica caracteristicile şi opţiunile de proiectare dezirabile, însă componentele tehnologiei D2D în discuţie nu sunt şi nu ar trebui să fie strânse conectate sau limitate de aceste scenarii.

[1110] Figura 160 listează caracteristicile dezirabile legate de D2D şi compară starea lor actuală cu modul în care această cerinţă se aplică NX. Comunicarea D2D Unidirecţională (punct la punct) poate fi văzută ca un caz de bază, că - atunci când se aplică corect selecţia modului, alocarea resurselor şi controlul puterii - poate îmbunătăţi mult performanţa reţelei atunci când există oportunităţi de comunicare apropiate. Comunicarea transmisie multiplă şi transmisă prin D2D este acceptată de la 3GPP Rel-12. În NX, pot fi îmbunătăţiri de performanţă pentru a susţine un interval transmisie multiplă / transmisie mai lung şi rate mai mari, fără a afecta stratul celular. Asistenţa pentru redarea bazată pe D2D în situaţii de acoperire parţială a reţelei există deja în Rel-12, dar performanţa atât în ceea ce priveşte extensia de gamă, cât şi ratele de la capăt la capăt se poate aştepta prin creşterea adecvată a selecţiei dispozitivului şi a funcţiilor RRM.

[1111] Comunicaţiile de cooperare activate de comunicaţiile D2D controlate şi asistate de reţea pot lua mai multe forme diferite în diferite straturi ale stivei de protocol, cum ar fi o memorie cache şi distribuţie pe conţinut bazat pe dispozitive distribuite, protocoale MAC de cooperare şi, de exemplu, codare de reţea, retransmitere cooperativă îmbunătăţită. De asemenea, unele forme de comunicare D2D in afara acoperirii NW sunt acceptate deja in Rel-12 (de exemplu, transmisie multiplă / difuzare), dar în NX D2D este dezvoltat in continuare pentru a acoperi zone mai mari in, de exemplu, situaţii de dezastru şi pentru a oferi servicii de rată de biţi mai mare chiar şi în zone (temporar) in afara zonei de acoperire.

3.11.2 Principii de proiectare NX şi D2D

[1112]

Tabelul 17: Principii de proiectare NX şi aplicaţiile lor pentru D2D în NX

Principii de proiectare NX	Implicaţii asupra proiectării D2D în NX
Folosiţi transmisie ultra-slabă	În acest fel, în comparaţie cu celulară tradiţională, posibilitatea reducerii SL12 R12 / 13 (semnal de sincronizare a legăturii laterale) în comparaţie cu Rel-12.
Folosiţi transmisii de sine stătătoare	În acest fel, în comparaţie cu celularul tradiţional, posibilitate pe canalul de control integrat şi canalul de date
Evitaţi relaţiile de timp stricte in cadrul sub-cadre	Se profită de flexibilitatea UL/DL (nu există nicio restricţie explicită pentru a constrânge D2D la resursa pe legătură ascendentă (fie transportator pentru FDD, fie sub-cadru pentru TDD))
Evitaţi reconfigurarea lentă a cantităţilor care se schimbă dinamic	Pentru a îmbunătăţi fiabilitatea şi flexibilitatea planului de control (pentru a suporta D2D multi-salt / plasa);
Suport D2D de înaltă frecvenţă prietenos	Numerologie PHY pentru NX-D2D
	Se profită de soluţii avansate de antenă şi de capabilităţi de procesare ridicate şi de stocare mare disponibile pe dispozitive
	selectare / coordonare RAT/ frecvenţă
Aducerea unui control NW „suficient” in managementul D2D al blocului lateral	Pentru a face releu la L2 in loc de releu de tip L3 definit in Rel-13. Retransmisia UE ar trebui să pară similară (la L1 / L2) cu UE fără acoperire ca o staţie de bază BS.

[1113] Principiile de design NX sunt aplicate pe cat posibil pentru proiectarea D2D pentru a asigura o integrare lină în sistemul NX şi pentru a permite o convergenţă treptată între soluţii pentru UL, DL, lateral şi, eventual, şi pentru legăturile de transport de trafic. Tabelul 17 prezintă o parte din principiile de proiectare NX pentru D2D şi, de asemenea, două suplimentare (ultimele două rânduri ale tabelului de mai sus) ca principii specifice D2D.

3.11.3 Spectru pentru scheme D2D şi Duplexare

[1114] Pentru LTE, comunicarea D2D este acceptată în resurse de spectru UL, în banda UL sau sub-cadrele UL în cazul unei reţele FDD sau, respectiv, a TDD. Motivele acestei decizii sunt legate atât de aspecte de reglementare, cât şi de implementare.

[1115] Cu toate acestea, NX este proiectat pentru a gestiona în mod flexibil resursele UL/DL şi pentru a utiliza diferite tipuri de benzi de spectru şi, prin urmare, NX D2D este, de asemenea, proiectat pentru a putea opera flexibil atât în resurse UL, cât şi în DL. Mai mult, D2D ar trebui să poată funcţiona atât în benzi de spectru licenţiate, cât şi fără licenţă, în funcţie de scenariu, capabilităţile UE, situaţia de acoperire şi alţi factori. Pentru NX, în benzile cu frecvenţă mai mare (> 6 GHz), reţeaua va funcţiona în mod obişnuit în modul TDD, în timp ce în benzile de frecvenţă inferioară se pot presupune atât operaţiuni FDD, cât şi TDD. În reţelele FDD, legătura NX D2D foloseşte în mod avantajos resursele de frecvenţă UL, în timp ce în reţelele TDD, funcţionarea D2D este configurată de către NW în conformitate cu principiile duplex flexibile şi dinamice TDD ale NX.

[1116] În NX, legătura auxiliară D2D este evoluată astfel încât legăturile NX UL, NX DL, NX şi segmentul de transport de trafic devin similare în ceea ce priveşte capabilităţile stratului PHY, inclusiv schemele de duplexare. Pentru comunicarea de proximitate, adică atunci când două dispozitive sunt apropiate unul de altul, duplexul bidirecţional complet poate fi, de asemenea, o schemă de duplexare viabilă.

[1117] Funcţionarea în benzi fără licenţă şi licenţă poate necesita ca suportul lateral să suporte în mod flexibil protocoalele MAC planificate şi tip LBT (vezi secţiunea 3.8).

3.11.4 Arhitectură de bază pentru comunicaţii D2D: concept de grupare

[1118] Figura 161 ilustrează comunicaţiile D2D acceptate de conceptul de grupare. Nodul CH poate fi in acoperire NW sau in afara NW. Un echipament UE cu acoperire poate acţiona ca o sursă pentru semnale de sincronizare sau poate furniza informaţii RRM unui CH care este în afara acoperirii NW.

[1119] Designul NX D2D foloseşte grupe pentru a sprijini diversitatea largă de cazuri de utilizare in acoperire, în afara acoperirii şi a acoperirii parţiale. Ideea de bază a grupării este extinderea conceptului celular la situaţii de acoperire, desemnând un UE (handheld, montat pe camion sau dislocat provizoriu) pentru a acţiona ca proprietar de resurse şi nod de control, in mod similar cu un nod eNB obişnuit. Nodul capului de grup (CH) este astfel foarte asemănător cu un eNB, deşi diferenţele de capabilităţi în ceea ce priveşte puterea de ieşire, numărul de echipamente UE pe care le poate sprijini sau antenele montate poate varia.

[1120] CH, atunci când în afara acoperirii NW poate obţine informaţii de sincronizare sau informaţii de gestionare a resurselor radio de la un echipament UE care nu este CH, care este în interiorul acoperirii şi capabilă să transmită astfel de informaţii de la un nod eNB (Figura 161).

[1121] O parte inerentă a conceptului de grupare este procesul de selecţie CH dinamic. Conceptul de grupare este un hibrid de elemente distribuite (selecţie CH) şi centralizate (CH în sine funcţionând ca nod central în cadrul grupului). Pe scurt, procesul de selecţie CH este distribuit şi foloseşte semnale balize de descoperire transmise de la toate dispozitivele, inclusiv informaţii semnificative despre starea sa pentru a putea fi selectat ca un cap de grup şi o selecţie a cărui dispozitiv pereche trebuie să acţioneze ca grup. îndreptaţi-vă spre un anumit dispozitiv.

3.11.5 Scenariile de reţea NX şi UE

[1122] Figura 162 ilustrează câteva combinaţii de scenarii de implementare NX şi capabilităţi UE. In cazul de sine stătătoare NX (stânga), UE susţine NX, în timp ce în cazurile co-dislocate (mijloc) şi multi-locaţie (dreapta), poate fi nevoie de selectarea RAT pentru D2D.

[1123] Aşa cum se ilustrează în Figura 162, când NX este co-desfăşurat sau când NX şi LTE sunt dislocate pe diferite locaţie-uri, echipamente UE cu capabilităţi RAT diferite pot fi în apropierea uneia de altele, astfel încât comunicarea D2D poate fi o alternativă viabilă cu condiţia ca aceste UE să folosească RAT-uri compatibile. Pentru a facilita comunicaţiile D2D în astfel de scenarii, selecţia RAT pentru D2D poate fi o funcţie de dorit pentru a exploata pe deplin proximitatea diferitelor dispozitive.

[1124] O astfel de selecţie RAT nu implică în mod necesar selectarea uneia dintre interfeţele disponibile simultan: selecţia RAT poate însemna, de asemenea, simultan utilizarea RAT-urilor disponibile. Acesta poate fi cazul, de exemplu, in scenarii de tip multi-salt.

3.11.6 Arhitectura protocolului

[1125] Pentru a sprijini D2D în situaţii de acoperire parţială şi în afara acoperirii, mai multe abordări de proiectare pot fi viabile, inclusiv o arhitectură ierarhică sau o arhitectură distribuită (plană) ca bază de proiectare. O abordare hibridă are drept scop alegerea unui cap de grup (CH) care are un rol similar cu un eNB în cazul în care infrastructura devine disfuncţională. În această

abordare, selecţia şi re-selecţia CH sunt distribuite în sensul că nodurile pot alege CH dintre ele fără ajutorul unei entităţi centrale. Odată ce un CH este ales, acţionează similar cu un eNB până la re-selecţie.

[1126] Atunci când trebuie acceptate numai comunicaţiile de grup bazate pe difuzare sau transmisie multiplă, arhitectura bazată pe CH şi procedurile asociate de organizare a grupului dinamic nu sunt necesare. Cu toate acestea, atunci când comunicaţiile D2D punct-la-punct şi posibilitatea de a ajunge la o staţie de bază celulară prin mai multe salturi sunt o cerinţă, abordarea bazată pe CH poate depăşi arhitecturi complet plane.

3.11.6.1 General

[1127] Stiva de protocoale pentru coloana laterală este, atunci când este posibil şi când poate fi motivată, aliniată la stiva de protocoale pentru legătura ascendentă / descendente. De exemplu, un strat fizic care este simetric în legătura ascendentă şi descendente se potriveşte bine pentru comunicarea D2D. Ca un alt exemplu, un cap de grup pentru comunicarea D2D poate fi fie un nod eNB, fie un echipamentul UE.

[1128] Mai mult, stiva de protocoale pentru planul utilizatorului pentru diferite cazuri de redare care implică o interfaţă directă UE-UE (cum ar fi releul UE-reţea şi releul UE-UE) ar trebui să fie aliniată la toate cazurile de releu pentru auto-remodelare. Stivele de protocol aliniate au următoarele avantaje suplimentare:

RAN are posibilitatea de a controla calea care este utilizată pentru un flux de trafic dat şi, în consecinţă, să controleze ce tip de resurse radio utilizate. Această flexibilitate permite, de exemplu, să fie transmis un plan de utilizator UE-UE prin RAN, precum şi un plan de utilizator UE-NW care să fie transmis prin intermediul unui UE (acţionând ca un releu UE-către-NW), controlat de RAN.

Mai mult, există o posibilitate pentru RAN de a comuta un flux de trafic între căi diferite, asigurand continuitatea serviciului in timpul comutatorului, deoarece comutatorul ar fi efectuat la nivelul stratului 2, sub stratul IP al UE (ca un transfer). (Pentru a schimba traficul, de exemplu, calea de reţea UE şi calea de releu UE-reţea, adresa IP utilizată de UE trebuie să fie valabilă pe ambele căi, ceea ce necesită sprijin din partea reţelei centrale.)

[1129] Figura 163 ilustrează comutarea stratului 2 a căilor de date ale utilizatorilor.

3.11.6.2 Planul utilizatorului

[1130] Arhitectura protocolului pentru planul utilizatorului pentru carcasa cu un singur salt este ilustrată în Figura 164. Pentru cazurile de releu, abordarea principală este utilizarea releului L2. (Releul L2 nu împiedică, în principiu, ca reluarea L3 (IP) să fie efectuată utilizând un ruter IP ca UE.) Aceasta este, de asemenea, in concordanţă cu alternativa principală pentru auto-transportul de trafic (vezi secţiunile 3.6.6 şi 2.2.8.4.). Figura 165 ilustrează arhitectura protocolului planului pentru releul UE-reţea. În această figură, se presupune o soluţie RLC cu două straturi, aşa cum este descris în continuare ca una dintre abordările alternative din secţiunea 2.2.8.4.

[1131] Figura 166 ilustrează arhitectura protocolului Planului pentru releul UE-UE.

3.11.6.3 Planul de control

[1132] Pentru comunicarea şi descoperirea D2D, există trei planuri de control potenţiale:

Un plan de control al capului UE-Grup: utilizat pentru a atribui resurse radio pentru comunicare şi descoperire D2D. În cazul în care UE este acoperită, eNB preia rolul de cap al grupului. În cazul în care UE este in afara acoperirii, un UE este selectat ca cap de grup şi ia acest rol.

Un plan de control UE-UE capăt la capăt. Acest protocol nu este de obicei specific stratului radio ("NAS") şi este utilizat pentru autentificarea reciprocă, configurarea securităţii şi configurarea parametrilor purtătoarei pentru planul utilizatorului capăt la capăt al UE-UE. Acest protocol corespunde protocolului de semnalizare PC5 specificat pentru D2D bazat pe LTE in 3GPP Rel-13. Acest plan de control este orientat către conexiune, deoarece ar fi necesare contexte / state de protocol în fiecare UE egală.

Un plan de control UE-UE legătură-cu-legătură. Acest protocol este specific stratului radio şi este utilizat pentru controlul configuraţiei PHY, MAC şi RLC folosită pe un singur salt între două UE. Poate fi, de asemenea, utilizat pentru transferul măsurătorilor pe legătura radio directă UE-UE. Acest plan de control este de obicei orientat către conexiune.

Mai mult, există, de asemenea, un plan de control necesar pentru descoperirea directă, incluzând descoperirea căii multi-salt şi selecţia/ re-selecţia releului. Acest plan de control poate fi inclus ca

parte a planului de control UE-UE capăt la capăt şi/sau a planului de control UE-UE legătură-cu-legătură de mai sus.

[1133] Figura 167 ilustrează protocoalele plane utilizate de D2D (UE3 este în afara acoperirii).

3.11.7 Componente tehnologice D2D

[1134] Figura 168 ilustrează câteva combinaţii de scenarii de implementare NX şi capabilităţi UE.

[1135] Pentru a realiza potenţialele câştiguri datorate comunicaţiilor D2D, protejaţi reţeaua de interferenţe cauzate de transmisiile pe colţurile laterale şi pentru a integra fără probleme funcţionarea D2D în sistemul NX, unele componente tehnologice specifice D2D ar trebui să fie implementate în reţea şi dispozitive. Acestea sunt rezumate în Figura 168.

3.11.7.1 Sincronizare D2D

[1136] Dispozitivele care participă la comunicaţiile D2D (unidirecţională, transmisie multiplă şi difuzare trebuie sincronizate în timp şi frecvenţă. O sincronizare bună este necesară pentru a asigura transmisiile de pe colţurile laterale în funcţie de deciziile de Planificare a domeniului timp / frecvenţă, descoperirea şi comunicarea eficientă din punct de vedere energetic şi pentru a facilita recepţia datelor de înaltă calitate. Sincronizarea D2D poate fi dificilă în situaţiile de acoperire şi de acoperire parţială.

[1137] Un concept al sursa de sincronizare (SynS) furnizate de un echipament UE se aplică NX D2D. În LTE, sincronizarea D2D este facilitată de procedurile legate de sincronizarea cu fir lateral a legătură-ului [TS 36.213]. Un design similar este fundamentul procedurilor de sincronizare NX D2D, care poate fi extins la situaţii de acoperire (scenariul 4) folosind conceptul SynS. Un SynS poate fi un nod de reţea (BS), atunci cand este disponibil, sau poate fi un UE cu acoperire care furnizează un semnal de sincronizare pentru Echipamente UE fără acoperire. SynS poate fi, de asemenea, un echipament UE fără acoperire care obţine sincronizarea cu ajutorul unui alt echipament UE (de exemplu, in acoperire) UE.

3.11.7.2 Descoperirea dispozitivelor şi serviciilor

[1138] Descoperirea dispozitivelor şi serviciilor pot face parte dintr-o sesiune D2D sau poate fi un serviciu autonom. În ambele cazuri, descoperirea implică faptul că un echipament UE poate asuma rolul unui echipament UE care anunţă sau a unui echipament UE care descoperă sau a celor care anunţă şi descoperă. În ambele cazuri, o condiţie prealabilă pentru începerea procedurii de descoperire este autorizarea şi furnizarea serviciilor (a se vedea secţiunea 3.11.5.3.). În mod similar LTE, două modele de descoperire sunt acceptate şi configurate de reţea, ţinând cont de capabilităţile UE, preferinţele utilizatorului, etc. Deşi aceste modele de descoperire nu implică diferenţe la nivelul fizic, ele pot duce la performanţe diferite în ceea ce priveşte consumul total. energie şi timp de descoperire datorită diferitelor modele de transmitere a balizelor.

[1139] In primul model de descoperire (pentru LTE denumit „Model A"), UE care anunţă transmite mesaje de descoperire pe anumite resurse radio configurate de reţea. O astfel de configurare a reţelei poate utiliza informaţii de difuzare, informaţii pre-configurate şi/sau semnalizare specifică UE (de exemplu, semnalizare RRC). UE care descoperă poate utiliza informaţiile de configurare pentru a capta şi decoda mesajele de descoperire într-o manieră eficientă din punct de vedere energetic, deoarece trebuie să monitorizeze doar resursele de descoperire.

[1140] In cel de-al doilea model (pentru LTE denumit „Model B"), UE care descoperă (în loc de UE care anunţă) transmite mesaje de descoperire, de asemenea, în funcţie de parametrii şi resursele configurate şi furnizate. Asistenţa reţelei în procedurile de descoperire s-a dovedit a fi benefică atât în ceea ce priveşte timpul de descoperire, cât şi energia generală utilizată în timpul procesului de descoperire.

[1141] În situaţii de acoperire parţială şi în afara acoperirii, mecanismele de descoperire a D2D depind de deciziile de arhitectură de bază referitoare la arhitectura bazată pe grup sau plană pentru comunicaţiile D2D. Când se folosesc grupe, procedurile de selecţie şi re-selecţie CH şi asociere CH distribuite acţionează ca proceduri de descoperire bazate pe decizii autonome (distribuite) ale nodului privind transmiterea şi detectarea semnalelor de baliză şi de sincronizare.

[1142] Un caz particular de descoperire este descoperirea de relee UE-la-reţea. Un UE care este autorizat de către reţea să acţioneze ca un releu pentru Echipamente UE la distanţă, de obicei fără acoperire (sau acoperire interioară) participă la descoperirea releului UE-către-reţea în timpul

căreia un echipament UE la distanţă selectează care UE să fie utilizată ca UE-pentru-Releu de lucru net.

[1143] Mai mult decât atât, mecanismele de descoperire pentru NX trebuie să sprijine selecţia căilor pentru cazuri mai complexe, cum ar fi retransmisia UE-UE şi retransmisia multi-salt.

3.11.7.3 Autorizarea şi furnizarea serviciilor

[1144] Autorizarea şi furnizarea serviciului permite unui dispozitiv să utilizeze radio şi alte resurse pentru descoperirea şi comunicarea D2D. Mecanismele exacte pentru aceasta pot depinde de cazul de utilizare a D2D (vezi Secţiunea 3.11.1) şi pot include unul sau mai multe dintre următoarele elemente principale:

Informaţii pre-configurate în dispozitiv. Informaţiile pre-configurate pot conţine benzi de frecvenţă permise, niveluri de putere de transmisie asociate şi alţi parametri pe care dispozitivul îi poate folosi in scopuri de descoperire şi comunicare. Pre-configuraţia poate avea loc înainte de accesarea sistemului NX şi/sau prin alte accesuri.

Semnalizare NAS pentru schimb de informaţii cu funcţii CN similare funcţiei LTE ProSe.

Informaţii despre sistem şi semnalizare specifice UE (de exemplu, RRC) atunci cand sunt in acoperire NX.

3.11.7.4 Managementul legăturii auxiliare

[1145] Managementul legăturii auxiliare este responsabil pentru stabilirea, întreţinerea şi încetarea canalelor de legăturii auxiliare, inclusiv pentru descoperire şi canalele de comunicare. Aceste funcţii pot fi considerate ca extensii şi evoluţii ale funcţiilor care sunt definite în LTE în [TS 36.213].

[1146] Exemple privind gestionarea legăturilor auxiliare includ declanşarea mesajelor de descoperire de difuzare (anunţare sau anchetă), stabilirea canalului partajat pe legătura auxiliară cu un anumit dispozitiv pereche sau declanşarea de mesaje de difuzare / transmisie multiplă către un set de UE pereche pe resurse specifice etc.

[1147] Figura 169 ilustrează exemple de funcţii de gestionare a legăturilor auxiliare.

3.11.7.5 Rapoarte de măsurare şi gestionarea resurselor radio

[1148] Figura 170 ilustrează exemple de funcţii de măsurare de dorit pentru comunicaţiile D2D.

[1149] Măsurătorile şi raportarea asociată oferă o contribuţie importantă la gestionarea legăturilor auxiliare şi la funcţiile de gestionare a resurselor radio asociate D2D, astfel încât comunicarea D2D poate îmbunătăţi într-adevăr eficienţa şi acoperirea spectrală/energetică şi reducerea latenţei fără a provoca interferenţe inacceptabile în traficul celular. Funcţiile de gestionare a resurselor radio care sunt de dorit pentru realizarea acestor obiective depind de cazul de utilizare (a se vedea secţiunea 3.11.1), de disponibilitatea resurselor spectrale licenţiate / fără licenţă, încărcarea traficului, capabilităţile dispozitivului (de exemplu, dispozitivul mic cu baterie, telefonul inteligent, publicul dispozitiv de siguranţă). Funcţiile RRM sunt distribuite între nodurile de reţea şi dispozitive. Aspecte importante ale distribuţiei funcţionale între nodurile şi dispozitivele reţelei sunt nivelul de control al reţelei şi scala de timp în care funcţionează funcţiile RRM de reţea şi dispozitive. Principiul general pentru aceste aspecte este că reţeaua sau CH-ul are un control strict asupra resurselor deţinute de reţea sau de către CH (de exemplu, resurse cu spectru licenţiat). În consecinţă, două echipamente UE, dintre care niciuna dintre ele nu este capabilă de CH, nu pot comunica cu resurse autorizate atunci cand nu sunt acoperite.

[1150] Funcţiile RRM care sunt de dorit pentru comunicaţiile D2D implică elemente standardizate şi proprietare şi pot refuza parţial funcţiile RRM proiectate pentru comunicaţiile celulare tradiţionale. Astfel de funcţii RRM includ una sau mai multe dintre:

Selectarea modului între modul celular şi modul D2D direct;

Alocarea şi planificarea resurselor de pe legătura auxiliară;

Controlul energiei pe legătura auxiliară

Fără acoperire şi formarea parţială a grupului de acoperire.

3.11.7.6 Scheme cu mai multe antene (formarea fasciculului UE, potrivirea cu fasciculul legăturii auxiliare)

[1151] Figura 171 ilustrează modul în care formarea fasciculului UE pentru comunicaţiile D2D se bazează pe autorizarea serviciilor, furnizarea şi măsurările locale controlate de reţea. Controlul

eNB/CH este la o scară de timp mult mai grosieră (500 ms) decât controlul legăturii D2D exercitat autonom in limitele stabilite de eNB / CH.

[1152] Formarea fasciculului UE poate îmbunătăţi în mare măsură gama D2D şi, prin urmare, poate îmbunătăţi în continuare potenţialul comunicaţiilor D2D pentru, de exemplu, extinderea acoperirii celulare, creşterea numărului de dispozitive atinse prin descoperirea dispozitivului sau reducerea numărului de dispozitive necesare pentru a oferi acoperire provizorie intr-o situaţie de dezastru. . Din perspectiva configuraţiei şi controlului, principiul de bază pentru susţinerea conformării la fascicul UE este similar cu celelalte funcţii ale dispozitivului (a se vedea 3.11.7.3 şi 3.11.7.5): funcţionarea dispozitivului se bazează pe informaţiile de furnizare şi configurare a serviciilor şi procedurile de măsurare de susţinere.

3.11.7.7 Strategia de selecţie a benzii D2D

[1153] Pentru cazurile cu mai multe benzi disponibile, cum ar fi benzile licenţiate şi cele fără licenţă, ar trebui pusă în aplicare o strategie de negociere şi de luare a deciziilor pentru a îmbunătăţi echilibrul eficienţei generale a lăţimii de bandă şi a beneficiilor specifice ale legăturilor laterale. De exemplu, benzile cu frecvenţă înaltă sau inferioară au caracteristici fizice distincte, cum ar fi pierderi de propagare diferite, disponibilitatea lăţimii de bandă, timpul coerent al canalelor, granularitatea de separare spaţială. Aceste aspecte ar putea fi luate in considerare cu prudenţă pentru diferite cazuri D2D în termeni de cerinţe QoS diferite, situaţia de bugetare a legăturilor, starea de interferenţă. etc. Dacă sunt disponibile mai multe benzi, alegerea optimizată şi dinamică a selecţiei de bandă influenţează în mod substanţial performanţă în maniera legăturii D2D şi performanţa generală în maniera NW.

[1154] În practică, dispozitivele UE cu moduri multiple sunt disponibile în mod general. Integrarea acestor moduri şi benzi oferă mai multe oportunităţi de echilibrare a performanţei legăturilor individuale şi a obiectivelor de performanţă NW, care prezintă un interes particular pentru cazurile D2D pentru extinderea suplimentară a câştigurilor de capacitate D2D.

[1155] Strategia de selecţie a bandelor poate ţine cont de mulţi factori, cum ar fi încărcarea NW, disponibilitatea şi calitatea benzilor neautorizate, capacitatea comună a perechilor UE, calitatea legătură-ului lateral pentru diferite benzi, cerinţa de latenţă a traficului, rolul legăturii laterale ca releu sau comunicaţii directe, rolurile UE în releul fără fir sau un rol simplu ca destinaţie / sursă de trafic.

[1156] La diferite benzi, UE sau eNB pot avea un mod MAC diferit, care este optimizat pentru această bandă specifică. Anume, un nod capabil să funcţioneze la o partiţie diferită de resurse radio posedă un MAC multi-mod care tranzitează de la unul la altul. Partajarea resurselor permite o integrare simplificată D2D în accesul celular; Potenţial, poate aduce o rezistenţă indispensabilă pentru desfăşurarea densă a NW şi cazurile de încărcare ridicate şi deprecierea sau adăugarea facilă a caracteristicilor pentru NX celular NX cu D2D.

3.11.7.8 Planificare D2D, HARQ şi DRX

[1157] Figura 172 ilustrează o operaţiune de planificare a colţului lateral.

[1158] Mecanismele L2 propuse pentru D2D ar trebui să permită comunicaţii eficiente din punct de vedere energetic, cu latenţă scăzută şi fiabilitate ridicată atât pentru scenarii de acoperire, cât şi de acoperire, de exemplu, prin adoptarea mecanismelor necesare L2, de exemplu, DRX şi HARQ.

[1159] Planificarea rapidă (funcţionare la scară mică de timp) a liniei de control este administrată autonom de dispozitive, în limitele configurate de un eNB sau de CH, aşa cum se prezintă în Figura 172. Exemple de operaţii de pe legătura auxiliară configurate de un eNB sau CH includ D2D lent (spectru alocare, putere maximă de transmisie etc.) planificarea, procesele HARQ şi gestionarea DRX.

[1160] Datorită faptului că Planificarea eNB necesită procesare suplimentară de reţea şi schimb de două mesaje în salt pentru planificarea D2D, disjuncţia planificării este utilizată pentru transmisiile D2D atunci când este presupus un scenariu de acoperire. Acest lucru înseamnă că fiecare D2D UE este responsabil pentru propria transmisie şi pentru fiecare transmisie, informaţiile de Planificare rapidă, care este un subset de acordare de Planificare lentă, sunt conţinute de sine stătătoare în cadrul transmisiei pe colţ lateral pentru a permite Planificarea selectivă a frecvenţei. De asemenea, trebuie remarcat faptul că reutilizarea resurselor de legătură ascendentă şi de colţ lateral (pentru acelaşi UE) ar fi posibilă dacă aceasta este configurată în comun şi semi-persistent de către nodul eNB.

[1161] Figura 173 ilustrează operaţia HARQ de pe marginea laterală. Similar cu NX DL HARQ (a se vedea secţiunea 2.2.7.2 pentru detalii suplimentare), feedback-ul HARQ poate fi trimis ca

element de control MAC de pe colţ lateral. Prin încorporarea feedback-ului HARQ in MAC, devine protejat CRC şi eroarea de detectare ACK/NACK poate fi minimizată.

[1162] Figura 174 ilustrează alinierea DRX a infrastructurii la dispozitiv (I2D) şi a comunicaţiilor D2D pentru maximizarea duratei OFF. D2D-DRX şi celular-DRX (C-DRX) pot fi mecanisme independente de DRX. Ambele configuraţii pot fi vizibile numai pentru CH. Prin urmare, CH poate alinia D2D-DRX cu C-DRX, atunci când se produc transmisii D2D şi infrastructură-dispozitiv (I2D), astfel încât să se minimizeze consumul de energie prin oprirea mai multor componente ale receptorului terminal.

3.11.8 Aspecte de mobilitate ale comunicaţiei D2D

[1163] În ceea ce priveşte gestionarea mobilităţii, secţiunea 3.5 descrie soluţia de mobilitate bazată pe fascicul, dar pentru conexiunile D2D, trebuie discutate in continuare două aspecte principale:
Schimbare de la menţinerea unei conexiuni specifice UE specifice la mai multe UE: în mod tradiţional, atunci când există o schimbare a nodului de reţea de deservire, alocarea resurselor către UE în mişcare poate fi reconfigurată. Cu toate acestea, acest tip de alocare a resurselor trebuie să ţină seama de starea omologilor UE care evoluează în comunicarea D2D, pentru a minimiza întreruperea difuzării D2D din cauza reconfigurarii resurselor. Aceasta poate necesita o îmbunătăţire a procedurii de gestionare a mobilităţii orientate celular.
Comunicarea D2D în stare inactivă RRC (care este definită în secţiunea 2.1): În această stare, utilizarea resurselor legăturii D2D este controlată de UE însişi (deşi încă în grupul de resurse definit de reţea cu semnalizare de difuzare), deci atunci când UE mişcarea depăşeşte intervalul de noduri de reţea, modificarea configuraţiei resurselor nu poate fi cunoscută de omologul D2D UE prin nodurile de reţea. Prin urmare, pentru a comuta fără întreruperi / fără pierderi, reconfigurarea resurselor trebuie notificată omologilor UE prin semnalizare D2D pe planul de control D2D, ceea ce trebuie îmbunătăţit pentru a realiza acest lucru.

3.11.8.1 Transfer D2D în cunoştinţă de cauză

[1164] Figura 175 ilustrează grupul D2D care comunică peste marginile celulei. În cazul cazurilor de utilizare in acoperire in care nodul eNB este CH, semnalizarea RRC pentru controlul D2D trebuie schimbată între grupul D2D şi nodul eNB pentru a permite un plan de control fiabil şi o mobilitate robustă. În acest caz, ar putea fi costisitor ca reţeaua să gestioneze planul de control al unui grup D2D cu mai multe nodurile eNB, datorită faptului că reabilitarea aeriană din reţeaua radio poate fi o problemă. Prin urmare, este benefic să păstraţi planul de control al grupului D2D sub un singur nod eNB. Acest lucru este realizat prin gestionarea mobilităţii unui grup D2D bazat pe nu numai calitatea canalului unui singur dispozitiv, ci şi măsurătorile de la alte dispozitive din grup. Acest mecanism poate fi implementat pe partea reţelei prin simpla definire a unui criteriu suplimentar de transfer. De notat că complexitatea poate creşte dacă trebuie selectat nodul optim pentru controlul D2D, deoarece raportarea măsurătorilor coordonate (şi configuraţia suplimentară de măsurare şi raportarea acestora) sunt necesare.

3.12 Aspecte de arhitectură ale conectivităţii cu multiple puncte NX

[1165] Această secţiune descrie soluţii de arhitectură pentru suportarea conectivităţii multi-punct NX. Secţiunea este organizată după cum urmează: În secţiunea 3.12.1, este prezentat un fundal scurt şi o motivaţie pentru conectivitatea multi-punct. Secţiunea 3.12.2 descrie arhitectura protocolului cu nivel superior pentru conectivitate multi-punct pentru NX. Secţiunea 3.12.3 prezintă anumite aspecte specifice ale mobilităţii pentru multi-conectivitate. Apoi, secţiunea 3.12.4 descrie o metodă care poate fi utilizată pentru a relaxa cerinţele de latenţă de transport de trafic aplicand diversitatea multi-punct asistate de UE.

3.12.1 Context

[1166] NX este probabil să fie dislocat în benzi mai mari decât cele ale RAN-urilor comerciale actuale. La frecvenţe mai mari, umbrirea căilor radio este mult mai severă în comparaţie cu umbrire radio la frecvenţe mai mici. Mai ales în cazul frecvenţelor înalte, poate fi necesară linia de vedere pentru o transmisie reuşită. În astfel de condiţii radio, conectivitatea multi-punct poate fi utilizată pentru a reduce întreruperile în trafic. Îmbunătăţirea capabilităţii şi a capabilităţii de utilizare a utilizatorului poate fi de asemenea obţinută atunci când mai multe puncte de conectare pot fi menţinute simultan. Designul NX susţine conectivitatea multi-punct ca parte integrantă a

conceptului. După cum am discutat mai sus, conceptul de mobilitate DL al NX este bazat pe fascicul. Din punct de vedere al UE, procedurile de mobilitate sunt aceleaşi, indiferent de numărul de nodurile eNB implicate. O consecinţă a acestui fapt este că UE nu trebuie să-i pese de ce eNB transmite fascicule sau nu; uneori, aceasta este denumită UE fiind nod-agnostică şi mobilitatea centrată pe UE. Pentru ca mobilitatea să funcţioneze eficient, nodurile eNB implicate trebuie să menţină listele de vecini cu fascicul, să facă schimb de informaţii despre fascicul şi să coordoneze utilizarea MRS. Abordarea generică de mobilitate pentru NX este descrisă în secţiunea 3.5. Comutarea rapidă a fasciculelor într-un scenariu de conectivitate multi-punct necesită o comunicare rapidă între nodurile eNB şi poate necesita, de asemenea, pre-memorarea în cache şi duplicarea datelor; în multe cazuri, datele trebuie să fie duplicate şi distribuite la şi de la mai multe nodurile eNB. Această cerinţă contestă capacitatea conexiunii de transport de trafic în termeni de capacitate şi întârziere. O opţiune este să puneţi o anumită agenţie de divizare a datelor la partea EPC, astfel încât să eliminaţi bucla la conexiunea anchor-eNB S1. În plus, la interfaţa aeriană, este posibilă reducerea posibilităţii de transmisie / raportul acestor date duplicate intre nodurile eNB printr-un control de flux asistat de UE. Subsecţiunea 3.12.5 discută că asistenţa UE în acest sens poate maximiza performanţa diversităţii multi-punct.

[1167] În Figura 176, este ilustrată relaţia dintre diferite moduri de multi-conectivitate in NX. Punctele de transmisie conectate pot aparţine unuia sau mai multor nodurile eNB, denumite în mod obişnuit conectivitate multi-punct intra-eNB şi respectiv conectivitate multi-punct inter-eNB. Diferite moduri de transmisie / recepţie pot fi luate în considerare în funcţie de condiţiile canalului, de desfăşurarea reţelei, de capacitatea şi de întârziere a retragerii disponibile şi de tipul de trafic. În contextul NX, diversitatea multi-punct (MPD), agregarea traficului şi MIMO distribuite sunt probleme. Agregarea traficului se referă de obicei la operaţiuni de multi-conectivitate la nivelurile inferioare, fiind independente şi distincte din punct de vedere al resurselor şi/sau RAT-urilor, cum ar fi agregarea purtătoarei sau agregările straturilor IP. Distribuitorul MIMO implică mai multe puncte de transmisie şi presupune codificarea comună pe ramuri. În mod obişnuit, este nevoie de o revizie cu capacitate ridicată şi întârziere scăzută pentru a oferi performanţele scontate. În această secţiune, accentul este pus pe aspectele de arhitectură şi protocol ale diversităţii multi-punct (MPD) şi agregării traficului.

[1168] Coordonat multi-punct (CoMP) este un termen care este folosit pentru a descrie un set de caracteristici specifice LTE utilizate pentru conectivitatea multi-punct intra LTE. De obicei, CoMP prezintă o coordonare strânsă la nivel MAC. Coordonarea MAC este de dorit atunci când resursele radio co-canal sunt utilizate pentru diferitele puncte de transmisie. Termenul CoMP este evitat in mod intenţionat în contextul NX pentru a evita confuziile.

[1169] Alături de achiziţia de măsurare, o provocare asociată conectivităţii multi-punct constă în limitările de capacitate şi întârziere în legăturile de transport de trafic care poartă interfeţele inter-nod. În multe implementări, transport de trafic cu capacitate limitată şi latenţă mare este singura opţiune datorită costurilor ridicate implicate în desfăşurarea transportului de trafic rapid. De exemplu, in unele cazuri, conexiunile X2 sunt puse la dispoziţie de către o legătură de date obişnuită de internet.

[1170] Conectivitatea multiplă descrisă în această secţiune se concentrează pe cazul inter-eNB. Soluţia de conectivitate multiplă pentru intra-eNB, unde eNB cuprinde un RRC/PDCP centralizat şi RLC/MAC distribuit este o variantă de realizare alternativă.

3.12.2 Protocol şi arhitectura conectivităţii multi-punct in NX

3.12.2.1 Arhitectura de protocol in planul utilizatorului

[1171] Conectivitatea multi-punct in planul utilizatorului poate funcţiona pe diferite straturi. Stratul de integrare pentru conectivitatea multi-punct poate fi stratul PHY, stratul MAC (care corespunde cu agregarea de purtătoare în contextul LTE) sau stratul PDCP (care corespunde conectivităţii duale în LTE), aşa cum este menţionat în secţiunea 3.7. În această secţiune, soluţiile de conectivitate multi-punct investigate funcţionează la nivelul PDCP. Această soluţie este viabilă şi pentru transportul de trafic lent şi în conformitate cu propunerea din secţiunea 3.7 pentru interoperabilitatea NX şi LTE. Alte soluţii de conectivitate multi-punct, de exemplu, conectivitatea multi-punct divizare MAC inter-nod sunt, de asemenea, abordări posibile. Divizarea MAC inter-nod este de preferat, luand in considerare arhitectura centralizată RRC/PDCP şi transportul de trafic rapid. În această secţiune, se presupune transportul de trafic lent şi PDCP divizat. Stiva de protocoale din planul utilizatorului pentru conectivitate multi-punct NX este prezentată în Figura 177, luand ca exemplu două SeNB. Este potrivit atât pentru modurile de agregare diversităţii multi-punct, cât şi pentru agregarea traficului multi-punct.

3.12.2.2 Alternative de arhitectură de protocol în planul de control

[1172] Secţiunea 3.7 discută designul RRC pentru integrarea strânsă LTE şi NX. Aici accentul este pus pe conectivitatea multi-punct intra NX folosind PDCP ca strat de integrare. Întrebarea pusă în evidenţă este dacă trebuie să existe o entitate RRC centralizată în MeNB (Master eNB), care este denumită alternativa 1 de mai jos sau mai multe entităţi RRC distribuite atât în MeNB, cât şi în fiecare SeNB in conectivitatea multi-punct, care este denumită alternativa 2 de mai jos. (MeNB este punctul de ancorare al UE din punct de vedere al CN (reţeaua de bază), iar legătura radio dintre MeNB şi UE determină starea RRC UE. SeNB ajută MeNB să deservească UE fie pentru a creşte randamentul UE, fie pentru a creşte robusteţea legăturii radio între UE şi RAN.)

[1173] Alternativa 1 este similară cu cea definită pentru DC în LTE cu unele extensii. Pe lângă un MeNB, mai mult de un SeNB sunt implicate in conectivitatea multi-punct. Există o singură entitate RRC situată la MeNB care comunică cu entitatea RRC de la UE. Când funcţia SeNB RRM trebuie să îşi configureze resursele radio locale între aceasta şi UE, SeNB trebuie să încapsuleze mai întâi mesajul RRC intr-un mesaj X2 şi să îl transmită prin transport de trafic către MeNB. Şi apoi MeNB transmite mesajul RRC de la SeNB către UE. În mod similar, atunci când UE trimite raport de măsurare, chiar şi acest raport de măsurare este legat de SeNB, acest mesaj este recepţionat de MeNB. MeNB verifică apoi raportul de măsurare, dacă unele dintre informaţii sunt legate de SeNB, compune un mesaj nou şi îl transmite către SeNB prin transport de trafic. Soluţia de diversitate RRC poate fi acceptată în această alternativă, ceea ce înseamnă că mesajul RRC de la MeNB poate fi transmis către UE prin intermediul mai multor picioare pentru a creşte robusteţea transmisiilor de semnalizare. Arhitectura de protocol pentru alternativa 1 este prezentată în Figura 178, care ilustrează faptul că există o entitate RCC la MeNB.

[1174] Un avantaj al acestei alternative este că este simplă în comparaţie cu alternativa 2 (discutată mai jos) şi urmează aceeaşi arhitectură ca LTE DC. UE trebuie să menţină o singură conexiune RRC cu MeNB şi nu este afectată de decuplarea DL şi UL. Un dezavantaj este că răspunsul la unele configuraţii de resurse radio la SeNB, de exemplu, comutarea fasciculului UE în SeNB, poate fi lentă, iar atunci când MeNB întrerupe procedura de recuperare a întregii conectivităţi multi-punct ar putea de asemenea să consume relativ mult timp în comparaţie cu alternativa 2.

[1175] În alternativa 2, mai multe entităţi RRC sunt setate la MeNB şi SeNBs, aşa cum se prezintă în Figura 179. Entitatea RRC din SeNB poate comunica cu entitatea RRC la UE. Există o singură stare RRC între UE şi conectivitatea multi-punct, care este determinată de conexiunea RRC între UE şi MeNB. RRC la MeNB este un RRC stivă completă care poate executa toate funcţionalităţile RRC în timp ce RRC la SeNB este un RRC subţire care poate executa doar funcţionalităţi RRC limitate, de exemplu, reconfigurarea conexiunii RRC poate fi executată pentru a configura resursele radio intre SeNB şi UE, dar excluderea şi eliberarea conexiunii RRC sunt excluse. Arhitectura de protocol a alternativei 2 este prezentată în Figura 179.

[1176] Un avantaj al acestei alternative este că poate reacţiona rapid la evenimentele de configurare a resurselor radio locale între SeNB şi UE. Când MeNB se prăbuşeşte, presupunând că conexiunea dintre UE şi SeNB este menţinută, timpul de recuperare a conectivităţii multi-punct ar putea fi scurt dacă SeNB are deja contextul UE legat de RRC, de exemplu, cheia de securitate stocată plus contextul UE asociat S1, de exemplu, S1AP UE ID. Aşadar, fie UE, fie SeNB, care are rolul de nou MeNB, pot transmite mesajului RRC perechii sale direct pentru a acţiona fără a necesita restabilirea conexiunii RRC. Şi SeNB, care va deveni un MeNB, poate informa, de asemenea, CN că este noul MeNB care va restaura conexiunea S1. Un dezavantaj al acestei alternative este că este mai complicată. Deoarece mai multe noduri de reţea pot trimite mesaj RRC către UE, mai multe probleme trebuie rezolvate. În primul rând, SRB (Semnalizare Purtătoare Radio) trebuie să fie configurată între fiecare SeNB şi UE. Cheia de securitate folosită pentru SRB între SeNB şi UE trebuie să fie configurată de MeNB în timpul procedurii de configurare. În al doilea rând, SRB între SeNB şi UE trebuie configurată cu un ID de canal logic unic în conectivitatea multi-punct, astfel încât UE să poată şti de la ce nod vine un mesaj RRC şi apoi să transmită un mesaj RRC de răspuns în conformitate cu relaţia de mapare între ID canal logic şi nodul de reţea. În al treilea rând, manipularea procedurii RRC internă al UE trebuie îmbunătăţit pentru a sprijini procedurile paralele RRC. Adică, procedura RRC de la SeNB şi MeNB poate fi executată concomitent. Poate exista riscul ca cererea RRC de la MeNB şi SeNB să intre în conflict, de exemplu, fluxurile totale de recepţie configurate prin reţea pot depăşi capacitatea UE. Dacă da, UE poate raporta înapoi, de exemplu, la SeNB, că fluxurile totale configurate sunt peste capacitatea sa. După ce a recepţionat aceste informaţii, SeNB poate reconfigura mesajul său către UE pentru a îndeplini capabilităţile UE.

[1177] Întrucât alternativa 1 este o arhitectură de protocol RRC centralizată, este mai bine ca schema de comutare a fasciculului să funcţioneze pe Stratul 2, astfel încât comanda şi mesajul asociate comutării fasciculului să poată fi schimbate direct între SeNB şi UE, fără a fi necesară implicarea MeNB. Pentru alternativa 2, se potriveşte schema de comutare a fasciculului care lucrează fie pe Stratul 2, fie pe Stratul 3, aşa cum se menţionează în Secţiunea 3.5.

3.12.3 Aspecte de arhitectură a mobilităţii pentru conectivitate multi-punct

[1178] Procedurile de semnalizare pe L3 pentru conectivitate multi-punct în NX includ adăugarea SeNB, eliberarea SeNB, modificarea SeNB, modificarea SeNB, schimbarea MeNB şi comutarea de rol SeNB. Pentru procedura care implică doar SeNB, dacă sunt utilizate frecvenţe diferite în conectivitate multi-punct, atunci criteriul şi condiţia de declanşare a procedurilor ar putea fi similare cu cea din LTE DC - un SeNB cu o calitate radio bună poate fi adăugat în conectivitatea multi-punct şi, în mod corespunzător, un SeNB cu o calitate radio mai slabă poate fi eliminat din conectivitatea multi-punct. Dacă se foloseşte o frecvenţă unică în conectivitatea multi-punct, pe care SeNB să o adauge sau să o elibereze de la conectivitatea multi-punct trebuie să ia în considerare impactul interferenţei în această conectivitate multi-punct, pe lângă calitatea canalului radio, care are nevoie de investigaţii suplimentare.

[1179] Pentru schimbarea MeNB (un nou eNB în afara acestei conectivităţi multi-punct devine un MeNB nou, iar SeNB nu se schimbă), sau MeNB şi un SeNB de comutare rol - un SeNB trece la MeNB nou şi MeNB trece la SeNB nou, procedura definită în LTE DC este destul de greoaie: UE trebuie să elimine mai întâi toate SeNB din conectivitatea multi-punct, transferul de la MeNB vechi la MeNB nou, apoi să configureze din nou SeNB în noua conectivitate multi-punct. Deoarece toate elementele din conectivitatea multi-punct nu sunt schimbate după comutarea rolului, se poate defini o procedură rapidă şi eficientă, aşa cum se prezintă în Figura 180.

[1180] Mai precis, inainte de comutarea rolului, cheia de securitate care trebuie utilizată între SeNB (care va fi actualizat la MeNB) şi UE este de asemenea configurată. UE menţine multiple contexte de securitate. Cand are loc comutarea de rol, semnalizarea intre nodurile eNB implicate indică faptul că acesta este un comutator de roluri, astfel încât toate entităţile de protocol şi context existente în nodurile eNB pot fi refololocaţie pe cât posibil. Nu este necesară semnalizarea suplimentară L3 RRC pentru a informa UE despre acest comutator de rol (actualizarea avansului de sincronizare în timp, etc. se face independent de comutatorul de rol). Redirecţionarea pachetelor poate fi necesară de la MeNB vechi la noul MeNB după comutarea rolului.

[1181] Pentru mobilitatea asociată la nivelul legăturii, aceasta include adăugarea / eliminarea / schimbarea legăturilor de deservire pentru un echipament UE în conectivitatea multi-punct. Depinde de capacitatea UE de comunicare cu mai multe eNB in conectivitatea multi-punct, iar implementarea reţelei, mobilitatea la nivel de legătură ar putea însemna că UE transmite / recepţionează date folosind mai multe legături sau picioare simultan, UE transmite / recepţionează date folosind o singură legătură / picior simultan şi comutare rapidă în aceste legături / picioare sau o combinaţie. De exemplu, o legătură / picior este întotdeauna folosită pentru transmiterea / recepţia datelor, alte legături / picioare sunt comutate dinamic de la unul la altul.

3.12.4 Diversitate multi-punct rapidă asistată de UE pentru acces radio NX

[1182] După cum s-a menţionat la 3.12.1, ambele conexiuni S1 şi X2 între nodurile eNB şi EPC sau inter-eNB sunt realizate de obicei prin cablare nededicată prin conexiuni de internet obişnuite. Capacitatea de transport de trafic non-ideală şi performanţa de întârziere devin un blocaj pentru câştigurile de performanţă prin diversitatea multi-punct. Faţă de această realitate, această secţiune introduce o metodă care poate fi utilizată pentru a accelera coordonarea planului de control atunci când transportul de trafic este lent şi stratul de integrare este pe PDCP. O idee importantă a diversităţii multi-punct rapide asistată de UE este de a utiliza asistenţa UE, sau chiar o decizie a UE, pentru a susţine procedura MAC, pentru a accelera coordonarea MAC între nodurile eNB implicate.

[1183] Un obiectiv al acestei secţiuni este de a propune o soluţie privind diversitatea multi-punct (MPD), pentru care presupune: (i) Un scenariu de transport de trafic realist non-ideal, (ii) Ambele scheme de diversitate pe legătura descendentă (DL) şi MPD legătura ascendentă (UL) sunt luate în considerare. (iii) Legăturile de acces implicate operează cu aceeaşi bandă de frecvenţă. Prin urmare, este o schemă de diversitate în puncte multiple. Din motivele menţionate anterior, aceasta are o largă aplicabilitate in realitate.

[1184] Spre deosebire de conectivitatea multi-punct intra-purtătoare care utilizează transportul de trafic relaxat pentru coordonare, această abordare se bazează pe coordonarea prin interfaţa aer prin

asistenţa sau decizia UE. Prin urmare, în multe cazuri, poate obţine o latenţă mai mică a planului de control decât schemele de coordonare care se bazează pe transportul de trafic (relaxat).

[1185] De notat că această abordare este în continuare supusă impactului de latenţă de transport de trafic asupra întârzierii în planul utilizatorului, deoarece datele din planul de utilizator sunt încă livrate prin transport de trafic relaxat.

[1186] Acest design include în principal două părţi: (i) MAC asistat de UE şi (ii) Control de flux asistat de UE, aceste două părţi pot lucra de sine stătătoare sau în comun pentru a îmbunătăţi câştigul diversităţii multi-punct. O descriere generică este aceea că „pre-acordarea" din partea NW şi decizia şi confirmarea de către UE a „pre-acordării" joacă un rol în operaţiune. In primul rand, conceptul de MAC asistat de UE se bazează pe faptul că UE deţine în timp util informaţii despre stările de calitate ale legăturii, astfel încât este adecvat să conducă dinamic coordonarea resurselor (spre deosebire de schema DC tradiţională, care se bazează pe BH pentru a face coordonarea). Se propune ca recunoaşterea sau respingerea de către UE privind „pre-acordarea" din partea NW, ajută reţeaua să schimbe rapid cota de resurse între fiecare legătură pentru a se adapta la variaţii de calitate a legăturilor diverse pentru legăturile cu aceeaşi bandă de frecvenţă.

[1187] In al doilea rand, conceptul principal de control al fluxului asistat de UE este introducerea entităţii de decizie la UE pentru controlul fluxului bazat pe decizii UE. Informaţiile de intrare sunt obţinute prin măsurarea locală a UE, iar UE ia decizia/sugestia privind rutarea de livrare a PDU pe conectivitatea multiplă şi trimite comenzile direct către fiecare AP de deservire.

4 Discutarea termenilor selectaţi

4.1 Antene

[1188] Port de antenă - Un port de antenă este definit astfel încât canalul pe care este transportat un simbol pe portul de antenă poate fi dedus din canalul pe care este transportat un alt simbol pe acelaşi port de antenă.

[1189] În practică, un semnal de referinţă şi o „antenă", aşa cum este văzut de receptor. Se spune că două porturi de antenă sunt cvasi co-localizate dacă proprietăţile pe scară largă ale canalului pe care este transmis un simbol de pe un port de antenă pot fi deduse din canalul pe care este transmis un simbol de pe celălalt port de antenă.

[1190] Exemplu: fascicul polarizat încrucişat = set de două porturi de antenă, mapat la două polarizări ortogonale, cu QCL presupus dispersie de întârziere wrt, dispersie Doppler, comutare Doppler [lista nu este exhaustivă]

[1191] Fascicul - Un fascicul este un set de vectori de pondere a fasciculului, in care fiecare vector de pondere al fasciculului are un port de antenă separat şi toate porturile antenei au caracteristici spaţiale medii similare. Toate porturile de antenă ale unui fascicul acoperă astfel aceeaşi zonă geografică. De reţinut, însă, că respectivele caracteristici de atenuare rapidă ale diferitelor porturi de antenă pot fi diferite. Un port de antenă este apoi mapat la unul sau mai multe elemente de antenă, folosind o mapare posibil dinamică. Numărul de porturi de antenă ale unui fascicul este rangul fasciculului.

4.2 Latenţă

[1192] Latenţa planului de control - Latenţa planului de control (Plan-C) este măsurată în mod obişnuit ca timpul de tranziţie de la diferite moduri de conectare, de exemplu, de la starea inactivă la starea activă.

[1193] Latenţa planului de utilizator RAN - Latenţa planului de utilizator RAN (cunoscută şi sub denumirea de intarziere radio-specifică) este definită ca timpul de tranzit unidirecţional dintre un pachet SDU disponibil la stratul IP din terminalul de utilizator/staţia de bază şi disponibilitatea acestui pachet (unitatea de date de protocol, PDU) la stratul IP din staţia de bază/terminalul utilizatorului. Întârzierea pachetului în planul utilizatorului include întârzierea introdusă de protocoalele asociate şi semnalizarea controlului presupunând că terminalul de utilizator este în stare activă.

[1194] Latenţa planului de utilizator al reţelei mobile - Latenţa planului de utilizator în reţeaua mobilă sau PLMN este definită ca timpul de tranzit unidirecţional între un pachet SDU disponibil în stratul IP din terminalul de utilizator/poarta de acces în reţea şi disponibilitatea acestui pachet (unitate de date de protocol, PDU) la stratul IP în terminalul de utilizator/poarta de acces în reţea. Întârzierea pachetelor PLMN include întârzierea introdusă de toate tunelurile de transport care sunt controlate de operatorul de reţea, incluzând un operator de reţea virtuală care utilizează infrastructura fizică deţinută de o terţă parte.

[1195] Întârziere capăt la capăt aplicaţie - Întârzierea capăt la capăt aplicaţie reprezintă timpul de tranzit unidirecţional, inclusiv întârzierea de încadrare şi întârzierea de stocare intermediară la sursă şi toate nodurile intermediare de procesare conştiente de aplicaţie în timpul tranzitului unui pachet sau flux de pachete între un serviciu sau o aplicaţie software pe un nod terminal/server comunicand cu un alt nod terminal sau server. Întârzierea aplicaţiei este specifică scenariului şi poate include încadrarea informaţiilor, serviciile de trans-codarea sau translaţie şi întârzieri de reţea. În rarele ocazii în care aplicaţia depinde de o comunicaţie interactivă în două sensuri, este posibil să fie necesar să se ţină cont de timpul dus-intors.

[1196] Instabilitatea aplicaţiei - Instabilitatea aplicaţiei cu privire la întârzierea minimă corespunde variaţiei întârzierii de la o valoare minimă şi se măsoară folosind aşteptarea statistică a diferenţei dintre întârzierea instantanee şi cea minimă posibilă. Urmează în mod logic instabilitatea aplicaţiei in raport cu intarzierea medie.

4.3 Fiabilitatea şi disponibilitatea serviciului

[1197] Pentru 5G, sunt prevăzute cazuri noi de utilizare în domeniul comunicaţiilor critice de tipul maşină, la care ITU face referire drept comunicaţie ultra-fiabilă şi cu latenţă scăzută. Exemple de cazuri de utilizare sunt automatizarea distribuţiei în reţeaua de energie inteligentă, fabricaţia şi controlul industrial, vehiculele autonome, controlul la distanţă al maşinilor, tele-chirurgie. Pentru aceste cazuri de utilizare sunt utilizate cerinţele de fiabilitate şi disponibilitate, pe care le definim în această secţiune. Aplicaţiile tipice sunt procese de control, care de obicei operează cu un fel de buclă de feedback şi de intrare senzorială care direcţionează un acţionator şi depind de comportamentul "determinist" al sistemului de comunicaţie de bază. Fiabilitatea defineşte la ce nivel poate fi indeplinit comportamentul determinist, de exemplu, informaţiile dorite sunt recepţionate cu succes la momentul potrivit.

[1198] Fiabilitate - Fiabilitatea conectivităţii este probabilitatea ca un mesaj să fie transmis cu succes la un receptor intr-un interval de intarziere specificat. De exemplu, fiabilitate poate solicita ca, mesajele de control să fie livrate receptorului cu o garanţie de 99,9999% şi cu o întârziere de 1ms. Acest lucru înseamnă că doar 0,0001% din pachete sunt pierdute din cauza erorilor de transmisie, sau întârziate din cauza congestiei sau încărcării pe canal, fie a ratei de date realizabile prea mici. Această fiabilitate este oferită cu privire la o dimensiune maximă a mesajului, astfel încât latenţa poate fi legată de o rată de date necesară. Fiabilitatea se referă la fiabilitatea conectivităţii furnizate de la expeditor la receptor; conectivitatea poate fi asigurată de o singură legătură radio, dar şi de un set de legături radio (de exemplu, pe diferite straturi de frecvenţă, cu diferite locaţii de antenă sau chiar bazate pe RAT diferite) care asigură conectivitatea. Fiabilitatea necesită o cantitate suficientă de resurse radio pentru o transmisie la un SINR suficient de ridicat pe legăturile de conectivitate. SINR trebuie să permită legăturii radio să îndeplinească rata de date şi legătura de întârziere cerute şi să ofere, de asemenea, suficiente margini de atenuare pentru nivelul de fiabilitate dorit.

[1199] Disponibilitatea serviciului - Pentru un anumit serviciu fiabil cu latenţă scăzută - o pereche a legăturii fiabilitate şi latenţă - poate fi definită o disponibilitate a serviciului, care defineşte la ce nivel fiabilitatea-latenţa este furnizată în spaţiu şi timp. În medii delimitate poate fi necesară o disponibilitate ridicată, de exemplu, printr-un acord de nivel de servicii. De exemplu, intr-o uzină industrială poate fi specificat, de exemplu, 99,9999%, astfel încât la 99,9999% din transmisiile în timp şi spaţiu îndeplinesc cerinţele de fiabilitate-intarziere in incinta fabricii, aceasta poate fi activată prin implementarea şi redundanţa corespunzătoare a reţelei. (SLA poate fi limitat suplimentar la un număr maxim de dispozitive din zonă sau la o încărcare maximă de trafic cu prioritate agregată). În mediile nelimitate spaţial, cum ar fi vehiculele conectate care conduc in mod autonom oriunde pe un continent, o disponibilitate nu poate fi uşor garantată cu orice infrastructură desfăşurată. Chiar şi în cazul comunicaţiilor ad-hoc D2D intre vehicule, disponibilitatea unui serviciu fiabil cu latenţă scăzută poate fi asigurată numai pentru un anumit interval în jurul transmiţătorului şi, eventual, cu restricţii suplimentare ale densităţii maxime de vehicule (şi a sarcinii de trafic prioritare).

[1200] Trebuie menţionat că multe sisteme de control care necesită servicii fiabile cu latenţă scăzută pot avea mai multe moduri de funcţionare, în funcţie de fiabilitatea şi întârzierea conectivităţii. De exemplu, o flotă de camioane care conduc autonom poate conduce cu 4m distanţă între vehicule dacă comunicaţia poate fi garantată 99,9999% în 5ms şi poate trece la o distanţă inter-vehicul de 8m dacă doar o întârziere de 10ms la o fiabilitate de 99% poate fi asigurată. În mod similar, ciclul de control al unei instalaţii de producţie poate fi redus, sau un utilaj cu telecomandă poate funcţiona doar într-un mod de control conservator pentru niveluri inadecvate de fiabilitate-întârziere. Este de dorit ca sistemul de comunicaţie să poată informa un

serviciu cu privire la modificările nivelului de serviciu realizabil, astfel încât aplicaţia să se poată adapta. Acest concept este uneori menţionat ca fiind compoziţie de serviciu fiabil, unde modificările nivelului serviciului sunt indicate într-o indicaţie de disponibilitate.

5 Metode, echipamente de reţea radio şi dispozitive fără fir

[1201] În această secţiune, unele dintre numeroasele tehnici şi proceduri detaliate descrise mai sus sunt generalizate şi aplicate metodelor specifice, nodurilor de reţea şi dispozitivelor fără fir. Fiecare dintre aceste metode, echipamentele de reţea radio şi dispozitivele fără fir, precum şi numeroasele variante ale acestora descrise în descrierea mai detaliată de mai sus, pot fi considerate o realizare a prezentei invenţii. Ar trebui să se înţeleagă că grupările particulare ale acestor caracteristici descrise mai jos sunt exemple - alte grupări şi combinaţii sunt posibile, după cum demonstrează discuţia detaliată precedentă.

[1202] De notat că, în discuţiile care urmează şi în exemplele anexate la prezenta, prin utilizarea etichetelor „primul", „al doilea", „al treilea", etc., se înţelege pur şi simplu distingerea unui element de altul şi nu ar trebui să se înţeleagă că indică o anumită ordine sau prioritate, cu excepţia cazului în care contextul indică în mod clar altfel.

5.1 Dispozitive fără fir şi metode

[1203] Aşa cum este utilizat aici, "dispozitiv fără fir" se referă la un dispozitiv capabil, configurat, aranjat şi/sau operabil pentru a comunica fără fir cu echipamente de reţea şi/sau cu un alt dispozitiv fără fir. În contextul actual, comunicaţia fără fir implică transmiterea şi/sau recepţionarea de semnale fără fir folosind semnale electromagnetice. În realizări particulare, dispozitivele fără fir pot fi configurate pentru a transmite şi/sau primi informaţii fără interacţiune umană directă. De exemplu, un dispozitiv fără fir poate fi proiectat pentru a transmite informaţii unei reţele într-un program prestabilit, atunci când este declanşat de un eveniment intern sau extern, sau ca răspuns la solicitările din reţea. În general, un dispozitiv fără fir poate reprezenta orice dispozitiv capabil, configurat, aranjat şi/sau operabil pentru comunicaţii fără fir, de exemplu dispozitive de comunicaţii radio. Exemple de dispozitive fără fir includ, dar nu se limitează la, echipamente de utilizator (UE), cum ar fi telefoanele inteligente. Alte exemple includ camere fără fir, tablete compatibile fără fir, echipamente încorporate în laptop (LEE), echipamente montate pe laptop (LME), adaptor USB şi/sau echipamente fără fir pentru clienţi (CPE).

[1204] Ca un exemplu specific, un dispozitiv fără fir poate reprezenta un echipament UE configurat pentru comunicaţie în conformitate cu unul sau mai multe standarde de comunicaţie promulgate de Proiectul de parteneriat de generaţia a treia (3GPP), cum ar fi standardele GSP, UMTS, LTE şi/sau 5G ale 3GPP. Aşa cum este utilizat aici, un „echipament de utilizator" sau „UE" poate să nu aibă neapărat un „utilizator" în sensul unui utilizator uman care deţine şi/sau operează dispozitivul relevant, în schimb, un echipament UE poate reprezenta un dispozitiv destinat vânzării unui sau operării de către un utilizator uman, dar care nu poate fi asociat iniţial cu un utilizator uman specific. De asemenea, trebuie apreciat faptul că, în discuţia detaliată anterioară, termenul „UE" este utilizat, pentru comoditate, chiar mai general, pentru a include, in contextul reţelei NX, orice tip de dispozitiv fără fir care accesează şi/sau este deservit de reţeaua NX, indiferent dacă UE este sau nu asociat cu un „utilizator" in sine. Astfel, termenul „UE", utilizat in discuţia detaliată de mai sus, include dispozitive de comunicaţie de tip maşină (MTC) (uneori denumite maşină-maşină sau dispozitive M2M), precum şi telefoane sau dispozitive fără fir care pot fi asociate cu un „utilizator".

[1205] Unele dispozitive fără fir pot suporta comunicarea dispozitiv-la-dispozitiv (D2D), de exemplu, prin implementarea unui standard 3GPP pentru comunicaţia pe legătura auxiliară, şi în acest caz pot fi denumite dispozitive de comunicaţie D2D.

[1206] Sub forma unui alt exemplu specific, intr-un scenariu Internetul Lucrurilor (IOT), un dispozitiv fără fir poate reprezenta o maşină sau un alt dispozitiv care efectuează monitorizare şi/sau măsurători şi transmite rezultatele unei astfel de monitorizări şi/sau măsurători către un alt dispozitiv fără fir şi/sau un echipament de reţea. Un dispozitiv fără fir poate fi, în acest caz, un dispozitiv de la maşină la maşină (M2M), care, în contextul 3GPP, poate fi denumit un dispozitiv de comunicaţie (MTC) de tip maşină. Ca un exemplu particular, un dispozitiv fără fir poate fi un echipament UE care implementează standardul 3GPP în bandă îngustă pentru internetul lucrurilor (NB-IoT). Exemple particulare de astfel de maşini sau dispozitive sunt senzorii, dispozitivele de măsurare, cum ar fi contoarele de energie, maşini industriale sau aparate de uz casnic sau personale, de exemplu frigidere, televizoare, echipamente de purtat personale, precum ceasuri, etc. În alte scenarii, un dispozitiv fără fir poate reprezenta un vehicul sau un alt echipament capabil să

monitorizeze şi/sau să raporteze asupra stării sale de funcţionare sau a altor funcţii asociate cu funcţionarea sa.

[1207] Un dispozitiv fără fir descris mai sus poate reprezenta punctul final al unei conexiuni fără fir, caz în care dispozitivul poate fi denumit terminal fără fir. Mai mult, un dispozitiv fără fir, aşa cum este descris mai sus, poate fi mobil, caz în care poate fi denumit şi dispozitiv mobil sau terminal mobil.

[1208] Deşi se va aprecia că realizările specifice ale dispozitivelor fără fir discutate aici pot include oricare dintre combinaţiile adecvate de hardware şi/sau software, un dispozitiv fără fir configurat să funcţioneze în reţelele de comunicaţii fără fir descrise aici şi/sau în conformitate cu diferitele tehnici descrise aici pot fi, în particular, realizări reprezentate de exemplul de dispozitiv fără fir 1000 prezentat în Figura 181.

[1209] Aşa cum se prezintă în Figura 181, exemplul de dispozitiv fără fir 1000 include o antenă 1005, un circuit de capăt frontal radio 1010 şi un circuit de procesare 1020, care, în exemplul ilustrat, include un mediu de stocare care poate fi citit de calculator 1025, de exemplu, unul sau mai multe dispozitive de memorie. Antena 1005 poate include una sau mai multe antene sau şiruri de antenă şi este configurată pentru a trimite şi/sau a primi semnale fără fir şi este conectată la circuitul de capăt frontal radio 1010. În anumite variante alternative, dispozitivul fără fir 1000 poate să nu includă antena 1005 şi antena 1005 poate fi în schimb separată de dispozitivul fără fir 1000 şi poate fi conectată la dispozitivul fără fir 1000 printr-o interfaţă sau un port.

[1210] Circuitul de capăt frontal radio 1010, care poate cuprinde diferite filtre şi amplificatoare, de exemplu, este conectat la antena 1005 şi la circuitul de procesare 1020 şi este configurat pentru a condiţiona semnale comunicate între antena 1005 şi circuitele de procesare 1020. În anumite variante alternative, dispozitivul fără fir 1000 poate să nu includă circuite de capăt frontal radio 1010, iar circuitele de procesare 1020 pot fi în schimb conectate la antena 1005 fără circuite de capăt frontal radio 1010. În unele variante de realizare, circuitele de frecvenţă radio 1010 sunt configurate pentru a gestiona semnale în benzi de frecvenţe multiple, în unele cazuri simultan.

[1211] Circuitul de procesare 1020 poate include unul sau mai multe circuite emiţător-receptor de radio-frecvenţă (RF) 1021, circuite de procesare în banda de bază 1022 şi circuite de procesare a aplicaţiilor 1023. În unele variante, circuitul emiţător-receptor RF 1021, circuitele de procesare in banda de bază 1022 şi circuitele de procesare a aplicaţiilor 1023 pot fi pe seturi de cipuri separate. În realizări alternative, o parte sau toate circuitele de procesare în banda de bază 1022 şi circuitele de procesare a aplicaţiilor 1023 pot fi combinate într-un set de cipuri, iar circuitul emiţător-receptor RF 1021 poate fi pe un set de cipuri separat. În alte realizări alternative, o parte sau toate circuitele emiţător-receptor RF 1021 şi circuitul de procesare în banda de bază 1022 pot fi pe acelaşi set de cipuri, iar circuitul de procesare a aplicaţiei 1023 poate fi pe un set de cipuri separat. In alte variante de realizare alternative, o parte sau toate circuitele emiţător-receptor RF 1021, circuitul de procesare în banda de bază 1022 şi circuitul de procesare a aplicaţiilor 1023 pot fi combinate în acelaşi set de cipuri. Circuitul de procesare 1020 poate include, de exemplu, una sau mai multe unităţi centrale de procesare (CPU), unul sau mai multe microprocesoare, unul sau mai multe circuite integrate specifice aplicaţiei (ASIC) şi/sau una sau mai multe tabele de porţi programabile pe campuri (FPGA).

[1212] În realizări particulare, unele sau toate funcţionalităţile descrise aici ca fiind relevante pentru un echipament de utilizator, dispozitiv MTC sau alt dispozitiv fără fir pot fi încorporate intr-un dispozitiv fără fir sau, ca alternativă, pot fi întruchipate de circuitele de procesare 1020 care execută instrucţiuni stocate pe un mediu de stocare 1025, care poate fi citit de calculator, aşa cum se prezintă în Figura 181. În realizări alternative, unele sau toate funcţionalităţile pot fi furnizate de circuitul de procesare 1020 fără a executa instrucţiuni stocate pe un mediu care poate fi citit de calculator, cum ar fi intr-o manieră prin cablu. În oricare dintre aceste exemple de realizare particulare, indiferent dacă se execută instrucţiuni stocate pe un mediu de stocare care poate fi citit sau nu, se poate spune că circuitul de procesare 1020 este configurat pentru a îndeplini funcţionalitatea descrisă. Avantajele oferite de o astfel de funcţionalitate nu se limitează la circuitul de procesare 1020 singur sau la alte componente ale dispozitivului fără fir, ci se bucură de dispozitivul fără fir ca un întreg şi/sau de utilizatorii finali şi reţeaua fără fir în general.

[1213] Circuitul de procesare 1020 poate fi configurat pentru a efectua orice operaţiuni de determinare descrise aici. Determinarea, aşa cum este efectuată de circuitele de procesare 1020, poate include informaţii de procesare obţinute de circuitul de procesare 1020 prin, de exemplu, transformarea informaţiilor obţinute în alte informaţii, compararea informaţiilor obţinute sau informaţiile convertite cu informaţiile stocate în dispozitivul fără fir şi/sau efectuarea uneia sau mai multor operaţii bazate pe informaţiile obţinute sau informaţiile convertite şi, ca urmare a procesului menţionat, efectuarea unei determinări.

[1214] Antena 1005, circuitul de capăt frontal radio 1010 şi/sau circuitele de procesare 1020 pot fi configurate pentru a efectua orice operaţiuni de transmisie descrise aici. Orice informaţii, date şi/sau semnale pot fi transmise către un echipament de reţea şi/sau un alt dispozitiv fără fir. De asemenea, antena 1005, circuitul de capăt frontal radio 1010 şi/sau circuitele de procesare 1020 pot fi configurate pentru a efectua orice operaţiuni de recepţie descrise aici ca fiind realizate de un dispozitiv fără fir. Orice informaţii, date şi/sau semnale pot fi recepţionate de la un echipament de reţea şi/sau un alt dispozitiv fără fir.

[1215] Mediul de stocare 1025, care poate fi citit de calculator, poate fi în general funcţional pentru a stoca instrucţiuni, cum ar fi un program de calculator, software, o aplicaţie care include una sau mai multe logici, reguli, coduri, tabele, etc. şi/sau alte instrucţiuni care pot fi executate de un procesor. Exemple de medii de stocare care pot fi citite de calculator 1025 includ memoria calculatorului (de exemplu, memoria de acces aleatoriu (RAM) sau memoria numai in citire (ROM)), medii de stocare în masă (de exemplu, un hard disk), medii de stocare amovibile (de exemplu, un disc compact (CD) sau un disc video digital (DVD) şi/sau orice alte dispozitive de memorie care pot fi citite de calculator şi/sau executabile de calculator, volatile sau non-volatile, non-tranzitorii şi/sau sunt executabile de calculator, care stochează informaţii, date şi/sau instrucţiuni care pot fi utilizate de circuitele de procesare 1020. In unele exemple de realizare, circuitul de procesare 1020 şi mediul de stocare 1025 care poate fi citit de calculator pot fi considerate a fi integrate.

[1216] Realizări alternative ale dispozitivului fără fir 1000 pot include componente suplimentare altele decat de cele prezentate in Figura 181, care pot fi responsabile pentru furnizarea anumitor aspecte ale funcţionalităţii dispozitivului fără fir, inclusiv oricare dintre funcţionalităţile descrise aici şi/sau orice funcţionalitate necesară pentru a susţine soluţia descrisă mai sus. Doar sub forma unui exemplu, dispozitivul fără fir 1000 poate include interfeţe, dispozitive şi circuite de intrare, precum şi interfeţe, dispozitive şi circuite de ieşire. Interfeţele, dispozitivele şi circuitele de intrare sunt configurate pentru a permite introducerea informaţiilor în dispozitivul fără fir 1000 şi sunt conectate la circuitele de procesare 1020 pentru a permite circuitelor de procesare 1020 să proceseze informaţiile de intrare. De exemplu, interfeţele, dispozitivele şi circuitele de intrare pot include un microfon, un senzor de proximitate sau un alt senzor, taste/butoane, un ecran tactil, una sau mai multe camere, un port USB sau alte elemente de intrare. Interfeţele, dispozitivele şi circuitele de ieşire sunt configurate pentru a permite ieşirea informaţiilor de la dispozitivul fără fir 1000 şi sunt conectate la circuitele de procesare 1020 pentru a permite circuitelor de procesare 1020 să furnizeze informaţii de pe dispozitivul fără fir 1000. De exemplu, interfeţele, dispozitivele sau circuitele de ieşire pot include un difuzor, un afişaj, circuite vibrante, un port USB, o interfaţă pentru căşti sau alte elemente de ieşire. Folosind una sau mai multe interfeţe, dispozitive şi circuite de intrare şi de ieşire, dispozitivul fără fir 1000 poate comunica cu utilizatorii finali şi/sau reţeaua fără fir şi le permite să beneficieze de funcţionalitatea descrisă aici.

[1217] Ca un alt exemplu, dispozitivul fără fir 1000 poate include circuite de alimentare 1030. Circuitul de alimentare 1030 poate cuprinde circuite de gestionare a puterii. Circuitul de alimentare cu energie poate primi energie de la o sursă de alimentare, care poate fi cuprinsă sau externă circuitului de alimentare cu energie 1030. De exemplu, dispozitivul fără fir 1000 poate cuprinde o sursă de energie sub forma unei baterii sau a unei baterii care este conectată la sau integrată la circuitul de alimentare cu energie 1030. De asemenea, pot fi utilizate alte tipuri de surse de energie, cum ar fi dispozitivele fotovoltaice. Ca un exemplu suplimentar, dispozitivul fără fir 1000 poate fi conectat la o sursă externă de alimentare (cum ar fi o priză de electricitate) printr-un circuit de intrare sau o interfaţă, cum ar fi un cablu electric, prin care sursa de alimentare externă furnizează energie electrică la circuitele 1030.

[1218] Circuitul de alimentare 1030 poate fi conectat la circuitul de capăt frontal radio 1010, la circuitele de procesare 1020 şi/sau la mediul de stocare 1025 care poate fi citit de calculator şi poate fi configurat pentru a furniza la dispozitivul fără fir 1000, incluzând circuitele de procesare 1020, putere pentru îndeplinirea funcţionalităţii descrise aici.

[1219] Dispozitivul fără fir 1000 poate include, de asemenea, mai multe seturi de circuite de procesare 1020, mediu de stocare citibil de calculator 1025, circuite radio 1010 şi/sau antenă 1005 pentru diferite tehnologii fără fir integrate în dispozitivul fără fir 1000, cum ar fi, de exemplu, GSM, WCDMA, LTE , NR, WiFi sau tehnologii fără fir Bluetooth. Aceste tehnologii fără fir pot fi integrate în aceleaşi sau diferite seturi de cipuri şi alte componente din dispozitivul fără fir 1000.

[1220] Dispozitivul fără fir 1000, în diferite variante de realizare, este adaptat pentru a efectua oricare dintre o varietate de combinaţii ale caracteristicilor şi tehnicilor descrise aici. În unele exemple de realizare, de exemplu, circuitele de procesare 1020, de exemplu, folosind antena 1005 şi circuite de capăt frontal radio 1010 , sunt configurate pentru a primi un semnal al legăturii descendente care cuprinde un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, să utilizeze

indicele de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi pentru a transmite la reţeaua de comunicaţii fără fir în funcţie de configuraţia accesului pe legătura ascendentă identificat. Aşa cum s-a discutat în Secţiunea 3.2.2 de mai sus, acest indice de configurare acces pe legătură ascendentă este un indicator într-un tabel de configuraţii de acces pe legătura ascendentă. Acest indicator poate fi preluat, de exemplu, dintr-un SSI, aşa cum este descris mai sus, în timp ce configuraţiile de acces pe legătură ascendentă sunt recepţionate ca un AIT. Aşa cum s-a discutat mai detaliat mai sus, un avantaj care rezultă din utilizarea unui indice de configurare acces pe legătura ascendentă este faptul că informaţiile difuzate pot fi reduse. Multitudinea de configuraţii de acces pe legătura ascendentă din care este preluată o anumită configuraţie de acces pe legătură ascendentă, utilizând indicele de configurare acces pe legătura ascendentă, poate fi distribuită separat de difuzarea indicelui în sine.

[1221] Circuitul de procesare 1020 este, de asemenea, configurat pentru a primi, intr-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, o primă transmisie OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care primeşte, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie poate avea, de exemplu, o primă distanţare a sub-purtătoarelor (sau primă lăţime de bandă a sub-purtătoarelor) şi a doua numerologie poate avea o a doua distanţare a sub-purtătoarelor (sau o a doua lăţime de bandă a sub-purtătoarelor), prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. De notat că o „numerologie", aşa cum este utilizat aici termenul, se referă la o combinaţie particulară de lăţime de bandă a sub-purtătoarelor OFDM, lungime a prefixului ciclic şi lungime de sub-cadru. Termenul lăţime de bandă a sub-purtătoarelor, care se referă la lăţimea de bandă ocupată de o singură sub-purtătoare, este direct legat de, şi este uneori utilizat în mod interschimbabil, cu distanţarea sub-purtătoarelor. Aşa cum s-a discutat în detaliu mai sus, de exemplu, în Secţiunea 2.3, disponibilitatea şi utilizarea diferitelor numerologii permit o mai bună potrivire a stratului fizic cu aplicaţii specifice şi cerinţele cazului de utilizare.

[1222] În unele variante de realizare, componentele dispozitivului fără fir 1000 şi, în particular, circuitele de procesare 1020, sunt de asemenea configurate pentru a efectua o metodă 18200 aşa cum este ilustrată în Fig. 182 sau în conformitate cu oricare dintre celelalte metode de realizare descrise în cele ce urmează. Metoda 18200 include recepţionarea unui semnal al legăturii descendente care cuprinde un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, folosirea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir în funcţie de configuraţia accesului pe legătura ascendentă identificat (blocul 18210). Metoda 18200 include, de asemenea, recepţionarea, într-un prim sub-cadru al legăturii descendente, a unei prime transmisii OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi recepţionarea, într-un al doilea sub-cadru al legăturii descendente, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie (blocul 18220). Prima numerologie poate avea, de exemplu, o primă distanţare a sub-purtătoarelor (sau primă lăţime de bandă a sub-purtătoarelor) şi a doua numerologie poate avea o a doua distanţare a sub-purtătoarelor (sau o a doua lăţime de bandă a sub-purtătoarelor), prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Prima transmisie OFDM poate avea o numerologie conform specificaţiilor pentru LTE, permiţând astfel coexistenţa cu LTE dintr-o versiune anterioară. Metoda 18200 poate cuprinde, de asemenea, recepţionarea informaţiilor de acces la sistem difuzate şi utilizarea informaţiilor de acces la sistem recepţionat pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir. Mai mult, primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă pot fi recepţionate pe aceeaşi frecvenţă purtătoare (a se vedea, de exemplu, [0583]), care are avantajul că pot exista numerologii diferite pe aceeaşi purtătoare.

[1223] Ca exemplu, prima şi a doua numerologii pot cuprinde sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, in cazul in care prima lungime de sub-cadru diferă de a doua lungime de sub-cadru. Sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii pot cuprinde primul şi al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv, vezi de exemplu [0536] şi [0553]. În acest fel, poate exista un interval de timp standardizat (de exemplu 1 ms), iar numerologiile diferite utilizează un număr diferit de simboluri OFDM pentru a acoperi acest interval de timp. Un astfel de interval de timp standardizat sau comun are beneficii pentru a permite coexistenţa radio. Cel puţin una din prima şi a doua numerologie poate cuprinde sub-cadre cu o lungime de 250 de microsecunde sau mai puţin, a se vedea [0536], [0553] sau Tabelul 3. Metoda poate cuprinde, de asemenea, solicitarea de informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir şi recepţionarea suplimentară de informaţii despre sistem din reţeaua de comunicaţii fără fir, ca

răspuns la solicitarea menţionată, a se vedea, de asemenea, [0745], [0755], [0756] Acest lucru are avantajul că informaţiile despre sistem pot fi solicitate doar atunci când este nevoie. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea informaţiilor suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, într-o transmisie dedicată, a se vedea, de asemenea, [0745], [0755], [0756]. Acest lucru are avantajul că informaţiile suplimentare despre sistem pot fi trimise doar acelor dispozitive fără fir (de exemplu, UE) care le solicită în mod explicit. Prima transmisie OFDM poate fi multiplexată în frecvenţă şi cel puţin parţial suprapusă în timp cu a doua transmisie OFDM, vezi de exemplu [0527] şi Fig. 46. De exemplu, transmisiile folosind numerologii diferite pot fi recepţionate simultan. Din cauza lungimilor diferite, suprapunerea poate fi doar parţială. Aşa cum s-a descris şi în [0541] sau [0583], metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea, într-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, semnalizare de control pe legătura descendentă într-un prim set de sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp şi date dedicate ale utilizatorului într-un al doilea set de sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp, este avantajos să se primească semnalizare de control, de exemplu informaţii despre alocarea resurselor, cât mai devreme într-un sub-cadru (primul simbol OFDM) şi dacă această informaţie prezintă că datele sunt alocate şi în acel prim simbol, UE poate începe să decodeze datele utilizatorului deja după ce a recepţionat primul simbol OFDM. Aceasta reduce latenţa până la cea mai mică valoare posibilă. Acest lucru este benefic, de exemplu pentru aplicaţiile în timp real unde latenţa este o problemă. Metoda poate cuprinde suplimentar transmisia de date de confirmare (ACK) sau confirmare negativă (NACK), ca răspuns la prima transmisie OFDM in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă cel puţin suprapus parţial pe primul sub-cadru al legăturii descendente, vezi de exemplu [0541] sau [0583]. După ce a recepţionat şi decodificat datele utilizatorului pe legătura descendentă într-un sub-cadru al legăturii descendente, dispozitivul fără fir poate trimite răspunsul ACK / NAK cât mai curând posibil în sub-cadrul corespunzător pe legătura ascendentă. Un astfel de răspuns rapid este posibil, de exemplu când decodarea poate începe foarte devreme, aşa cum a fost descris anterior. După cum este descris, de exemplu în [686] sau [693], primul sub-cadru pe legătura descendentă poate cuprinde unul sau mai multe simboluri de referinţă în simbolul OFDM primul în timp al primului sub-cadru, iar metoda poate cuprinde, de asemenea, decodarea iniţială a primei transmisii OFDM în primul sub-cadru pe legătura descendentă înainte de a se încheia durata primului sub-cadru al legăturii descendente, folosind o estimare a canalului bazată pe unul sau mai multe simboluri de referinţă. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea informaţiilor care definesc multitudinea de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, pe o primă purtătoare, în care semnalul legăturii descendente cuprinzând indicele de configurare acces pe legătura ascendentă poate fi recepţionat pe o a doua purtătoare, diferind de prima purtătoare, vezi de exemplu [0778]. În acest fel, poate fi ales cea mai potrivită purtătoare pentru respectivul tip de transmisie. Metoda poate cuprinde suplimentar recepţionarea unei a treia transmisii OFDM formatată conform primei numerologii, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie (TTI) având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii. Este avantajos să se poată acorda mai multe sub-cadre care valorează date dacă există un volum mare de date de transmis. Cel puţin una dintre prima şi a doua transmisiune OFDM poate fi o transmisie Transformată Fourier Discretă-Dispersie OFDM (DFTS-OFDM), vezi de exemplu [0525] sau [0532]. DFTS-OFDM este avantajoasă prin faptul că are un raport vârf/medie mai mic decât OFDM pur, ceea ce simplifică designul amplificatorului de putere şi reduce costurile.

[1224] În unele exemple de realizare, metoda 18200 discutată mai sus sau o altă metodă poate include suplimentar recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, aşa cum se prezintă în blocurile 18230 şi 18232 din Figura 183. Exemple din acestea au fost furnizate mai sus, unde aceste prim şi al doilea canal de date fizic au fost denumite canale retransmisibile şi directe, respectiv rPDCH şi DPDCH. Recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea de combinare HARQ soft, iar recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 nu includ nici o combinare HARQ soft. Aceasta poate include utilizarea unui set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru recepţionarea atât a primelor date, cât şi a datelor secunde de Strat 2. Un avantaj al acestei utilizări a două tipuri de canale de date fizice este că corectarea şi generarea erorilor asociate cu fiecare dintre canale pot fi mai potrivite cu tipurile specifice de date transportate de canalele respective. Poate fi dezavantajos să se folosească acelaşi set de semnale de referinţă pentru controlul demodulării şi datele utilizatorului, deoarece acest lucru înseamnă un semnal de referinţă mai mic. De asemenea, staţia de bază poate utiliza o formare de fascicul atât de control, cât şi de date, însă dispozitivul fără fir (UE) nu este obligat să fie conştient de acest fapt, deoarece semnalizarea de referinţă şi datele de control şi de utilizator

sunt toate afectate de aceleaşi ponderi ale fasciculului. Aşa cum s-a descris in [0401] - [0403] sau [0417], setul comun de semnale de referinţă de demodulare poate fi un set specific utilizatorului de semnale de referinţă de demodulare. Deoarece fasciculele staţiilor de bază pot fi specifice utilizatorului, semnalizarea de referinţă poate fi, de asemenea, specifică pentru utilizator. Metoda poate cuprinde în plus recepţionarea unui canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă de demodulare care diferă de setul comun de semnale de referinţă de demodulare, vezi de exemplu [402].

[1225] În unele cazuri, o abordare cu un singur Control de Resurse Radio (RRC) poate fi utilizată atât pentru prima, cât şi pentru a doua transmisie OFDM, de exemplu, în combinaţie cu unele sau cu toate caracteristicile discutate mai sus. Această abordare RRC unic a fost discutată mai sus, de exemplu, în Secţiunea 2.1.4. De notat că, în discuţia detaliată de mai sus, termenul „RRC" este frecvent utilizat ca o prescurtare pentru termenul mai precis de strat de protocol de control al resurselor radio sau stratul de protocol RRC, care este colecţia de proceduri care furnizează controlul resurselor radio, de exemplu specificate de standardele din industrie şi aşa cum sunt de obicei implementate cu modulele software corespunzătoare în dispozitivele fără fir şi echipamentele de reţea radio. De exemplu, metoda 18200 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 184, poate include suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC (blocul 18240) şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, unde primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC (blocul 18242). Această metodă poate include suplimentar procesarea mesajelor recepţionate de la fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat comun de protocol RRC (blocul 18244). Un avantaj al acestei abordări este că manipularea RRC pentru cele două canale fizice, care pot fi un canal bazat pe LTE şi un canal bazat pe NX, de exemplu, este că manipularea RRC este mai strâns integrată şi mai eficientă.

[1226] In unele cazuri, o abordare dual-RRC poate fi utilizată în schimb, din nou, aşa cum este discutat în Secţiunea 2.1.4, de exemplu. În acest caz, metoda 18200 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 185, include suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC (blocul 18250) şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, unde primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC (blocul 18252). Metoda 18200 poate include suplimentar procesarea mesajelor recepţionate prin primul strat de protocol MAC folosind un prim strat de protocol RRC şi mesaje de procesare recepţionate prin al doilea strat de protocol MAC folosind un al doilea strat de protocol RRC, unde primul strat de protocol RRC diferă de al doilea protocol RRC strat (blocul 18256). Cel puţin un prim dintre primul şi cel de-al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate celuilalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC. Mesajele RRC selectate sunt mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC. Aşa cum s-a discutat în Secţiunea 2.1.4.2, această abordare prevede specificarea independentă a straturilor de protocol RRC în contextul funcţionării cu două RAT diferite (cum ar fi NX şi LTE) şi permite fiecărui strat de protocol RRC să fie modificat independent de celălalt.

