FI000106161B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 106161 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **30.11.2000**

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04B 7/26, H04Q 7/00, H04J 4/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **934750**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **27.10.1993**

(24) Alkupäiva - Löpdag **16.02.1993**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **27.10.1993**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/SE93/00117**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

28.02.1992 SE 9200607 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •**Telefonaktiebolaget L M Ericsson**, 126 25 Stockholm, SVERIGE, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •**Ugland,Jon Kristen**, Eliegatan 4, 2trp, 172 33 Sundbyberg, SVERIGE, (SE)
2 •**Gudmundson,Perols Björn Olof**, Orsavägen 17, 191 71 Sollentuna, SVERIGE, (SE)
3 •**Sköld,Johan**, OttoBondes väg 122, 184 62 Åkersberga, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab
Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Kommunikaatiomenetelmä TDMA-solukkomatkaviestinjärjestelmässä, joka käyttää taajuushyppelyä
Kommunikationsförfarande i TDMA-cellulärmobilradiosystem som använder frekvenshoppning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

---

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä ja välineet liikennöintiä varten solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, jossa on kanavahyppely, jolloin tuki- ja matkaviestinasemat lähettävät radiosignaalipurskeita useiden radiokanavien aikaväleissä kanavahyppelykaavojen mukaisesti, jolloin kaikki tuki- ja matkaviestinasemien käyttämät kaavat ovat sellaisia, että ne eivät osu kohdakkain millään radiokanavalla minkään muun kaavan kanssa, jota käytetään lähetykseen saman solun sisällä, jolloin matkaviestinaseman yhdessä solussa käyttämä kaava silloin tällöin osuu kohdakkain matkaviestinaseman toisessa solussa käyttämän kaavan kanssa, jolloin jokaisen kanavansiirtokaavan, jota matkaviestinasema käyttää solussa, pääosan ollessa sellainen, että se ei osu kohdakkain millään radiokanavalla minkään sellaisen kanavahyppelykaavan pääosan kanssa, jota matkaviestinasema käyttää toisessa solussa, jolloin matkaviestinasemien vastaanottamien signaalien signaalihäiriösuhde tai muita signaaliominaisuuksia, kuten signaalin voimakkuus tai bittivirhesuhde, estimoidaan ja verrataan, asemien ulostulotehoa säädetään, tarkistetaan sellaisen mahdollisen uuden kanavahyppelykaavan olemassaolo, joka ei osu kohdakkain jokaisella radiokanavalla jokaisen muun kanavahyppelykaavan kanssa, joka on jo käytössä

tässä solussa, ja kun muu yhteys tietylle matkaviestimelle on haluttu ja on olemassa mahdollinen matkaviestimen kaava, joka ei osu kohdakkain, haluttu yhteys muodostetaan käyttäen tätä mahdollista kanavahyppelykaavaa solussa, vain jos tietyille matkaviestinasemille, jotka ovat mukana yhteyksissä, estimoitu C/I ylittää minimitason.

Förfarande och medel för kommunikation i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ med kanalhoppning, varvid bas- och mobilstationer sänder radiosignalskurar i flera radiokanalers tidsintervall enligt kanalhoppningsscheman, varvid alla de scheman som används av bas- och mobilstationer är sådana, att de inte sammanträffar på någon radiokanal med något annat schema som används för sändning inom samma cell, varvid ett schema som används av en mobilstation i en cell ibland sammanträffar med ett schema som används av en mobilstation i en annan cell, varvid huvuddelen av varje kanalbytesschema som en mobilstation använder i en cell är sådan, att den inte sammanträffar på någon radiokanal med huvuddelen av något kanalhoppningsschema som används av en mobilstation i en annan cell, varvid signalstörningsförhållandet eller andra signalegenskaper såsom signalstyrkan eller bitfelsförhållandet estimeras och jämförs, stationernas uteffekt justeras, förekomsten av ett möjligt nytt kanalhoppningsschema som inte sammanträffar på varje radiokanal med varje annat kanalhoppningsschema som redan används i denna cell undersöks, och då en annan förbindelse till en bestämd mobiltelefon önskas och det finns ett möjligt mobiltelefonschema som inte sammanträffar, skapas den önskade förbindelsen med användning av detta möjliga kanalhoppningsschema i cellen, endast om det estimerade C/I för bestämda mobilstationer som är med i förbindelser överskrider en miniminivå.

Kommunikaatiomenetelmä TDMA-solukkomatkaviestinjärjestelmässä, joka käyttää taajuushyppelyä

Tämä keksintö liittyy matkaviestintiedonsiirtoa koskevaan tekniikan alueeseen. Tarkemmin sanottuna keksintö liittyy menetelmiin sen taajuusspektrin tehokasta ja joustavaa käyttöä varten, joka on saatavilla kommunikointia varten aikajakoisessa monikäyttömatkaviestintiedonsiirtojärjestelmässä. Keksintö liittyy myös tukiasemaan ja matkaviestinasemaan sen taajuusspektrin joustavaa ja tehokasta käyttöä varten, joka on saatavilla aikajakoisessa monikäyttömatkaviestintiedonsiirtojärjestelmässä.

Keksinnön tausta

Monia erityyppisiä matkaviestinjärjestelmiä tunnetaan ja on käytössä. Taajuuskaista, joka on käytettävissä yhteyksiä varten matkaviestintiedonsiirtojärjestelmässä, rajoittaa matkaviestinjärjestelmien kapasiteettia. Kaksi tukiasemaa tai matkaviestinasemaa, jotka lähettävät FDMA-järjestelmän samalla radiokanavalla tai saman radiokanavan samassa aikavälissä TDMA-järjestelmässä, saattavat häiritä toisiaan. Tämän tyyppistä häiriötä kutsutaan samakanavahäiriöksi, koska häiriötä kutsutaan samakanavahäiriöksi, koska häiriö tulee samalta radiokanavalta. Jos häiritsevät matkaviestimet tai tukiasemat ovat riittävän lähellä suhteessa radioetenemisominaisuuksiin, niiden signaalien signaalivoimakkuus, jotka liittyvät yhteen näistä yhteyksistä, ei ole riittävästi voimakkaampi kuin toiseen yhteyteen liittyvät häiritsevät signaalit. Informaatio yhteydellä, joka välitetään näissä lähetetyissä signaaleissa, on tällöin enemmän tai vähemmän vaikeasti ymmärrettävää. Jos häiritsevät matkaviestimet tai tukiasemat ovat riittävän etäällä toisistaan, yhteyteen liittyvät signaalit ovat kuitenkin riittävästi voimakkaampia kuin toisen yhteyden häiritsevät signaalit. Tällöin yhteyksien informaatio tulee helposti ymmärretyksi.

Jotta voitaisiin käyttää samaa radiokanavaa FDMA-järjestelmissä ja TDMA-järjestelmissä myös radiokanavan samaa aikaväliä useammalle kuin yhdelle yhteydelle, matkaviestinjärjestelmistä on tehty solukkojärjestelmiä. Järjestelmän kattama maantieteellinen alue on tällöin jaettu pienempiin alueisiin, joita kutsutaan soluiksi ja solussa olevat matkaviestimet kommunikoivat tässä solussa olevan tukiaseman kanssa. Muutamat tai kaikki käytettävissä olevat radiokanavat jaetaan solujen kesken taajuussuunnitelman mukaisesti.

Normaalisti perinteinen taajuussuunnitelma tarkoitta, että eri radiokanavat on järjestetty vierekkäisten tai naapurisolujen ryppääseen. Saman ryppään kaksi solua ei voi käyttää samaa radiokanavaa. Jokainen radiokanava, jota ryppäässä olevan yhden solun tukiasema tai matkaviestin käyttää, eroaa jokaisesta kanavasta, jota tukiasema tai matkaviestin käyttää toisessa solussa samassa ryppäässä. Kuitenkin eri ryppäiden solut voivat käyttää samoja radiokanavia. Täten voi olla samanaikainen radiokanavan moninkertainen käyttö. Tällaista moninkertaista käyttöä kutsutaan toisinaan kanavan uudelleenkäytöksi.

Alan ammattilaiset tuntevat monia erilaisia soluryppäiden muotoja ja kokoja, esimerkiksi 3-soluiset, 4-soluiset, 7-soluiset, 9-soluiset, 12-soluiset ja 21-soluiset ryppäät. Hieman yksinkertaistaen suurin puhelunkäsittelykapasiteetti solukko-TDMA-järjestelmässä saavutetaan, kun käytetään pienintä rypästä, joka aikaansaa riittävän alhaisen samakanavahäiriön.

Vaikka kuvatut taajuussuunnitelmat aikaansaavat tärkeän edun radiokanavien moninkertaisen käytön muodossa, jota usein kutsutaan taajuus- tai kanavauudelleenkäytöksi, tällaiset kiinteät taajuussuunnitelmat ovat työläitä tehdä. Maantieteellisistä vaihteluista johtuen solut tai vyöhykkeet, jotka kukin tukiasema-antenni kattaa, vaihtelevat kooltaan ja muodoltaan. Järjestelmän peittoalue tulee tä-

ten normaalisti peitetyksi useilla erilaisilla näiden tunnettujen rypäsyhdistelmien yhdistelmillä. Tavallisesti rypäskonfiguraatio, tai päätökset siitä, mitä uudelleenkäyttökuvioita käytetään, täytyy tehdä järjestelmän topografian monimutkaisten tietokoneanalyysien avulla.

Myös muut epäkohdat ovat luonnostaan mukana kiinteiden taajuussuunnitelmien käytössä. Normaalisti haluttujen yhteyksien lukumäärä solussa vaihtelee ajan mukana ja yksi solu ei saata kyetä käsittelemään kaikkia haluttuja yhteyksiä, koska kaikki kanavat ja kaikki aikavälit TDMA-kanavilla, jotka on annettu tälle solulle, ovat varattuja. Samaan aikaan haluttujen yhteyksien lukumäärä viereisessä solussa tai naapurisolussa tai missä tahansa solussa samassa ryppäässä voi olla oleellisesti pienempi kuin kaikkien niiden kanavien kokonaiskapasiteetti, jotka on kiinteän taajuussuunnitelman mukaan annettu tälle solulle. Täten kaikkia haluttuja yhteyksiä ei voida käsitellä soluryppäässä siitä tosiasiasta huolimatta, että siinä on ainakin yksi vapaa kanava tai ainakin yksi vapaa aikaväli radiokanavalla, jota olisi voitu käyttää halutuille yhteyksille, ellei kiinteä taajuussuunnitelma tätä kieltäisi.

Yksi tapa pienentää kiinteiden taajuussuunnitelmien yllä mainittua haittaa on se, että ei jaeta kaikkia radiokanavia, joita on käytettävissä yhteyksiä varten matkaviestintiedonsiirtojärjestelmässä, vaan pistetään muutama radiokanava varalle. Kaikki muut paitsi varalla olevat kanavat jaetaan taajuussuunnitelman mukaan. Näitä varalla olevia radiokanavia voi väliaikaisesti käyttää mikä tahansa solu, joka tarvitsee enemmän kanavia kuin ne kanavat, jotka sille on pysyvästi annettu taajuussuunnitelman mukaan. Tällainen varalla olevan kanavan väliaikainen käyttö ei tällöin ole altis aiheuttamaan samakanavahäiriötä jollekin muulle solulle, joka jo käyttää tätä varalla olevaa radiokanavaa. Vaikka tämä menetelmä, jossa laitetaan muu-

tamia radiokanavia varalle ja allokoidaan niitä väliaikaisesti, antaa enemmän joustavuutta muuttuvan yhteydenkäsittelykapasiteetin suhteen kuin kiinteä taajuussuunnitelma kaikille saatavilla oleville radiokanaville, koko järjestelmän kokonaiskäsittelykapasiteetti voi pienentyä.

Edullisempi menetelmä saada korkea liikenteenkäsittelyn joustavuus solukkomatkaviestinjärjestelmän eri alueilla on täydellisesti hylätä taajuussuunnitelma ja antaa kaikkien radiokanavien, jotka ovat käytettävissä yhteyksiä varten, olla yhteinen resurssi kaikille soluille. Mikä tahansa solu voi käyttää mitä tahansa radiokanavaa, joka on käytettävissä yhteyksiä varten, olettaen että samakanavahäiriö muilta, jotka käyttävät samaa radiokanavaa, on riittävän alhainen. Tätä saatavilla olevien radiokanavien käyttötapaa kutsutaan toisinaan "dynaamiseksi kanava-allokoinniksi". Vaikka tämä menetelmä varmasti tarjoaa etuja solun muuttuvan puhelunkäsittelykapasiteetin suhteen, tämä menetelmä merkitsee myös haittoja muissa suhteissa, joita ei sen enempää käsitellä tässä.

Tehonkulutus on tärkeä piirre pienissä kevyissä kannettavissa akkukäyttöisissä matkaviestinasemissa. Normaalissa puhelinkeskustelussa puhetauot ovat yleisiä ja melko pitkiä suhteessa radiokanavan aikaväliin. Radiosignaalien lähettäminen silloin, kun ei ole mitään informaatiota välitettävänä, on ainoastaan akkutehon haaskausta. Epäjatkuva lähetys tarkoittaa, että lähetys keskeytetään, kun puhelun aikana puheessa on tauko tai mitään informaatiota ei ole välitettävänä meneillään olevalla yhteydellä.

Toinen tapa säästää akkutehoa matkaviestinasemassa on säätää lähetettyjen radiosignaalien voimakkuutta vasteena vastaanottavalla tukiasemalla mitatulle signaalin voimakkuudelle. Jos signaalin voimakkuus vastaanottavalla tukiasemalla jätetään huomioimatta, matkaviestimen täytyy aina lähettää radiosignaalit voimakkuudella, joka on riittävä pahinta tapausta varten, esim. kun matkaviestinasema

on sijoittunut solun rajalinjalle. Useimmissa sijaintipaikoissa tällainen signaalinvoimakkuus on tarpeettoman suuri. Jos vastaanotettujen signaalien voimakkuus mitataan, tukiasema voi lähettää matkaviestimelle tehonsäätösanomia, jotka sallivat alentaa matkaviestimen lähetystehoa aina kun havaitaan liian suuri signaalitaso.

Muutamat solukkomatkaviestintiedonsiirtojärjestelmät, jotka käyttävät lähetettyjen radiosignaalien digitaalista modulaatiota, ovat nyt tulleet kaupallisesti laajamittaiseen käyttöön. Yksi USA:ssa käytetty matkaviestintiedonsiirtojärjestelmätyyppi on spesifioitu dokumentissa EIA/TIA, Cellular System, Dual-Mode Mobile station - Base Station Compatibility Standard, IS-54, jonka on julkaissut Electronic Industries Association, Engineering Department, 2001 Eye Street, N.W. Washington, D.C. 20006, USA. Tässä järjestelmässä on sekä FDMA-radiokanavia radiosignaaleja varten, joissa on analoginen modulaatio, ja TDMA-radiokanavia radiosignaaleja varten, joissa on digitaalimodulaatio. Kattavana informaationa tästä järjestelmästä viitataan mainittuun julkaisuun, jonka sisältö sisällytetään tähän viitteenä.

Yleiseurooppalainen digitaalinen solukkojärjestelmä, josta käytetään lyhennettä GSM, on yksi tyyppi digitaalisia matkaviestintiedonsiirtojärjestelmiä, jotka ovat käytössä Euroopassa. Tämä järjestelmä on spesifioitu ETSI/TC GSM:n dokumentissa Recommendation GSM, jonka on julkaissut European Telecommunication Standardization Institute, ETSI B.P. 152-F-06561 Valbonne Cedex, France. Kattavana informaationa tästä järjestelmästä viitataan yllä mainittuun julkaisuun, jonka sisältö sisällytetään tähän viitteenä.

Sekä TIA IS-54 mukainen järjestelmä että GSM-järjestelmä ovat TDMA-järjestelmiä, joissa on monia radiokanavia, jotka on sijoitettu eri taajuuskaistoille. TDMA-matkaviestinjärjestelmässä yksi ilmeinen tapa käyttää so-

lulle allokoituja radiokanavia olisi käyttää yhden ja saman solulle allokoidun radiokanavan yhtä ja samaa aikaväliä tietylle yhteydelle niin pitkään kuin mahdollista, ts. yhteyden päättymiseen tai kanavanvaihtoon (handoff) saakka. Tämä on myös tehty mainitun EIA/TIA IS-54-standardin mukaan.

Perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa samaa kanavaa ja aikaväliä käytetään koko yhteyden ajan, mikä tahansa sama kanavahäiriö kestää niin kauan kuin molemmat yhteydet kestävät, koska lähetykset tapahtuvat enemmän tai vähemmän samanaikaisesti samalla radiokanavalla. Tämä tarkoittaa, että pahimman tapauksen tilanne täytyy huomioida taajuussuunnittelussa ja solurypässuunnittelussa. Tämän kiertämiseksi on ehdotettu taajuushyppelyä.

GSM-järjestelmän erään vaihtoehtoisen suoritusmuodon mukaisesti useiden solulle annettujen radiokanavien aikavälejä käytetään yhdelle ja samalle yhteydelle. Jokainen tukiasema ja matkaviestin lähettää radiosignaalipurskeiden sekvenssiä. Jokainen purske on rajoitettu aikaväliin, mutta purskeet jaetaan useille radiokanaville. Tämä myös antaa etuja mitä tulee monitie-etenemiseen.

GSM-järjestelmän suoritusmuotoja, joissa on taajuushyppely, käsitellään artikkelissa "High performance cellular planning with Frequence Hopping", Didier Verhulst ja Colin Rudolph, julkaistu julkaisussa Proceedings DMR IV, 26-28 kesäkuuta 1990, Oslo, Norja, jonka sisältö sisällytetään tähän viitteenä. Artikkelin mukaan taajuushyppely tarjoaa etuja, sellaisia kuten pienempi optimaalinen rypäskoko ja joustavampi taajuussuunnittelu. Maksimaalinen yhteydenkäsittelykapasiteetti tulee häiriörajoitetuksi ja epäjatkuvan lähetyksen toteuttaminen tarjoaa suuremman maksimikapasiteetin jopa pienimpien rypäskokojen yhteydessä. Pienin tutkittu rypäskoko on 7-soluinen, mutta artikkeli mainitsee myös, että "puhdasta 3-soluista rypästä voidaan itse asiassa myös tarkastella".

Toinen digitaalisten matkaviestintiedonsiirtojärjestelmien tyyppi, joka on jossain määrin erilainen kuin yllä kuvatut järjestelmät, jotka käyttävät aikajakoisia monikäyttöradiokanavia, on laajakaistainen koodijakoinen monikäyttöjärjestelmä, josta käytetään lyhennettä CDMA. Normaaleissa laajakaistaisissa CDMA-järjestelmissä kaikki radiosignaalilähetykset, jotka liittyvät eri yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia, eivät ole erotettuja aikaväleihin tai eri kapeakaistaisiin radiokanaviin. Myöskään normaalissa laajakaistaisessa CDMA-järjestelmässä ei ole mitään kiinteää taajuussuunnitelmaa. Sen sijaan tukija matkaviestinasemat sekä samassa solussa että ympäröivissä soluissa tarkoituksellisesti lähettävät radiosignaaleja, jotka liittyvät kaikkiin yhteyksiin, samanaikaisesti samalla laajakaistaisella radiokanavalla. Tämän seurauksena samakanavahäiriö CDMA-järjestelmässä on hyvin suuri verrattuna tähän häiriöön aikaisemmin selostetuissa TDMA-järjestelmissä. Tarkemmin sanottuna häiriötaso CDMA-järjestelmissä on normaalisti useita kertoja suurempi kuin yhteyteen liittyvän halutun radiosignaalin taso.

Syy miksi CDMA-järjestelmä tulee toimeen tämän korkean samakanavahäiriön tason kanssa on kunkin käytetyn radiokanavan laaja kaistanleveys. Laajakaistaisella radiokanavalla CDMA:ssa on normaalisti kaistanleveys, joka vastaa useaa TDMA- tai FDMA-järjestelmissä käytettyä kapeakaistaista radiokanavaa. Laaja kaistanleveys mahdollistaa korkean kanavakoodausasteen. Tämä koodaus tekee matkaviestimen ja tukiaseman vastaanottimille mahdolliseksi tunnistaa haluttu signaali kaikista muista signaaleista vaikka häiriötaso ylittää halutun signaalin tason. CDMA-järjestelmien piirre on, että taajuuskaistalla sallittujen yhteyksien lukumäärää ei ole rajoitettu aikavälien/radiokanavien lukumäärällä. Sensijaan puhelunkäsittelykykyä rajoittaa samakanavahäiriön maksimitaso, joka vielä sallii matkaviestimen ja tukiaseman vastaanottimien ilmaista nii-

den haluamat signaalit.