[1227] Metoda 18200 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 186, poate include suplimentar transmiterea unei a treia date de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic (blocul 18260) şi transmiterea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic (blocul 18262). Transmiterea celei de-a treia date de Strat 2 cuprinde utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft, iar transmiterea celei de-a patra date de Strat 2 nu cuprinde nici un proces HARQ. Aceste al treilea şi al patrulea canal de date fizic corespund canalelor retransmisibile şi directe discutate in detaliu mai sus.

[1228] In unele cazuri, metoda 18200 sau o altă metodă, aşa cum este arătat în Fig. 187, include funcţionarea într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi funcţionarea într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, unde prima şi a doua transmisie OFDM sunt efectuate în modul conectat (blocul 18270). Detalii despre o astfel de stare latentă în contextul NX au fost furnizate mai sus, de exemplu, în Secţiunea 1.2. Funcţionarea în modul latent constă în semnale de monitorizare care poartă identificatori ai zonei de urmărire (blocul 18272), compararea identificatorilor zonei de urmărire recepţionaţi în timpul monitorizării cu o listă cu identificatori ai zonei de urmărire (blocul 18274) şi notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la determinarea faptului că un identificator recepţionat al zonei de urmărire nu se află pe listă, în schimb se abţine de a notifica reţeaua de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea modificărilor identificatorilor de urmărire (blocul 18276). Exemple de detalii despre acest comportament legat de urmărire sunt descrise mai sus, în Secţiunea 3.2.4.1. În discuţia detaliată de mai sus, exemple de astfel de identificatori ai zonei de urmărire au fost denumiţi coduri de zonă RAC de urmărire (TRAC), care corespund unei anumite zone RAN de urmărire şi care pot fi

recepţionate într-un indice semnal zonă RAN. De notat că această stare latentă permite dispozitivului fără fir să se deplaseze în interiorul unei zone de urmărire fără a se raporta la reţea, asigurand astfel o funcţionare mai eficientă şi mai puţină semnalizare.

[1229] Metoda 18200 poate include transmiterea, către reţeaua de comunicaţii fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicator de capabilitate care identifică un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocate în reţeaua de comunicaţii fără fir. Astfel, în loc să trimită un set de capabilităţi, dispozitivul fără fir poate trimite în schimb un indicator către un set de capabilităţi deja stocate în reţea. Detalii despre această abordare sunt prezentate mai sus, în secţiunea 2.1.5.3. După cum s-a menţionat acolo, această abordare permite o evoluţie continuă a noilor capabilităţi ale dispozitivului fără fir, fără a necesita actualizări constante ale semnalizării pentru a indica aceste capabilităţi. Setul de capabilităţi poate include cel puţin unul dintre furnizorii de dispozitive fără fir (de exemplu, un furnizor UE), versiunea de capabilităţi sau informaţii proprii ale dispozitivului fără fir (de exemplu, informaţii proprii UE) sau ale reţelei, a se vedea [0345] sau Fig. 10. Metoda poate cuprinde transmiterea în reţeaua de comunicaţii fără fir folosind transmisia Transformată Fourier Discretă-Dispersie OFDM (DFTS-OFDM).

[1230] Aşa cum s-a discutat mai detaliat mai sus, dispozitivele fără fir in conformitate cu multe dintre variantele descrise aici pot utiliza transmisii planificate, transmisii bazate pe dispută sau o combinaţie a celor două. Astfel, metoda 18200 poate include transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind un protocol de acces bazat pe dispută. Protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT). Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate include transmiterea unui mesaj care indică identitatea unei memorii tampon de solicitare de repetare hibridă automată (HARQ) asociată mesajului, a se vedea [0454]. Aşa cum este descris în [0457], transmisia către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate răspunde la recepţionarea unui semnal liber de transmis. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate răspunde la recepţionarea unui mesaj care acordă resurse pe legătura ascendentă pentru a transmite conform protocolului de acces bazat pe dispută, vezi [0453]. Aşa cum este descris în [0454], transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde transmiterea unui mesaj care indică o identitate a dispozitivului fără fir, de exemplu identitatea UE. Transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind protocolul de acces bazat pe dispută poate include transmiterea folosind o resursă bazată pe dispută, care este planificată în prealabil pentru utilizarea potenţială, vezi [0413] sau [0428].

[1231] Metoda 18200 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 188, poate include măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat (blocul 18280) şi măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, unde cel de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferă de primul semnal de referinţă de mobilitate (blocul 18282). Aceste semnale de referinţă de mobilitate sunt denumite MRS în sistemul detaliat descris mai sus, de exemplu, în discuţiile despre transmisia şi feedbackul bazate pe fascicul din Secţiunea 3.4 şi în discuţia despre mobilitate din Secţiunea 3.5. Metoda 18200 poate include suplimentar raportarea rezultatelor de măsurare a primului şi celui de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir (blocul 18284). Primul semnal de referinţă de mobilitate poate cuprinde concatenarea unui prim semnal de sincronizare in timp şi frecvenţî (TSS) şi a unui prim semnal de referinţă de fascicul (BRS) în timp într-un simbol OFDM, vezi [0629]. Aşa cum s-a descris şi în [0629], concatenarea primului semnal de sincronizare în timp şi frecvenţă (TSS) şi a primului semnal de referinţă a fasciculului (BRS) în timp intr-un simbol OFDM se poate face conform unei precodificări Transformată Fourier Discretă (DFT). Metoda 18200 poate include, de asemenea, recepţionarea, ca răspuns la raportarea rezultatelor, a unei comenzi de a trece de la recepţionarea datelor pe un fascicul curent al legăturii descendente la recepţia datelor pe un fascicul diferit al legăturii descendente (blocul 18286). Metoda 18200 poate include recepţionarea unei valori de avans în timp pentru aplicarea pe fasciculul diferit al legăturii descendente (blocul 18288). Această abordare prevede o mobilitate activă bazată pe fascicul, detaliată în secţiunile 3.5.2 la 3.5.4, distinctă de mobilitatea bazată pe celule folosită în sistemele fără fir convenţionale. Recepţionarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM poate cuprinde decodarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisiune OFDM folosind un cod polar, a se vedea [02326]. Aşa cum s-a descris şi în [0236], recepţionarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisiune OFDM poate cuprinde decodarea a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM folosind un cod de verificare a parităţii de densitate joasă (LDPC).

5.2 Echipament de reţea radio şi metode

[1232] Aşa cum este utilizat aici, termenul "echipament de reţea" se referă la echipamente capabile, configurate, aranjate şi/sau operabile pentru a comunica direct sau indirect cu un dispozitiv fără fir şi/sau cu alte echipamente din reţeaua de comunicaţii fără fir, care permit şi/sau oferă acces fără fir la dispozitivul fără fir. Exemple de echipamente de reţea includ, dar nu se limitează la, puncte de acces (AP), în particular puncte de acces radio. Echipamentele de reţea pot reprezenta staţii de bază (BS), precum staţiile de bază radio. Exemple particulare de staţii de bază radio includ nodurile Nod B şi Nod B evoluate (eNB). Staţiile de bază pot fi clasificate în funcţie de valoarea de acoperire pe care o furnizează (sau, spus diferit, nivelurile lor de putere de transmisie) şi pot fi, de asemenea, denumite staţii de bază femto, staţii de bază pico, staţii de bază micro sau staţii de bază macro. "Echipamentele de reţea" includ, de asemenea, una sau mai multe (sau toate) părţi ale unei staţii de bază radio distribuite, cum ar fi unităţi digitale centralizate şi/sau unităţi radio la distanţă (RRU), uneori denumite Capete Radio la Distanţă (RRH). Astfel de unităţi radio la distanţă pot fi sau nu integrate cu o antenă ca un radio integrat cu antenă. Părţile unei staţii de bază radio distribuite pot fi, de asemenea, denumite noduri intr-un sistem de antene distribuit (DAS).

[1233] Ca un exemplu particular nelimitativ, o staţie de bază poate fi un nod releu sau un nod donor releu care controlează un releu.

[1234] Totuşi, alte exemple de echipamente de reţea includ echipamente radio multi-standard (MSR), cum ar fi MSR BS, controlere de reţea, cum ar fi controlerele de reţea radio (RNC) sau controlerele de staţii de bază (BSC), staţii de recepţie de bază (BTS), puncte de transmisie, noduri de transmisie, entităţi de coordonare cu mai multe celule/transmisie multiplă (MCE), noduri de reţea de bază (de exemplu, MSC, MME), noduri O&M, noduri OSS, noduri SON, noduri de poziţionare (de exemplu, E-SMLG) şi/sau MDT. Mai general, totuşi, echipamentele de reţea pot reprezenta orice dispozitiv adecvat (sau grup de dispozitive) capabil, configurat, aranjat şi/sau funcţional pentru a permite şi/sau a furniza unui dispozitiv fără fir acces la reţeaua de comunicaţii fără fir sau pentru a furniza un serviciu unui dispozitiv fără fir care a accesat reţeaua de comunicaţii fără fir.

[1235] Aşa cum este utilizat aici, termenul „echipament de reţea radio" este utilizat pentru a se referi la echipamente de reţea care includ capabilităţi radio. Astfel, exemple de echipamente de reţea radio sunt staţiile de bază radio şi punctele de acces radio discutate mai sus. Se va aprecia că unele echipamente de reţea radio pot cuprinde echipamente care sunt distribuite - cum ar fi staţiile de bază radio distribuite (cu RRH şi/sau RRU) discutate mai sus. Se va aprecia că diferitele referinţe de aici la modurile eNB, eNodB, NodB şi altele asemenea, se referă la exemple de echipamente de reţea radio. De asemenea, trebuie înţeles că termenul "echipament de reţea radio", aşa cum este utilizat aici, se poate referi la o singură staţie de bază sau un singur nod radio, în unele cazuri, sau la mai multe staţii de bază sau noduri, de exemplu, în diferite locaţii. În unele cazuri, acest document se poate referi la o „instanţă" a echipamentelor de reţea radio, pentru a descrie mai clar anumite scenarii în care sunt implicate multiple realizări distincte sau instalaţii ale echipamentelor radio. Cu toate acestea, lipsa de referire la o „instanţă" în legătură cu o discuţie despre echipamentele de reţea radio nu ar trebui să fie înţeleasă ca semnificând doar o singură instanţă. Un exemplu dat de echipament de reţea radio poate fi denumit în mod alternativ „nod de reţea radio", atunci când utilizarea cuvântului „nod" denotă că echipamentul menţionat funcţionează ca nod logic într-o reţea, dar nu implică faptul că toate componentele sunt neapărat co-localizate.

[1236] Deşi echipamentele de reţea radio pot include orice combinaţie adecvată de hardware şi/sau software, un exemplu de realizare a echipamentului de reţea radio 1100 este ilustrat mai detaliat de Figura 189. După cum se prezintă în Figura 189, exemplul de echipament de reţea radio 1100 include o antenă 1105, circuite de capăt frontal radio 1110 şi circuite de procesare 1120, care, în exemplul ilustrat, includ un mediu de stocare 1025 care poate fi citit de calculator, de exemplu, unul sau mai multe dispozitive de memorie. Antena 1105 poate include una sau mai multe antene sau şiruri de antene şi este configurată pentru a trimite şi/sau a primi semnale fără fir şi este conectată la circuite de capăt frontal radio 1110. În anumite variante alternative, echipamentele de reţea radio 1100 pot să nu includă antena 1005, şi antena 1005 poate fi în schimb separată de echipamentele de reţea radio 1100 şi poate fi conectată la echipamentele de reţea radio 1100 printr-o interfaţă sau un port. În unele exemple de realizare, toate sau părţi ale circuitelor de capăt frontal radio 1110 pot fi localizate intr-una sau mai multe locaţii, în afară de circuitul de procesare 1120, de exemplu, intr-un RRH sau RRU. De asemenea, porţiuni ale circuitelor de procesare 1120 pot fi separate fizic una de alta. Echipamentul de reţea radio 1100 poate include, de asemenea, circuite de interfaţă de comunicaţie 1140 pentru comunicarea cu alte noduri de reţea, de exemplu, cu alte echipamente de reţea radio şi cu noduri dintr-o reţea de bază.

[1237] Circuitul de capăt frontal radio 1110, care poate cuprinde diferite filtre şi amplificatoare, de exemplu, este conectat la antena 1105 şi la circuitele de procesare 1120 şi este configurat pentru a condiţiona semnale comunicate între antena 1105 şi circuitele de procesare 1120. În anumite variante de realizare, echipamentul de reţea radio 1100 poate să nu includă circuite de capăt frontal radio 1110, iar circuitele de procesare 1120 pot fi în schimb conectate la antena 1105 fără circuite de capăt frontal radio 1110. În unele variante, circuitele de frecvenţă radio 1110 sunt configurate pentru a gestiona semnale in benzi de frecvenţe multiple, în unele cazuri simultan.

[1238] Circuitele de procesare 1120 pot include unul sau mai multe circuite emiţător-receptor RF 1121, circuite de procesare în banda de bază 1122 şi circuite de procesare a aplicaţiilor 1123. În unele exemple de realizare, circuitele emiţător-receptor RF 1121, circuitele de procesare in banda de bază 1122 şi circuitele de procesare a aplicaţiilor 1123 pot fi pe seturi de cipuri separate. În realizări alternative, o parte sau toate circuitele de procesare în banda de bază 1122 şi circuitele de procesare a aplicaţiei 1123 pot fi combinate într-un set de cipuri, iar circuitul emiţător-receptor RF 1121 poate fi pe un set de cipuri separat. În alte realizări alternative, o parte sau toate circuitele emiţător-receptor RF 1121 şi circuitul în banda de bază 1122 pot fi pe acelaşi set de cipuri, iar circuitul de procesare a aplicaţiei 1123 poate fi pe un set de cipuri separat. În alte variante de realizare alternative, o parte sau toate circuitele emiţător-receptor RF 1121, circuitul de procesare în banda de bază 1122 şi circuitul de procesare a aplicaţiilor 1123 pot fi combinate în acelaşi set de cipuri. Circuitul de procesare 1120 poate include, de exemplu, unul sau mai multe procesoare centrale, unul sau mai multe microprocesoare, unul sau mai multe circuite ASIC şi/sau unul sau mai multe tabele FPGA programabile pe campuri.

[1239] În realizări particulare, unele sau toate funcţionalităţile descrise aici ca fiind relevante pentru echipamentele de reţea radio, staţiile de bază radio, nodurile eNB, etc., pot fi incorporate in echipamentele de reţea radio sau, ca o alternativă, pot fi întruchipate de circuitele de procesare 1120 care execută instrucţiuni stocate pe un mediu de stocare 1125 care poate fi citit de calculator, aşa cum se prezintă în Figura 183. În realizări alternative, unele sau toate funcţionalităţile pot fi furnizate de circuitul de procesare 1120 fără a executa instrucţiuni stocate pe un mediu care poate fi citit de calculator, cum ar fi intr-o manieră cu fir. În oricare dintre aceste exemple de realizare particulare, indiferent dacă execută instrucţiuni stocate sau nu pe un mediu de stocare care poate fi citit de calculator, se poate spune că circuitul de procesare este configurat pentru a îndeplini funcţionalitatea descrisă. Avantajele oferite de o astfel de funcţionalitate nu se limitează la circuitele de procesare 1120 singure sau la alte componente ale echipamentelor de reţea radio, ci se bucură de echipamentul de reţea radio 1100 în ansamblu şi/sau de utilizatorii finali şi reţeaua fără fir in general.

[1240] Circuitul de procesare 1120 poate fi configurat pentru a efectua orice operaţiuni de determinare descrise aici. Determinarea efectuată de circuitele de procesare 1120 poate include informaţii de procesare obţinute de circuitul de procesare 1120 prin, de exemplu, transformarea informaţiilor obţinute în alte informaţii, compararea informaţiilor obţinute sau informaţiile convertite cu informaţiile stocate în echipamentul de reţea radio şi/sau efectuarea uneia sau mai multor operaţii bazate pe informaţiile obţinute sau informaţiile convertite şi ca urmare a procesului menţionat, realizarea unei determinări.

[1241] Antena 1105, circuitele de capăt frontal radio 1110 şi/sau circuitele de procesare 1120 pot fi configurate pentru a efectua orice operaţiuni de transmitere descrise aici. Orice informaţii, date şi/sau semnale pot fi transmise oricărui echipament de reţea şi/sau unui dispozitiv fără fir. De asemenea, antena 1105, circuitul de capăt frontal radio 1110 şi/sau circuitele de procesare 1120 pot fi configurate pentru a efectua orice operaţiuni de recepţie descrise aici ca fiind realizate de un echipament de reţea radio. Orice informaţii, date şi/sau semnale pot fi recepţionate de la orice echipament de reţea şi/sau un dispozitiv fără fir.

[1242] Mediul de stocare care poate fi citit de calculator 1125, poate fi folosit in general pentru a stoca instrucţiuni, cum ar fi un program de calculator, software, o aplicaţie care include una sau mai multe logici, reguli, coduri, tabele etc. şi/sau alte instrucţiuni care pot fi executate de un procesor. Exemple de medii de stocare care pot fi citite de calculator 1125 includ memoria calculatorului (de exemplu, RAM sau ROM), medii de stocare în masă (de exemplu, un hard disk), medii de stocare amovibile (de exemplu, CD sau DVD) şi/sau orice alte dispozitive de memorie care pot fi citite şi/sau executabile de calculator volatile sau non-volatile, non-tranzitorii, care stochează informaţii, date şi/sau instrucţiuni care pot fi utilizate de circuitele de procesare 1120. In unele exemple de realizare, circuitele de procesare 1120 şi mediul citibil de calculator 1125 pot fi considerate a fi integrate.

[1243] Realizări alternative ale echipamentului de reţea radio 1100 pot include componente suplimentare dincolo de cele prezentate in Figura 189, care pot fi responsabile pentru furnizarea anumitor aspecte ale funcţionalităţii echipamentului de reţea radio, inclusiv oricare dintre

funcţionalităţile descrise aici şi/sau orice funcţionalitate necesară pentru a sprijini soluţia descrisă mai sus. Doar ca un exemplu, echipamentul de reţea radio 1100 poate include interfeţe, dispozitive şi circuite de intrare, precum şi interfeţe, dispozitive şi circuite de ieşire. Interfeţele, dispozitivele şi circuitele de intrare sunt configurate pentru a permite introducerea informaţiilor în echipamentul de reţea radio 1100 şi sunt conectate la circuitele de procesare 1120 pentru a permite circuitelor de procesare 1120 să proceseze informaţiile de intrare. De exemplu, interfeţele, dispozitivele şi circuitele de intrare pot include un microfon, un senzor de proximitate sau un alt senzor, taste / butoane, un ecran tactil, una sau mai multe camere, un port USB sau alte elemente de intrare. Interfeţele, dispozitivele şi circuitele de ieşire sunt configurate pentru a permite ieşirea informaţiilor de la echipamentul de reţea radio 1100 şi sunt conectate la circuitele de procesare 1120 pentru a permite circuitelor de procesare 1120 să emită informaţii de la echipamentul de reţea radio 1100. De exemplu, interfeţele, dispozitivele sau circuitele de ieşire pot include un difuzor, un afişaj, un port USB, o interfaţă pentru căşti sau alte elemente de ieşire. Folosind una sau mai multe interfeţe, dispozitive şi circuite de intrare şi ieşire, echipamentul de reţea radio 1100 poate comunica cu utilizatorii finali şi/sau reţeaua fără fir şi îi permite să beneficieze de funcţionalitatea descrisă aici.

[1244] Ca un alt exemplu, echipamentul de reţea radio 1100 poate include circuite de alimentare 1130. Circuitul de alimentare 1130 poate cuprinde circuite de gestionare a puterii. Circuitul de alimentare 1130 poate primi energie de la o sursă de alimentare, care poate fi cuprinsă sau este externă circuitelor de alimentare 1130. De exemplu, echipamentul de reţea radio 1100 poate cuprinde o sursă de energie sub forma unei baterii sau a unui pachet de baterii care este conectat la sau integrat la circuitul de alimentare cu energie 1130. De asemenea, pot fi utilizate alte tipuri de surse de energie, cum ar fi dispozitivele fotovoltaice. Ca un exemplu suplimentar, echipamentele de reţea radio 1100 pot fi conectate la o sursă de alimentare externă (cum ar fi o priză de electricitate) printr-un circuit de intrare sau o interfaţă, cum ar fi un cablu electric, prin care sursa externă de alimentare livrează energie la circuitele de alimentare 1130.

[1245] Circuitul de alimentare 1130 poate fi conectat la circuitul de capăt frontal radio 1110, la circuitele de procesare 1120 şi/sau la suportul de stocare 1125 care poate fi citit de calculator şi poate fi configurat pentru a furniza la echipamentele de reţea radio 1100, inclusiv circuitele de procesare 1120, putere pentru îndeplinirea funcţionalităţii descrise aici.

[1246] Echipamentul de reţea radio 1100 poate include, de asemenea, mai multe seturi de circuite de procesare 1120, mediu de stocare care poate fi citit de calculator 1125, circuite radio 1110, antena 1105 şi/sau circuite de interfaţă de comunicaţie 1140 pentru diferite tehnologii fără fir integrate în echipamentele de reţea radio 1100, cum ar fi, de exemplu, GSM, WCDMA, tehnologii fără fir LTE, NR, WiFi sau Bluetooth. Aceste tehnologii fără fir pot fi integrate în aceleaşi sau diferite seturi de cipuri şi alte componente din echipamentul de reţea radio 1100.

[1247] Unul sau mai multe instanţe ale echipamentului de reţea radio 1100 pot fi adaptate pentru a efectua unele sau toate tehnicile descrise aici, în oricare dintre diferitele combinaţii. Se va aprecia că, într-o anumită implementare a reţelei, vor fi utilizate mai multe instanţe de echipament de reţea radio 1100. În unele cazuri, mai multe instanţe de echipament de reţea radio 1100 la un moment dat pot comunica sau transmite semnale către un dispozitiv fără fir sau grup de dispozitive fără fir. Astfel, trebuie înţeles că, deşi multe dintre tehnicile descrise aici pot fi realizate de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio 1100, aceste tehnici pot fi înţelese ca fiind efectuate de un sistem cu una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio 1100, în unele cazuri în mod coordonat. Echipamentul de reţea radio 1100 prezentat în Figura 189 este, aşadar, cel mai simplu exemplu al acestui sistem.

[1248] In unele exemple de realizare, de exemplu, este configurat un sistem cu una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio 1100, şi în particular circuitele de procesare 1120 din astfel de echipamente de reţea radio 1100, de exemplu, folosind o antenă 1105 şi un circuit de capăt frontal radio 1110 pentru a transmite un prim semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, să primească o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătură ascendentă identificată. De notat că această transmisie a indicelui de configurare a accesului pe legătura ascendentă poate fi o transmisie de difuzare, deoarece nu este neapărat direcţionată către niciun dispozitiv fără fir particular sau un grup de dispozitive fără fir. Se va aprecia că aceste tehnici completează tehnicile bazate pe dispozitivele fără fir descrise în secţiunea 5.1 şi oferă aceleaşi avantaje. Circuitul de procesare 1120 este, de asemenea, configurat pentru a transmite, intr-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, o primă transmisie OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să transmită, într-un al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, o a doua

transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind din prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, unde prima distanţare a sub-purtătoarelor este diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă pot fi transmise pe aceeaşi frecvenţă purtătoare. Aici, fiecare dintre aceste prima şi a doua transmisiune OFDM sunt de obicei (dar nu neapărat) direcţionate către un anumit dispozitiv fără fir sau un grup de dispozitive fără fir; cele două transmisii de aici pot fi direcţionate către acelaşi dispozitiv fără fir sau către două dispozitive fără fir diferite. Din nou, aceste tehnici completează cele descrise în Secţiunea 5.1.

[1249] În unele variante de realizare, un sistem care cuprinde una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio 1100 este configurat pentru a efectua o metodă 19000, aşa cum este ilustrat în Figura 190, sau orice altă realizare a metodei descrisă în cele ce urmează. Metoda 19000 include transmiterea unui prim semnal pe legătura descendentă cuprinzand un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătură ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, să primească o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu identificarea configuraţii de acces pe legătura ascendentă (blocul 19010). Metoda 19000 include, de asemenea, transmiterea, intr-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, a unei prime transmisii OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care transmite, într-un al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie (blocul 19020). Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, unde prima distanţare a sub-purtătoarelor este diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă pot fi transmise pe aceeaşi frecvenţă purtătoare.

[1250] În unele cazuri, transmiterea primului semnal pe legătura descendentă este realizată de o primă instanţă a echipamentului de reţea radio, în timp ce transmiterea primei şi a celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o a doua instanţă a echipamentului de reţea radio. Prima transmisie OFDM poate avea o numerologie conform specificaţiilor pentru LTE.

[1251] Prima şi a doua numerologie pot cuprinde sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, in care prima lungime de sub-cadru diferă de a doua lungime de sub-cadru. Sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii pot cuprinde primul şi al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv. Cel puţin una din prima şi a doua numerologie poate cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin. Prima transmisie OFDM poate fi multiplexată în frecvenţă şi, cel puţin parţial, se suprapune în timp cu a doua transmisie OFDM. Metoda poate cuprinde in plus transmiterea, intr-un simbol OFDM primul in timp a primului sau celui de-al doilea sub-cadru al legăturii descendente, semnalizare control pe legătura descendentă in primele sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp şi a datelor de utilizator dedicate în a doua sub-purtătoare a simbolului OFDM UL primul în timp. Metoda poate cuprinde în plus recepţionarea datelor de confirmare (ACK) sau confirmare negativă (NACK), ca răspuns la prima transmisie OFDM in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadru pe legătura ascendentă, cel puţin parţial suprapus primului sub-cadru. Metoda poate cuprinde in plus transmiterea unei a treia transmisii OFDM formatată în conformitate cu prima numerologie, a treia transmisie OFDM ocupand un interval de timp de transmisie (TTI) având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii. Cel puţin una dintre prima şi a doua transmisie OFDM poate fi o transmisie de tip Transformată Fourier Discretă-Dispersie OFDM (DFTS-OFDM).

[1252] Metoda 19000, aşa cum se prezintă suplimentar în Fig. 190, poate include transmiterea unui al doilea semnal al legăturii descendente care cuprinde un semnal de informaţii de acces, semnal de informaţii de acces care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una din multitudinea de configuraţii de acces pe legătura ascendentă (blocul 19030). Transmiterea celui de-al doilea semnal pe legătura descendentă poate fi efectuată de o a treia instanţă a echipamentelor de reţea radio.

[1253] În unele cazuri, metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 191, include procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic (blocul 19040) şi procesarea şi transmiterea unei a doua date de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic (blocul 19042). Procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft, iar procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu conţin niciun proces HARQ. Transmiterea datelor prime şi secunde de Strat 2 poate fi efectuată folosind un port de antenă comun, in care metoda 19000 include suplimentar transmiterea unui set comun

de semnale de referinţă de demodulare, folosind portul de antenă comun, pentru utilizare atât pentru primele, cât şi pentru datele secunde de Strat 2. Astfel, setul comun de semnale de referinţă de demodulare sunt utilizate de dispozitivele fără fir la recepţionarea atât a primelor, cât şi datelor secunde de Strat 2. Setul comun de semnale de referinţă pentru demodulare poate fi un set specific utilizatorului pentru semnalele de referinţă pentru demodulare. Metoda poate cuprinde în plus transmiterea unui canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă de demodulare care diferă de setul comun de semnale de referinţă de demodulare. Din nou, aceste tehnici şi tehnicile corespunzătoare pentru recepţionarea canalelor de date fizice discutate imediat mai jos, completează tehnicile discutate în Secţiunea 5.1 şi oferă aceleaşi avantaje.

[1254] Metoda 19000, aşa cum se prezintă în Fig. 192, poate include recepţionarea şi procesarea unei a treia date de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic (blocul 19050) şi recepţionarea şi procesarea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic (blocul 19052), unde recepţionarea şi procesarea celei de-a treia date de Strat 2 cuprinde utilizarea unei combinări HARQ soft şi recepţionarea şi procesarea celei de-a patra date de strat 2 nu conţine nicio combinare HARQ soft.

[1255] În unele cazuri, transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM poate fi efectuată de o singură instanţă a echipamentelor de reţea radio, caz în care metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 193, poate include suplimentar procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol MAC (blocul 19060) şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, unde primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC (blocul 19062). Metoda 19000 poate include suplimentar procesarea mesajelor care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur strat comun de protocol RRC (blocul 19064).

[1256] În alte cazuri, transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio, caz în care metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 194, poate include suplimentar procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM UL folosind un prim strat de protocol MAC (blocul 19070) şi procesarea datelor pentru cea de-a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, unde primul strat de protocol MAC diferă de al doilea strat de protocol MAC (blocul 19072). Metoda 19000 include suplimentar procesarea mesajelor care trebuie transportate de primul strat de protocol MAC, folosind un prim strat de protocol RRC (blocul 19074) şi procesarea mesajelor care trebuie transportate de al doilea strat de protocol MAC, folosind un al doilea strat de protocol RRC, unde primul strat de protocol RRC diferă de al doilea strat de protocol RRC (blocul 19076). Cel puţin primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate la celălalt din primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar vizat pentru celălalt din primul şi al doilea strat de protocol RRC.

[1257] Metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 195, poate include recepţionarea, de la un al doilea dispozitiv fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicator de capabilitate care identifică un set de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir (blocul 19080) şi regăsirea setului de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat (blocul 19082). Setul de capabilităţi poate include cel puţin unul dintre furnizorii de dispozitive fără fir (de exemplu, un furnizor UE), versiunea de capabilităţi sau informaţii proprii ale dispozitivului fără fir (de exemplu, informaţii proprii ale UE) sau ale reţelei.

[1258] Metoda 19000 poate include transmiterea la un al treilea dispozitiv fără fir, folosind un protocol bazat pe dispută. Protocolul de acces bazat pe dispută poate cuprinde un mecanism de acces LBT.

[1259] În unele variante de realizare, metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 196, include recepţionarea unui mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul al legăturii ascendente format cu mai multe antene la una sau mai multe instanţe de reţea radio echipament (blocul 19090), estimand un unghi de sosire corespunzător mesajului de solicitare a accesului aleatoriu (blocul 19092) şi care transmite un mesaj de răspuns aleatoriu, folosind un fascicul al legăturii descendente format folosind mai multe antene la una sau mai multe instanţe ale echipamentului de reţea radio (bloc 19094). Formarea fasciculului legăturii descendente se bazează pe unghiul de sosire estimat. Fasciculul legăturii ascendente poate fi un fascicul al legăturii ascendente. O lăţime a fasciculului legăturii descendente se poate baza pe o calitate estimată a unghiului de sosire estimat. De notat că, în secţiunea 3.2.5.2, sunt descrise exemple detaliate ale unei proceduri de acces aleatoriu în NX, în timp ce aspectele cu mai multe antene ale procedurii de acces aleatoriu sunt furnizate în secţiunea 3.4.5.2.

[1260] Metoda 19000 sau o altă metodă, aşa cum se prezintă în Fig. 197, poate include deservirea unui al cincilea dispozitiv fără fir, unde deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir la un prim nod de reţea sau la primul set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu al cincilea dispozitiv fără fir (blocul 19096). Metoda 19000 poate include, de asemenea, deservirea unui al şaselea dispozitiv fără fir, unde deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de reţea asociat cu al şaselea dispozitiv fără fir dispozitiv (blocul 19098). Al doilea identificator de felie de reţea diferă de primul identificator de felie de reţea, iar cel de-al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea diferă de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

5.3 Reprezentări funcţionale şi produse pentru program de calculator

[1261] Figura 198 ilustrează un exemplu de modul funcţional sau arhitectură de circuit, astfel cum poate fi implementat intr-un dispozitiv fără fir 1000, de exemplu, bazat pe circuitul de procesare 1020. Dispozitivul fără fir 1000 poate fi, de exemplu un UE. Forma de realizare ilustrată include cel puţin funcţional un modul de configurare acces 19802 pentru recepţionarea unui semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, folosind indicele de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătură ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi pentru a transmite la reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată. Implementarea include, de asemenea, un modul de recepţie 19804 pentru recepţionarea, într-un prim sub-cadru al legăturii descendente, o primă transmisie OFDM formatată în funcţie de o primă numerologie şi de primire, într-un al doilea sub-cadru al legăturii descendente, a unei a doua transmisii OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Unul sau ambele dintre modulul de configurare a accesului 19802 şi modulul de recepţie 19804 pot fi configurate suplimentar pentru a primi informaţii de acces la sistem difuzate şi pentru a utiliza informaţiile de acces la sistem recepţionate pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir. Modulul de recepţie 19804 poate fi configurat pentru a primi primul şi al doilea sub-cadru ale legăturii descendente pe aceeaşi frecvenţă purtătoare.

[1262] În unele variante de realizare, implementarea include un modul de recepţie şi procesare 19806 pentru a cuprinde recepţionarea şi procesarea primelor date de strat 2 pe un prim canal de date fizic şi de a primi şi procesa date secunde de strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, in care recepţia şi procesarea primelor date de strat 2 cuprinde utilizarea de combinare HARQ soft şi în care recepţia şi procesarea datelor secunde de strat 2 nu includ nici o combinare HARQ soft. Modulul de recepţie şi procesare 19806 poate fi configurat pentru a utiliza un set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru a primi atât primele date, cât şi datele secunde de strat 2. Modulul de recepţie şi procesare 19806 poate fi configurat suplimentar pentru a primi un canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă pentru demodulare care diferă de setul comun de semnale de referinţă de demodulare.

[1263] In unele exemple de realizare, implementarea include un modul de transmisie 19808 pentru a transmite, către reţeaua de comunicaţii fără fir, un indicator de capabilitate, indicator de capabilitate care identifică un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocat în reţeaua de comunicaţii fără fir. Setul de capabilităţi poate include cel puţin unul dintre furnizorii de dispozitive fără fir (de exemplu, un furnizor de UE), versiunea de capabilităţi sau informaţii proprii ale dispozitivului fără fir (de exemplu, informaţii proprii ale UE) sau ale reţelei. Modulul de transmisie 19808 poate fi configurat pentru a transmite în reţeaua de comunicaţii fără fir folosind transmisie Transformata Fourier Discretă-Dispersie OFDM (DFTS-OFDM)

[1264] În unele exemple de realizare, punerea în aplicare include un modul de măsurare 19810 pentru măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat şi pentru măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate. Această implementare include, de asemenea, un modul de raportare 19812 pentru raportarea rezultatelor măsurării primului şi celui de al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

[1265] Figura 199 ilustrează un exemplu de modul funcţional sau arhitectură de circuit, astfel cum poate fi implementat în echipamentul de reţea radio 1100, de exemplu, bazat pe circuitul de

procesare 1120. Realizarea ilustrată include cel puţin funcţional un modul de configurare acces 19902 pentru transmiterea unui prim semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indicele de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, primeşte o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătură ascendentă. Implementarea include, de asemenea, un modul de transmisie 19904 pentru a transmite, intr-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, o primă transmisie OFDM formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care transmite, într-un al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie diferind de prima numerologie. Prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor, iar cea de-a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor. Modulul de transmitere 19904 poate fi configurat pentru a transmite primul şi al doilea sub-cadrele al legăturii descendente pe aceeaşi frecvenţă de purtătoare.

[1266] In unele variante de realizare, implementarea include un modul de transmitere 19906 pentru a transmite un al doilea semnal al legăturii descendente cuprinzând un semnal de informaţii de acces, semnalul de informaţie de acces care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una dintre cele mai multe configuraţii de acces pe legătură ascendentă. . Unul sau ambele dintre modulul de transmisie 19904 şi modulul de transmisie 19906 pot fi configurate pentru a transmite informaţii de acces la sistem pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir.

[1267] În unele exemple de realizare, implementarea include un modul de procesare şi transmisie 19908 pentru procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, în care procesarea şi transmiterea primului Datele stratului 2 includ utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi în care procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu conţin niciun proces HARQ. Modulul de procesare şi transmisie 19908 poate fi configurat pentru a transmite prima şi a doua informaţie de Strat 2 folosind un port de antenă comun şi pentru a transmite un set comun de semnale de referinţă de demodulare, folosind portul de antenă obişnuit, pentru utilizare atât în prima, cât şi în cea de-a doua Date de Strat 2 Astfel, setul comun de semnale de referinţă de demodulare sunt utilizate de dispozitivele fără fir în recepţionarea atât a primei, cât şi datelor secunde de Strat 2 de Strat 2. Modulul de procesare şi transmisie 19908 poate fi in plus configurat pentru a transmite un canal de control fizic folosind un set de semnale de referinţă de demodulare care diferă de respectivul set comun de semnale de referinţă pentru demodulare.

[1268] In unele exemple de realizare, implementarea include un modul receptor 19910 pentru recepţionarea, de la un al doilea dispozitiv fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate care identifică un set de capabilităţi pentru al doilea dispozitiv fără fir. Această implementare include, de asemenea, un modul de preluare 19912 pentru regăsirea setului de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat.

[1269] In unele exemple de realizare, implementarea include un modul de recepţie 19914 pentru recepţionarea unui mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul al legăturii ascendente format cu ajutorul mai multor antene la echipamentul reţelei radio. Această implementare include, de asemenea, un modul de estimare 19916 pentru estimarea unghiului de sosire corespunzător mesajului de solicitare a accesului aleatoriu şi un modul de transmitere 19918 pentru a transmite un mesaj de răspuns acces aleatoriu, folosind un fascicul al legăturii descendente format folosind mai multe antene la echipamentele de reţea radio, în care formarea fasciculului pe legătura descendentă se bazează pe unghiul de sosire estimat.

[1270] Acum vor fi descrise şi alte exemple nelimitative 1-110.

O metodă, într-un dispozitiv fără fir, pentru operarea într-o reţea de comunicaţii fără fir, metoda cuprinzând: recepţionarea unui semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, folosirea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată; şi primirea, intr-un prim sub-cadru, a unei prime transmisii cu multiplexare prin divizarea in frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi recepţionarea,

intr-un al doilea sub-cadru, a unei a doua transmisii OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Metoda din exemplul 1, in care prima transmisie OFDM are o numerologie in conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe Termen Lung (LTE).

Metoda din exemplul 1 sau 2, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru respectiv, prima lungime de sub-cadru fiind diferită de a doua lungime de sub-cadru.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-3, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-4, care cuprinde suplimentar recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, în care recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 includ utilizarea combinării HARQ soft şi în care recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 nu includ nici o combinare HARQ soft.

Metoda din exemplul 5, care cuprinde in plus utilizarea unui set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi datelor secunde de Strat 2.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-6, in care metoda cuprinde suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu (MAC) şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol MAC şi în care metoda cuprinde suplimentar procesarea mesajelor recepţionate de la fiecare dintre primul şi cel de-al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol control resurse radio (RRC) comun.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-6, in care metoda cuprinde suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu (MAC) şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol MAC, in care metoda cuprinde suplimentar procesarea mesajelor recepţionate prin primul strat de protocol MAC folosind un prim strat de protocol Control resurse radio (RRC) şi procesarea mesajelor recepţionate prin al doilea strat de protocol MAC folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol RRC şi în care cel puţin primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transfera mesajele RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-8, care cuprinde suplimentar transmiterea unei a treia date de Strat 2 intr-un al treilea canal de date fizic şi transmiterea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, in care transmiterea celei de-a treia date de Strat 2 cuprinde utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi în care transmiterea celei de-a patra date de Strat 2 nu cuprinde nici un proces HARQ.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-9, care cuprinde suplimentar operarea intr-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi operarea într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, în care prima şi a doua transmisiune OFDM sunt efectuate în modul conectat, şi în care operarea menţionată în modul latent cuprinde: monitorizarea semnalelor care poartă identificatori ai zonei de urmărire; compararea identificatorilor zonei de urmărire se primească în timpul monitorizării cu o listă de identificatori ai zonei de urmărire; şi notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la determinarea faptului că un identificator de zonă de urmărire recepţionat nu se află pe lista menţionată, însă, în rest, abţinerea de a notifica reţeaua de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea identificatorilor zonei de urmărire.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-10, care cuprinde suplimentar transmiterea, către reţeaua de comunicaţii fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificand un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocat în reţeaua de comunicaţii fără fir.

Metoda din oricare dintre exemplele 1-11, care cuprinde suplimentar transmiterea către reţeaua de comunicaţii fără fir folosind un protocol de acces bazat pe dispută.

Metoda din exemplul 12, în care protocolul de acces bazat pe dispută cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Metoda din oricare dintre exemplele 1-13, care cuprinde în plus: măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat; măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de

mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate; şi raportarea rezultatelor măsurării primului şi celui de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

Metoda din exemplul 14, care cuprinde în plus recepţionarea, ca răspuns la raportarea rezultatelor, a unei comenzi de a trece de la recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente curent la recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente diferit.

Metoda din exemplul 15, care cuprinde suplimentar recepţionarea unei valori de avans de timp pentru aplicarea pe fasciculul descendent diferit.

O metodă, în echipamentul de reţea radio care operează într-o reţea de comunicaţii fără fir, metoda cuprinzând: transmiterea unui prim semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate, şi ulterior recepţionarea unei transmisii de la un prim dispozitiv fără fir conform configuraţiei de acces pe legătura ascendentă identificată; şi transmiterea, intr-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi transmiterea, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Metoda din exemplul 17, in care transmiterea primului semnal pe legătura descendentă care cuprinde indicele de configurare a accesului pe legătura ascendentă este realizată de o primă instanţă a echipamentului de reţea radio, şi în care transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o a doua instanţă a echipamentului de reţea radio.

Metoda din exemplele 17 sau 18, in care prima transmisie OFDM are o numerologie in conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe Termen Lung (LTE).

Metoda din oricare dintre exemplele 17-19, in care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru diferind de a doua lungime de sub-cadru.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-20, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-21, care cuprinde in plus transmiterea unui al doilea semnal al legăturii descendente care cuprinde un semnal pe informaţii de acces, semnalul de informaţii de acces indicând o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una din multitudinea de configuraţii de acces pe legătura ascendentă.

Metoda din exemplul 22, in care transmiterea celui de-al doilea semnal pe legătura descendentă este realizată de o a treia instanţă a echipamentului de reţea radio.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-23, care cuprinde suplimentar procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, in care procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 includ utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi în care procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu includ nici un proces HARQ.

Metoda din exemplul 24, in care transmiterea primei şi celei de-a doua date de Strat 2 se realizează folosind un port de antenă comun, metoda cuprinzând în plus transmiterea unui set comun de referinţe de demodulare, folosind portul de antenă comun, pentru a fi utilizat la recepţia atât a primelor, cât şi a datelor secunde de Strat 2.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-25, care cuprinde suplimentar recepţionarea şi procesarea unei a treia date de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi recepţionarea şi procesarea unei a patra date de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, în care recepţia şi procesarea celei de-a treia date de Strat 2 includ utilizarea combinării HARQ soft şi în care recepţia şi procesarea celei de-a patra date de Strat 2 nu includ nici o combinare HARQ soft.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-26, în care transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio, în care metoda cuprinde suplimentar procesarea datele pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control de acces la mediu (MAC) şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC şi în care metoda cuprinde suplimentar mesaje care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, utilizând un singur strat de protocol comun Control Resurse Radio (RRC).

Metoda din oricare dintre exemplele 17-26, in care transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio, în care metoda cuprinde suplimentar procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un un

prim strat de protocol Control Acces la Mediu (MAC) şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de cel de-al doilea strat de protocol MAC, in care metoda cuprinde suplimentar mesaje care trebuie transportate de primul strat de protocol MAC, folosind un prim strat de protocol de control al resurselor radio (RRC) şi procesarea mesajelor care trebuie transportate de al doilea strat de protocol MAC, folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC diferind de al doilea strat de protocol RRC şi în care cel puţin un prim dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate celuilalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-28, care cuprinde in plus: recepţionarea, de la un al doilea dispozitiv fără fir, a unui indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi pentru al doilea dispozitiv fără fir; şi extragerea setului de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-29, care cuprinde suplimentar transmiterea la un al treilea dispozitiv fără fir, folosind un protocol bazat pe dispută.

Metoda din exemplul 30, în care protocolul de acces bazat pe dispută cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Metoda din oricare dintre exemplele 17-31, care cuprinde în plus: recepţionarea unui mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul al legăturii ascendente format cu ajutorul mai multor antene la echipamentul de reţea radio; estimarea unghiului de sosire corespunzător mesajului de solicitare de acces aleatoriu; şi transmiterea unui mesaj de răspuns aleatoriu, folosind un fascicul al legăturii descendente format folosind mai multe antene la echipamentul de reţea radio, în care formarea fasciculului al legăturii descendente se bazează pe unghiul de sosire estimat.

Metoda din exemplul 32, în care fasciculul legăturii ascendente este un fascicul al legăturii ascendente baleiat.

Metoda din exemplele 32 sau 33, în care o lăţime a fasciculului legăturii descendente se bazează pe o calitate estimată a unghiului de sosire estimat.

Metoda din oricare dintre exemplele 17-34, care cuprinde in plus: deservirea unui al cincilea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir la un prim nod de reţea sau la primul set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu al cincilea dispozitiv fără fir; şi deservirea unui al şaselea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat celui de-al şaselea dispozitiv fără fir, al doilea identificator de felie de reţea diferind de primul identificator de felie de reţea şi al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea fiind diferit de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

Un dispozitiv fără fir, care cuprinde circuite de radio-frecvenţă şi un circuit de procesare conectat operaţional la circuitele radio-frecvenţă şi configurat: să primească un semnal al legăturii descendente cuprinzand un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, să folosească un indice de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintre o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi să transmită către reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată; şi să primească, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să primească, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Dispozitivul fără fir din exemplul 36, în care prima transmisie OFDM are o numerologie in conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe termen lung (LTE).

Dispozitivul fără fir din exemplul 36 sau 37, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru fiind diferită de a doua lungime de sub-cadru.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-38, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor diferind de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-39, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar să primească şi să proceseze primele date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi să primească şi să proceseze date secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, astfel încât recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea de combinare HARQ soft şi astfel încât recepţionarea şi procesarea datelor secunde de Strat 2 nu conţin nicio combinare HARQ soft.

Dispozitivul fără fir din exemplul 40, în care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a utiliza un set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi datelor secunde de Strat 2.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-41, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a procesa date de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu (MAC) şi să proceseze datele din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC şi în care circuitul de procesare este configurat pentru a procesa mesajele recepţionate de la fiecare din primul şi al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol Control Resurse Radio (RRC) comun.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-41, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a procesa date de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu (MAC) şi să proceseze datele din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de al doilea strat de protocol MAC, in care circuitul de procesare este configurat pentru a procesa mesajele recepţionate prin primul strat de protocol MAC folosind un prim strat de protocol Control resurse radio (RRC) şi pentru a procesa mesajele recepţionate prin intermediul celui de-al doilea strat de protocol MAC folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol RRC şi în care cel puţin primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a trece mesaje RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-43, in care circuitul de procesare este configurat pentru a transmite o a treia dată de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi pentru a transmite a patra informaţie de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, astfel încât transmiterea celei de-a treia date de Strat 2 includ utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi astfel incat transmiterea celei de-a patra date de Strat 2 nu cuprinde nici un proces HARQ.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-44, in care circuitul de procesare este configurat să funcţioneze într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi să funcţioneze într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, astfel încât prima şi a doua transmisiuni OFDM sunt efectuate în modul conectat şi în care circuitul de procesare este configurat pentru a funcţiona în modul latent: monitorizarea semnalelor care poartă identificatori ai zonei de urmărire; compararea identificatorilor zonei de urmărire recepţionate în timpul monitorizării menţionate cu o listă cu identificatori ai zonei de urmărire; şi notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la stabilirea faptului că un identificator al zonei de urmărire recepţionat nu se află pe lista menţionată, în rest abţinerea de la notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea identificatorilor de zonă de urmărire.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-45, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a transmite, către reţeaua de comunicaţii fără fir, un indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocat în reţeaua de comunicaţii fără fir.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-46, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a transmite la reţeaua de comunicaţii fără fir folosind un protocol de acces bazat pe dispută.

Dispozitivul fără fir din exemplul 47, în care protocolul de acces bazat pe dispută cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 36-48, in care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a: măsura un prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat; măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate; şi raportarea rezultatelor măsurării primului şi celui de-al doilea semnal de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

Dispozitivul fără fir din exemplul 49, în care circuitul de procesare este configurat suplimentar pentru a primi, ca răspuns la raportarea rezultatelor, a unei comenzi de a trece de la recepţia datelor

pe un fascicul al legăturii descendente curent la recepţia datelor pe un fascicul al legăturii descendente diferit.

Dispozitivul fără fir din exemplul 50, în care circuitul de procesare este configurat pentru a primi o valoare de avans de timp pentru aplicarea pe fasciculul legăturii descendente diferit.

Un sistem care cuprinde una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio, fiecare instanţă de echipament de reţea radio cuprinzând circuite radio şi un circuit de procesare conectat operaţional la circuitele radio, în care circuitul de procesare sau circuitele de procesare ale echipamentelor de reţea radio sunt sau sunt configurate pentru: a transmite un prim semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, primeşte o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir conform configuraţiei de acces pe legătură ascendentă identificată; şi să transmită, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care transmite, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Sistemul din exemplul 52, în care circuitul de procesare al unei prime instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite primul semnal pe legătura descendentă care cuprinde indicele de configurare a accesului pe legătura ascendentă şi în care circuitul de procesare al unei a doua instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite prima şi a doua transmisie OFDM.

Sistemul din exemplele 52 sau 53, în care prima transmisie OFDM este formatată în conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe Termen Lung (LTE).

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-54, in care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru diferind de a doua lungime de sub-cadru.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-55, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor diferind de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-56, in care circuitul de procesare a cel puţin unei instanţe a echipamentelor de reţea radio este configurat pentru a transmite un al doilea semnal al legăturii descendente care cuprinde un semnal de informaţii de acces, semnalul de informaţie de acces indicând o multitudine de configuraţii de acces pe legătură ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una din multitudinea de configuraţii de acces pe legătură ascendentă.

Sistemul din exemplul 57, în care circuitul de procesare al unei prime instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite primul semnal pe legătura descendentă care cuprinde indicele de configurare acces pe legătura ascendentă şi în care este configurat circuitul de procesare al unei a doua instanţe a echipamentului de reţea radio pentru a transmite prima şi a doua transmisie OFDM şi în care circuitul de procesare al unei a treia instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite al doilea semnal al legăturii descendente.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-58, în care circuitul de procesare al cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a procesa şi transmite primele date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi pentru a procesa şi a transmite date secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, astfel încât procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 includ utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi astfel încât procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu conţin niciun proces HARQ.

Sistemul din exemplul 59, în care circuitul de procesare a cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite datele prime şi secunde de Strat 2 folosind un port de antenă comun şi pentru a transmite un set comun de referinţe de demodulare, folosind portul de antenă comun, utilizat pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi a datelor secunde de Strat 2.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-60, in care circuitul de procesare a cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat să primească şi să proceseze o a treia dată de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi să primească şi să proceseze o a patra dată de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, astfel încât recepţia şi procesarea celei de-a treia date de Strat 2 includ utilizarea de combinare HARQ soft şi astfel încât recepţia şi procesarea celei de-a patra date de Strat 2 nu conţin nicio combinare HARQ soft.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-61, în care circuitul de procesare al unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a efectua prima şi a doua transmisie OFDM şi pentru a procesa date pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol Control Acces la Mediu (MAC) şi date de proces pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea

strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de al doilea strat de protocol MAC, şi să proceseze mesajele care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur strat comun de control al resurselor radio (RRC).

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-61, în care circuitul de procesare al unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a efectua prima şi a doua transmisie OFDM, pentru a procesa date pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol Control Acces la Mediu (MAC) şi date de proces pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC, pentru a procesa mesajele care trebuie transportate de primul strat de protocol MAC, folosind un prim strat de protocol Control Resurse Radio (RRC), şi pentru a procesa mesajele care trebuie transportate de al doilea strat de protocol MAC, folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC diferind de cel de-al doilea strat de protocol RRC, şi în care cel puţin primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-63, în care circuitul de procesare al cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat să: primească, de la un al doilea dispozitiv fără fir, un indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi pentru al doilea dispozitiv fără fir; şi să preia setul de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-64, în care circuitul de procesare al cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat pentru a transmite la un al treilea dispozitiv fără fir, folosind un protocol bazat pe dispută.

Sistemul din exemplul 65, în care protocolul de acces bazat pe dispută conţine un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-66, în care circuitul de procesare al cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat să: primească un mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul pe legătura ascendentă format cu mai multe antene la echipamentul de reţea radio; estimarea unui unghi de sosire corespunzător mesajului de solicitare de acces aleatoriu; şi transmiterea unui mesaj de răspuns aleatoriu, folosind un fascicul al legăturii descendente format folosind mai multe antene la echipamentul de reţea radio, în care fasciculul legăturii descendente este format pe baza unghiului de sosire estimat.

Sistemul din exemplul 67, în care fasciculul legăturii ascendente este un fascicul al legăturii ascendente baleiat.

Sistemul de exemplu 67 sau 68, în care o lăţime a fasciculului legăturii descendente se bazează pe o calitate estimată a unghiului de sosire estimat.

Sistemul din oricare dintre exemplele 52-69, in care circuitul de procesare al cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio este configurat să: deservească un al cincilea dispozitiv fără fir, astfel incat deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir la un prim nod de reţea sau prim set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu al cincilea dispozitiv fără fir; şi să deservească un al şaselea dispozitiv fără fir, astfel încât deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat celui de-al şaselea dispozitiv fără fir, al doilea identificator de felie de reţea diferind de primul identificator de felie de reţea şi al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea diferind de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

Un dispozitiv fără fir care funcţionează intr-o reţea de comunicaţii fără fir, dispozitivul fără fir fiind adaptat să: primească un semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, să folosească indicele de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătură ascendentă şi să transmită către reţeaua de comunicaţii fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată; şi primească, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să primească, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Dispozitivul fără fir din exemplul 71, în care prima transmisie OFDM are o numerologie în conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe Termen Lung (LTE).

Dispozitivul fără fir din exemplele 71 sau 72, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru diferind de a doua lungime de sub-cadru.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-73, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor diferind de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-74, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a recepţiona şi procesa primele date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi pentru a primi şi procesa date secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, astfel incat recepţionarea şi procesarea primelor date de Strat 2 cuprinde utilizarea unei combinări HARQ soft şi astfel încât recepţia şi procesarea datelor secunde de Strat 2 nu conţin nicio combinare HARQ soft.

Dispozitivul fără fir din exemplul 75, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a utiliza un set comun de semnale de referinţă pentru demodulare pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi a datelor secunde de Strat 2.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-76, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a procesa date de la prima transmisie OFDM utilizand un prim strat de protocol de control acces la mediu (MAC) şi să proceseze datele din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de cel de-al doilea strat de protocol MAC şi în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a procesa mesajele recepţionate de la fiecare din primul şi al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol Control Resurse Radio (RRC) comun.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-76, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a procesa date de la prima transmisie OFDM utilizand un prim strat de protocol de control acces la mediu (MAC) şi să proceseze datele din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a procesa mesajele recepţionate prin primul strat de protocol MAC folosind un prim strat de protocol Control Resurse Radio (RRC) şi pentru a prelua mesajele recepţionate prin intermediul celui de-al doilea strat de protocol MAC folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC diferit de al doilea strat de protocol RRC şi în care cel puţin primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-78, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a transmite o a treia dată de Strat 2 pe un al treilea canal de date fizic şi pentru a transmite o a patra dată de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, astfel încât transmiterea celei de-a treia date de Strat 2 include utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft, şi astfel încât transmiterea celei de-a patra date de Strat 2 nu cuprinde nici un proces HARQ.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-79, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a funcţiona într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi pentru a funcţiona într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, astfel incat prima şi a doua transmisie OFDM sunt efectuate în modul conectat şi în care dispozitivul fără fir este adaptat, atunci când funcţionează în modul latent: să monitorizeze semnale care transportă identificatori ai zonei de urmărire; să compare identificatorii zonei de urmărire recepţionaţi în timpul monitorizării menţionate cu o listă cu identificatori ai zonei de urmărire; şi să notifice reţeaua de comunicaţii fără fir ca răspuns la stabilirea faptului că un identificator al zonei de urmărire recepţionat nu se află pe lista menţionată, în rest să se abţină de la notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea identificatorilor zonei de urmărire.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-80, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a transmite, în reţeaua de comunicaţii fără fir, un indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi, pentru dispozitivul fără fir, stocat în reţeaua de comunicaţii fără fir.

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-81, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a transmite la reţeaua de comunicaţii fără fir folosind un protocol de acces bazat pe dispută.

Dispozitivul fără fir din exemplul 82, în care protocolul de acces bazat pe dispută cuprinde un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Dispozitivul fără fir din oricare dintre exemplele 71-83, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru: măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul

recepţionat; măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate; şi pentru raportarea rezultatelor măsurării primului şi celui de-al doilea semnal de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

Dispozitivul fără fir din exemplul 84, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a primi, ca răspuns la raportarea rezultatelor, o comandă de a trece de la recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente curent după recepţionarea datelor pe un fascicul al legăturii descendente diferit.

Dispozitivul fără fir din exemplul 85, în care dispozitivul fără fir este adaptat suplimentar pentru a primi o valoare de avans în timp pentru aplicarea pe fasciculul legăturii descendente diferit.

Un sistem care cuprinde una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio, fiecare dintre instanţele de echipamente de reţea radio cuprinzând circuite radio şi un circuit de procesare conectat operaţional la circuitele radio, în care una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio sunt adaptate pentru: a transmite un prim semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, să primească o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătură ascendentă; şi să transmită, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care transmite, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

Sistemul din exemplul 87, în care o primă instanţă a echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a transmite primul semnal pe legătura descendentă care cuprinde indicele de configurare acces pe legătura ascendentă, şi în care o a doua instanţă a echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a transmite prima şi a doua transmisie OFDM.

Sistemul de exemplu 87 sau 88, in care prima transmisie OFDM are o numerologie in conformitate cu specificaţiile pentru Evoluţia pe Termen Lung (LTE).

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-89, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime, respectiv, prima lungime de sub-cadru fiind diferită de a doua lungime de sub-cadru.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-90, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor diferind de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-91, în care cel puţin una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată pentru a transmite un al doilea semnal al legăturii descendente care cuprinde un semnal de informaţii de acces, semnalul de informaţii de acces indicând o multitudine de configuraţii de acces pe legătură ascendentă, în care indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identifică una din multitudinea de configuraţii de acces pe legătură ascendentă.

Sistemul din exemplul 92, în care o primă instanţă a echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a transmite primul semnal al legăturii descendente cuprinzând indicele de configurare acces pe legătura ascendentă, şi în care o a doua instanţă a echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a transmite prima şi a doua transmisie OFDM, şi în care o a treia instanţă a echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a efectua transmiterea celui de-al doilea semnal al legăturii descendente.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-93, în care cel puţin una dintre una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată suplimentar pentru a procesa şi transmite primele date de Strat 2 pe un prim canal de date fizic şi pentru a procesa şi a transmite datele secunde de Strat 2 pe un al doilea canal de date fizic, astfel încât procesarea şi transmiterea primelor date de Strat 2 includ utilizarea unui proces HARQ care susţine combinarea soft şi astfel încât procesarea şi transmiterea datelor secunde de Strat 2 nu conţin niciun proces HARQ.

Sistemul din exemplul 94, în care cel puţin una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a transmite datele prime şi secunde de Strat 2 folosind un port de antenă comun şi pentru a transmite un set comun de referinţe de demodulare, folosind portul de antenă comun, utilizat pentru recepţionarea atât a primelor, cât şi a datelor secunde de Strat 2.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-95, în care cel puţin una dintre una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată suplimentar pentru a primi şi procesa o a treia dată de Strat 2 de pe un al treilea canal de date fizic şi pentru a primi şi procesa o a patra dată de Strat 2 pe un al patrulea canal de date fizic, astfel incât recepţia şi procesarea celei de-a treia date de Strat 2

includ utilizarea de combinare HARQ soft şi astfel încât recepţia şi procesarea celei de-a patra date de Strat 2 nu conţin nicio combinare HARQ soft.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-96, în care una dintre acea una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a efectua transmiterea atât a primei, cât şi a celei de-a doua transmisii OFDM, şi în care acea una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio sunt adaptate suplimentar pentru procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol de control acces la mediu (MAC) şi să proceseze datele pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC şi în care una dintre acea una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio este adaptată suplimentar pentru procesarea mesajelor care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur strat de protocol comun Controlul Resurselor Radio (RRC).

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-96, în care una dintre acea una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio este adaptată pentru a efectua transmiterea atât a primei, cât şi a celei de-a doua transmisii OFDM, şi în care acea una dintre una sau multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio sunt adaptate suplimentar pentru procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu (MAC) şi procesarea datelor pentru a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de al doilea strat de protocol MAC şi în care una dintre acea una sau mai multe instanţe ale echipamentelor de reţea radio este adaptată suplimentar pentru a procesa mesajele care urmează să fie transportate de primul strat de protocol MAC, folosind un prim strat de protocol Control Resurse Radio (RRC) şi să proceseze mesaje destinate a fi transportate de al doilea strat de protocol MAC, folosind un al doilea strat de protocol RRC, primul strat de protocol RRC diferind de al doilea strat de protocol RRC, în care cel puţin un prim dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC este configurat pentru a transmite mesaje RRC selectate la celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, mesajele RRC selectate fiind mesaje RRC recepţionate şi procesate de primul dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC, dar destinate pentru celălalt dintre primul şi al doilea strat de protocol RRC.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-98, în care cel puţin una dintre acea una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată să: primească, de la un al doilea dispozitiv fără fir, un indicator de capabilitate, indicatorul de capabilitate identificând un set de capabilităţi pentru al doilea dispozitiv fără fir; şi să preia setul de capabilităţi pentru cel de-al doilea dispozitiv fără fir, dintr-o bază de date cu capabilităţi stocate pentru o multitudine de dispozitive fără fir, folosind indicatorul de capabilitate recepţionat.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-99, în care cel puţin una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată pentru a transmite la un al treilea dispozitiv fără fir, folosind un protocol bazat pe dispută.

Sistemul din exemplul 100, în care protocolul de acces bazat pe dispută conţine un mecanism de acces ascultă înainte de a vorbi (LBT).

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-101, în care cel puţin una dintre acea una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio este adaptată să: primească un mesaj de solicitare de acces aleatoriu de la un al patrulea dispozitiv fără fir, printr-un fascicul pe legătura ascendentă format cu mai multe antene la echipamente de reţea radio; să estimeze un unghi de sosire corespunzător mesajului de solicitare de acces aleatoriu; şi să transmită un mesaj de răspuns aleatoriu, folosind un fascicul pe legătura descendentă format folosind mai multe antene la echipamentul de reţea radio, în care fasciculul pe legătura descendentă este format pe baza unghiului de sosire estimat.

Sistemul din exemplul 102, în care fasciculul legăturii ascendente este un fascicul al legăturii ascendente baleiat.

Sistemul din exemplele 102 sau 103, în care o lăţime a fasciculului legăturii descendente se bazează pe o calitate estimată a unghiului de sosire estimat.

Sistemul din oricare dintre exemplele 87-104, în care cel puţin una dintre acea una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio sunt adaptate să: deservească un al cincilea dispozitiv fără fir, astfel incat deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir la un prim nod de reţea sau un prim set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu al cincilea dispozitiv fără fir; şi deservirea unui al şaselea dispozitiv fără fir, astfel încât deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat celui de-al şaselea dispozitiv fără fir, al doilea identificator de felie de reţea fiind diferit de primul identificator de felie de reţea şi al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea fiind diferit de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

Un echipament de utilizator (UE) care funcţionează într-o reţea de comunicaţii fără fir, UE menţionat cuprinzând: o antenă configurată pentru a trimite şi primi semnale fără fir; circuite de procesare; circuite de capăt frontal radio conectate la antenă şi la circuitele de procesare şi configurate pentru a condiţiona semnalele comunicate între antenă şi circuitele de procesare; o interfaţă de intrare conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a permite introducerea informaţiilor în UE pentru a fi procesate de circuitele de procesare; o interfaţă de ieşire conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a furniza informaţii din UE care au fost procesate de circuitele de procesare; şi o baterie conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a furniza energie la UE; circuitele de procesare fiind configurate: să primească un semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătură ascendentă, folosirea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine predeterminată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi să transmită reţelei de comunicaţii fără fir în conformitate cu configurarea accesului identificat pe legătura ascendentă; şi să primească, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să primească, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

UE din exemplul 106, în care UE este operativ suplimentar pentru a efectua etapele oricăreia dintre exemplele 2-16.

O staţie de bază (BS) pentru funcţionarea într-o reţea de comunicaţii fără fir, BS cuprinzând: una sau mai multe antene configurate pentru a trimite şi primi semnale fără fir; circuite de procesare; circuite de capăt frontal radio conectate la antenă şi la circuitele de procesare şi configurate pentru a condiţiona semnalele comunicate între antenă şi circuitele de procesare; o interfaţă de intrare conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a permite introducerea informaţiilor în UE care trebuie procesate de circuitele de procesare; o interfaţă de ieşire conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a furniza informaţii din UE care au fost procesate de circuitele de procesare; şi circuitele de alimentare conectate la circuitele de procesare şi configurate pentru a furniza energie la UE; circuitele de procesare fiind configurate pentru: a transmite un prim semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, să primească o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată; şi să transmită, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să transmită, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

BS din exemplul 108, în care UE este operativ suplimentar pentru a efectua etapele oricăreia dintre exemplele 17-35.

O staţie de bază (BS) pentru funcţionarea într-o reţea de comunicaţii fără fir, BS cuprinzând: una sau mai multe antene configurate pentru a trimite şi primi semnale fără fir; circuite de procesare; circuite de capăt frontal radio conectate la antenă şi la circuitele de procesare şi configurate pentru a condiţiona semnalele comunicate între antenă şi circuitele de procesare; o interfaţă de intrare conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a permite introducerea informaţiilor în BS pentru a fi procesate de circuitele de procesare; o interfaţă de ieşire conectată la circuitele de procesare şi configurată pentru a furniza informaţii din BS care au fost procesate de circuitele de procesare; şi circuite de alimentare conectate la circuitele de procesare şi configurate pentru a furniza energie la BS; circuitele de procesare fiind configurate pentru: a transmite un prim semnal al legăturii descendente cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintr-o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă predeterminate şi, ulterior, să primească o transmisie de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată; şi să transmită, într-un prim sub-cadru, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală (OFDM), formatată în conformitate cu o primă numerologie şi să transmită, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie.

ANEXĂ: ABREVIERI

Abreviere	Explicaţie
2G	Generaţia a doua

Abreviere	Explicaţie
3G	Generaţia a treia
3GPP	Proiect de parteneriat pentru generaţia a treia
4G	Generaţia a patra
5G	Generaţia a cincea
5GPPP	Parteneriat public-privat de infrastructură 5G
5GTB	Banc de testare Generaţia a cincea
ABR	Relaţia staţiei de bază automate
ACK	Confirmare
ADSS	Sonorizare şi detectare direcţionate aliniate
AGC	Control automat al amplificării
AGV	Vehicul ghidat automat
AIT	Tabel cu informaţii de acces
AMM	Mobilitatea in modul activ
AN	Nod de acces
ANR	Relaţii automate cu vecinii
AP	Punct de acces
ARQ	Solicitare de repetare automată
AS	Strat de acces
ASA	Acces partajat autorizat
AVR	Relaţii automate ale fasciculului virtual
BB	Banda de bază
BBF	Funcţia benzii de bază
BBU	Unitate de bandă de bază
BER	Rata de eroare biţi
BF	Formarea fasciculului
BH	Transport trafic
BIO	Decalaj individual al fasciculului
BLEP	Probabilitatea de blocare a erorilor
BLER	Rata de blocare a erorilor
BRS	Semnal de referinţă fascicul
BS	Staţie de bază
BS2BS	Staţie de bază la staţie de bază
BSID	Identificator staţie de bază
BW	Lăţime de bandă
CA	Agregarea purtătoarelor
CAPEX	Cheltuieli de capital
CB	Bazat pe dispută
CCE	Element al canalului de control
CCP	Punctul de coordonare a grupului
CDMA2000	Sistem celular specificat de 3GPP2

Abreviere	Explicaţie
CEPT	Conferinţa europeană a administraţiilor posturilor şi telecomunicaţiilor
CF	Calculează şi transmite mai departe
CH	Cap de grup
CIO	Decalaj individual de celulă
CMAS	Sistem comercial de alertă mobilă
C-MTC	Comunicare critică de tip maşină
CN	Reţea de bază
COMP	Multi-punct coordonat
CP	Prefix ciclic
CPRI	Interfaţă comună radio publică
CQI	Informaţii despre calitatea canalului
CRC	Verificare redundanţă ciclică
CRS	Semnal de referinţă specific celulei
CSI	Informaţii despre starea canalului
CTS	Liber pentru a trimite
D2D	Dispozitiv-la-dispozitiv
DAC	Convertizor digital-analogic
DC	Conectivitate dual ă
DCI	Informaţii de control pe legătura descendentă
DDOS	Refuzul distribuit al serviciului
DFT	Transformată Fourier Discretă
DFTS	Transformată Fourier Discretă - Dispersie
DL	Legătură descendentă
DLIM	Hartă de interferenţă a legăturii direcţională
DMRS	Semnal de referinţă pentru demodulare
DN	Nod de destinaţie
DRB	Purtătoare radio dedicată
DRX	Recepţie discontinuă
DSSI	Interval de sonorizare şi detectare direcţional
DSSP	Perioadă de sonorizare şi sesizare direcţională
DSSW	Fereastră de sonorizare şi detectare direcţională
DTX	Transmisie discontinuă
E2E	Capăt la capăt
E3F	Cadrul de evaluare a eficienţei energetice
EAB	Restrangere clasa de acces extins
ECGI	Identificator global celulă E-UTRAN
ECM	Management conexiune EPS
EGPRS	Serviciu radio îmbunătăţit pentru pachete generale
EIRP	Putere radiată izotropic echivalentă
eNB	Nod B evoluat

Abreviere	Explicaţie
EMBB	Banda largă mobilă îmbunătăţită
EMF	Campuri electromagnetice
EMM	Managementul mobilităţii EPS (Protocol)
EPC	Nucleu de pachete evoluat
EPS	Subsistem de pachete evoluat
ETSI	Institutul European de Standarde pentru Telecomunicaţii
ETWS	Sistemul de avertizare tsunami cutremur
EVM	Magnitudine Vector Eroare
FCC	Comisia federală de comunicaţii
FDD	Duplexare cu divizare în frecvenţă
FDMA	Acces multiplu cu divizare în frecvenţă
FFT	Transformata Fourier Rapidă
FPGA	Tabelă de porţi programabilă pe câmpuri
FPS	Cadre pe secundă
FRA	Acces radio in viitor
GB	Banda de protecţie
GERAN	Reţea de acces radio GSM Edge
GFTE	Tehnologia funcţiilor de grup
GLDB	Bază de date de geo-localizare
GNSS	Sisteme globale de navigaţie prin satelit
GPRS	Serviciu general de pachete radio
GPS	Sistem de poziţionare globală
GSM	Sistemul global pentru comunicaţii mobile (Grup Special Mobil)
GW	Poartă de acces
HARQ	ARQ hibrid
HO	Transfer
HW	Hardware
I2D	Infrastructură-la-dispozitiv
ID-ul	Identitate
IE	Element de informaţie
IFFT	Transformata Fourier Rapidă Inversă
IID	Distribuit in mod identic independent
IM	Măsurarea interferenţei
IMR	Resursa de măsurare a interferenţei
IMSI	Identitate abonat mobil internaţional
IMT	Telecomunicaţii mobile internaţionale
IMT2020	Telecomunicaţii mobile internaţionale 2020
IOT	Internetul Lucrurilor
IP	Protocol Internet
IR	Redundanţă incrementală

Abreviere	Explicaţie
IRAT	Inter RAT
ISD	Distanţa inter locaţii
ITU	Uniunea Internaţională a Telecomunicaţiilor
IUA	Acces instantaneu pe legătura ascendentă
KPI	Indicator de performanţă cheie
L1	Stratul 1
L2	Stratul 2
L3	Stratul 3
LAA	Acces asistat de licenţă
LAT	Ascultă după ce vorbeşti
LBT	Ascultă înainte de a vorbi
LCID	ID canal logic
LDPC	Verificare paritate densitate scăzută
LO	Oscilator local
LOS	Linia de vizualizare
LSA	Acces partajat de licenţă
LTE	Evoluţie pe Termen Lung
MAC	Control acces la mediu
MBB	Bandă largă mobilă
MBMS	Servicii cu transmisie multiplă difuzate multimedia
MBSFN	Reţea cu o frecvenţă de difuzare transmisie multiplă
MCS	Schema de modulare şi codificare
METIS	Activatori de comunicaţii mobile şi fără fir pentru societatea informaţională 2020
MIB	Bloc de informaţii master
MIMO	Intrare multiplă Ieşire multiplă
MME	Entitatea de gestionare a mobilităţii
MMSE	Eroare medie pătrată minimă
MMW	Undă milimetru
MPD	Diversitate multi-punct
MRS	Semnal de referinţă mobilitate şi acces
MRT	Transmisie cu raport maxim
MTC	Comunicaţie de tip maşină
MU	Multi utilizator
N / A	Nu se aplică
NACK	Confirmare negativă
NAK	Confirmare negativă
NAS	Strat fără acces
NB	Banda îngustă
NDI	Noul indicator de date
NFV	Virtualizarea funcţiei de reţea

Abreviere	Explicaţie
NGMN	Reţelele mobile de generaţie următoare
NLOS	Linie fără vizualizare
NNTS	Notifică nu trimite
NTS	Notifică nu trimite
NR	Radio nou
NW	Reţea
NX	Termenul NX nu este o prescurtare şi trebuie interpretat ca o construcţie care denotă generaţia „Următoare”, precum şi un multiplicator de capabilităţi
OAM	Funcţionare şi întreţinere
OCC	Cod de acoperire ortogonală
OFDM	Multiplexare în frecvenţă ortogonală
OOS	În afara sincronizării
OPEX	Cheltuieli operaţionale
OSS	Sistem de operare şi asistenţă
OTT	Deasupra
PA	Amplificator de putere
PACH	Canalul ancoră fizic
PAPR	Raport de putere varf la mediu
PBCH	Canal de difuzare fizic
PCCH	Canalul de control mesagerie
PDCCH	Canal control fizic al legăturii descendente
PDCH	Canalul de date fizic
PDCP	Protocol de convergenţă a pachetelor de date
PDSCH	Canal partajat fizic pe legătura descendentă
PDU	Unitate de pachete de date
PHR	Raportare spaţiu de capăt putere
PHY	(Strat) fizic
PICH	Canalul indicator mesagerie
GROAPĂ	Tabel cu informaţii de poziţionare
PLMN	Reţea publică mobilă terestră
PLNC	Codificare reţea fizică
PMCH	Canal mesagerie
PME	Entitatea de management al poziţionării
PMI	Indicator matrice pre-codificator
PPF	Funcţia de procesare a pachetelor
PRACH	Canal de acces aleatoriu fizic
PRS	Semnal de referinţă de poziţionare
PS	Siguranţa publică
PSD	Densitatea spectrală a puterii
PSM	Mod de economisire a energiei
PSS	Secvenţă de sincronizare primară

Abreviere	Explicaţie
PUCCH	Canal de control fizic al legăturii ascendente
PUSCH	Canal partajat fizic al legăturii ascendente
PWS	Sistem de avertizare publică
QAM	Modularea amplitudinii în cuadratură
QMF	Cuantizare, mapare şi transmitere mai departe
QPSK	Modulaţie cu deplasare de fază în cuadratură
RA	Acces aleatoriu
RACH	Canal de acces aleatoriu
RAN	Reţea de acces radio
RAR	Răspuns la acces aleatoriu
RAS	Sisteme de antenă re-configurabile
RAT	Tehnologie de acces radio
RB	Bloc resurse
RBS	Staţia de bază radio
RCF	Funcţie de controler radio
RF	Frecventa radio
RLC	Control (Protocol) Legătură Radio
RLF	Eroare legătură radio
RLP	Problemă legătură radio
RN	Reţea radio
RNTI	Identificator temporar de reţea radio
CRR	Control (protocol) resurse radio
RRM	Managementul resurselor radio
RRS	Semnal de referinţă de reciprocitate
RS	Semnal de referinţă
RSI	Indicator de stare de recepţie
RSRP	Semnal de referinţă putere recepţionată
RTS	Solicitare de trimis
RTT	Timpul călătoriei dus-intors
RU	Unitatea radio
RX	Primire
S1	Interfaţă între RAN şi CN în LTE
S1AP	Protocol de aplicaţie S1 (protocol de semnalizare)
S2	Interfaţă utilizată pentru integrarea Wi-Fi in EPC
SA	Arhitectura sistemului
SAN	Nodul de acces de deservire
SAR	Rata specifică de absorbţie
SC	Cuplat Spaţial
SDN	Punere în reţea definită de software
SeNB	eNB secundar

Abreviere	Explicaţie
SDU	Unitatea de date a serviciului
SFN	Reţea frecvenţă unică
SG	Acord planificat
SI	Informaţii despre sistem
SIB	Bloc de informaţii despre sistem
SIM	Modul de identitate abonat
SINR	Raport Semnal la interferenţe şi zgomot
SIR	Raport semnal la interferenţă
SLNR	Raport semnal la scurgeri şi zgomot
SLSS	Semnal de sincronizare a legăturii auxiliare
SN	Nod sursă
SNR	Raport semnal la zgomot
SON	Reţea cu auto-organizare
SR	Solicitare de planificare
SRB	Semnalizare purtătoare radio
SRS	Semnal de referinţă sunet
SRU	Resurse de sunet
SS	Secvenţă de semnături
SSB	Bloc SSI
SSI	Indicele secvenţei de semnături
SSS	Secvenţă de sincronizare secundară
SU	Un singur utilizator
SW	Software-ul
SVD	Descompunerea unei valori singulare
SWEA	Un program de standardizare Ericsson
TA	Avans in timp
TA	Zona de urmărire
TAU	Actualizare zonă de urmărire
TB	Bloc de transport
TBD	Urmează a fi definit
TCO	Oscilator cu temperatură controlată
TCP	Protocol de control al transmisiei
TDD	Duplexare cu divizare in timp
TDOA	Diferenţa de timp de sosire (metoda de poziţionare)
TEA	Arhitectura Ericsson?
TM	Mod de transmisie
TMSI	Identitate de abonat mobil temporar
TRA	Urmărirea zonei RAN
TRAC	Urmărirea codului de zonă RAN
TRAS	Urmărirea semnalului zonei RAN

Abreviere	Explicaţie
TRASI	Urmărirea indicelui de semnal al zonei RAN
TRASS	Urmărirea sincronizării semnalului zonei RAN
TSS	Semnal de sincronizare în timp şi frecvenţă
TTI	Interval de transmisie
TV	Televiziune
TX	Transmite
UCI	Informaţii de control pe legătura ascendentă
UE	Echipament de utilizator
UE2UE	Comunicare UE către UE
UEID	Identitate UE
UI	Interfaţa cu utilizatorul
UL	Legătura Ascendentă
ULA	Şir uniform liniar
SUS	Planul utilizatorului
URA	Zona de inregistrare UTRAN
URL-	Localizator de resurse uniform?
US	Statele Unite (ale Americii)
USIM	Modulul de identitate abonaţi universali
USS	Semnal de sincronizare pe legătură ascendentă
UTRA	Acces Radio Terestru UMTS (3G)
UTRAN	Reţeaua de acces radio terestră UMTS (RAN 3G)
V2V	Vehicul la vehicul
V2X	Vehicul pentru orice
VB	Fascicul virtual
WCDMA	Acces multiplu cu divizare în cod în bandă largă (3G)
WINNER	Iniţiativa globală wireless pentru noul radio (proiect UE)
WRC	Conferinţa Mondială Radio (ITU)
X2	Interfaţă între nodurile eNB în LTE
X2AP	Protocol de aplicaţie X2 (protocol de semnalizare pe X2)
XO	Oscilator cu cristale
ZF	Forţarea la zero

(56) Referinţe bibliografice citate in raportul de documentare:

- ZTE: "Frame structure design of new RAT", 3GPP DRAFT; R1-162228 FRAME STRUCTURE DESIGN OF NEW RAT, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051079528, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]

- HUAWEI ET AL: "Scenario & design criteria on flexible numerologies", 3GPP DRAFT; R1-162156, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080002, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- HUAWEI ET AL: "Overview of 5G frame structure", 3GPP DRAFT; R1-162157, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080003, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- SAMSUNG: "Remaining Details on DCI Contents", 3GPP DRAFT; R1-163275 DCI, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 6 April 2016 (2016-04-06), XP051080753, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-06]
- ERICSSON: "Carrier aggregation in LTE-Advanced", 3GPP DRAFT; R1-082468, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE, vol. RAN WG1, no. Warsaw, Poland; 20080624, 24 June 2008 (2008-06-24), XP050110739, [retrieved on 2008-06-24]
- SAMSUNG: "PDSCH Transmissions for Low Cost UEs", 3GPP DRAFT; R1-155431 PDSCH, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Malmo, Sweden; 20151005 - 20151009 4 October 2015 (2015-10-04), XP051002337, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Meetings_3GPP_ SYNC/RAN1/Docs/ [retrieved on 2015-10-04]
- INTEL CORPORATION: "Design aspects of control signaling for V2V communication", 3GPP DRAFT; R1-160701 - INTEL - V2V SCI, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. St Julian's, Malta; 20160215 - 20160219 14 February 2016 (2016-02-14), XP051054029, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Meetings_3GPP_ SYNC/RAN1/Docs/ [retrieved on 2016-02-14]
- SAMSUNG: "Active Transmission/Reception Time Reduction for DL Control Signaling", 3GPP DRAFT; R1-150349 DL CONTROL_TX REDUCTION, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Athens, Greece; 20150209 - 20150213 8 February 2015 (2015-02-08), XP050933558, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Meetings_3GPP_ SYNC/RAN1/Docs/ [retrieved on 2015-02-08]
- Patrick Marsch ET AL: "White Paper Preliminary Views and Initial Considerations on 5G RAN Architecture and Functional Design", , 8 March 2016 (2016-03-08), pages 1-27, XP055347115, Retrieved from the Internet: URL:https://bscw.5g-ppp.eu/pub/bscw.cgi/d92532/5G-PPP-METIS-II-5G-RAN-Architecture-W hite-Paper.pdf [retrieved on 2017-02-17]
- HUAWEI ET AL: "Flexible air interface of NR", 3GPP DRAFT; R2-162660 FLEXIBLE AIR INTERFACE OF NR, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG2, no. Dubrovnik, Croatia; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051082245,

Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL 2/TSGR2_93bis/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]

- ERICSSON: "Details on NR impact to support unlicensed operation", 3GPP DRAFT; R2-162751 - DETAILS ON NR IMPACT TO SUPPORT UNLICENSED OPERATION, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS C , vol. RAN WG2, no. Dubrovnik, Croatia; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051082261, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL 2/TSGR2_93bis/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]
- QUALCOMM INCORPORATED: "Control details for UL scheduling in LAA", 3GPP DRAFT; R1-163022 CONTROL DETAILS FOR UL TRANSMISSION IN LAA, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANC , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080466, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- HTC: "Uplink latency reduction with prescheduling", 3GPP DRAFT; R1-162530 UPLINK LATENCY REDUCTION WITH PRESCHEDULING, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRAN , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080264, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- CATT: "UL scheduling for Rel-14 eLAA", 3GPP DRAFT; R1-162260, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080065, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- ERICSSON: "Active Mode Mobility in NR: SINR drops in higher frequencies", 3GPP DRAFT; R2-162762 - ACTIVE MODE MOBILITY IN NR SINR DROPS IN HIGHER FREQUENCIES, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTI , vol. RAN WG2, no. Dubrovnik, Croatia; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051082534, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL 2/TSGR2_93bis/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- ERICSSON: "RRM requirements for New Radio Access Technology", 3GPP DRAFT; R4-161726 NEWRADIOACCESS-RRM, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG4, no. SAN JOSE DEL CABO, MEXICO; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051083724, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG4_Ra dio/TSGR4_78Bis/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]
- NOKIA ET AL: "Support for Beam Based Common Control Plane in 5G New Radio", 3GPP DRAFT; R1-162895, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051079736, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]
- NOKIA ET AL: "Performance and complexity of Turbo, LDPC and Polar codes", 3GPP DRAFT; R1-162897, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051079738, Retrieved from the

Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]

- INTEL CORPORATION: "Channel coding for new radio interface", 3GPP DRAFT; R1-162387, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, South Korea; 20160411 - 20160415 2 April 2016 (2016-04-02), XP051080166, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-02]
- SAMSUNG: "MIMO/beamforming for 5G new radio interface for over-6GHz: system architecture and design aspects", 3GPP DRAFT; R1-162183, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. RAN WG1, no. Busan, Korea; 20160411 - 20160415 1 April 2016 (2016-04-01), XP051079514, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL 1/TSGR1_84b/Docs/ [retrieved on 2016-04-01]
- "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Study on Architecture for Next Generation System (Release 14)", 3GPP STANDARD; 3GPP TR 23.799, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE, vol. SA WG2, no. V0.4.0, 27 April 2016 (2016-04-27), pages 1-92, XP051123441, [retrieved on 2016-04-27]
- MOTOROLA MOBILITY ET AL: "Solution: PDU Sessions served by different Network Slices", 3GPP DRAFT; S2-161574_SM-NETWORK-SLICING_V2, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. SA WG2, no. Sophia Antipolis, FRANCE; 20160411 - 20160415 5 April 2016 (2016-04-05), XP051086558, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG2_Arc h/TSGS2_114_Sophia_Antipolis/Docs/ [retrieved on 2016-04-05]
- ERICSSON: "Solution for selection of a network slice instance", 3GPP DRAFT; S2-161480_SLICE_SELECTION, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , vol. SA WG2, no. SOPHIA ANTIPOLIS; 20160411 - 20160415 5 April 2016 (2016-04-05), XP051086483, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG2_Arc h/TSGS2_114_Sophia_Antipolis/Docs/ [retrieved on 2016-04-05]
- "5G - key component of the Networked Society", 3GPP DRAFT; RWS-150009, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE ; 650, ROUTE DES LUCIOLES ; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX ; FRANCE , no. Phoenix, AZ, USA; 20150917 - 20150918 3 September 2015 (2015-09-03), XP051043759, Retrieved from the Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/workshop/2015- 09-17_18_RAN_5G/Docs/ [retrieved on 2015-09-03]

(57) Revendicări:

1. Metodă, într-un dispozitiv fără fir, pentru operarea într-o reţea de comunicaţii fără fir şi operabilă pentru a comunica cu echipamentele de reţea radio din reţeaua de comunicaţii fără fir, metoda cuprinzand:

recepţionarea unui prim semnal pe legătura descendentă cuprinzând informaţii care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, fiecare configuraţie de acces pe legătură ascendentă incluzând o configuraţie de acces aleatoriu;

recepţionarea unui al doilea semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configuraţie de acces pe legătura ascendentă, folosind indicele de configuraţie de acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă din multitudinea indicată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, şi transmiterea către reţeaua de

comunicaţii fără fir a unei transmisii de acces aleatoriu în conformitate cu configuraţia de acces aleatoriu inclusă în configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată;

caracterizată prin aceea că metoda cuprinde in plus:

recepţionarea, ca răspuns, într-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, a unei prime transmisii cu multiplexare cu divizare in frecvenţă ortogonală, OFDM, formatată conform unei prime numerologii şi recepţionarea, într-un al doilea sub-cadru, a unei a doua transmisii OFDM formatată conform unei a doua numerologii, a doua numerologie fiind diferită de prima numerologie, in care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

2.Metodă conform revendicării 1, în care metoda cuprinde in plus:

recepţionarea, suplimentar, a informaţiilor de acces la sistem difuzate şi utilizarea informaţiilor de acces la sistem recepţionate pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir.

3. Metodă conform revendicării 1 sau 2, care cuprinde suplimentar funcţionarea într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi funcţionarea într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, în care prima şi a doua transmisie OFDM sunt efectuate în modul conectat şi în care funcţionarea în modul latent cuprinde:

monitorizarea semnalelor care transportă identificatori ai zonei de urmărire;

compararea identificatorilor zonei de urmărire recepţionaţi în timpul monitorizării cu o listă de identificatori ai zonei de urmărire; şi

notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la stabilirea faptului că un identificator al zonei de urmărire recepţionat nu se găseşte pe lista menţionată, dar, în caz contrar, abţinerea de a notifica reţeaua de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea identificatorilor zonei de urmărire.

4. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă sunt recepţionate pe aceeaşi purtătoare.

5. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi, respectiv, o a doua lungime de sub-cadru, prima lungime de sub-cadru fiind diferită de a doua lungime de sub-cadru.

6. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, in care sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii cuprind primul şi, respectiv, al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM.

7. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care cel puţin una dintre prima şi a doua numerologie cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin.

8. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

solicitarea de informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir; şi

recepţionarea de informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, ca răspuns la solicitarea menţionată.

9. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus recepţionarea informaţiilor suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, într-o transmisie dedicată.

10. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

recepţionarea, într-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, a unei semnalizări de control pe legătura descendentă, într-un prim set de sub-purtătoare ale numitului simbol OFDM primul în timp şi a datelor de utilizator dedicate intr-un al doilea set de sub-purtătoare al numitului simbol OFDM primul in timp.

11. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde suplimentar:

transmiterea unor date de confirmare, ACK, sau confirmare negativă, NACK, ca răspuns la prima transmisie OFDM menţionată in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă, cel puţin parţial suprapus cu primul sub-cadru al legăturii descendente.

12. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, care cuprinde in plus recepţionarea unei a treia transmisii OFDM formatată conform primei numerologii, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie, TTI, având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii.

13. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde suplimentar procesarea datelor de la prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol Control Acces la Mediu, MAC, şi procesarea datelor din a doua transmisie OFDM menţionată folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol MAC menţionat, şi în care metoda cuprinde suplimentar procesarea mesajelor recepţionate de la fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol Control Resurse Radio, RRC, comun.

14. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, care cuprinde suplimentar transmiterea în reţeaua de comunicaţii fără fir folosind transmisie Transformata Fourier Discretă-Dispersie OFDM, DFTS-OFDM.

15. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, cuprinzând suplimentar:

măsurarea unui prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat;
măsurarea unui al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate; şi
raportarea rezultatelor măsurătorii primului şi celui de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

16. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care respectiva recepţie a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM cuprinde decodarea acelei cel puţin una dintre prima şi a doua transmisie OFDM folosind un cod polar.

17. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care respectiva recepţie a cel puţin uneia dintre prima şi a doua transmisie OFDM cuprinde decodarea acelei cel puţin una dintre prima şi a doua transmisie OFDM folosind un cod verificare paritate de densitate scăzută, LDPC.

18. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

recepţionarea de semnale folosind protocolul de solicitare de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

19. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

transmiterea de semnale folosind protocolul de solicitare de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

20. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

transmiterea pe canalul de control fizic al legăturii ascendente cu aceeaşi numerologie ca şi pe canalul de date fizic.

21. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde in plus:

construirea unui preambul de acces aleatoriu prin repetarea unei secvenţe scurte de mai multe ori, în care secvenţa scurtă are aceeaşi lungime ca lungimea simbolurilor OFDM utilizate pentru semnalizarea datelor utilizatorului; şi
transmiterea preambulului de acces aleatoriu la echipamentul nodului de reţea.

22. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

recepţionarea unei indicaţii de la echipamentul de reţea radio cu privire la ce resurse să utilizeze pentru măsurători semnalul de referinţă cu informaţiile de stare ale canalului, CSI-RS.

23. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

funcţionarea într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi funcţionarea intr-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde şi

recepţionarea, atunci când dispozitivul fără fir funcţionează în modul latent, a unei solicitări de mesagerie de la echipamentul nodului de reţea prin intermediul reţelei de bază.

24. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde:

funcţionarea într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi funcţionarea intr-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde şi,

la intrarea în modul latent, păstrarea, pentru dispozitivul fără fir, a tuturor entităţilor protocol de convergenţă de pachete de date, PDCP, de semnalizare a purtătoarelor radio, SRB, şi a blocurilor de resurse, RB, şi controlul resurselor radio, RRC, Identitate Context UE, in care Identitate Context UE RRC a fost recepţionată într-o procedură de configurare a conexiunii RRC.

25. Metodă conform uneia dintre revendicările precedente, în care metoda cuprinde în plus:

recepţionarea unei configuraţii care indică un set delimitat de resurse radio în care dispozitivul fără fir este configurat doar să funcţioneze.

26. Metodă, într-un echipament de reţea radio care operează într-o reţea de comunicaţii fără fir şi care este capabil să comunice cu dispozitivul fără fir în reţeaua de comunicaţii fără fir, metoda cuprinzand:

transmiterea unui prim semnal pe legătura descendentă cuprinzând informaţii care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, fiecare configuraţie de acces pe legătură ascendentă incluzând o configuraţie de acces aleatoriu;

transmiterea unui al doilea semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configuraţie de acces pe legătura ascendentă, indicele de configuraţie de acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă din multitudinea indicată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi, ulterior, recepţionarea unei transmisii de acces aleatoriu de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces aleatoriu inclusă în configuraţia de acces identificată pe legătură ascendentă;

caracterizată prin aceea că metoda cuprinde in plus:

transmiterea, ca răspuns, într-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, a unei prime transmisii cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală, OFDM, formatată în conformitate cu o primă numerologie şi transmiterea, într-un al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, a unei a doua transmisii OFDM formatată conform unei a doua numerologii, a doua numerologia fiind diferită de prima numerologie, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

27. Metodă conform revendicării 26, care cuprinde suplimentar:

difuzarea, în plus, de informaţii de acces la sistem pentru a permite dispozitivului fără fir să utilizeze informaţiile de acces la sistem recepţionate pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir.

28. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 27, în care primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă sunt transmise pe aceeaşi purtătoare.

29. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 28, în care transmiterea celui de-al doilea semnal pe legătura descendentă cuprinzând respectivul indice de configurare a accesului pe legătura ascendentă este efectuată de o primă instanţă a echipamentului de reţea radio, şi în care transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o a doua instanţă a echipamentului de reţea radio.

30. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 29, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi, respectiv, o a doua lungime, a doua lungime de sub-cadru fiind diferită de cea de-a doua lungime de sub-cadru.

31. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 30, în care sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii cuprind primul şi, respectiv, al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM.

32. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 31, în care cel puţin una dintre prima şi a doua numerologie cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin.

33. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 32, în care metoda cuprinde in plus:

transmiterea, intr-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, semnalizarea controlului pe legătura descendentă în primele sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp şi a datelor de utilizator dedicate in sub-purtătoarele secunde ale simbolului OFDM primul în timp.

34. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 33, în care metoda cuprinde suplimentar:

recepţionarea datelor de confirmare, ACK, sau de confirmare negativă, NACK, ca răspuns la prima transmisie OFDM in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă, cel puţin parţial suprapus pe primul sub-cadru al legăturii descendente.

35. Metodă conform uneia dintre revendicările 26 la 34, care cuprinde în plus transmiterea unei a treia transmisii OFDM formatată în conformitate cu prima numerologie, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie, TTI, având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii.

36. Metodă conform revendicării 29, în care transmiterea primului semnal pe legătura descendentă este realizată de o a treia instanţă a echipamentului de reţea radio.

37. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-36, în care transmiterea primei şi celei de-a doua transmisii OFDM este realizată de o singură instanţă a echipamentului de reţea radio, în care metoda cuprinde in plus procesarea datelor pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol control acces la mediu, MAC şi procesarea datelor pentru respectiva a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC menţionat fiind diferit de cel de-al doilea strat de protocol MAC menţionat şi în care metoda cuprinde suplimentar procesarea mesajelor care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur, strat de protocol comun Control Resurse Radio RRC.

38. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-37, cuprinzand suplimentar:

deservirea unui al cincilea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al cincilea dispozitiv fără fir către un prim nod de reţea sau prim set de noduri de reţea, în conformitate cu un prim identificator de felie de reţea asociat cu cel de-al cincilea dispozitiv fără fir; şi

deservirea unui al şaselea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat cu al şaselea dispozitiv fără fir, al doilea identificator de felie de reţea fiind diferit de primul identificator de felie de reţea şi al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea fiind diferit de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

39. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-38, in care metoda cuprinde in plus:

transmiterea de semnale folosind protocolul solicitare de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

40. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-39, in care metoda cuprinde in plus:

recepţionarea de semnale folosind protocolul solicitare de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

41. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-40, in care metoda cuprinde in plus:

recepţionarea pe canalul de control fizic al legăturii ascendente cu aceeaşi numerologie ca şi pe canalul de date fizic.

42. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-41, in care metoda cuprinde in plus:

recepţionarea unui preambul de acces aleatoriu de la un dispozitiv fără fir, în care preambulul de acces aleatoriu este format dintr-o concatenare de secvenţe scurte repetate de mai multe ori, în care secvenţa scurtă are aceeaşi lungime cu lungimea simbolurilor OFDM utilizate pentru semnalizarea datelor utilizatorului.

43. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-42, in care metoda cuprinde in plus:

transmiterea unei indicaţii către dispozitivul fără fir cu privire la ce resurse semnal de referinţă informaţii de stare, CSI-RS să utilizeze pentru măsurători.

44. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-43, in care metoda cuprinde:

transmiterea, atunci când un dispozitiv fără fir funcţionează în modul latent, a unei solicitări de mesagerie către dispozitivul fără fir prin intermediul reţelei de bază.

45. Metodă conform uneia dintre revendicările 26-44, in care metoda cuprinde in plus:

transmiterea unei configuraţii la dispozitivul fără fir care indică un set delimitat de resurse radio în care doar dispozitivul fără fir este configurat să funcţioneze.

46. Dispozitiv fără fir, care cuprinde circuite de frecvenţă radio şi circuite de procesare conectate funcţional la circuitele de frecvenţă radio, dispozitivul fără fir fiind funcţional pentru a comunica cu echipamentele de reţea radio într-o reţea de comunicaţii fără fir, în care circuitele de procesare sunt configurate pentru a:

primi un prim semnal pe legătura descendentă care cuprinde informaţii care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, fiecare configuraţie de acces pe legătură ascendentă incluzând o configuraţie de acces aleatoriu;
primi un al doilea semnal pe legătura descendentă care cuprinde un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, utilizarea indicelui de configurare acces pe legătura ascendentă pentru a identifica o configuraţie de acces pe legătura ascendentă din multitudinea indicată a configuraţiilor de acces pe legătura ascendentă şi transmiterea la reţeaua de comunicaţii fără fir a unei transmisii de acces aleatoriu în funcţie de configuraţia de acces aleatoriu inclusă în configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată;

caracterizat prin aceea că circuitele de procesare sunt configurate suplimentar pentru a:

primi, ca răspuns, într-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, o primă transmisie cu multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală, OFDM, formatată în conformitate cu o primă numerologie şi pentru a primi, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată conform unei a doua numerologii, a doua numerologia fiind diferită de prima numerologie, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua

distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

47. Dispozitiv fără fir conform revendicării 46, în care circuitele de procesare menţionate sunt configurate suplimentar să: primească, în plus, informaţiile de acces la sistem transmise şi să utilizeze informaţiile de acces la sistemul recepţionate pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir.

48. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46 la 47, în care circuitele de procesare menţionate sunt configurate să funcţioneze într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi să funcţioneze într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde, astfel incat prima şi a doua transmisie OFDM sunt efectuate în modul conectat menţionat şi în care circuitele de procesare menţionate sunt configurate, atunci când funcţionează în modul latent să:

monitorizeze semnalele care transportă identificatori ai zonei de urmărire;
compare identificatorii zonei de urmărire recepţionaţi în timpul monitorizării menţionate cu o listă cu identificatori ai zonei de urmărire; şi
notifice reţeaua de comunicaţii fără fir ca răspuns la stabilirea faptului că un identificator al zonei de urmărire recepţionat nu se află pe lista respectivă, dar, în caz contrar, să se abţină de la notificarea reţelei de comunicaţii fără fir ca răspuns la recepţionarea identificatorilor zonei de urmărire modificaţi.

49. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-48, în care primul şi al doilea sub-cadrul pe legătura descendentă sunt recepţionate pe aceeaşi purtătoare.

50. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-49, în care prima şi a doua numerologii cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru diferind de a doua lungime de sub-cadru.

51. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-50, in care sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii cuprind primul şi al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv.

52. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-51, în care cel puţin una dintre prima şi a doua numerologie cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin.

53. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-52, in care circuitele de procesare sunt configurate suplimentar pentru a:

solicita informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir; şi
primi informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, ca răspuns la solicitarea menţionată.

54. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-53, in care circuitele de procesare sunt configurate suplimentar pentru a primi informaţii suplimentare despre sistem de la reţeaua de comunicaţii fără fir, într-o transmisie dedicată.

55. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-54, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate suplimentar:

să primească, într-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, o semnalizare de control pe legătura descendentă într-un prim set de sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp şi datele de utilizator dedicate într-un al doilea set de sub-purtătoare ale simbolului OFDM primul în timp.

56. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-55, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate suplimentar pentru:

a transmite date de confirmare, ACK, sau confirmare negativă, NACK, ca răspuns la prima transmisie OFDM in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă, cel puţin parţial suprapus cu primul sub-cadru.

57. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-56, in care primul sub-cadru al legăturii descendente cuprinde unul sau mai multe simboluri de referinţă în primul simbol OFDM primul in timp al primului sub-cadru al legăturii descendente, şi în care circuitele de procesare menţionate sunt configurate suplimentar pentru a începe decodarea primei transmisii OFDM în primul sub-cadru pe legătura descendentă înainte de a se încheia durata primului sub-cadru pe legătura descendentă, folosind o estimare a canalului bazată pe unul sau mai multe simboluri de referinţă.

58. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-57, in care circuitul de procesare menţionat este configurat suplimentar să primească o a treia transmisie OFDM formatată conform primei numerologii, a treia transmisie OFDM ocupand un interval de timp de transmisie, TTI, având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadru conform primei numerologii.

59. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-58, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate suplimentar pentru a procesa date din prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol Control Acces la Mediu, MAC şi date de procesare din a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de cel de-al doilea strat de protocol MAC şi în care circuitele de procesare sunt configurate pentru a procesa mesajele recepţionate de la fiecare din primul şi cel de-al doilea strat de protocol MAC folosind un singur strat de protocol comun Control Resurse Radio, RRC.

60. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-59, în care dispozitivul fără fir este configurat suplimentar pentru a transmite la reţeaua de comunicaţii fără fir folosind o transmisie Transformată Fourier Discretă – Dispersie OFDM, DFTS-OFDM.

61. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-60, in care circuitele de procesare sunt configurate suplimentar:

să măsoare un prim semnal de referinţă de mobilitate pe un prim fascicul recepţionat;
să măsoare un al doilea semnal de referinţă de mobilitate pe un al doilea fascicul recepţionat, al doilea semnal de referinţă de mobilitate diferind de primul semnal de referinţă de mobilitate; şi
să raporteze rezultatele măsurătorii primului şi celui de-al doilea semnal de referinţă de mobilitate către reţeaua de comunicaţii fără fir.

62. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-61, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate să decodeze cel puţin una dintre prima şi a doua transmisiune OFDM folosind un cod polar.

63. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-62, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate să decodeze cel puţin una din prima şi a doua transmisiune OFDM folosind un cod de verificare a parităţii cu densitate mică, LDPC.

64. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-63, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a primi semnale folosind protocolul cerere de repetare automată hibrid asincronă HARQ.

65. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-64, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a transmite semnale folosind protocolul cerere de repetare automată hibrid asincronă HARQ.

66. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-65, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a transmite pe canalul de control fizic al legăturii ascendente cu aceeaşi numerologie ca şi pe canalul de date fizic.

67. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-66, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a construi un preambul de acces aleatoriu prin

repetarea unei secvenţe scurte de mai multe ori, în care secvenţa scurtă are aceeaşi lungime ca lungimea simbolurilor OFDM utilizate pentru semnalizarea datelor utilizatorului; şi pentru a transmite preambulul de acces aleatoriu la echipamentul nodului de reţea.

68. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-67, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a primi o indicaţie de la echipamentul de reţea radio cu privire la ce resurse de semnal de referinţă informaţii de stare, CSI-RS, să utilizeze pentru măsurători.

69. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-68, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate să funcţioneze într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi să funcţioneze într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde şi să primească, atunci când dispozitivul fără fir funcţionează în modul latent, o solicitare de mesagerie de la echipamentul nodului de reţea prin intermediul reţelei de bază.

70. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-69, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate să funcţioneze într-un mod conectat pentru unul sau mai multe prime intervale şi să funcţioneze într-un mod latent pentru unul sau mai multe intervale secunde şi, la intrarea în modul inactiv, să păstreze, pentru dispozitivul fără fir, toate entităţile protocol de convergenţă pachete de date, PDCP, de semnalizare a purtătoarelor radio, SRB şi blocurile de resurse, RB şi Identitate Context UE, control resurse radio, RRC, în care Identitate Context UE RRC a fost recepţionată într-o procedură de configurare a conexiunii RRC.

71. Dispozitiv fără fir conform uneia dintre revendicările 46-70, in care circuitele de procesare menţionate sunt configurate pentru a primi o configuraţie care indică un set delimitat de resurse radio în care doar dispozitivul fără fir este configurat să funcţioneze.

72. Sistem care cuprinde una sau mai multe instanţe de echipamente de reţea radio, fiecare instanţă a echipamentelor de reţea radio cuprinzând circuite radio şi un circuit de procesare conectat operaţional la circuitele radio, echipamentul de reţea radio fiind funcţional pentru a comunica cu dispozitivul fără fir într-o reţea de comunicaţii fără fir, în care circuitele de procesare a echipamentelor de reţea radio sunt configurate pentru a:

transmite un prim semnal al legăturii descendente care cuprinde informaţii care indică o multitudine de configuraţii de acces pe legătura ascendentă, fiecare configuraţie de acces pe legătură ascendentă, inclusiv o configuraţie de acces aleatoriu;
transmite un al doilea semnal pe legătura descendentă cuprinzând un indice de configurare acces pe legătura ascendentă, indicele de configurare acces pe legătura ascendentă identificând o configuraţie de acces pe legătura ascendentă dintre multitudinea indicată de configuraţii de acces pe legătura ascendentă şi, ulterior, primeşte o transmisie de acces aleatoriu de la un prim dispozitiv fără fir în conformitate cu configuraţia de acces aleatoriu inclus în configuraţia de acces pe legătura ascendentă identificată;

caracterizat prin aceea că circuitele de procesare a echipamentelor de reţea radio sunt configurate suplimentar pentru a:

transmite, ca răspuns, într-un prim sub-cadru pe legătura descendentă, o primă multiplexare cu divizare în frecvenţă ortogonală, OFDM, transmisie formatată în conformitate cu o primă numerologie şi care transmite, într-un al doilea sub-cadru, o a doua transmisie OFDM formatată în conformitate cu o a doua numerologie, a doua numerologia diferă de prima numerologie, în care prima numerologie are o primă distanţare a sub-purtătoarelor şi a doua numerologie are o a doua distanţare a sub-purtătoarelor, prima distanţare a sub-purtătoarelor fiind diferită de a doua distanţare a sub-purtătoarelor.

73. Sistem conform revendicării 72, în care circuitele de procesare menţionate din echipamentul de reţea radio menţionat sunt configurate pentru a difuza, în plus, informaţii de acces la sistem pentru accesarea reţelei de comunicaţii fără fir.

74. Sistem conform revendicării 72 sau 73, în care circuitele de procesare menţionate din echipamentul de reţea radio sunt configurate pentru a transmite primul şi al doilea sub-cadru pe legătura descendentă pe aceeaşi purtătoare.

75. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-74, in care circuitele de procesare ale unei prime instanţe a echipamentului de reţea radio menţionat sunt configurate pentru a transmite al doilea semnal pe legătura descendentă care cuprinde indicele de configurare acces pe legătura ascendentă şi în care circuitele de procesare ale unei a doua instanţe a respectivului echipament de reţea radio sunt configurate pentru a transmite prima şi a doua transmisie OFDM.

76. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-75, în care prima şi a doua numerologie cuprind sub-cadre cu o primă şi o a doua lungime de sub-cadru, respectiv, prima lungime de sub-cadru fiind diferită de a doua lungime de sub-cadru.

77. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-76, in care sub-cadrele primei şi celei de-a doua numerologii cuprind primul şi al doilea număr predeterminat de simboluri OFDM, respectiv.

78. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-77, în care cel puţin una dintre prima şi a doua numerologie cuprinde sub-cadre cu lungimea de 250 microsecunde sau mai puţin.

79. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-78, in care circuitele de procesare din echipamentul de reţea radio menţionat sunt configurate pentru:
a transmite, intr-un simbol OFDM primul in timp al primului sau celui de-al doilea sub-cadru pe legătura descendentă, semnalizarea controlului pe legătura descendentă într-un prim set de sub-purtătoare al simbolului OFDM primul în timp şi datele de utilizator dedicate într-un al doilea set de sub-purtătoare al simbolului OFDM primul în timp.

80. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-79, in care circuitele de procesare menţionate din echipamentul de reţea radio menţionat este configurat pentru:
a primi date de confirmare, ACK sau confirmare negativă, NACK ca răspuns la prima transmisie OFDM in primul sub-cadru al legăturii descendente, într-un ultim simbol OFDM al unui interval de sub-cadre pe legătura ascendentă, cel puţin parţial, suprapus cu primul sub-cadru.

81. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-80, in care circuitele de procesare din echipamentul de reţea radio menţionat sunt configurate pentru a transmite o a treia transmisie OFDM formatată în conformitate cu prima numerologie, a treia transmisie OFDM ocupând un interval de timp de transmisie, TTI, având o lungime egală cu o multitudine de sub-cadre conform primei numerologii.

82. Sistem conform revendicării 75, în care circuitele de procesare ale unei a treia instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru a transmite primul semnal pe legătura descendentă.

83. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-82, in care circuitele de procesare ale unei instanţe a echipamentului de reţea radio menţionat sunt configurate pentru a efectua prima şi a doua transmisie OFDM şi pentru a procesa date pentru prima transmisie OFDM folosind un prim strat de protocol Control acces la mediu, MAC şi date de proces pentru respectiva a doua transmisie OFDM folosind un al doilea strat de protocol MAC, primul strat de protocol MAC diferind de cel de-al doilea strat de protocol MAC şi să proceseze mesajele care trebuie transportate de fiecare dintre primul şi cel de-al doilea strat de protocol MAC, folosind un singur strat de protocol comun Control Resurse Radio, RRC.

84. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-83, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:

a deservi un al cincilea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al cincilea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la cel de-al cincilea dispozitiv fără fir către un prim nod de reţea sau prim set de noduri de reţea, conform unui prim identificator de felie de reţea asociat cu cel de-al cincilea dispozitiv fără fir; şi

a deservi un al şaselea dispozitiv fără fir, în care deservirea celui de-al şaselea dispozitiv fără fir cuprinde trimiterea de date de la al şaselea dispozitiv fără fir la un al doilea nod de reţea

sau un al doilea set de noduri de reţea, conform unui al doilea identificator de felie de reţea asociat cu cel de-al şaselea dispozitiv fără fir, al doilea identificator de felie de reţea diferind de primul identificator de felie de reţea şi al doilea nod de reţea sau al doilea set de noduri de reţea diferind de primul nod de reţea sau primul set de noduri de reţea.

85. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-84, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:

a transmite semnale folosind protocolul cerere de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

86. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-85, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:

a primi semnale folosind protocolul cerere de repetare automată hibrid asincronă, HARQ.

87. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-86, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:
a primi pe canalul de control fizic pe legătura ascendentă cu aceeaşi numerologie ca şi pe canalul de date fizic.

88. Sistemul conform uneia dintre revendicările 72-87 in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentelor de reţea radio sunt configurate pentru:
a primi un preambul de acces aleatoriu de la un dispozitiv fără fir, in care preambulul de acces aleatoriu este format dintr-o concatenare de repetate de secvenţe scurte de mai multe ori, în care secvenţa scurtă are aceeaşi lungime ca lungimea simbolurilor OFDM utilizate pentru semnalizarea datelor utilizatorului.

89. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-88, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:
a transmite o indicaţie dispozitivului fără fir cu privire la ce resurse să utilizeze semnalul de referinţă cu informaţiile de stare a canalului, CSI-RS, pentru măsurători.

90. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-89, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentelor de reţea radio sunt configurate pentru:
a transmite, atunci când un dispozitiv fără fir funcţionează în modul latent, o solicitare de mesagerie către dispozitivul fără fir prin intermediul reţelei de bază.

91. Sistem conform uneia dintre revendicările 72-90, in care circuitele de procesare ale cel puţin unei instanţe a echipamentului de reţea radio sunt configurate pentru:
a transmite o configuraţie la dispozitivul fără fir care indică un set delimitat de resurse radio în care doar dispozitivul fără fir este configurat să funcţioneze.

92. Program de calculator, care cuprinde instrucţiuni care, atunci când sunt executate pe cel puţin un procesor, determină acel cel puţin un procesor să efectueze metoda conform oricăreia dintre revendicările 1 la 25 şi revendicările 26 la 45.

93. Mediu de stocare citibil de calculator, care conţine programul de calculator conform revendicării 92.

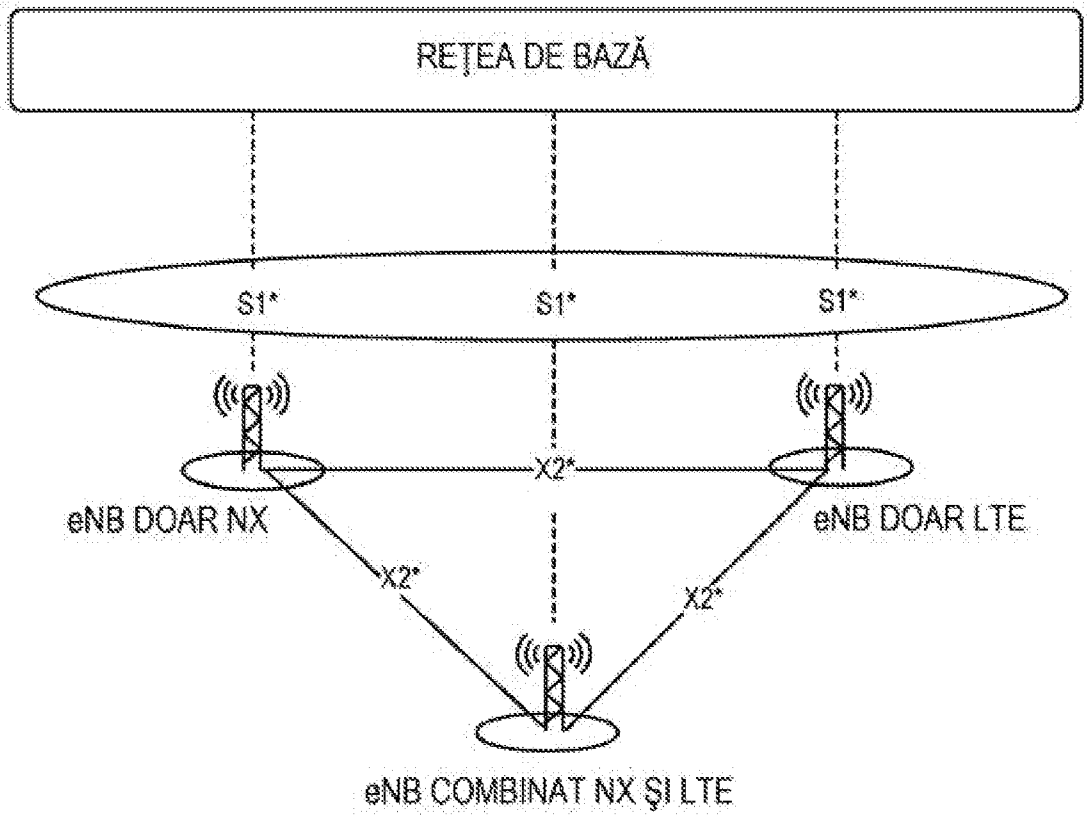

REŢEA DE BAZĂ
S1*
S1*
S1*
X2*
eNB DOAR NX
eNB DOAR LTE
X2*
X2*
eNB COMBINAT NX ŞI LTE

FIG. 1

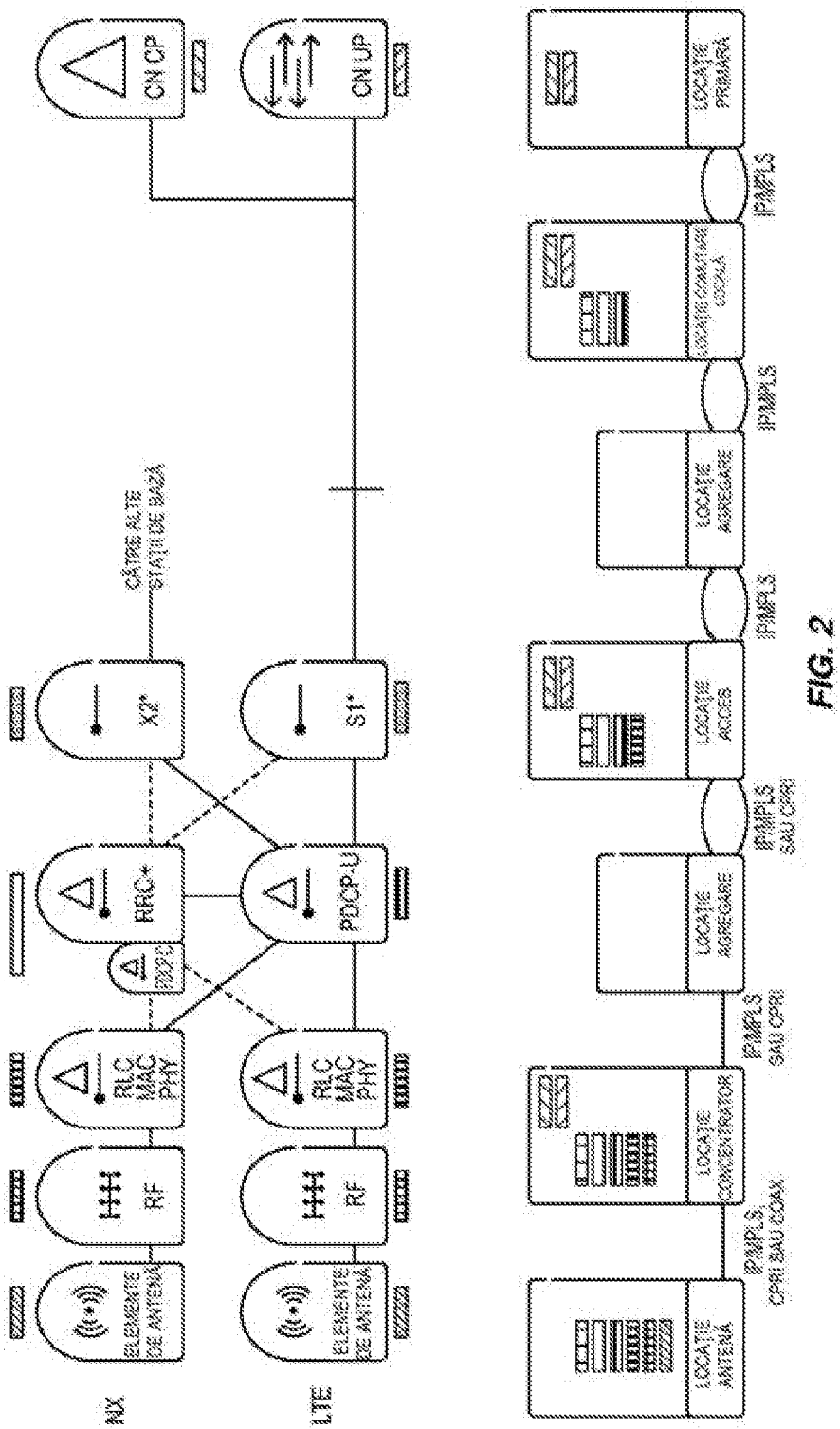

CN CP
CN UP
CĂTRE ALTE STAȚII DE BAZĂ
X2*
S1*
RRC*
PDCP*
PDCP-U
RLC
MAC
PHY
RF
ELEMENTE DE ANTENĂ
NX
LTE
LOCAȚIE PRIMARĂ
LOCAȚIE CONCENTRATOR OPTICĂ
LOCAȚIE AGREGARE
LOCAȚIE ACCES
LOCAȚIE CONCENTRATOR
LOCAȚIE ANTENĂ
IP/MPLS
IP/MPLS SAU CPRI
IP/MPLS SAU CPRI
IP/MPLS CPRI SAU COAX

FIG. 2

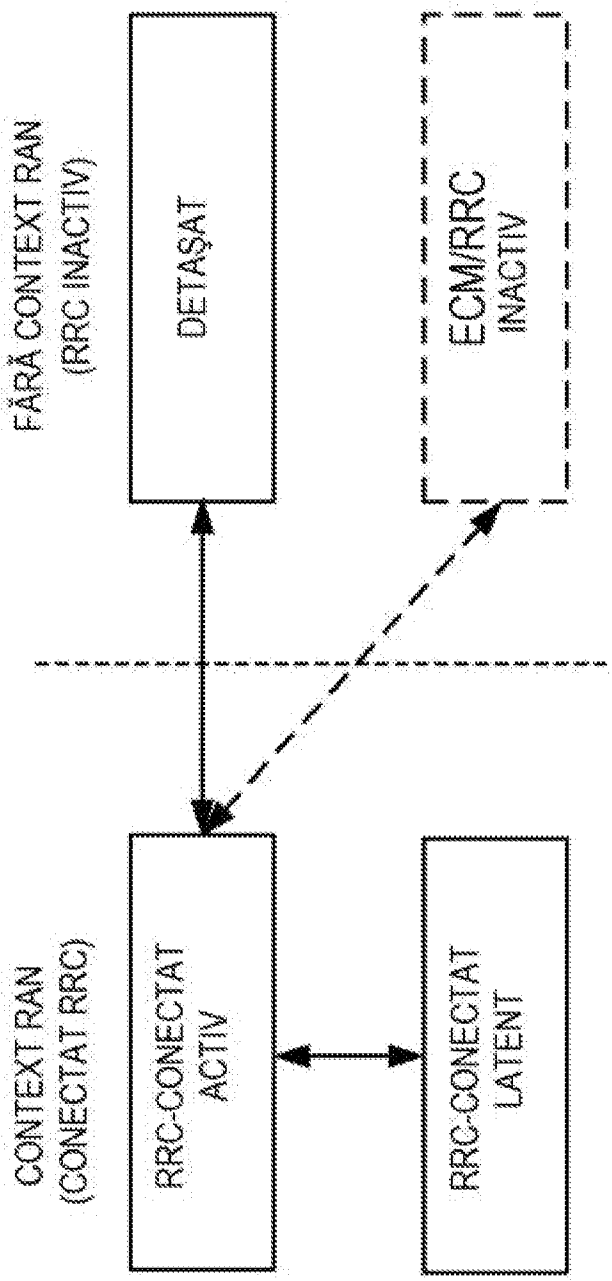

FĂRĂ CONTEXT RAN
(RRC INACTIV)
DETAȘAT
ECM/RRC
INACTIV
CONTEXT RAN
(CONECTAT RRC)
RRC-CONECTAT
ACTIV
RRC-CONECTAT
LATENT

FIG. 3

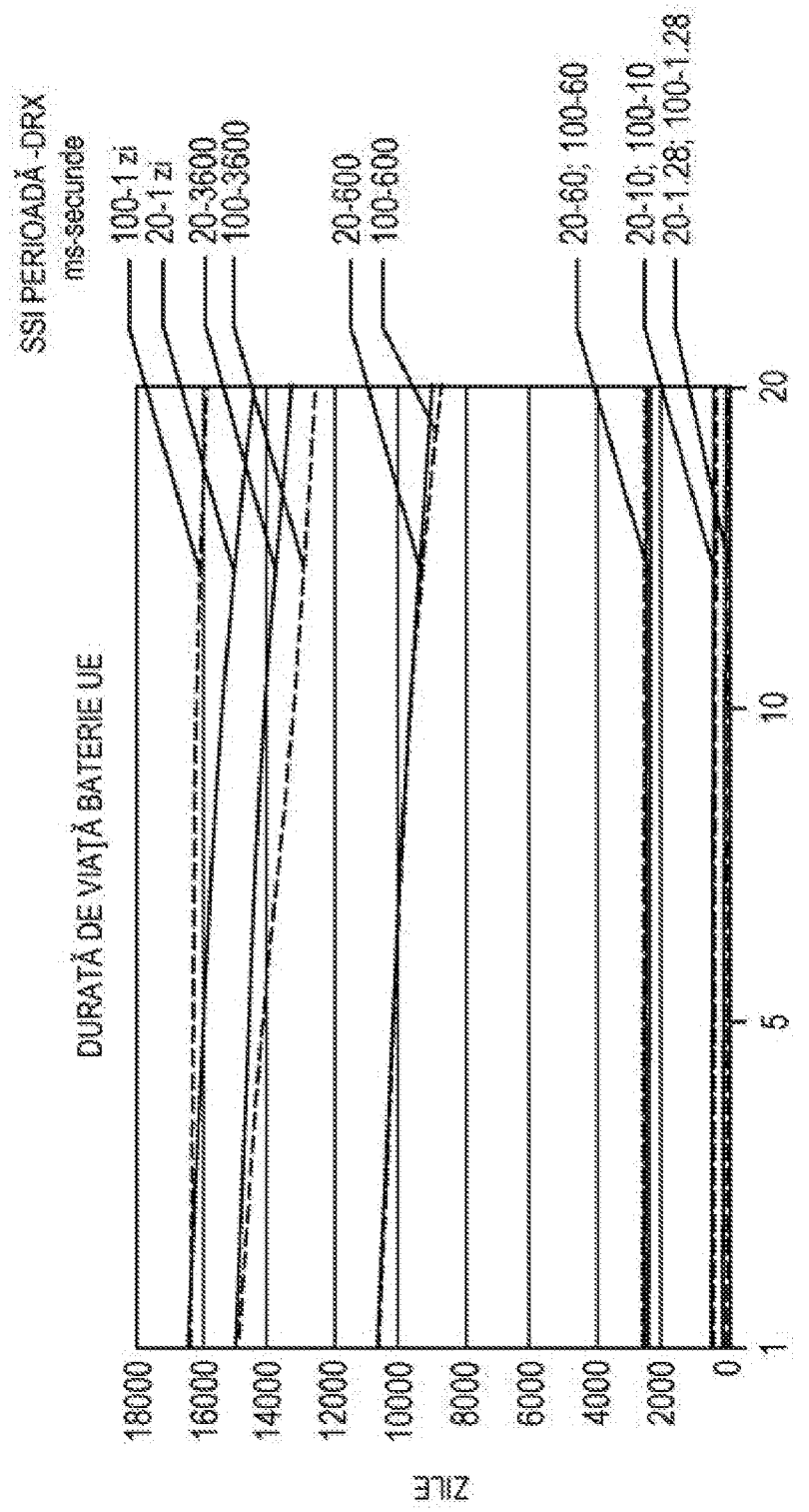

SSI PERIOADĂ -DRX
ms-secunde
100-1 zi
20-1 zi
20-3600
100-3600
20-600
100-600
20-60; 100-60
20-10; 100-10
20-1.28; 100-1.28
DURATĂ DE VIAȚĂ BATERIE UE
ZILE
18000
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1
5
10
20
ABATERE CEAS - PPM

FIG. 4

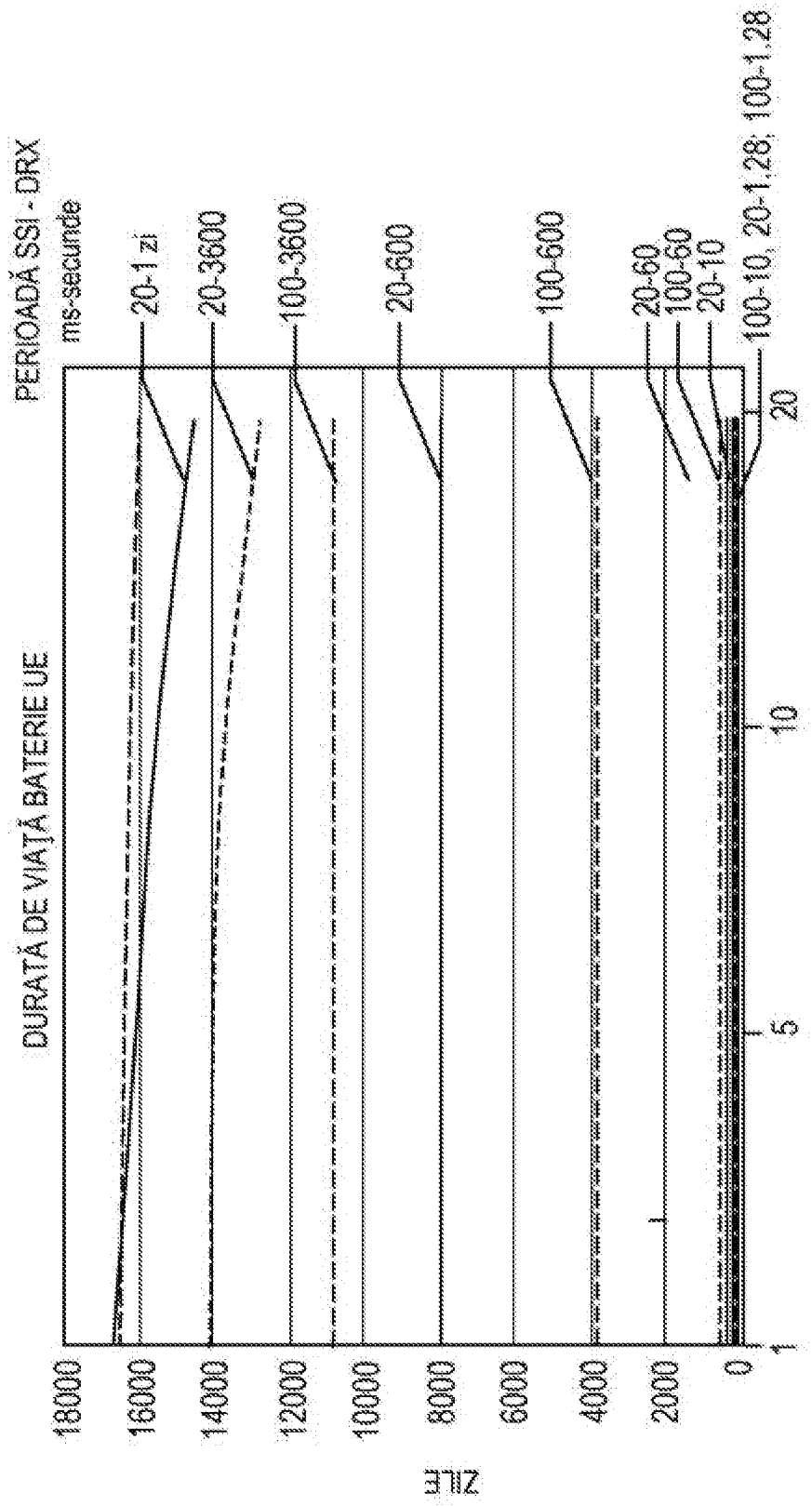

PERIOADĂ SSI - DRX
ms-secunde
DURATĂ DE VIAȚĂ BATERIE UE
ZILE
ABATERE CEAS - PPM
20-1 zi
20-3600
100-3600
20-600
100-600
20-60
100-60
20-10
100-10, 20-1,28, 100-1,28
18000
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1
5
10
20

FIG. 5

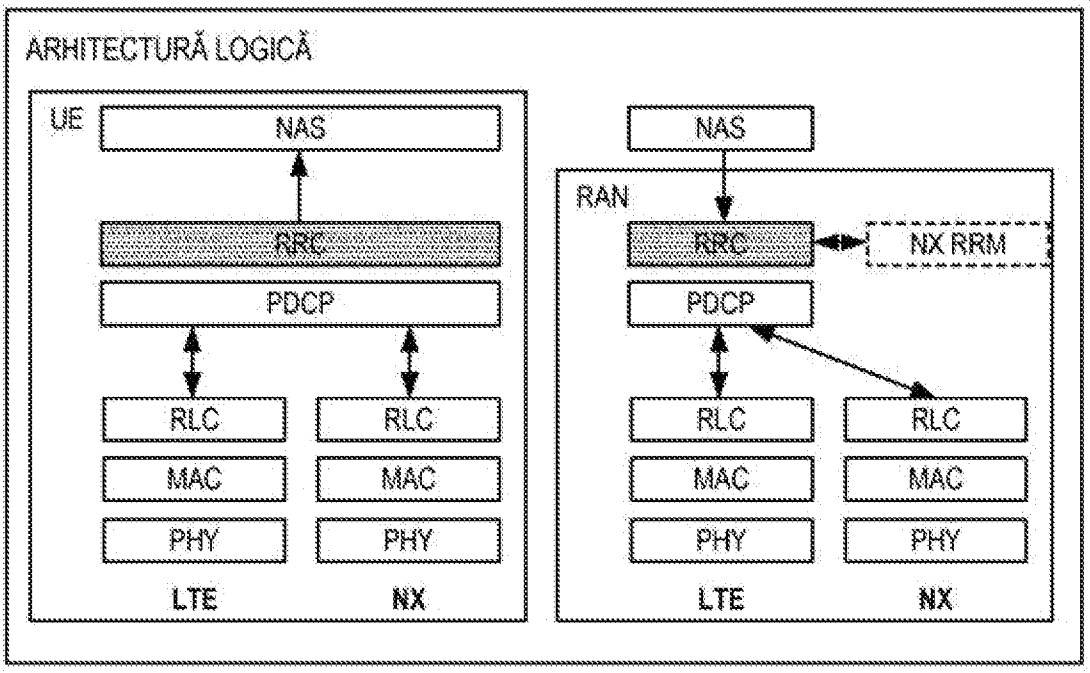

ARHITECTURĂ LOGICĂ
UE
NAS
RRC
PDCP
RLC
RLC
MAC
MAC
PHY
PHY
LTE
NX
NAS
RAN
RRC
NX RRM
PDCP
RLC
RLC
MAC
MAC
PHY
PHY
LTE
NX

FIG. 6

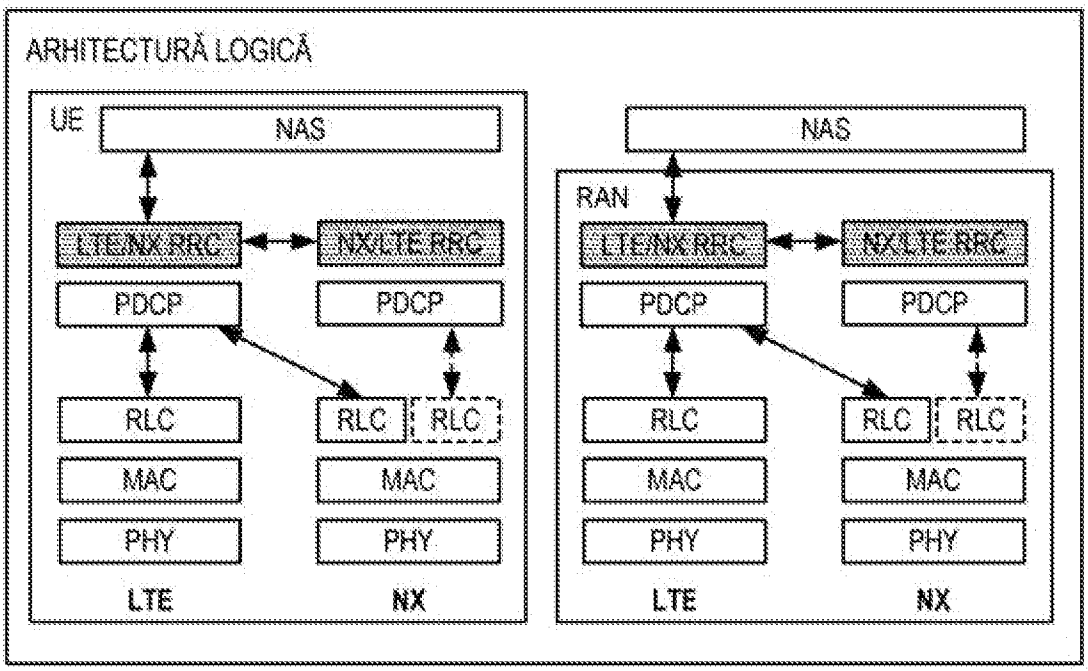

ARHITECTURĂ LOGICĂ
UE
NAS
LTE/NX RRC
NX/LTE RRC
PDCP
PDCP
RLC
RLC
RLC
MAC
MAC
PHY
PHY
LTE
NX
NAS
RAN
LTE/NX RRC
NX/LTE RRC
PDCP
PDCP
RLC
RLC
RLC
MAC
MAC
PHY
PHY
LTE
NX

FIG. 7

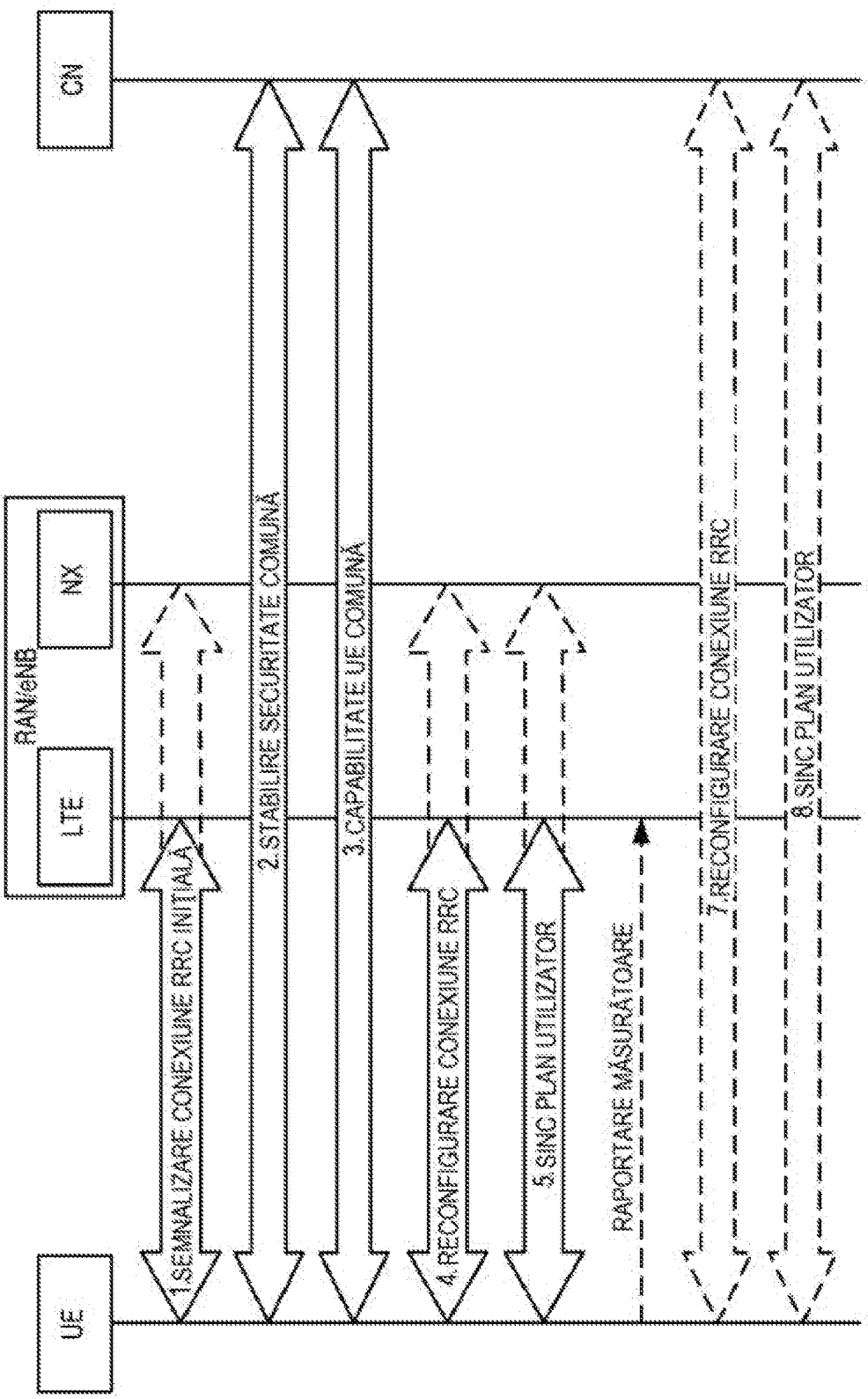

CN
RAN/eNB
NX
LTE
UE
1.SEMNALIZARE CONEXIUNE RRC INITIALĂ
2.STABILIRE SECURITATE COMUNĂ
3.CAPABILITATE UE COMUNĂ
4.RECONFIGURARE CONEXIUNE RRC
5.SINC PLAN UTILIZATOR
RAPORTARE MĂSURĂTOARE
7.RECONFIGURARE CONEXIUNE RRC
8.SINC PLAN UTILIZATOR

FIG. 8

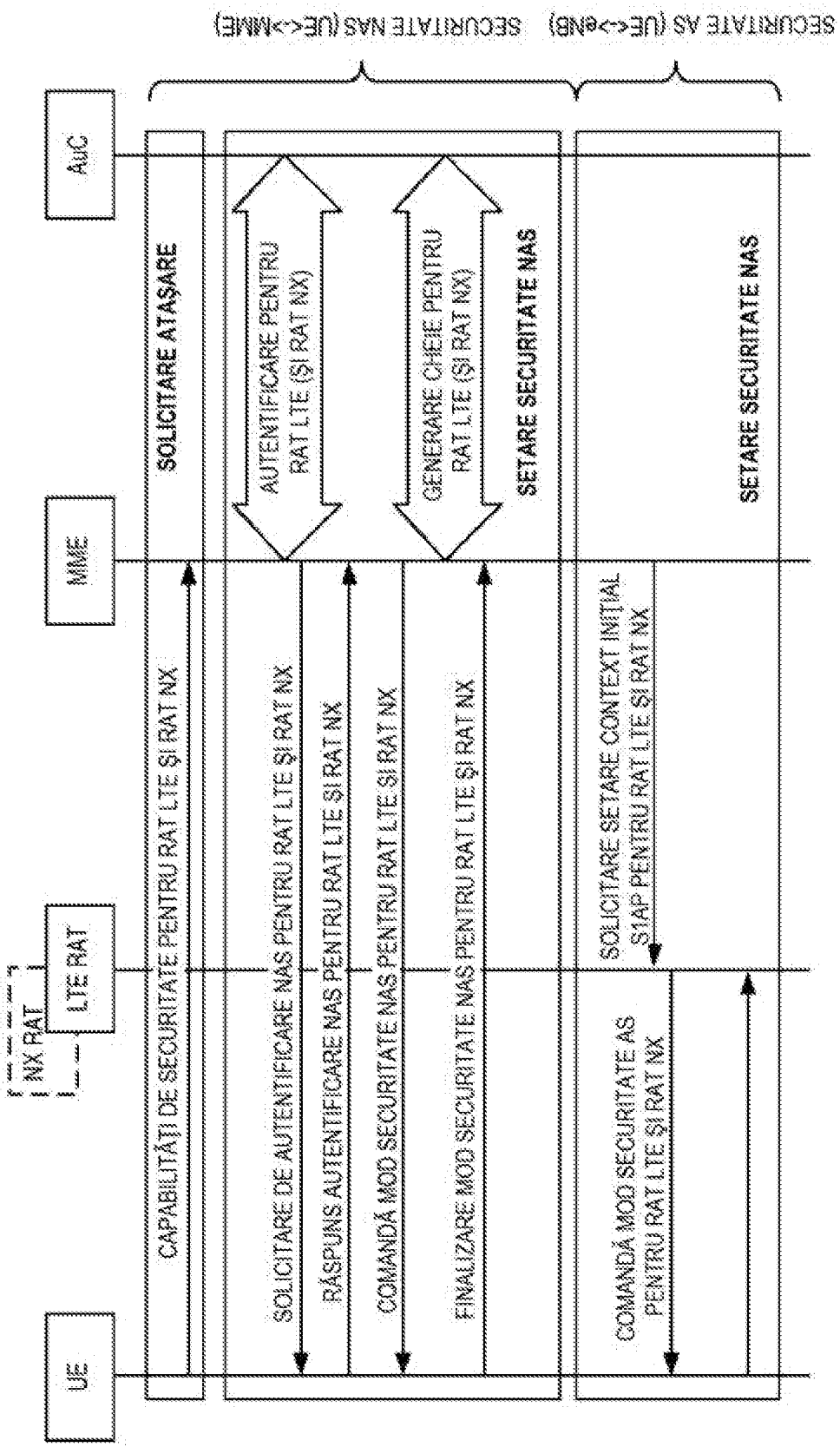

SECURITATE AS (UE<->eNB)
SECURITATE NAS (UE<->MME)
UE
NX RAT
LTE RAT
MME
AuC
CAPABILITĂȚI DE SECURITATE PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
SOLICITARE ATAȘARE
SOLICITARE DE AUTENTIFICARE NAS PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
AUTENTIFICARE PENTRU RAT LTE (ȘI RAT NX)
RĂSPUNS AUTENTIFICARE NAS PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
COMANDĂ MOD SECURITATE NAS PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
GENERARE CHEIE PENTRU RAT LTE (ȘI RAT NX)
FINALIZARE MOD SECURITATE NAS PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
SETARE SECURITATE NAS
SOLICITARE SETARE CONTEXT INITIAL S1AP PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
COMANDĂ MOD SECURITATE AS PENTRU RAT LTE ȘI RAT NX
SETARE SECURITATE NAS

FIG. 9

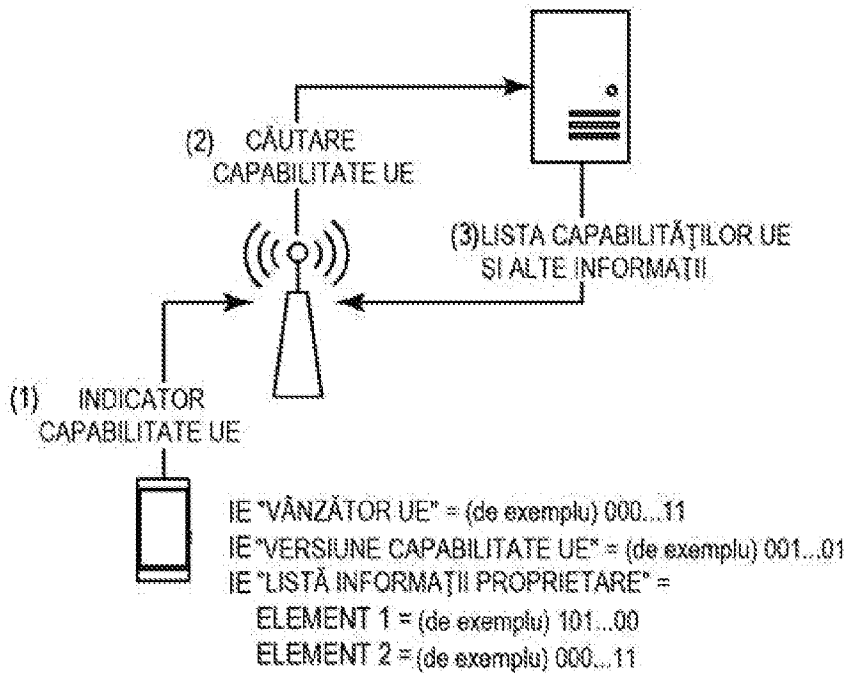

(2) CĂUTARE CAPABILITATE UE
(3)LISTA CAPABILITĂŢILOR UE SI ALTE INFORMAŢII
(1) INDICATOR CAPABILITATE UE
IE "VÂNZĂTOR UE" = (de exemplu) 000...11
IE "VERSIUNE CAPABILITATE UE" = (de exemplu) 001...01
IE "LISTĂ INFORMAŢII PROPRIETARE" =
ELEMENT 1 = (de exemplu) 101...00
ELEMENT 2 = (de exemplu) 000...11

FIG. 10

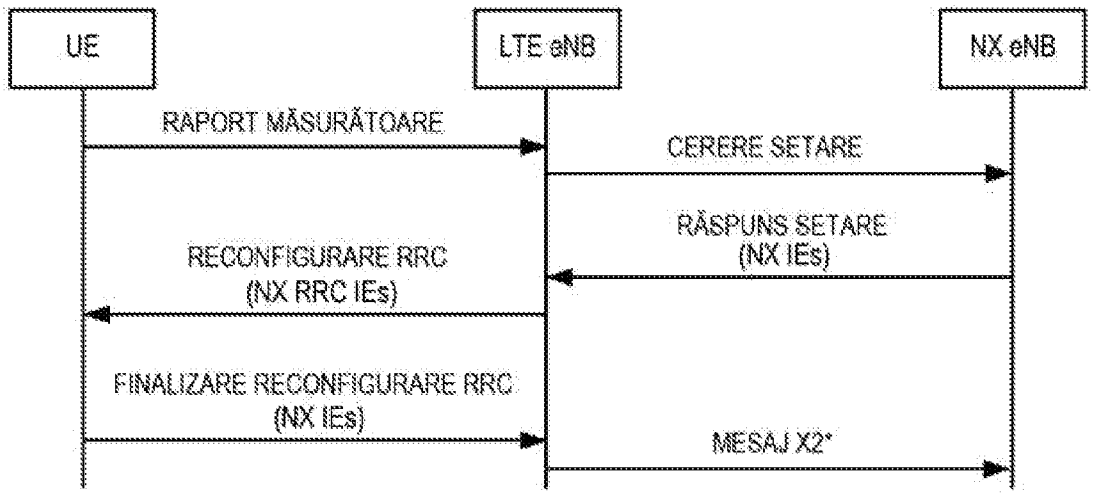

UE
LTE eNB
NX eNB
RAPORT MĂSURĂTOARE
CERERE SETARE
RĂSPUNS SETARE (NX IEs)
RECONFIGURARE RRC (NX RRC IEs)
FINALIZARE RECONFIGURARE RRC (NX IEs)
MESAJ X2*

FIG. 11

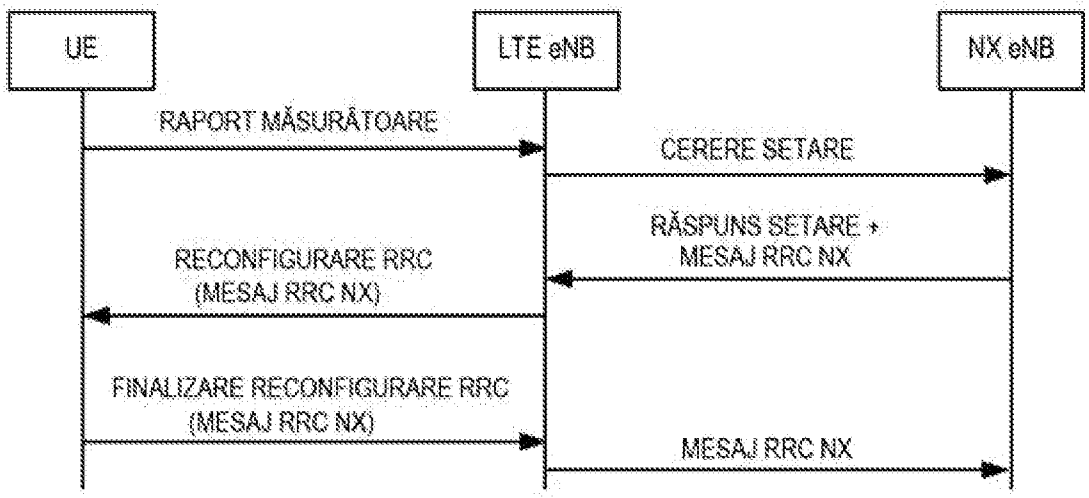

UE
LTE eNB
NX eNB
RAPORT MĂSURĂTOARE
CERERE SETARE
RĂSPUNS SETARE + MESAJ RRC NX
RECONFIGURARE RRC (MESAJ RRC NX)
FINALIZARE RECONFIGURARE RRC (MESAJ RRC NX)
MESAJ RRC NX

FIG. 12

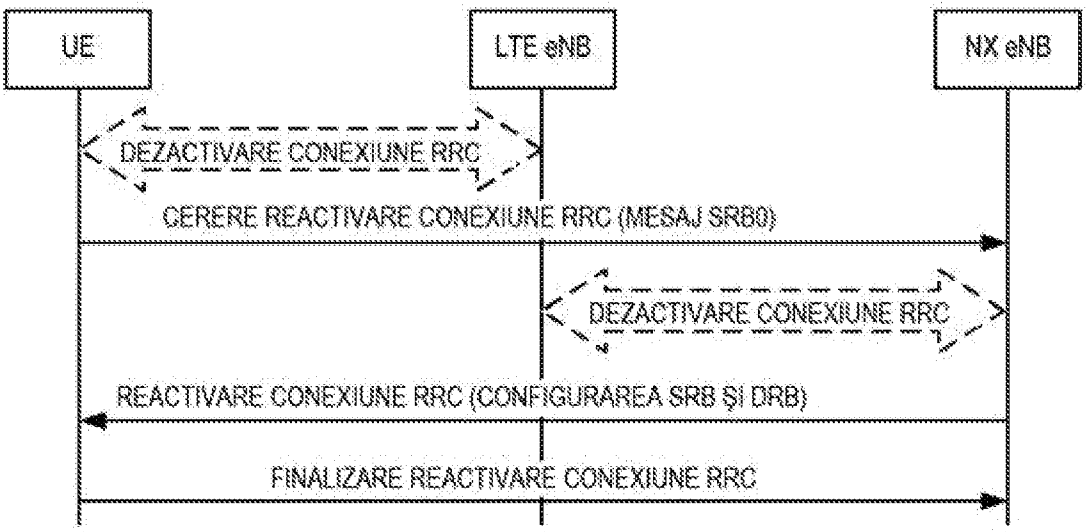

UE
LTE eNB
NX eNB
DEZACTIVARE CONEXIUNE RRC
CERERE REACTIVARE CONEXIUNE RRC (MESAJ SRB0)
DEZACTIVARE CONEXIUNE RRC
REACTIVARE CONEXIUNE RRC (CONFIGURAREA SRB ŞI DRB)
FINALIZARE REACTIVARE CONEXIUNE RRC

FIG. 13

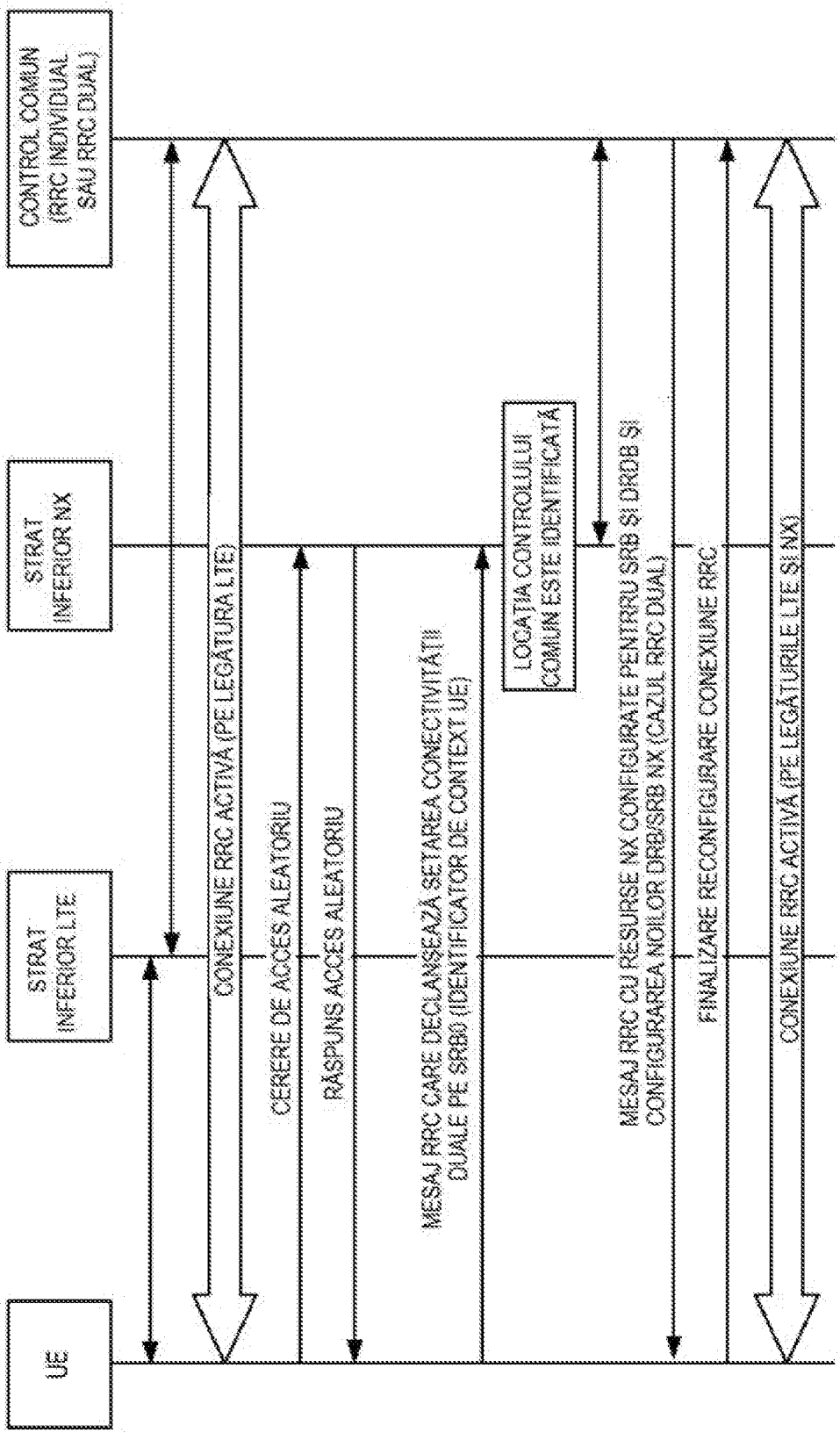

UE
STRAT INFERIOR LTE
STRAT INFERIOR NX
CONTROL COMUN (RRC INDIVIDUAL SAU RRC DUAL)
CONEXIUNE RRC ACTIVĂ (PE LEGĂTURA LTE)
CERERE DE ACCES ALEATORIU
RĂSPUNS ACCES ALEATORIU
MESAJ RRC CARE DECLANȘEAZĂ SETAREA CONECTIVITĂȚII DUALE PE SRB0 (IDENTIFICATOR DE CONTEXT UE)
LOCAȚIA CONTROLULUI COMUN ESTE IDENTIFICATĂ
MESAJ RRC CU RESURSE NX CONFIGURATE PENTRU SRB ȘI DRDB ȘI CONFIGURAREA NOILOR DRB/SRB NX (CAZUL RRC DUAL)
FINALIZARE RECONFIGURARE CONEXIUNE RRC
CONEXIUNE RRC ACTIVĂ (PE LEGĂTURILE LTE ȘI NX)

FIG. 14

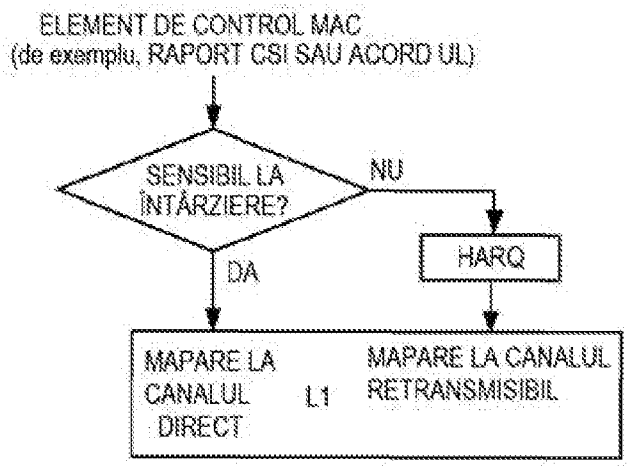


FIG. 15

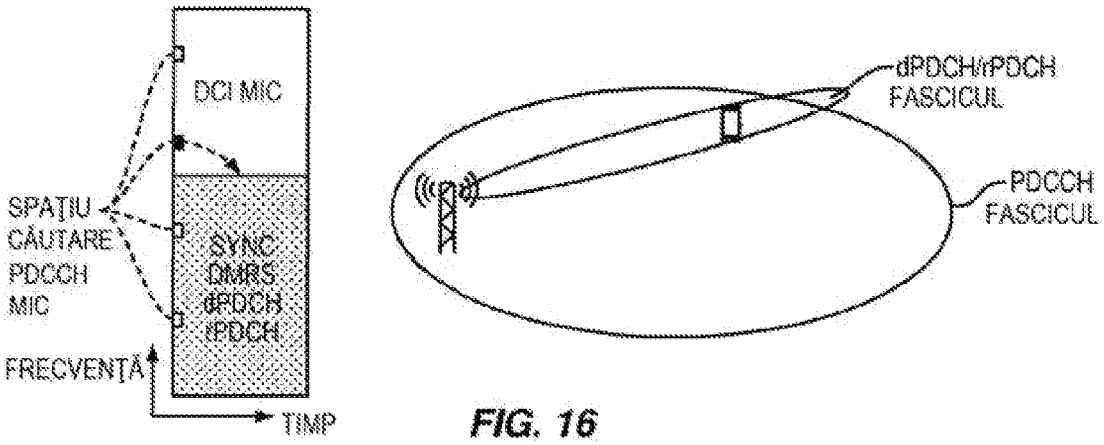


FIG. 16

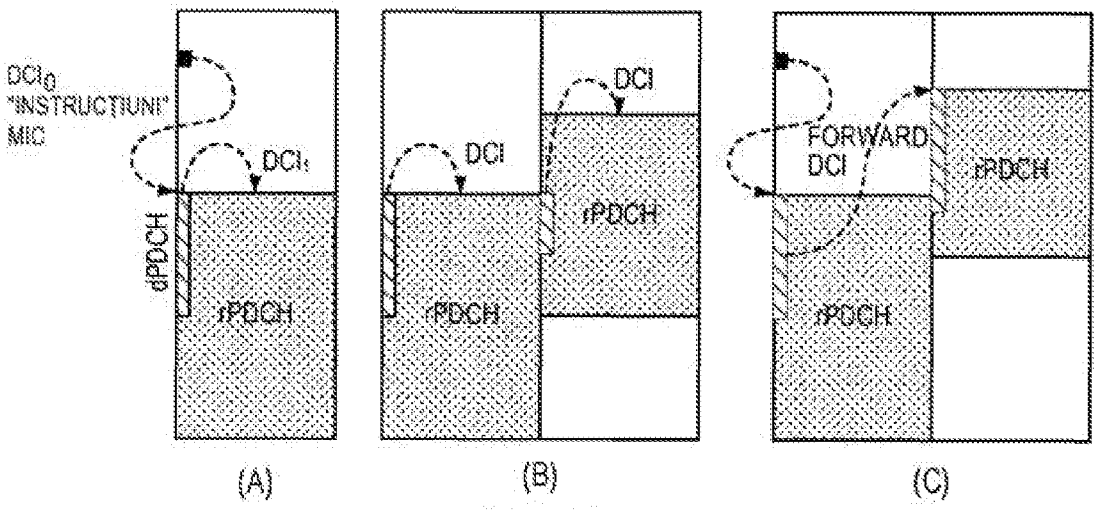


FIG. 17

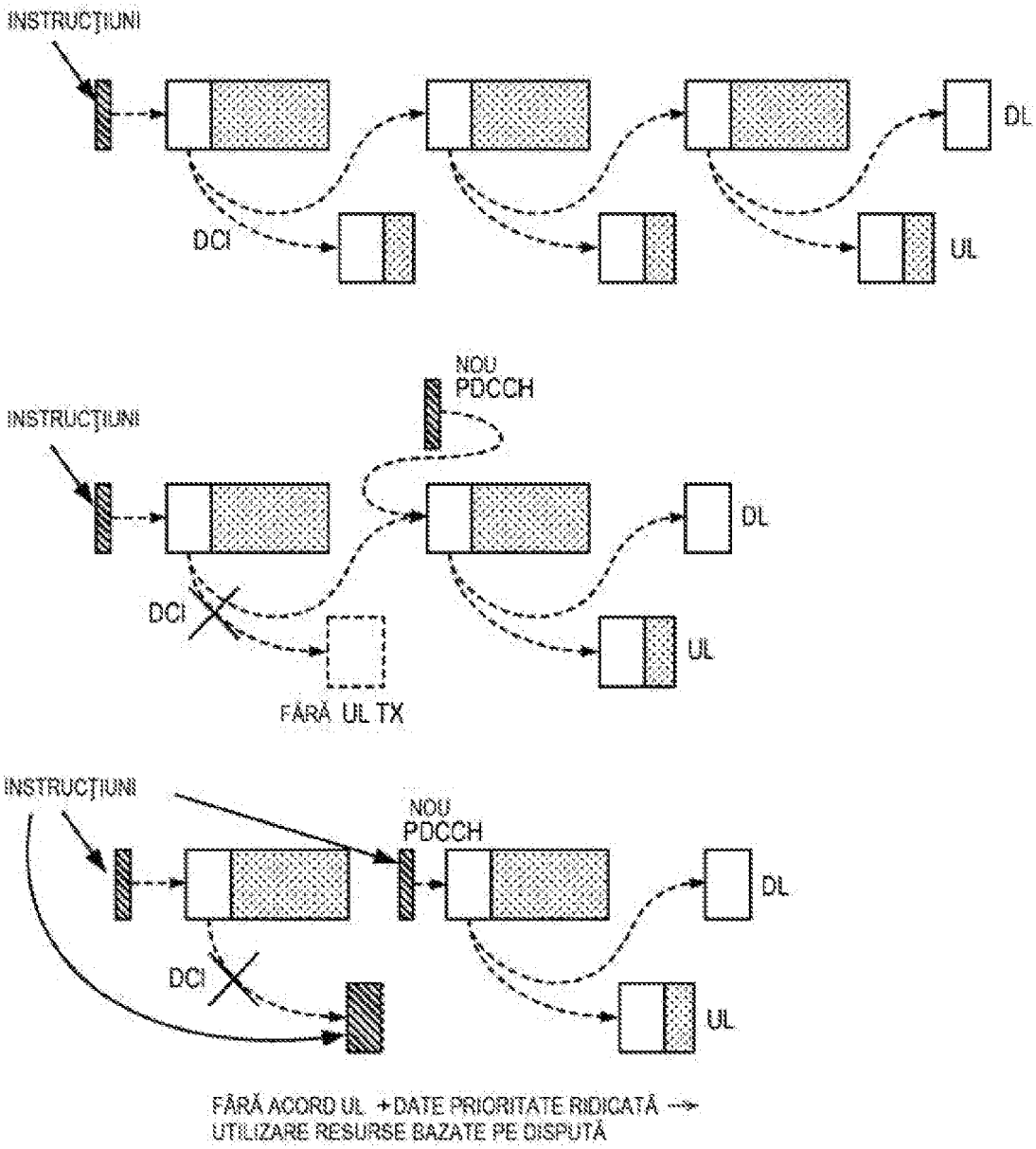

INSTRUCȚIUNI
DCI
DL
UL
INSTRUCȚIUNI
NOU PDCCH
DCI
DL
UL
FĂRĂ UL TX
INSTRUCȚIUNI
NOU PDCCH
DCI
DL
UL
FĂRĂ ACORD UL + DATE PRIORITATE RIDICATĂ →
UTILIZARE RESURSE BAZATE PE DISPUTĂ

FIG. 18

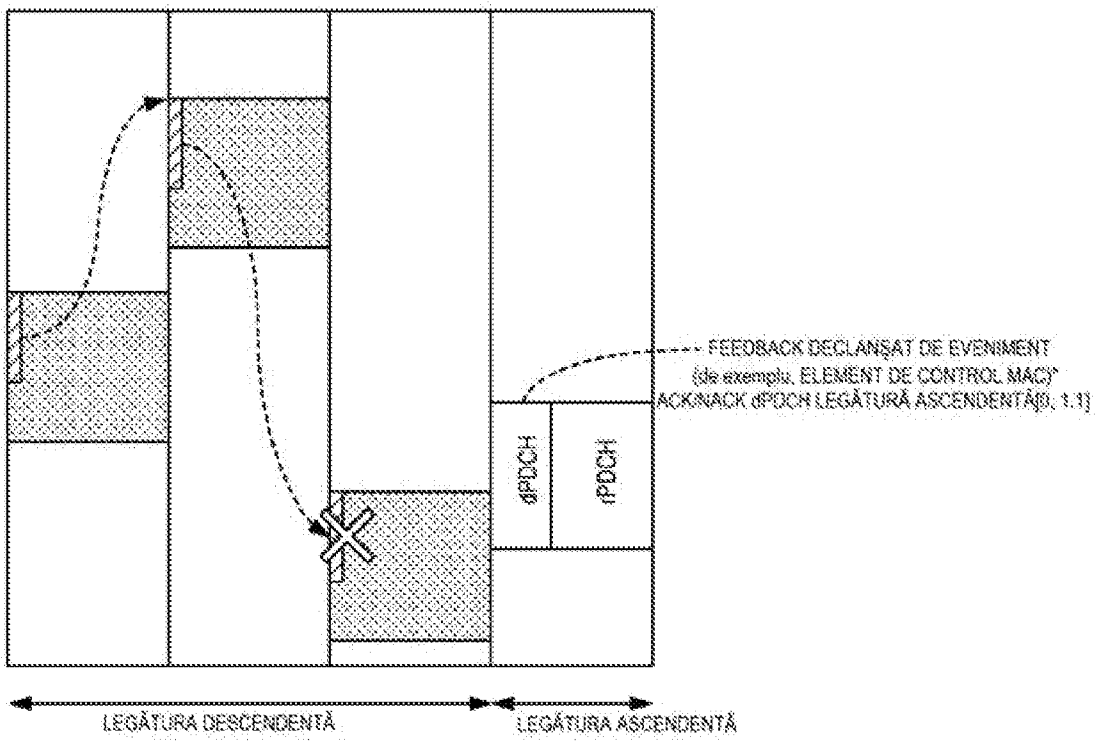

FEEDBACK DECLANŞAT DE EVENIMENT
(de exemplu, ELEMENT DE CONTROL MAC)*
ACK/NACK dPDCH LEGĂTURĂ ASCENDENTĂ(0, 1.1)
dPDCH
dPDCH
LEGĂTURA DESCENDENTĂ
LEGĂTURA ASCENDENTĂ

FIG. 19

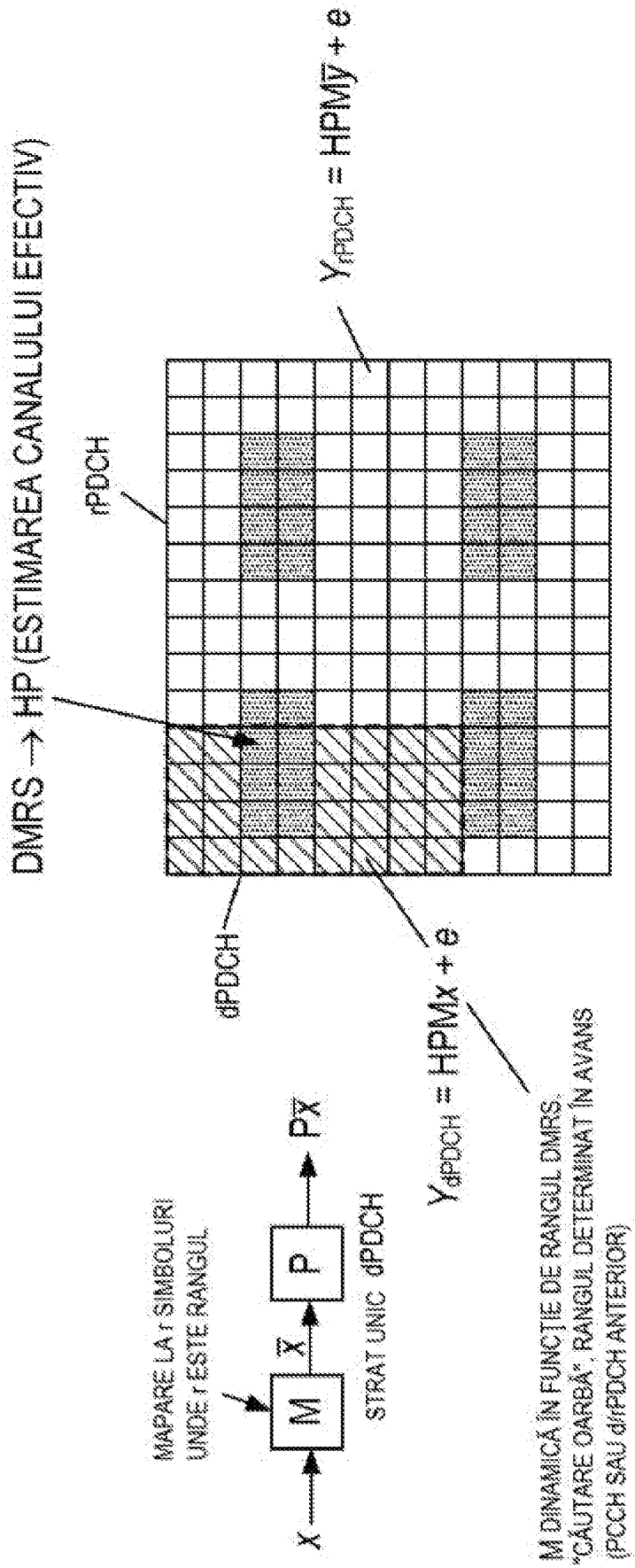

DMRS → HP (ESTIMAREA CANALULUI EFECTIV)
rPDCH
$Y_{rPDCH} = HPM\bar{y} + e$
dPDCH
$Y_{dPDCH} = HPMx + e$
M DINAMICĂ ÎN FUNCȚIE DE RANGUL DMRS.
"CĂUTARE OARBĂ", RANGUL DETERMINAT ÎN AVANS
(PCCH SAU d/rPDCH ANTERIOR)
MAPARE LA r SIMBOLURI
UNDE r ESTE RANGUL
STRAT UNIC dPDCH
x
M
$\bar{x}$
P
$P\bar{x}$

FIG. 20

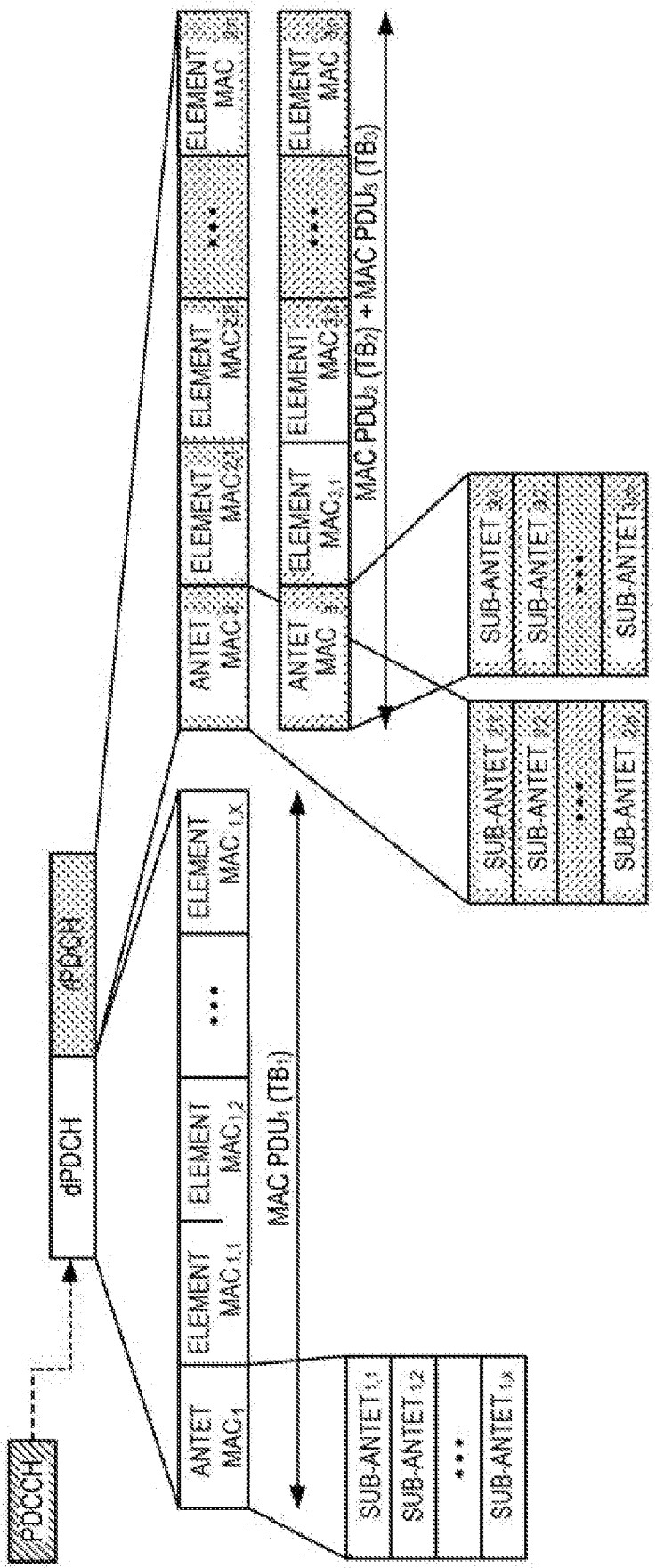

PDCCH
dPDCH
dPDCH
ANTET MAC 1
ELEMENT MAC 1.1
ELEMENT MAC 1.2
...
ELEMENT MAC 1.X
MAC PDU1 (TB1)
SUB-ANTET 1.1
SUB-ANTET 1.2
...
SUB-ANTET 1.X
ANTET MAC 2
ELEMENT MAC 2.1
ELEMENT MAC 2.2
...
ELEMENT MAC 2.Y
ANTET MAC 3
ELEMENT MAC 3.1
ELEMENT MAC 3.2
...
ELEMENT MAC 3.Z
MAC PDU2 (TB2) + MAC PDU3 (TB3)
SUB-ANTET 2.1
SUB-ANTET 2.2
...
SUB-ANTET 2.Y
SUB-ANTET 3.1
SUB-ANTET 3.2
...
SUB-ANTET 3.Z

FIG. 21

FIG. 22

INDEX	VALORI LCID PENTRU PDCH-UL
00000	CCCH
00001-01010	IDENTITATEA CANALULUI LOGIC (10 DIFERIȚI)
01011-10101	REZERVAT
10110	RAPORT PUTERE LIBERĂ
10111	C-RNTI
11000	BSR TRUNCHIAT
11001	BSR SCURT
11010	BSR LUNG
11011	FEEDBACK MĂSURARE RS
11100	FEEDBACK CSI LEGĂTURĂ DE REZERVĂ
11101	FEEDBACK HARQ LEGĂTURĂ DE REZERVĂ
11110	INFORMAȚII DE TRANSMISIE RS
11111	UMPLERE

INDEX	VALORI LCID PENTRU DL-PDCH
00000	CCCH
00001-01010	IDENTITATEA CANALULUI LOGIC (10 DIFERIȚI)
01011-10101	REZERVAT
11000	DCI - ACORD UL - ALOCARE DL - COMANDĂ CONTROL PUTERE - COMANDĂ TRANSMISIE RS - INFORMAȚII TRANSMISIE RS
11001	IDENTITATE DE REZOLUȚIE DISPUTĂ
11010	COMANDĂ AVANSARE TIMP
11011	COMANDĂ DRX
11100	FEEDBACK MĂSURARE RS
11101	FEEDBACK CSI LEGĂTURĂ DE REZERVĂ
11110	FEEDBACK HARQ LEGĂTURĂ DE REZERVĂ
11111	UMPLERE