CDMA-järjestelmässä tehon säätö ja epäjatkuva lähetys pienentää häiritsevien signaalien keskimääräistä kokonaistehoa. Täten epäjatkuva lähetys tarkoittaa pienentynyttä samakanavahäiriötä ja kasvanutta kapasiteettia CDMA-järjestelmässä, koska kapasiteetti yleensä riippuu keskimääräisestä häiriötasosta. Tämä on etu, jonka CDMA-järjestelmät jakavat joidenkin taajuushyppelyä käyttävien TDMA-järjestelmien kanssa suhteessa tunnettuihin TDMA-järjestelmiin, joissa ei ole taajuushyppelyä.

Muutamia erityyppisiä matkaviestinjärjestelmiä, jotka ovat samanlaisia kuin CDMA, käsitellään artikkelissa "Slow Frequency Hopping Multiple Access for Digital Cellular Radiotelephone", Didier Verhulst, Michel Mouly ja Jacques Szpirglas, julkaistu julkaisussa IEEE Journal on Selected Areas in Communications VOL SAC-2, NO 4, heinäkuu 1984, sivut 563-574, jonka sisältö sisällytetään tähän viitteenä. Erityyppisiä järjestelmiä, joissa on jossain määrin erilaisia taajuushyppelyprotokolleja, epäjatkuvan lähetyksen toteutus ja tehon säätö on mainittu. Yksi järjestelmäprotokolla, jota kutsutaan "satunnais-SFHMA", ei sisällä uudelleenkäyttörypästä ja kullakin käyttäjällä on oma henkilökohtainen sekvenssi, joka ei korreloi muiden sekvenssien kanssa. Kuitenkaan muiden saman solun matkaviestinten samakanavahäiriötä ei vältetä. Hitaan taajuushyppelykaavan mukaan, josta käytetään lyhennettä SFH, matkaviestinasemat eivät lähetä eroteltuja radiosignaalipurskeita kehysten aikaväleissä TDMA-radiokanavilla vaan ne lähettävät "jatkuvammin" ilman erottelua pituudeltaan aikavälejä vastaaviin purskeisiin. Hyppelykuvio matkaviestinasemilta tapahtuvaa lähetystä varten on osa kanavakoodausta, jota käytetään vaimentamaan samakanavahäiriötä.

Hidas taajuushyppelykaava, jonka mainitaan olevan muunnettavissa käytettäväksi yhdistelmänä TDMAn kanssa, on selitetty artikkelissa "Cellular Efficiency with Slow Fre-

quency Hopping, Analysis of the Digital SFH 900 Mobile System", Jean-Louis Dornstetter ja Didier Verhulst, julkaistu julkaisussa IEEE Journal on Selected Areas in Communications VOL SAC-5, NO 5, kesäkuu 1987, sivut 835-848, jonka sisältö sisällytetään tähän viitteenä. Kun analysoidaan tämän järjestelmän mahdollista suorituskykyä, epäjatkuva lähetys ja tehonsäätö oletetaan toteutetuiksi. Tässä artikkelissa pienimmän rypäskoon mainitaan olevan 3-soluinen rypäs.

Menetelmä ja laite taajuushyppelyä varten solukkoradiopuhelinjärjestelmässä on selostettu PCT-patenttihakemuksessa WO 91/13502. Päämäärä on kasvattaa niiden kantoaaltojen lukumäärää, jotka ovat käytettävissä hyppimistä varten kullakin peittoalueella. Sen sijaan että pysyvästi allokoitaisiin kullekin peittoalueelle (soluun) uudelleenkäyttöhalkaisijan (ryppään) sisällä osa kantoaalloista, jotka ovat käytettävissä uudelleenkäyttöhalkaisijan sisällä, kaikki tai lähes kaikki kantoaalloista allokoidaan kullekin peittoalueelle ei-kohdakkain osuvina aikajaksoina. Hyppely suoritetaan ainakin karkeassa aikasynkronissa sektorista sektoriin ja ryppäästä ryppääseen, jotta vältetään samakanavahäiriö ja naapurikanavahäiriö uudelleenkäyttöhalkaisijan sisällä. Menetelmä luottaa pohjimmiltaan siihen, että jaetaan kantoaalto eri peittoalueiden kesken ajallisesti synkronissa, mutta se ei vaadi aikajakoista TDMA-kanavarakennetta. Täten solut ryppään sisällä voivat jakaa käytettävissä olevat taajuudet, mutta samaa yhä säilyttää uudelleenkäyttökuvio. Uudelleenkäyttökuvio säilytetään kehyspohjalta, ts. hyppelyn voidaan katsoa käyttävän uutta taajuussuunnitelmaa jokaiselle kehykselle. Tällä menetelmällä on se haitta, että se vaatii synkronoidut tukiasemat, erityisesti jokaisen soluryppään sisällä, mutta myös jossain laajuudessa vierekkäisten ryppäiden välillä. Toinen epäkohta on, että mikään solu ei voi samanaikaisesti palvella sellaista määrää matkaviestimiä, joka

vastaa ryppäässä käytettävissä olevien radiokanavien kokonaismäärää. Jokainen solu voi palvella vain sellaista määrää matkaviestimiä, joka vastaa tälle solulle samanaikaisesti käytettävissä olevien radiokanavien lukumäärä, joka on vain murto-osa kokonaismäärästä.

Keksinnön lyhyt selitys

Vaikka uudet TDMA-järjestelmät, joissa on taajuushyppely, sekä CDMA-matkaviestintiedonsiirtojärjestelmät tarjoavat oleellisia etuja aikaisempiin FDMA- ja TDMA-järjestelmiin nähden, joissa ei ole taajuushyppelyä, on olemassa tarve jopa vieläkin tehokkaammalle käytettävissä olevien taajuuskaistojen käytölle yhteyksiä varten matkaviestinjärjestelmissä, jotta kasvatettaisiin yhteyksien kokonaiskäsittelykapasiteettia. On olemassa myös tarve jopa vieläkin joustavammalle käytettävissä olevien taajuuksien käytölle, jotta kasvatettaisiin järjestelmien kykyä käsitellä vaihtelevaa määrää haluttuja yhteyksiä eri osissa aluetta, jonka järjestelmät peittävät.

Vaikka aikaisemmat ehdotetut matkaviestinjärjestelmät voivat käyttää jonkinlaista taajuushyppelyä yhdistelmänä erilaisten menetelmien toteutusten kanssa, kuten epäjatkuva lähetys ja lähetystehon säätö, ne eivät ole yhdistäneet taajuushyppelyn ja muiden menetelmien, joiden perusperiaatteet ovat sinänsä tunnettuja, suoritusmuotoja tavalla, joka antaa maksimikapasiteetin yhteyksien käsittelyyn yksittäisessä solussa ja samanaikaisesti maksimijoustavuuden jaettaessa käsiteltäviä yhteyksiä vierekkäisten solujen kesken.

Esillä olevan keksinnön eräs päämäärä on aikaansaada menetelmiä ja välineet, jotka tuottavat hyvin suuren maksimimäärän samanaikaisia yhteyksiä, jonka mikä tahansa solu TDMA-matkaviestinjärjestelmässä voi käsitellä ilman että kasvatetaan kokonaistaajuuskaistaa (kaistoja), joka on käytettävissä kaikille yhteyksille TDMA-matkaviestinjärjestelmässä.

Esillä olevan keksinnön toinen päämäärä on aikaansaada menetelmiä ja välineitä, jotka tuottavat niiden yhteyksien kokonaismäärien hyvin joustavan jakamisen, joita vierekkäiset solut käsittelevät solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä.

Esillä olevan keksinnön samanlainen päämäärä on tehdä samanaikaisten yhteyksien maksimimäärä, jonka kukin solu TDMA-järjestelmässä voi käsitellä, oleellisesti riippuvaiseksi niiden yhteyksien määrästä, joita vierekkäiset solut käsittelevät samanaikaisesti, jolloin yksi solu voi mukavasti suorittaa oleellisesti useamman samanaikaisen yhteyden käsittelyn kuin solun maksimi keskiarvo, jos kaikki solut käsittelevät saman määrän, olettaen, että jotkin vierekkäiset solut samanaikaisesti käsittelevät vähemmän samanaikaisia yhteyksiä kuin tämä maksimi keskiarvo, kun kaikki solut käsittelevät saman määrän.

Vielä eräs esillä olevan keksinnön päämäärä on pienentää, ellei kokonaan välttää, tarve minkääntyyppiselle suunnitellulle radiokanavien jakamiselle.

Esillä olevan keksinnön vielä eräs päämäärä on aikaansaada menetelmiä ja välineitä, joiden avulla perinteisen taajuussuunnitelman puuttumisen solukkotyyppisestä TDMA-matkaviestinjärjestelmästä ei tarvitse aiheuttaa kovin vakavia samakanavahäiriöongelmia.

Lyhyesti ja yksinkertaistettuna voitaisiin sanoa, että menetelmät ja välineet esillä olevan keksinnön mukaista tiedonsiirtoa varten perustuvat keksinnölliseen näkemykseen, että TDMA-järjestelmä, jossa on taajuushyppely ja joka käyttää taajuushyppelysekvenssejä tai kaavoja, jotka välttävät samakanavahäiriön solun sisällä, mutta sallivat samakanavahäiriön vierekkäisten solujen välillä, välttää tarpeen taajuussuunnittelulle ja antaa hyvin suuren kapasiteetin ja joustavuuden, erityisesti kun toteutetaan epäjatkuva lähetys ja tietty lähetystehon säätö. Itse asiassa matkaviestinasemien tehonsäätö on tarpeen, kun

keksinnön mukainen menetelmä toteutetaan järjestelmässä, joka vaatii suuren kapasiteetin ja joustavuuden.

Keksinnön mukaisten menetelmien ja välineiden tärkeä elementti on taajuushyppely, jota voidaan kuvata myös yhteyteen käytetyn radiokanavan usein tapahtuvana vaihtamisena, jota seuraavassa usein tullaan kutsumaan kanavahyppelyksi. Tukiaseman tai matkaviestinaseman, joka on mukana yhteydessä, ei tarvitse koko ajan lähettää tiettyyn yhteyteen liittyviä radiosignaalipurskeitaan saman radiokanavan samassa aikavälissä. Sen sijaan tiettyyn yhteyteen liittyvien radiosignaalien purskeet jaetaan useiden radiokanavien aikaväleihin tiettyjen hyppelykaavojen tai -sekvenssien mukaan. Keksinnön mukaisesti samassa solussa olevat tai saman tukiaseman palvelemat matkaviestinasemat eivät koskaan lähetä samanaikaisesti radiosignaaleja saman radiokanavan samassa aikavälissä. Kuitenkin solukkotyyppisen TDMA-matkaviestinjärjestelmän yhdessä solussa oleva matkaviestinasema voi lähettää yhden purskeistaan samalla radiokanavalla samanaikaisesti saman järjestelmän viereisessä solussa olevan matkaviestinaseman yhden purskeen kanssa. Kuitenkaan yksikään matkaviestin, joka on mukana yhteydessä yhdessä solussa, ei lähetä tiettyyn yhteyteen liittyvien purskeiden sekvenssiä siten, että ne kaikki osuvat kohdakkain radiokanavalla viereisessä solussa toisessa yhteydessä mukana olevan toisen matkaviestimen purskesekvenssin yhden purskeen kanssa. Toinen tapa ilmaista lähes sama ajatus olisi sanoa, että suuren purskeiden lukumäärän joukossa, jotka lähetetään yhdeltä matkaviestinasemalta yhdessä solussa, ei enempää kuin pieni vähemmistö osu kohdakkain millään radiokanavalla minkään purskeen kanssa suuressa purskeiden joukossa, jonka lähettää eri matkaviestinasema viereisessä solussa. Vielä toinen tapa ilmaista lähes sama asia olisi sanoa, että matkaviestinasema yhdessä solussa valitsee radiokanavat ja aikavälit lähetystä varten riippumattomasti matkaviestinasemasta

viereisessä solussa. Saatettaisiin myöskin sanoa, että kanavat, joilla matkaviestinasemat lähettävät yhdessä solussa, eivät korreloi niiden radiokanavien kanssa, joilla matkaviestinasemat lähettävät toisessa solussa. Täten kahden tietyn matkaviestimen, jotka ovat mukana yhteyksissä, vierekkäisissä soluissa lähettämien purskeiden törmääminen millään radiokanavalla on harvinaista ja satunnaista. Kuitenkin, koska kahdessa vierekkäisessä solussa on monia matkaviestimiä, jotka ovat mukana yhteyksissä, yhdessä solussa olevan tietyn matkaviestinaseman lähettämien purskeiden törmääminen radiokanavalla mihin tahansa purskeeseen, jonka lähettää mikä tahansa matkaviestin viereisessä solussa, on yleisempää.

Esillä olevan keksinnön toisen piirteen mukaisesti kaksi tai useampia solukko-TDMA-järjestelmän vierekkäistä solua voivat kaikki käyttää muutamia radiokanavia, ja pääosaa, jos ei kaikkia, niistä radiokanavista, joita jompi kumpi kahdesta vierekkäisestä solusta saa käyttää, saa käyttää myös viereinen solu.

Piirrosten lyhyt selitys

Kuvio 1 havainnollistaa solukkomatkapuhelinjärjestelmää.

Kuvio 2A-2E havainnollistaa kahta taajuuskaistaa, joka on käytettävissä solukkomatkaviestinjärjestelmälle, radiokanavien konfiguraation taajuuskaistoissa ja radiokanavien aikaformaatit.

Kuvio 3A-3E havainnollistaa erilaisia soluryppäitä, jotka liittyvät taajuussuunnitelmiin.

Kuvio 4A ja 4B havainnollistaa yhden peruseron TDMA-järjestelmässä tapahtuvan perinteisen kommunikaation ja TDMA-FH-järjestelmässä, jossa on kanavahyppely, tapahtuvan kommunikaation välillä.

Kuvio 5A ja 5B havainnollistavat TDMA-FH:ta kahdessa solussa ja samakanavahäiriötilannetta TDMA-FH:ssa.

Kuvio 6 esittää miksi yleisesti käytetty "pahimman

tapauksen" rypäskokosuunnittelu voidaan jättää pois, kun käytetään TDMA-FH:ta.

Kuvio 7 esittää solun alueellisen kuormituksen.

Kuvio 8 esittää lohkokaavion matkaviestinasemasta, jota käytetään kommunikaatioon tekniikan tason TDMA-järjestelmässä tai keksinnön mukaisessa TDMA-FH-järjestelmässä.

Kuvio 9 esittää lohkokaavion tukiasemasta, jota käytetään kommunikaatioon tekniikan tason TDMA-järjestelmässä tai keksinnön mukaisessa TDMA-FH-järjestelmässä.

Kuvio 10 havainnollistaa heikkenevän laadun vertailun CDMA-järjestelmässä ja tähän verrattavassa keksinnön mukaisessa TDMA-FH-järjestelmässä.

Kuviot 11 ja 12 havainnollistavat verrattavissa olevien CDMA- ja TDMA-FH-järjestelmien kyvyn kasvattaa tiettyjen solujen kapasiteettia, jos kapasiteettia pienennetään muissa soluissa.

Piirrosten yksityiskohtainen selitys

Kuvio 1 havainnollistaa kymmentä solua C1-C10 solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä. Jokaista solua C1-C10 varten on vastaava tukiasema, josta käytetään lyhennettä BS, merkittyinä B1-B10. BS:t on sijoitettu solujen keskustaan ja niillä on ympärisäteilevät antennit. Kymmenen matkaviestinasemaa, joista käytetään lyhennettä MS, on myös esitetty. Ne voivat olla pieniä, kevyitä, akkukäyttöisiä, kannettavia asemia tai raskaampia, ajoneuvoon asennettuja asemia, joille tehonsyöttö tapahtuu ajoneuvojen sähköjärjestelmästä. BS:t voivat liikkuva solussa ja yhdestä solusta toiseen. Matkaviestinkeskus, josta käytetään lyhennettä MSC, on kytketty kaikkiin BS:iin kaapeleilla tai jollakin muulla kiinteällä välineellä, kuten radiolinkillä. Muutamat näistä kaapeleista tai muista välineistä on jätetty pois kuviosta yksinkertaisuuden vuoksi. MSC on kytketty myös kaapeleilla tai linkeillä kiinteään julkiseen puhelinverkkoon tai vastaavaan kiinteään

tietoliikenneverkkoon.

Toimiessaan matkaviestinasemat ovat yhteydessä järjestelmän kiinteän osan kanssa lähettämällä radiosignaaleja eri tukiasemille ja vastaanottamalla radiosignaaleja niiltä. Puhelinpuhelut, tiedonsiirtolinkit tai muut tietoliikennereitit voidaan muodostaa yhden matkaviestinaseman ja toisen järjestelmässä olevan matkaviestinaseman välille. Puheluja voidaan myös muodostaa toisessa järjestelmässä oleviin matkaviestimiin tai kiinteän verkon tilaajiin. Tämän hakemuksen yhteydessä näitä kutsutaan kaikkia yhteyksiksi riippumatta siitä, ovatko ne lähtöisin matkaviestimestä vai päättyvätkö ne matkaviestimeen.

Kuvion 1 piirros on yksinkertaistus. Normaalisti järjestelmä käsittää enemmän soluja ja tukiasemia. Siinä saattaa olla sateenvarjosoluja, joista kukin kattaa alueen, joka on mikrosolujen ryhmän kattama. Myöskin matkaviestinasemien lukumäärä on normaalisti paljon suurempi. Tukiasemat, jotka sijaitsevat solujen rajojen läheisyydessä ja joissa on sektoriantenneja, ovat myös yleisiä. Muutamia soluja voi palvella useampi kuin yksi tukiasema. Normaalisti on myös useita muita MSC:eita, jotka on kytketty tukiasemiin, ja matkaviestinasemat ovat tavallisesti vapaita kommunikoimaan myös näiden kautta.

Kuvio 2A havainnollistaa kahta erillistä taajuuskaistaa, joka on solukkotyyppisen matkaviestinjärjestelmän käytettävissä. Taajuuskaistojen sisällä olevien radiokanavien mahdollinen konfigurointi IS-54 mukaisesti on myös esitetty.

Yhden taajuuskaistan alue on noin 825 MHz - 845 Mhz ja sisältää radiokanavia, joita käytetään lähettämään radiosignaaleja matkaviestinasemilta tukiasemille. Toisella taajuuskaistalla on alue noin 870 Mhz - 890 Mhz ja se sisältää radiokanavia, joita käytetään radiosignaalien lähettämiseen tukiasemilta liikkuville asemille. Jokaisella radiokanavalla on noin 30 kHz kaistanleveys, mikä tar-

koittaa että kummassakin lähetyssuunnassa on tilaa 666 radiokanavalle.

Radiokanavia voidaan käyttää kolmella eri tavalla. Analogisina liikennekanavina tai digitaalisina liikennekanavina tai analogisina ohjauskanavina. Analogisia ohjauskanavia käytetään signalointiin puhelunmuodostuksen aikana, MS:n informoimiseksi tulevasta puhelusta (haku) ja MS:n statuksen tarkkailemiseksi, kun se ei kommunikoi millään liikennekanavalla. MS on viritetty analogiselle ohjauskanavalle niin kauan kuin se ei ole mukana puhelussa tai muussa yhteydessä analogisen tai digitaalisen liikennekanavan kautta. Analogiset ohjauskanavat sijaitsevat taajuuskaistojen keskellä. Täten analogiset ohjauskanavat matkaviestimeltä tukiasemalle ovat niitä, jotka sijaitsevat lähinnä 835 MHz, kun taas ohjauskanavat, jotka ovat lähetykseen tukiasemalta matkaviestinasemalla, ovat niitä, jotka sijaitsevat lähinnä 880 MHz.

Analogisia liikennekanavia käytetään puhelinpuheluihin ja muihin analogisiin yhteyksiin, joissa matkaviestinasema on mukana. Yhteen puheluun liittyvän puheen lisäksi analogisella liikennekanavalla lähetettävät radiosignaalit voivat kuljettaa hieman puheluun liittyvää signalointia. Normaali puhelinpuhelu tai muu kaksisuuntainen yhteys, jossa matkaviestinasema on mukana, tarvitsee sekä lähetyksen tukiasemalta että lähetyksen matkaviestinasemalta. Täten normaaliin puhelinpuheluun tarvitaan yksi analoginen liikennekanava kummassakin suunnassa.

Radiokanavat, joita käytetään digitaalisina liikennekanavina, on jaettu aikaväleihin. Yksi kehys tällaisella radiokanavalla voi käsittää kolme täysinopeuksista aikaväliä, Tf1 - Tf3, kuten kuviossa 2B on havainnollistettu, tai kuusi puolinopeuksista aikaväliä Th1 - Th6, kuten on havainnollistettu kuviossa 2C. Normaali puhelinpuhelu, tai muu täyden nopeuden yhteys, tarvitsee yhden täyden nopeuden aikavälin Tf kehystä kohti lähetykseen tukiasemalta

matkaviestimelle ja yhden täyden nopeuden aikavälin Tf kehystä kohti lähetykseen liikkuvalta asemalta tukiasemalle.