FIG. 23

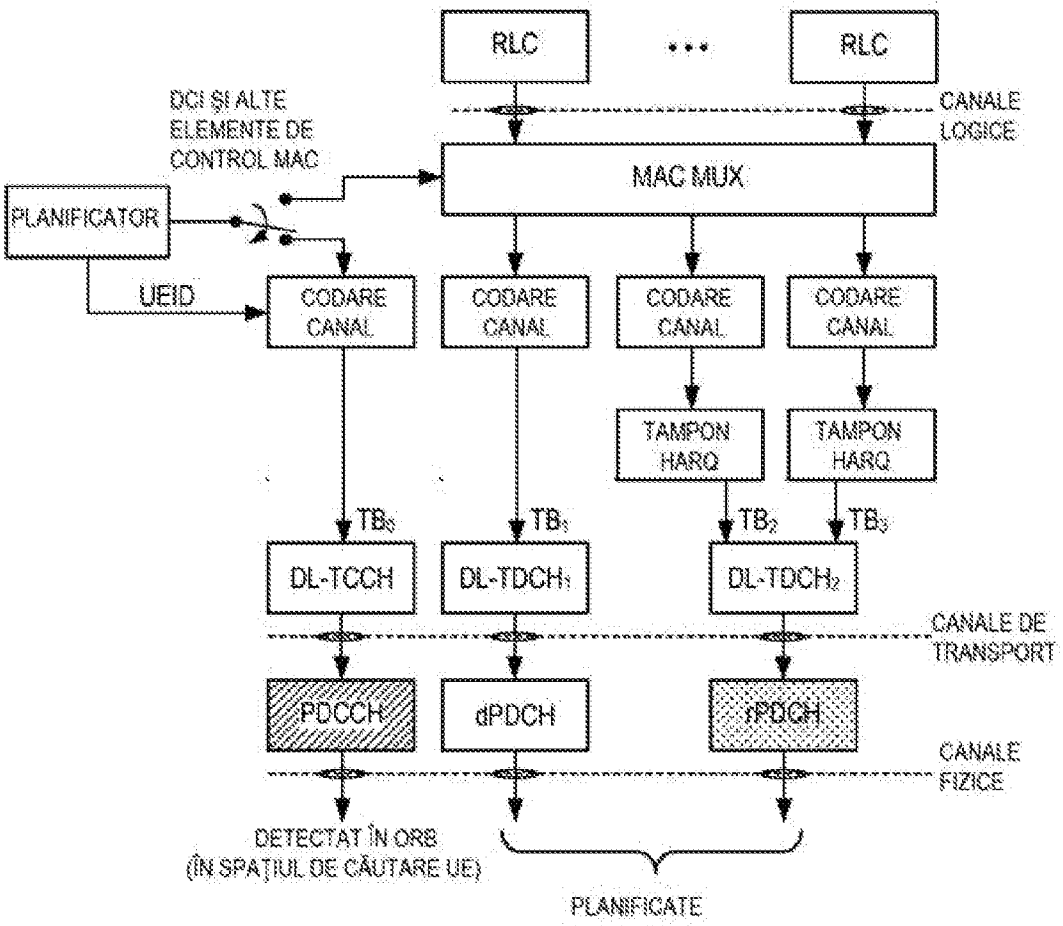

RLC
RLC
CANALE LOGICE
DCI ŞI ALTE ELEMENTE DE CONTROL MAC
MAC MUX
PLANIFICATOR
UEID
CODARE CANAL
CODARE CANAL
CODARE CANAL
CODARE CANAL
TAMPON HARQ
TAMPON HARQ
TB0
TB1
TB2
TB3
DL-TCCH
DL-TDCH1
DL-TDCH2
CANALE DE TRANSPORT
PDCCH
dPDCH
rPDCH
CANALE FIZICE
DETECTAT ÎN ORB (ÎN SPAŢIUL DE CĂUTARE UE)
PLANIFICATE

FIG. 24

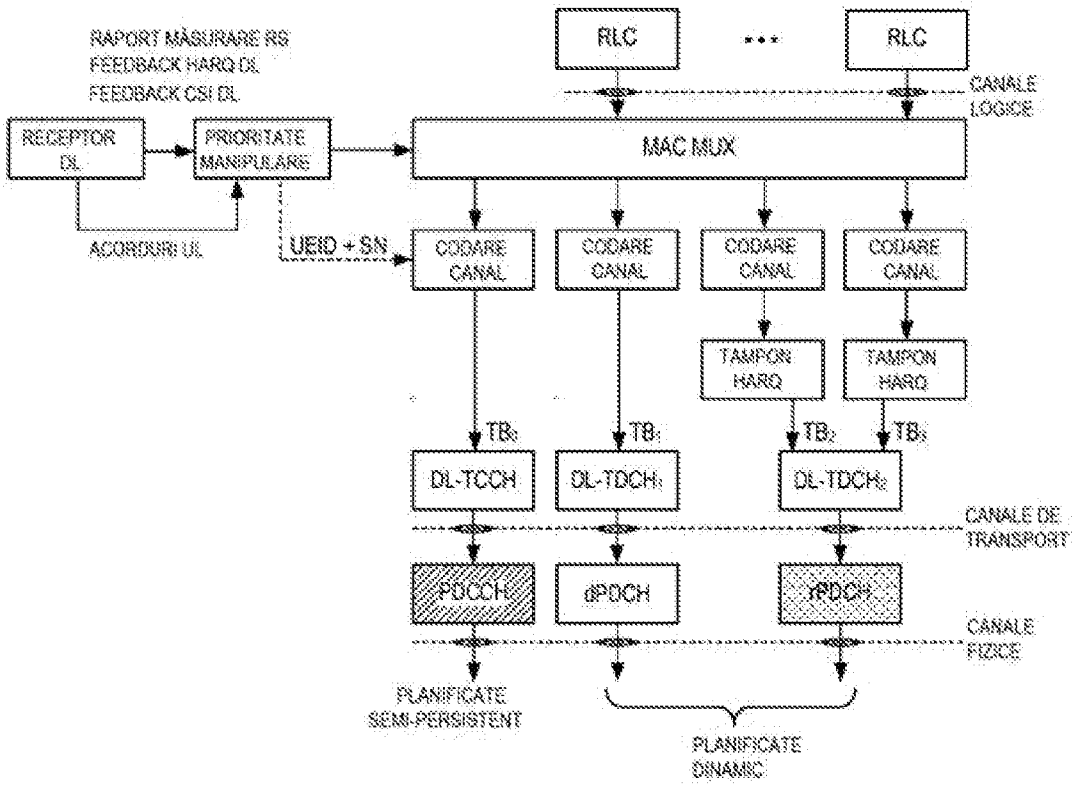

RAPORT MĂSURARE RS
FEEDBACK HARQ DL
FEEDBACK CSI DL
RECEPTOR DL
PRIORITATE MANIPULARE
ACORDURI UL
UEID + SN
RLC
RLC
CANALE LOGICE
MAC MUX
CODARE CANAL
CODARE CANAL
CODARE CANAL
CODARE CANAL
TAMPON HARQ
TAMPON HARQ
DL-TCCH
DL-TDCH1
DL-TDCH2
CANALE DE TRANSPORT
PDCCH
dPDCH
dPDCH
CANALE FIZICE
PLANIFICATE SEMI-PERSISTENT
PLANIFICATE DINAMIC

FIG. 25

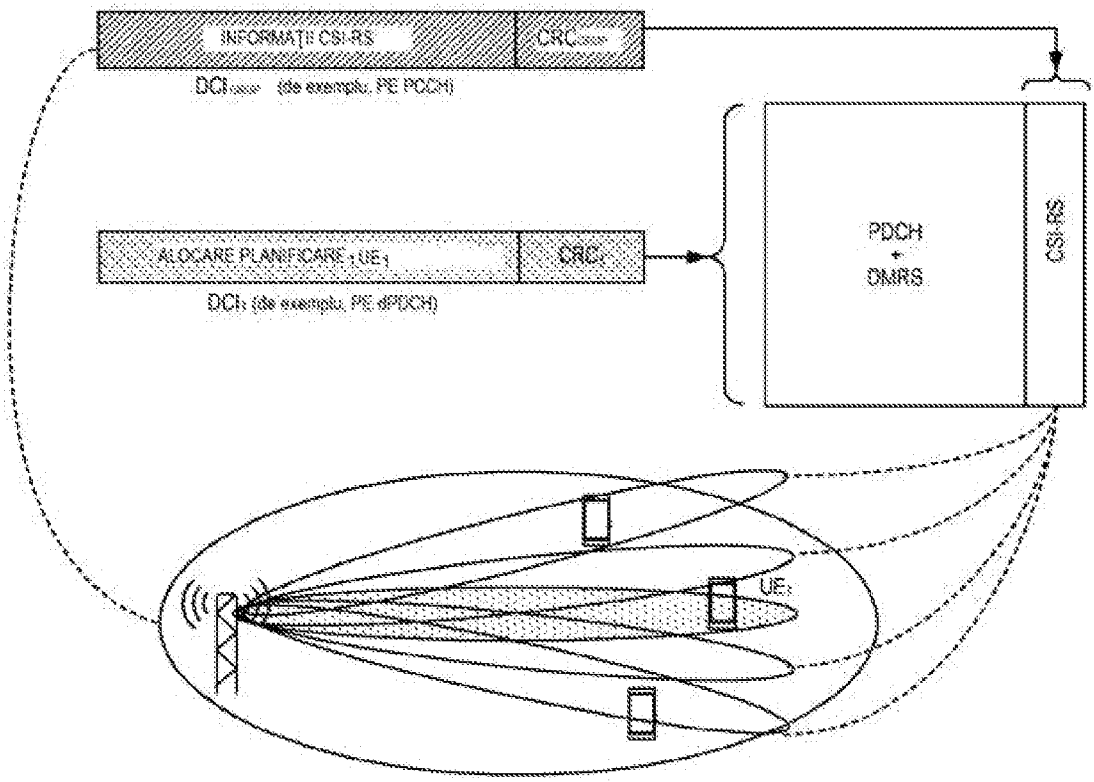

INFORMAȚII CSI-RS
CRC
DCI (de exemplu, PE PDCH)
ALOCARE PLANIFICARE - UE1
CRC
DCI1 (de exemplu, PE dPDCH)
PDCH + DMRS
CSI-RS
UE1

FIG. 26

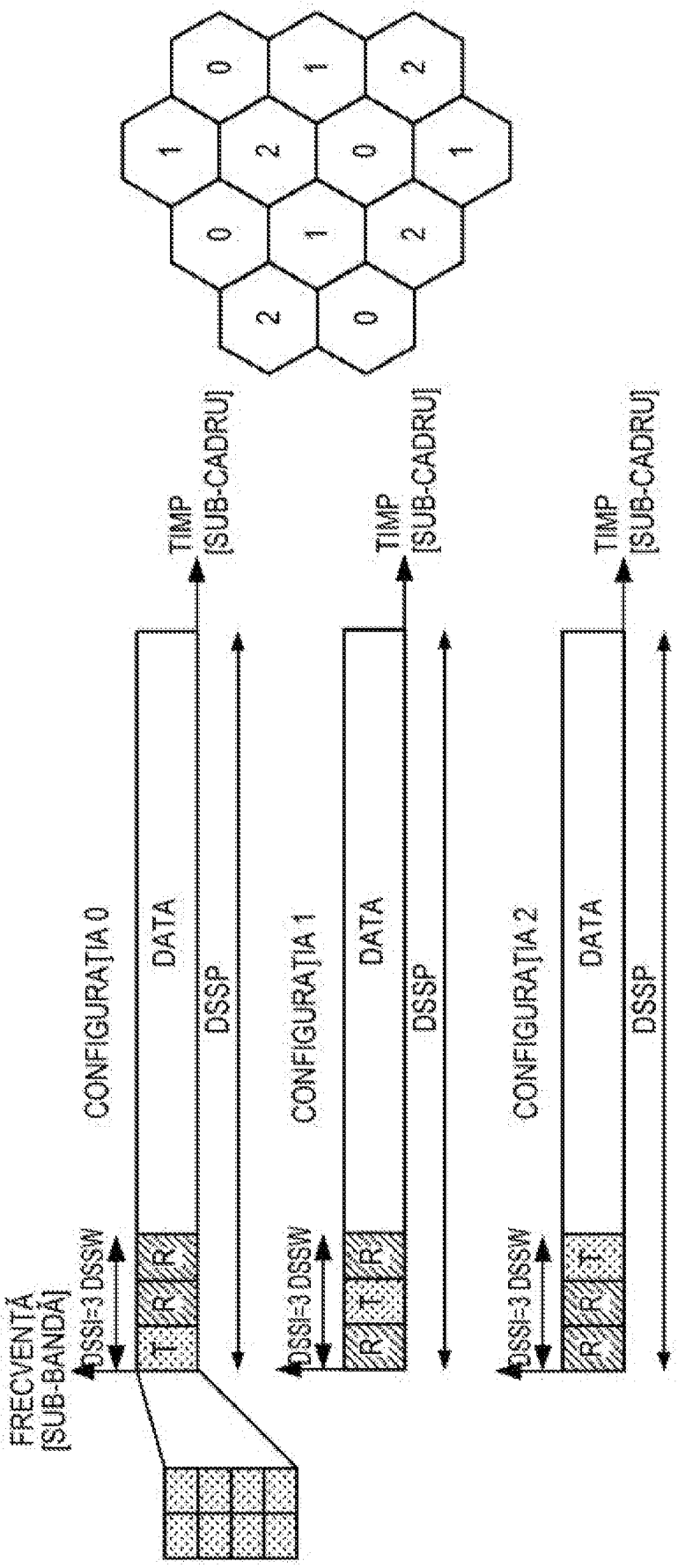

0
1
2
1
2
0
1
0
1
2
2
0
FRECVENȚĂ [SUB-BANDĂ]
DSSI=3 DSSW
CONFIGURAȚIA 0
DATA
DSSP
TIMP [SUB-CADRU]
CONFIGURAȚIA 1
CONFIGURAȚIA 2
T
R

FIG. 27

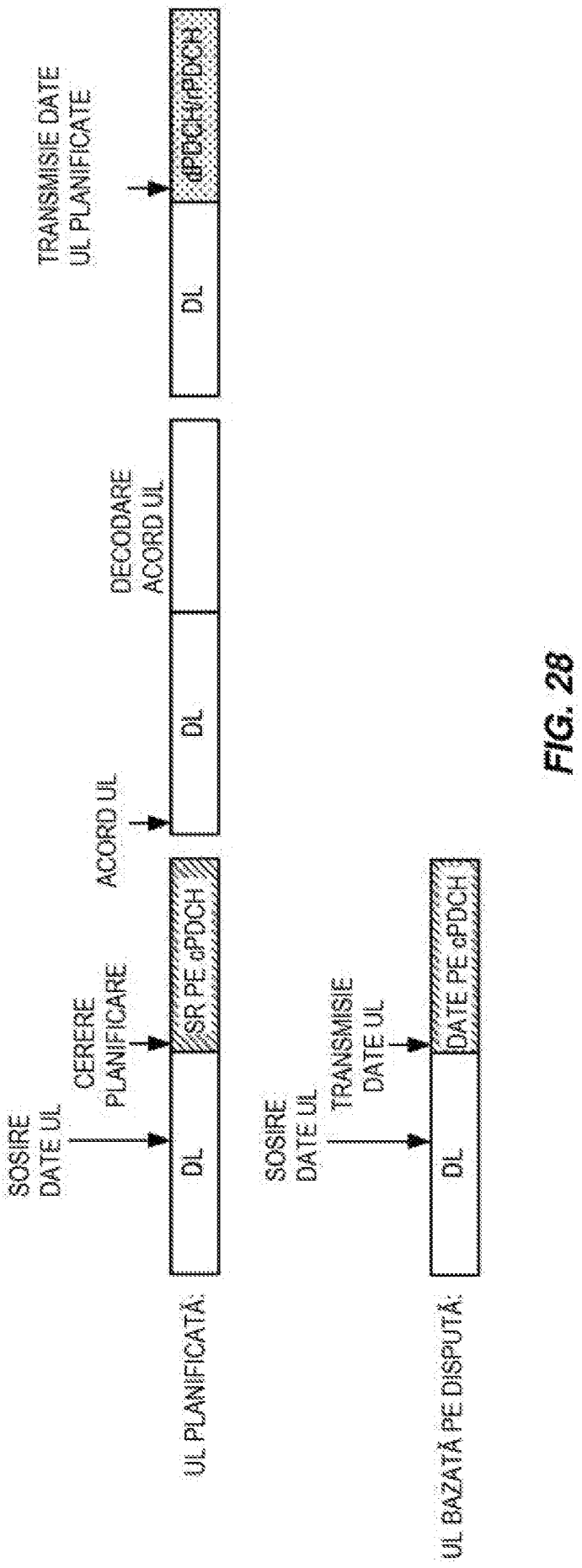

UL PLANIFICATĂ
SOSIRE DATE UL
CERERE PLANIFICARE
DL
SR PE cPDCH
ACORD UL
DL
DECODARE ACORD UL
TRANSMISIE DATE UL PLANIFICATE
DL
cPDCH/rPDCH
UL BAZATĂ PE DISPUTĂ
SOSIRE DATE UL
TRANSMISIE DATE UL
DL
DATE PE cPDCH

FIG. 28

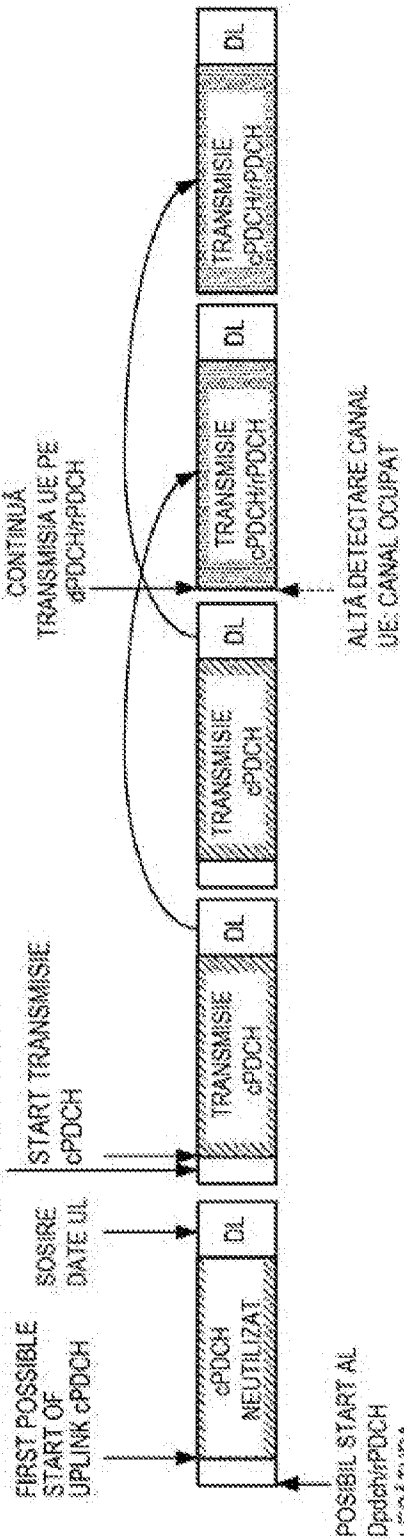

FIRST POSSIBLE START OF UPLINK cPDCH
DETECTARE CANAL
SOSIRE DATE UL
START TRANSMISIE cPDCH
cPDCH NEUTILIZAT
TRANSMISIE cPDCH
DL
CONTINUĂ TRANSMISIA UE PE dPDCH/rPDCH
TRANSMISIE cPDCH/rPDCH
ALTĂ DETECTARE CANAL UE: CANAL OCUPAT
POSIBIL START AL DpdchrPDCH LEGĂTURA ASCENDENTĂ

FIG. 29

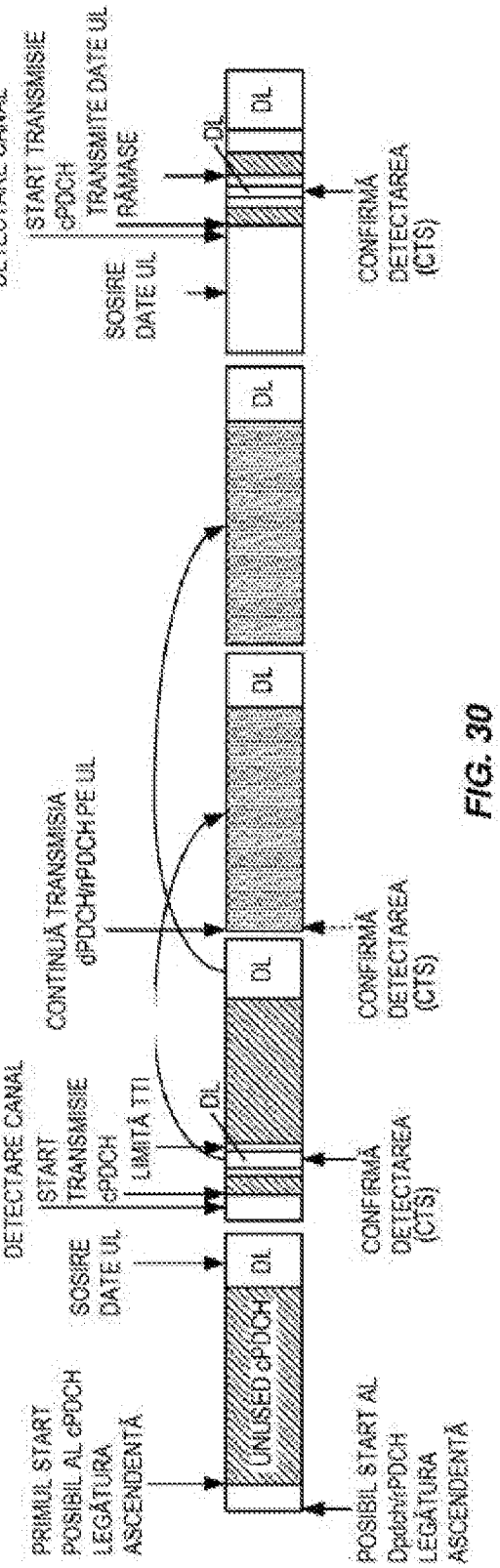

DETECTARE CANAL
START TRANSMISIE cPDCH
TRANSMITE DATE UL RĂMASE
SOSIRE DATE UL
CONFIRMĂ DETECTAREA (CTS)
PRIMUL START POSIBIL AL cPDCH LEGĂTURA ASCENDENTĂ
SOSIRE DATE UL
DETECTARE CANAL
START TRANSMISIE cPDCH
LIMITĂ TTI
CONTINUĂ TRANSMISIA dPDCH/rPDCH PE UL
UNUSED cPDCH
CONFIRMĂ DETECTAREA (CTS)
POSIBIL START AL DpdchrPDCH LEGĂTURA ASCENDENTĂ

FIG. 30

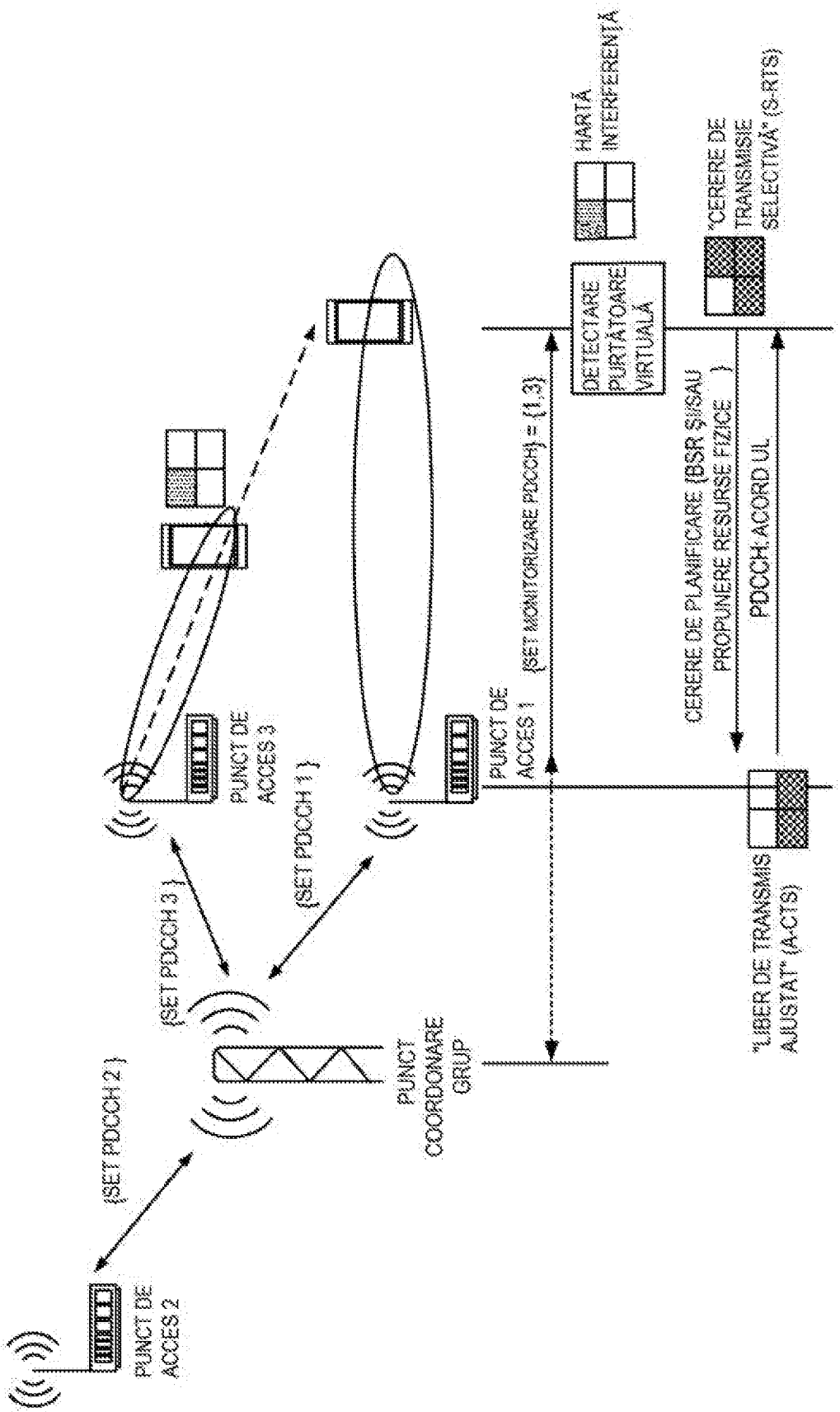

PUNCT DE ACCES 2
{SET PDCCH 2 }
{SET PDCCH 3 }
{SET PDCCH 1 }
PUNCT DE ACCES 3
PUNCT COORDONARE GRUP
PUNCT DE ACCES 1
{SET MONITORIZARE PDCCH} = {1,3}
HARTĂ INTERFERENȚĂ
DETECTARE PURTĂTOARE VIRTUALĂ
"CERERE DE TRANSMISIE SELECTIVĂ" (S-RTS)
CERERE DE PLANIFICARE (BSR ȘI/SAU PROPUNERE RESURSE FIZICE)
PDCCH: ACORD UL
"LIBER DE TRANSMIS AJUSTAT" (A-CTS)

FIG. 31

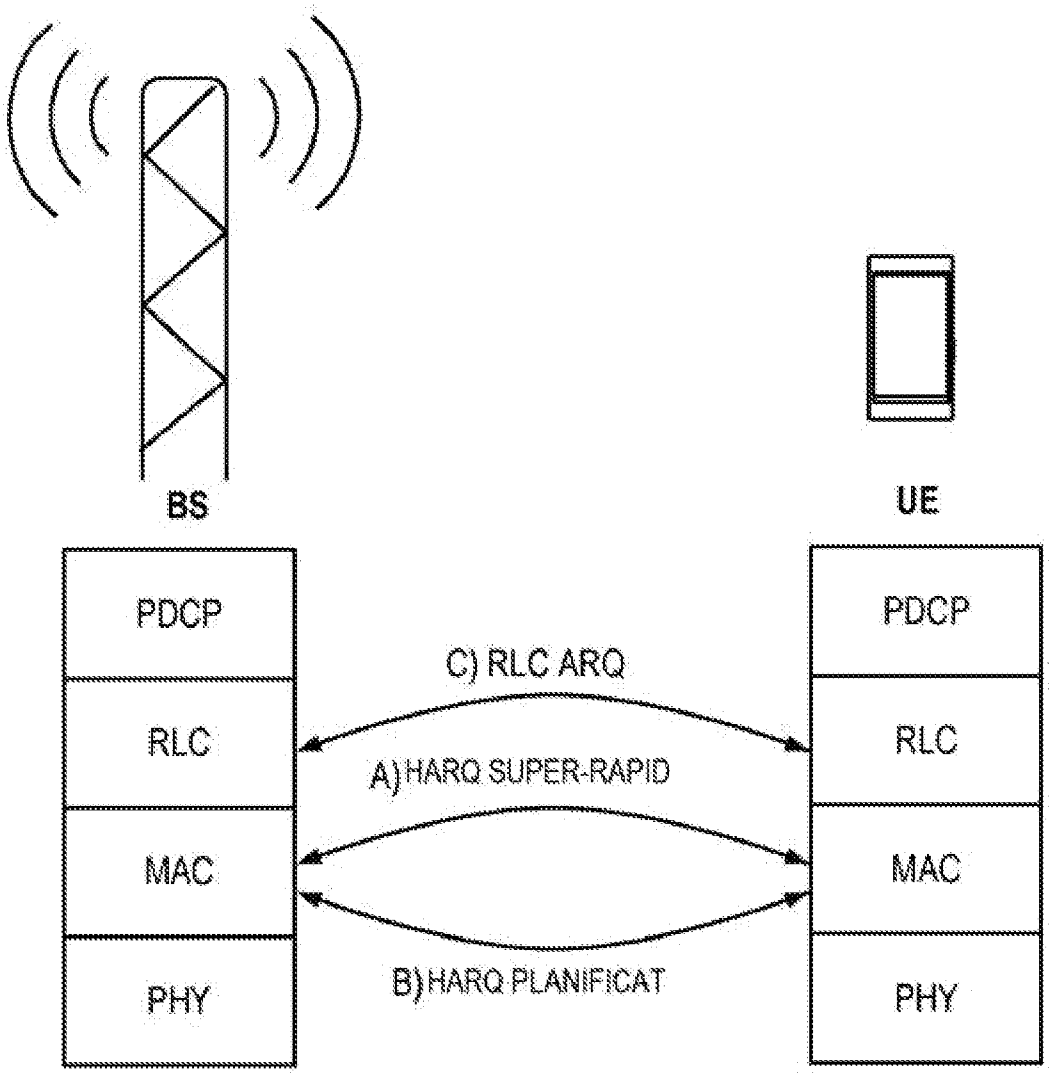

BS
UE
PDCP
RLC
MAC
PHY
C) RLC ARQ
A) HARQ SUPER-RAPID
B) HARQ PLANIFICAT
PDCP
RLC
MAC
PHY

FIG. 32

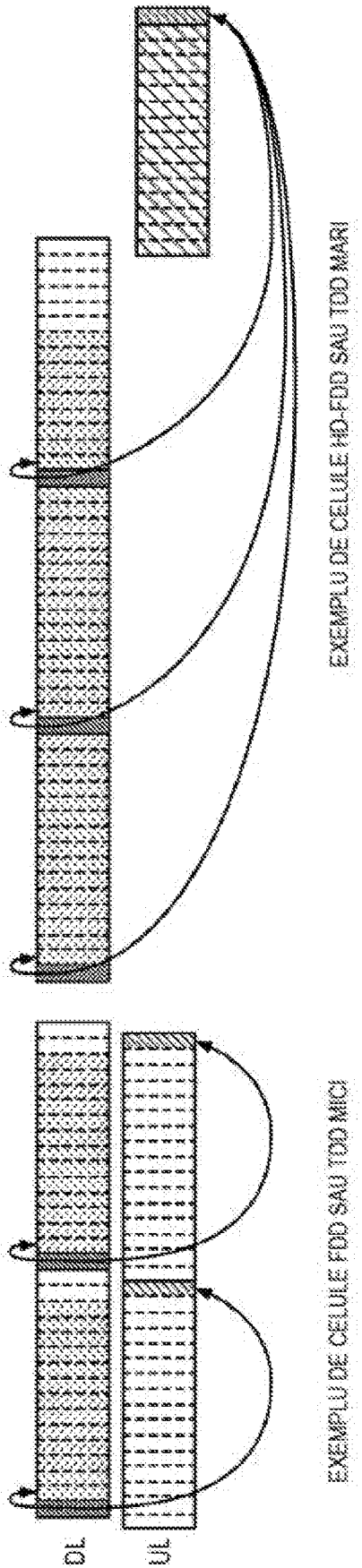

DL
UL
EXEMPLU DE CELULE FDD SAU TDD MICI
EXEMPLU DE CELULE HD-FDD SAU TDD MARI

FIG. 33

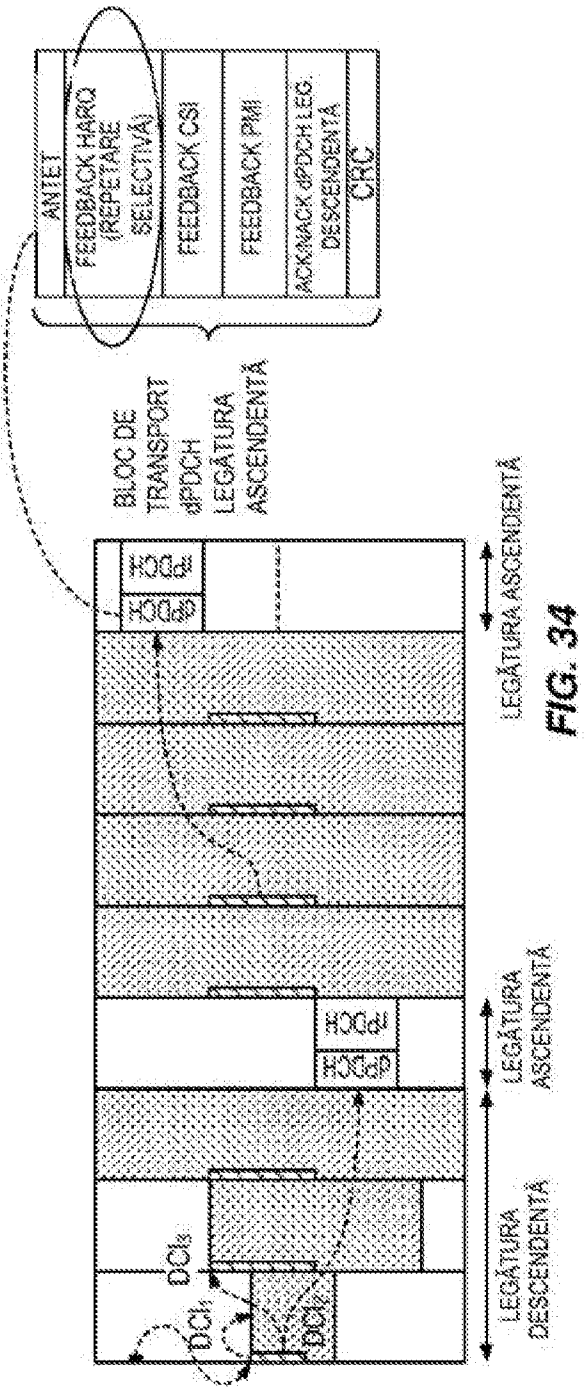

ANTET
FEEDBACK HARQ (REPETARE SELECTIVĂ)
FEEDBACK CSI
FEEDBACK PMI
ACK/NACK dPDCH LEG. DESCENDENTĂ
CRC
BLOC DE TRANSPORT dPDCH LEGĂTURA ASCENDENTĂ
LEGĂTURA ASCENDENTĂ
LEGĂTURA ASCENDENTĂ
LEGĂTURA DESCENDENTĂ

FIG. 34

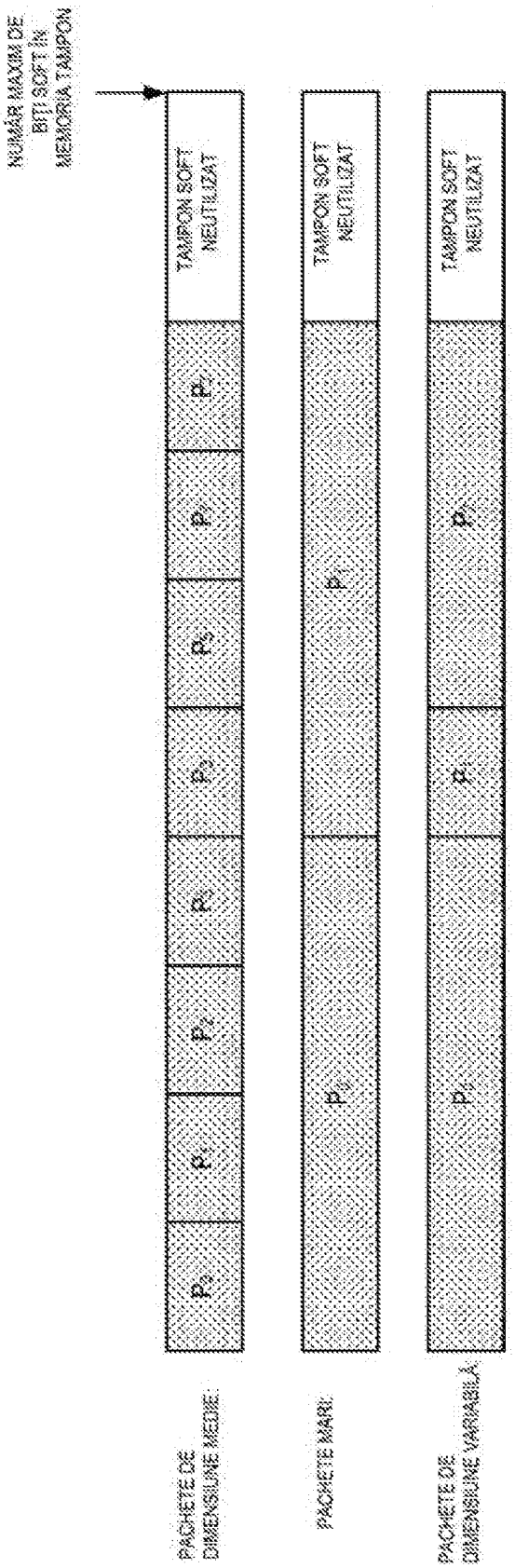

NUMĂR MAXIM DE BIȚI SOFT ÎN MEMORIA TAMPON
TAMPON SOFT NEUTILIZAT
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
PACHETE DE DIMENSIUNE MEDIE
PACHETE MARI
PACHETE DE DIMENSIUNE VARIABILĂ

FIG. 35

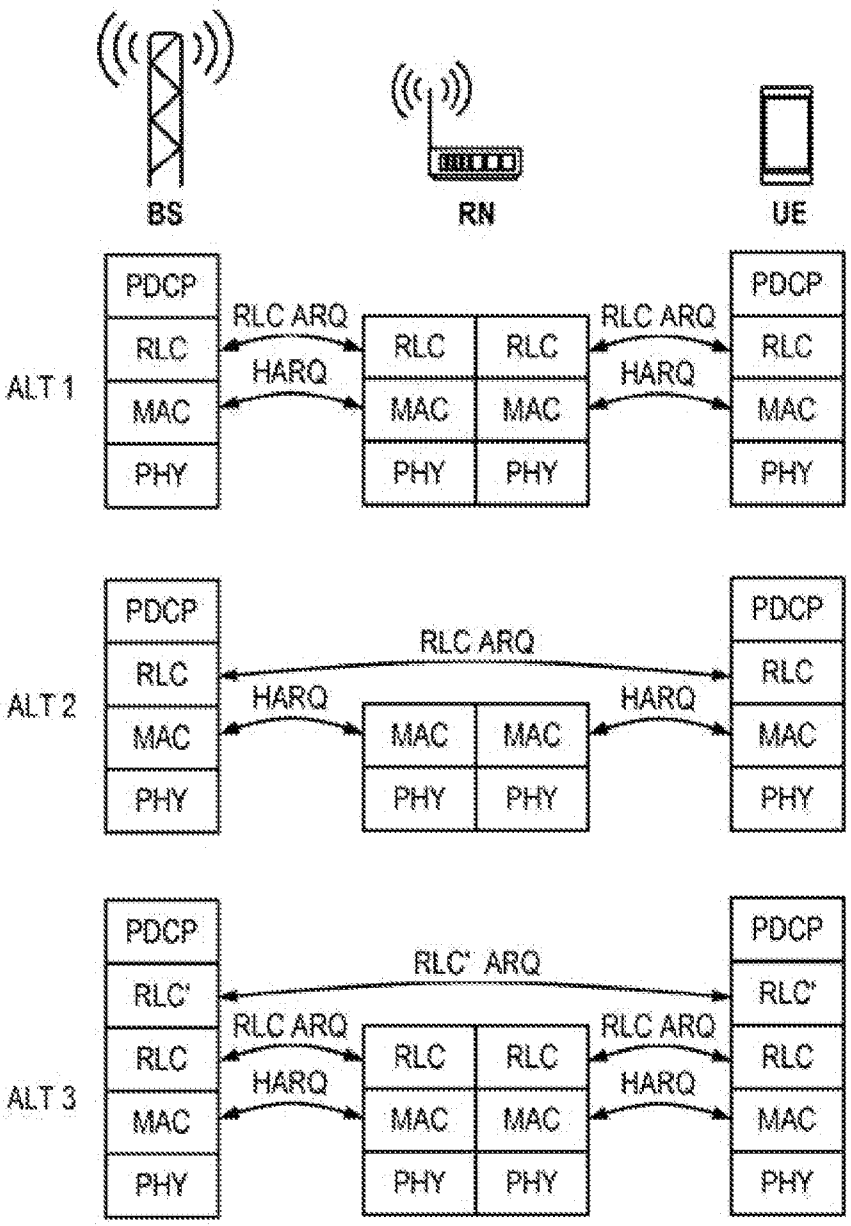

BS
RN
UE
ALT 1
PDCP
RLC
MAC
PHY
RLC ARQ
HARQ
RLC
MAC
PHY
ALT 2
ALT 3
RLC' ARQ
RLC'

FIG. 36

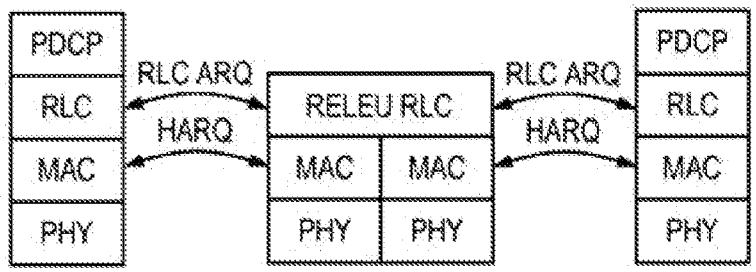

PDCP
RLC
MAC
PHY
RLC ARQ
HARQ
RELEU RLC
MAC
PHY

FIG. 37

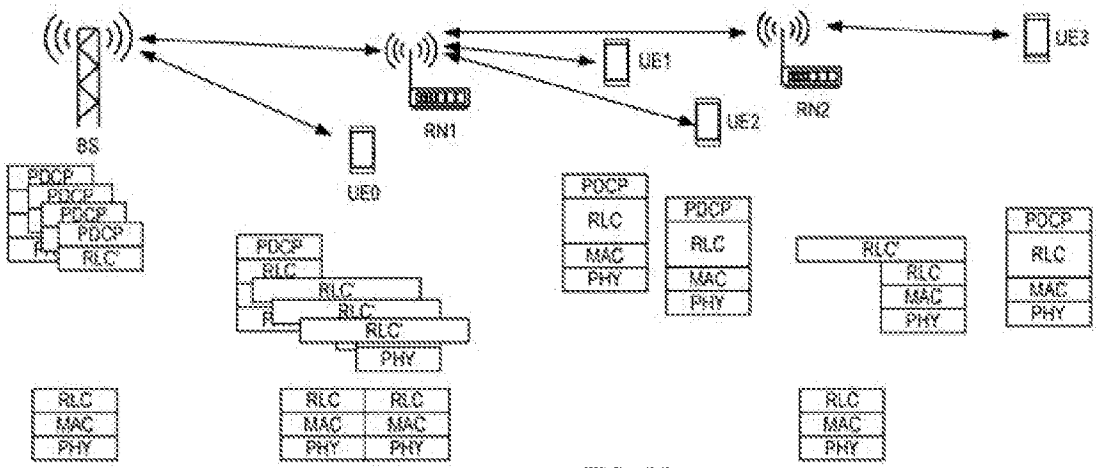

BS
UE0
RN1
UE1
UE2
RN2
UE3
PDCP
RLC
MAC
PHY

FIG. 38

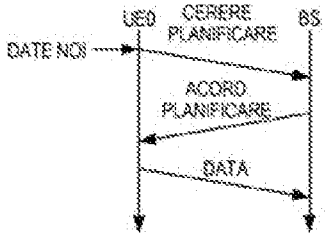

UE0
CERERE PLANIFICARE
BS
DATE NOI
ACORD PLANIFICARE
DATA

FIG. 39

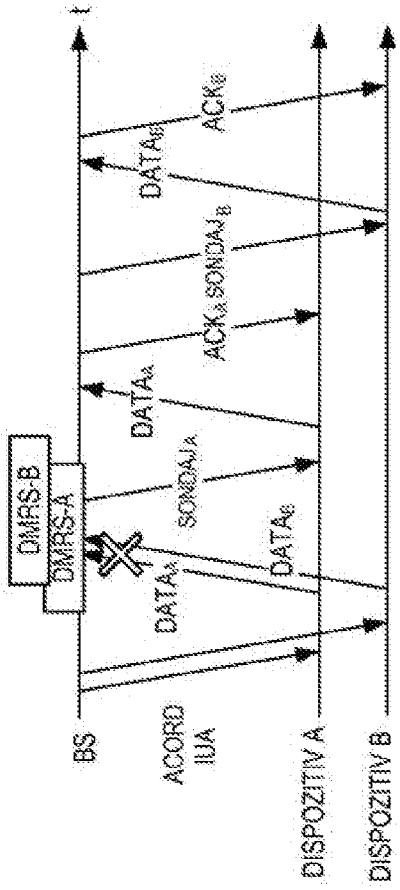

t
DMRS-B
DMRS-A
DATA$_A$
SONDAJ$_A$
DATA$_B$
DATA$_B$
ACK$_B$
ACK$_A$ SONDAJ$_B$
BS
ACORD IUA
DISPOZITIV A
DISPOZITIV B

FIG. 40

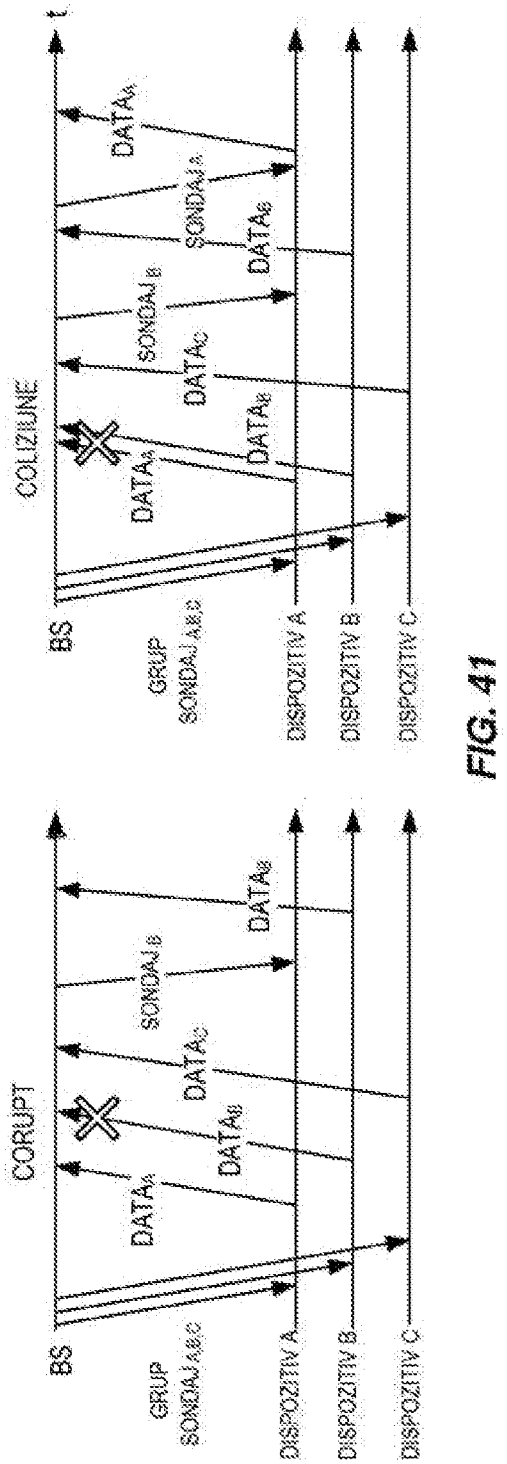

t
COLIZIUNE
DATA$_A$
DATA$_B$
DATA$_C$
SONDAJ$_B$
SONDAJ$_A$
DATA$_A$
DATA$_B$
BS
GRUP SONDAJ$_{A,B,C}$
DISPOZITIV A
DISPOZITIV B
DISPOZITIV C
CORUPT
DATA$_A$
DATA$_B$
DATA$_C$
SONDAJ$_B$
DATA$_B$
BS
GRUP SONDAJ$_{A,B,C}$
DISPOZITIV A
DISPOZITIV B
DISPOZITIV C

FIG. 41

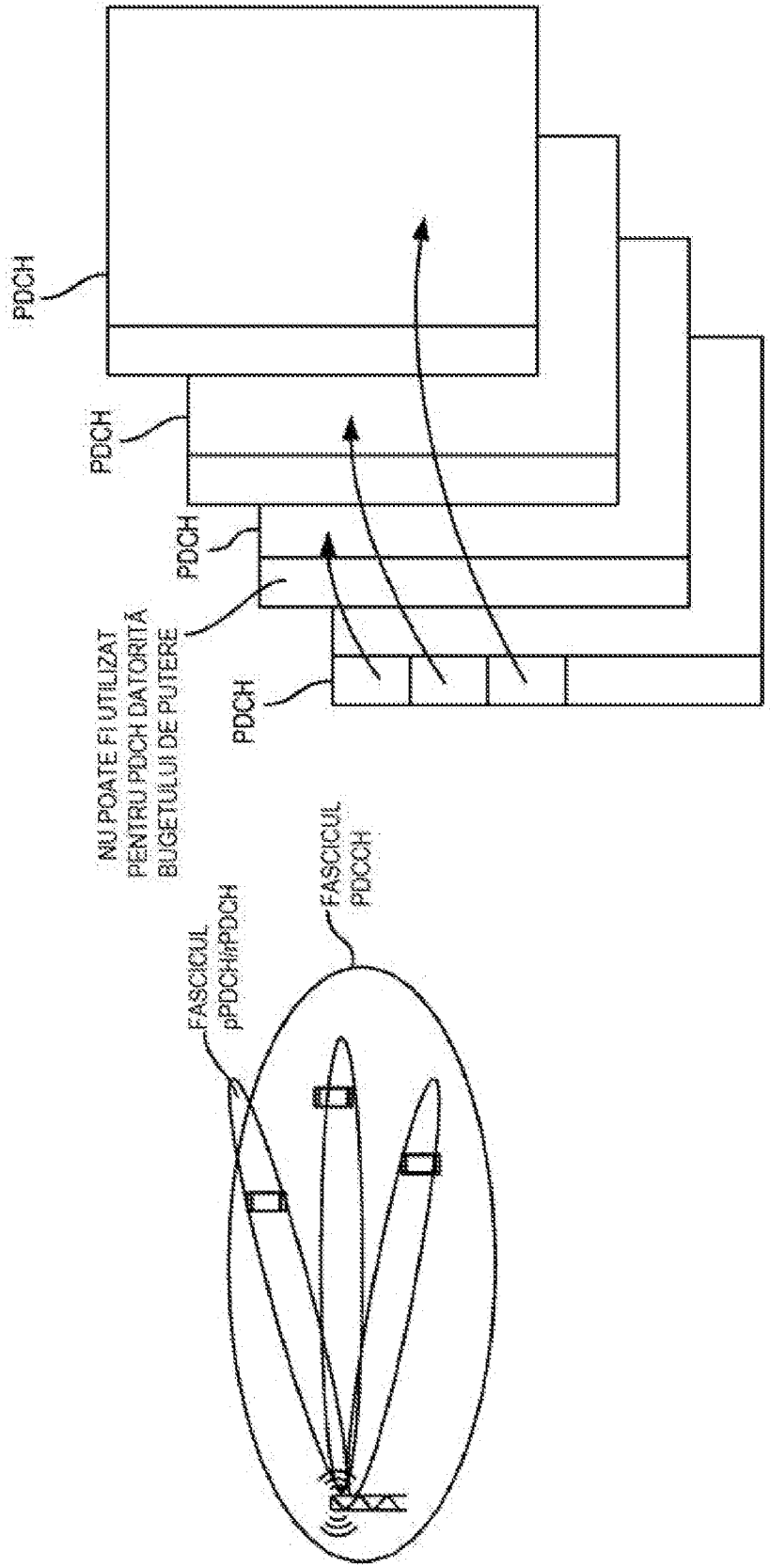

PDCH
PDCH
PDCH
PDCH
NU POATE FI UTILIZAT PENTRU PDCH DATORITĂ BUGETULUI DE PUTERE
FASCICUL PDCCH
FASCICUL βPDCCH#PDCH

FIG. 42

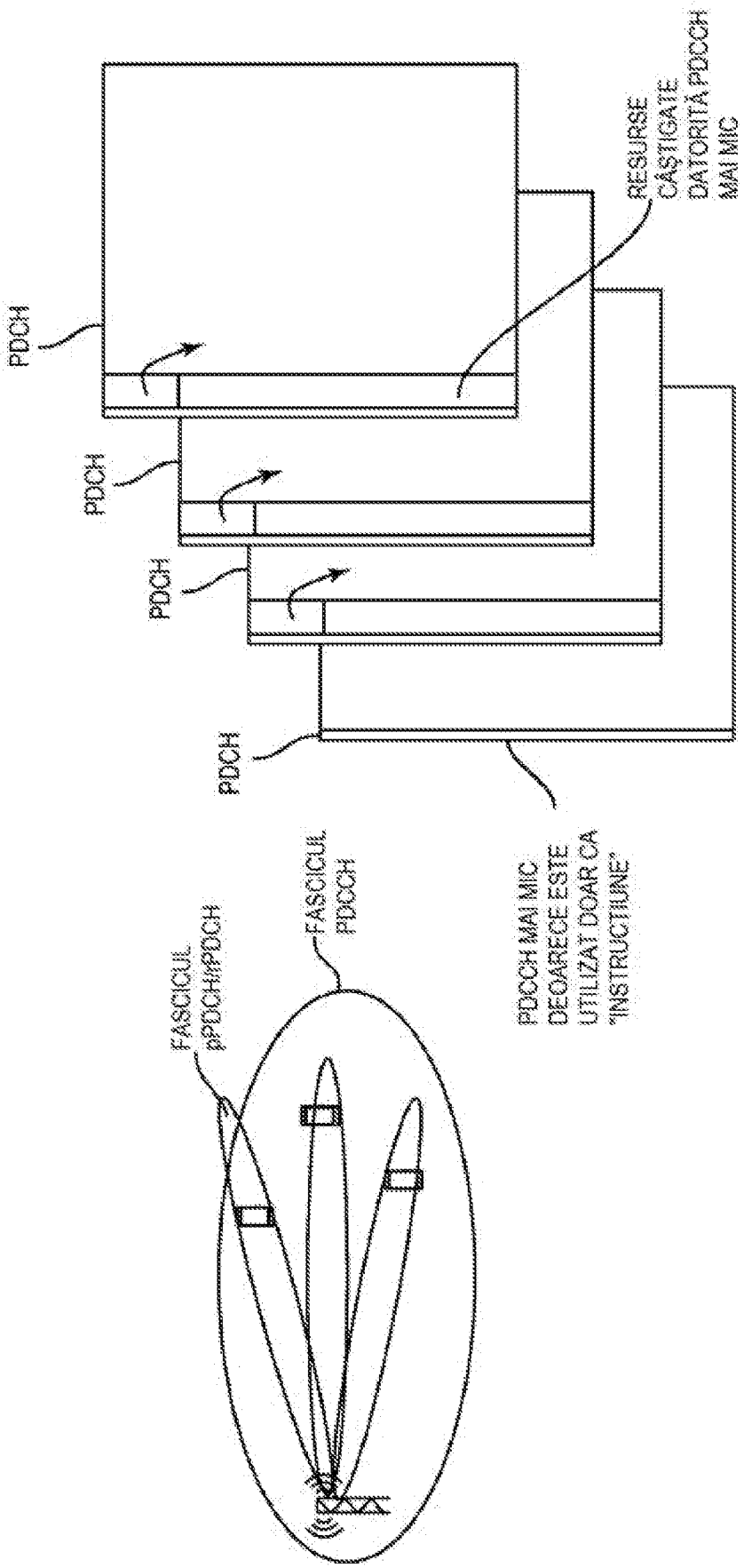

PDCH
PDCH
PDCH
PDCH
RESURSE CÂȘTIGATE DATORITĂ PDCCH MAI MIC
PDCCH MAI MIC DEOARECE ESTE UTILIZAT DOAR CA "INSTRUCȚIUNE"
FASCICUL PDCCH
FASCICUL pPDCH#PDCH

FIG. 43

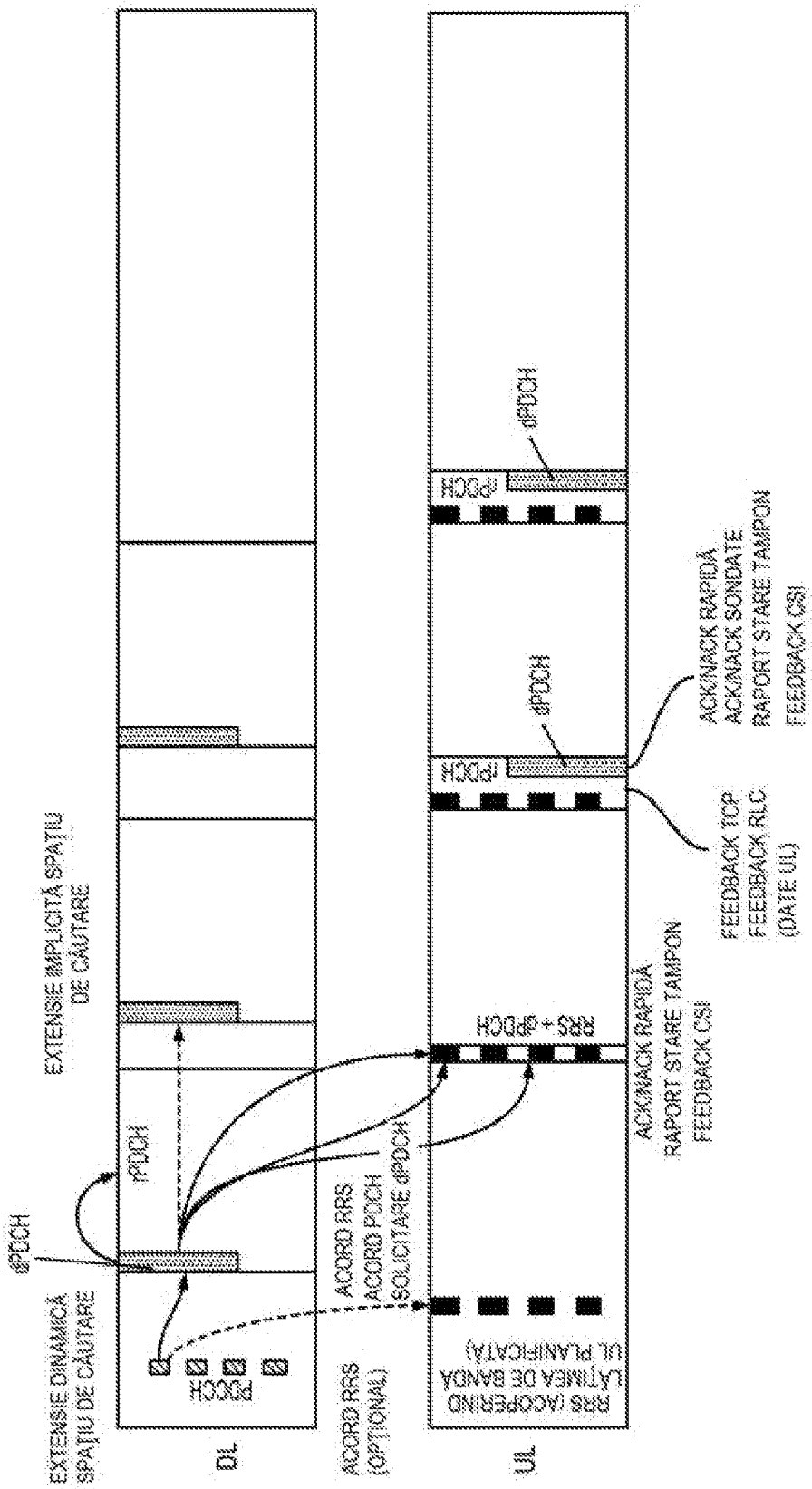

EXTENSIE DINAMICĂ SPAȚIU DE CĂUTARE
EXTENSIE IMPLICITĂ SPAȚIU DE CĂUTARE
dPDCH
rPDCH
PDCCH
DL
ACORD RRS (OPȚIONAL)
ACORD RRS
ACORD PDCH
SOLICITARE dPDCH
RRS (ACCEPTARE BANDĂ LĂȚIMEA DE BANDĂ UL PLANIFICATĂ)
RRS + dPDCH
ACK/NACK RAPIDĂ
RAPORT STARE TAMPON
FEEDBACK CSI
UL
rPDCH
dPDCH
rPDCH
dPDCH
ACK/NACK RAPIDĂ
ACK/NACK SONDATE
RAPORT STARE TAMPON
FEEDBACK CSI
FEEDBACK TCP
FEEDBACK RLC
(DATE UL)

FIG. 44

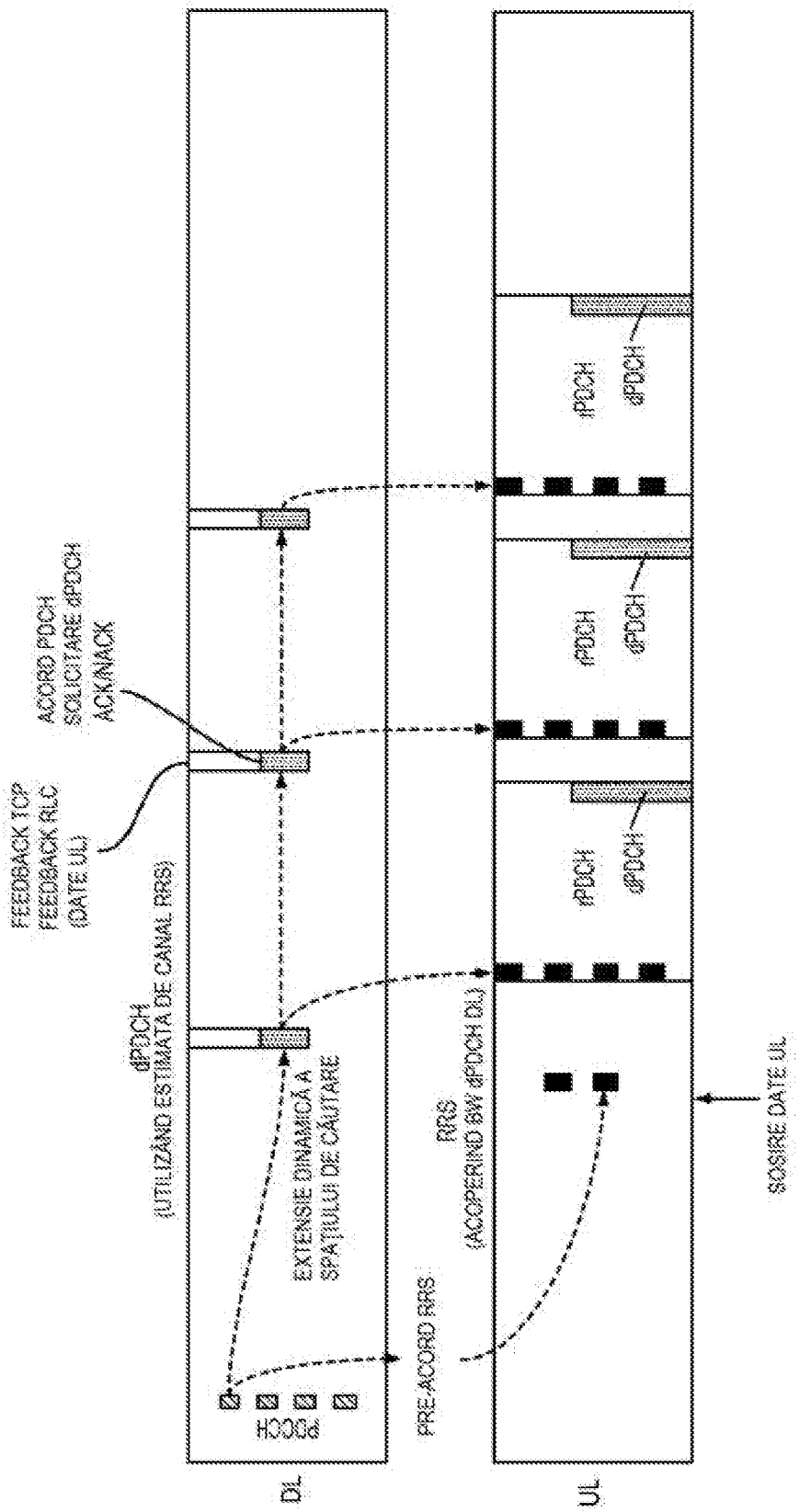

DL
UL
PDCCH
PRE-ACORD RRS
RRS
(ACOPERIND BW #PDCCH DL)
SONDARE DATE UL
EXTENSIE DINAMICĂ A
SPAȚIULUI DE CĂUTARE
#PDCCH
(UTILIZÂND ESTIMATA DE CANAL RRS)
FEEDBACK TCP
FEEDBACK RLC
(DATE UL)
ACORD PDCH
SOLICITARE #PDCH
ACK/NACK
#PDCH
#PDCH
#PDCH
#PDCH
#PDCH
#PDCH

FIG. 45

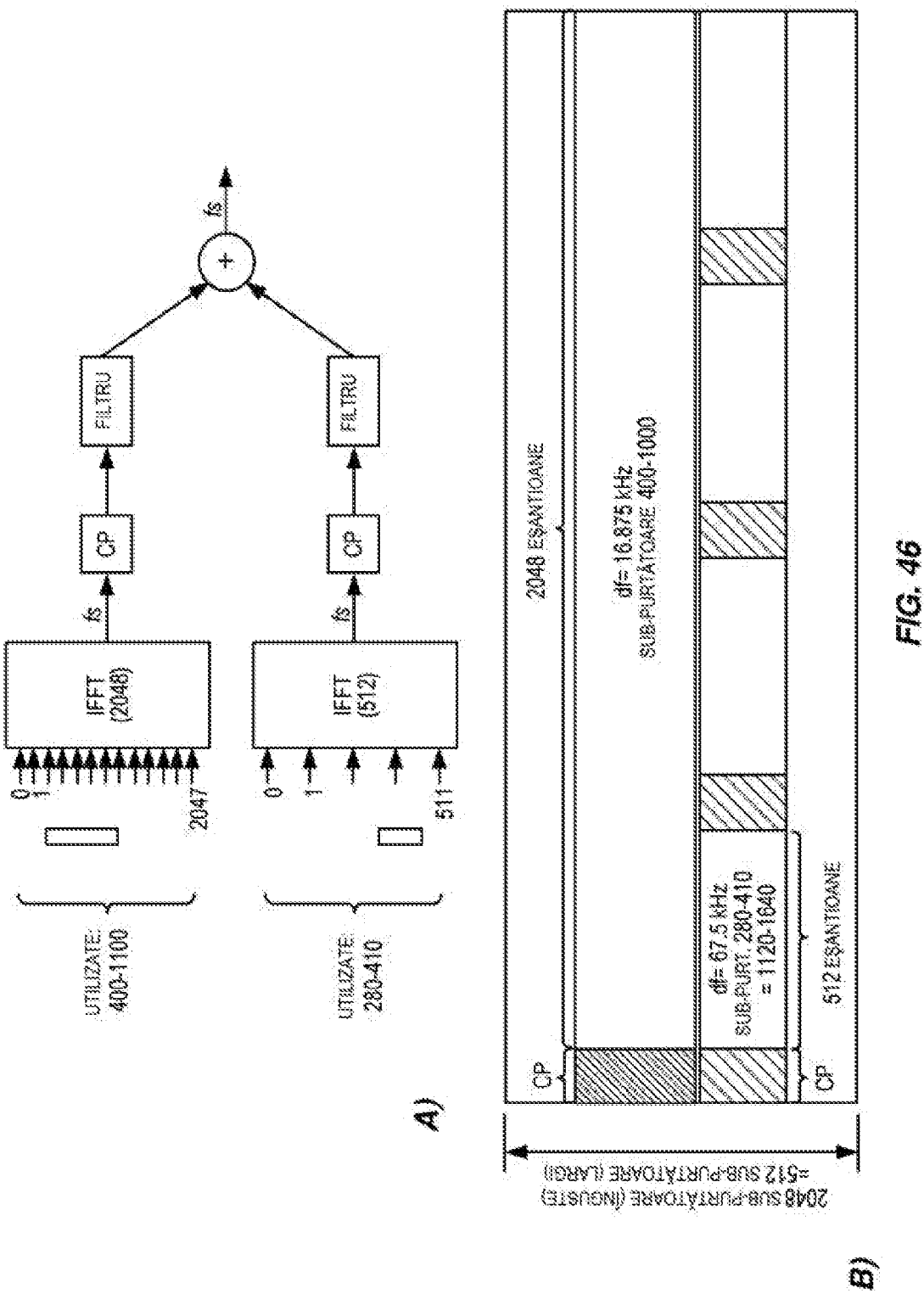

A)
IFFT (2048)
IFFT (512)
fs
CP
FILTRU
UTILIZATE 400-1100
UTILIZATE 280-410
0
1
2047
511
B)
2048 ESANTIOANE
df= 16.875 kHz
SUB-PURTĂTOARE 400-1000
df= 67.5 kHz
SUB-PURT. 280-410
= 1120-1640
512 ESANTIOANE
CP
2048 SUB-PURTĂTOARE (INCLUSIV)
=512 SUB-PURTĂTOARE (LARGI)

FIG. 46

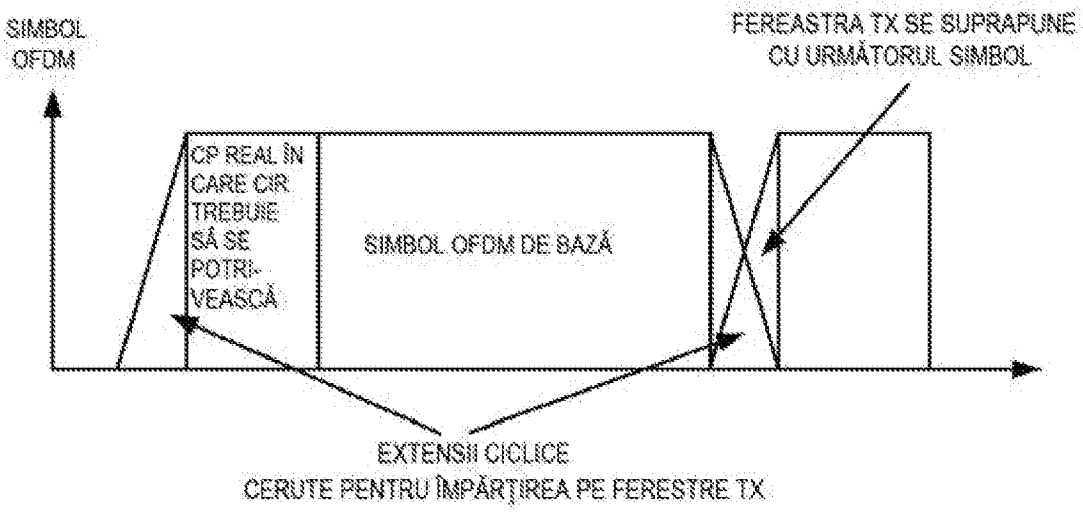

SIMBOL OFDM
FEREASTRA TX SE SUPRAPUNE CU URMĂTORUL SIMBOL
CP REAL ÎN CARE CIR TREBUIE SĂ SE POTRI-VEASCĂ
SIMBOL OFDM DE BAZĂ
EXTENSII CICLICE CERUTE PENTRU ÎMPĂRȚIREA PE FERESTRE TX

FIG. 47

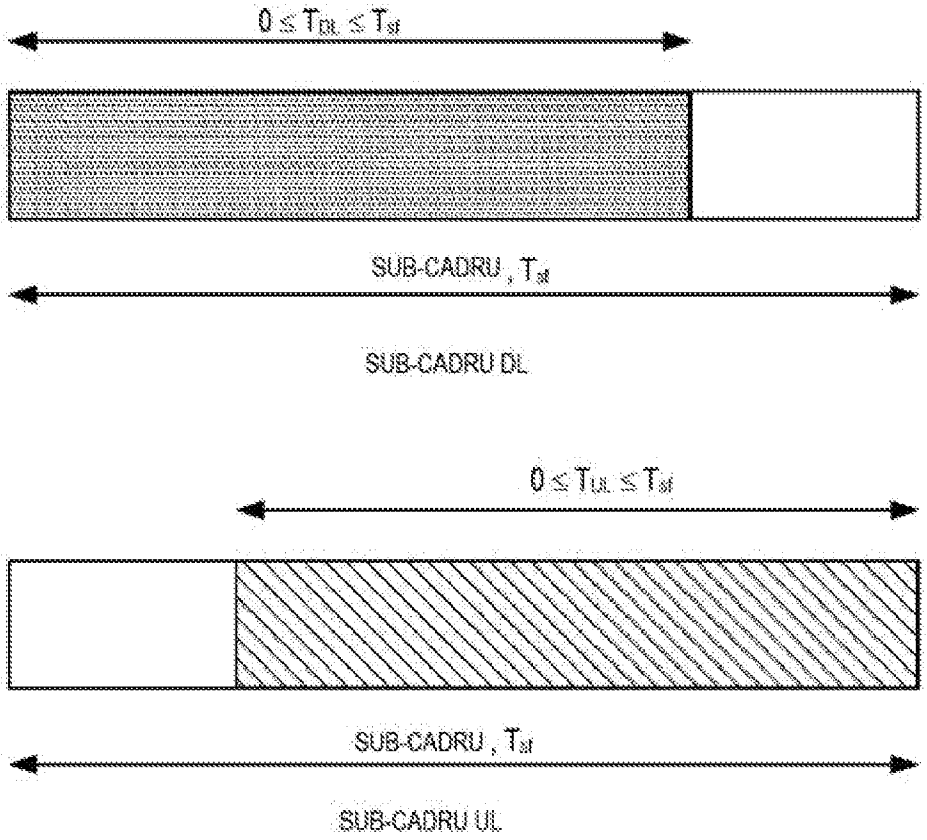

$0 \le T_{DL} \le T_{sf}$
SUB-CADRU , T_{sf}
SUB-CADRU DL
$0 \le T_{UL} \le T_{sf}$
SUB-CADRU , T_{sf}
SUB-CADRU UL

FIG. 48

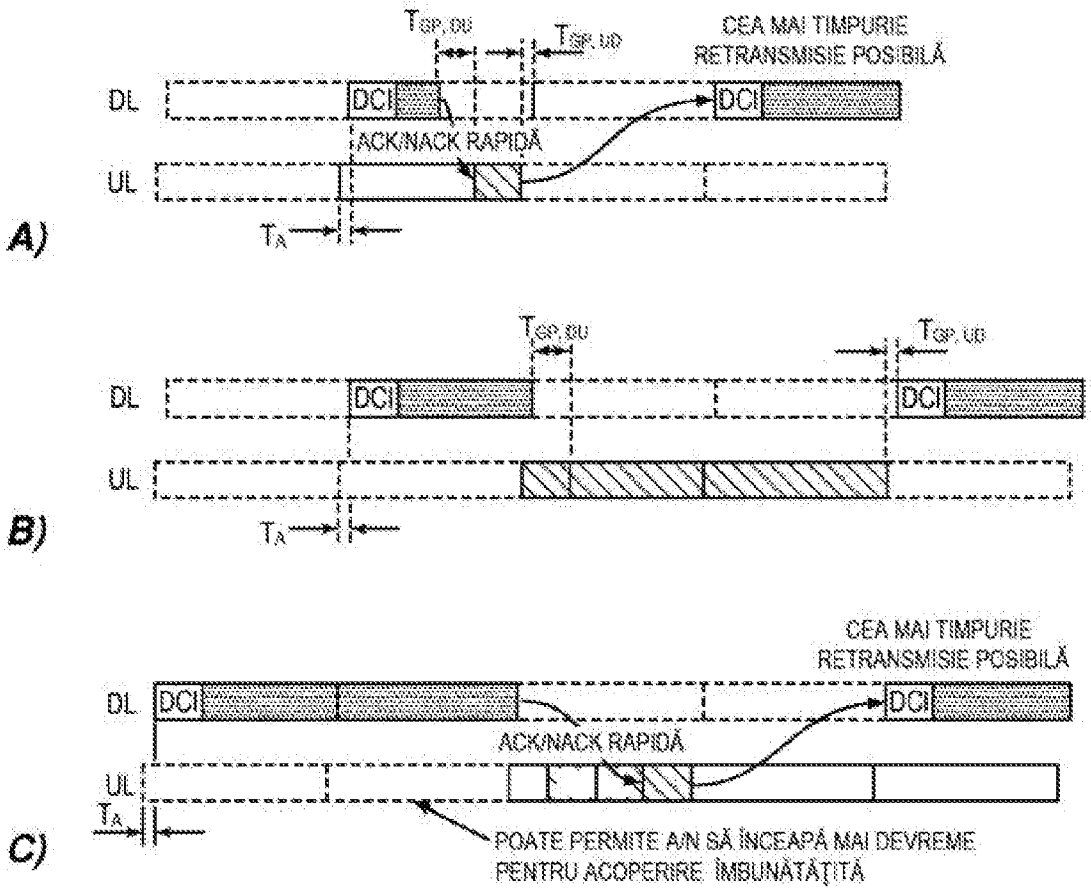

A)
$T_{GP,DU}$
$T_{GP,UD}$
CEA MAI TIMPURIE RETRANSMISIE POSIBILĂ
DL
DCI
DCI
ACK/NACK RAPIDĂ
UL
T_A
B)
$T_{GP,DU}$
$T_{GP,UD}$
DL
DCI
DCI
UL
T_A
C)
CEA MAI TIMPURIE RETRANSMISIE POSIBILĂ
DL
DCI
DCI
ACK/NACK RAPIDĂ
UL
T_A
POATE PERMITE A/N SĂ ÎNCEAPĂ MAI DEVREME PENTRU ACOPERIRE ÎMBUNĂTĂȚITĂ

FIG. 49

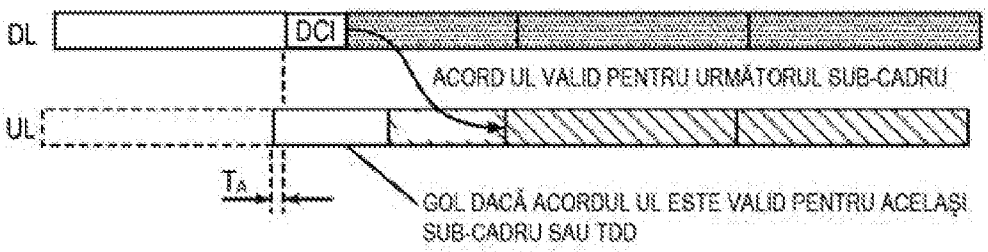

DL
DCI
ACORD UL VALID PENTRU URMĂTORUL SUB-CADRU
UL
T_A
GOL DACĂ ACORDUL UL ESTE VALID PENTRU ACELAȘI SUB-CADRU SAU TDD

FIG. 50

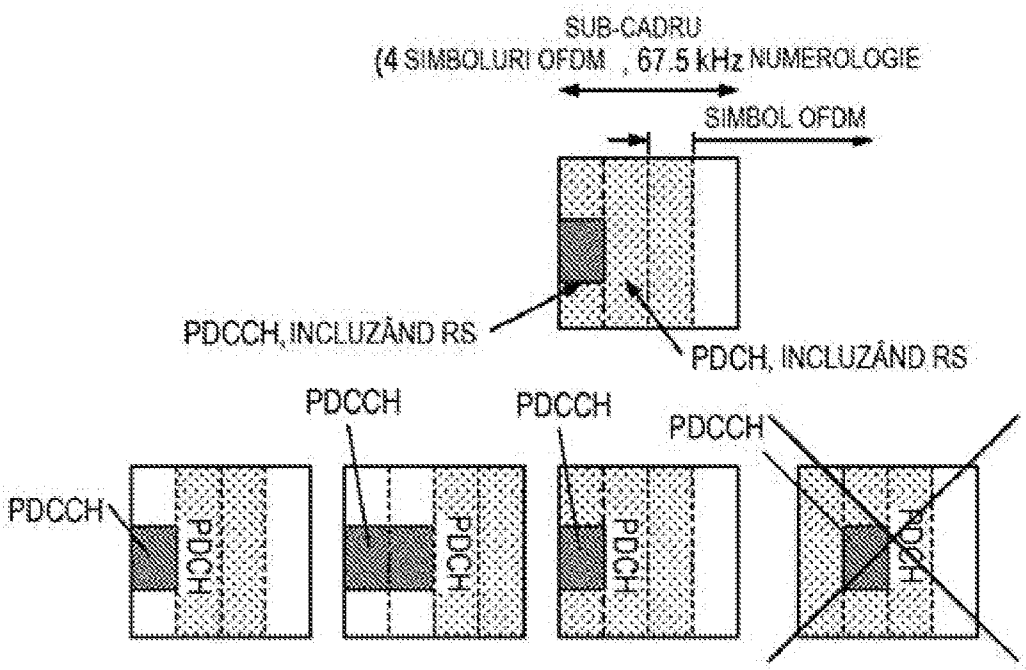

SUB-CADRU
(4 SIMBOLURI OFDM , 67.5 kHz NUMEROLOGIE
SIMBOL OFDM
PDCCH, INCLUZÂND RS
PDCH, INCLUZÂND RS
PDCCH
PDCCH
PDCCH
PDCCH
PDCH
PDCH
PDCH
PDCH

FIG. 51

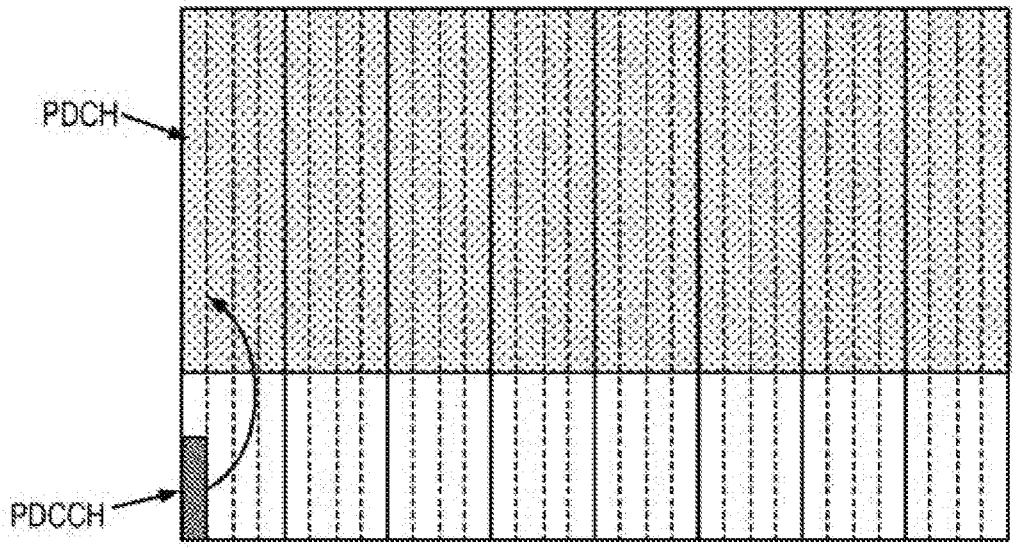

PDCH
PDCCH

FIG. 52

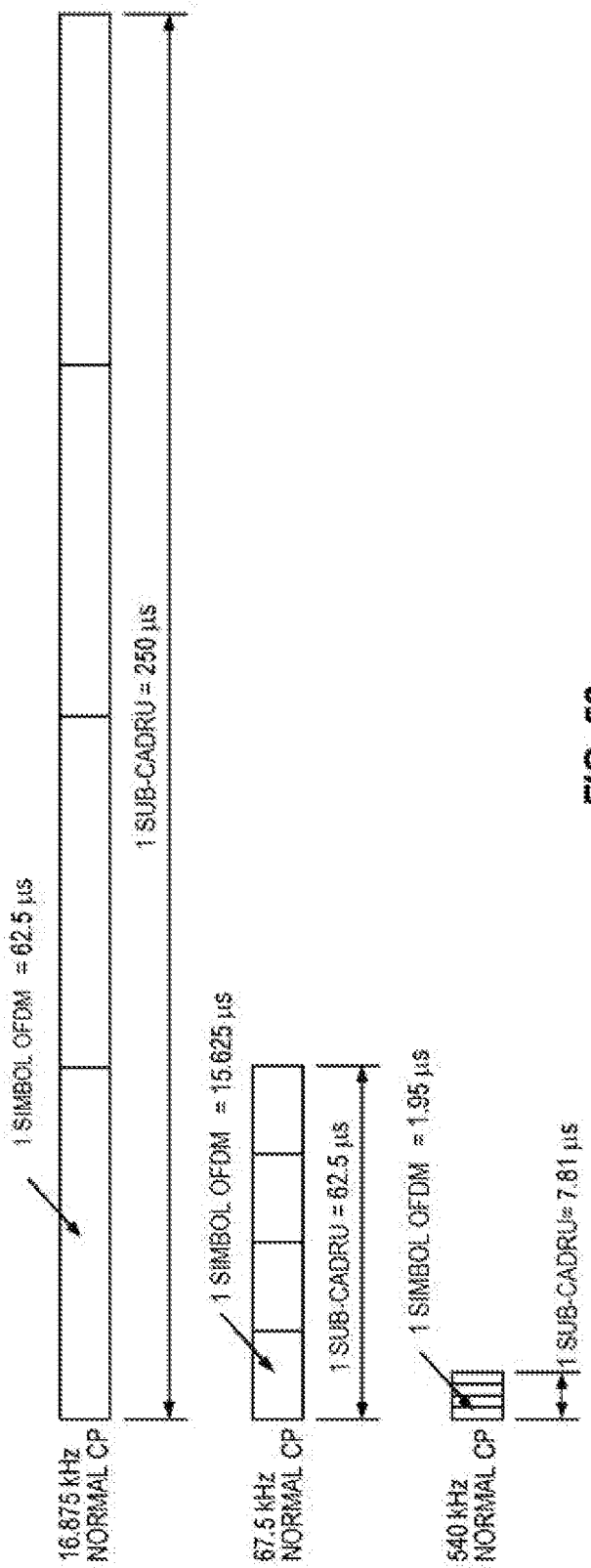

1 SIMBOL OFDM = 62.5 µs
1 SUB-CADRU = 250 µs
16.875 kHz
NORMAL CP
1 SIMBOL OFDM = 15.625 µs
1 SUB-CADRU = 62.5 µs
67.5 kHz
NORMAL CP
1 SIMBOL OFDM = 1.95 µs
1 SUB-CADRU= 7.81 µs
540 kHz
NORMAL CP

FIG. 53

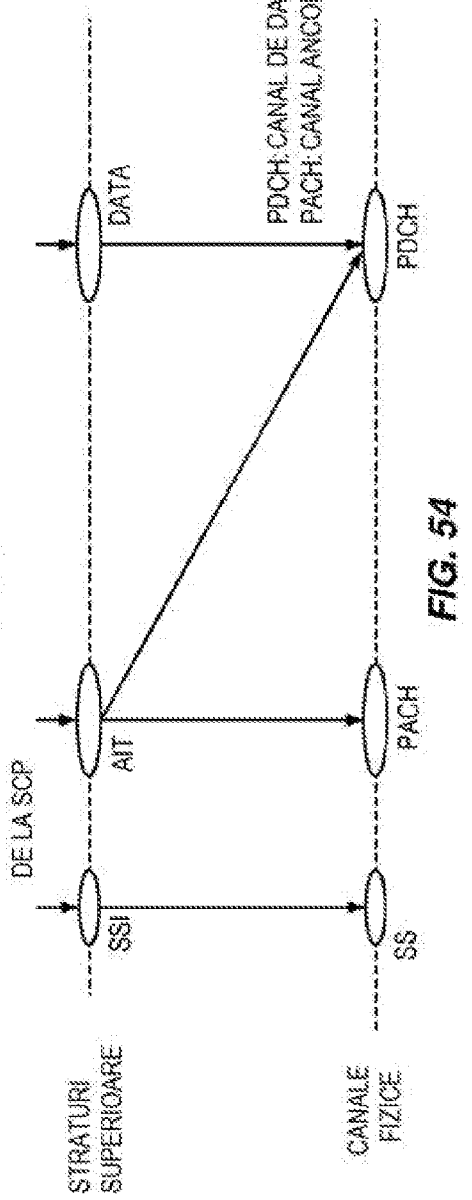

DE LA SCP
SSI
AIT
DATA
PDCH: CANAL DE DATE FIZIC
PACH: CANAL ANCORĂ FIZIC
PACH
PDCH
STRATURI SUPERIOARE
CANALE FIZICE
SS

FIG. 54

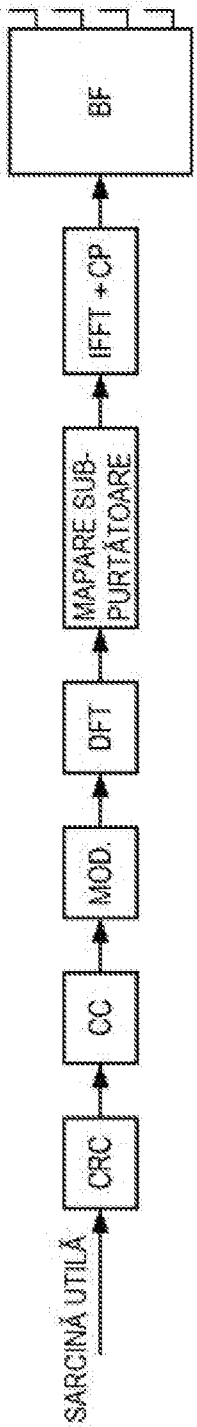

SARCINĂ UTILĂ
CRC
CC
MOD.
DFT
MAPARE SUB-PURTĂTOARE
IFFT + CP
BF

FIG. 55

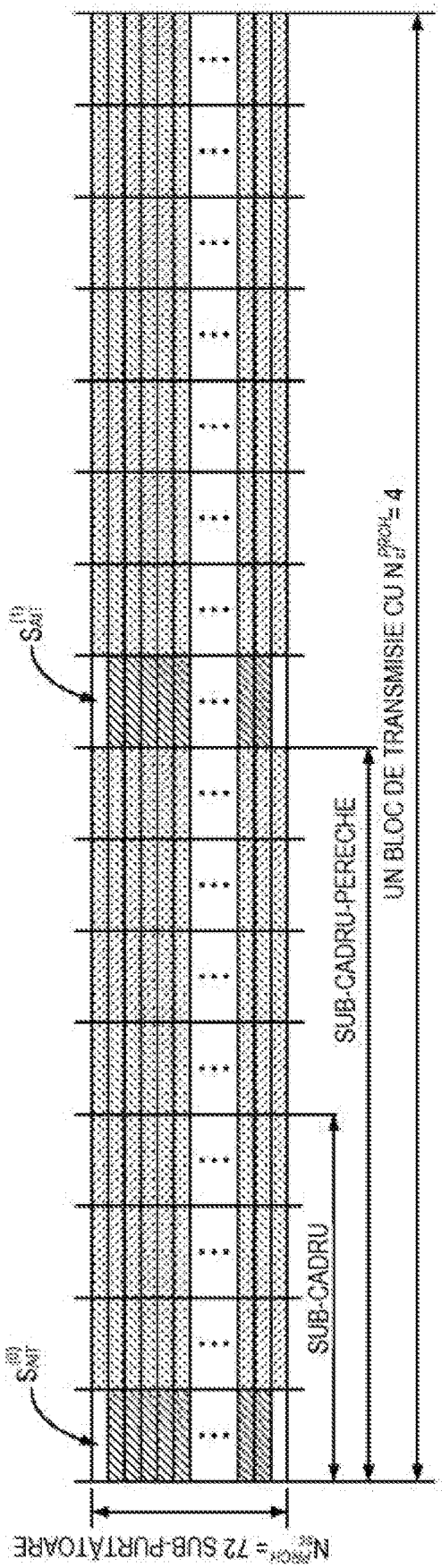

$S_{M,0}^{(0)}$
$S_{M,1}^{(0)}$
N_{BW}^{RB} = 72 SUB-PURTĂTOARE
SUB-CADRU
SUB-CADRU-PERECHE
UN BLOC DE TRANSMISIE CU $N_{SF}^{slot,\mu}$ = 4