Aikaväliformaatti informaatiota varten digitaalisella liikennekanavalla on hieman erilainen eri suunnissa. Kuvio 2D havainnollistaa lähetysformaattia liikkuvalta asemalta, kun taas kuvio 2E havainnollistaa lähetysformaattia tukiasemalta. Yhteisesti käytetyt aikaväliformaatit sisältävät 260 bittiä, jotka on varattu datansiirtoon, 12 bittiä digitaaliseen verifikaatioääniväri koodiin, 12 bittiä hitaaseen liittyvään ohjauskanavaan, SACCH, ja 28 bittiä synkronointi- ja opetusdatalle, SYNC. Aikaväliformaatti matkaviestinasemalta tukiasemalle sisältää kaksi 6-bittistä lohkoa suoja-aika-, G, ja ramppiaika-, R, informaatiota varten. Aikaväliformaatti tukiasemalta matkaviestinasemalle sisältää 12-bittisen lohkon, joka on varattu tulevia käyttöjä varten.

Solukkojärjestelmä perustuu saman radiokanavan uudelleenkäyttöön eri soluissa. Perinteisessä solukkojärjestelmässä, jossa on kiinteä taajuussuunnitelma, kaikki käytettävissä olevat radiokanavat on jaettu kanavaryhmiin, jotka puolestaan muodostavat ryppään. Kullekin solulle tietyssä ryppäässä on allokoitu uniikki ryhmä kanavia. Täten millekään kahdelle solulle samassa ryppäässä ei ole allokoitu samaa kanavaa. Kuitenkin vastaaville soluille eri ryppäissä on allokoitu samanlaiset radiokanavaryhmät, jos kiinteä taajuussuunnitelma on toteutettu.

Kuviot 3A-3E havainnollistavat perinteisiä taajuussuunnitelmia ja solujen ryppäitä. Kuvio 3A havainnollistaa 3-soluista rypästä, kuvio 3B 4-soluista rypästä, kuvio 3C muutamia solukkojärjestelmän soluja 7-soluisessa ryppäässä, kuvio 3D 9-soluisessa ryppäässä ja kuvio 3E havainnollistaa 21 solun rypästä. Normaalisti solukkojärjestelmä käsittää paljon enemmän soluja kuin on havainnollistettu kuviossa 3. Tällainen järjestelmä voidaan saavuttaa, jos

yhtä kuviossa 3 havainnollistettua solukuviota toistetaan, niin että täytetään matkapuhelinoperaattorin koko maantieteellinen peittoalue.

Havainnollistavana esimerkkinä oletetaan, että kuvion 2a kaikkiaan 666 radiokanavasta 252 oli saatavilla käytettäviksi digitaalisina liikennekanavina, kun taas loppuosaa käytettiin analogisina ohjauskanavina ja analogisina liikennekanavina. Oletettaessa kiinteä taajuussuunnitelma kukin solu saisi 84 tällaista radiokanavaa 3-soluisessa rypäsjärjestelmässä, 63 tällaista radiokanavaa 4-soluisessa rypäsjärjestelmässä, 36 tällaista radiokanavaa 7-soluisessa rypäsjärjestelmässä, 28 tällaista radiokanavaa 9-soluisessa rypäsjärjestelmässä ja 12 tällaista radiokanavaa 21-soluisessa rypäsjärjestelmässä.

Yleisesti ryppäät, joissa on monia soluja, tarkoittavat, että käytettävissä oleva radiokanavien määrä täytyy jakaa suurelle määrälle soluja. Ryppäät, joissa on muutamia soluja, tarkoittavat, että käytettävissä olevien radiokanavien määrä täytyy jakaa harvemmille soluille. Tällöin käytettäessä ryppäitä, joissa on enemmän soluja, radiokanavien keskimääräinen lukumäärä solua kohti tulee pienemmäksi kuin käytettäessä rypästä, jossa on vähemmän soluja. Täten tästä näkökohdasta suuret ryppäät merkitsevät vähemmän totaalista puhelukäsittelykapasiteettia järjestelmälle. Kapasiteettinäkökulmasta olisivat toivottavia pienimmät mahdolliset rypäskoot. Tämä on näin, koska tämä kasvattaisi kanavien lukumäärää aluetta kohti ja täten järjestelmän kapasiteettia. Tekniikan tason TDMA-järjestelmissä suuret marginaalit, joita tarvitaan viereisistä soluista tulevaa samakanavahäiriötä vastaan, eivät salli pieniä rypäskokoja.

Yleisesti suuret ryppäät, joissa on monia tietyn kokoisia soluja, tarkoittavat suurempaa etäisyyttä samaa radiokanavaa käyttävien tuki- ja matkaviestinasemien välillä kuin pienet ryppäät, joissa on muutamia samankokoi-

sia soluja. Toinen tapa ilmaista tämä olisi sanoa, että suurilla ryppäillä on pidempi uudelleenkäyttöetäisyys kuin pienillä ryppäillä. Täten yleisesti ryppäät, joissa on monia soluja normaalisti merkitsevät pienempää samakanavahäiriötä. Täten puhtaasti samakanavahäiriön kannalta suuret ryppäät ovat ensisijaisia TDMA-järjestelmissä, joissa on kiinteät taajuussuunnitelmat.

Kuvio 4A ja 4B havainnollistaa yhtä periaatteellista eroa perinteisen TDMA-järjestelmän ja taajuushyppelyä käyttävän TDMA-FH-järjestelmän välillä. Molemmat järjestelmät käyttävät kuutta TDMA-radiokanavaa, RF1 - RF6, joista kussakin on kolme aikaväliä, Tf1 - Tf3, kehystä kohti. Neljä kehystä kullakin radiokanavalla on esitetty. Perinteisessä järjestelmässä, joka on kuvion 4A mukainen, radiokanavan RF1, jolla on suurin keskitaajuus, jokaisen kehyksen aikaväli Tf1 on annettu yhteydelle C11 kunkin kehyksen aikavälin Tf2 yhteydelle C12, ja kunkin kehyksen aikaväli Tf3 yhteydelle C13. Radiokanavalla RF2 kunkin kehyksen aikavälit Tf1 - Tf3 on annettu vastaavasti yhteyksille C21 - C23. Radiokanavien RF3 - RF6 aikavälit Tf1 - Tf3 ovat perinteisessä järjestelmässä annettu vastaavasti yhteyksille C31 - C63. Täten perinteisessä järjestelmässä mikä tahansa tietty yhteys C11 - C63 aina käyttää saman radiokanavan samaa aikaväliä kanavanvaihtoon (handoff) asti. Radiokanavan aikavälien antamista perinteisessä TDMA-järjestelmässä voisi tämän vuoksi kuvata siten, että kullekin yhteydelle annetaan radiokanavan ja aikavälin kombinaatio, joka kombinaatio pysyy muuttumattomana yhteyden päättymiseen tai kanavan vaihtoon asti.

TDMA-FH-järjestelmässä, joka käyttää kanavahyppelyä ja joka on kuvion 4B mukainen, radiokanavan RF1 ensimmäisen kehyksen aikaväli Tf1 on annettu yhteydelle C31. Kuitenkin radiokanavan RF1 toisen kehyksen aikaväli Tf1 on annettu yhteydelle C41, RF1:n kolmannen kehyksen aikaväli Tf1 on annettu yhteydelle C51 ja RF1:n neljännen kehyksen

aikaväli Tf1 on annettu yhteydellä C11.

Radiokanavan RF1 ensimmäisen kehyksen aikaväli Tf2 on annettu yhteydelle C42, kun taas radiokanavan RF1 toisen kehyksen aikaväli Tf2 on annettu yhteydelle C52, kolmannen kehyksen aikaväli Tf2 on annettu C32:lle ja RF1:n neljännen kehyksen aikaväli on annettu C22:lle. RF1:n ensimmäisen - neljännen kehyksen aikavälit Tf3 on annettu vastaavasti yhteyksille C63, C43, C23 ja C33.

Radiokanavan RF2 ensimmäisen kehyksen aikavälit Tf1, Tf2 ja T f3 on annettu vastaavasti yhteyksille V41, C52 ja C13, kun taas radiokanavan RF2 toisen kehyksen aikavälit on annettu vastaavasti yhteyksille C21, C12 ja C43. Loppujen antamistapa on ilmeinen eikä sitä tämän vuoksi erikseen mainita.

Radiokanavien RF1 - RF6 kehyksien vertaaminen kuviossa 4B paljastaa, että radiokanavien peräkkäisten kehysten vastaavat aikavälit annetaan eri tavoin. Kaikki yhteydet annetaan eri radiokanaville eri kehyksissä. Kuvion 4B erityisessä esimerkissä yhtään yhteyttä ei anneta samalle radiokanavalle ja aikavälille saman radiokanavan peräkkäisissä kehyksissä. Yhtään yhteyttä ei anneta sellaiselle radiokanavan ja aikavälin kombinaatiolle, joka pysyy muuttumattomana useiden kehyksien ajan. Sen sijaan kukin yhteys annetaan taajuuden ja aikavälin neljän kombinaation ryhmälle, jota käytetään neljässä peräkkäisessä kehyksessä. Täten vastaavia aikavälejä, esim. Tf2, minkä tahansa radiokanavan, esim. RF1, neljässä peräkkäisessä kehyksessä käytetään eri yhteyksille samassa solussa.

Kuvio 4 on yksi yksinkertaisin tapa antaa radiokanavia/aikavälejä yhteyksille yhdessä kehyksessä eri tavoin kuin toisessa kehyksessä. Esillä olevan keksinnön ensisijaisissa suoritusmuodoissa käytetään paljon enemmän radiokanavia kuin kuusi, jolloin jokainen yhteys voidaan useiden peräkkäisten radiokanavakehysten kokonaisajaksi antaa eri radiokanava-aikaväleille useissa peräkkäisissä

kehyksissä. Täten kullekin yhteydelle voisi olla annettu kaava, joka sisältää useiden radiokanavien ja aikavälien kombinaatioiden sekvenssin. Tässä sovelluksessa tällaista radiokanavien ja aikavälien kombinaatioiden sekvenssiä kutsutaan kanavahyppelykaavaksi. Sitä saatettaisiin myös kutsua taajuushyppelykaavaksi tai -kuvioksi. Kuvion 4B mukaisesti seuraava purske, joka liittyy johonkin yhteyteen, lähetetään aina eri radiokanavalla kuin edeltävä purske, joka liittyy samaan yhteyteen. Tämä ei ole tarpeen kaikissa keksinnön suoritusmuodoissa. Sen sijaan kaksi vierekkäistä pursketta, jotka liittyvät samaan yhteyteen, voidaan lähettää saman radiokanavan vierekkäisten kehysten samassa aikavälissä. Solukkotyyppisissä kaksisuuntaisissa matkaviestinjärjestelmissä radiokanavahyppely pitäisi edullisesti toteuttaa molemmissa suunnissa. Jos kuvio 4B havainnollistaa radiokanava/aikavälikombinaatioita, joita käytetään yhdessä kommunikointisuunnassa, esim. matkaviestimeltä tukiasemalle, niin radiokanava/aikavälikombinaatioiden kuvio, jota käytetään toisessa suunnassa, voisi olla sama kuin kuviossa 4B, mutta se käyttäisi tietenkin eri radiokanavia. Kuitenkin tietyistä syistä saattaisi olla edullista, ettei lähetetä ja vastaanoteta samanaikaisesti radiosignaaleja matkaviestinasemalla. Täten toiselle kommunikointisuunnalle pitäisi käyttää erilaista kuviota kuin kuvion 4B kuvio.

Perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa ei ole taajuushyppelyä, radiosignaalipurskeet, jotka liittyvät yhden solun yhteyksiin, voivat tulla häirityiksi sellaisilla radiosignaalipurskeilla, jotka liittyvät uudelleenkäyttöetäisyydellä olevan solun yhteyksiin. Sen tosiasian seurauksena, että peräkkäiset purskeet, jotka liittyvät tiettyyn yhteyteen, lähetetään saman radiokanavan samassa aikavälissä, yhden yhteyden purskeet yhdessä solussa voivat tulla häirityiksi toisen yhteyden purskeilla toisessa solussa.

Kuviot 5A ja 5B havainnollistavat samakanavahäiriötilannetta kun käytetään erilaisia kanavahyppelykaavoja solukkotyyppisen TDMA-matkaviestinjärjestelmän kahdessa solussa.

Kuvio 5A havainnollistaa kuinka purskeet, jotka liittyvät 18 yhteyteen C11, C12, C13, C21, C22, C23, C31, C32, C33, C41, C42, C43, C51, C52, C53, C61, C62 ja C63 lähetetään uuden radiokanavan RF1, RF2, RF3, RF4, RF5 ja RF6 aikaväleissä neljän kehyksen aikajakson aikana ensimmäisessä solussa. Kaikkien radiokanavien kaikkien kehysten kaikkia aikavälejä käytetään tässä ensimmäisessä solussa.

Kuvio 5B havainnollistaa kuinka purskeet, jotka liittyvät 18 yhteyteen C11, C12, C13, C21, C22, C23, C31, C32, C33, C41, C42, C43, C51, C52, C53, C61, C62 ja C63 lähetetään samojen kuuden radiokanavan RF1, RF2, RF3, RF4, RF5 ja RF6 aikaväleissä neljän kehyksen saman jakson aikana toisessa solussa. Kaikkien radiokanavien kaikkien kehyksien kaikki aikavälit ovat käytössä tässä toisessa solussa. Täten kehyksen aikana molemmat solut käyttävät samoja kuutta radiokanavaa. Kaikki kuusi radiokanavaa ovat yhteisiä molemmille soluille.

Kuvioiden 5A ja 5B vertailu paljastaa, että ensimmäinen purske, joka liittyy yhteyteen C11 ensimmäisessä solussa, osuu kohdakkain radiokanavalla RF5 yhteyden C41 ensimmäisen purskeen kanssa toisessa solussa, C11:n toinen purske osuu kohdakkain radiokanavalla RF6 yhteyden C51 toisen purskeen kanssa, yhteyden C11 kolmas purske osuu kohdakkain yhteyden C21 kolmannen purskeen kanssa radiokanavalla RF2 ja yhteyden C11 neljäs purske osuu kohdakkain yhteyden C31 neljännen purskeen kanssa radiokanavalla RF1. Ensimmäinen purske, joka liittyy yhteyteen C11 toisessa solussa, osuu kohdakkain radiokanavalla RF3 yhteyden C21 ensimmäisen purskeen kanssa ensimmäisessä solussa, C11:n toinen purske osuu kohdakkain radiokanavalla RF4 yhteyden C61 toisen purskeen kanssa, yhteyden C11 kolmas purske

osuu kohdakkain yhteyden C51 kolmannen purskeen kanssa radiokanavalla RF1 ja yhteyden C11 neljäs purske osuu kohdakkain yhteyden C51 neljännen purskeen kanssa radiokanavalla RF2.

Yleisesti purskeet, jotka liittyvät yhteen yhteyteen yhdessä solussa, eivät aina häiritse purskeita, jotka liittyvät yhteen ja samaan yhteyteen toisessa solussa, kuten voi olla tilanne perinteisessä TDMA:ssa. Sen sijaan yhteyden purskeita häiritsevät purskeet, jotka ovat peräisin yhteyksistä, jotka voivat vaihdella kehyksestä kehykseen. Kuvion 5 mukaisesti yhtään aikaväliä ei ole käyttämättä. Kuitenkin, jos kussakin ensimmäisessä ja toisessa solussa olisi vain muutamia yhteyksiä, niin että monissa aikaväleissä ei lähetettäisi lainkaan purskeita, muutamat purskeet eivät tulisi häirityiksi lainkaan.

Sama kanavahäiriötilanne kuvioissa 5A ja 5B on yksinkertaistus. Normaalisti niiden solujen lukumäärä, jotka uudelleenkäyttävät samoja radiokanavia, on suuri. Osa niistä on lähempänä ja osa sijaitsee suuremmalla etäisyydellä. Myös synkronoimattomat tukiasemat ovat mahdollisia. Kuviossa 5 synkronointi on aikaansaatu piirroksen yksinkertaisuuden vuoksi. Kunkin tukiaseman käyttämien radiokanavien lukumäärä olisi normaalisti suurempi kuin 6. Kaksisuuntaisessa tietoliikennejärjestelmässä, esim. solukkomatkaviestinjärjestelmässä, kuvioiden 5A ja 5B mukaisia radiokanava/aikavälihyppelykaavoja voitaisiin käyttää yhdessä siirtosuunnassa, esim. matkaviestinasemilta tukiasemille, ja samanlaisia tai erilaisia hyppelykaavoja voitaisiin käyttää toiselle siirtosuunnalla, ts. tukiasemalta matkaviestinasemille.

Kuvio 6 havainnollistaa estimoitua samakanavahäiriötä TDMA-järjestelmissä ja syy, miksi esillä olevan keksinnön mukainen TDMA-FH mahdollistaa siirtymisen perinteisen TDMA rypäskokojen "pahimman tapauksen" suunnittelussa suunnittelun, joka perustuu samakanavahäiriön tilastolli-

seen keskiarvoon useilta yhteyksiltä. Kuvion kiinteä käyrä havainnollistaa mahdollista samakanavahäiriötä kuudelle radiosignaalipurskeelle, B1 -B6, jotka lähetetään tiettyjen radiokanavien tietyistä aikaväleistä.

Kuten kuviossa 6 on havainnollistettu, eri purskeet ovat alttiita erilaisille samakanavahäiriöille. Ensimmäinen purske B1 kokee alhaisimman häiriön kaikista kuudesta purskeesta. Toinen purske B2 altistuu suurimmalle häiriölle, jonka taso on ilmaistu kuviossa 6 ylimpänä, "pahimman tapauksen" tason katkoviivana. Samakanavahäiriö purskeille B3 ja B5 on suurin piirtein sama tai hieman suurempi kuin B1:n häiriö. B2:n ja B6:n samakanavahäiriö on lähes sama ja suurempi kuin B3:n ja B5:n samakanavahäiriö. Yksittäisten purskeiden yksilöllisten häiriöiden keskiarvo on ilmaistu alempana "keskiarvo" katkoviivana kuviossa 6.

Perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa ei ole taajuushyppelyä, purskeet, jotka liittyvät tiettyyn yhteyteen, lähetetään saman radiokanavan samassa aikavälissä ainakin kanavanvaihtoon (handoff) asti. Täten kuviossa 6 purskeet B1 - B6 liittyisivät eri yhteyksiin. Vaikka peräkkäiset purskeet radiokanavan samassa aikavälissä saattavat kokea hieman erilaisen samakanavahäiriön, esim. matkaviestinaseman liikkumisesta johtuen, samakanavahäiriön muutos yhdestä purskeesta seuraavaan purskeeseen, joka liittyy samaan yhteyteen, on normaalisti pieni. Täten perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa ei ole taajuushyppelyä, kuvio 6 voi hieman yksinkertaistaen myös havainnollistaa samakanavahäiriötilannetta kuudelle eri yhteydelle. Perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa ei ole taajuushyppelyä, oletettu "pahimman tapauksen" taso on suunnittelukriteeri, kun päätetään taajuusryhmien lukumäärää järjestelmän taajuussuunnitelmassa. Toisin sanoen järjestelmä suunnitellaan ikäänkuin jos kaikki aikavälit ja radiokanavat kärsisivät maksimi häiriötasosta, mikä todellisuudessa tapahtuu hyvin epätodennäköisesti.

Keksinnön mukaisessa TDMA-FH:ssa tilanne on erilainen, koska yhteyden radiosignaalipurskeita ei lähetetä ainoastaan yhdessä ja samassa kanavassa vaan eri radiokanavilla. Purskeet, jotka liittyvät tiettyyn yhteyteen, altistuvat tämän vuoksi normaalisti eri määrille samakanavahäiriötä, jotkin niistä suuremmalle ja toiset pienemmälle kuin keskimääräinen samakanavahäiriö. Täten keksinnön mukaisessa TDMA-FH-järjestelmässä purskeet B1 - B6, joita on havainnollistettu kuviossa 6, voivat liittyä samaan yhteyteen. Vaikka purske, esim. kuten B2 kuviossa 6, voi altistua oleellisesti voimakkaammalle häiriölle kuin keskiarvo, todennäköisyys, että edeltävä purske B1 kuviossa 6 ja seuraava purske B3 kuviossa 6 altistuisivat myöskin samakanavahäiriölle, joka on oleellisesti voimakkaampi kuin keskiarvo, on hyvin pieni. Täten vaikka informaatiota yhdessä purskeessa ei saattaisi olla mahdollista ymmärtää kokonaan itsestään, informaatio edellisessä ja/tai seuraavassa purskeessa voidaan hyvin usein ymmärtää, jolloin yhteyden kokonaislaatu ei saattaisi heikentyä liian vakavasti.