FIG. 56

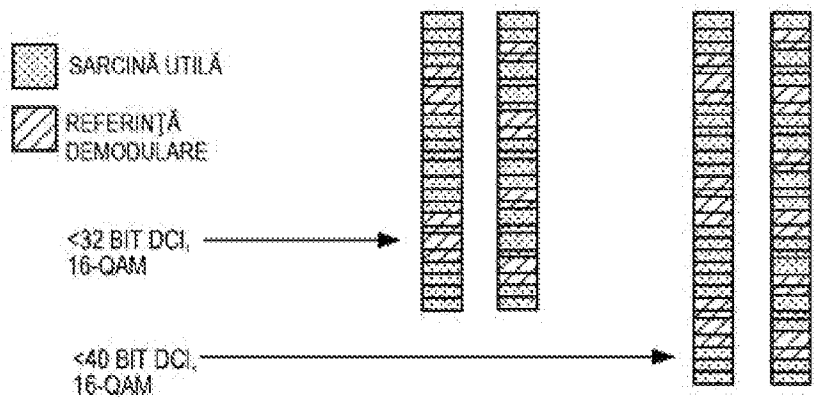

SARCINĂ UTILĂ
REFERINȚĂ DEMODULARE
<32 BIT DCI, 16-QAM
<40 BIT DCI, 16-QAM

FIG. 57

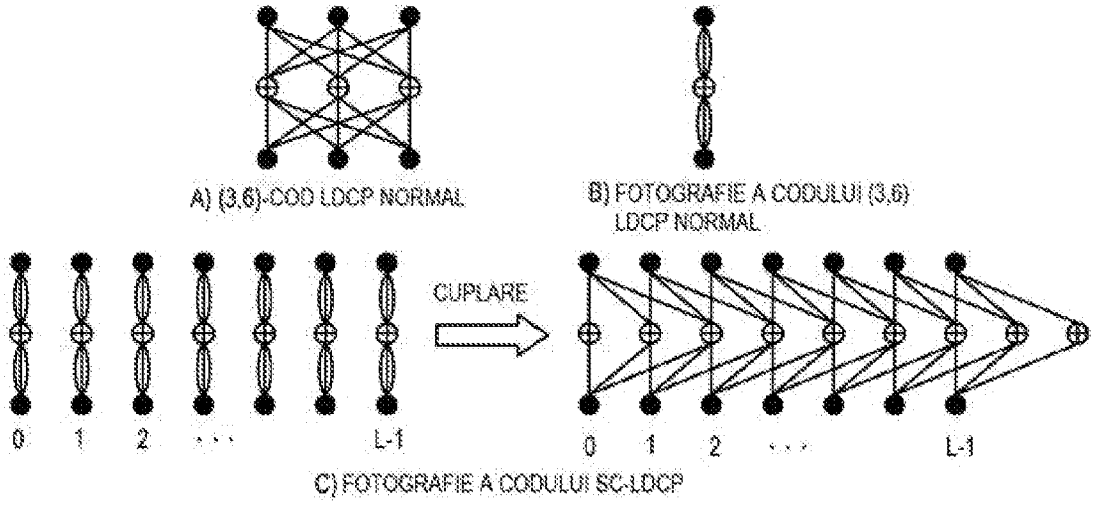

A) (3,6)-COD LDCP NORMAL
B) FOTOGRAFIE A CODULUI (3,6) LDCP NORMAL
CUPLARE
0 1 2 . . . L-1
0 1 2 . . . L-1
C) FOTOGRAFIE A CODULUI SC-LDCP

FIG. 58

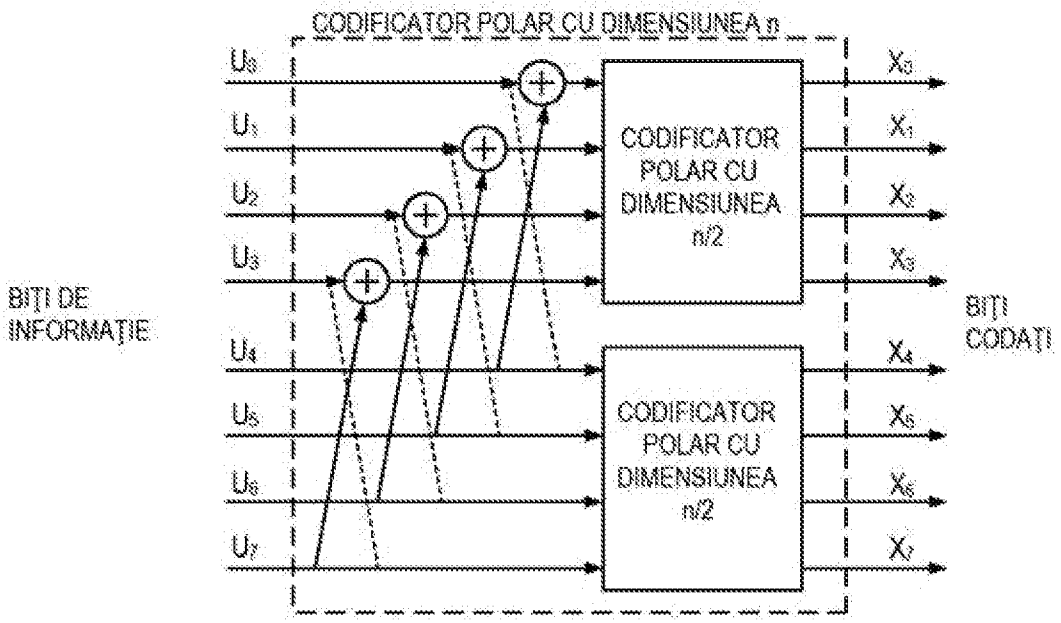


FIG. 59

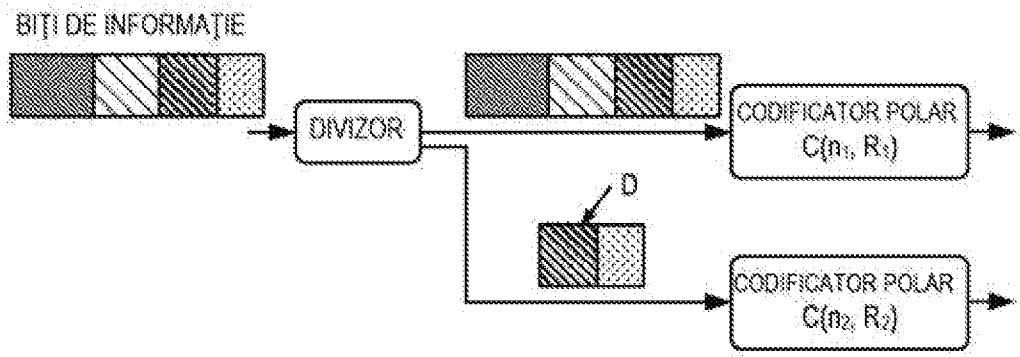


FIG. 60

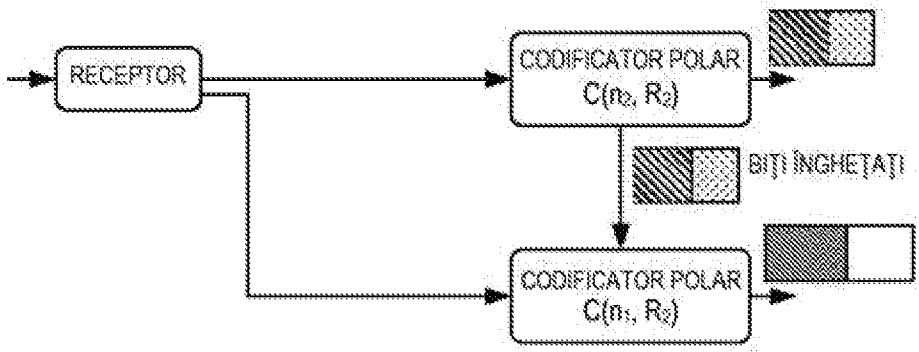
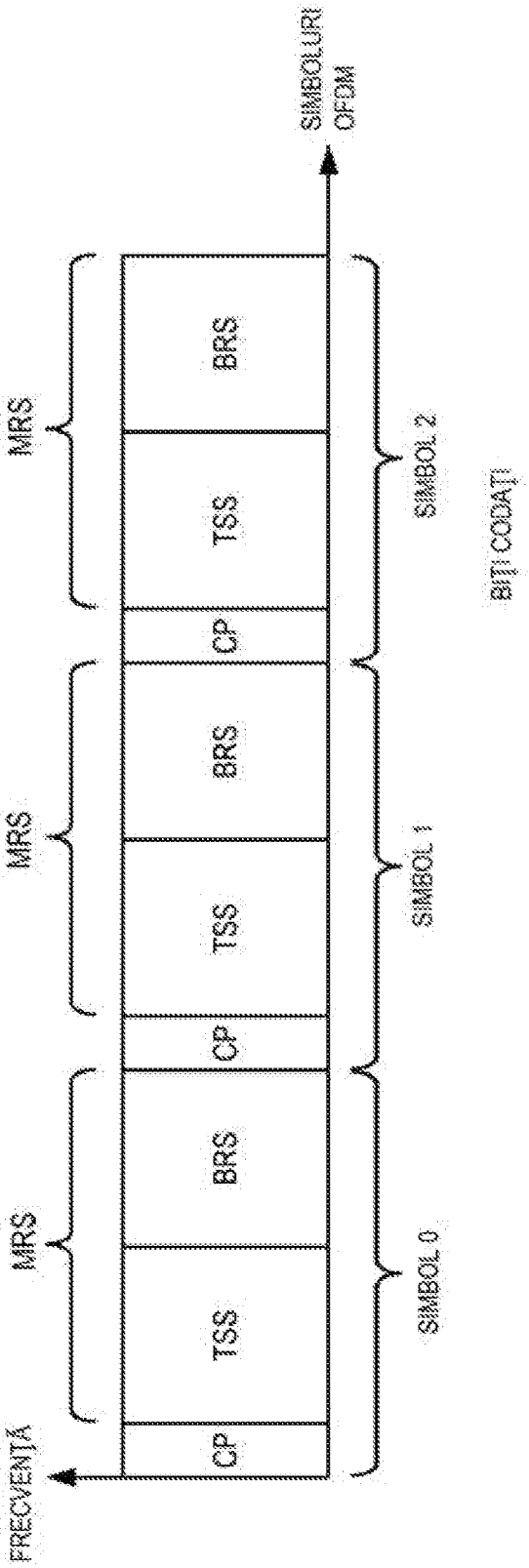


FIG. 61


SIMBOLURI OFDM
FRECVENȚĂ
MRS
MRS
MRS
CP
TSS
BRS
CP
TSS
BRS
CP
TSS
BRS
SIMBOL 0
SIMBOL 1
SIMBOL 2
BIȚI CODAȚI

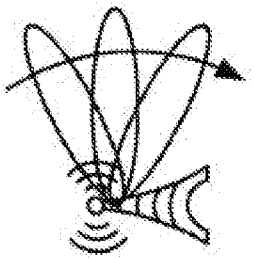


FIG. 62

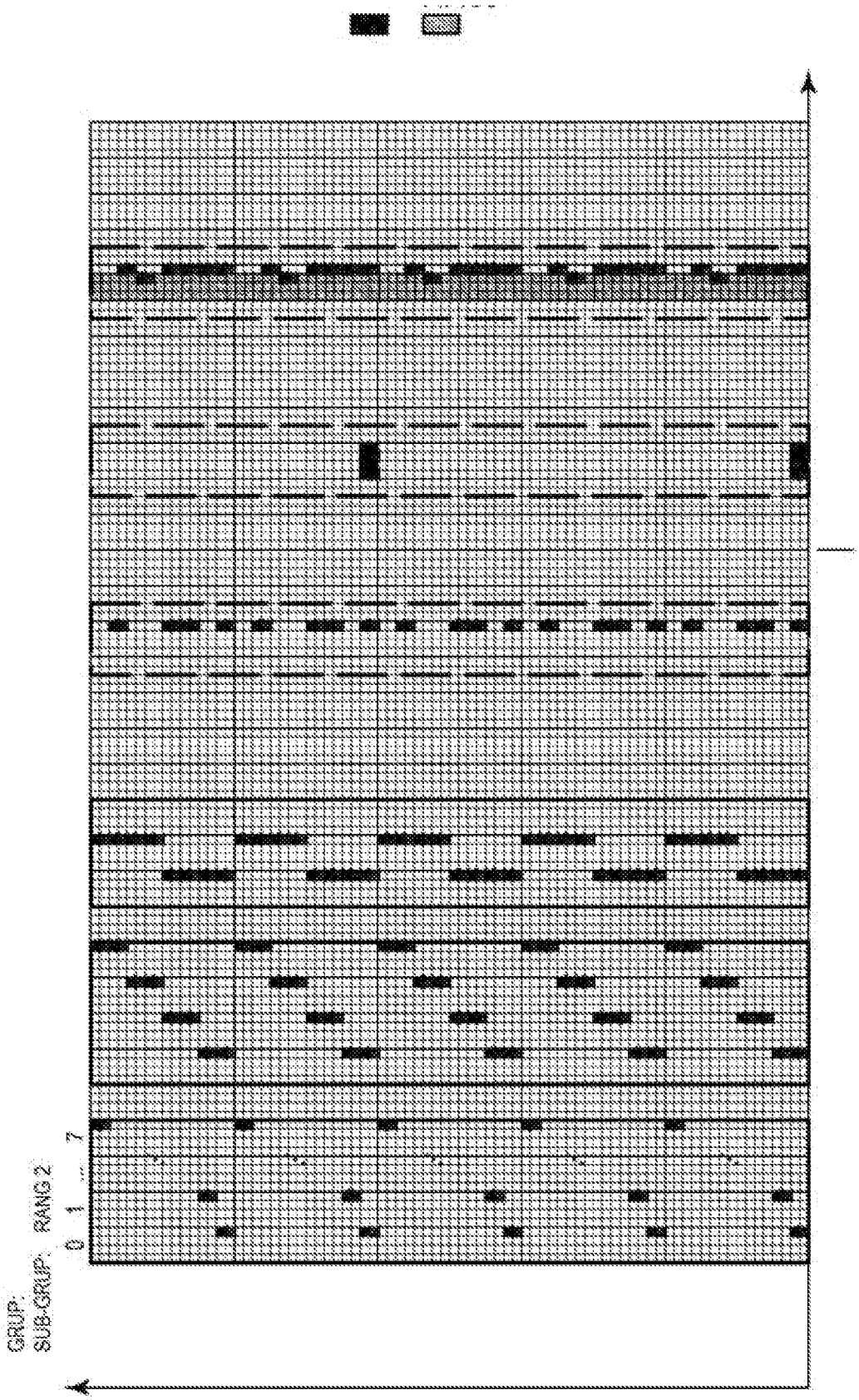


FIG. 63

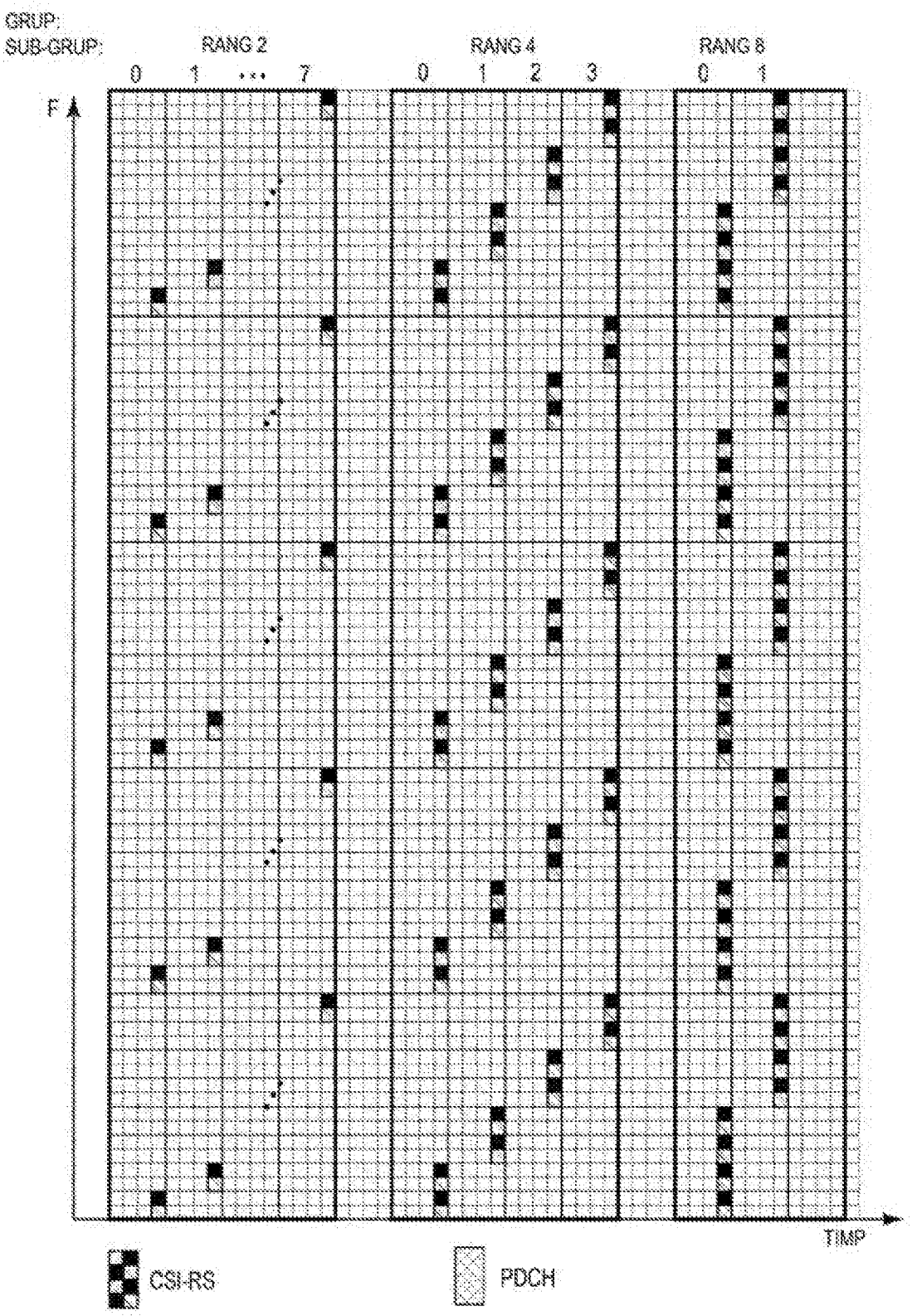


FIG. 63A

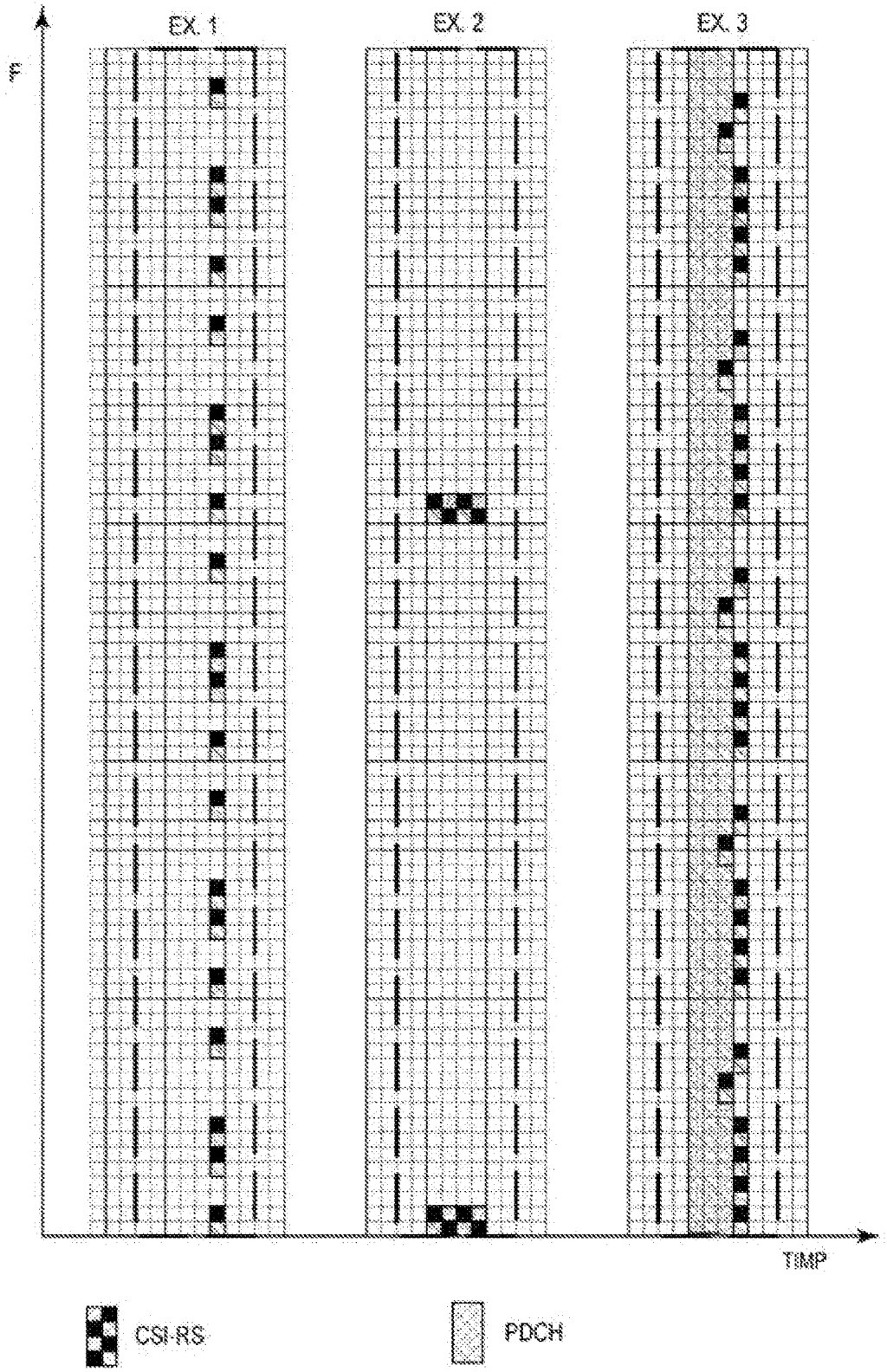


FIG. 63B

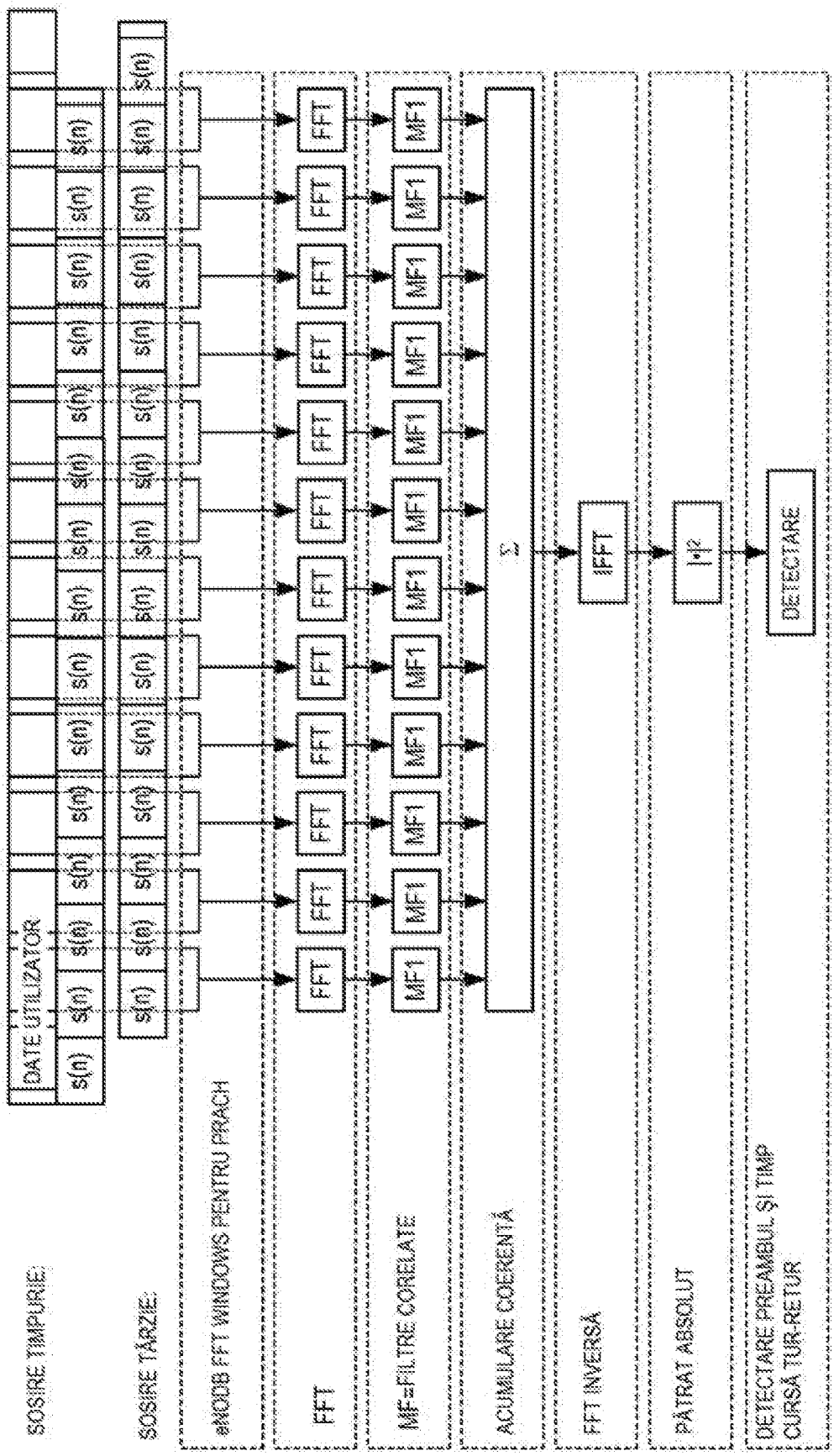

SOSIRE TIMPURIE:
DATE UTILIZATOR
SOSIRE TÂRZIE:
#NODB FFT WINDOWS PENTRU PRACH
FFT
MF=FILTRE CORELATE
ACUMULARE COERENTĂ
FFT INVERSĂ
PĂTRAT ABSOLUT
DETECTARE PREAMBUL ȘI TIMP CURSĂ TUR-RETUR
s(n)
FFT
MF1
Σ
IFFT
|•|²
DETECTARE

FIG. 64

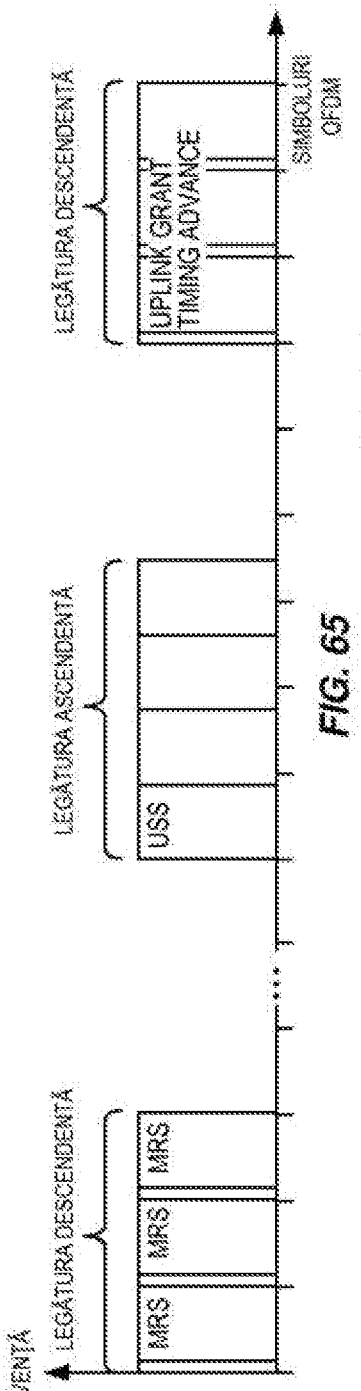

FRECVENȚĂ
LEGĂTURA DESCENDENTĂ
MRS
MRS
MRS
LEGĂTURA ASCENDENTĂ
USS
LEGĂTURA DESCENDENTĂ
UPLINK GRANT
TIMING ADVANCE
SIMBOLURI OFDM

FIG. 65

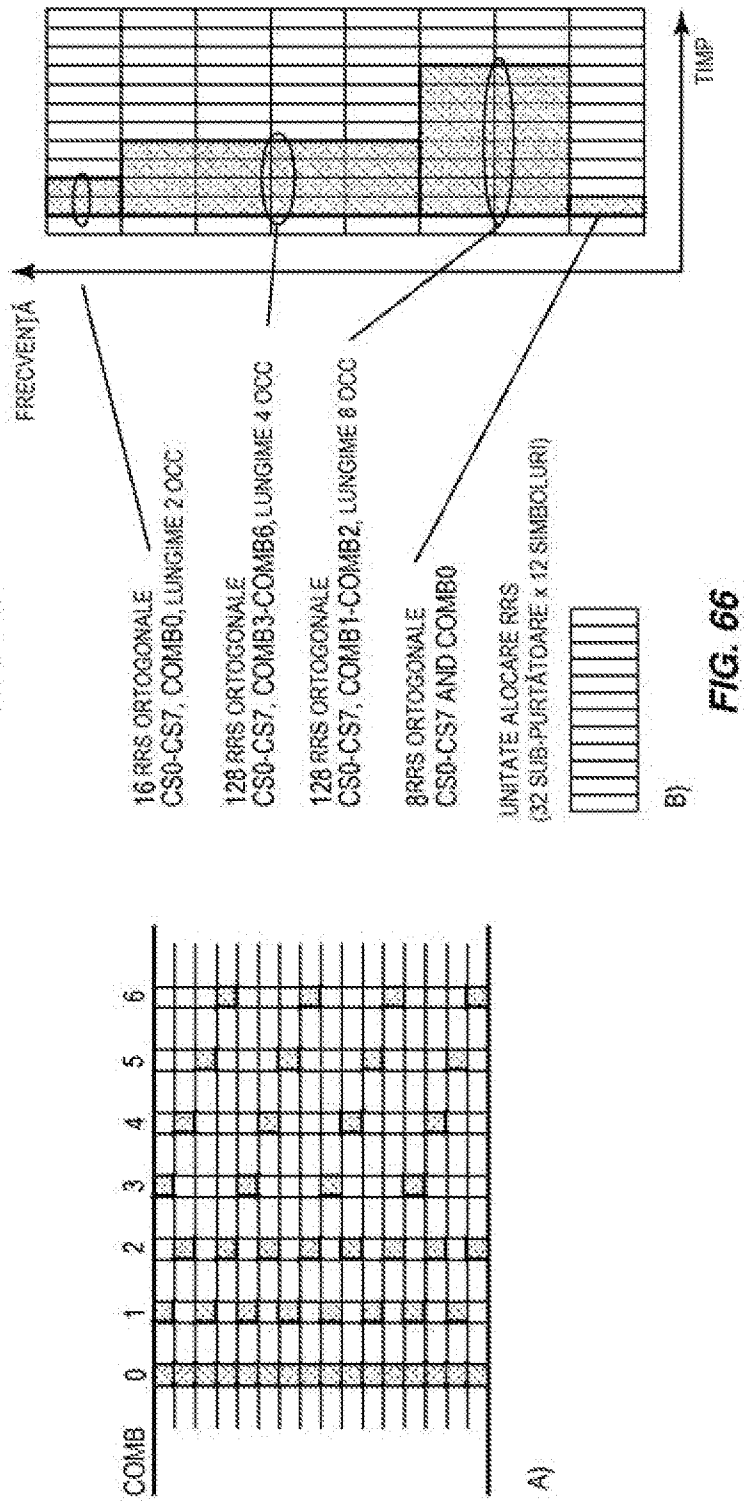

FRECVENȚĂ
TIMP
16 IRS ORTOGONALE
CS0-CS7, COMB0, LUNGIME 2 OCC
128 IRS ORTOGONALE
CS0-CS7, COMB3-COMB6, LUNGIME 4 OCC
128 IRS ORTOGONALE
CS0-CS7, COMB1-COMB2, LUNGIME 8 OCC
8IRS ORTOGONALE
CS0-CS7 AND COMB0
UNITATE ALOCARE IRS
(32 SUB-PURTĂTOARE x 12 SIMBOLURI)
B)
COMB
0
1
2
3
4
5
6
A)

FIG. 66

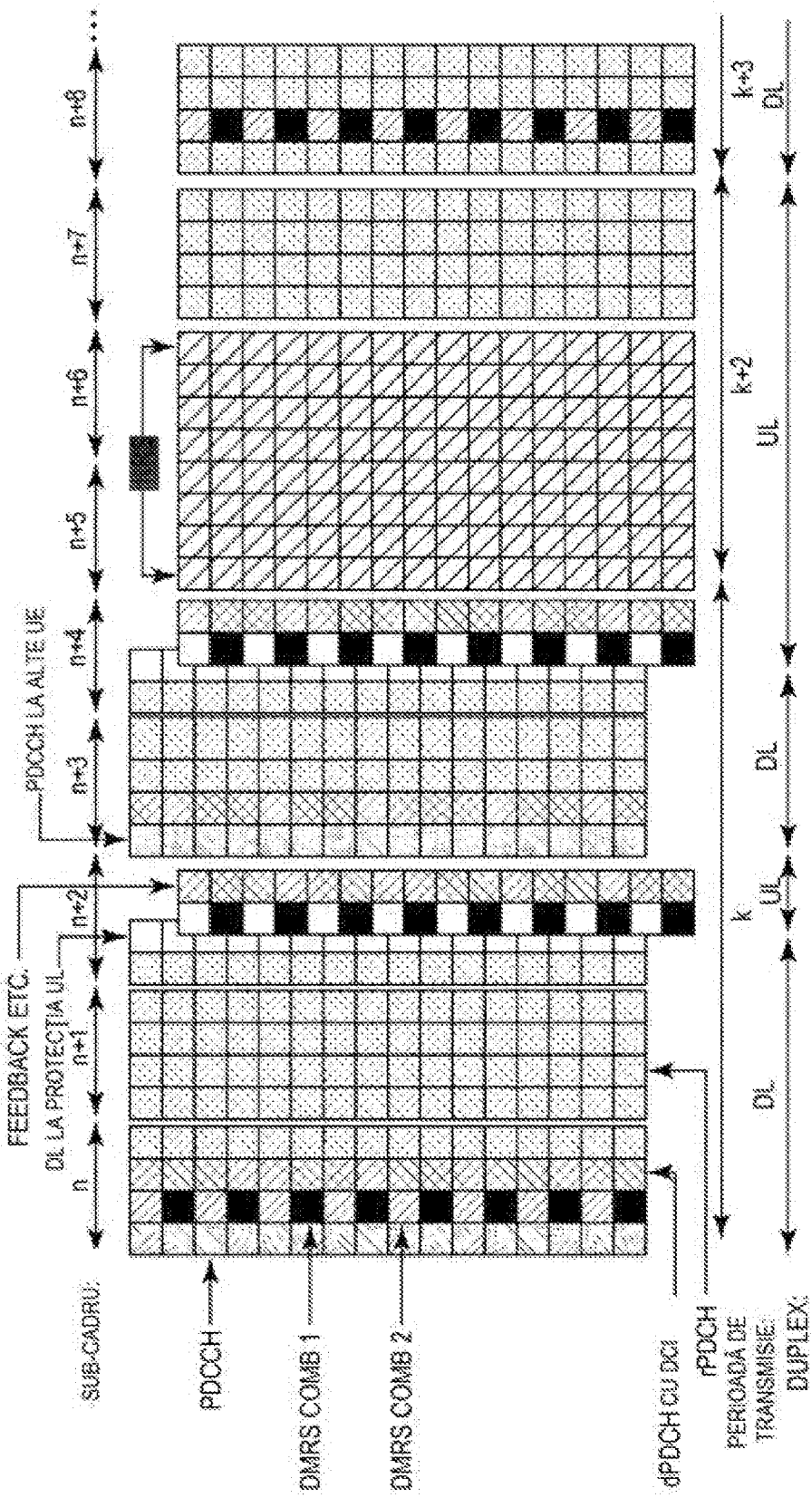

SUB-CADRU:
n
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
...
FEEDBACK ETC.
DL LA PROTECTIA UL
PDCCH LA ALTE UE
PDCCH
DMRS COMB 1
DMRS COMB 2
dPDCH CU DCI
rPDCH
PERIOADA DE TRANSMISIE DUPLEX:
DL
UL
DL
UL
DL
k
k+2
k+3

FIG. 67

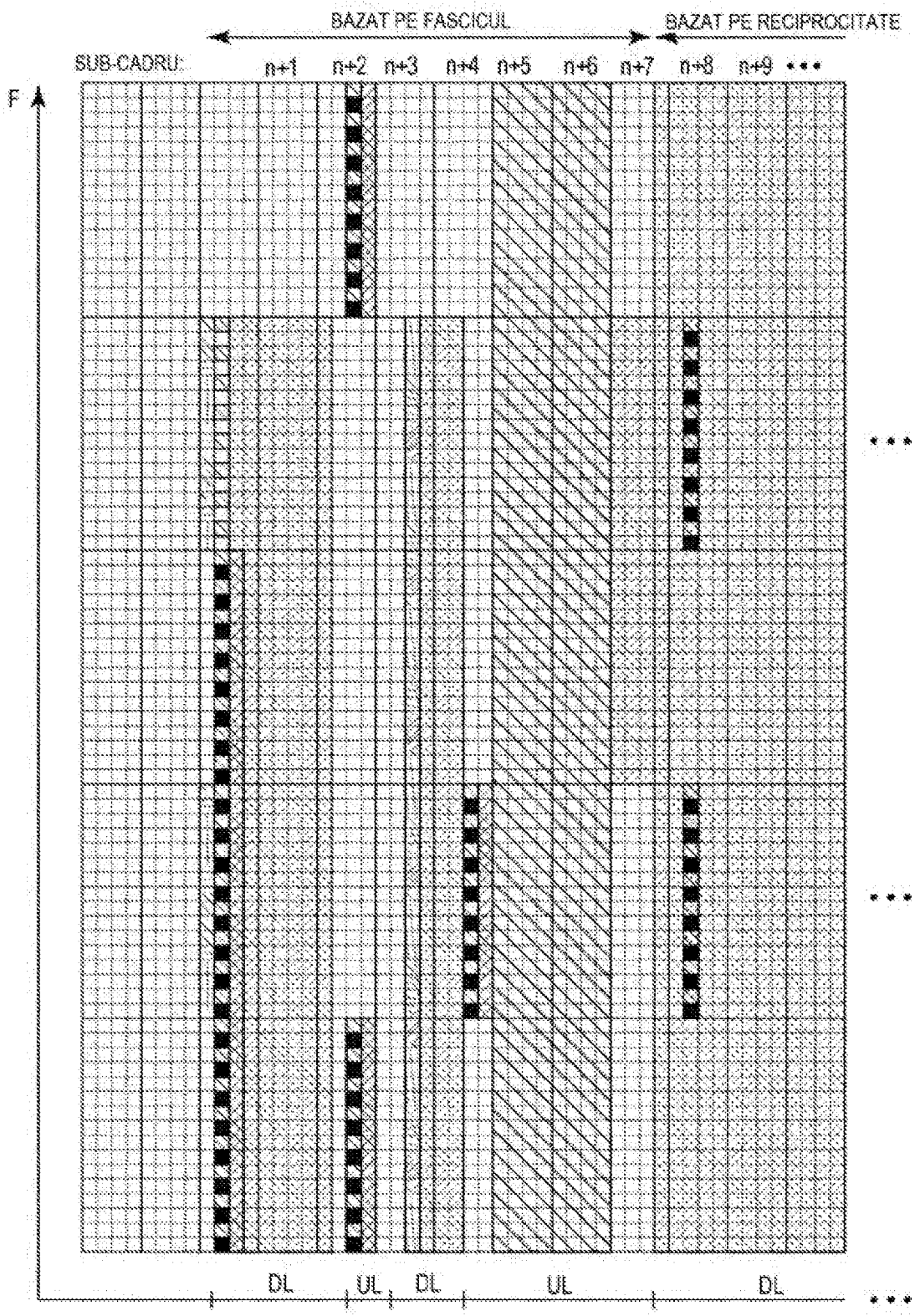

BAZAT PE FASCICUL
BAZAT PE RECIPROCITATE
SUB-CADRU:
n+1
n+2
n+3
n+4
n+5
n+6
n+7
n+8
n+9
F
DL
UL
DL
UL
DL

FIG. 68A

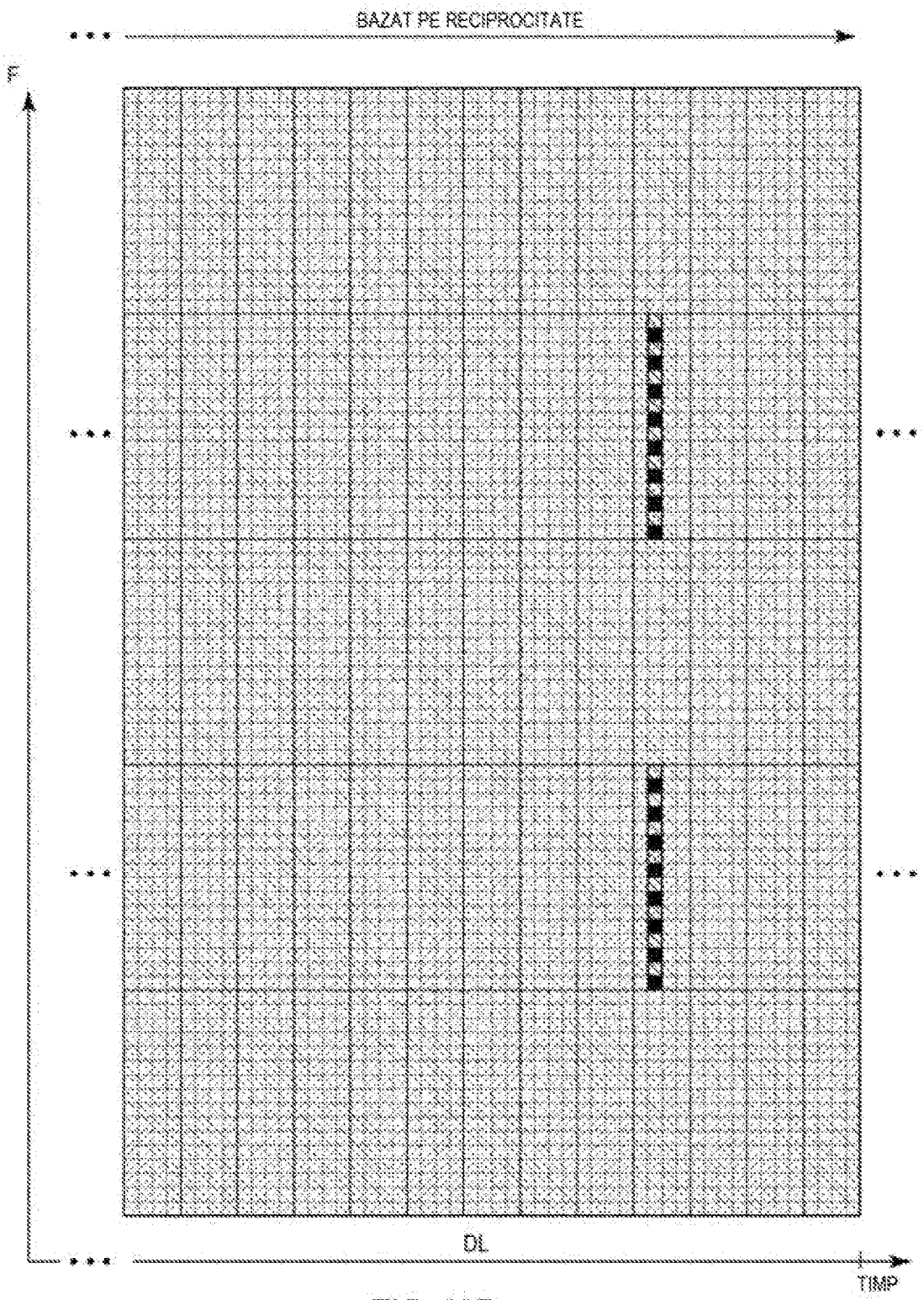


FIG. 68B

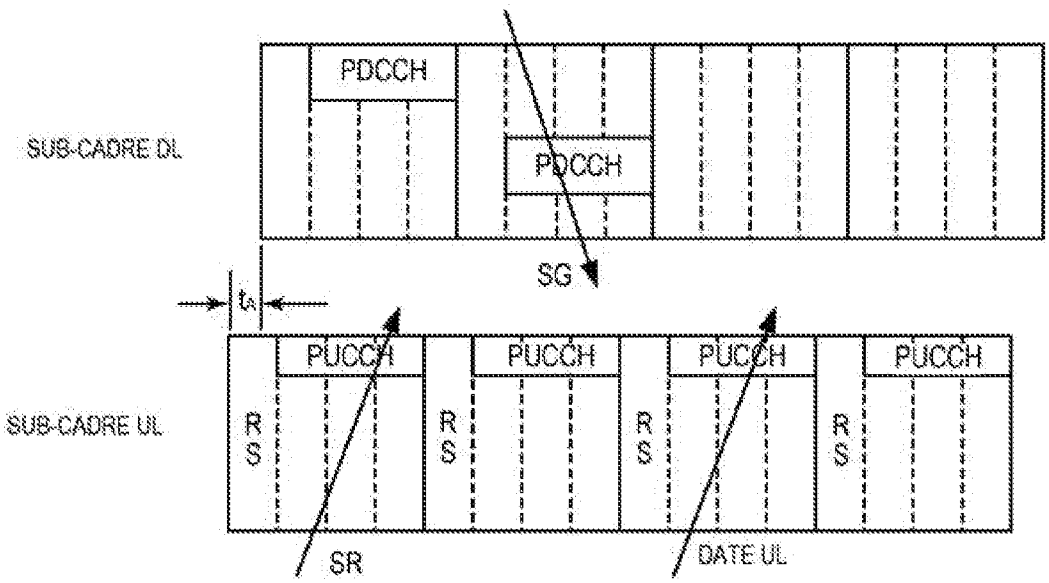


FIG. 69

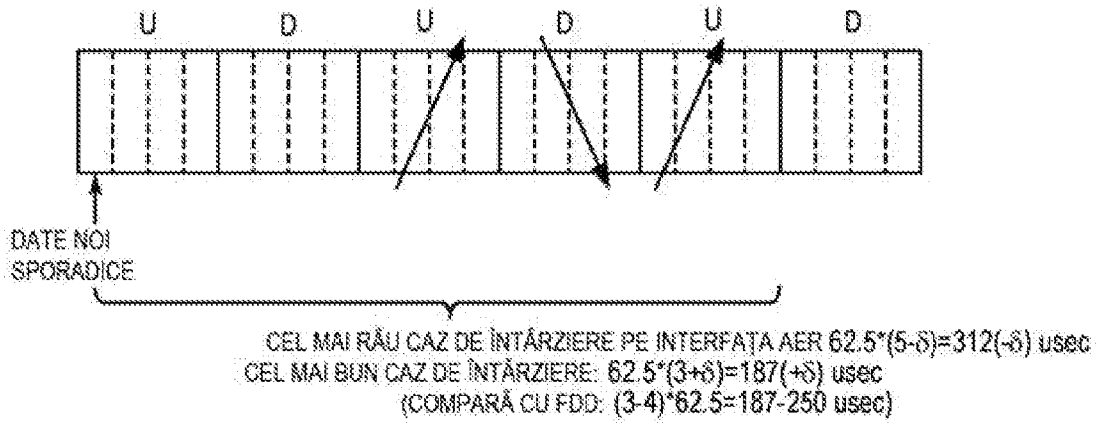


FIG. 70

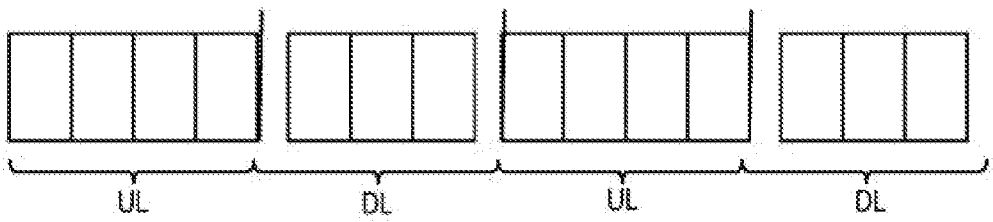


FIG. 71

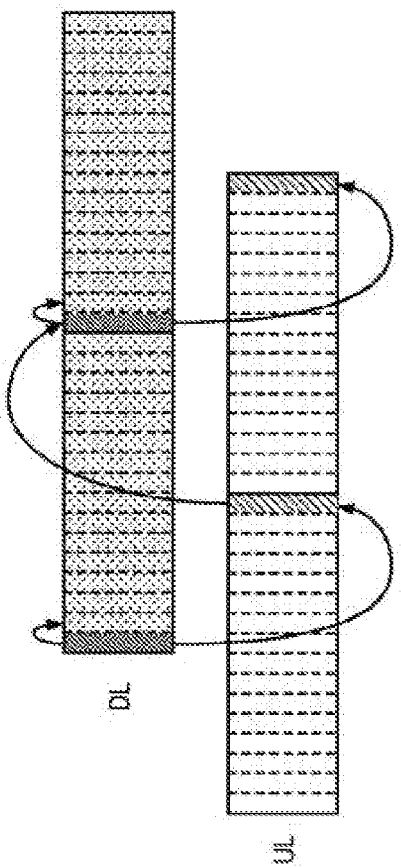

DL
UL

FIG. 72

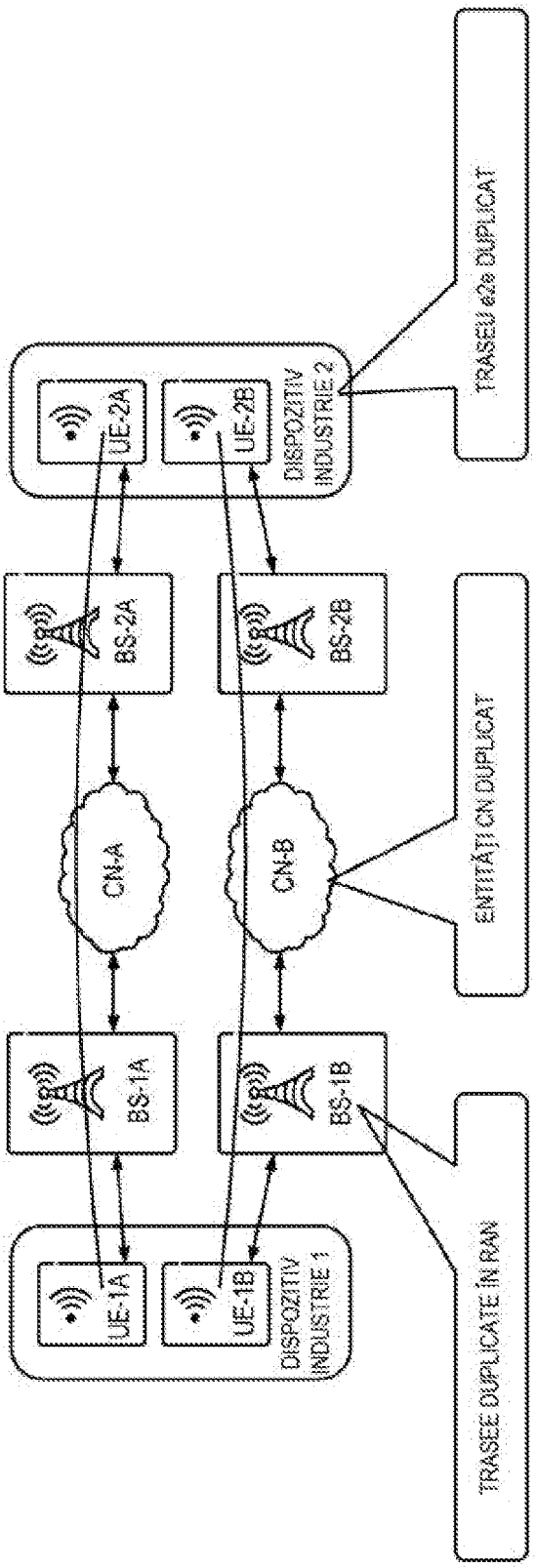
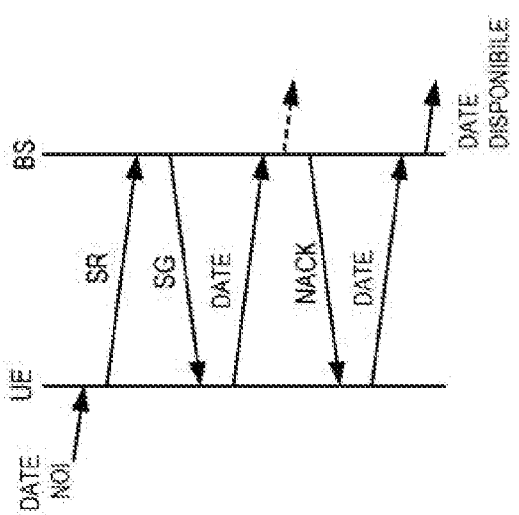

DISPOZITIV INDUSTRIE 1
UE-1A
UE-1B
BS-1A
BS-1B
CN-A
CN-B
BS-2A
BS-2B
UE-2A
UE-2B
DISPOZITIV INDUSTRIE 2
TRASEU e2e DUPLICAT
ENTITĂȚI CN DUPLICAT
TRASEE DUPLICATE ÎN RAN

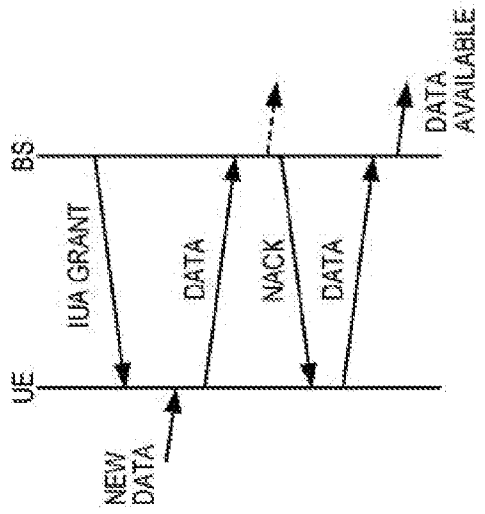
FIG. 73



TRANSMISIE PLANIFICATĂ

COMPONENT	DESCRIERE	SUB-CADRU (OPTIM)	SUB-CADRU (RELAXAT)
1	DATELE SUNT DISPONIBILE IMEDIAT DUPĂ ÎNCEPEREA SUB-CADRULUI N		
2	CERERE DE PLANIFICARE (SR)	N+1	N+1
3	TRANSMISIA ACORDULUI DE PLANIFICARE (SG)	N+2	N+3
4	TRANSMISIA DATELOR UL	N+3	N+5
5	TRANSMISIA ACK/NACK	N+4	N+7
6	RETRANSMISIA DATELOR UL	N+5	N+9
	TOTAL ÎNTÂRZIERE DATE NECONFIRMATE	**4 SUB-CADRE**	**6 SUB-CADRE**
	TOTAL ÎNTÂRZIERE INCLUZÂND k RETRANSMISII	**4 + 2*k SUB-CADRE**	**6 + 4*k SUB-CADRE**

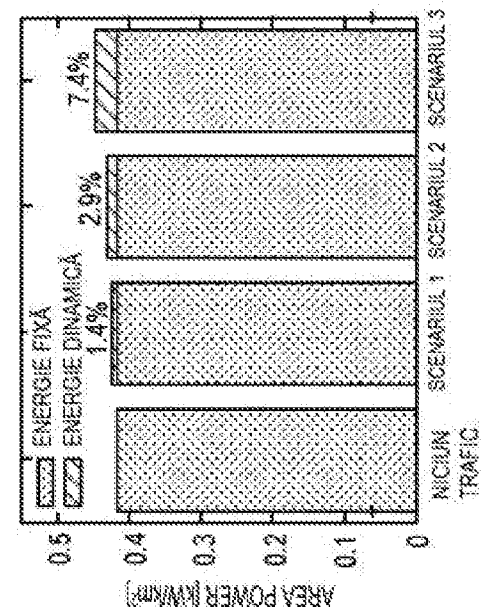
FIG. 74



TRANSMISIA ILIA

COMPONENT	DESCRIERE	SUB-CADRU (OPTIM)	SUB-CADRU (RELAXAT)
1	DATELE SUNT DISPONIBILE IMEDIAT DUPĂ ÎNCEPEREA SUB-CADRULUI N		
2	TRANSMISIA DATELOR UL	N+1	N+1
3	TRANSMISIA ACK/NACK	N+2	N+3
4	RETRANSMISIA DATELOR UL	N+3	N+5
	TOTAL ÎNTÂRZIERE DATE NECONFIRMATE	**2 SUB-CADRE**	**2 SUB-CADRE**
	TOTAL ÎNTÂRZIERE INCLUZÂND k RETRANSMII	**2 + 2*k SUB-CADRE**	**2 + 4*k SUB-CADRE**

FIG. 75


ENERGIE FIXĂ
ENERGIE DINAMICĂ
1.4%
2.9%
7.4%
AREA POWER [kW/km²]
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
NICIUN TRAFIC
SCENARIUL 1
SCENARIUL 2
SCENARIUL 3

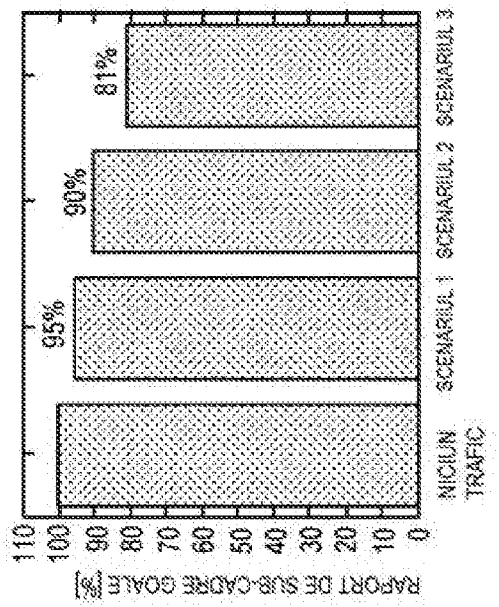

RAPORT DE SUB-CADRE GOALE [%]
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
95%
90%
81%
NICIUN TRAFIC
SCENARIUL 1
SCENARIUL 2
SCENARIUL 3

FIG. 76

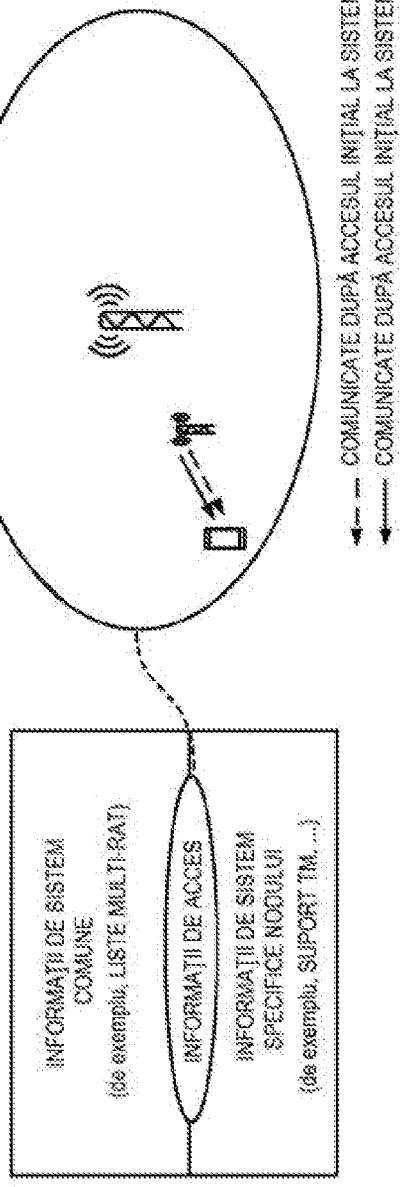

INFORMAȚII DE SISTEM COMUNE
(de exemplu, LISTE MULTI-RAT)
INFORMAȚII DE ACCES
INFORMAȚII DE SISTEM SPECIFICE NODULUI
(de exemplu, SUPORT TM, ...)
COMUNICATE DUPĂ ACCESUL INIȚIAL LA SISTEM
COMUNICATE DUPĂ ACCESUL INIȚIAL LA SISTEM

FIG. 77

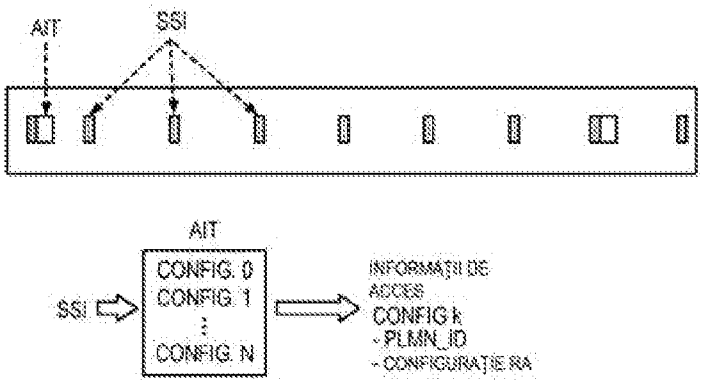

AIT
SSI
AIT
SSI
CONFIG. 0
CONFIG. 1
CONFIG. N
INFORMAȚII DE ACCES
CONFIG k
- PLMN_ID
- CONFIGURAȚIE RA

FIG. 78

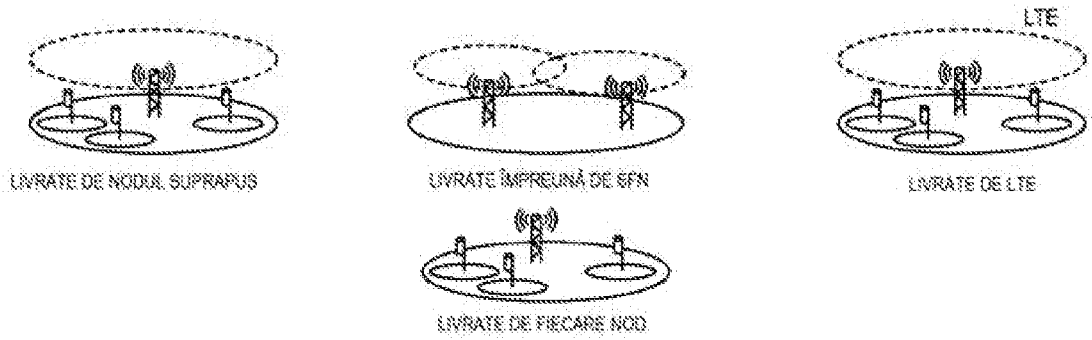

LTE
LIVRATE DE NODUL SUPRAPUS
LIVRATE ÎMPREUNĂ DE SFN
LIVRATE DE LTE
LIVRATE DE FIECARE NOD

FIG. 79

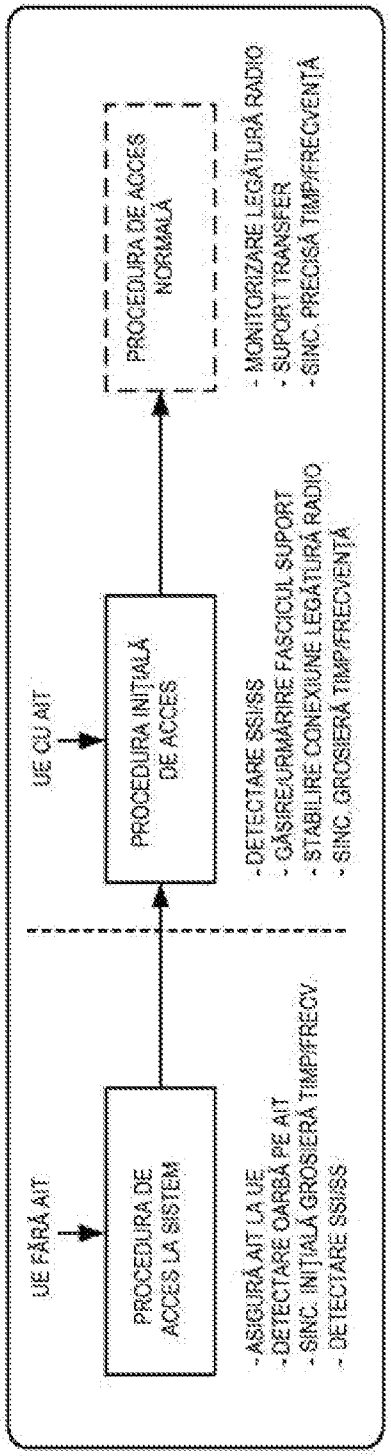

UE FĂRĂ AIT
UE CU AIT
PROCEDURA DE ACCES LA SISTEM
PROCEDURA INIȚIALĂ DE ACCES
PROCEDURA DE ACCES NORMALĂ
- ASIGURĂ AIT LA UE
- DETECTARE OARBĂ PE AIT
- SINC. INIȚIALĂ GROSIERĂ TIMP/FRECV.
- DETECTARE SS/ISS
- DETECTARE SS/ISS
- GĂSIRE/URMĂRIRE FASCICUL SUPORT
- STABILIRE CONEXIUNE LEGĂTURĂ RADIO
- SINC. GROSIERĂ TIMP/FRECVENȚĂ
- MONITORIZARE LEGĂTURĂ RADIO
- SUPORT TRANSFER
- SINC. PRECISĂ TIMP/FRECVENȚĂ

FIG. 80

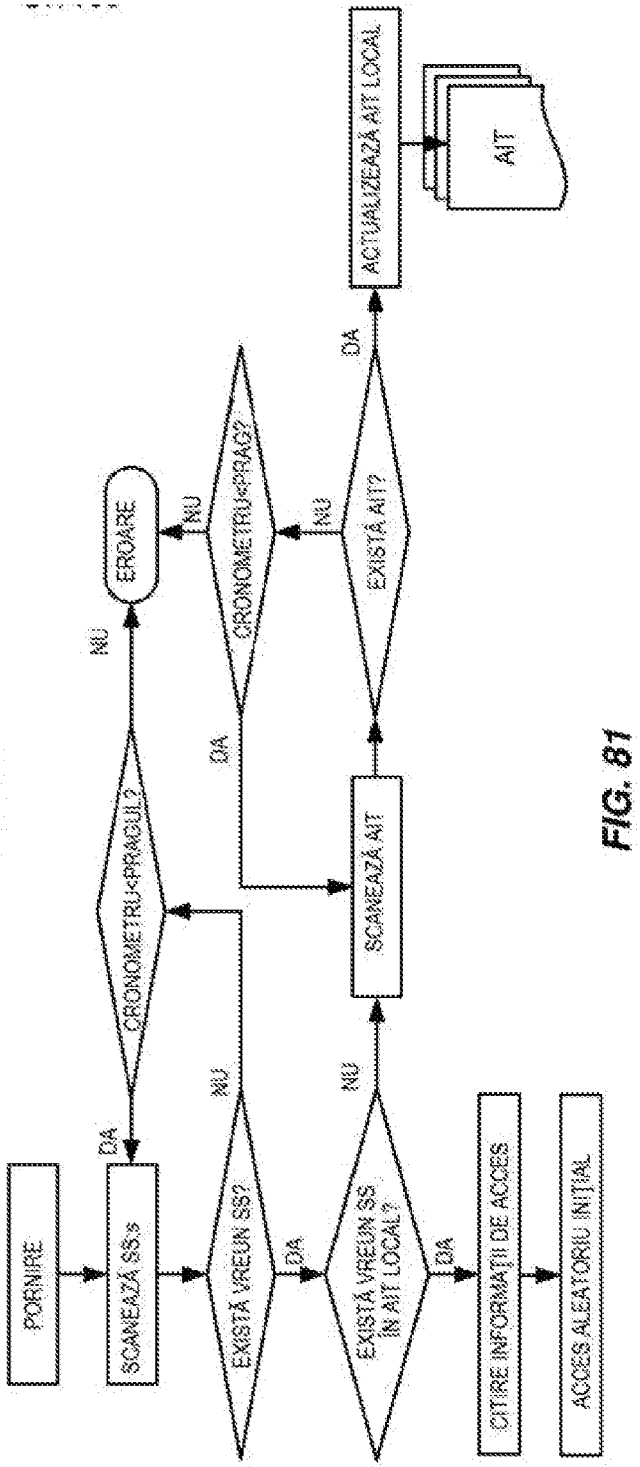

PORNIRE
SCANEAZĂ SSs
DA
CRONOMETRU<PRAG1?
NU
EROARE
EXISTĂ VREUN SS?
DA
NU
EXISTĂ VREUN SS ÎN AIT LOCAL?
DA
NU
CITIRE INFORMAȚII DE ACCES
ACCES ALEATORIU INIȚIAL
SCANEAZĂ AIT
CRONOMETRU<PRAG2?
DA
NU
EXISTĂ AIT?
DA
ACTUALIZEAZĂ AIT LOCAL
AIT

FIG. 81

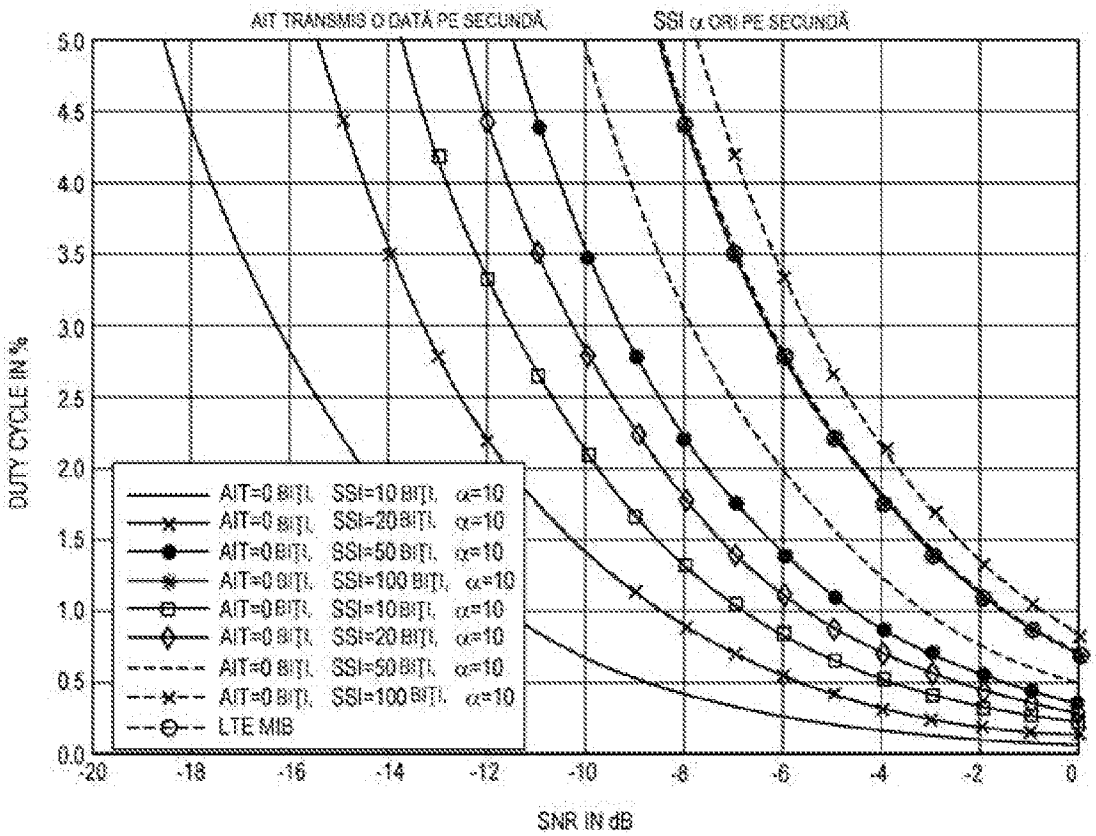

AIT TRANSMIS O DATĂ PE SECUNDĂ
SSI α ORI PE SECUNDĂ
DUTY CYCLE IN %
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-20
-18
-16
-14
-12
-10
-8
-6
-4
-2
0
SNR IN dB
AIT=0 BIȚI, SSI=10 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=20 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=50 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=100 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=10 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=20 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=50 BIȚI, α=10
AIT=0 BIȚI, SSI=100 BIȚI, α=10
LTE MIB

FIG. 82

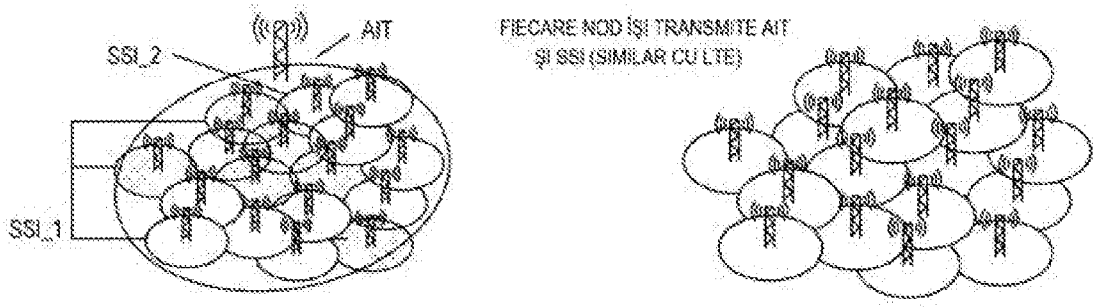

AIT
SSI_2
SSI_1
FIECARE NOD ȘI TRANSMITE AIT
ȘI SSI (SIMILAR CU LTE)

FIG. 83

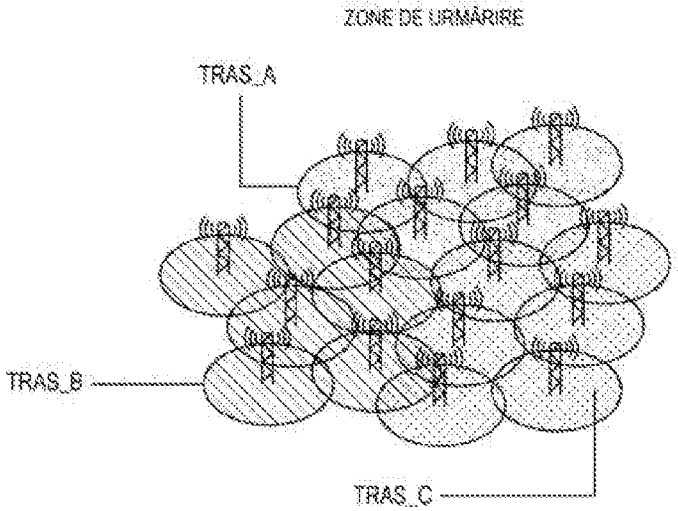

ZONE DE URMĂRIRE
TRAS_A
TRAS_B
TRAS_C

FIG. 84

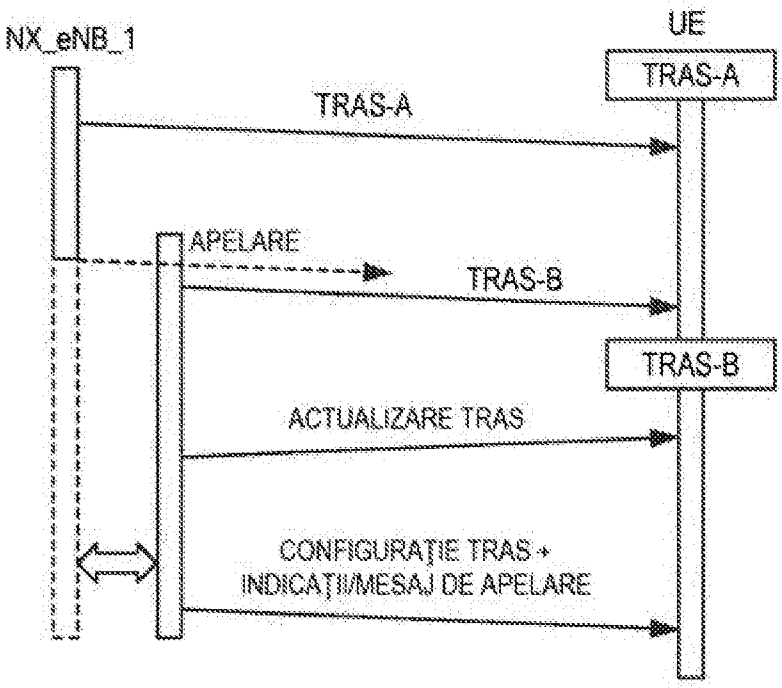

NX_eNB_1
UE
TRAS-A
TRAS-A
APELARE
TRAS-B
TRAS-B
ACTUALIZARE TRAS
CONFIGURAȚIE TRAS +
INDICAȚII/MESAJ DE APELARE

FIG. 85

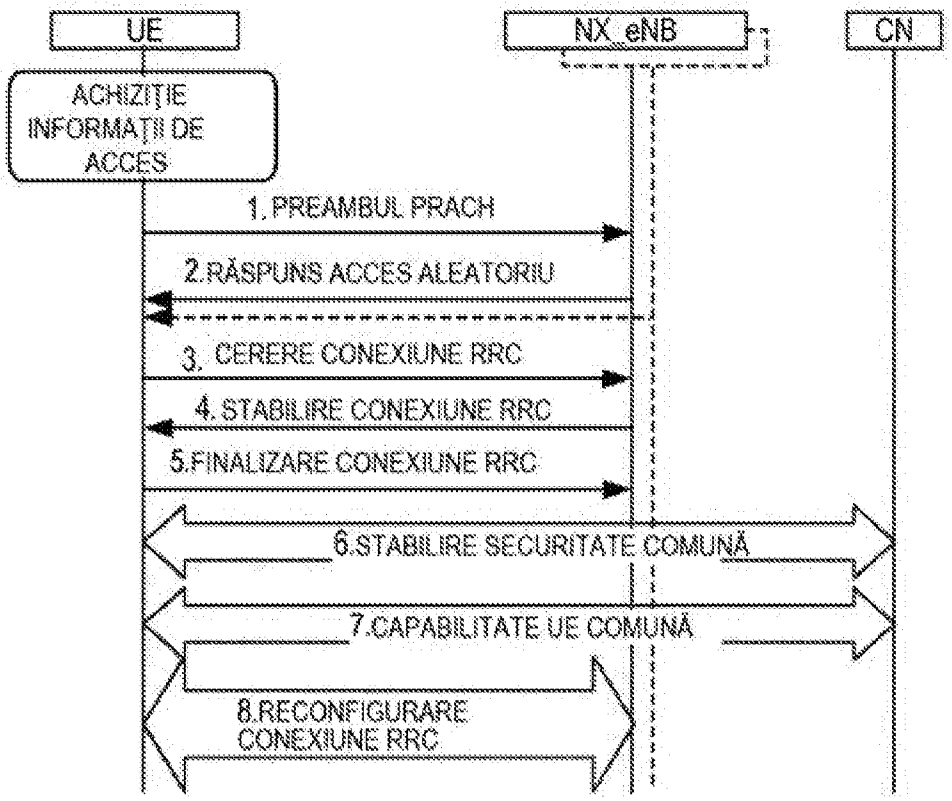

UE
NX_eNB
CN
ACHIZIȚIE INFORMAȚII DE ACCES
1. PREAMBUL PRACH
2.RĂSPUNS ACCES ALEATORIU
3. CERERE CONEXIUNE RRC
4. STABILIRE CONEXIUNE RRC
5.FINALIZARE CONEXIUNE RRC
6.STABILIRE SECURITATE COMUNĂ
7.CAPABILITATE UE COMUNĂ
8.RECONFIGURARE CONEXIUNE RRC

FIG. 86

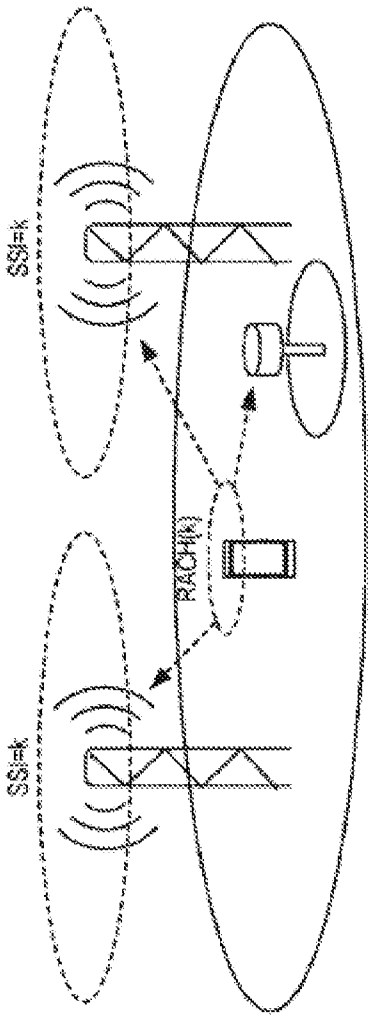


FIG. 87

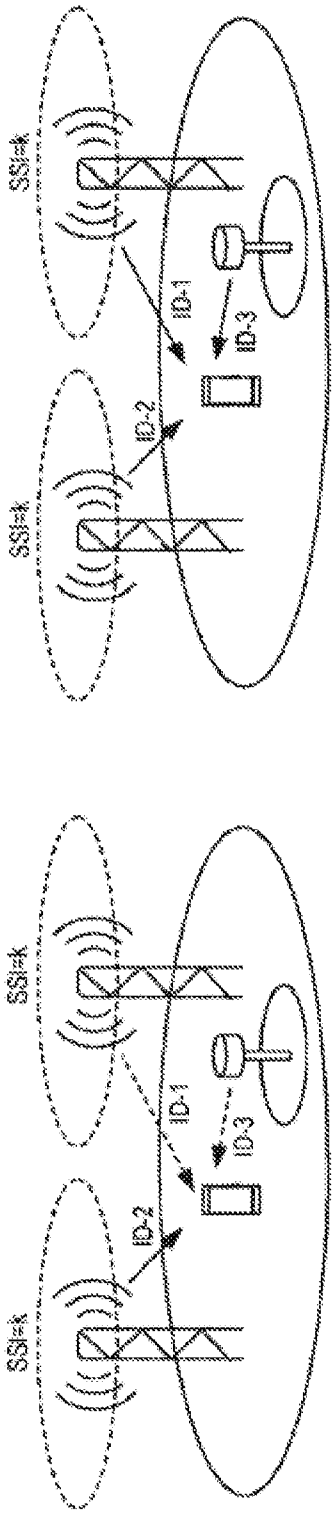


FIG. 88

SERVICII/PRODUSE
MBB NORMAL
SERVICII MTC
SERVICILE ÎNTREPRINDERII
MBB FELIE NB
MGMT. INSTANCE
TRANSPORT VPN
INSTANȚĂ vEPC
PROFIL ACCES
MTC FELIE NW
MGMT. INST.
TRANSPORT VPN
INSTANȚĂ vEPC
PROFIL ACCES
ÎNTREPRINDERI FELIE NW
MGMT. INST.
TRANSPORT VPN
ACCES
TRANSPORT
CLOUD
vPEC
NETW. MGMT.
RESURSE/COMPONENTE
REȚEA

FIG. 89

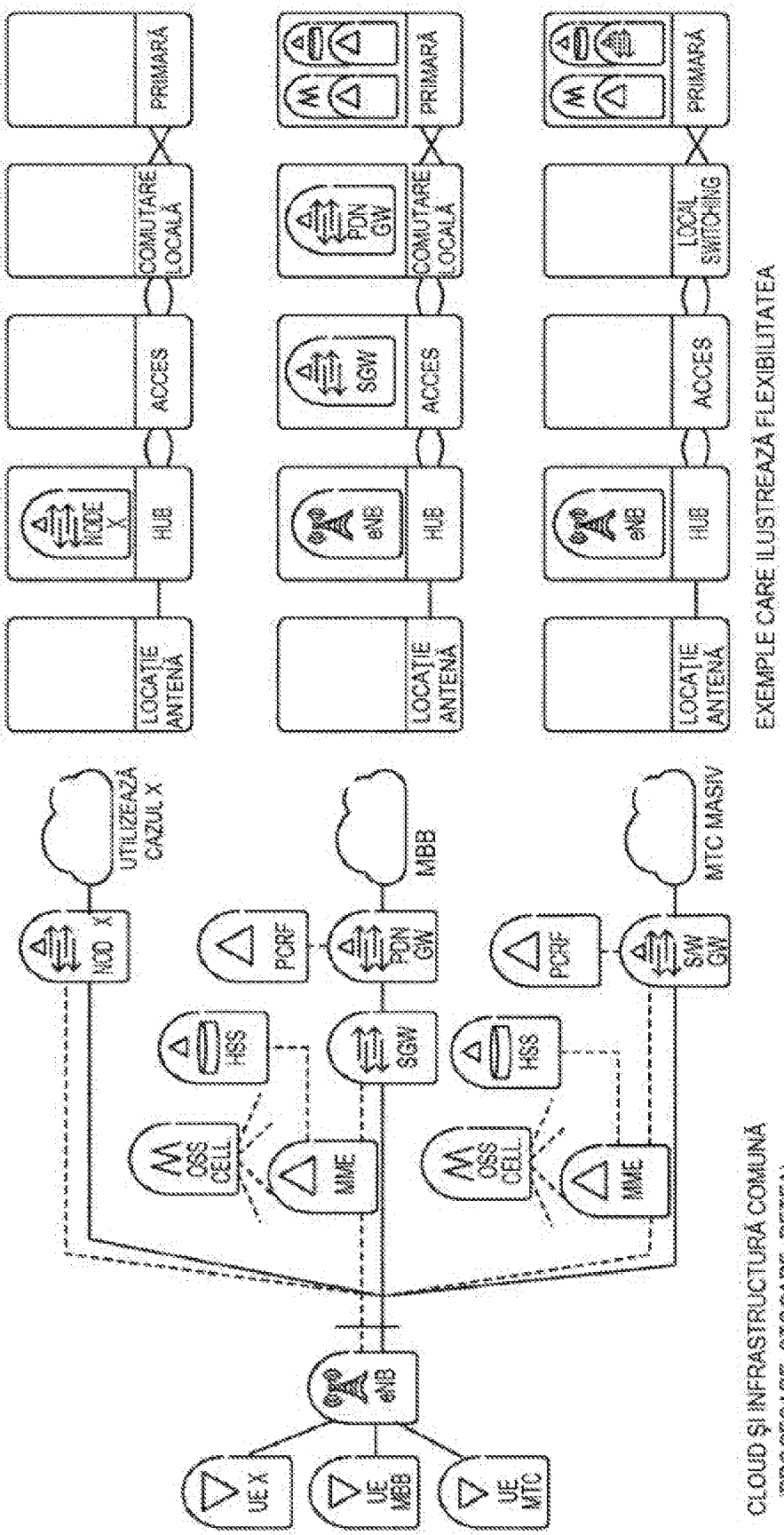

LOCAȚIE ANTENĂ
HUB
ACCES
COMUTARE LOCALĂ
PRIMARĂ
LOCAȚIE ANTENĂ
HUB
ACCES
COMUTARE LOCALĂ
PRIMARĂ
LOCAȚIE ANTENĂ
HUB
ACCES
LOCAL SWITCHING
PRIMARĂ
EXEMPLE CARE ILUSTREAZĂ FLEXIBILITATEA
UTILIZEAZĂ CAZUL X
MBB
MTC MASIV
HSS
HSS
PCRF
PCRF
MME
MME
SGW
SGW
PDN GW
PDN GW
SIW GW
eNB
UE X
UE MBB
UE MTC
CLOUD ȘI INFRASTRUCTURĂ COMUNĂ
(PROCESARE, STOCARE, REȚEA)

FIG. 90

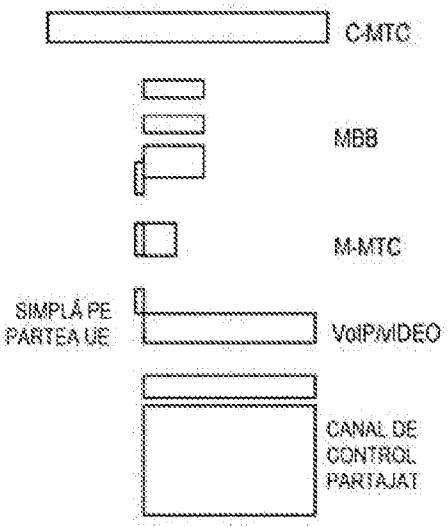

C-MTC
MBB
M-MTC
SIMPLĂ PE PARTEA UE
VoIP/vIDEO
CANAL DE CONTROL PARTAJAT

FIG. 91

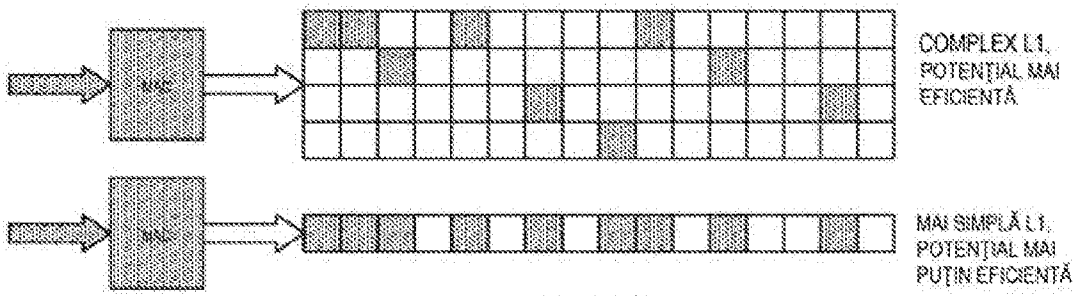

COMPLEX L1, POTENȚIAL MAI EFICIENTĂ
MAI SIMPLĂ L1, POTENȚIAL MAI PUȚIN EFICIENTĂ

FIG. 92

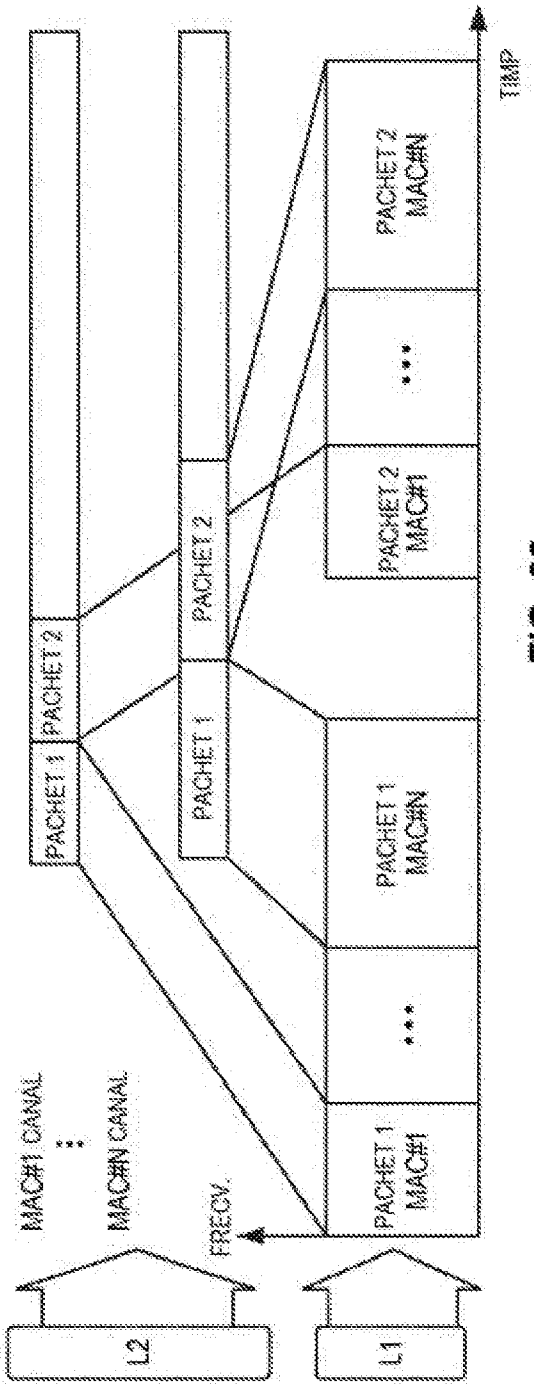

MAC#1 CANAL
MAC#N CANAL
FREQV.
TIMP
L2
L1
PACHET 1
PACHET 2
PACHET 1 MAC#1
PACHET 1 MAC#N
PACHET 2 MAC#1
PACHET 2 MAC#N

FIG. 93

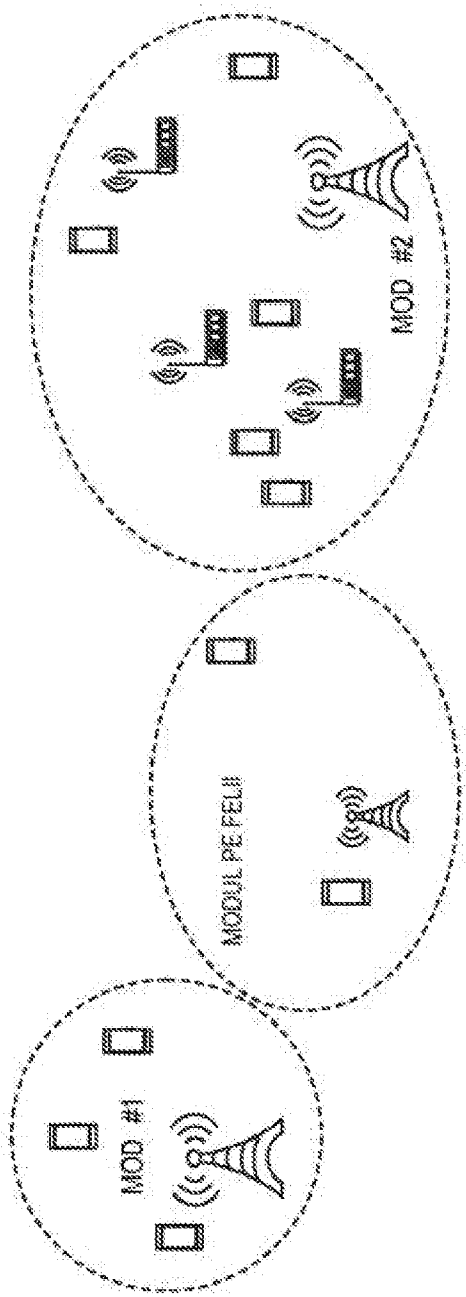

MOD #1
MODUL PE FELII
MOD #2

FIG. 94

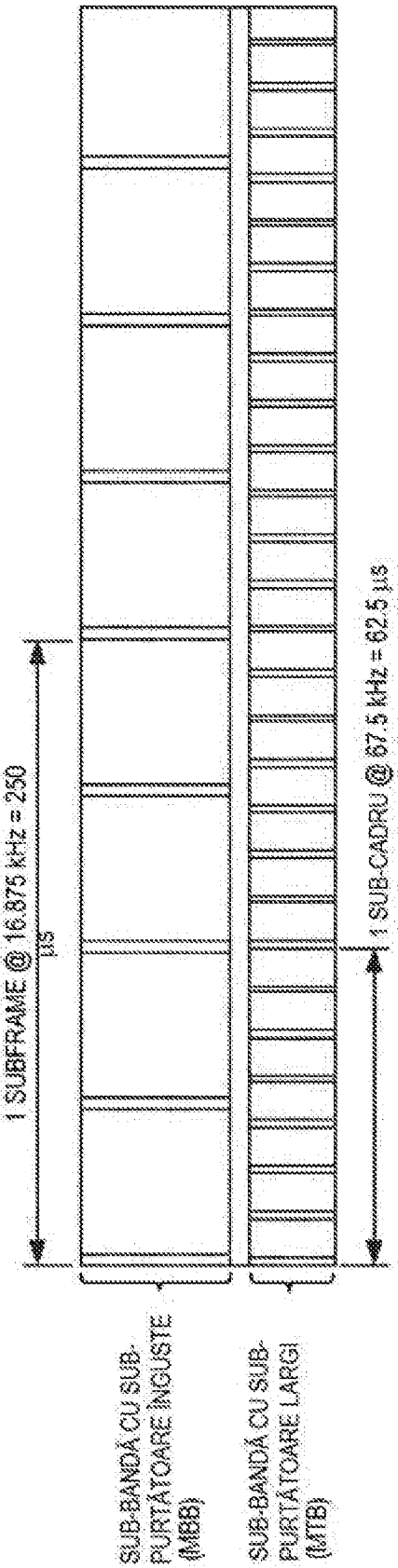

1 SUBFRAME @ 16.875 kHz = 250 µs
1 SUB-CADRU @ 67.5 kHz = 62.5 µs
SUB-BANDĂ CU SUB-PURTĂTOARE ÎNGUSTE (MBB)
SUB-BANDĂ CU SUB-PURTĂTOARE LARGI (MTB)

FIG. 95

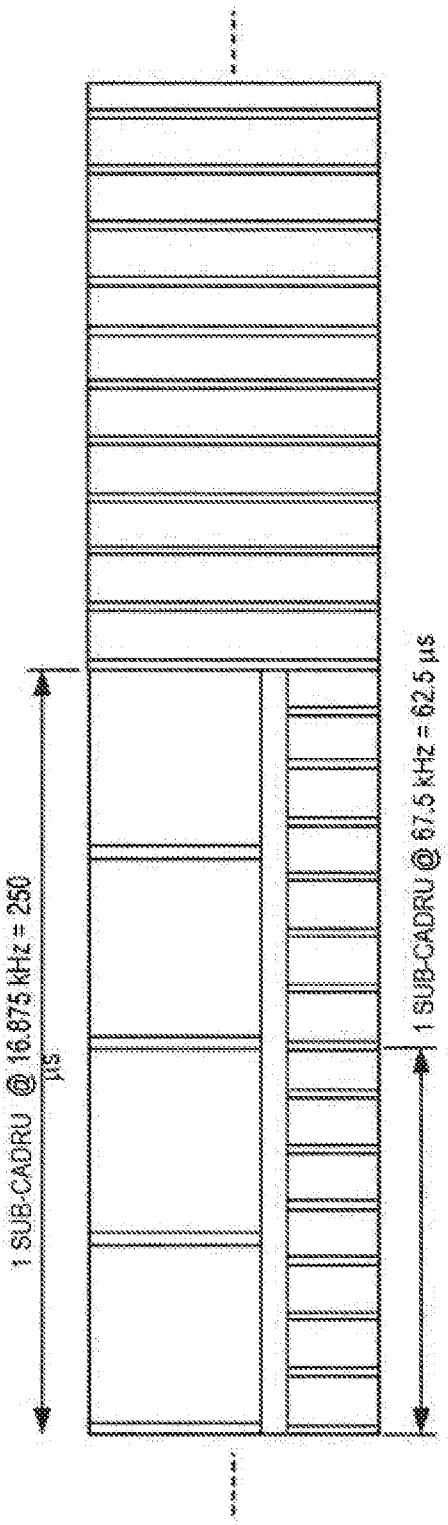

1 SUB-CADRU @ 16.875 kHz = 250 µs
1 SUB-CADRU @ 67.5 kHz = 62.5 µs

FIG. 96

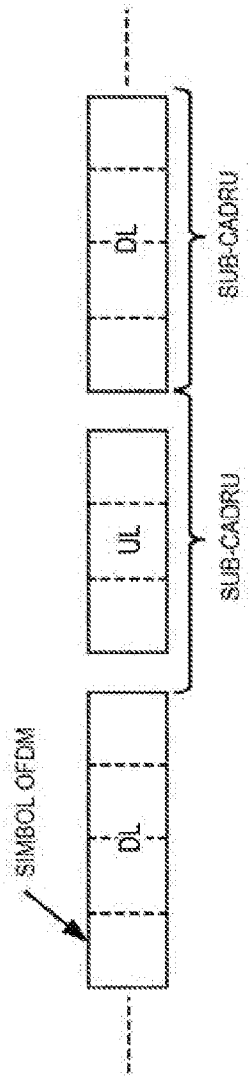

SIMBOL OFDM
DL
UL
DL
SUB-CADRU
SUB-CADRU

FIG. 97

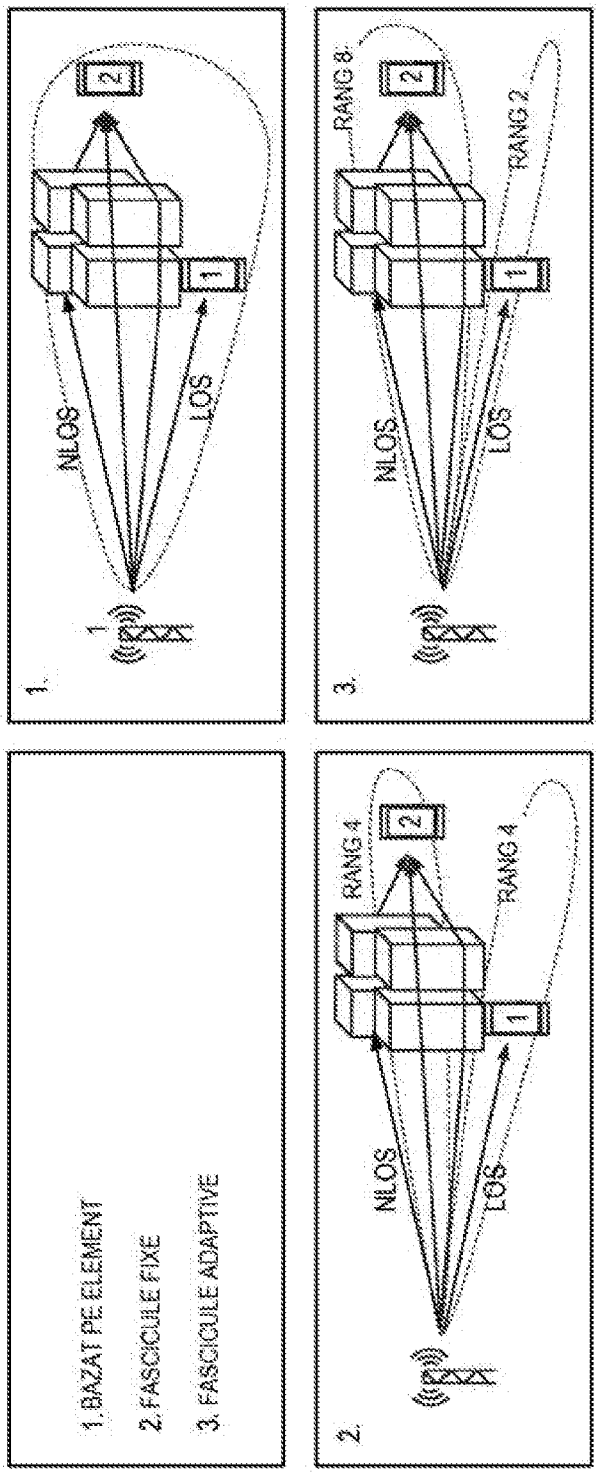

1. BAZAT PE ELEMENT
2. FASCICULE FIXE
3. FASCICULE ADAPTIVE
1.
NLOS
LOS
2
1
2.
RANG 4
RANG 4
NLOS
LOS
3.
RANG 8
RANG 2
NLOS
LOS

FIG. 98

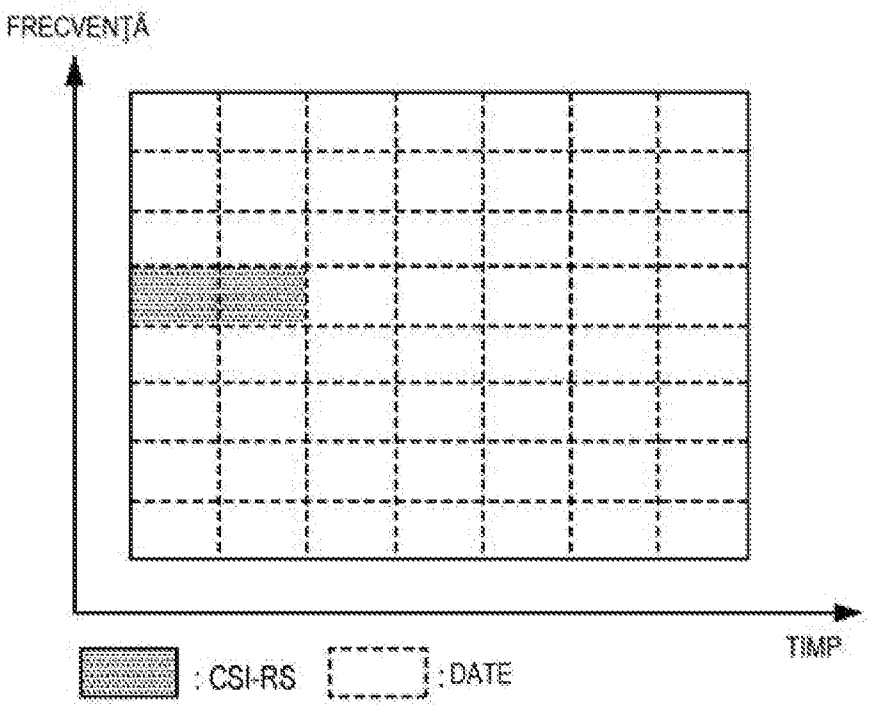


FIG. 99

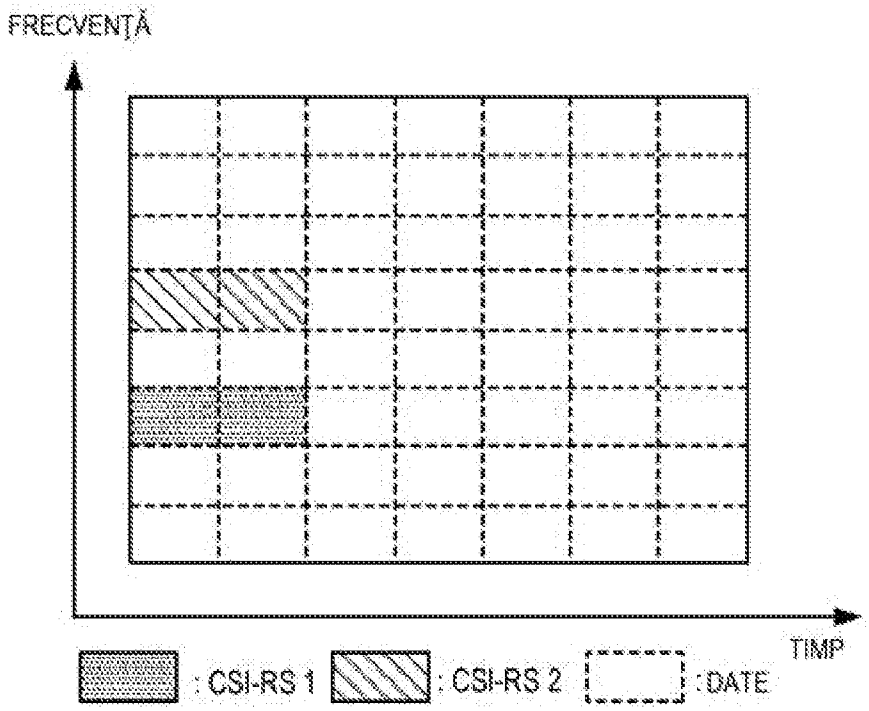


FIG. 100

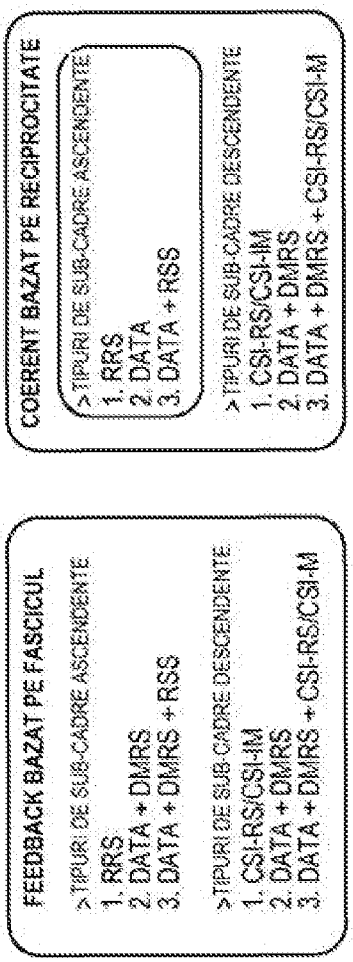


FIG. 101

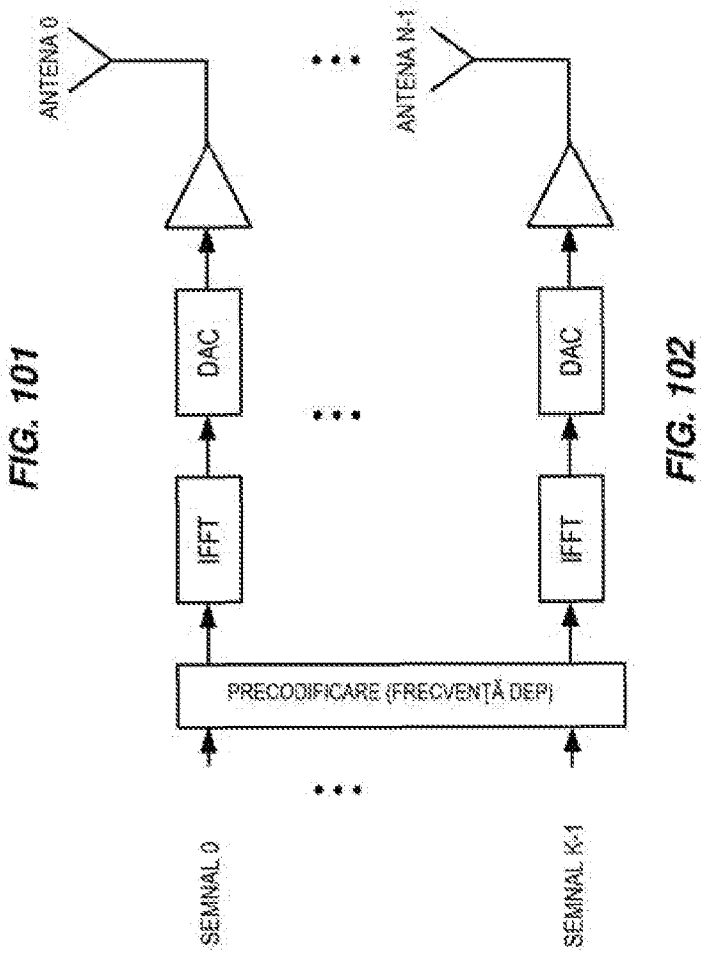


FIG. 102

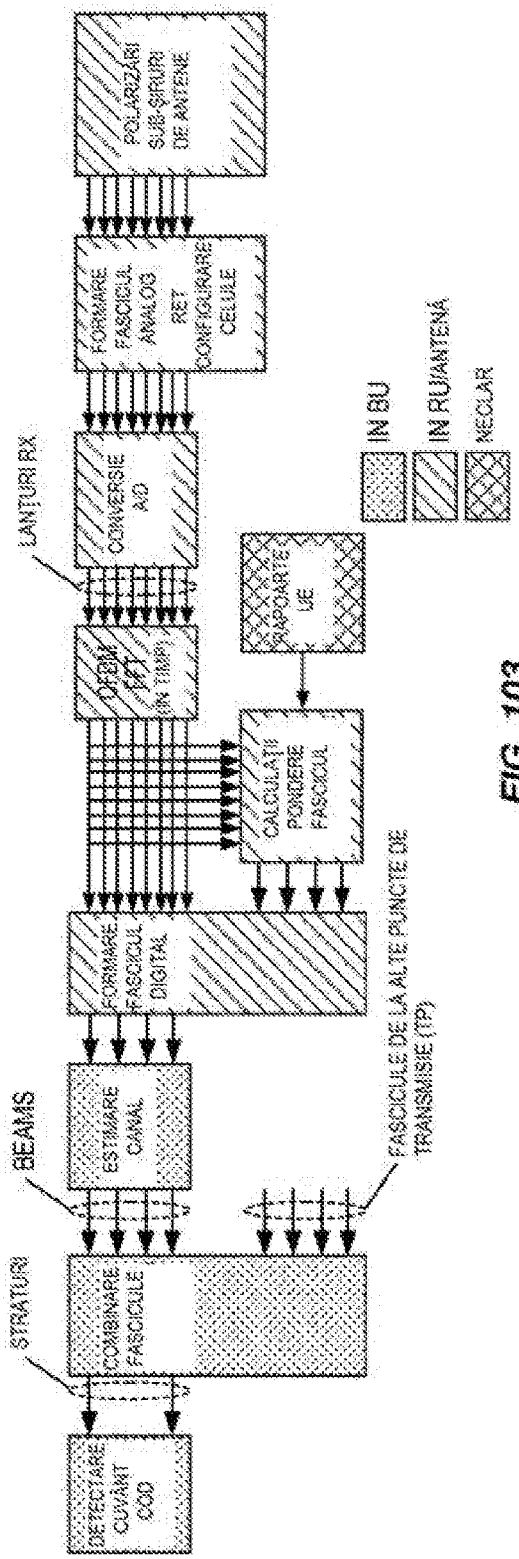


FIG. 103

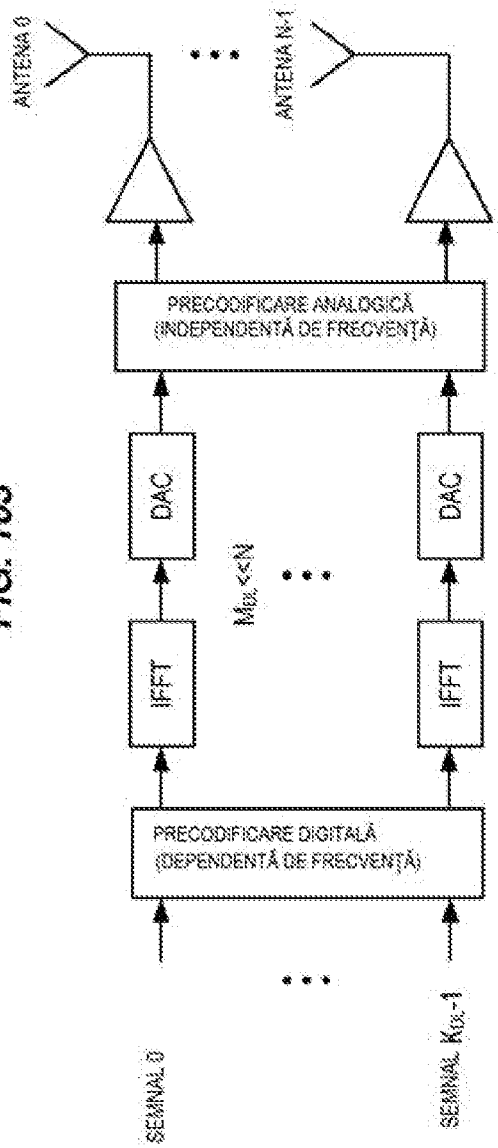


FIG. 104

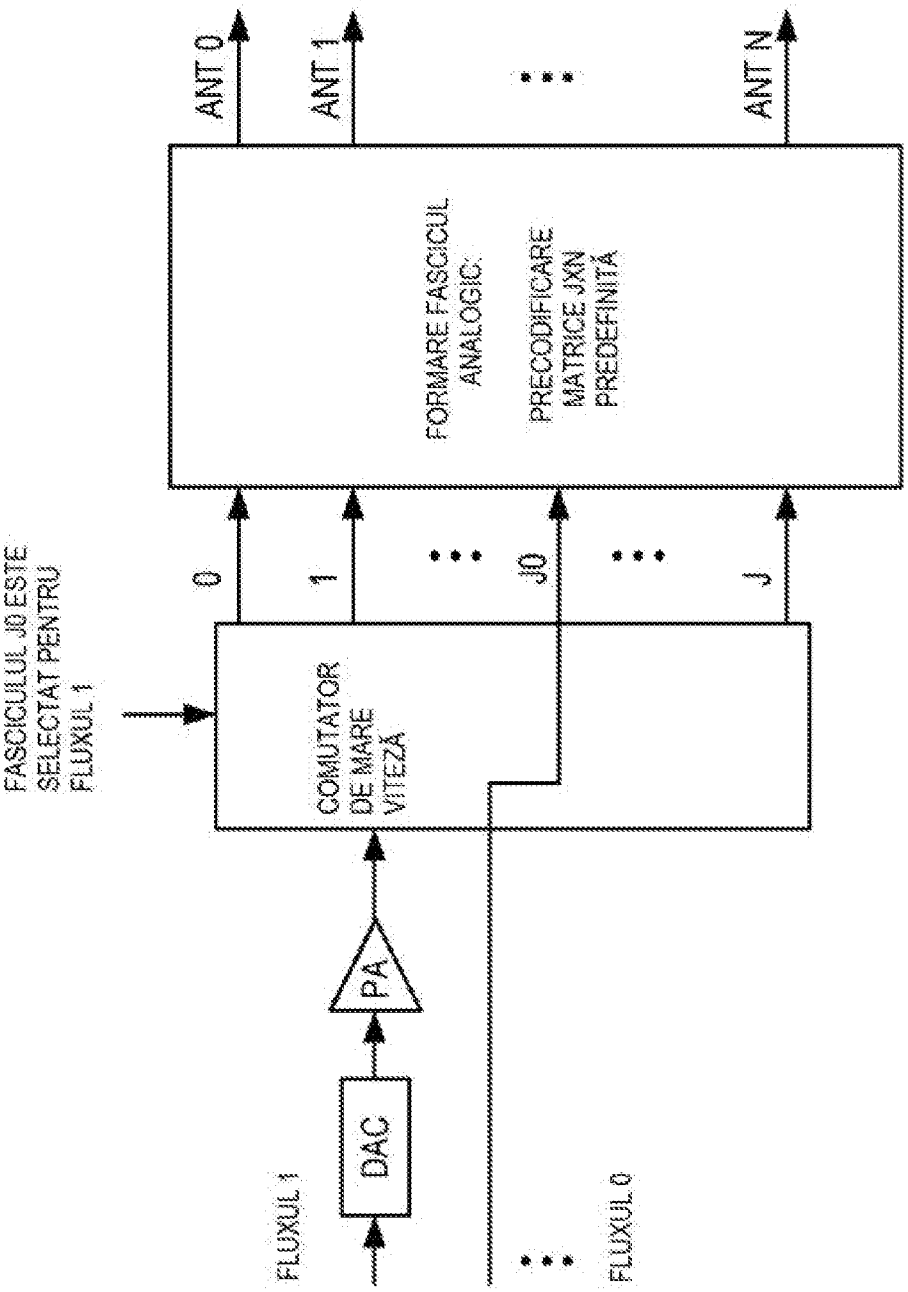

ANT 0
ANT 1
ANT N
FORMARE FASCICUL ANALOGIC
PRECODIFICARE MATRICE JXN PREDEFINITĂ
0
1
J0
J
FASCICULUL J0 ESTE SELECTAT PENTRU FLUXUL 1
COMUTATOR DE MARE VITEZĂ
PA
DAC
FLUXUL 1
FLUXUL 0

FIG. 105

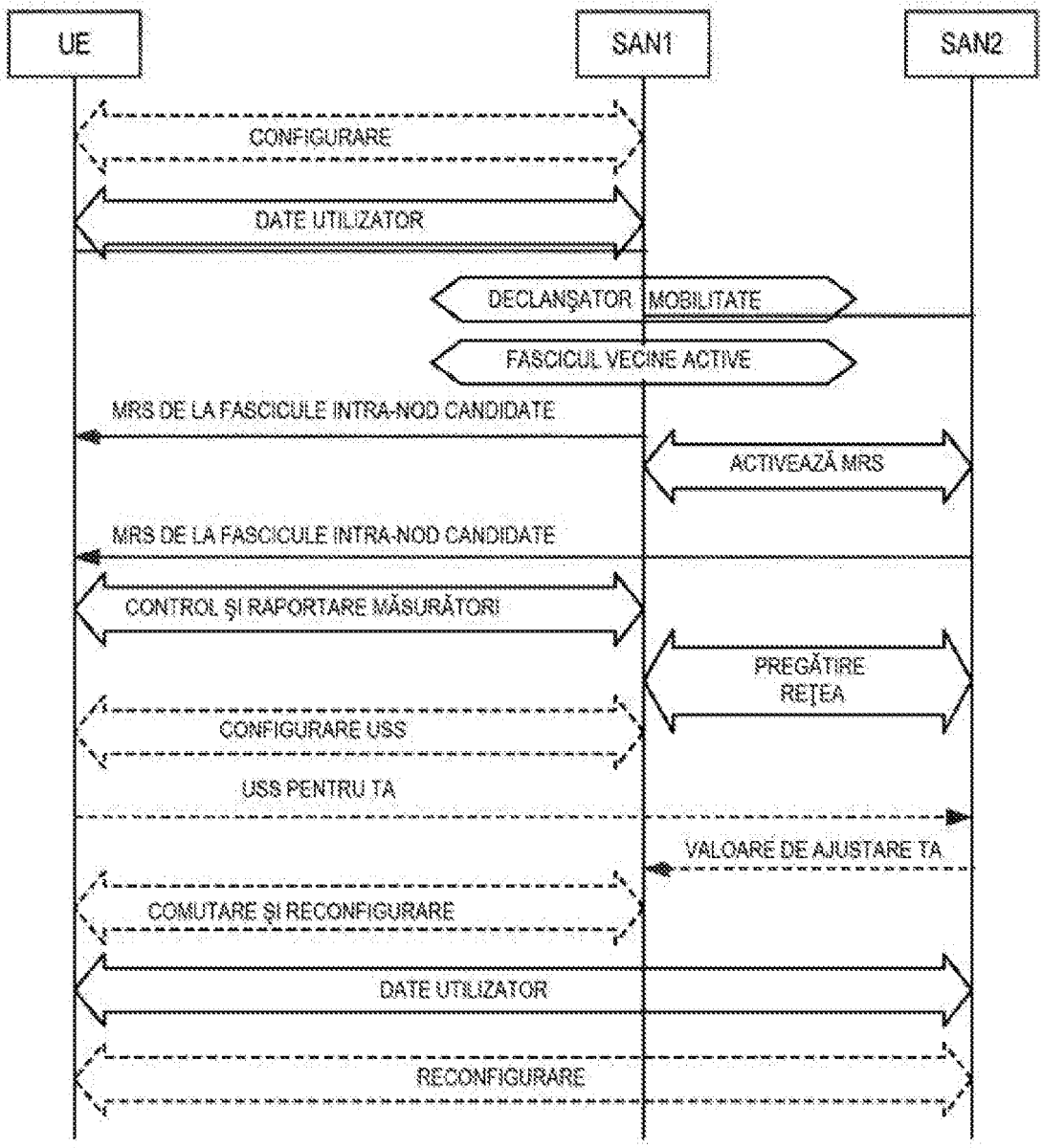

UE
SAN1
SAN2
CONFIGURARE
DATE UTILIZATOR
DECLANŞATOR MOBILITATE
FASCICUL VECINE ACTIVE
MRS DE LA FASCICULE INTRA-NOD CANDIDATE
ACTIVEAZĂ MRS
MRS DE LA FASCICULE INTRA-NOD CANDIDATE
CONTROL ŞI RAPORTARE MĂSURĂTORI
PREGĂTIRE REŢEA
CONFIGURARE USS
USS PENTRU TA
VALOARE DE AJUSTARE TA
COMUTARE ŞI RECONFIGURARE
DATE UTILIZATOR
RECONFIGURARE

FIG. 106

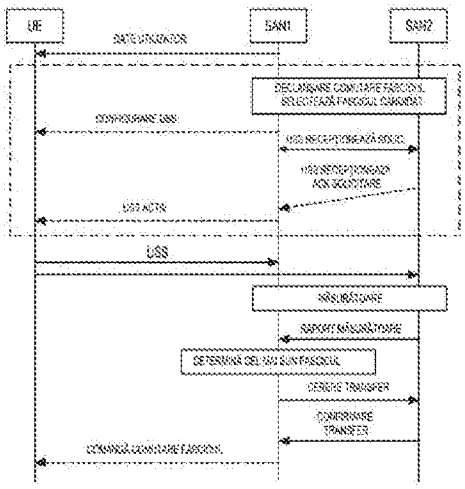


FIG. 107

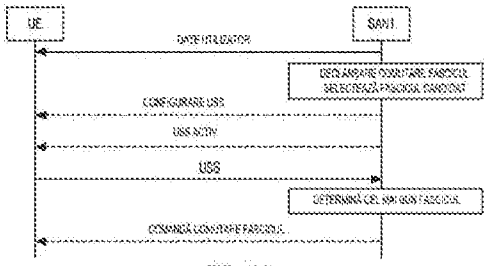


FIG. 108

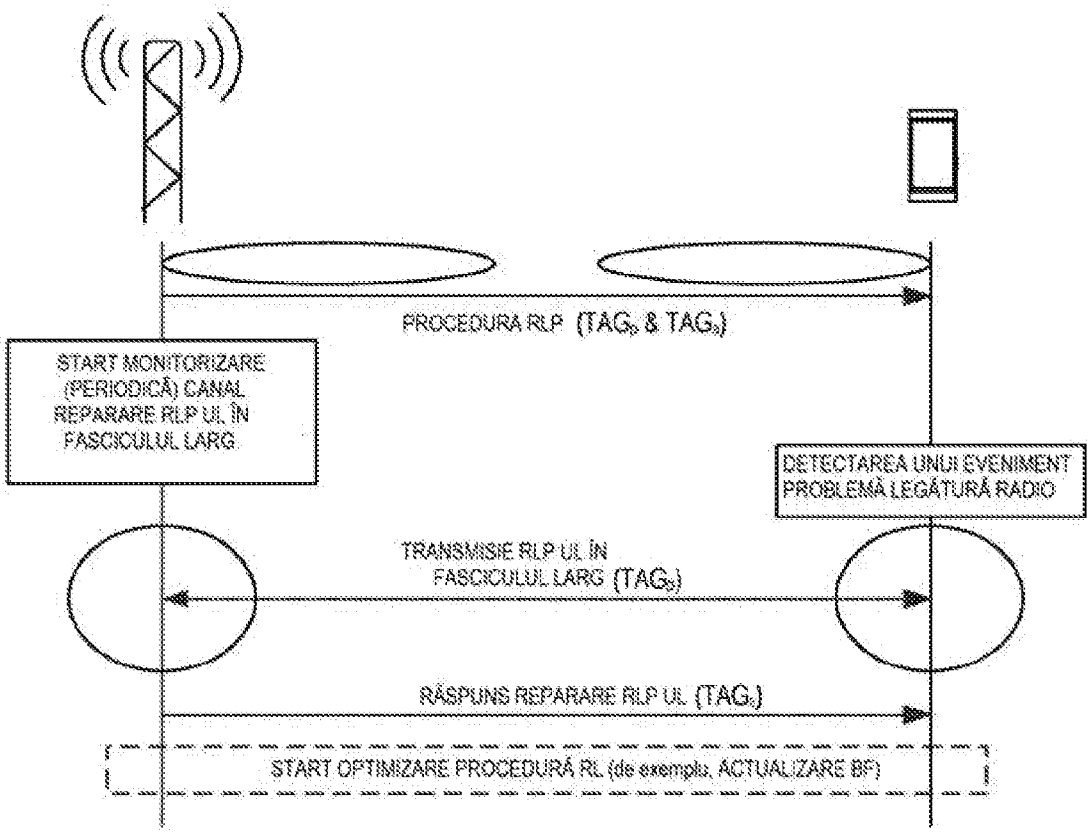


FIG. 109

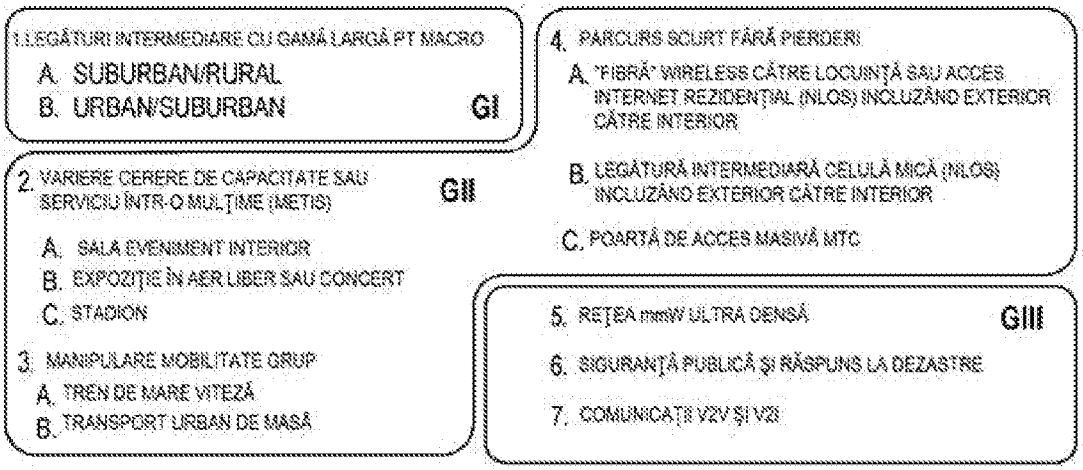


FIG. 110

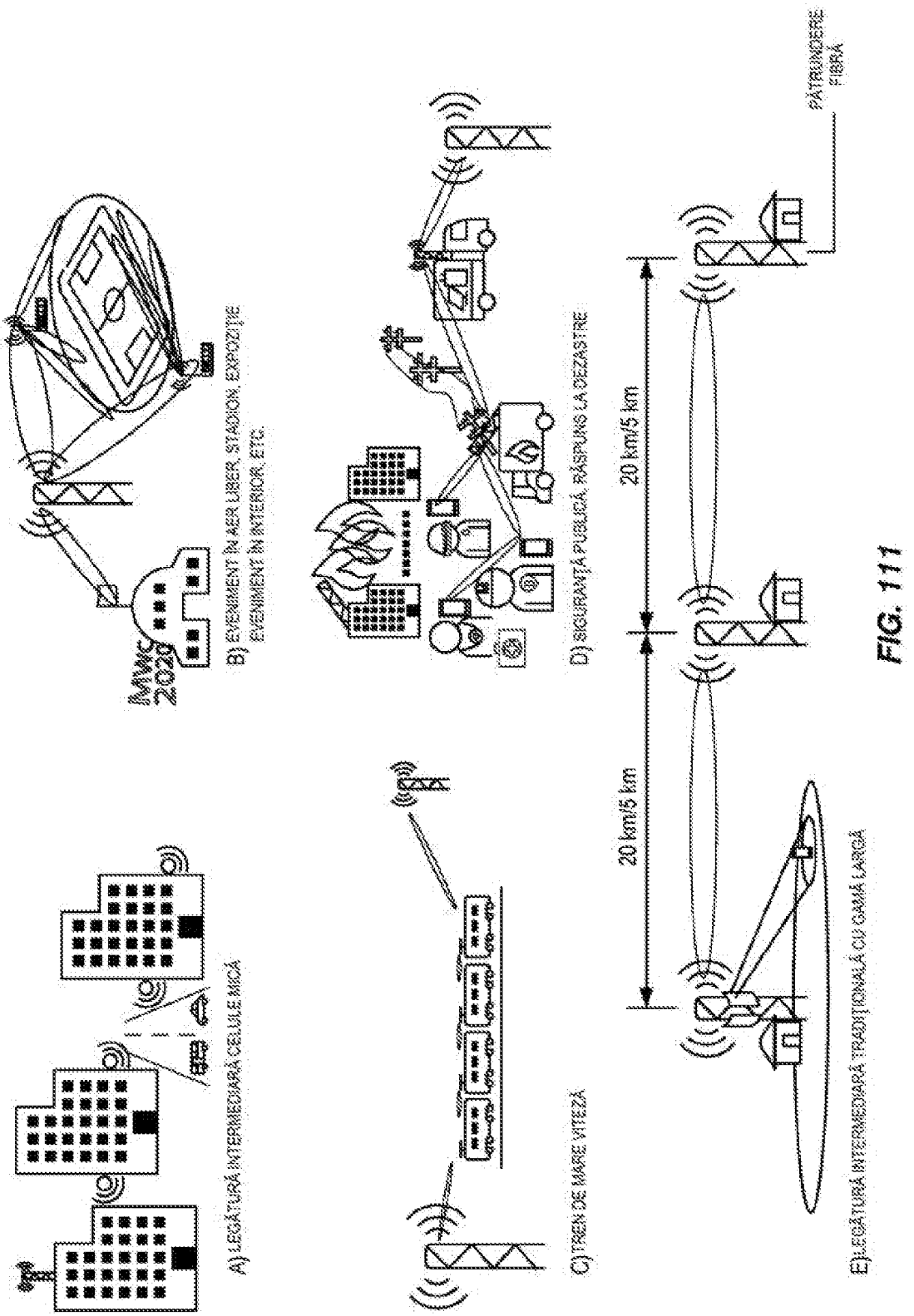

A) LEGĂTURĂ INTERMEDIARĂ CELULE MICĂ
MWC 2020
B) EVENIMENT ÎN AER LIBER, STADION, EXPOZIȚIE
EVENIMENT ÎN INTERIOR, ETC.
C) TREN DE MARE VITEZĂ
D) SIGURANȚĂ PUBLICĂ, RĂSPUNS LA DEZASTRE
20 km/5 km
20 km/5 km
PĂTRUNDERE FIBRĂ
E) LEGĂTURĂ INTERMEDIARĂ TRADIȚIONALĂ CU GAMĂ LARGĂ

FIG. 111

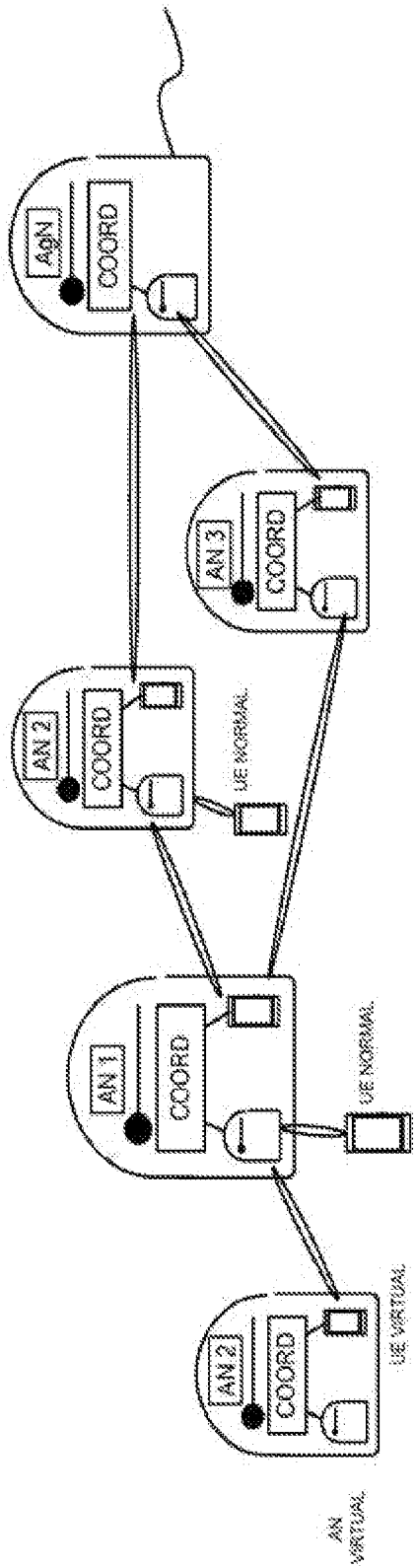

AgN
COORD
AN 3
COORD
AN 2
COORD
UE NORMAL
AN 1
COORD
UE NORMAL
AN 2
COORD
UE VIRTUAL
AN VIRTUAL

FIG. 112

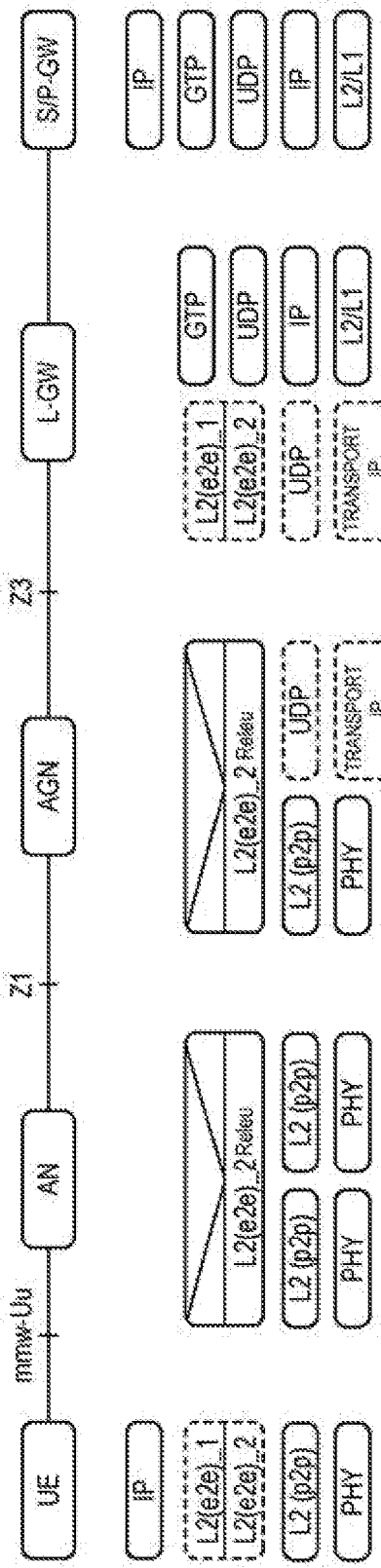


FIG. 113

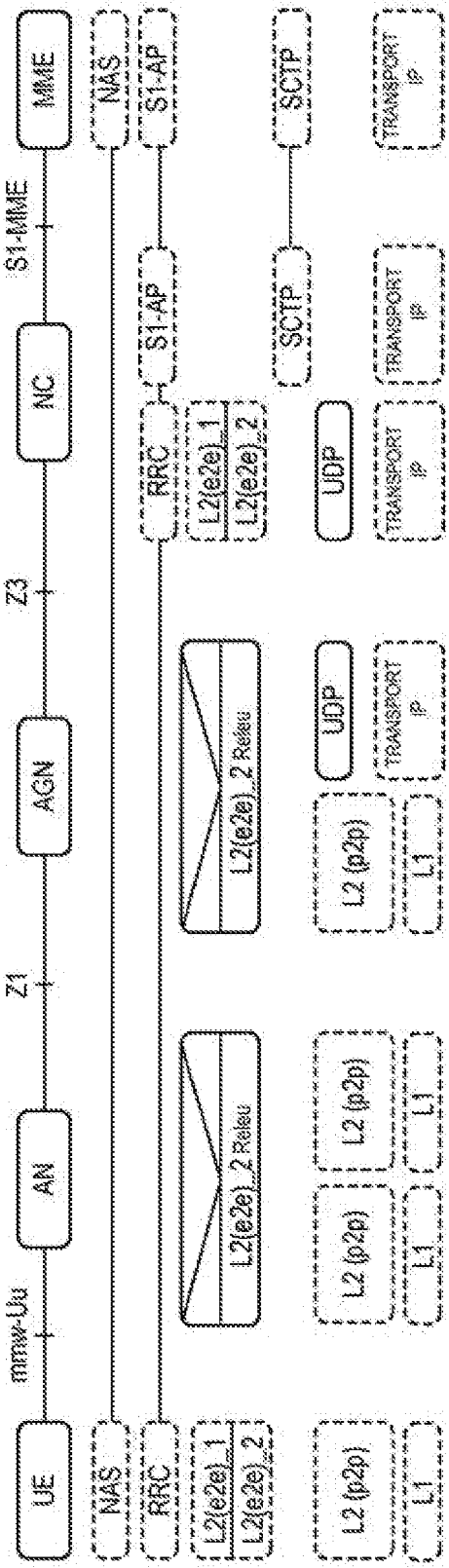


FIG. 114

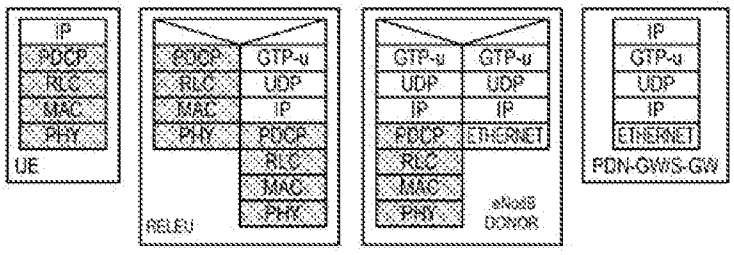


FIG. 115

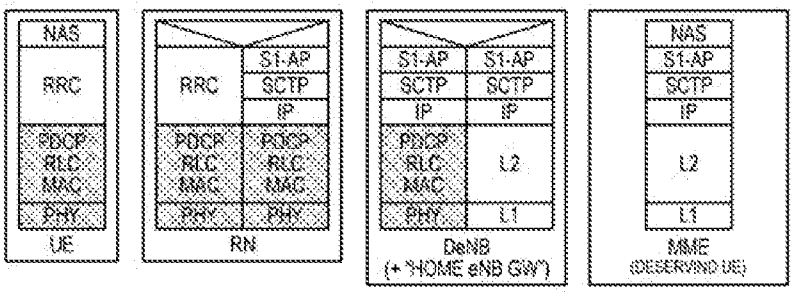


FIG. 116

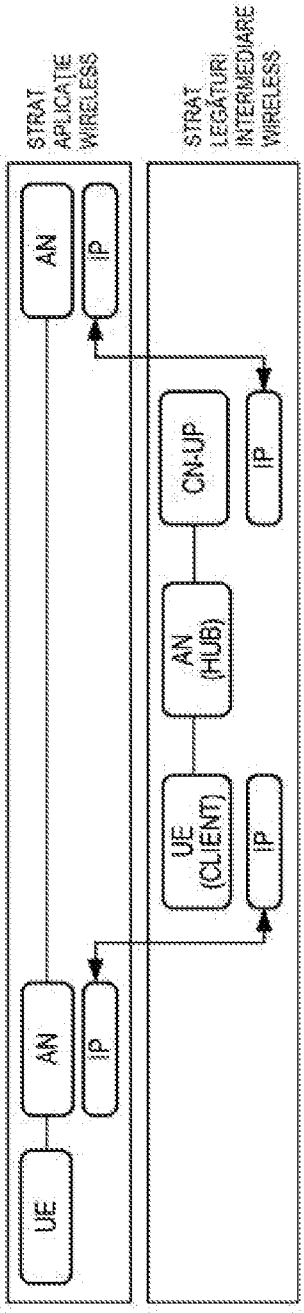


FIG. 117



FIG. 118

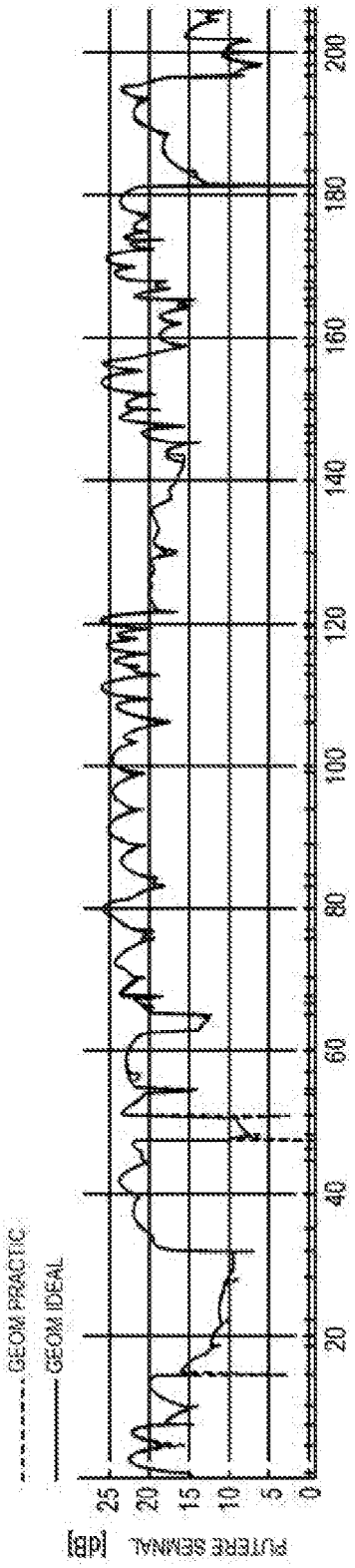


FIG. 119

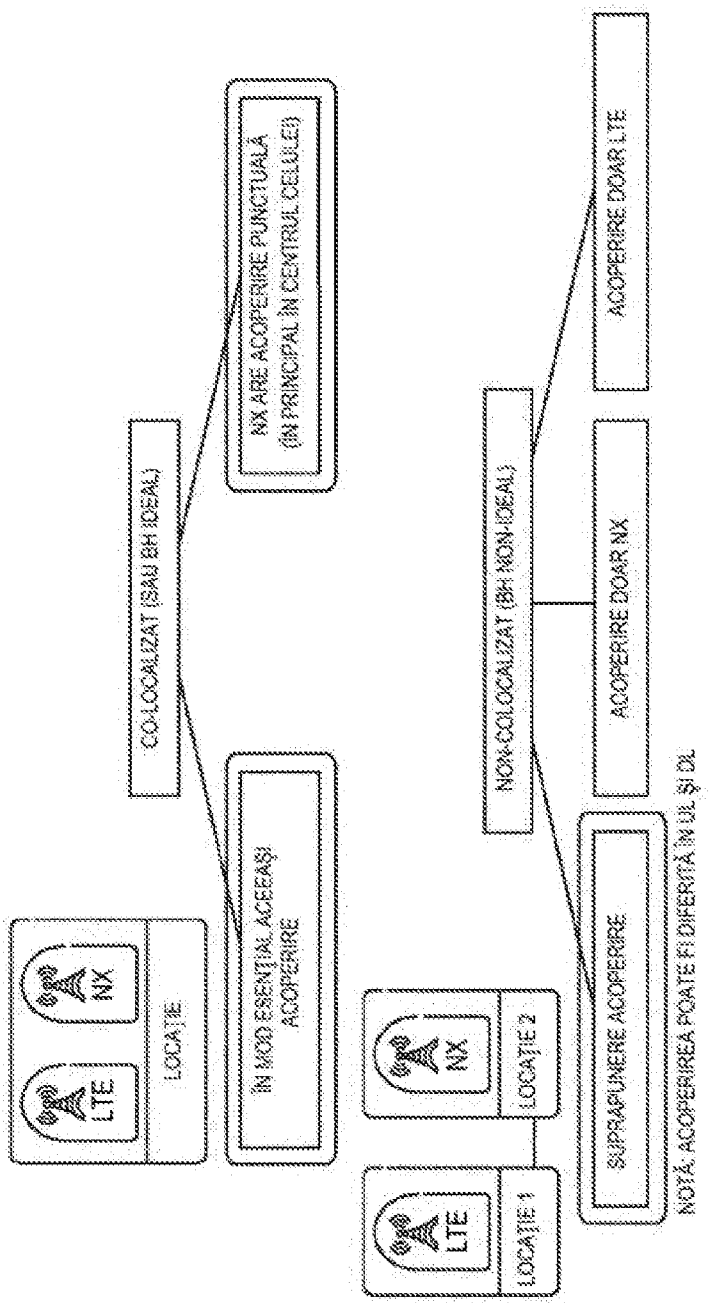


FIG. 120

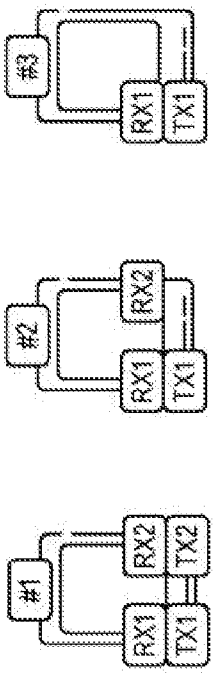


FIG. 121

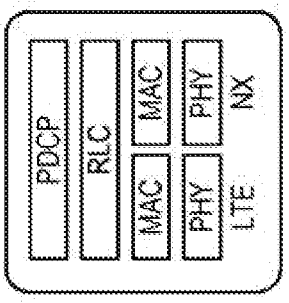


FIG. 123

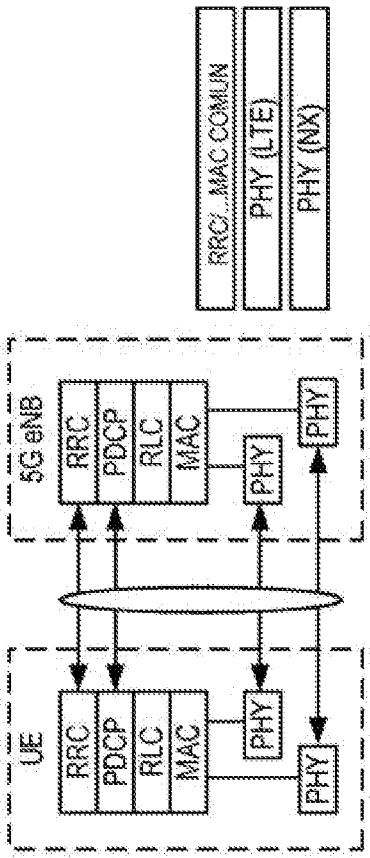
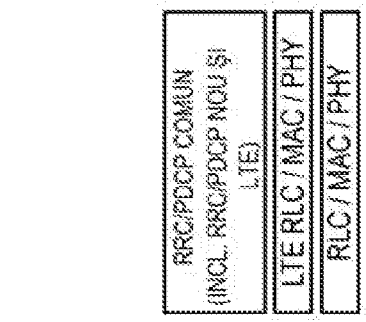


FIG. 122



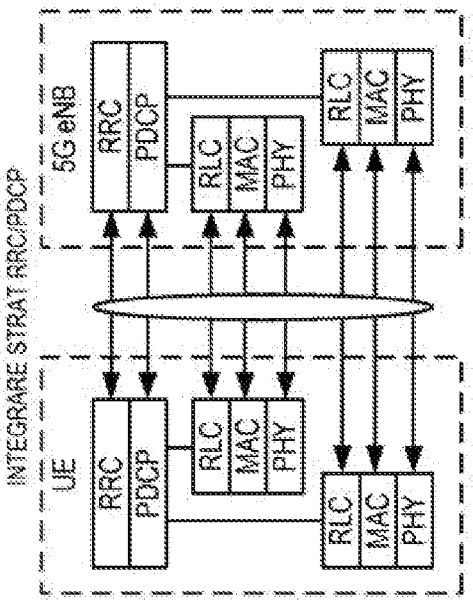


FIG. 125

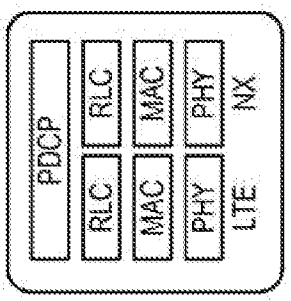


FIG. 124

300

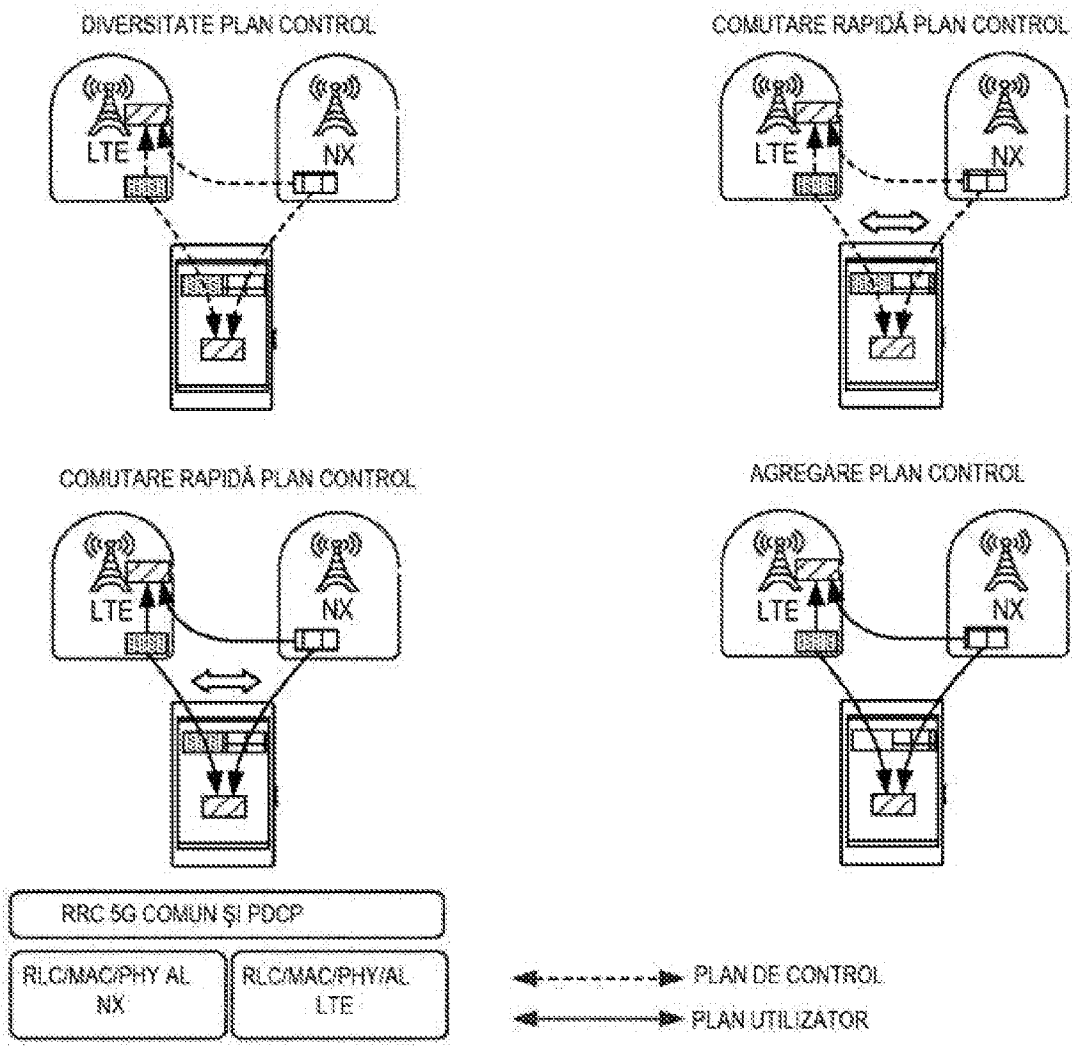

DIVERSITATE PLAN CONTROL
LTE
NX
COMUTARE RAPIDĂ PLAN CONTROL
LTE
NX
COMUTARE RAPIDĂ PLAN CONTROL
LTE
NX
AGREGARE PLAN CONTROL
LTE
NX
RRC 5G COMUN ŞI PDCP
RLC/MAC/PHY AL NX
RLC/MAC/PHY/AL LTE
PLAN DE CONTROL
PLAN UTILIZATOR

FIG. 126

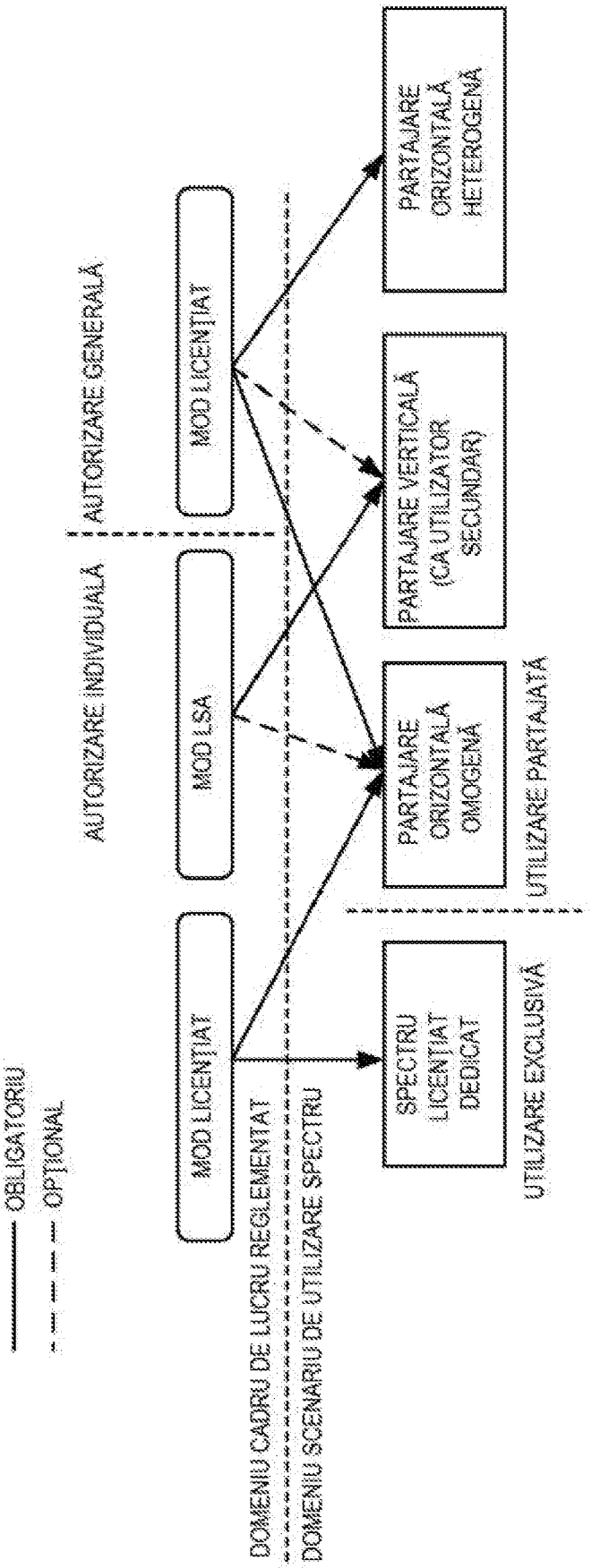
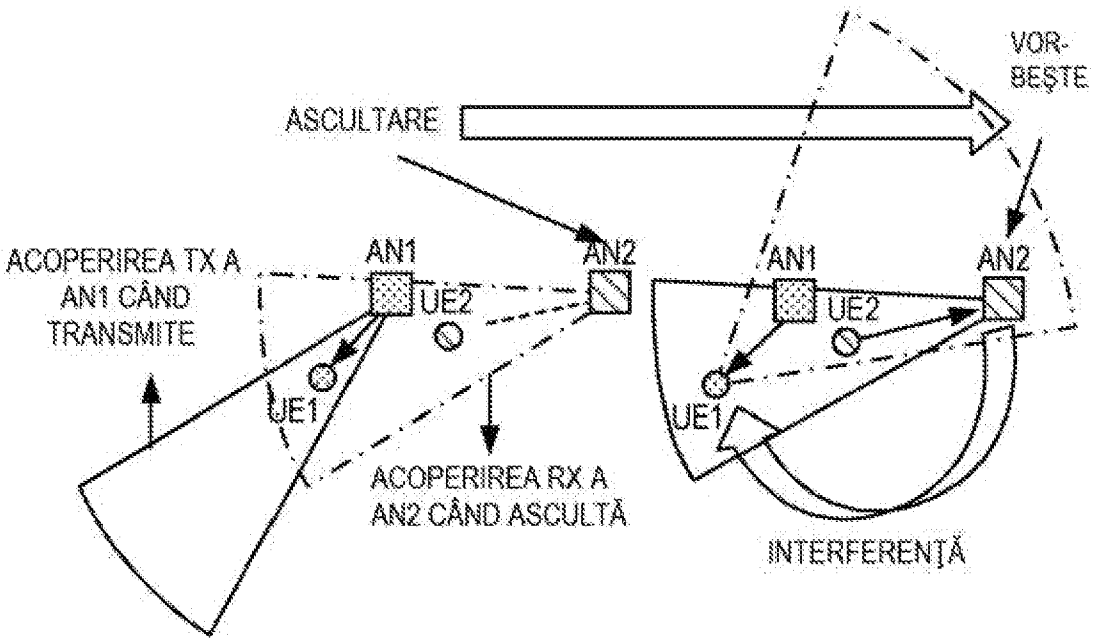
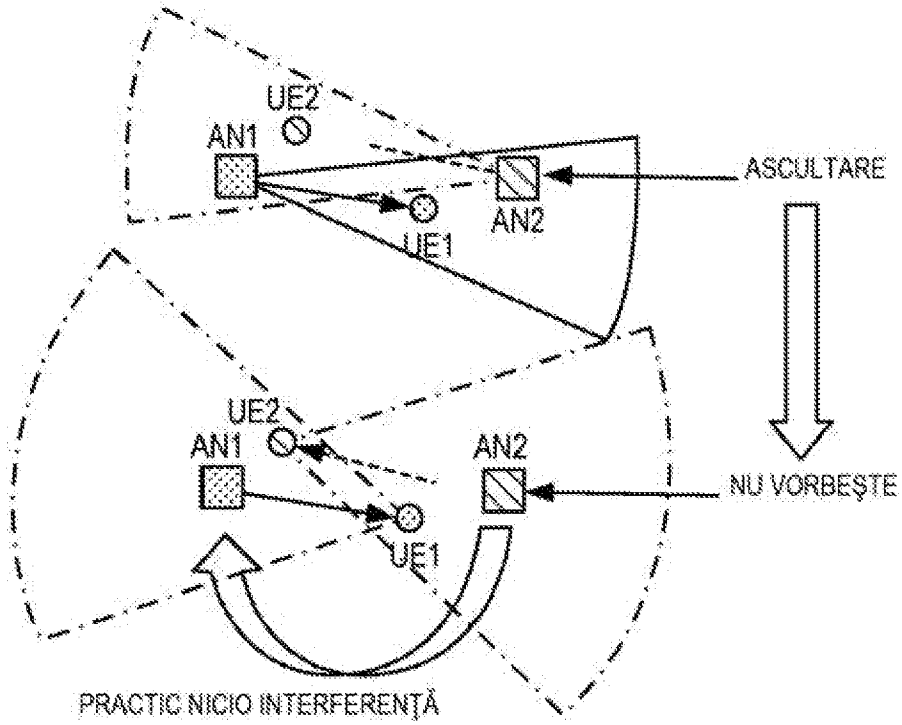

OBLIGATORIU
OPȚIONAL
DOMENIU CADRU DE LUCRU REGLEMENTAT
DOMENIU SCENARIU DE UTILIZARE SPECTRU
AUTORIZARE INDIVIDUALĂ
AUTORIZARE GENERALĂ
UTILIZARE EXCLUSIVĂ
UTILIZARE PARTAJATĂ
MOD LICENȚIAT
MOD LSA
MOD LICENȚIAT
SPECTRU LICENȚIAT DEDICAT
PARTAJARE ORIZONTALĂ OMOGENĂ
PARTAJARE VERTICALĂ (CA UTILIZATOR SECUNDAR)
PARTAJARE ORIZONTALĂ HETEROGENĂ

FIG. 127



A) PROBLEMĂ NOD ASCUNSĂ



B) PROBLEMĂ NOD EXPUSĂ

FIG. 128

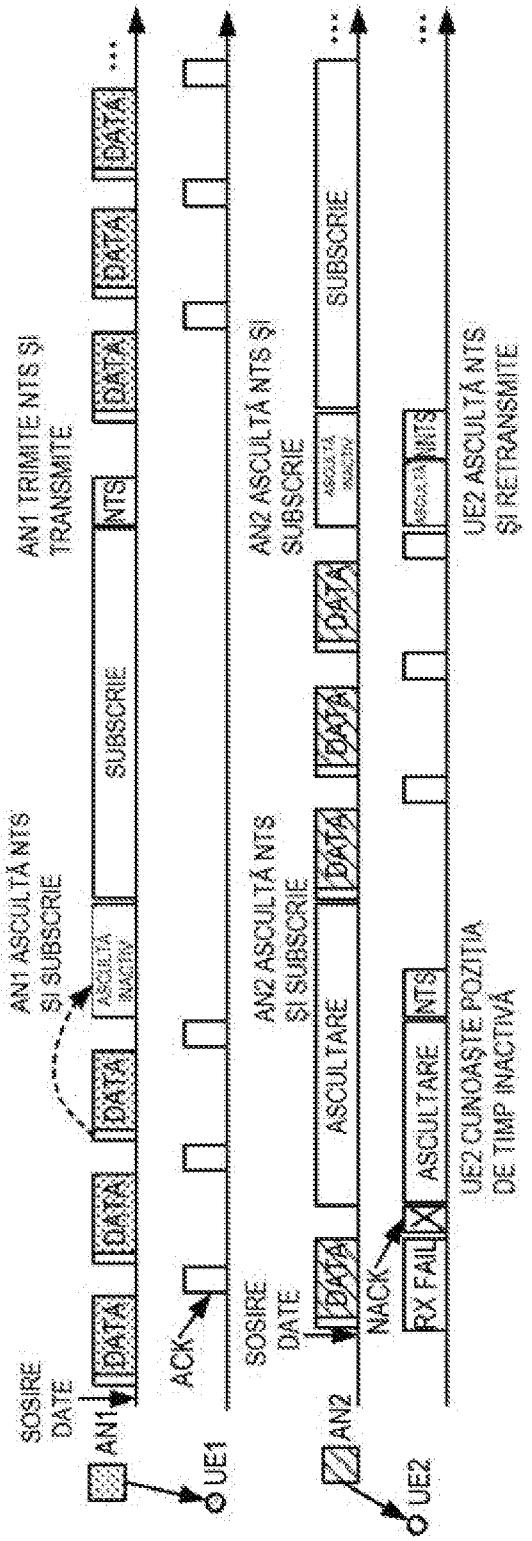


FIG. 129

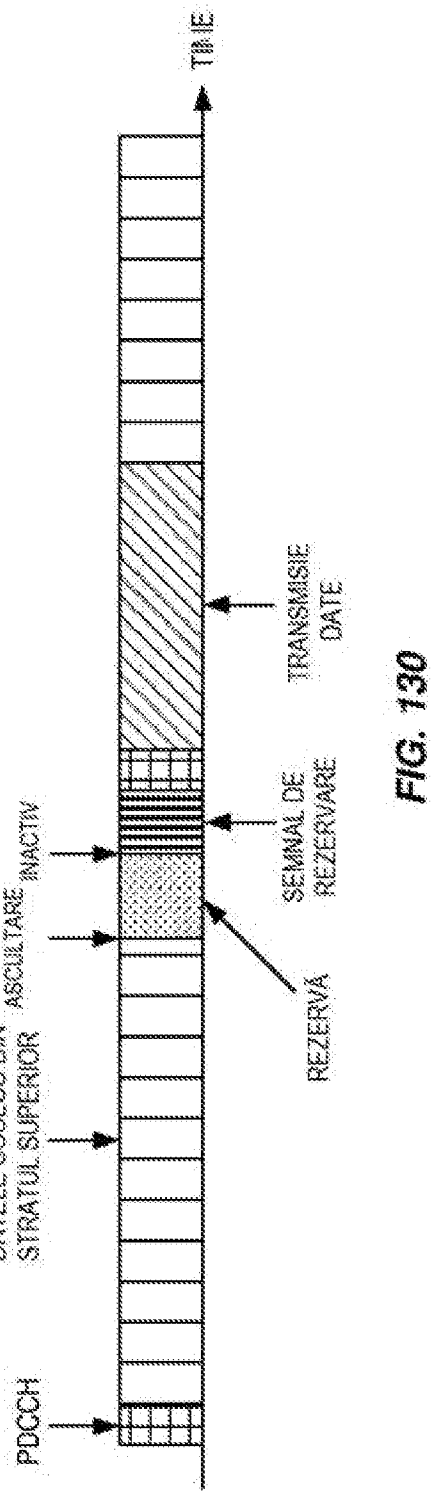


FIG. 130

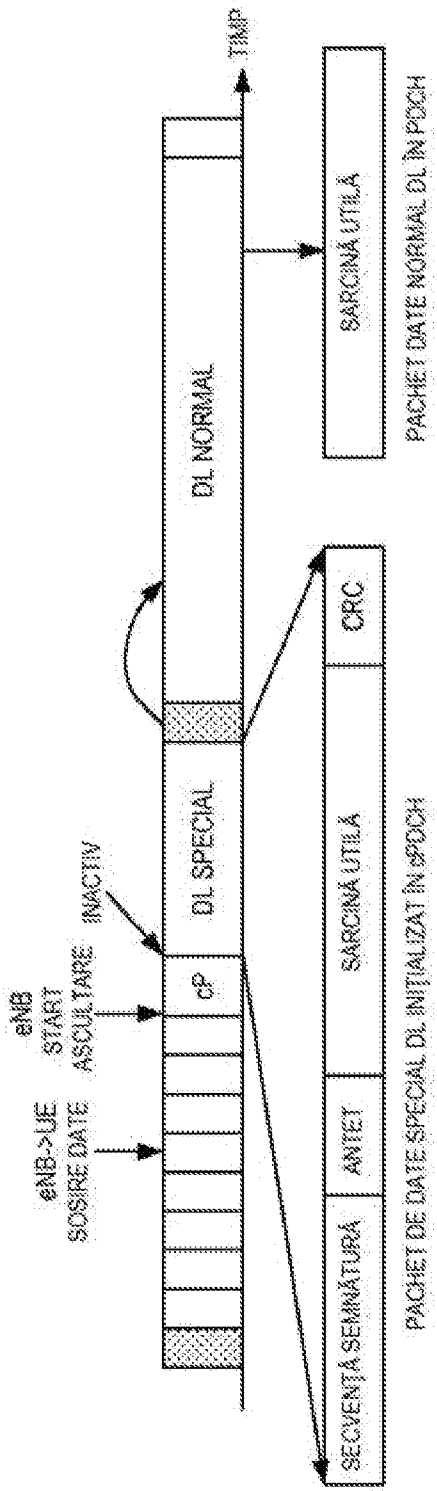


FIG. 131

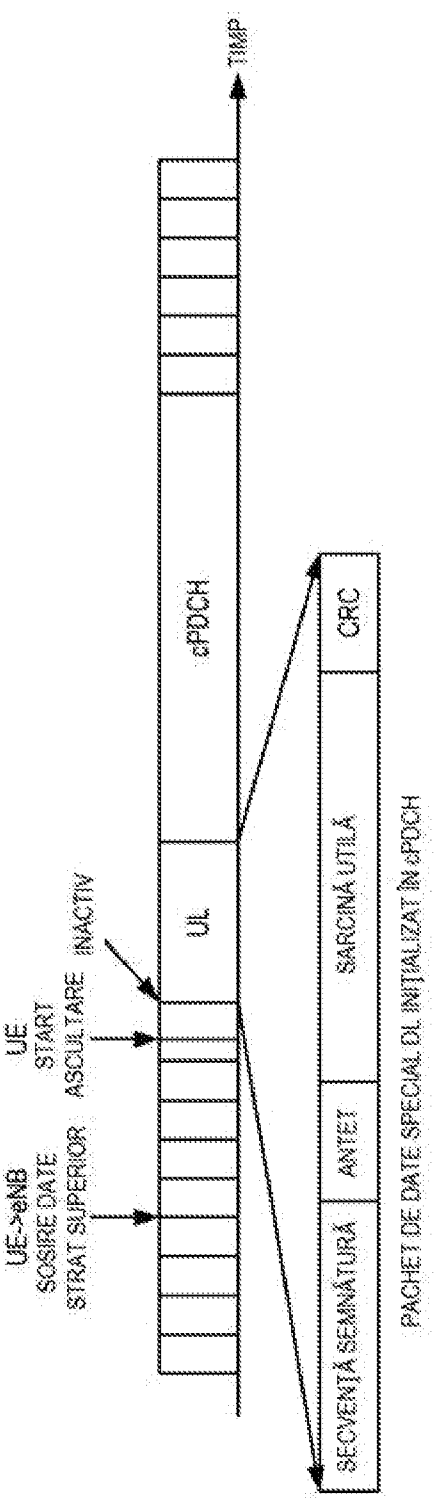


FIG. 132

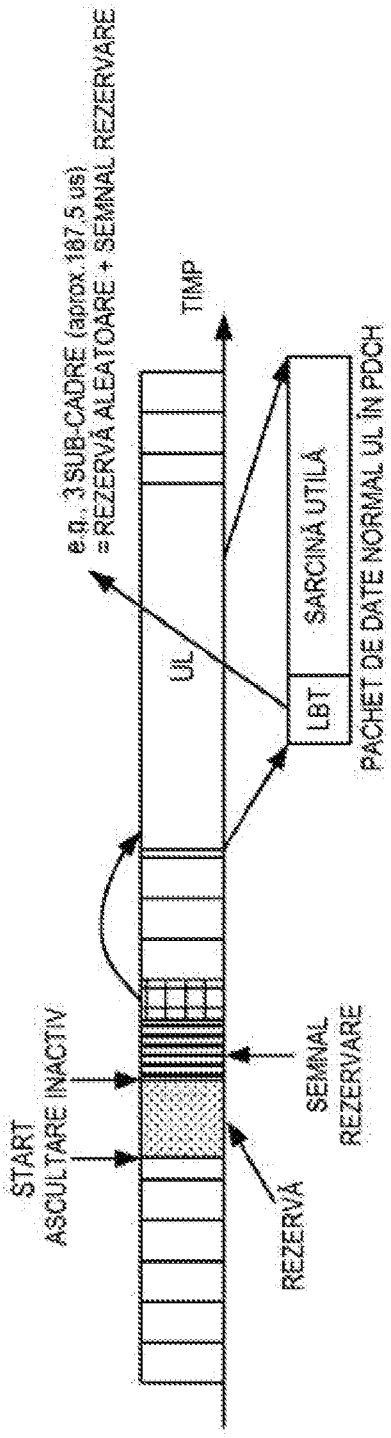


FIG. 133

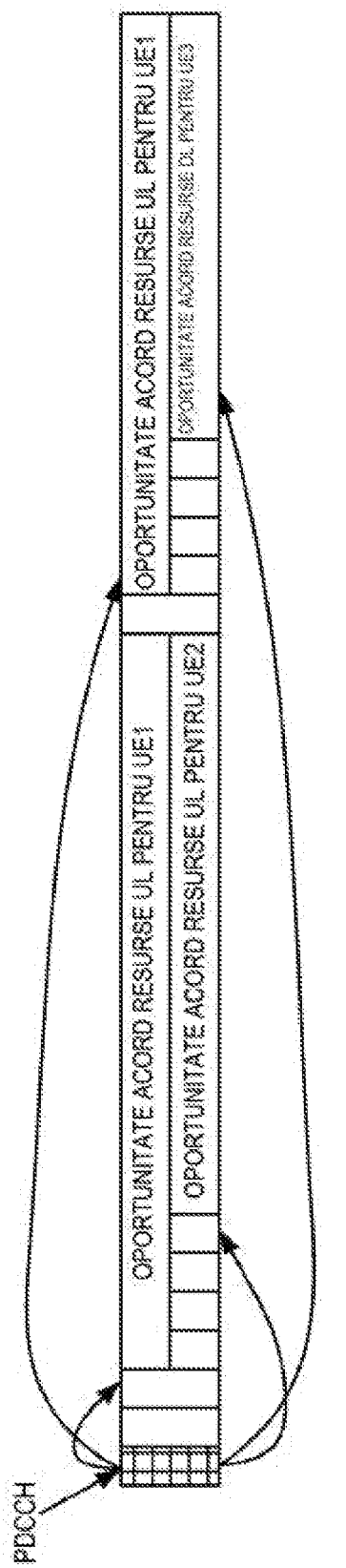


FIG. 134

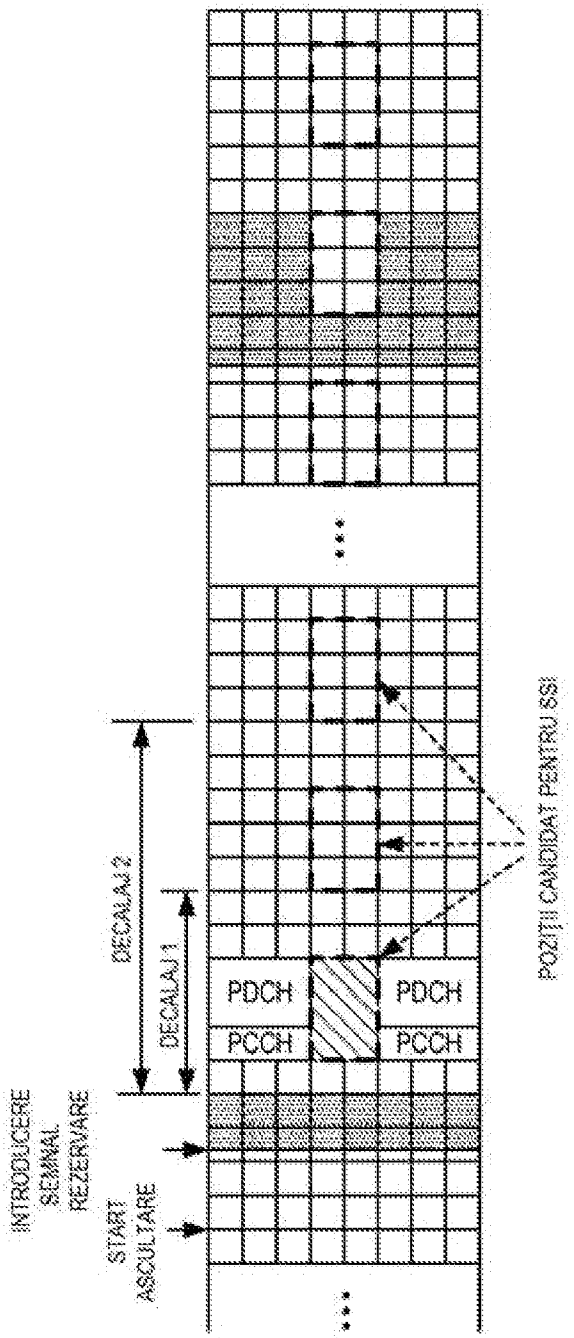


FIG. 135

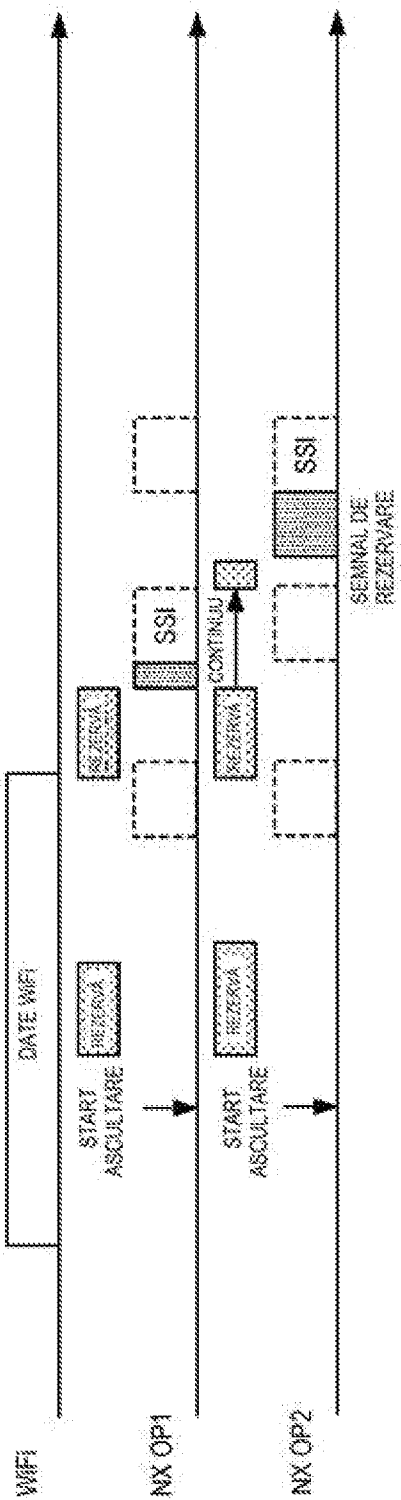


FIG. 136

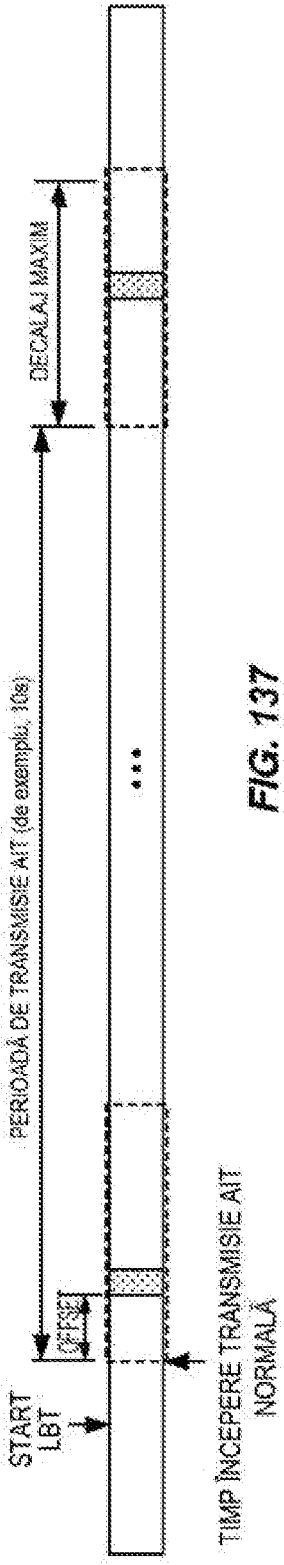


FIG. 137

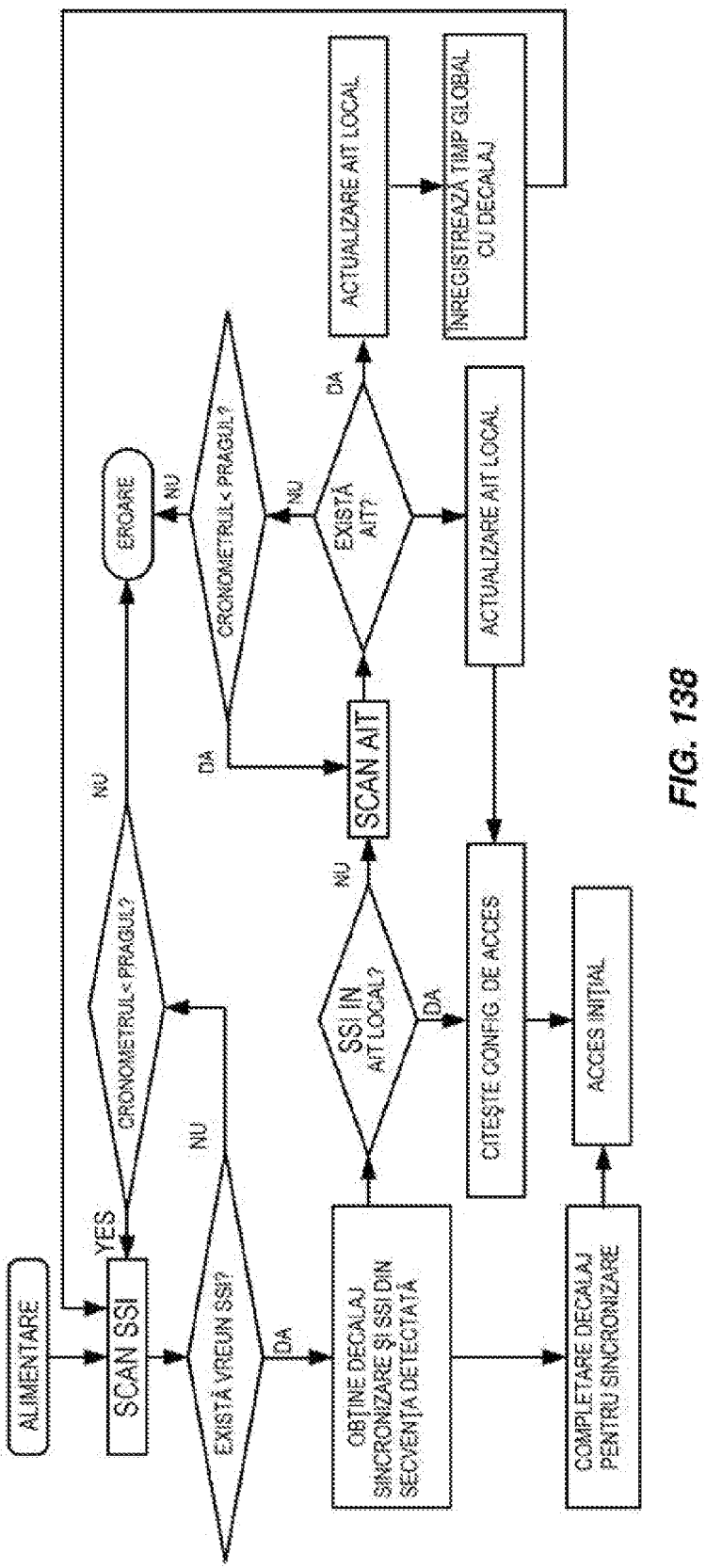


FIG. 138

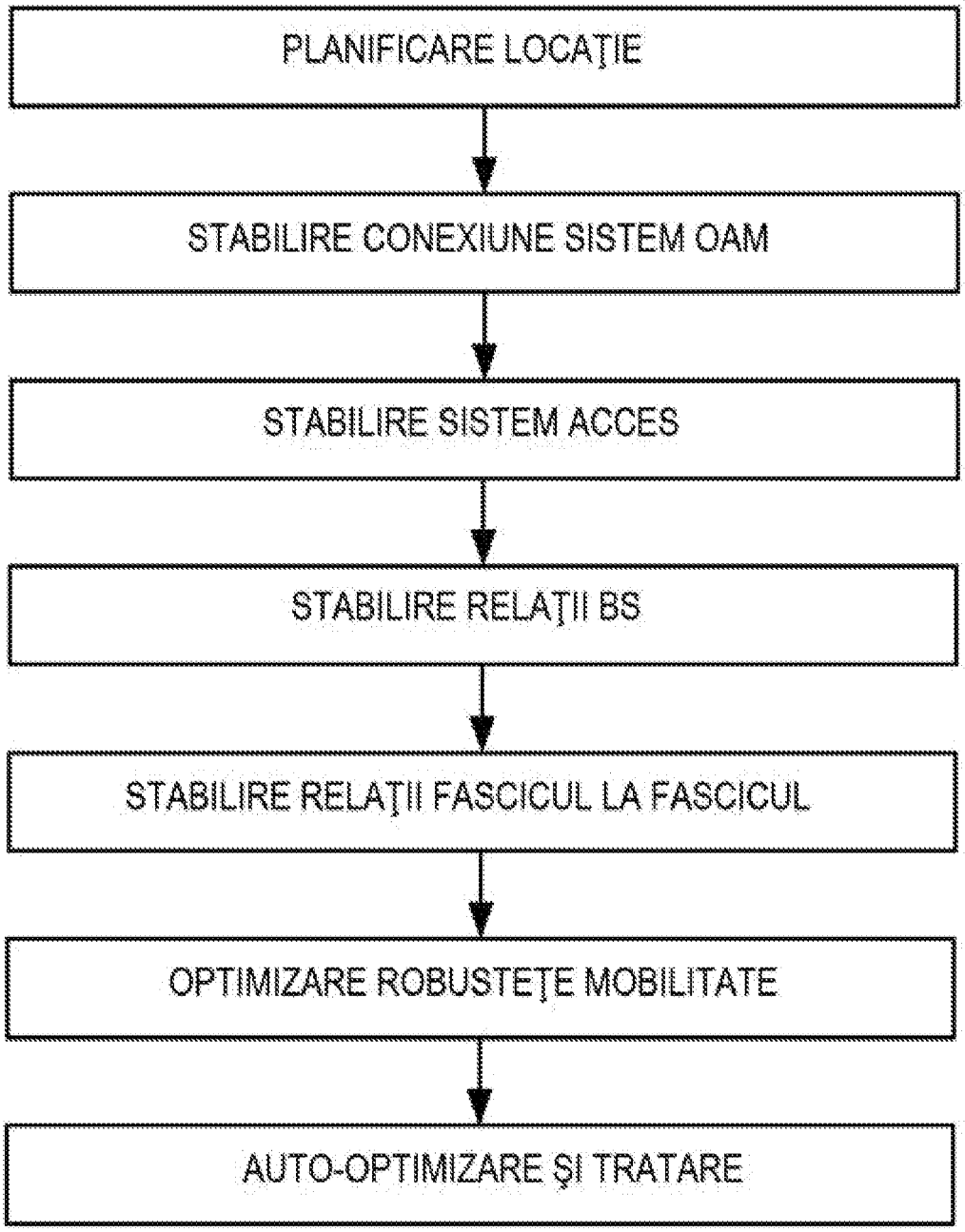

PLANIFICARE LOCAŢIE
STABILIRE CONEXIUNE SISTEM OAM
STABILIRE SISTEM ACCES
STABILIRE RELAŢII BS
STABILIRE RELAŢII FASCICUL LA FASCICUL
OPTIMIZARE ROBUSTEŢE MOBILITATE
AUTO-OPTIMIZARE ŞI TRATARE