Purskeessa lähetettävän informaation virheensuojauskoodaus ja purskeessa olevan informaation lomitus ovat edullisia ja ne saattaisivat olla hyvin tärkeitä yhdistelmänä keksinnön mukaisen TDMA-FH:n kanssa. Jos esimerkiksi informaatio lomitetaan kahdelle purskeelle, joista yksi altistuu hyvin voimakkaalle häiriölle ja toinen ei altistu lainkaan tai altistuu hyvin pienelle häiriölle, lomituksen purkuprosessin jälkeen ainoastaan puolet biteistä häviää. Tehokkaalla virheenkorjauskoodauksella saattaisi olla mahdollista korjata nämä hävinneet bitit ja palauttaa informaatio, joka lähetettiin pahalle häiriölle altistuneessa purskeessa. Lomitus useammalle kuin kahdelle purskeelle kasvattaa todennäköisyyttä palauttaa informaatio, joka lähetettiin pahasti häiriintyneessä radiosignaalipurskeessa.

Keksinnön mukainen kanavahyppely, yhdessä lomituksen ja virheenkorjauskoodauksen kanssa, suorittaa häiriön keskiarvoistamisen. Täten minimirypäskoko määritetään nyt häiriötason keskimääräisen keskiarvon perusteella "pahimman tapauksen" sijasta. Tilastollinen keskimääräinen häiriötaso on piirretty alempana katkoviivana. Kuten nähdään, keskimääräisen häiriötason oletetaan olevan paljon alhaisempi kuin "pahin tapaus". Esillä olevan keksinnön mukaisesti voidaan täydellisesti välttää taajuussuunnitteluryppäät.

Häiriön keskiarvoistamista ei automaattisesti saavuteta käyttäen minkä tahansa tyyppistä kanavahyppelyä. Jos kanavahyppely ryppääksi järjestetyissä soluissa synkronoidaan, esim. PCT-patenttihakemuksen WO/9113502 mukaisesti, häiriön keskiarvoistamista ei saavuteta ellei suoriteta lisävaiheita. Syy tähän on se, että tällainen synkronoitu hyppely soluryppäässä aiheuttaa kahden häiritsevän matkaviestimen hyppäämisen yhdeltä kanavalta toiselle kanavalle samanaikaisesti. Täten kaksi matkaviestintä, jotka häiritsevät yhdellä kanavalla ennen kanavahyppyä, hyppäävät samalla tavoin ja tämän vuoksi häiritsevät myös kanavahypyn jälkeen.

Kuvio 7 esittää keksinnön erään suoritusmuodon periaatteita, joka sekä eliminoi jäykkyyden kytkennänkäsittelykapasiteetissa että poistaa taajuusryppäiden muodostamisen tarpeen. Tätä suoritusmuotoa voitaisiin kutsua murto-osakuormitetuiksi soluiksi tai tukiasemiksi. Tämä merkitsee, että samanaikaisten yhteyksien maksimimäärä solua kohti, kun kaikki solut palvelevat samaa yhteysmäärää, on oleellisesti pienempi kuin aikavälien kokonaismäärä kaikilla radiokanavilla, jotka ovat saatavilla yhteyksiä varten solussa. Murto-osakuormitus voitaisiin myös ilmaista rajoittavan samanaikaisten yhteyksien keskimääräisen lukumäärän solua kohden olemaan oleellisesti pienempi kuin aikavälien keskimääräinen lukumäärä kaikilla radiokanavil-

la, jotka ovat käytettävissä solussa.

Kuvio piirtää kymmenen radiokanavan Rf1 - Rf10 aliryhmän naapurisolujen tukiasemilla. Kukin radiokanava on jaettu kolmen aikavälin kehyksiin. Kuvio esittää 60 % murto-osakuormituksen tukiasemilla. Täten samanaikaisten yhteyksien lukumäärä on vain 60 % aikavälien kokonaismäärästä kaikilla radiokanavilla, jotka ovat käytettävissä yhteyksiä varten. Tämä voidaan helposti päätellä, koska neljä kymmenestä radiokanavasta ovat käyttämättömiä jokaisessa aikavälissä. Huomaa kuitenkin, että yhteyden purske voidaan lähettää minkä tahansa käytettävissä olevan radiokanavan aikavälissä. Kahden tukiaseman käyttämien radiokanava-aikavälien vertailu paljastaa, että muutamat yhteyden purskeista voivat tulla häirityiksi, kun taas saman yhteyden muut purskeet eivät häiriinny. Kehyksen aikana muutamien radiokanavien muutamia aikavälejä käytetään molemmissa soluissa, muutamien radiokanavien muutamia aikavälejä käytetään vain yhdessä solussa ja muutamien radiokanavien muutamia aikavälejä ei käytetä missään solussa. Suuremmat tai pienemmät murto-osat kuin 60 % ovat teoreettisesti mahdollisia, mutta käytännössä normaalisti paljon pienemmät murto-osat ovat edullisia, esim. 20 %.

Murto-osakuormitus voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla. Tietyiltä matkaviestinasemilta vastaanotettujen signaalien signaalihäiriösuhde estimoidaan. Matkaviestinasemilta vastaanotettujen signaalien estimoitua signaalihäiriösuhdetta verrataan haluttuun signaalihäiriösuhteeseen. Kun muu yhteydenmuodostus solussa tai yhteyden handoff solulle on toivottavaa, suoritetaan tarkistus sen löytämiseksi, onko tässä solussa käytettävissä toinen mahdollinen matkaviestinkanavan hyppelykaava, joka ei osu kohdakkain millään radiokanavalla minkään muun matkaviestin kanavahyppelykaavan kanssa, joka on jo käytössä solussa. Jos on olemassa mahdollinen matkaviestinhyppelykaava, jossa ei ole tätä kohdakkainosumista, haluttu yhteys muo-

dostetaan puhelunmuodostuksella tai handoffilla käyttäen tätä mahdollista matkaviestimen kanavahyppelykaavaa solussa vain, jos tietyiltä matkaviestinasemilta, jotka ovat mukana yhteyksissä, vastaanotettujen signaalien estimoitu signaalihäiriösuhde on yhtä suuri tai suurempi kuin haluttu suhde. Mainitut tietyt matkaviestinasemat sisältäisivät normaalisti kaikki matkaviestinasemat, jotka ovat mukana yhteyksissä solussa, jossa haluttu yhteys muodostetaan. Päätökset siitä suoritetaanko yhteyden muodostus tai handoff vai ei solussa, voidaan sitten suorittaa solun tukiaseman toimesta tai matkaviestinkeskuksen toimesta. Keksinnön ensisijaisen suoritusmuodon mukaisesti mainitut tietyt matkaviestinasemat sisältävät myös kaikki matkaviestinasemat, jotka ovat mukana yhteydessä toisessa solussa, joka on sen solun vieressä, jossa haluttu yhteys muodostetaan, tai missä tahansa solussa, joka on sen solun vieressä, jossa haluttu yhteys muodostetaan. Päätökset siitä suoritetaanko halutun yhteyden muodostus tai handoff vai ei jossakin viereisistä soluista, voidaan suorittaa viereisten solujen tukiasemien tukiasemaohjaimen toimesta tai matkaviestinkeskuksen toimesta.

Yhdistelmässä, jossa on kanavahyppely, lomitus ja virheensuojauskoodaus, nähdään, että tukiaseman tai solujen murto-osakuormitus on väline samakanavahäiriön kontrolloimiseksi. Täten pakottamalla kuormitus kullakin tukiasemalla alemmaksi, voidaan kontrolloida C/I-pakonalaisuutta, mikä mahdollistaa yksikkörypäskoon, ts. koko taajuuskaista uudelleenkäytetään kaikilla tukiasemilla. Tällä tavoin voidaan välttää hankala taajuussuunnittelu, joka tavallisesti vaaditaan TDMA-järjestelmissä.

Kuviot 8 ja 9 ovat lohkokaavioita matkaviestinaseman ja tukiaseman suoritusmuodoista TDMA-radiokanavilla solukkomatkaviestinjärjestelmässä tapahtuvaa kommunikointia varten. Tuki- ja matkaviestinasemat on suunniteltu EIA/TIA IS-54 standardien mukaista järjestelmää varten,

mutta myös keksinnön mukaista lähetystä varten TDMA-järjestelmässä ilman analogisia liikennekanavia. Koska liikennöinti analogisilla ohjauskanavilla voidaan tehdä oleellisesti standardien mukaisesti ja keksintö liittyy hyppelyyn digitaalisten liikennekanavien välillä, sitä osaa tuki- ja matkaviestinasemista, jota käytetään vain EIA/TIA IS-54 mukaisia analogisia ohjauskanavia ja analogisia liikennekanavia varten, ei havainnollisteta.

Normaalisti tukiasema suunnitellaan palvelemaan monia matkaviestimiä, ts. päivittämään/tarkkailemaan ja käsittelemään yhteyksiä, jotka liittyvät moniin matkaviestinasemiin. Kuitenkin jotta tehtäisiin piirroksesta ymmärrettävämpi, kuvio 9 esittää vain tukiaseman osat kolmen samanaikaisen yhteyden käsittelemiseksi eri aikaväleissä. Täten tukiasemalla on ainoastaan kolme kanavaohjainta 1, 2 ja 3, joista kukin käsittelee yhtä kolmesta yhteydestä. Lisäksi tukiasemalla on vain yksi RF-modulaattori ja tehovahvistin, joka vastaanottaa purskeita kanavaohjaimilta. Normaalisti tukiasemalla olisi monia RF-modulaattoreita ja tehovahvistimia, kunkin modulaattorin vastaanottaessa purskeita niin monelta kanavaohjaimelta kuin kehyksessä on aikavälejä.

Kuvioissa yhden tukiasemaohjaimen ne lohkot, jotka vastaavat samanlaisia matkaviestinaseman lohkoja, on merkitty samoilla viitenumeroilla, mutta heittomerkillä varustettuna. Ensiksi tullaan antamaan kunkin EIA/TIA IS-54 mukaisen lohkon tarkoituksen tai toiminnan hyvin lyhyt selitys. Vastaavilla lohkoilla oletetaan olevan samanlainen tarkoitus ja toiminta ellei muuta mainita.

Puhekooderi 101 matkaviestinasemassa muuntaa analogisen signaalin, jonka mikrofoni synnyttää altistettuna ihmisen äänelle, tai datan, joka vastaanotetaan ei-esitetystä datalähteestä, bittidatavirraksi, joka on jaettu datapaketteihin, TDMA-periaatteen mukaiseksi. Puhe/datakooderi 101' tukiasemalla muuntaa sisääntulevan digitaali-

sen informaation samantyyppisiksi datapaketeiksi kuin puhekooderi 101 matkaviestinasemassa.