FIG. 139

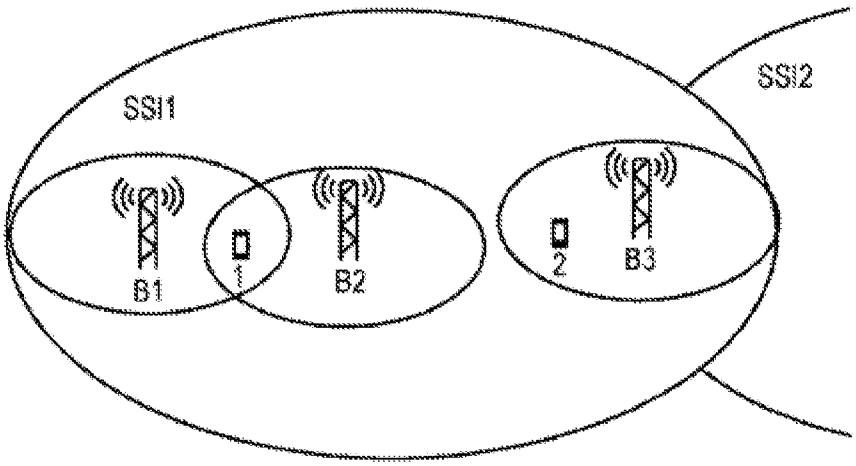


FIG. 140

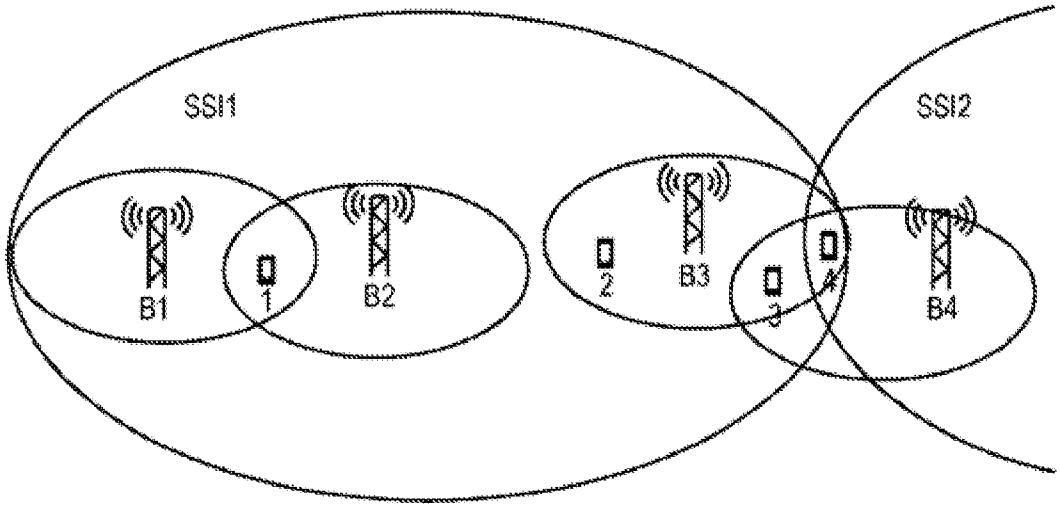


FIG. 141

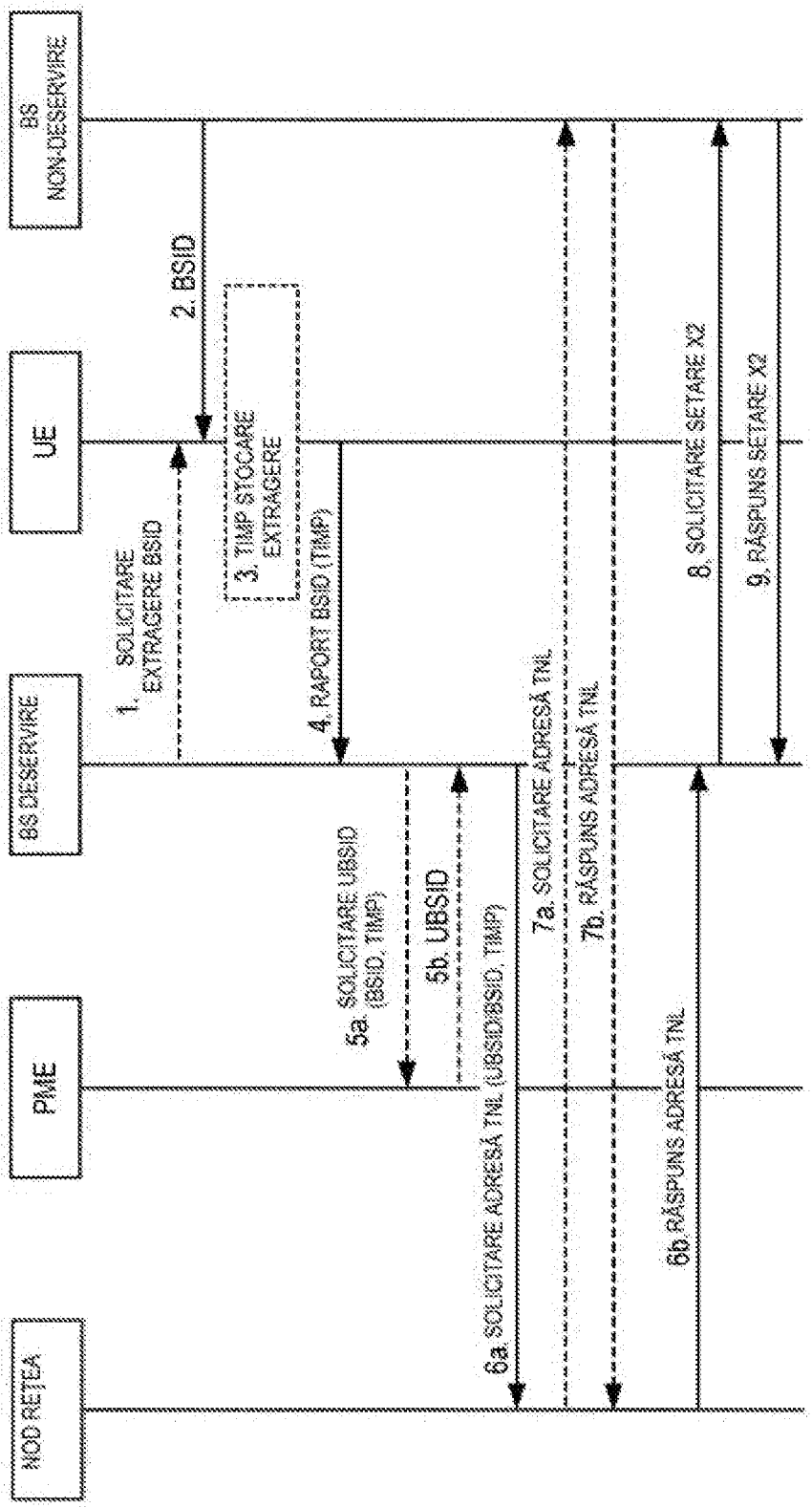

BS NON-DESERVIRE
UE
BS DESERVIRE
PME
NOD REȚEA
1. SOLICITARE EXTRAGERE BSID
2. BSID
3. TIMP STOCARE EXTRAGERE
4. RAPORT BSID (TIMP)
5a. SOLICITARE UBSID (BSID, TIMP)
5b. UBSID
6a. SOLICITARE ADRESĂ TNL (UBSID/BSID, TIMP)
6b. RĂSPUNS ADRESĂ TNL
7a. SOLICITARE ADRESĂ TNL
7b. RĂSPUNS ADRESĂ TNL
8. SOLICITARE SETARE X2
9. RĂSPUNS SETARE X2

FIG. 142

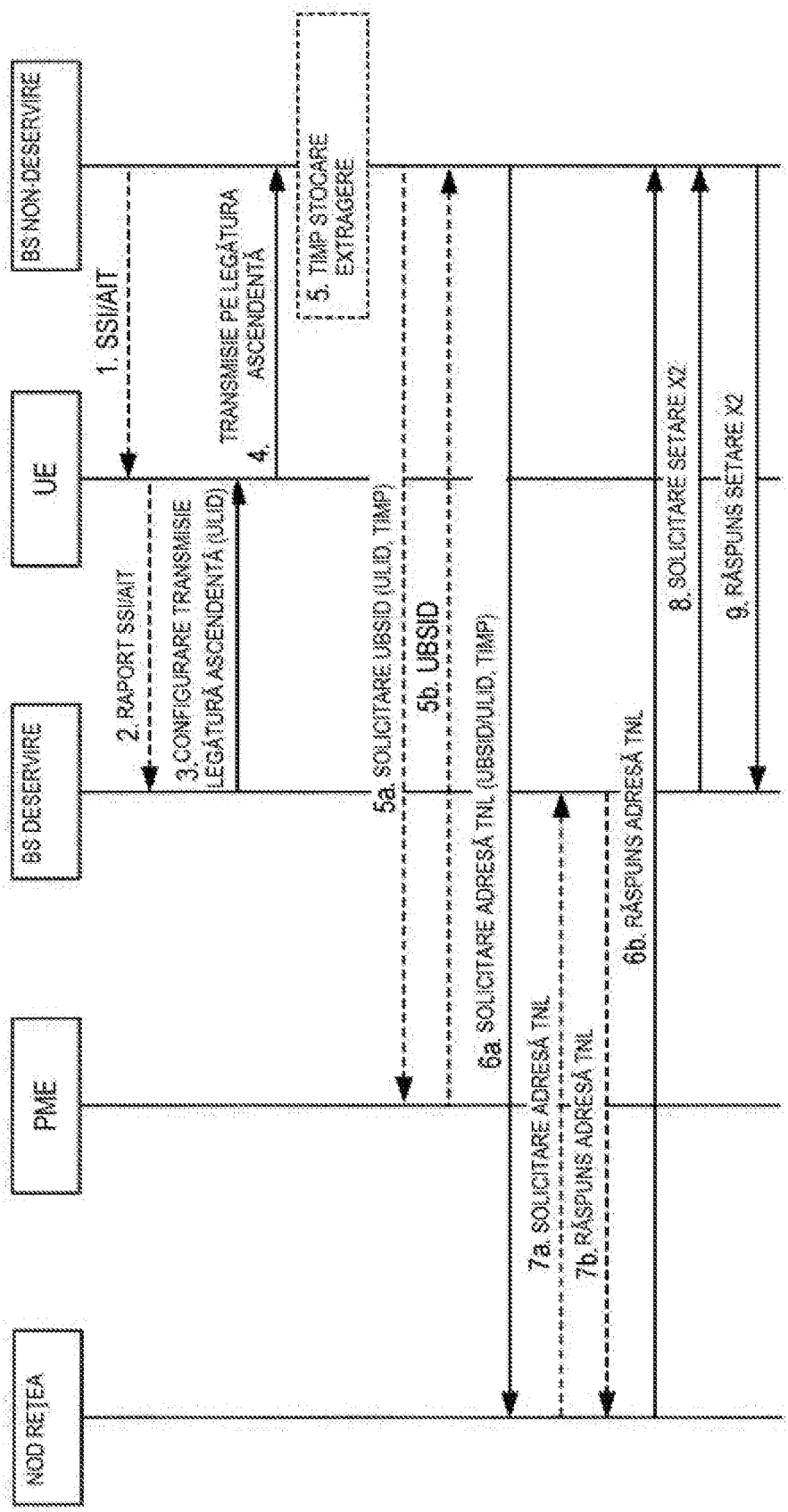

NOD REȚEA
PME
BS DESERVIRE
UE
BS NON-DESERVIRE
1. SSIIAIT
2. RAPORT SSIIAIT
3. CONFIGURARE TRANSMISIE LEGĂTURĂ ASCENDENTĂ (ULID)
TRANSMISIE PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ
4.
5. TIMP STOCARE EXTRAGERE
5a. SOLICITARE UBSID (ULID, TIMP)
5b. UBSID
6a. SOLICITARE ADRESĂ TNL (UBSID/ULID, TIMP)
7a. SOLICITARE ADRESĂ TNL
7b. RĂSPUNS ADRESĂ TNL
6b. RĂSPUNS ADRESĂ TNL
8. SOLICITARE SETARE X2
9. RĂSPUNS SETARE X2

FIG. 143

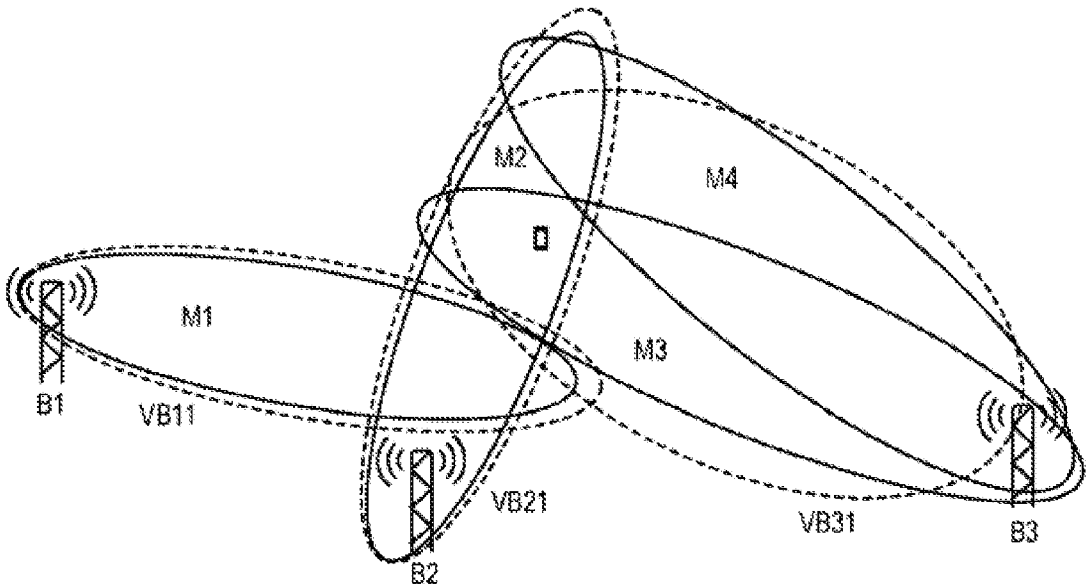


FIG. 144

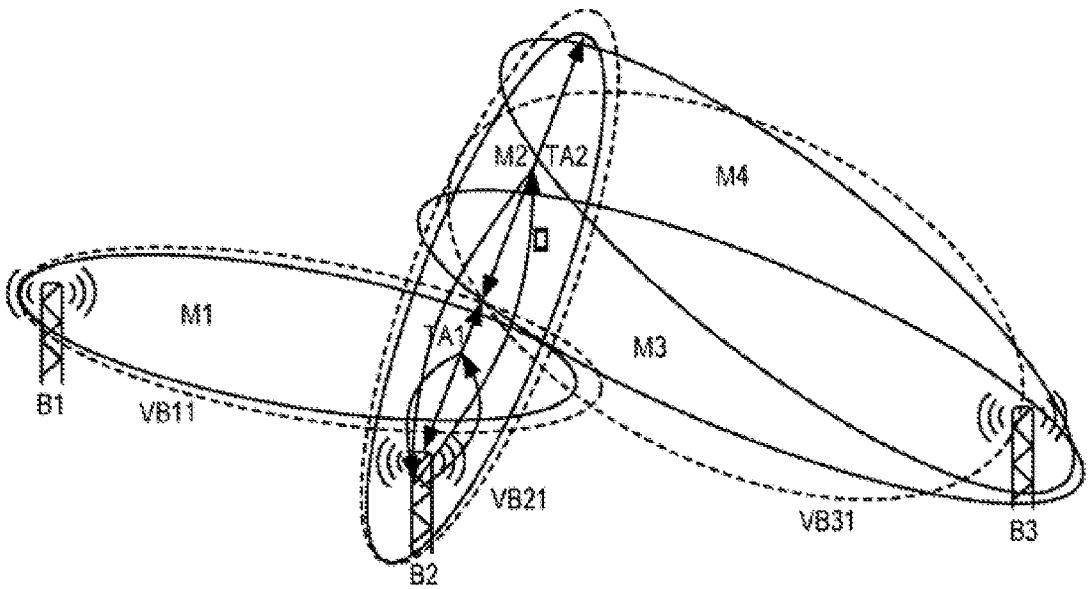


FIG. 145

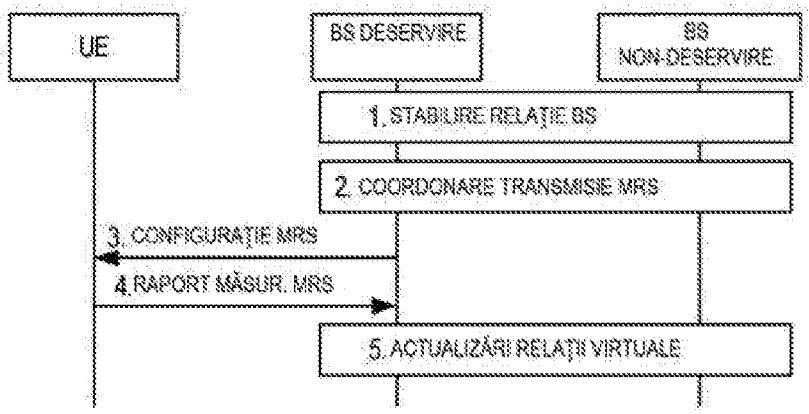


FIG. 146

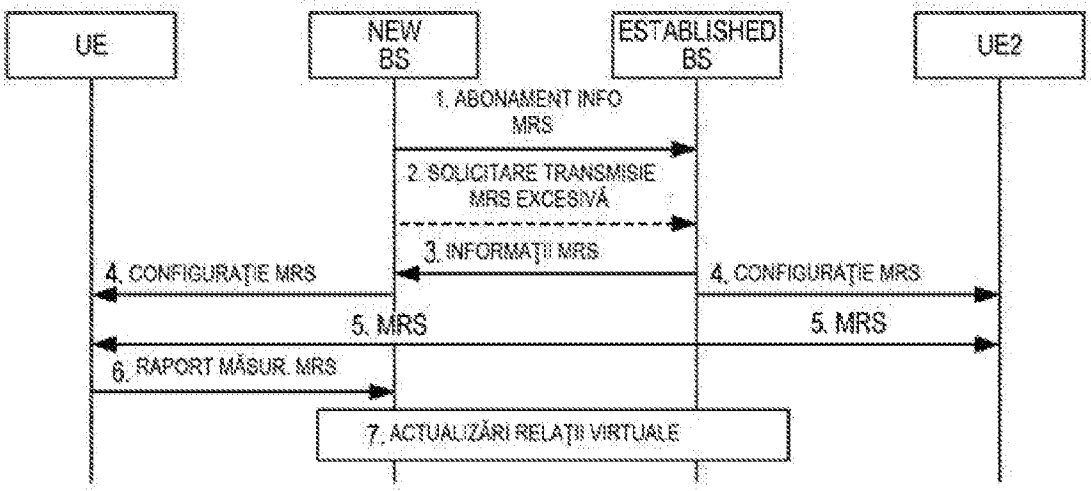


FIG. 147

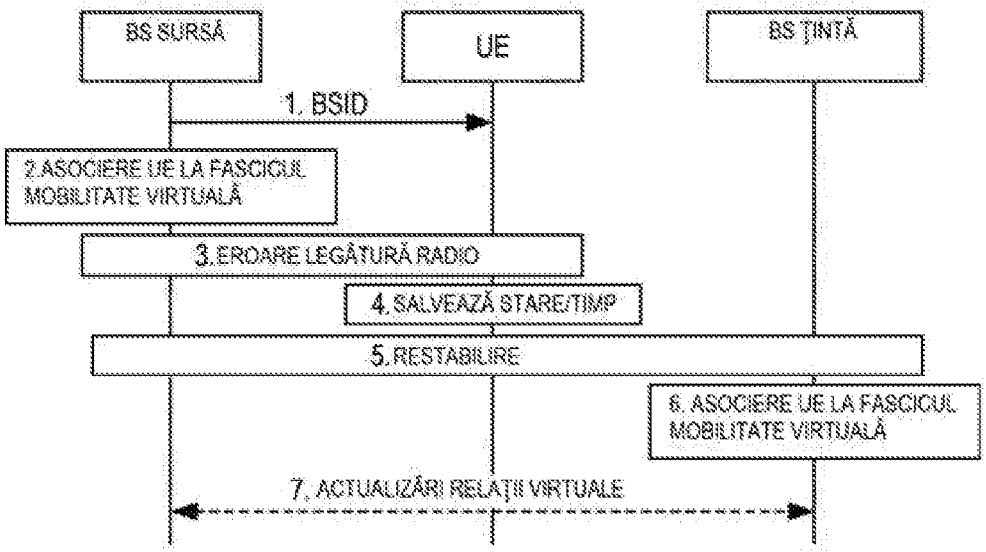


FIG. 148

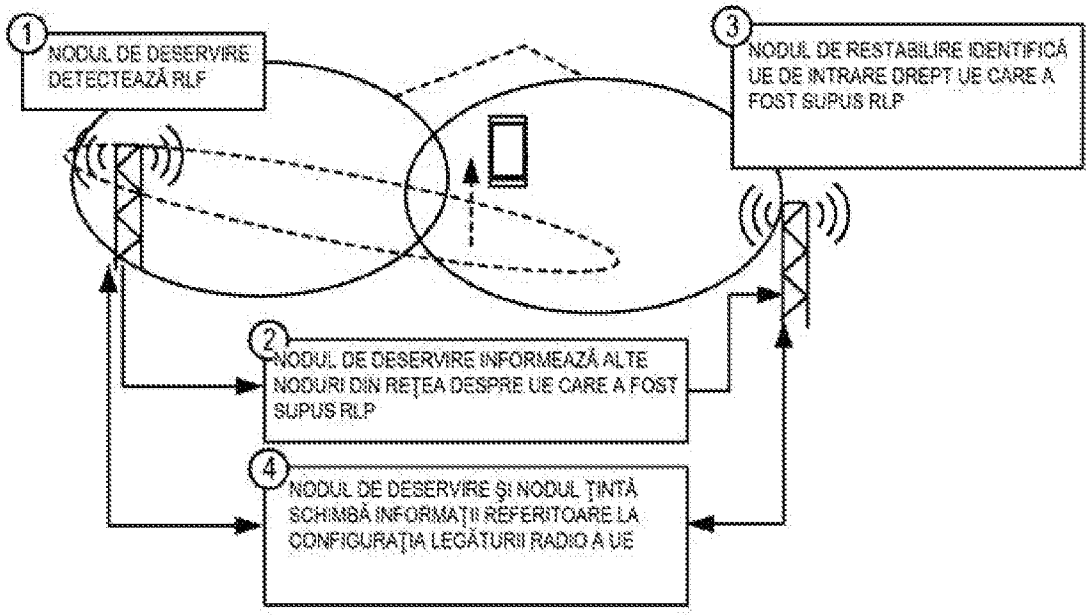


FIG. 149

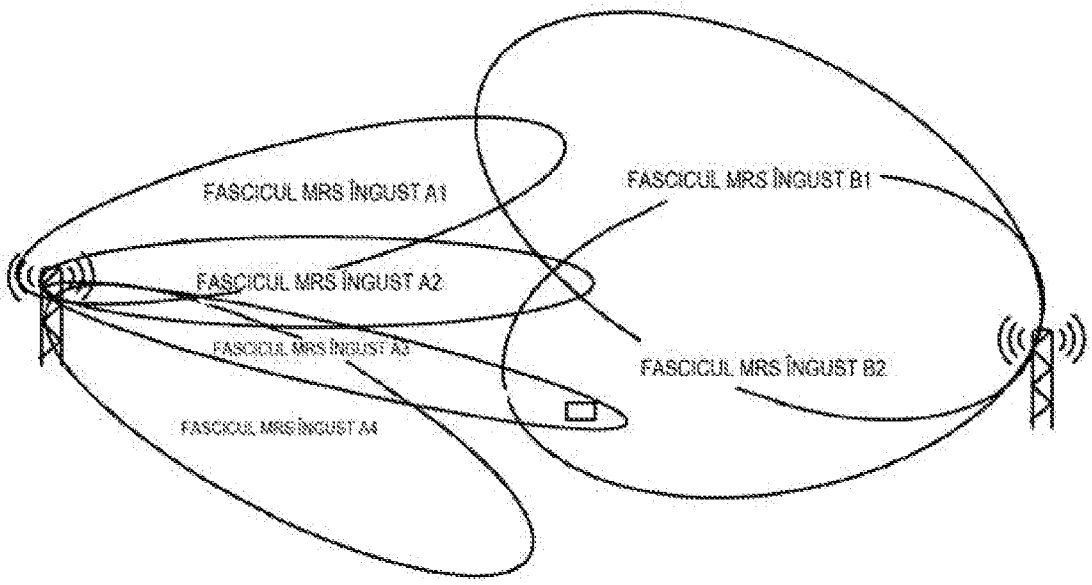


FIG. 150

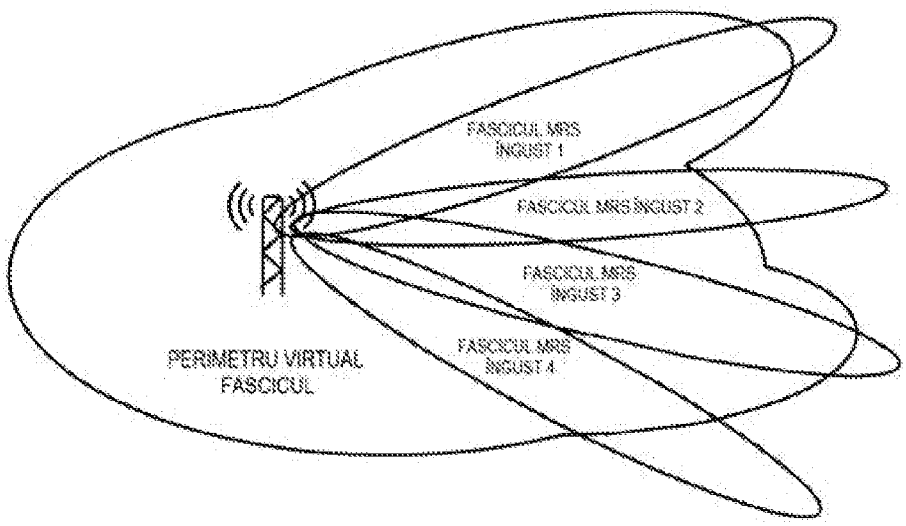


FIG. 151

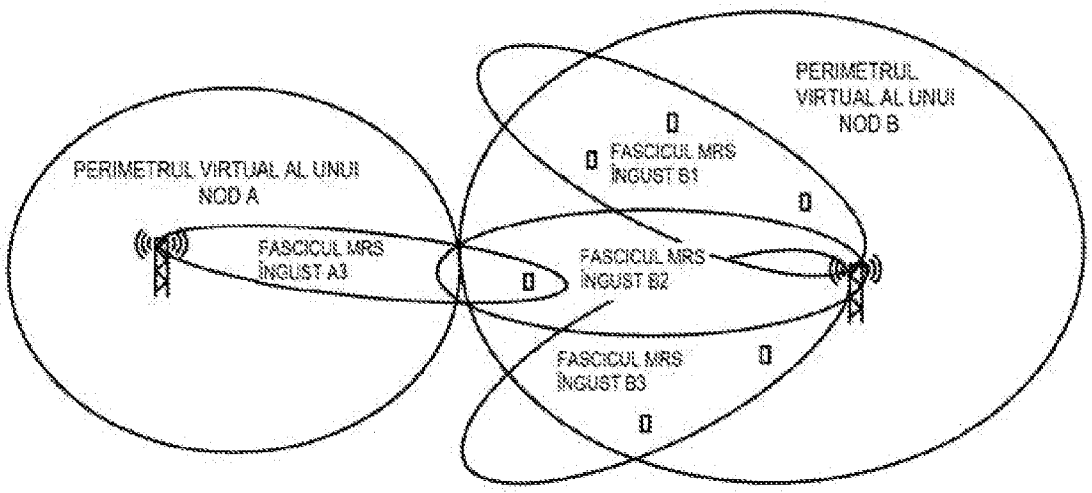


FIG. 152

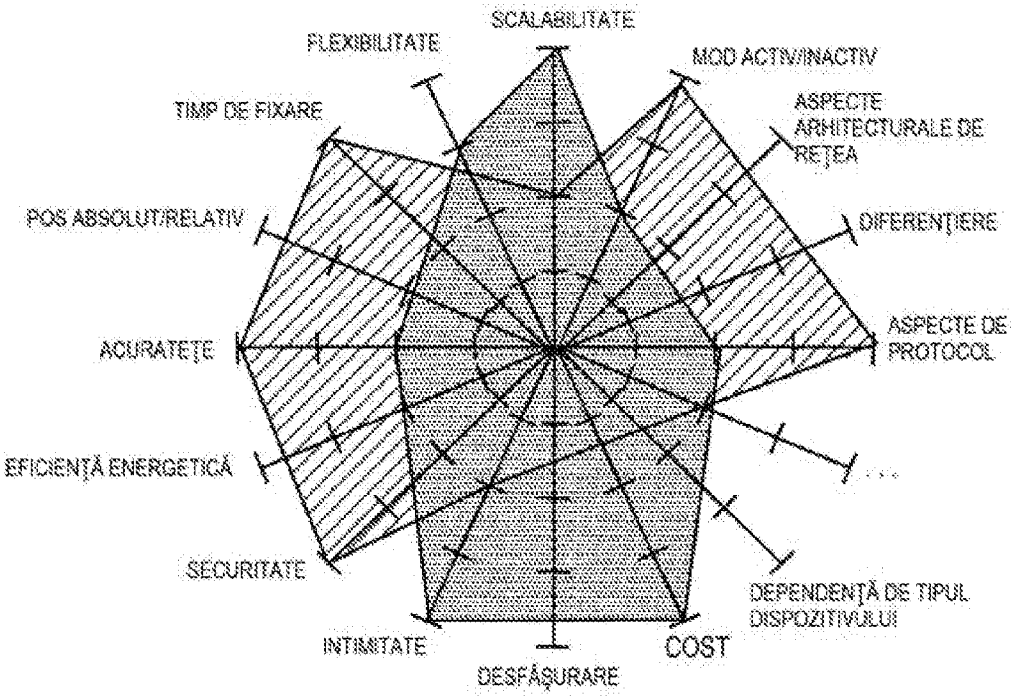


FIG. 153

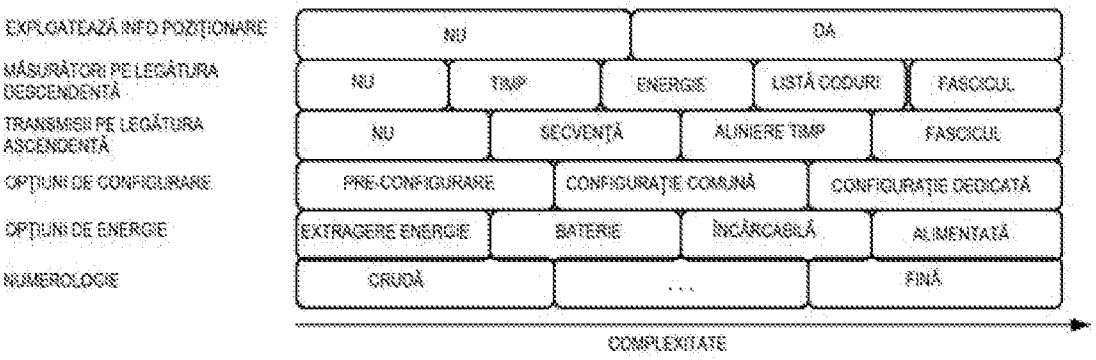


FIG. 154

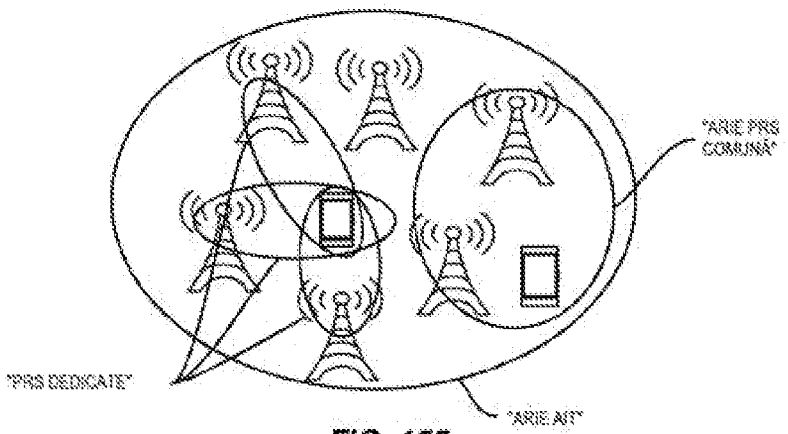


FIG. 155

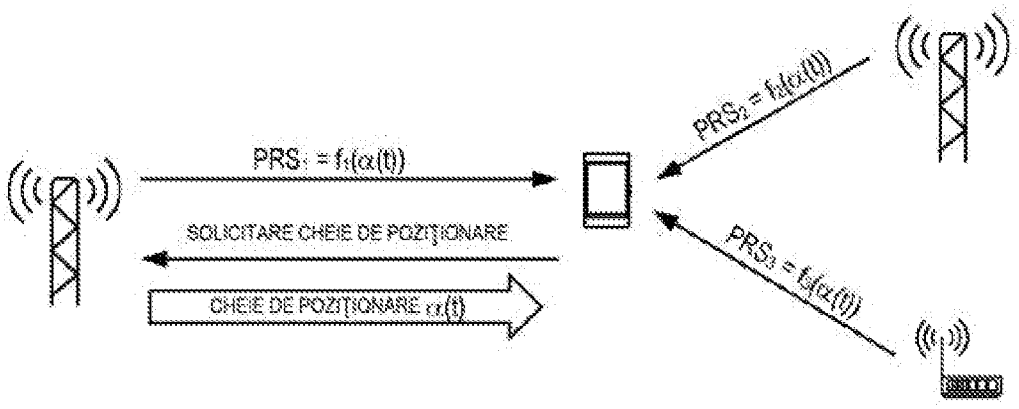


FIG. 156

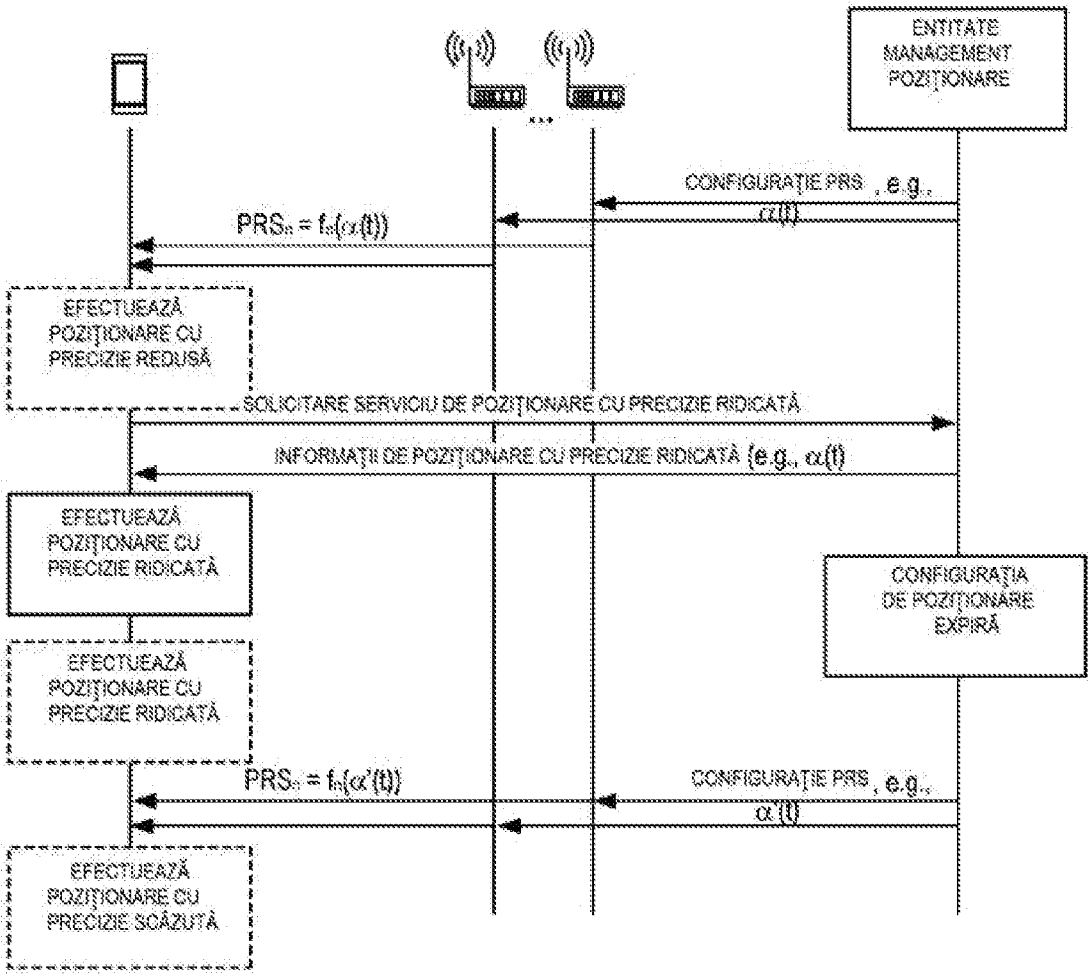


FIG. 157

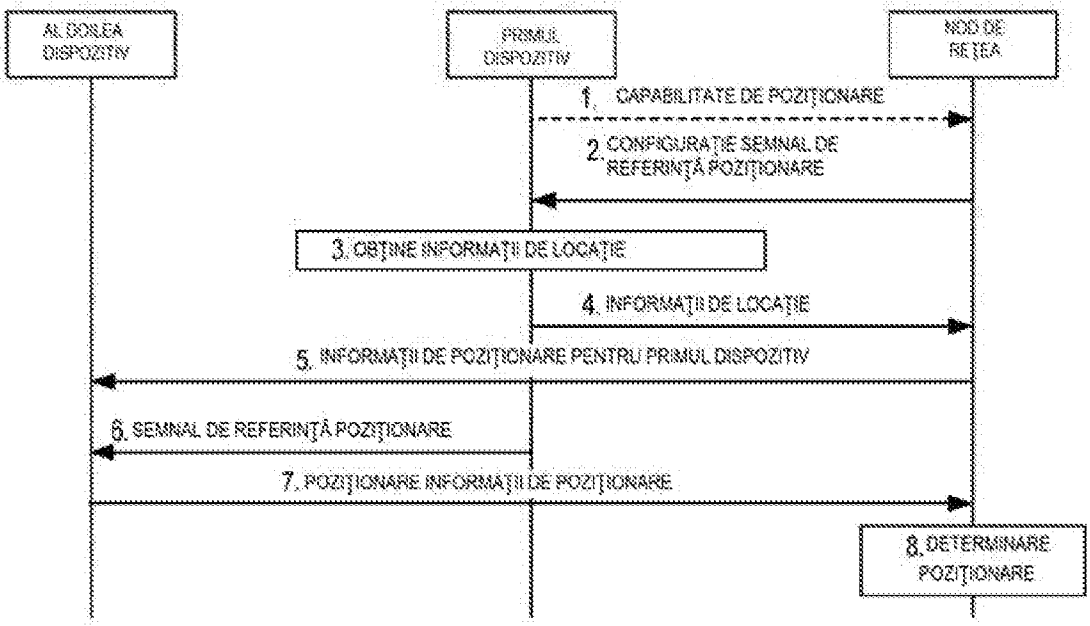

AL DOILEA DISPOZITIV
PRIMUL DISPOZITIV
NOD DE REȚEA
1. CAPABILITATE DE POZIȚIONARE
2. CONFIGURAȚIE SEMNAL DE REFERINȚĂ POZIȚIONARE
3. OBȚINE INFORMAȚII DE LOCAȚIE
4. INFORMAȚII DE LOCAȚIE
5. INFORMAȚII DE POZIȚIONARE PENTRU PRIMUL DISPOZITIV
6. SEMNAL DE REFERINȚĂ POZIȚIONARE
7. POZIȚIONARE INFORMAȚII DE POZIȚIONARE
8. DETERMINARE POZIȚIONARE

FIG. 158

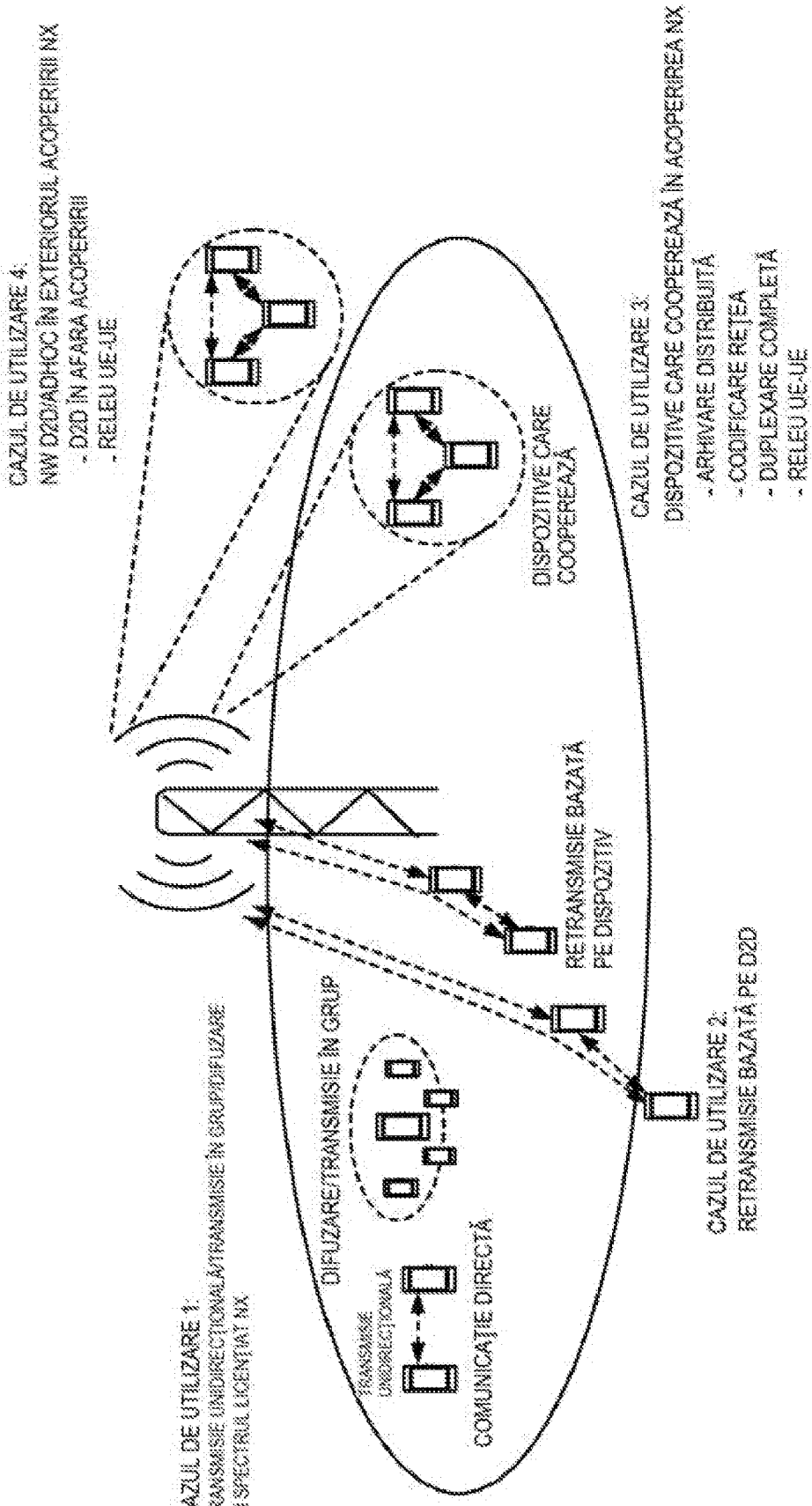

CAZUL DE UTILIZARE 4:
NW D2D/ADHOC ÎN EXTERIORUL ACOPERIRII NX
- D2D ÎN AFARA ACOPERIRII
- RELEU UE-UE
CAZUL DE UTILIZARE 3:
DISPOZITIVE CARE COOPEREAZĂ ÎN ACOPERIREA NX
- ARHIVARE DISTRIBUITĂ
- CODIFICARE REȚEA
- DUPLEXARE COMPLETĂ
- RreleU UE-UE
DISPOZITIVE CARE COOPEREAZĂ
RETRANSMISIE BAZATĂ PE DISPOZITIV
CAZUL DE UTILIZARE 2:
RETRANSMISIE BAZATĂ PE D2D
DIFUZARE/TRANSMISIE ÎN GRUP
TRANSMISIE UNIDIRECȚIONALĂ
COMUNICAȚIE DIRECTĂ
CAZUL DE UTILIZARE 1:
TRANSMISIE UNIDIRECȚIONALĂ/TRANSMISIE ÎN GRUP/DIFUZARE
ÎN SPECTRUL LICENȚIAT NX

FIG. 159

CAZ DE UTILIZARE	STARE ÎN 3GPP	CERINȚĂ NX
TRANSMISIE UNIDIRECȚIONALĂ ÎN ACOPERIRE NX (ÎN SPECTRUL LICENȚIAT NX) (CAZUL DE UTILIZARE 1)	- NIMIC ÎN 3GPP - CONCEPT FRAMEWORK DISPONIBIL	TRANSMISIE UNIDIRECȚIONALĂ D2D ÎN SPECTRUL CELULAR AR TREBUI SĂ FIE SUSȚINUTĂ
TRANSMISIE ÎN GRUP ÎN ACOPERIRE NX (ÎN SPECTRUL LICENȚIAT NX) (CAZUL DE UTILIZARE 1)	- DISPONIBILĂ ÎN 3GPP - CONCEPT LIGER DISPONIBIL	ÎMBUNĂTĂȚIRI DE PERFORMANȚĂ (PROPRIETARE) (ÎN TERMENI DE SE/EE/ÎNTÂRZIERE/FIABILITATE/...)
D2D (UE LA UE) BAZAT PE RETRANSMISIE (CAZUL DE UTILIZARE 2)	- DISPONIBILĂ ÎN 3GPP (R13 ÎN DERULARE) - CONCEPT LIGER DISPONIBIL	ÎMBUNĂTĂȚIRI DE PERFORMANȚĂ (PROPRIETARE) (ÎN TERMENI DE SE/EE/ÎNTÂRZIERE/FIABILITATE/...)
DISPOZITIVE CARE COOPEREAZĂ ÎN ACOPERIREA NX (CAZUL DE UTILIZARE 3)	-INDISPONIBIL ÎN 3GPP - NICI UN CONCEPT INTERN	CERCETAREA UNOR IDEI ESTE ÎN DERULARE PENTRU A EVALUA POTENȚIALUL CÂȘTIGURILOR. CERINȚELE NU SUNT SPECIFICATE
D2D ADHOC NW ÎN AFARA ACOPERIRII NW (CAZUL DE UTILIZARE 4)	-DISPONIBIL ÎN 3GPP (PENTRU DIFUZARE ÎN GRUP, FĂRĂ RETRANSMISIE UE-UE) -CONCEPT FRAMEWORK DISPONIBIL (RETRANSMISIE UE-UE DOAR ÎN FRA)	ÎMBUNĂTĂȚIRI DE PERFORMANȚĂ (PROPRIETARE) (ÎN TERMENI DE SE/EE/ÎNTÂRZIERE/FIABILITATE/...)

FIG. 160

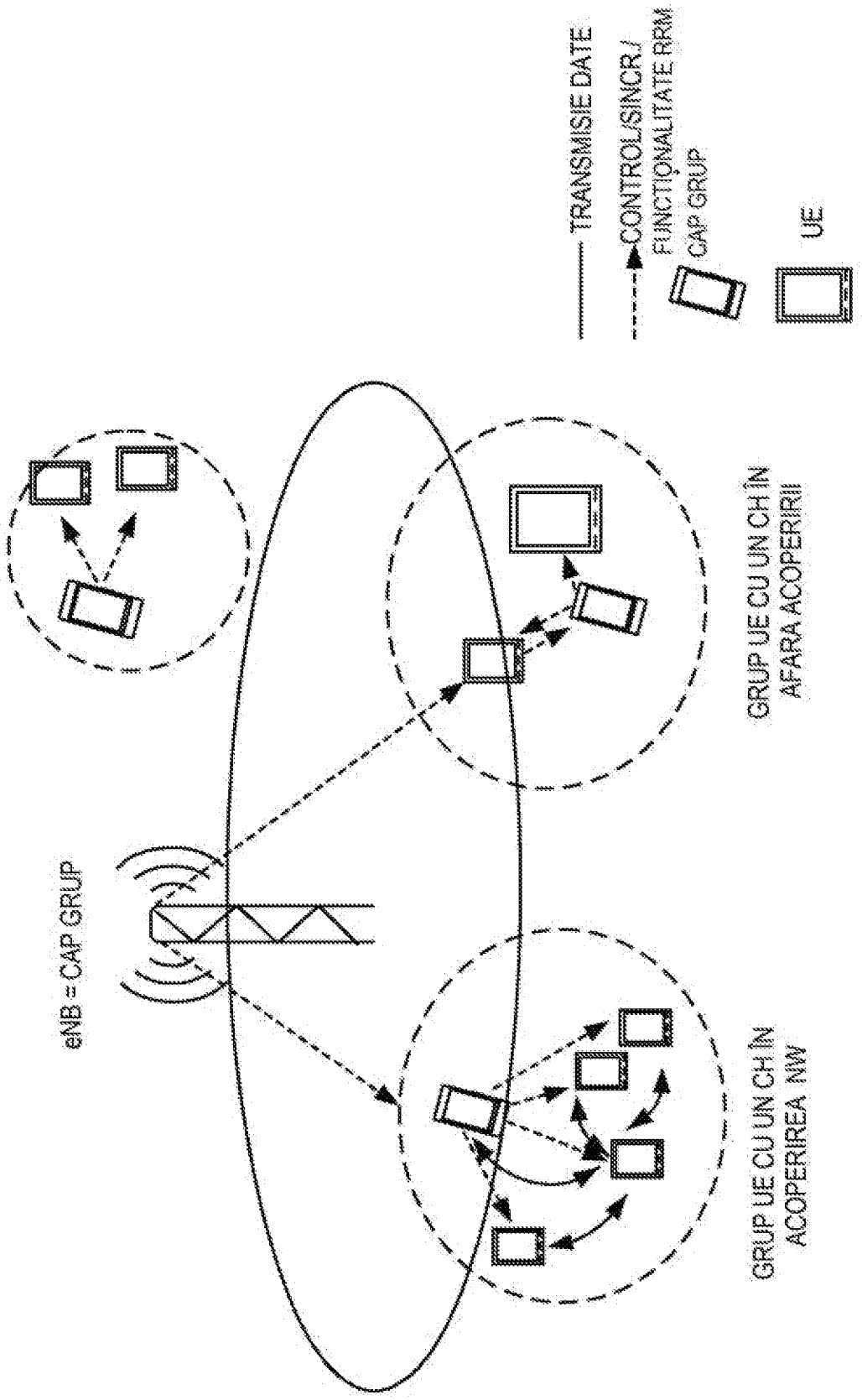

TRANSMISIE DATE
CONTROL/SINCR./
FUNCȚIONALITATE RRM
CAP GRUP
UE
eMB = CAP GRUP
GRUP UE CU UN CH ÎN
AFARA ACOPERIRII
GRUP UE CU UN CH ÎN
ACOPERIREA NW

FIG. 161

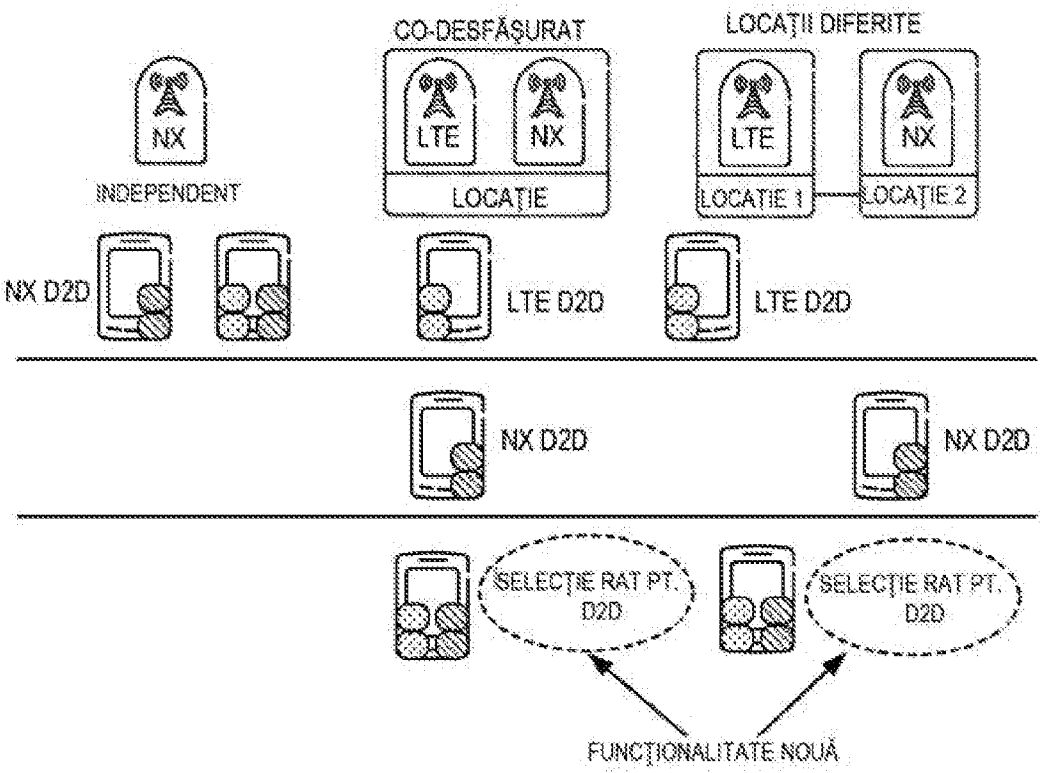


FIG. 162

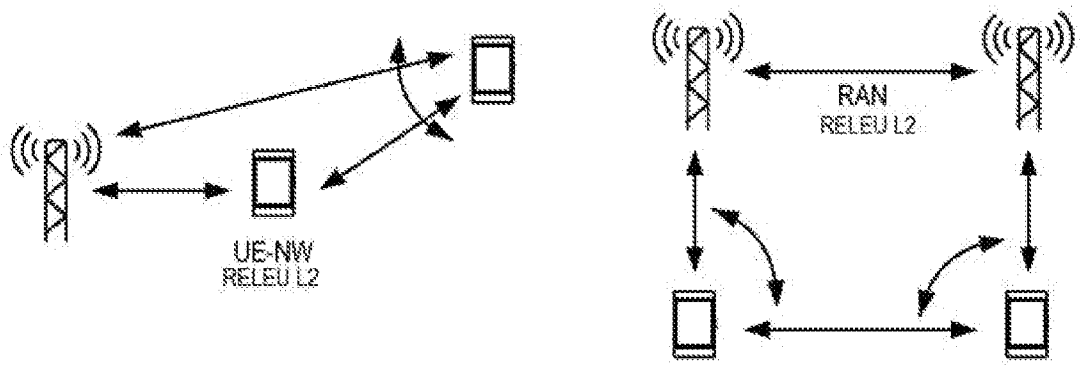


FIG. 163

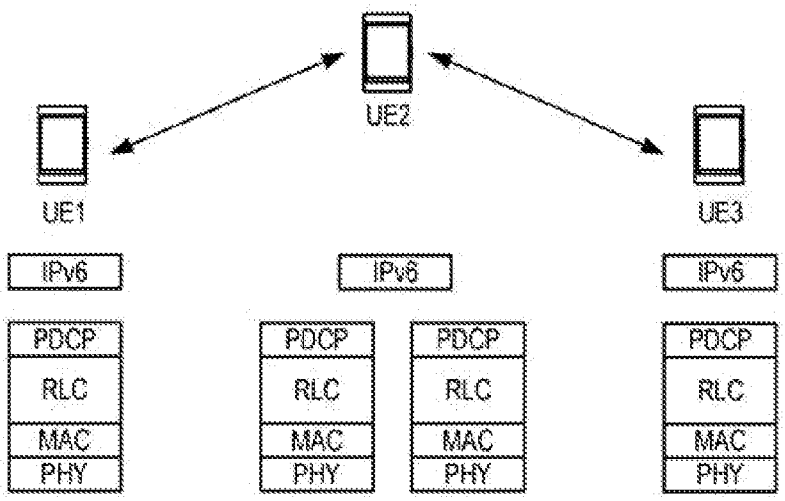


FIG. 164

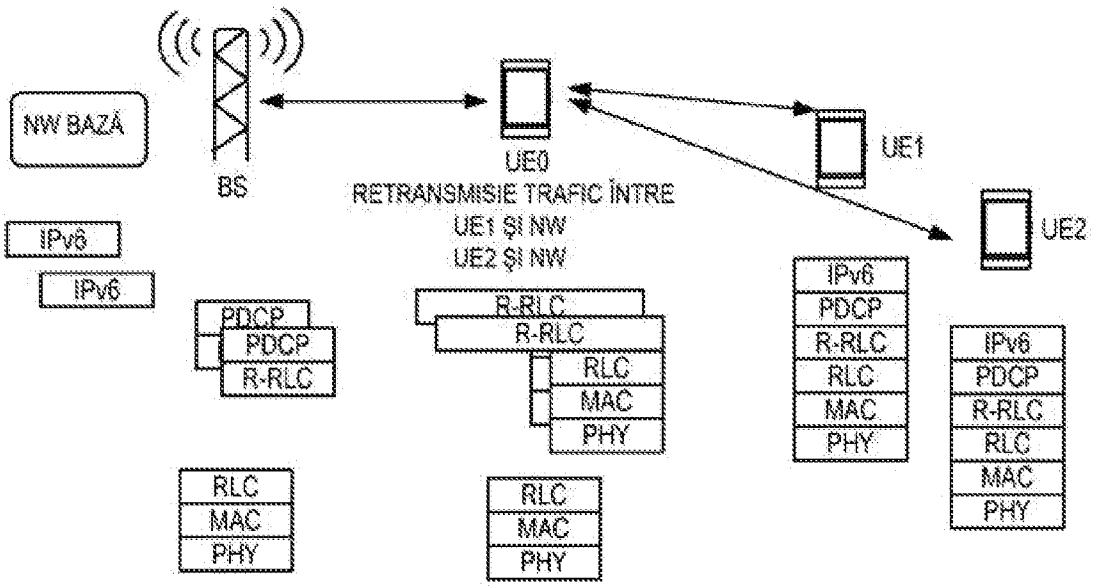


FIG. 165

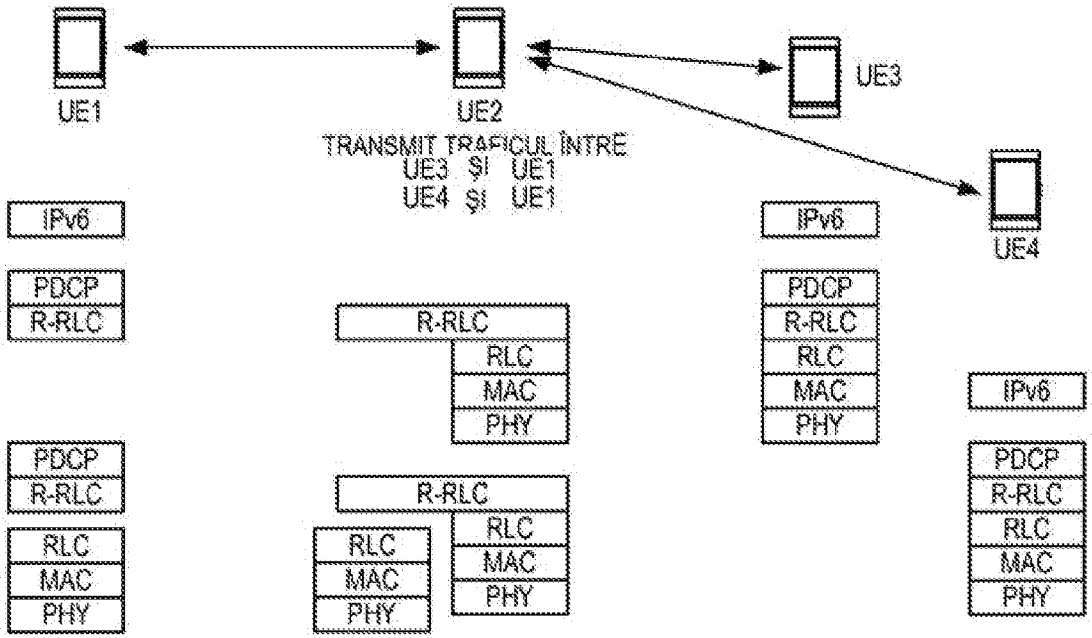


FIG. 166

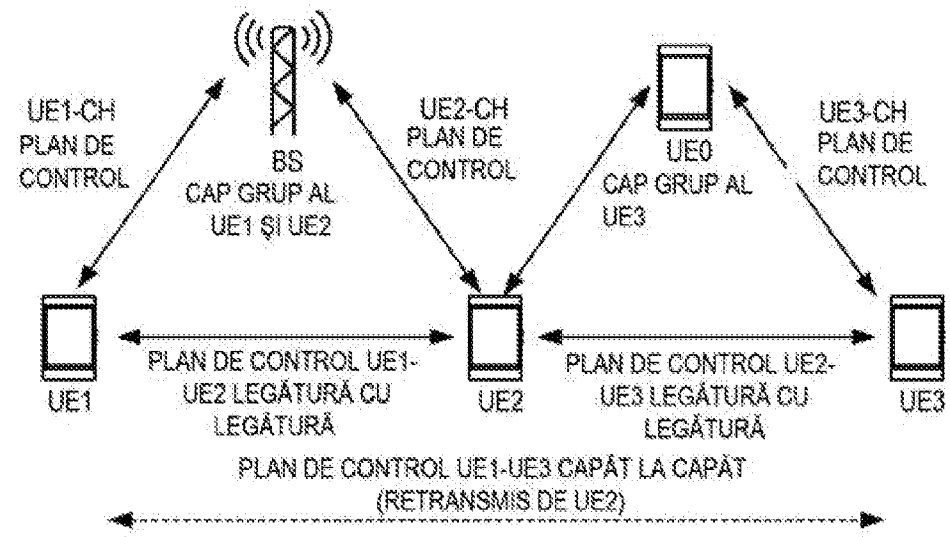


FIG. 167

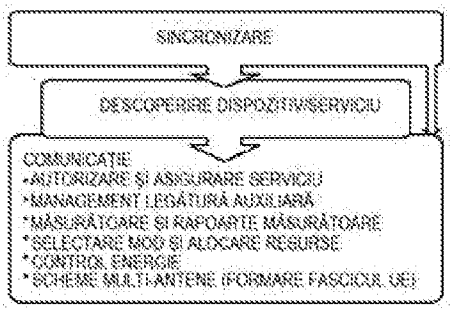


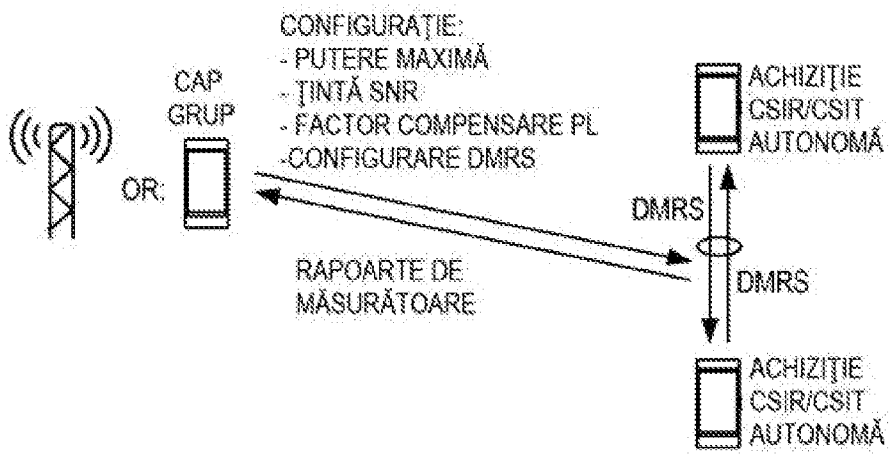
FIG. 168

FUNCȚIE MANAGEMENT LEGĂTURĂ AUXILIARĂ (EXEMPLU)	CERINȚĂ	COMENTARIU
DECLANȘEAZĂ DESCOPERIRE DIFUZARE (ANUNȚARE/INTEROGARE) BALIZE	ACOPERIRE, FĂRĂ ACOPERIRE, ACOPERIRE PARȚIALĂ (IN TERMENI DE ANUNȚARE ȘI DESCOPERIRE UE) TREBUIE SUSȚINUTE	RESURSELE TIMP/FRECVENȚĂ ȘI ALȚI PARAMETRI DE CONFIGURARE POT FI ASIGURAȚI (PRECONFIGURAȚI) SAU ALOCAȚI DINAMIC
STABILEȘTE CANAL PARTAJAT LEGĂTURĂ AUXILIARĂ CU UE PERECHE SPECIFICE (de exemplu, UE3-UE4)	ACOPERIRE, FĂRĂ ACOPERIRE, ACOPERIRE PARȚIALĂ (PENTRU ORICARE DINTRE UE) TREBUIE SUSȚINUTE DE LEGĂTURA AUXILIARĂ "CONTROL ADMIS" PORTE FI EXERCITATĂ DE NW	ADMITERE CONTROL PENTRU LEGĂTURA SECUNDARĂ TREBUIE SĂ FIE POSIBILĂ ATUNCI CÂND SUB ACOPERIREA NW ȘI UTILIZÂND "RESURSELE CELULARE" (alocate Exp)
DECLANȘEAZĂ DIFUZARE/TRANSMISIE MULTIPLĂ CĂTRE UN SET DE UE PERECHE	ACOPERIRE, FĂRĂ ACOPERIRE, ACOPERIRE PARȚIALĂ (PENTRU ORICARE ELEMENT DIFUZAT) CARE TREBUIE SUSȚINUT	CONTROL GRUP MULTI TRANSMISIE PRIN NW ȘI TRANSMISIA MULTIPLĂ UE TREBUIE SUSȚINUTĂ

FIG. 169

SCOPUL MĂSURĂTORII	CE SEMNAL TREBUIE MĂSURAT	UNDE SĂ SE RAPORTEZE
SINCRONIZARE	SEMNALE DE SINCRONIZARE	
DESCOPERĂ DISPOZITIVELE PERECHE	DESCOPERĂ BALIZE	• eNB • STRAT SUPERIOR • UE PERECHE
SELECTARE MOD ŞI ALOCARE RESURSE (FOND)	DESCOPERĂ BALIZE ŞI SEMNALE DE REFERINŢĂ D2D/NX	• eNB • STRAT PERECHE • UE PERECHE
ALOCARE RESURSE DIN FONDUL DE RESURSE	SEMNALE DE REFERINŢĂ D2D/NX	• STRAT SUPERIOR • UE PERECHE
CONTROLUL RESURSELOR	SEMNALE DE REFERINŢĂ D2D/NX	
DEMODULARE (CSIR)	"DMRS"	
SELECTARE PRECODIFICATOR	"DMRS"	

FIG. 170



PL: PIERDERE TRASEU
CSIR: INFORMAŢII DE STARE CANAL LA RECEPTOR
CSIT: INFORMAŢII DE STARE CANAL LA TRANSMIŢĂTOR

FIG. 171

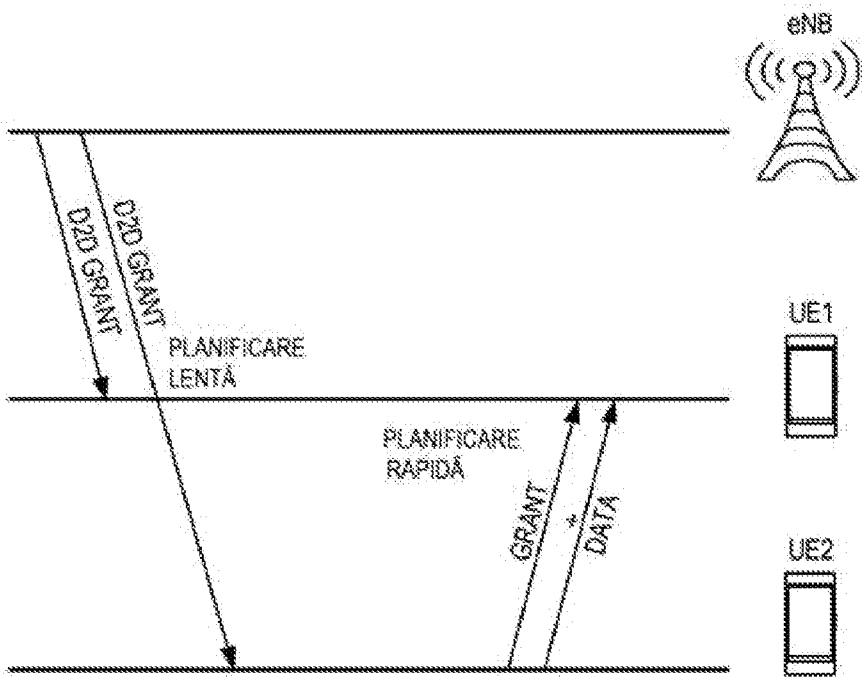


FIG. 172

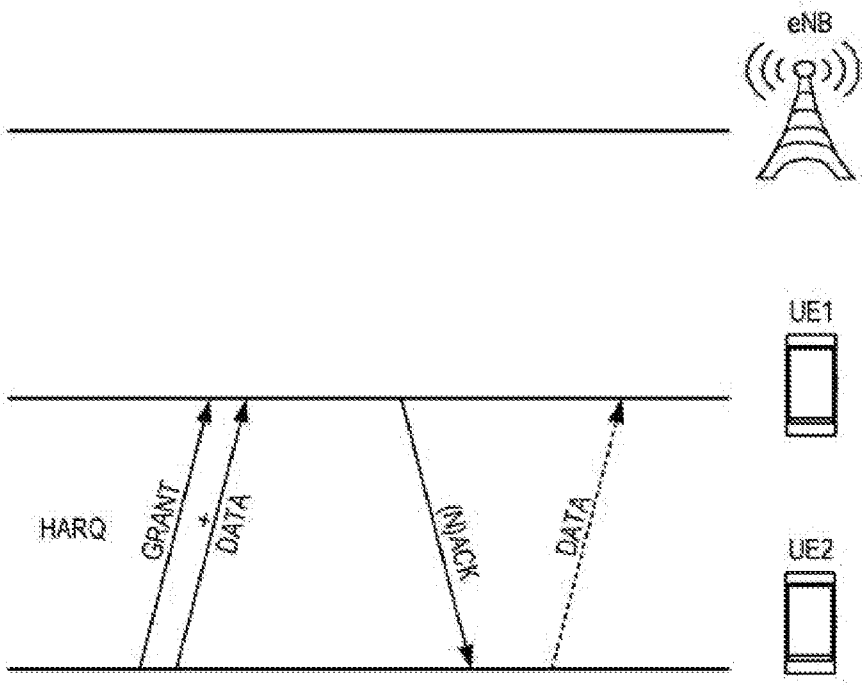


FIG. 173

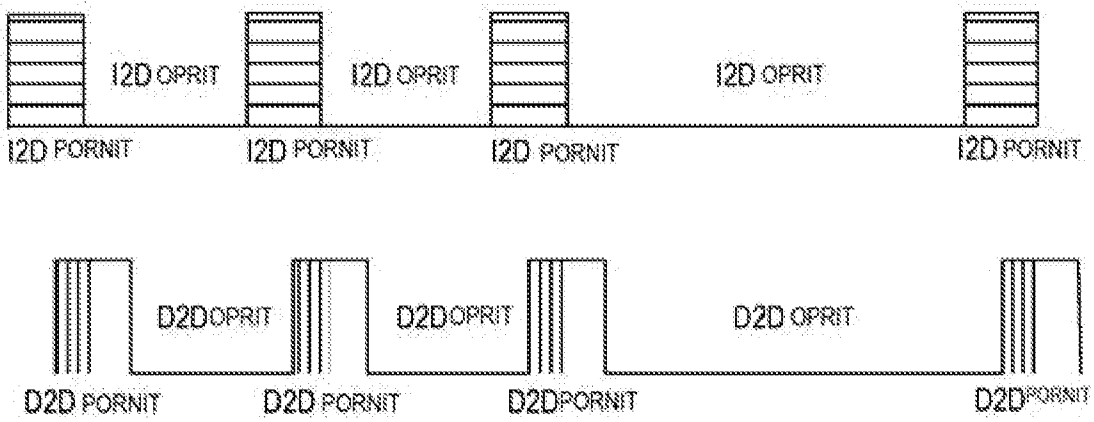


FIG. 174

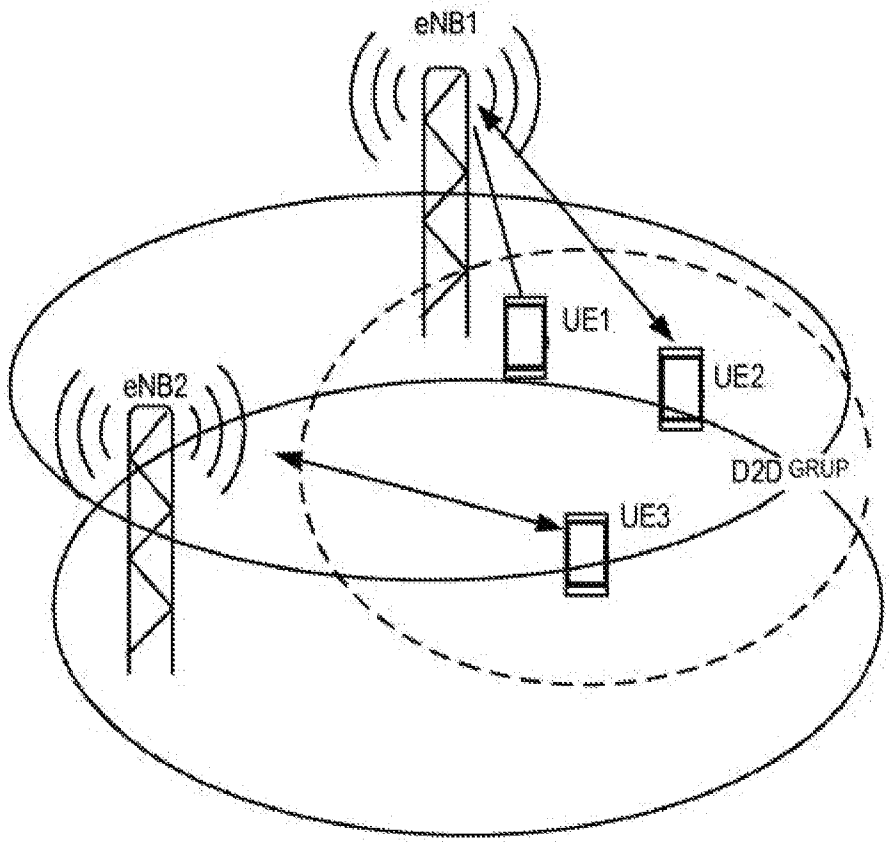


FIG. 175

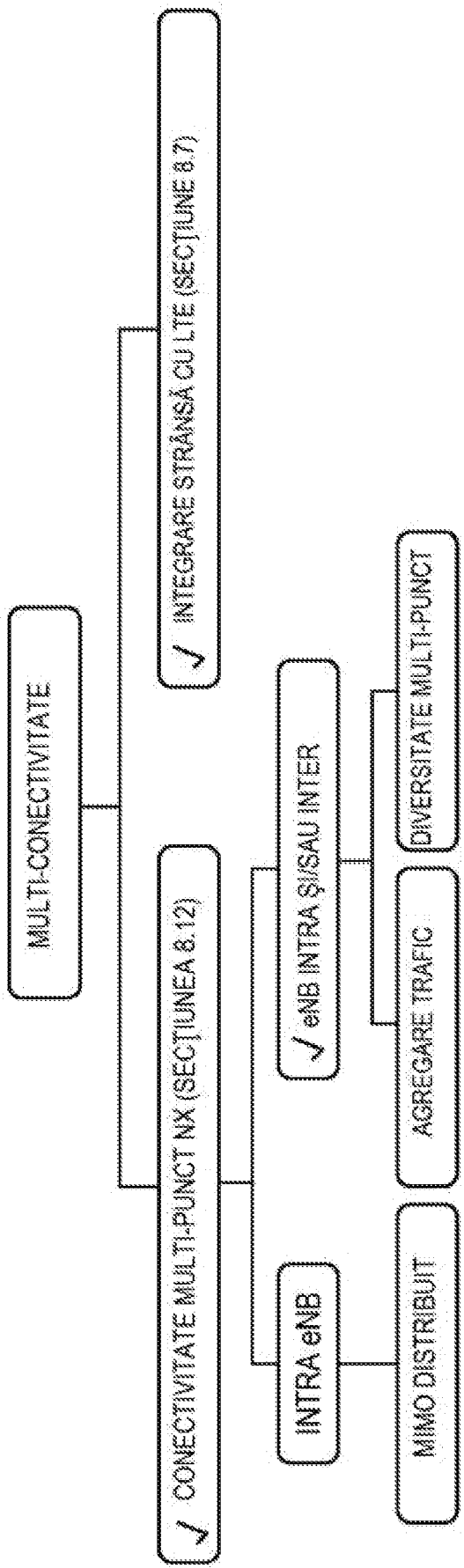

MULTI-CONECTIVITATE
✓ INTEGRARE STRÂNSĂ CU LTE (SECȚIUNE 8.7)
✓ CONECTIVITATE MULTI-PUNCT NX (SECȚIUNEA 8.12)
✓ eNB INTRA ȘI/SAU INTER
DIVERSITATE MULTI-PUNCT
INTRA eNB
AGREGARE TRAFIC
MIMO DISTRIBUIT

FIG. 176

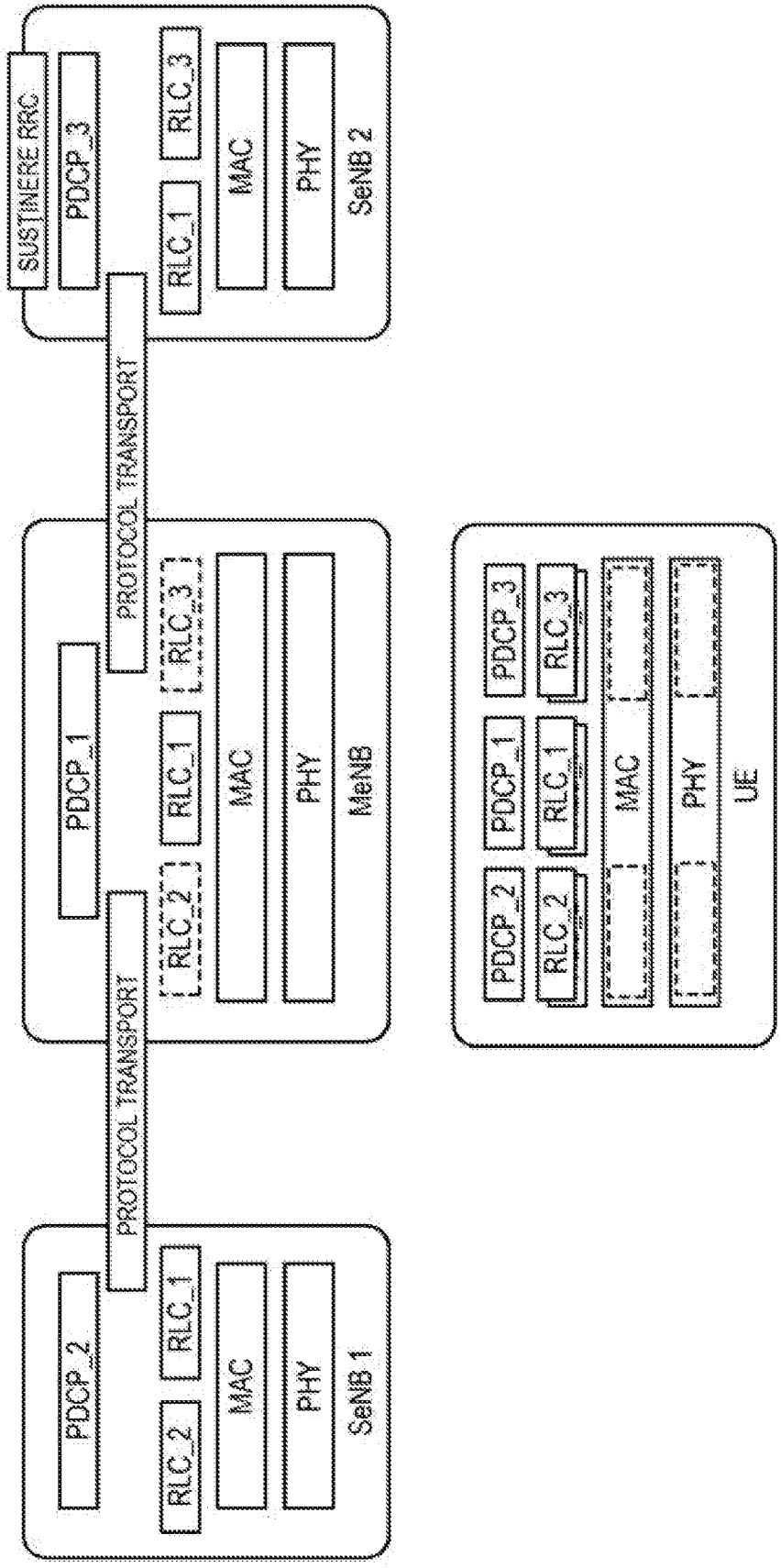

SUSTINERE RRC
PDCP_3
RLC_3
RLC_1
MAC
PHY
SeNB 2
PROTOCOL TRANSPORT
PDCP_1
RLC_3
RLC_1
RLC_2
MAC
PHY
MeNB
PROTOCOL TRANSPORT
PDCP_2
RLC_1
RLC_2
MAC
PHY
SeNB 1
PDCP_3
PDCP_1
RLC_3
RLC_1
PDCP_2
RLC_2
MAC
PHY
UE

FIG. 177

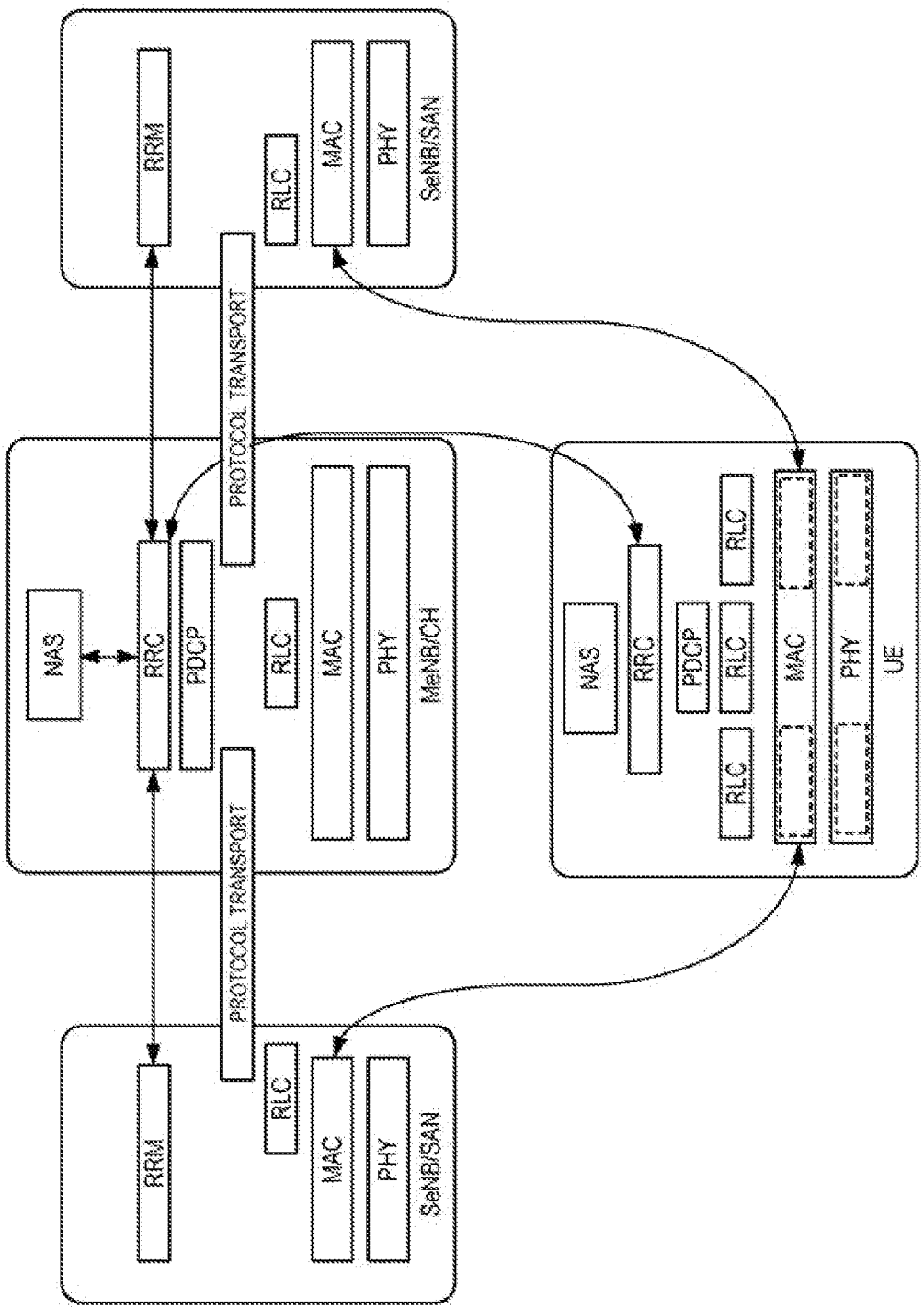

RRM
RLC
MAC
PHY
SeNB/SAN
PROTOCOL TRANSPORT
NAS
RRC
PDCP
RLC
MAC
PHY
MeNB/CH
NAS
RRC
PDCP
RLC
RLC
MAC
PHY
UE
PROTOCOL TRANSPORT
RRM
RLC
MAC
PHY
SeNB/SAN

FIG. 178

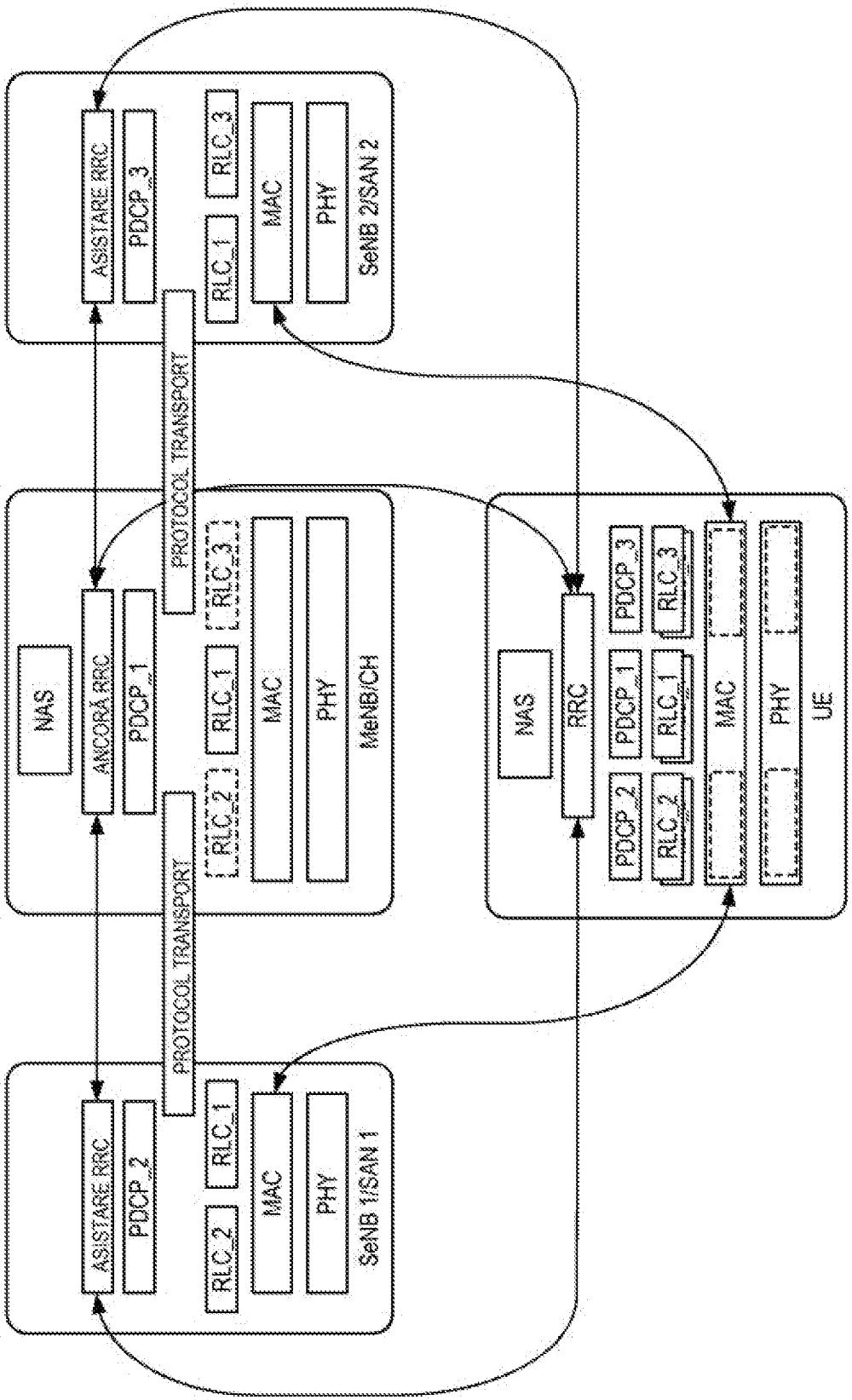

ASISTARE RRC
PDCP_3
RLC_3
RLC_1
MAC
PHY
SeNB 2/SAN 2
PROTOCOL TRANSPORT
NAS
ANCORĂ RRC
PDCP_1
RLC_3
RLC_1
RLC_2
MAC
PHY
MeNB/CH
NAS
RRC
PDCP_3
PDCP_1
PDCP_2
RLC_3
RLC_1
RLC_2
MAC
PHY
UE
PROTOCOL TRANSPORT
ASISTARE RRC
PDCP_2
RLC_1
RLC_2
MAC
PHY
SeNB 1/SAN 1

FIG. 179

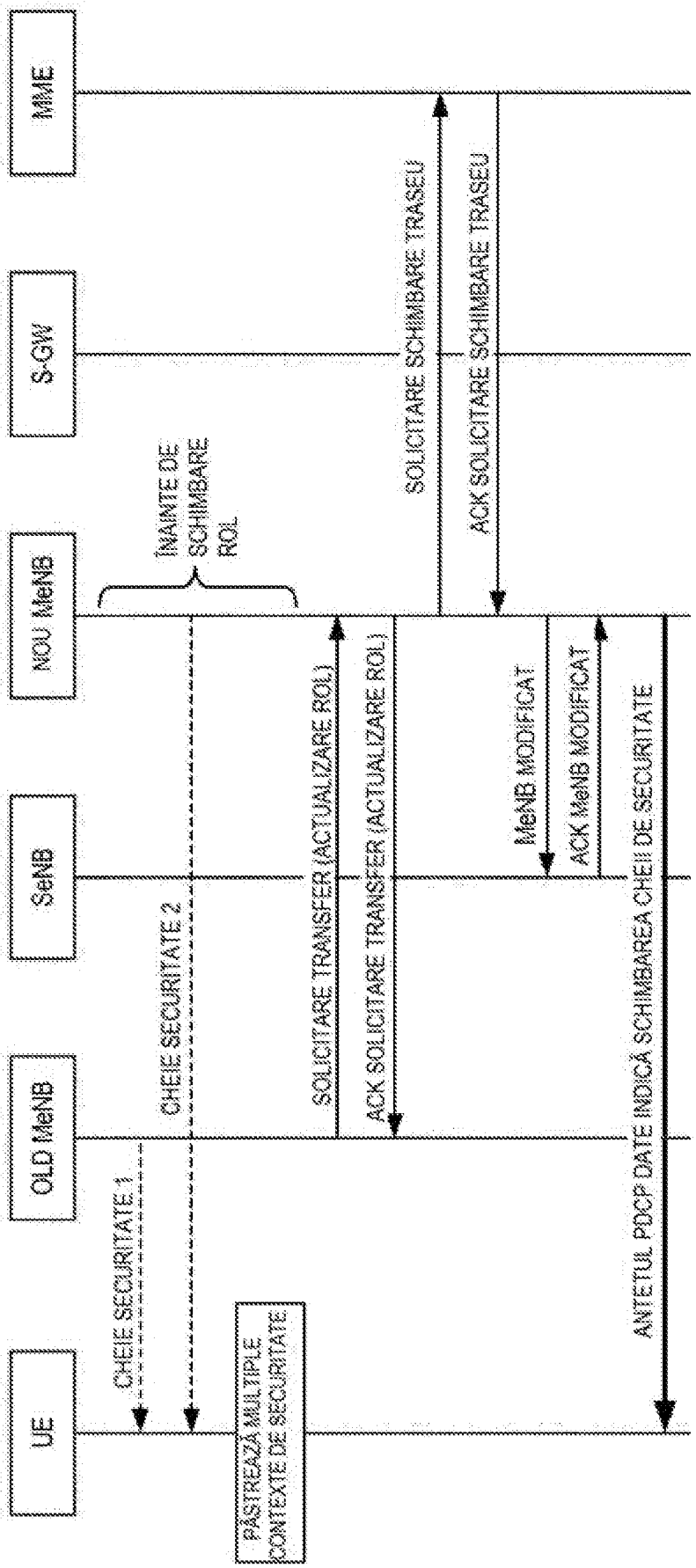

MME
S-GW
NOU MeNB
SeNB
OLD MeNB
UE
ÎNAINTE DE SCHIMBARE ROL
SOLICITARE SCHIMBARE TRASEU
ACK SOLICITARE SCHIMBARE TRASEU
CHEIE SECURITATE 2
SOLICITARE TRANSFER (ACTUALIZARE ROL)
ACK SOLICITARE TRANSFER (ACTUALIZARE ROL)
MeNB MODIFICAT
ACK MeNB MODIFICAT
CHEIE SECURITATE 1
ANTETUL PDCP DATE INDICĂ SCHIMBAREA CHEII DE SECURITATE
PĂSTREAZĂ MULTIPLE CONTEXTE DE SECURITATE

FIG. 180

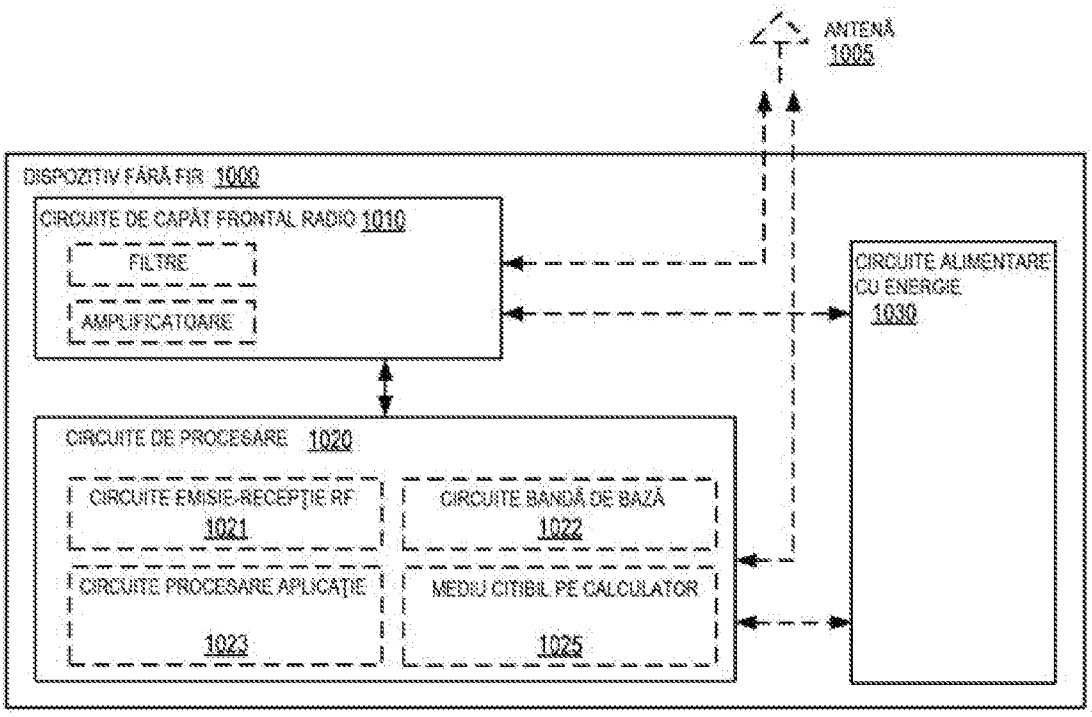

ANTENĂ
1005
DISPOZITIV FĂRĂ FIR 1000
CIRCUITE DE CAPĂT FRONTAL RADIO 1010
FILTRE
AMPLIFICATOARE
CIRCUITE ALIMENTARE CU ENERGIE
1030
CIRCUITE DE PROCESARE 1020
CIRCUITE EMISIE-RECEPȚIE RF
1021
CIRCUITE BANDĂ DE BAZĂ
1022
CIRCUITE PROCESARE APLICAȚIE
1023
MEDIU CITIBIL PE CALCULATOR
1025

FIG. 181

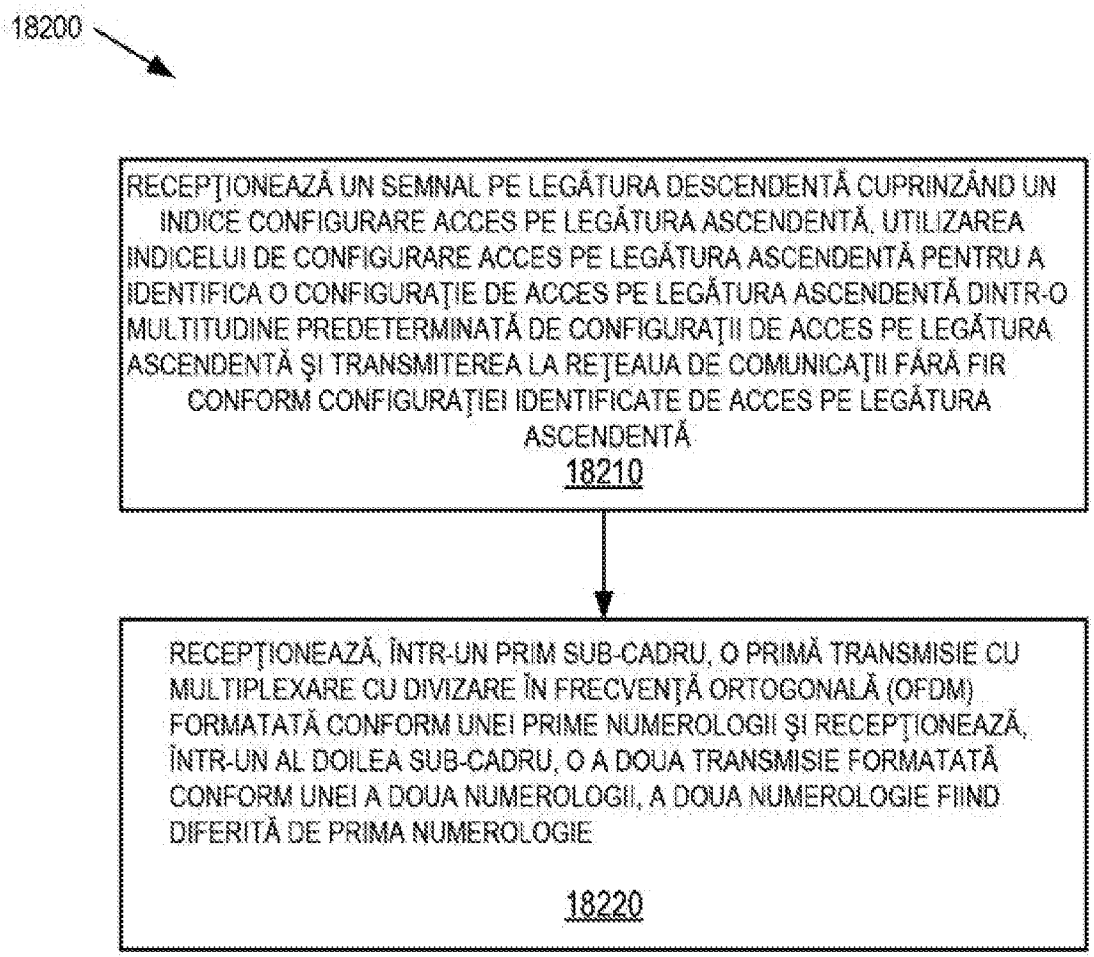

18200
RECEPŢIONEAZĂ UN SEMNAL PE LEGĂTURA DESCENDENTĂ CUPRINZÂND UN INDICE CONFIGURARE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ, UTILIZAREA INDICELUI DE CONFIGURARE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ PENTRU A IDENTIFICA O CONFIGURAŢIE DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ DINTR-O MULTITUDINE PREDETERMINATĂ DE CONFIGURAŢII DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ ŞI TRANSMITEREA LA REŢEAUA DE COMUNICAŢII FĂRĂ FIR CONFORM CONFIGURAŢIEI IDENTIFICATE DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ
18210
RECEPŢIONEAZĂ, ÎNTR-UN PRIM SUB-CADRU, O PRIMĂ TRANSMISIE CU MULTIPLEXARE CU DIVIZARE ÎN FRECVENŢĂ ORTOGONALĂ (OFDM) FORMATATĂ CONFORM UNEI PRIME NUMEROLOGII ŞI RECEPŢIONEAZĂ, ÎNTR-UN AL DOILEA SUB-CADRU, O A DOUA TRANSMISIE FORMATATĂ CONFORM UNEI A DOUA NUMEROLOGII, A DOUA NUMEROLOGIE FIIND DIFERITĂ DE PRIMA NUMEROLOGIE
18220

FIG. 182

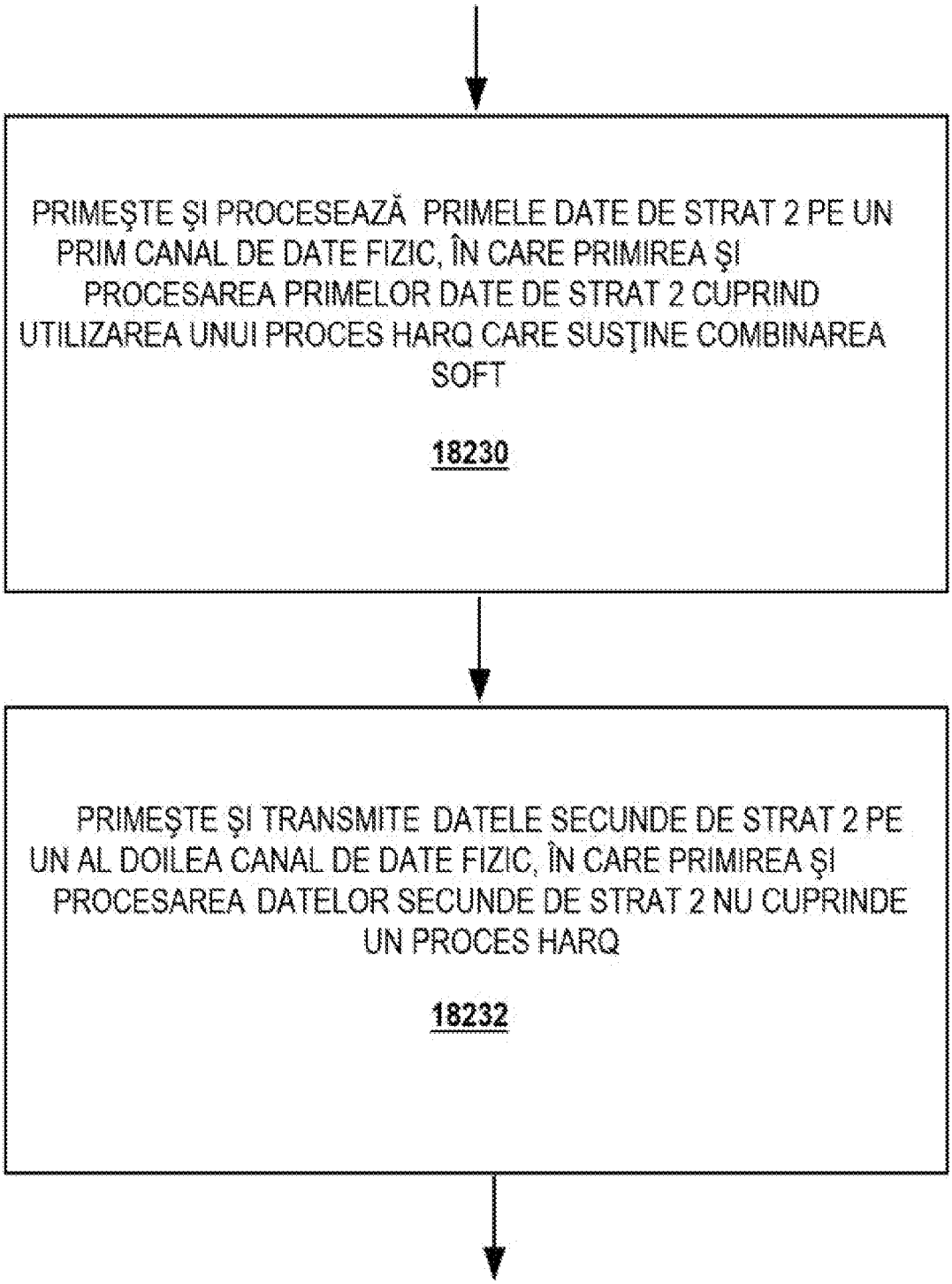

PRIMEŞTE ŞI PROCESEAZĂ PRIMELE DATE DE STRAT 2 PE UN PRIM CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE PRIMIREA ŞI PROCESAREA PRIMELOR DATE DE STRAT 2 CUPRIND UTILIZAREA UNUI PROCES HARQ CARE SUSŢINE COMBINAREA SOFT
18230
PRIMEŞTE ŞI TRANSMITE DATELE SECUNDE DE STRAT 2 PE UN AL DOILEA CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE PRIMIREA ŞI PROCESAREA DATELOR SECUNDE DE STRAT 2 NU CUPRINDE UN PROCES HARQ
18232

FIG. 183

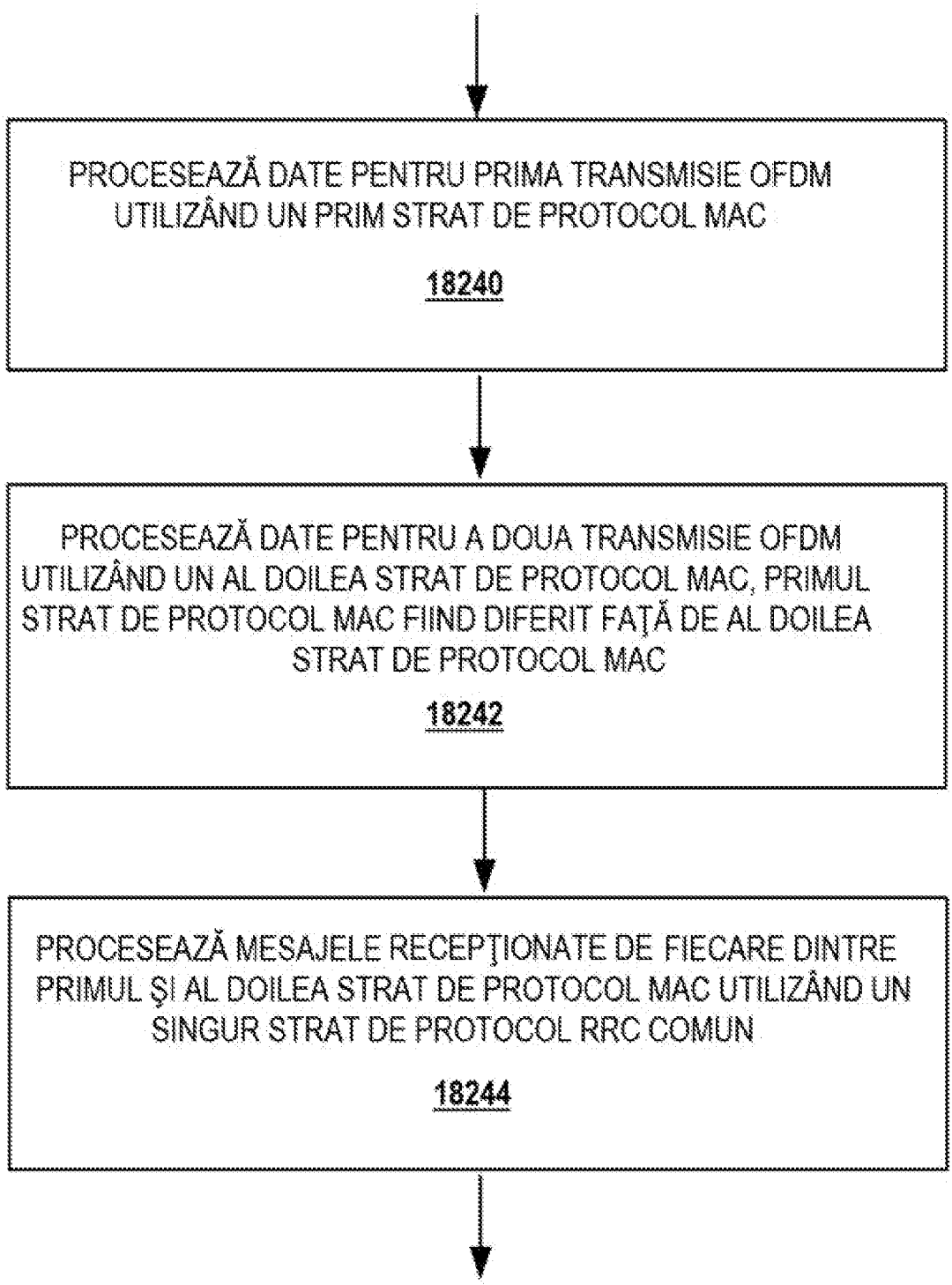

338
PROCESEAZĂ DATE PENTRU PRIMA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL MAC
18240
PROCESEAZĂ DATE PENTRU A DOUA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC FIIND DIFERIT FAŢĂ DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC
18242
PROCESEAZĂ MESAJELE RECEPŢIONATE DE FIECARE DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC UTILIZÂND UN SINGUR STRAT DE PROTOCOL RRC COMUN
18244

FIG. 184

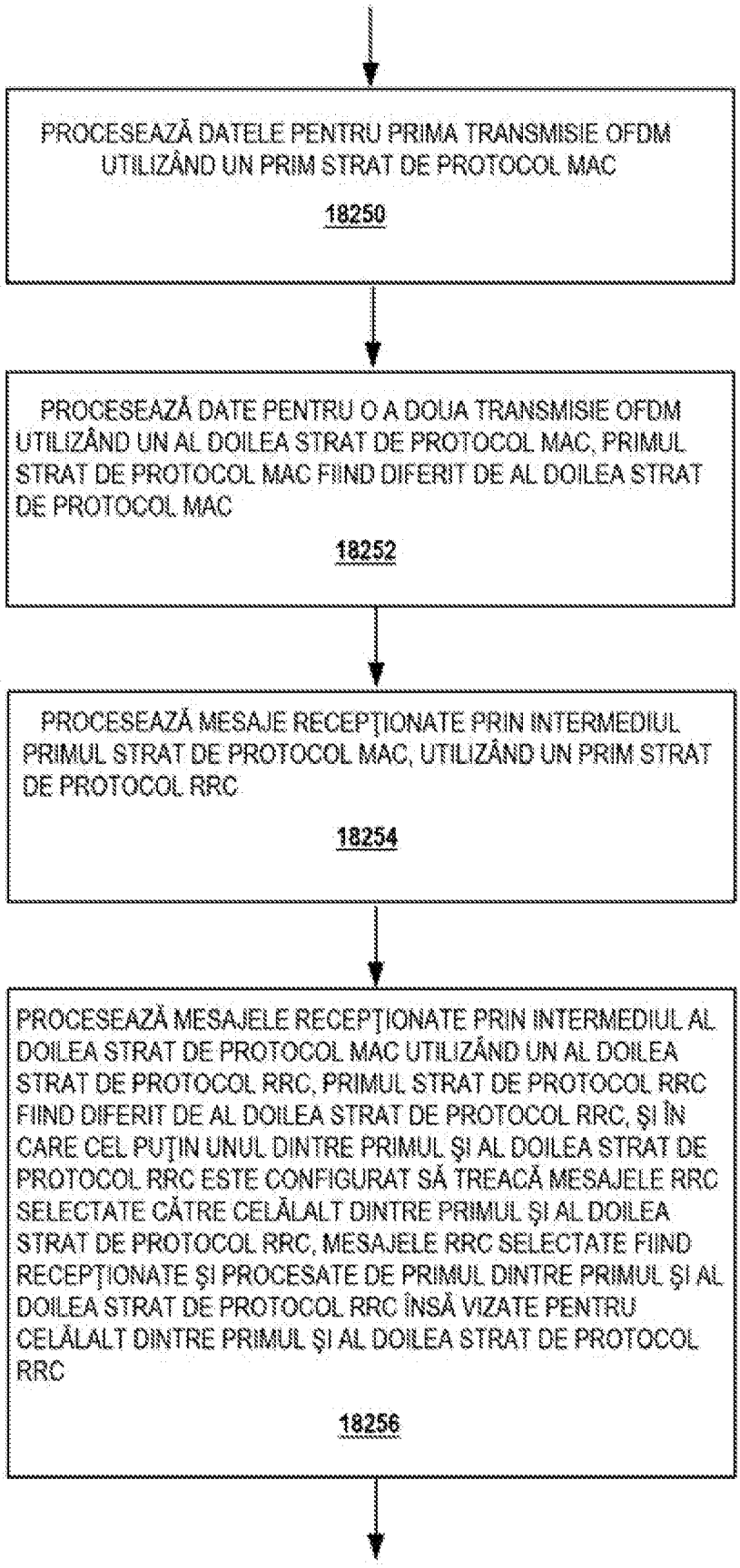

PROCESEAZĂ DATELE PENTRU PRIMA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL MAC
18250
PROCESEAZĂ DATE PENTRU O A DOUA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC FIIND DIFERIT DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC
18252
PROCESEAZĂ MESAJE RECEPŢIONATE PRIN INTERMEDIUL PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC, UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL RRC
18254
PROCESEAZĂ MESAJELE RECEPŢIONATE PRIN INTERMEDIUL AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL RRC FIIND DIFERIT DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, ŞI ÎN CARE CEL PUŢIN UNUL DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC ESTE CONFIGURAT SĂ TREACĂ MESAJELE RRC SELECTATE CĂTRE CELĂLALT DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, MESAJELE RRC SELECTATE FIIND RECEPŢIONATE ŞI PROCESATE DE PRIMUL DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC ÎNSĂ VIZATE PENTRU CELĂLALT DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC
18256

FIG.185

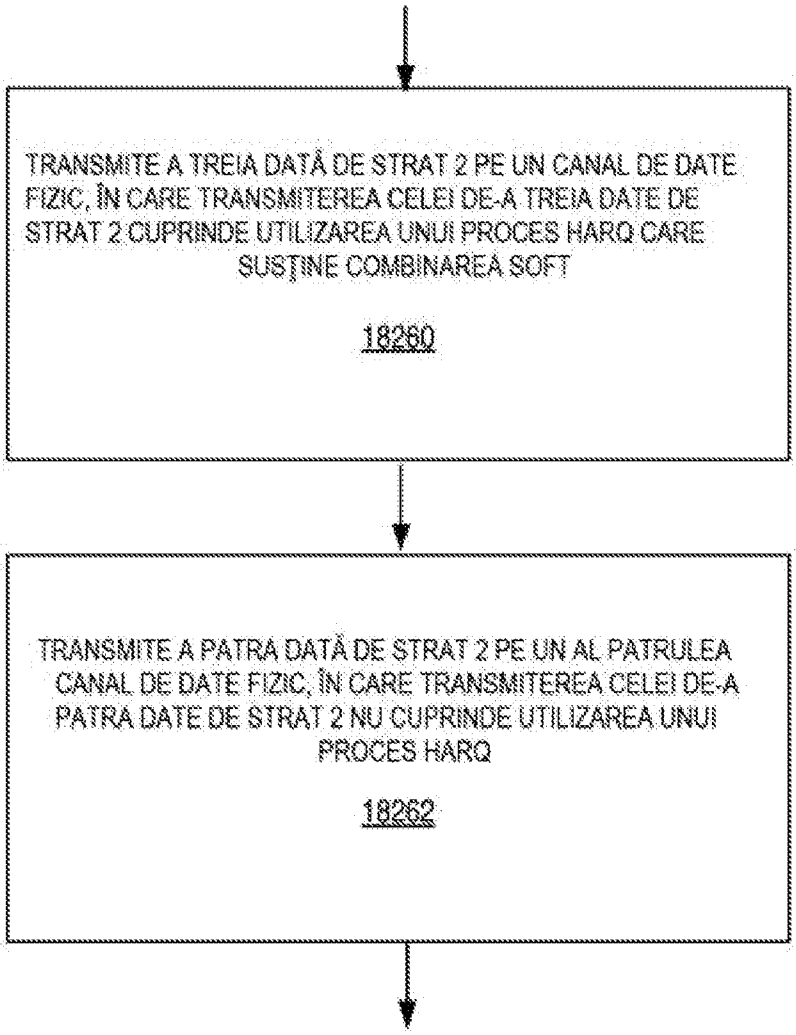

TRANSMITE A TREIA DATĂ DE STRAT 2 PE UN CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE TRANSMITEREA CELEI DE-A TREIA DATE DE STRAT 2 CUPRINDE UTILIZAREA UNUI PROCES HARQ CARE SUSȚINE COMBINAREA SOFT
18260
TRANSMITE A PATRA DATĂ DE STRAT 2 PE UN AL PATRULEA CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE TRANSMITEREA CELEI DE-A PATRA DATE DE STRAT 2 NU CUPRINDE UTILIZAREA UNUI PROCES HARQ
18262

FIG. 186

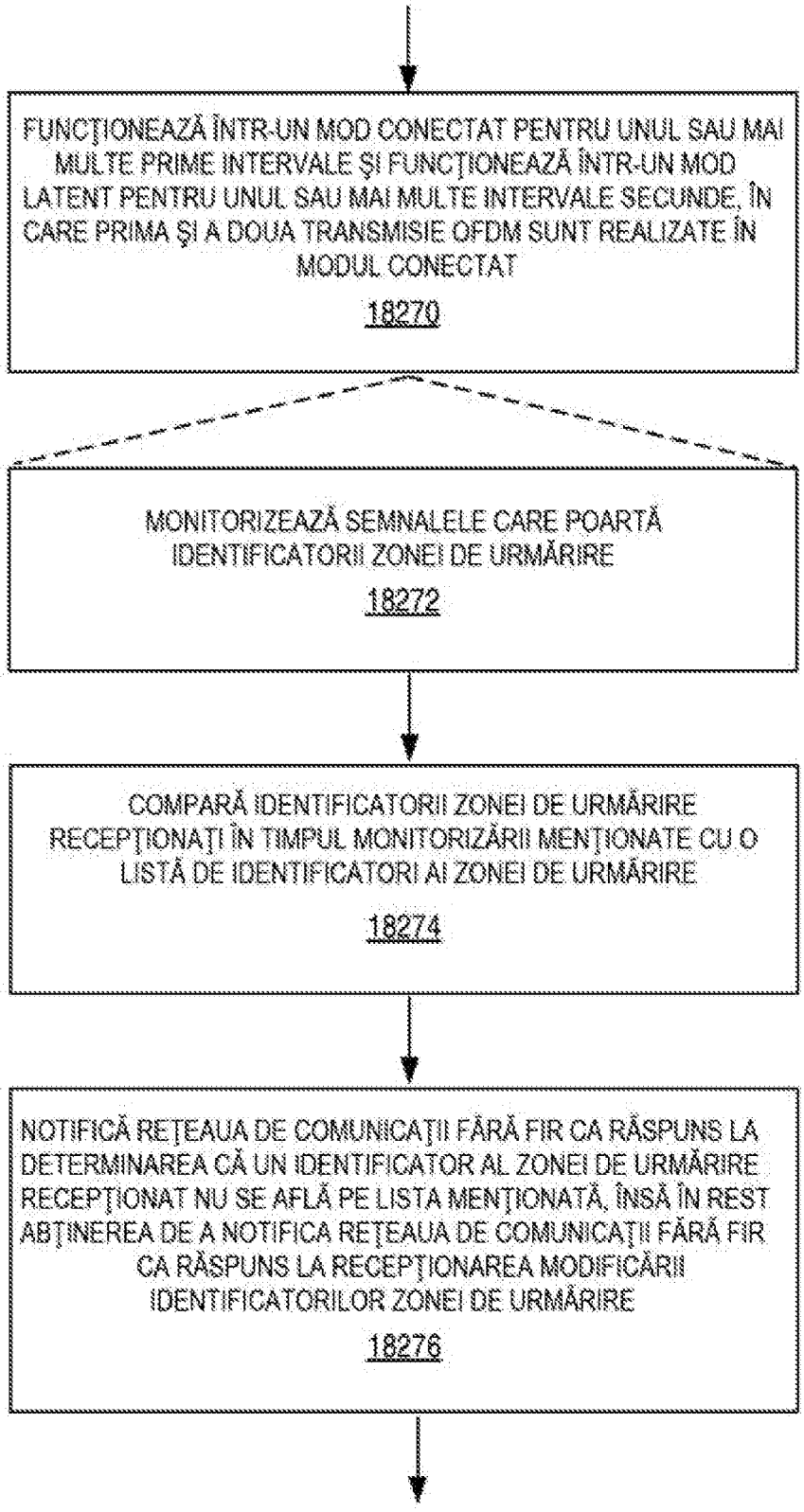

FUNCŢIONEAZĂ ÎNTR-UN MOD CONECTAT PENTRU UNUL SAU MAI MULTE PRIME INTERVALE ŞI FUNCŢIONEAZĂ ÎNTR-UN MOD LATENT PENTRU UNUL SAU MAI MULTE INTERVALE SECUNDE, ÎN CARE PRIMA ŞI A DOUA TRANSMISIE OFDM SUNT REALIZATE ÎN MODUL CONECTAT
18270
MONITORIZEAZĂ SEMNALELE CARE POARTĂ IDENTIFICATORII ZONEI DE URMĂRIRE
18272
COMPARĂ IDENTIFICATORII ZONEI DE URMĂRIRE RECEPŢIONAŢI ÎN TIMPUL MONITORIZĂRII MENŢIONATE CU O LISTĂ DE IDENTIFICATORI AI ZONEI DE URMĂRIRE
18274
NOTIFICĂ REŢEAUA DE COMUNICAŢII FĂRĂ FIR CA RĂSPUNS LA DETERMINAREA CĂ UN IDENTIFICATOR AL ZONEI DE URMĂRIRE RECEPŢIONAT NU SE AFLĂ PE LISTA MENŢIONATĂ, ÎNSĂ ÎN REST ABŢINEREA DE A NOTIFICA REŢEAUA DE COMUNICAŢII FĂRĂ FIR CA RĂSPUNS LA RECEPŢIONAREA MODIFICĂRII IDENTIFICATORILOR ZONEI DE URMĂRIRE
18276

FIG. 187

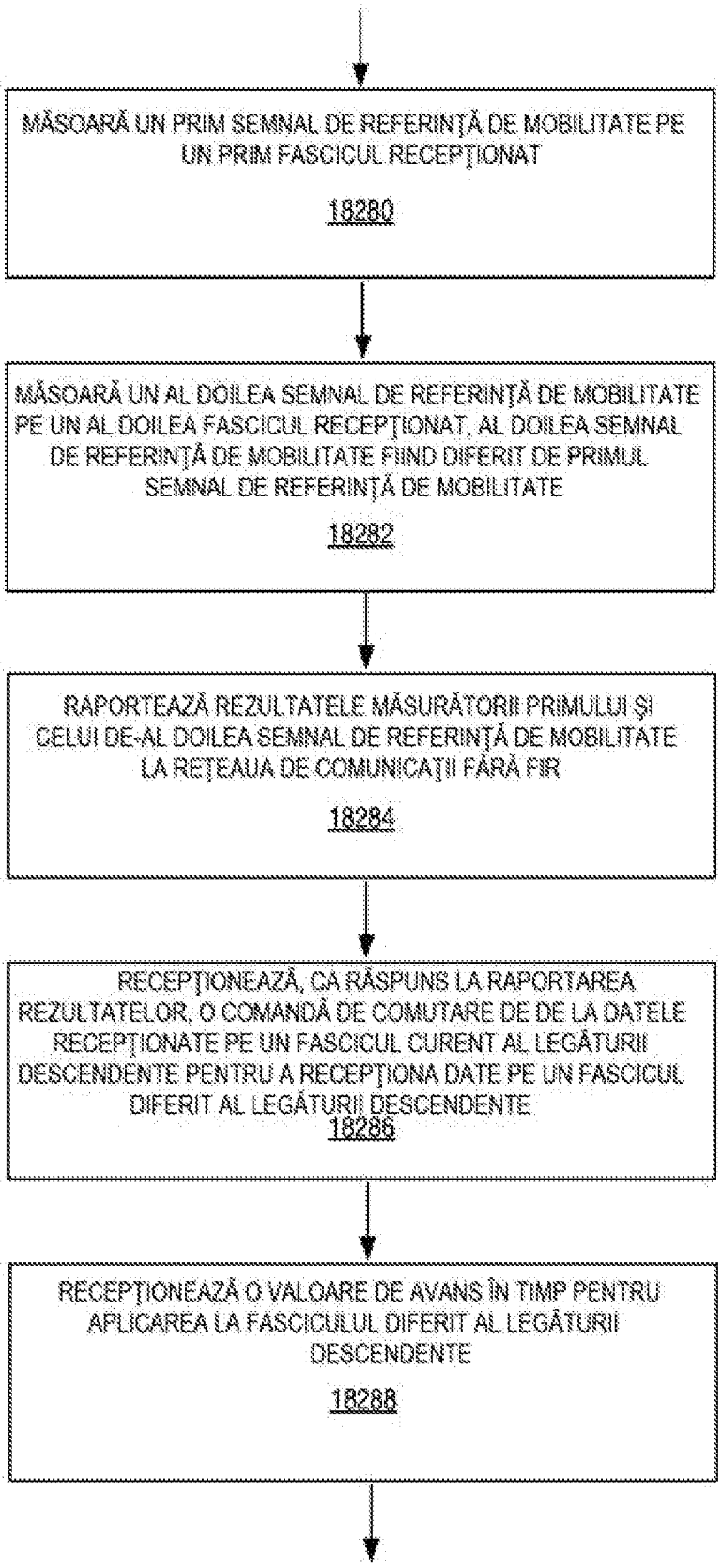

MĂSOARĂ UN PRIM SEMNAL DE REFERINŢĂ DE MOBILITATE PE UN PRIM FASCICUL RECEPŢIONAT
18280
MĂSOARĂ UN AL DOILEA SEMNAL DE REFERINŢĂ DE MOBILITATE PE UN AL DOILEA FASCICUL RECEPŢIONAT, AL DOILEA SEMNAL DE REFERINŢĂ DE MOBILITATE FIIND DIFERIT DE PRIMUL SEMNAL DE REFERINŢĂ DE MOBILITATE
18282
RAPORTEAZĂ REZULTATELE MĂSURĂTORII PRIMULUI ŞI CELUI DE-AL DOILEA SEMNAL DE REFERINŢĂ DE MOBILITATE LA REŢEAUA DE COMUNICAŢII FĂRĂ FIR
18284
RECEPŢIONEAZĂ, CA RĂSPUNS LA RAPORTAREA REZULTATELOR, O COMANDĂ DE COMUTARE DE DE LA DATELE RECEPŢIONATE PE UN FASCICUL CURENT AL LEGĂTURII DESCENDENTE PENTRU A RECEPŢIONA DATE PE UN FASCICUL DIFERIT AL LEGĂTURII DESCENDENTE
18286
RECEPŢIONEAZĂ O VALOARE DE AVANS ÎN TIMP PENTRU APLICAREA LA FASCICULUL DIFERIT AL LEGĂTURII DESCENDENTE
18288

FIG. 188

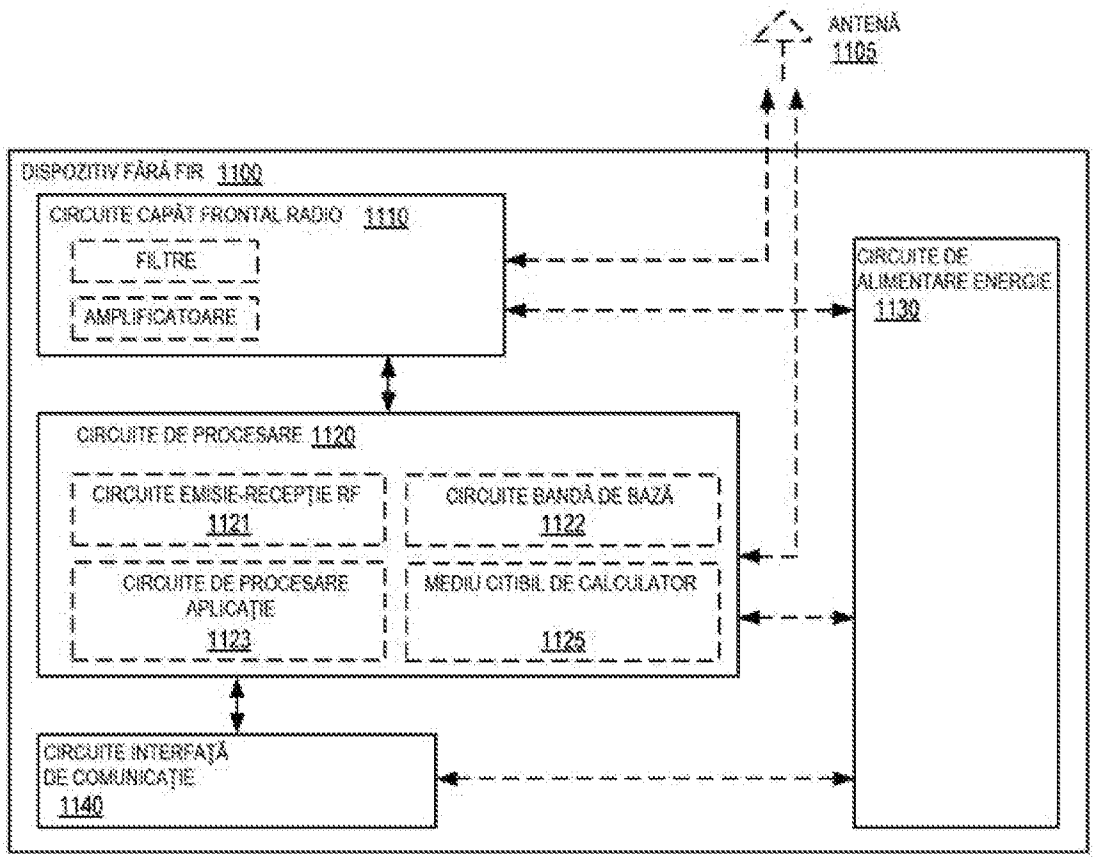

ANTENĂ
1105
DISPOZITIV FĂRĂ FIR 1100
CIRCUITE CAPĂT FRONTAL RADIO 1110
FILTRE
AMPLIFICATOARE
CIRCUITE DE ALIMENTARE ENERGIE
1130
CIRCUITE DE PROCESARE 1120
CIRCUITE EMISIE-RECEPȚIE RF
1121
CIRCUITE BANDĂ DE BAZĂ
1122
CIRCUITE DE PROCESARE APLICAȚIE
1123
MEDIU CITIBIL DE CALCULATOR
1125
CIRCUITE INTERFAȚĂ DE COMUNICAȚIE
1140

FIG. 189

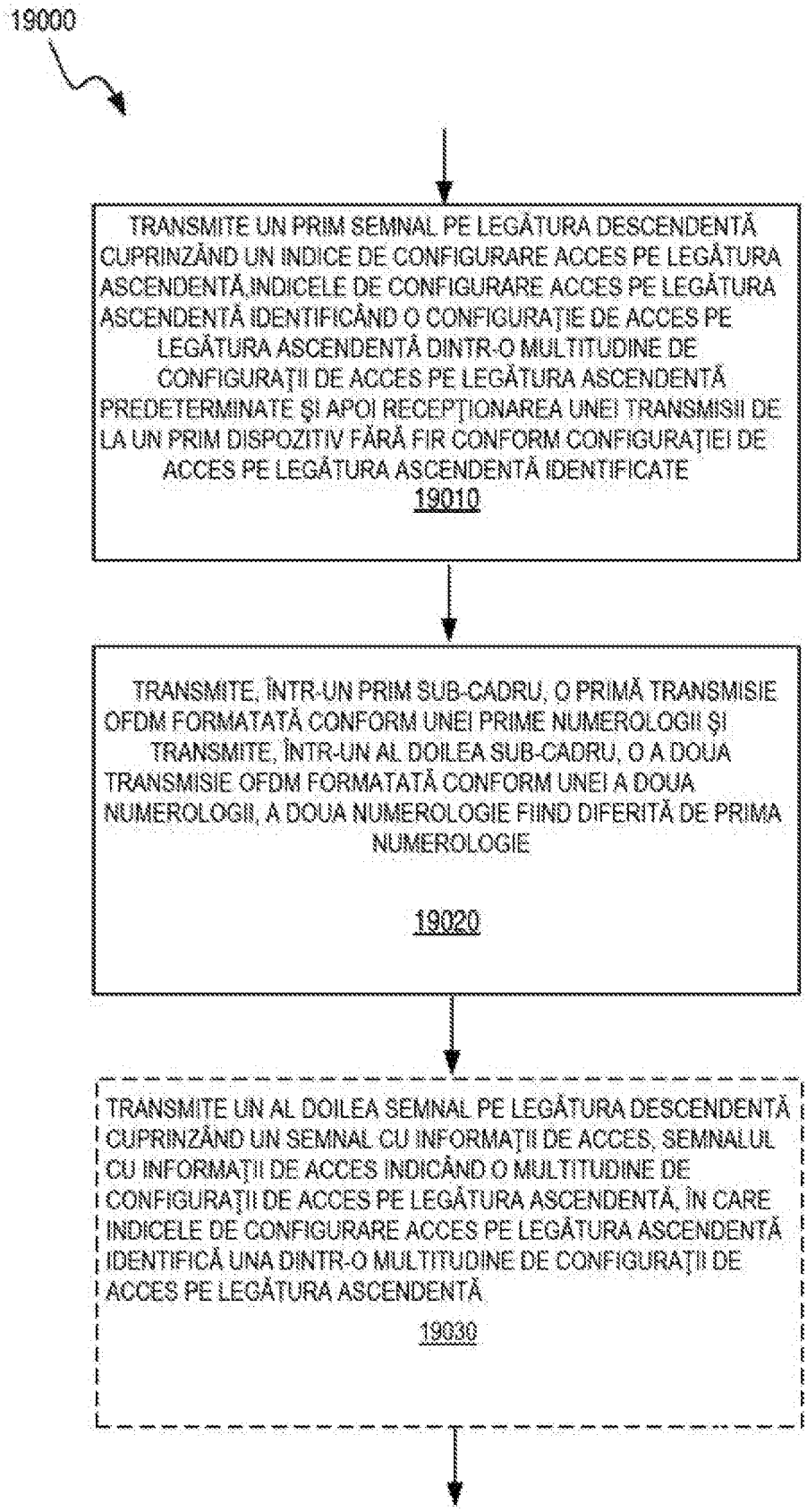

19000
TRANSMITE UN PRIM SEMNAL PE LEGĂTURA DESCENDENTĂ CUPRINZÂND UN INDICE DE CONFIGURARE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ,INDICELE DE CONFIGURARE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ IDENTIFICÂND O CONFIGURAȚIE DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ DINTR-O MULTITUDINE DE CONFIGURAȚII DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ PREDETERMINATE ȘI APOI RECEPȚIONAREA UNEI TRANSMISII DE LA UN PRIM DISPOZITIV FĂRĂ FIR CONFORM CONFIGURAȚIEI DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ IDENTIFICATE
19010
TRANSMITE, ÎNTR-UN PRIM SUB-CADRU, O PRIMĂ TRANSMISIE OFDM FORMATATĂ CONFORM UNEI PRIME NUMEROLOGII ȘI TRANSMITE, ÎNTR-UN AL DOILEA SUB-CADRU, O A DOUA TRANSMISIE OFDM FORMATATĂ CONFORM UNEI A DOUA NUMEROLOGII, A DOUA NUMEROLOGIE FIIND DIFERITĂ DE PRIMA NUMEROLOGIE
19020
TRANSMITE UN AL DOILEA SEMNAL PE LEGĂTURA DESCENDENTĂ CUPRINZÂND UN SEMNAL CU INFORMAȚII DE ACCES, SEMNALUL CU INFORMAȚII DE ACCES INDICÂND O MULTITUDINE DE CONFIGURAȚII DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ, ÎN CARE INDICELE DE CONFIGURARE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ IDENTIFICĂ UNA DINTR-O MULTITUDINE DE CONFIGURAȚII DE ACCES PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ
19030

FIG. 190

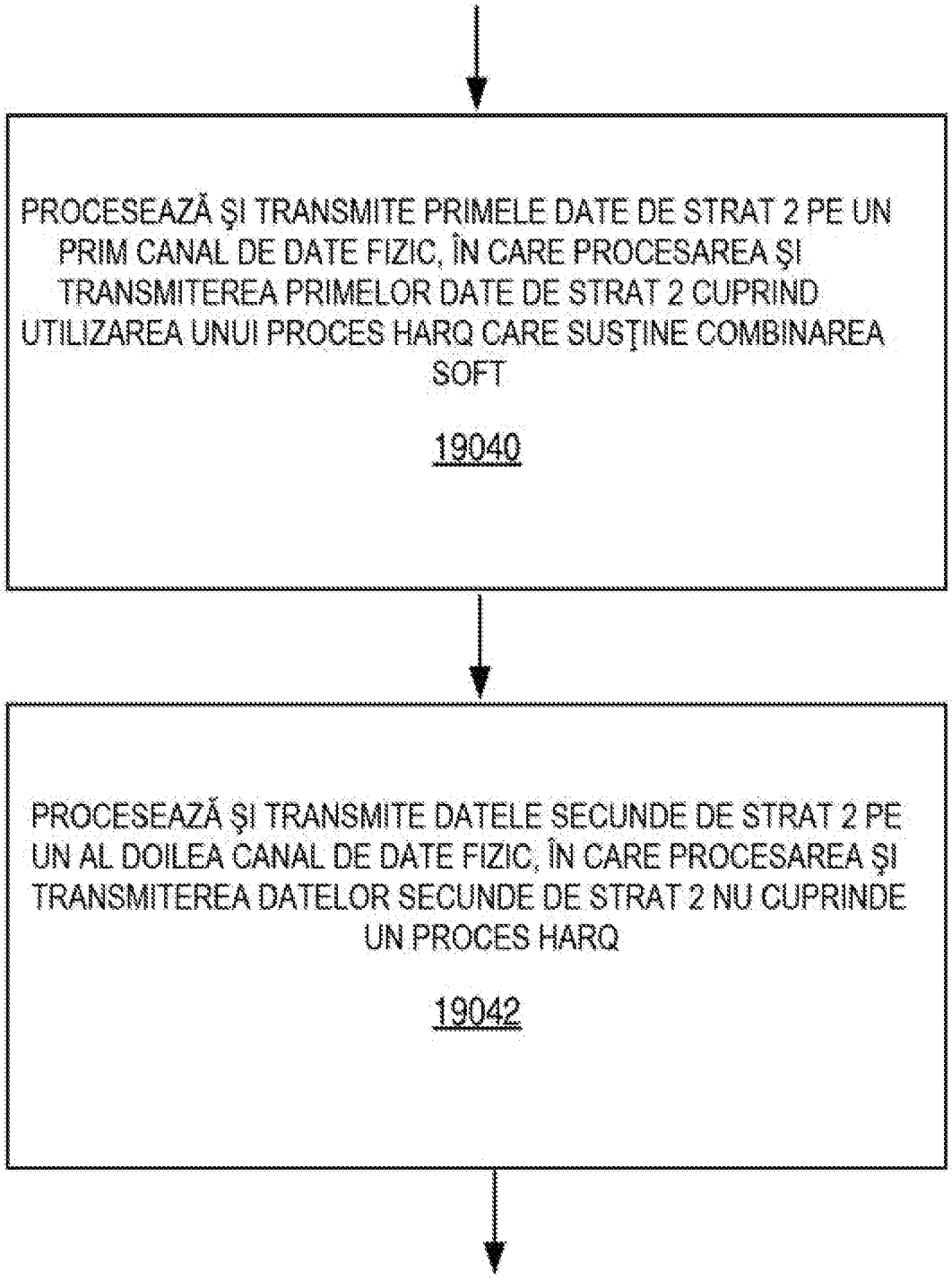

PROCESEAZĂ ŞI TRANSMITE PRIMELE DATE DE STRAT 2 PE UN PRIM CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE PROCESAREA ŞI TRANSMITEREA PRIMELOR DATE DE STRAT 2 CUPRIND UTILIZAREA UNUI PROCES HARQ CARE SUSŢINE COMBINAREA SOFT
19040
PROCESEAZĂ ŞI TRANSMITE DATELE SECUNDE DE STRAT 2 PE UN AL DOILEA CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE PROCESAREA ŞI TRANSMITEREA DATELOR SECUNDE DE STRAT 2 NU CUPRINDE UN PROCES HARQ
19042

FIG. 191

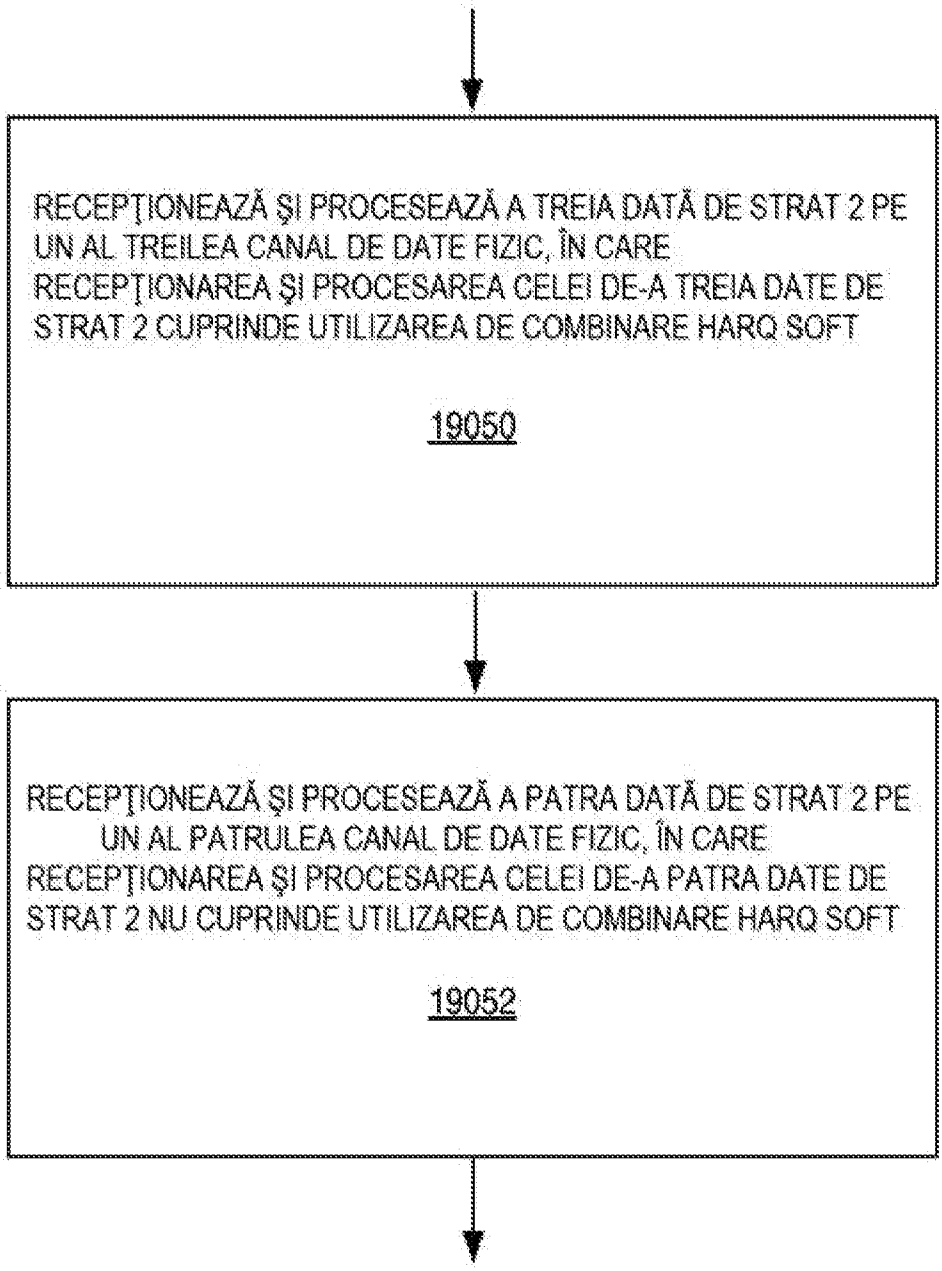

RECEPŢIONEAZĂ ŞI PROCESEAZĂ A TREIA DATĂ DE STRAT 2 PE UN AL TREILEA CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE RECEPŢIONAREA ŞI PROCESAREA CELEI DE-A TREIA DATE DE STRAT 2 CUPRINDE UTILIZAREA DE COMBINARE HARQ SOFT
19050
RECEPŢIONEAZĂ ŞI PROCESEAZĂ A PATRA DATĂ DE STRAT 2 PE UN AL PATRULEA CANAL DE DATE FIZIC, ÎN CARE RECEPŢIONAREA ŞI PROCESAREA CELEI DE-A PATRA DATE DE STRAT 2 NU CUPRINDE UTILIZAREA DE COMBINARE HARQ SOFT
19052

FIG. 192

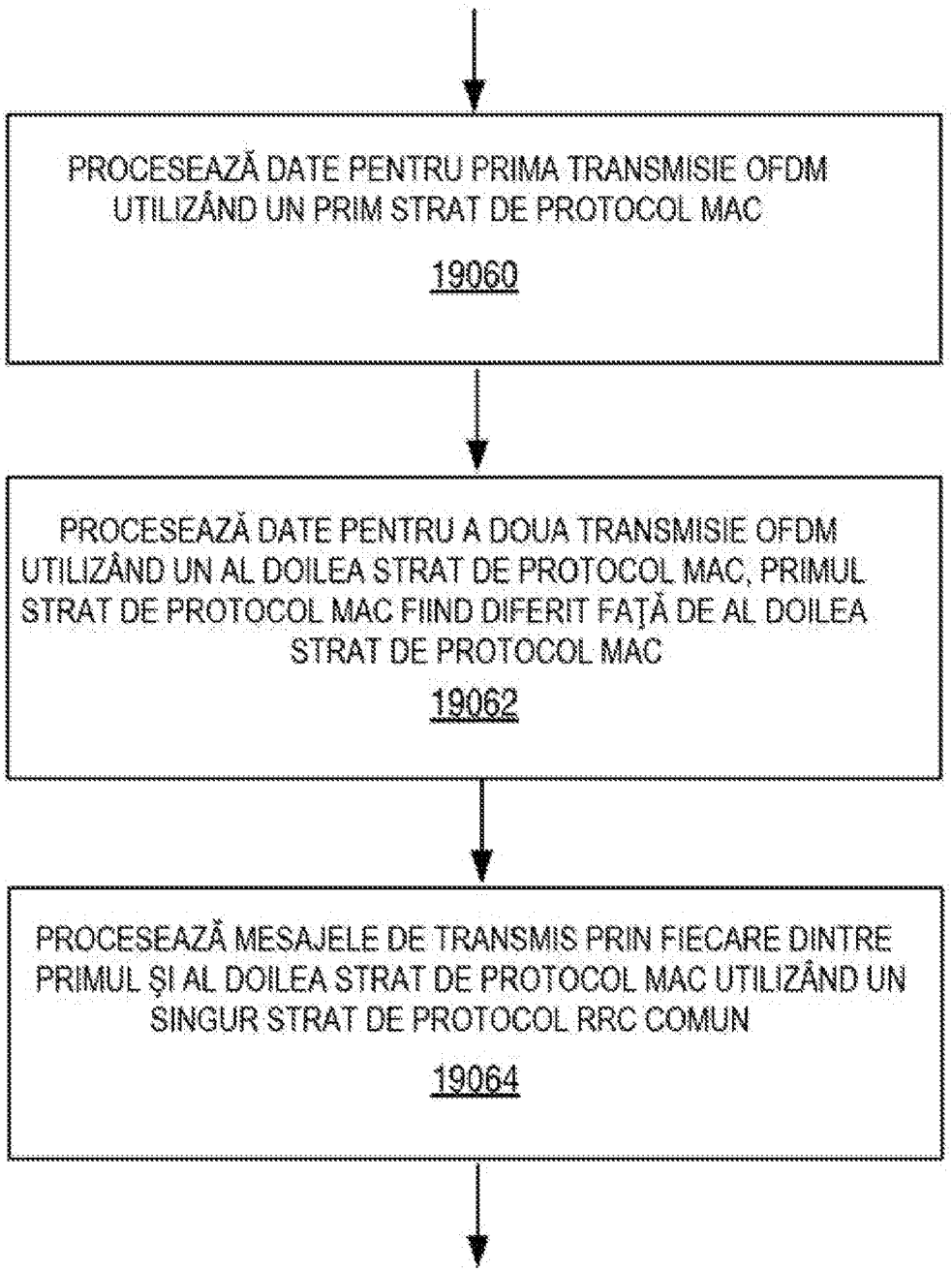

PROCESEAZĂ DATE PENTRU PRIMA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL MAC
19060
PROCESEAZĂ DATE PENTRU A DOUA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC FIIND DIFERIT FAŢĂ DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC
19062
PROCESEAZĂ MESAJELE DE TRANSMIS PRIN FIECARE DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC UTILIZÂND UN SINGUR STRAT DE PROTOCOL RRC COMUN
19064

FIG. 193


PROCESEAZĂ DATELE PENTRU PRIMA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL MAC
18250
PROCESEAZĂ DATE PENTRU O A DOUA TRANSMISIE OFDM UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC FIIND DIFERIT DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC
18252
PROCESEAZĂ MESAJE RECEPŢIONATE PRIN INTERMEDIUL PRIMUL STRAT DE PROTOCOL MAC, UTILIZÂND UN PRIM STRAT DE PROTOCOL RRC
18254
PROCESEAZĂ MESAJELE RECEPŢIONATE PRIN INTERMEDIUL AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL MAC UTILIZÂND UN AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, PRIMUL STRAT DE PROTOCOL RRC FIIND DIFERIT DE AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, ŞI ÎN CARE CEL PUŢIN UNUL DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC ESTE CONFIGURAT SĂ TREACĂ MESAJELE RRC SELECTATE CĂTRE CELĂLALT DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC, MESAJELE RRC SELECTATE FIIND RECEPŢIONATE ŞI PROCESATE DE PRIMUL DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC ÎNSĂ VIZATE PENTRU CELĂLALT DINTRE PRIMUL ŞI AL DOILEA STRAT DE PROTOCOL RRC
18256

FIG. 194

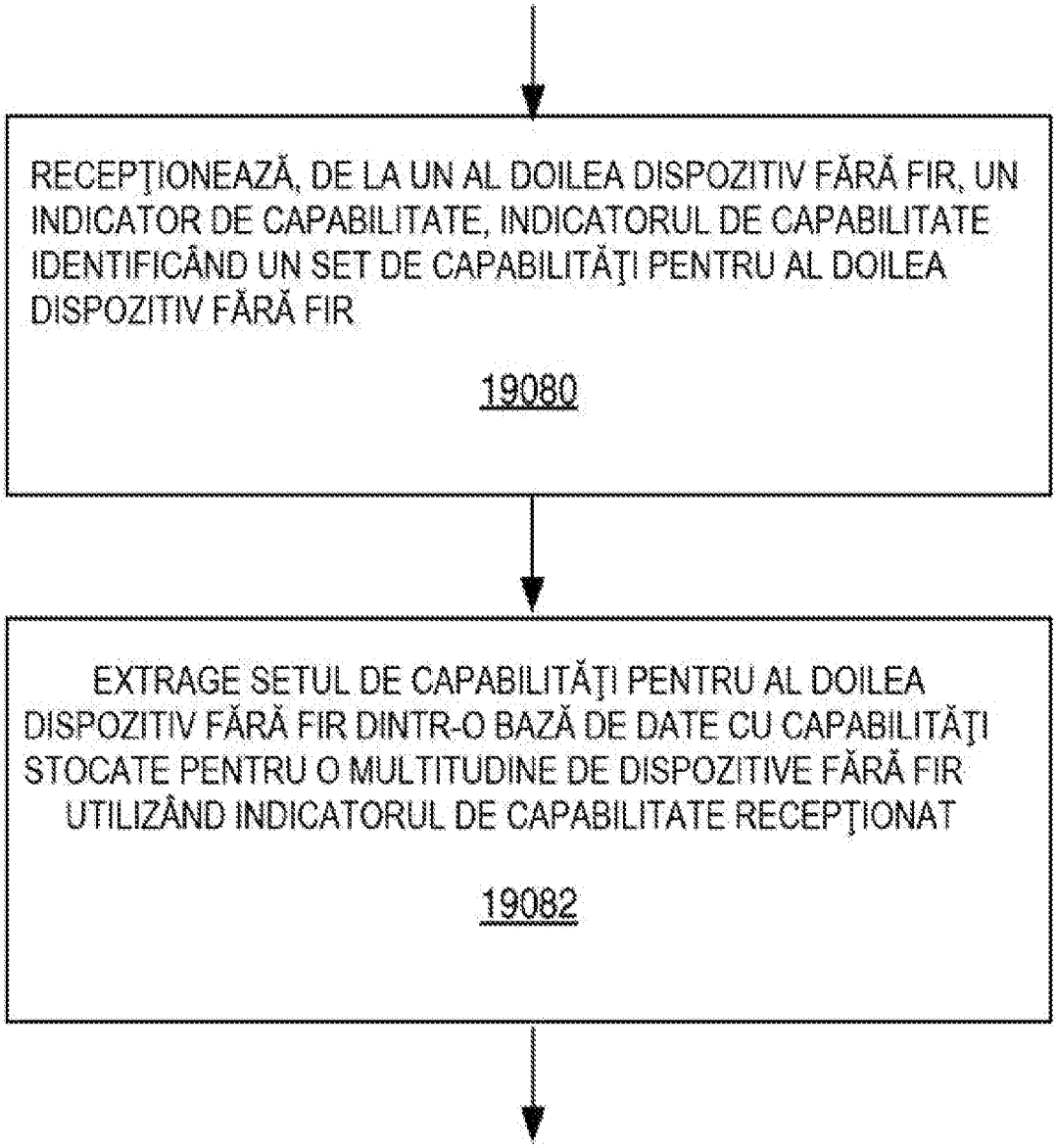

RECEPŢIONEAZĂ, DE LA UN AL DOILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR, UN INDICATOR DE CAPABILITATE, INDICATORUL DE CAPABILITATE IDENTIFICÂND UN SET DE CAPABILITĂŢI PENTRU AL DOILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR
19080
EXTRAGE SETUL DE CAPABILITĂŢI PENTRU AL DOILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR DINTR-O BAZĂ DE DATE CU CAPABILITĂŢI STOCATE PENTRU O MULTITUDINE DE DISPOZITIVE FĂRĂ FIR UTILIZÂND INDICATORUL DE CAPABILITATE RECEPŢIONAT
19082

FIG. 195

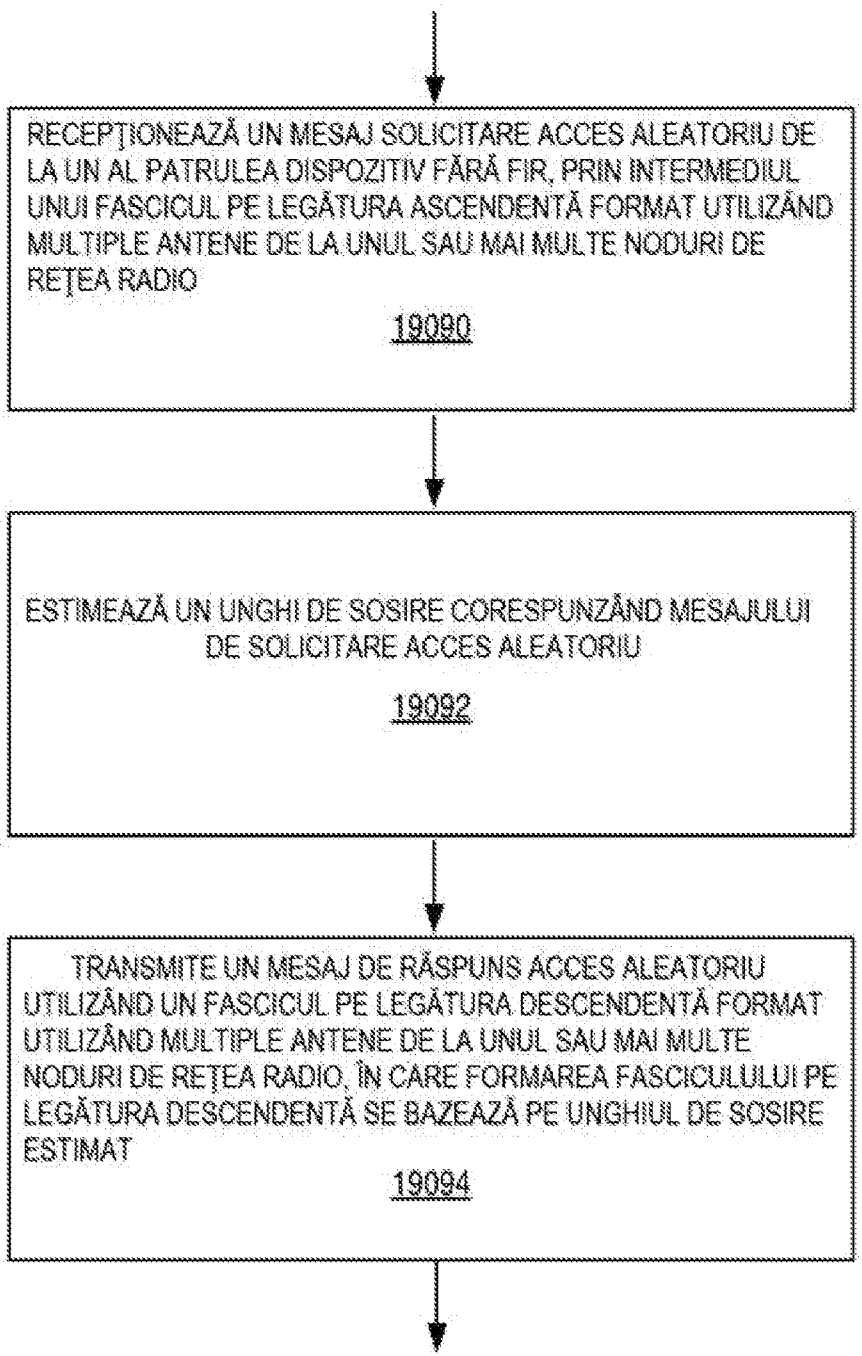

350
RECEPŢIONEAZĂ UN MESAJ SOLICITARE ACCES ALEATORIU DE LA UN AL PATRULEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR, PRIN INTERMEDIUL UNUI FASCICUL PE LEGĂTURA ASCENDENTĂ FORMAT UTILIZÂND MULTIPLE ANTENE DE LA UNUL SAU MAI MULTE NODURI DE REŢEA RADIO
19090
ESTIMEAZĂ UN UNGHI DE SOSIRE CORESPUNZÂND MESAJULUI DE SOLICITARE ACCES ALEATORIU
19092
TRANSMITE UN MESAJ DE RĂSPUNS ACCES ALEATORIU UTILIZÂND UN FASCICUL PE LEGĂTURA DESCENDENTĂ FORMAT UTILIZÂND MULTIPLE ANTENE DE LA UNUL SAU MAI MULTE NODURI DE REŢEA RADIO, ÎN CARE FORMAREA FASCICULULUI PE LEGĂTURA DESCENDENTĂ SE BAZEAZĂ PE UNGHIUL DE SOSIRE ESTIMAT
19094

FIG. 196


DESERVEŞTE UN AL CINCILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR, ÎN CARE DESERVIREA CELUI DE-AL CINCILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR CUPRINDE TRIMITEAREA DATELOR DE LA AL CINCILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR LA UN PRIM NOD DE REŢEA SAU PRIM SET DE NODURI DE REŢEA, CONFORM UNUI PRIM IDENTIFICATOR DE FELII DE REŢEA ASOCIAT CU AL CINCILEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR
19096
DESERVEŞTE UN AL ŞASELEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR, ÎN CARE DESERVIREA CELUI DE-AL ŞASELEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR CUPRINDE TRIMITEREA DE DATE DE LA AL ŞASELEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR LA UN AL DOILEA NOD DE REŢEA SAU AL DOILEA SET DE NODURI DE REŢEA CONFORM UNUI AL DOILEA IDENTIFICATOR DE FELII DE REŢEA ASOCIAT CU AL ŞASELEA DISPOZITIV FĂRĂ FIR, AL DOILEA IDENTIFICATOR DE FELII DE REŢEA FIIND DIFERIT DE PRIMUL IDENTIFICATOR DE FELII DE REŢEA, ŞI AL DOILEA NOD DE REŢEA SAU AL DOILEA SET DE NODURI DE REŢEA FIIND DIFERIT DE PRIMUL NOD DE REŢEA SAU PRIMUL SET DE NODURI DE REŢEA
19098

FIG. 197

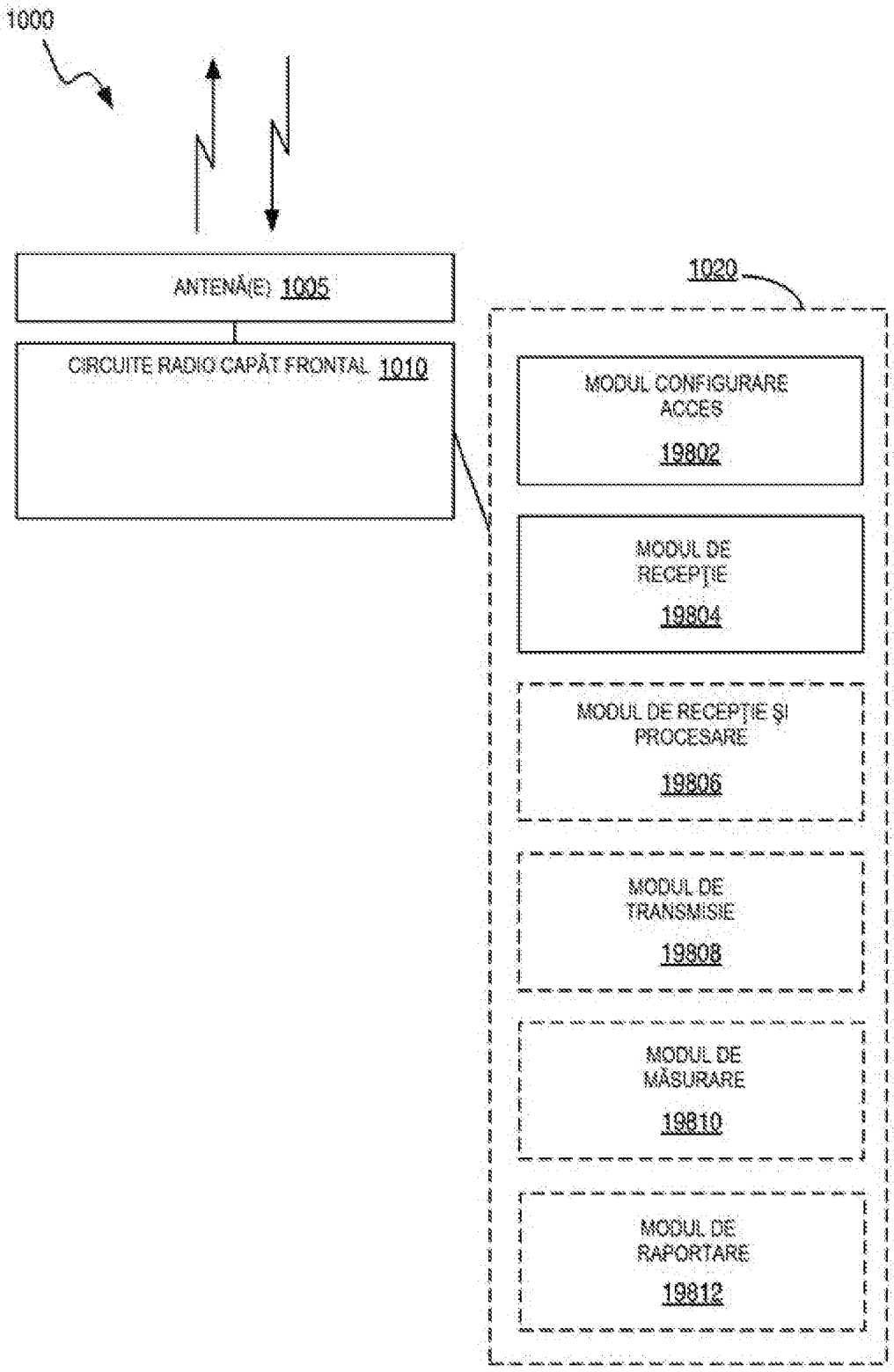

1000
ANTENĂ(E) 1005
CIRCUITE RADIO CAPĂT FRONTAL 1010
1020
MODUL CONFIGURARE ACCES
19802
MODUL DE RECEPȚIE
19804
MODUL DE RECEPȚIE ȘI PROCESARE
19806
MODUL DE TRANSMISIE
19808
MODUL DE MĂSURARE
19810
MODUL DE RAPORTARE
19812

FIG. 198

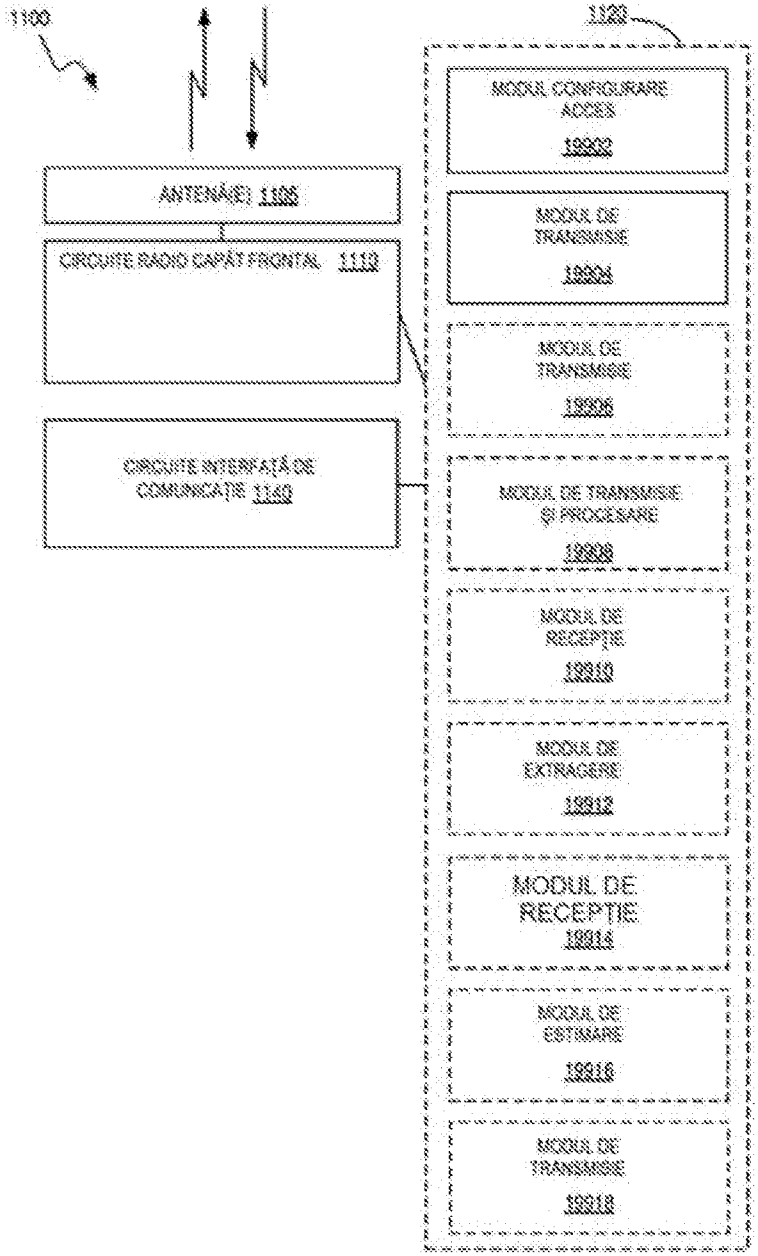

1100
1120
MODUL CONFIGURARE ACCES
19902
MODUL DE TRANSMISIE
19904
MODUL DE TRANSMISIE
19906
MODUL DE TRANSMISIE ȘI PROCESARE
19908
MODUL DE RECEPȚIE
19910
MODUL DE EXTRAGERE
19912
MODUL DE RECEPȚIE
19914
MODUL DE ESTIMARE
19916
MODUL DE TRANSMISIE
19918
ANTENĂ(E) 1105
CIRCUITE RADIO CAPĂT FRONTAL 1110
CIRCUITE INTERFAȚĂ DE COMUNICAȚIE 1160

FIG. 199