EIS/TIA IS-54 standardien mukaisesti on olemassa nopea liittyvä ohjauskanava, FACC, ja hidas liittyvä ohjauskanava SACC. FACC-generaattoria 102' tukiasemassa käytetään signaloitaessa ohjaus- ja valvontasanomia matkaviestinasemalle. Kun valmistellaan kanavanvaihtoa, tukiasema voi lähettää FACCH-radiokanavalla aikavälihyppelyinformaatiota, esim. samanlaista kuin GSM:ssä tai hyppelykaavan identiteetin, jota matkaviestinasema käyttää yhteyttään varten kanavanvaihdon jälkeen. FACC-generaattoria 102 matkaviestimessä käytetään matkaviestimen toimesta signaloitaessa ohjaus- ja valvontasanomia. FACCH-sanoma, jonka tukiasema tai matkaviestin lähettää kehyksen aikavälissä, korvaa puheen tai datan tältä tukiasemalta tai matkaviestimeltä tässä kehyksessä.

SACCH on "jatkuva ohjauskanava" siinä mielessä, että kiinteä bittien lukumäärä (12) on varattu SACC:tä varten jokaisessa purskeessa, joka liittyy yhteyteen. SACCH-generaattoria 103' tukiasemalla käytetään tukiaseman toimesta, kun vaihdetaan signalointisanomia matkaviestimen kanssa. Ennen kanavanvaihtoa tukiasema voi lähettää myöhemmin selostettavan tyyppistä hyppelyinformaatiota SACCH:lla, esim. GSM:n mukaisesti tai radiokanava- ja aikavälihyppelykaavan identiteetin, jota matkaviestin käyttää yhteyttä varten kanavanvaihdon jälkeen. SACCH-generaattoria 103 matkaviestinasemassa käytetään matkaviestimen toimesta, kun vaihdetaan signalointisanomia tukiaseman kanssa.

Kanavakooderi 104 ja 104' on kytketty kuhunkin lohkoista 101, 101', ... 103'. Kanavakooderi manipuloi tulevaa dataa, jotta tehtäisiin virheenilmaisu ja -korjaus mahdolliseksi. Käytetyt mekanismit ovat konvoluutiokoodaus tärkeiden databittien suojaamiseksi puhekoodissa ja syklinen redundanssitarkistus, CRC, jossa oletettavasti tärkei-

tä bittejä puhekoodikehyksessä, esim. 12 bittiä, käytetään 7-bittisen tarkistuksen laskemista varten.

Valitsin 105 on kytketty kanavadekooderiin 104, joka liittyy puhekooderiin ja FACCH-generaattoriin. Valitsinta ohjataan mikroprosessoriohjaimella 130, niin että, sopivina aikoina, käyttäjän informaatio tietyllä yhteydellä korvataan FACCH:n ylisiirrettävillä sanomilla.

2-purskelomitin 106 lomittaa dataa joko puhekooderilta 101 tai FACCH-generaattorilta 102 kahdelle aikavälille. 260 databittiä, jotka muodostavat yhden lähetyssanan, jaetaan kahteen yhtä suureen osaan ja sijoitetaan kahteen peräkkäiseen aikaväliin. Rayleigh-häipymän vaikutuksia pienennetään tällä tavoin.

2-purskelomittimen ulostulo on kytketty mod-2-summaimen 107 sisääntuloon, niin että lähetetty data salataan, bitti bitiltä, näennäissatunnaisen bittivirran loogisella modulo-2-summauksella.

Data, joka on lähetetty SACCH:n yli, lomitetaan 22-purskelomittimella 106 yli 22 aikavälin, joista kukin muodostuu 12 informaatiobitistä. 2 SACCH-sanomaa lomitetaan rinnakkain ts. toista sanomaa viivästetään 11 pursketta ensimmäiseen verrattuna, diagonaaliperiaatteen mukaisesti.

Synk. sana-DVCC 109 on muisti synkronointisanoja ja digitaalisia verifikaatiovärikoodeja, DVCC, varten. 28-bittistä synkronointisanaa käytetään aikavälisynkronointiin ja identifiointiin sekä myös korjaimen opetukseen. Erilaisia aikavälitunnistimia on määritelty, yksi kutakin aikaväliä varten ja kolme muuta on varattu myöhempää kehitystä varten. DVCC on 8-bittinen koodi, jonka tukiasema lähettää matkaviestimelle ja päinvastoin. DVCC:ttä käytetään varmistamaan, että dekoodataan oikea radiokanava.

Toimintatilasta riippuen tukiasema purskegeneraattori 110 synnyttää kahta eri tyyppiä olevia purskeita. Ääni/liikennekanavapurske muodostetaan integroimalla 260-bittinen data, 12-bittinen SACCH, 28-bittinen synkronoin-

ti, 12-bittinen koodattu DVCC ja 12 erotinbittiä EIA/TIA IS-54 määrittelemän aikaväliformaatin mukaisesti. Ohjauskanavapurskeessa data ja SACCH on korvattu datalla, jonka synnyttää ohjauskanavasanomageneraattori 132'. Purskeen lähetys radiokanavan aikavälissä synkronoidaan purskeiden lähetyksiin kahdessa muussa aikavälissä, jos sellaisia on.

Toimintatilasta riippuen matkaviestinaseman purskegeneraattori 110 synnyttää kahta eri tyyppiä olevia purskeita. Ääni/liikennekanavapurske muodostetaan integroimalla 260 bittiä dataa, 12 bittiä SACCH, 28-bittinen synkronointi, 12-bittinen koodattu DVCC ja 12 erotinbittiä EIA/TIA IS-54 määrittelemän aikaväliformaatin mukaisesti.

Kolme täyden nopeuden aikaväliä muodostaa yhden kehyksen. 20 ms kehyslaskuri 111 päivittää salauskoodin, joka 20 ms, ts. kerran jokaista lähetettyä kehystä kohti. Salaukseen käytetään näennäissatunnaisalgoritmia. Salausta 112 ohjataan avaimella, joka on uniikki jokaiselle tilaajalle. Avain 113 käsittää sekventoijan, joka päivittää salauskoodin.

Jotta selvittäisiin monitie-etenemisen, jne. kanssa, jotka aiheuttavat aikadispersiota, korjain 114' aikaansaa adaptiivisen korjausmenetelmän tukiasemassa, signaalin laadun parantamiseksi. Synkronointi purskegeneraattorin 110' kanssa suoritetaan, jotta löydettäisiin aikaväli, joka liittyy oikeaan vastaanotettuun kanavaan. Korjaimessa oleva korrelaatio säädetään vastaanotetun bittivirran ajoitukseen. Synkronointisana ja DVCC tarkistetaan tunnistussyistä.

Matkaviestinasemalla on myös korjain 114, joka tuottaa adaptiivisen korjausmenetelmän signaalilaadun parantamiseksi. Korjaimessa oleva korrelaatio säädetään vastaanotetun bittivirran ajoitukseen. Tukiasema on isäntä ja matkaviestinasema on orja kehyksen ajoituksen suhteen. Matkaviestinaseman korjain löytää sisääntulevan ajoituksen ja synkronoi purskegeneraattorin. Synkronointisana ja DVCC

tarkistetaan tunnistussyistä.

RF-modulaattori 122 moduloi kantoaallon, joka saadaan lähetystaajuussyntesoijalta 124, pi/4-D-QPSK-menetelmän (pi/4-siirretty, differentiaalisesti koodattu kvadratuurivaiheinen siirtoavainnus) mukaan. Tämä tekniikka merkitsee, että informaatio koodataan differentiaalisesti, ts. 2-bittiset symbolit lähetetään neljänä mahdollisena muutoksena vaiheessa; +/- pi/4 ja +/- 3pi/4.

Tehovahvistin 123 vahvistaa signaalit RF-modulaattorilta 122. RF-tehon lähetystaso valitaan mikroprosessoriohjaimelta 130 saatavalla käskyllä.

Tukiaseman lähetystaajuussyntesoija 124' synnyttää lähettimen kantoaaltotaajuuden µPC 130':lta saatavien käskyjen mukaisesti. Kun radiokanavahyppely toteutetaan, mikroprosessori µPC 130' laskee tai lukee, mitä radiokanavaa käytetään kullekin purskeelle, mikroprosessorin muistiin tallennetun hyppelyinformaation ja matkaviestinasemalle, jonka on tarkoitus vastaanottaa purske, lähetetyn hyppelyinformaation mukaisesti. Sitten mikroprosessori µPC 130' lähettää ajastetut käskyt lähetinsyntesoijalle kantoaaltotaajuuksien sekvenssin synnyttämiseksi käytetyn taajuushyppelyn sekvenssin tai -kaavan mukaisesti.

Matkaviestinaseman lähetystaajuussyntesoija 124 synnyttää lähettimen kantoaaltoaaltotaajuuden µPC 130:lta saatavien käskyjen mukaisesti. Kun radiokanavahyppely on toteutettu, µPC 130 lukee tai laskee käytettävien radiokanavien sekvenssin valitun radiokanava/aikavälihyppelyinformaation mukaisesti, joka vastaanotetaan tukiasemalta joko ohjauskanavalla puhelun muodostuksen aikana tai yhdellä liittyvistä ohjauskanavista kanavanvaihdon aikana. µPC 130 lähettää ajastetut käskyt, jotka liittyvät haluttuun radiokanavaan, syntesoijalle.

Tukiaseman vastaanottotaajuussyntesoija 125' synnyttää vastaanottimen kantoaaltotaajuuden mikroprosessorilta µPC 130':lta saatavien käskyjen mukaisesti. Mikro-

prosessori määrittää, mitä vastaanotinkantoaaltoa käytetään millekin aikavälille mikroprosessorin muistiin tallennetun taajuushyppelyinformaation mukaisesti, esim. radiokanava/aikavälihyppelykaavan mukaisesti, ja lähettää ajastetut käskyt syntesoijalle 125'.

Matkaviestinaseman vastaanottotaajuussyntesoija 125 synnyttää vastaanottimen kantoaallon mikroprosessorilta µ130 saatavien käskyjen mukaisesti. Asianmukainen radiokanava, jonka µ130 lukee tai laskee radiokanava/aikavälihyppelykaavan tai muunlaisen hyppelyinformaation mukaisesti, joka vastaanotetaan tukiasemalta joko ohjauskanavalla puhelunmuodostuksen aikana tai yhdellä liittyvistä ohjauskanavista kanavanvaihdon aikana.

Antenneista saatavat radiosignaalit vastaanotetaan vastaanottimella 126 matkaviestinasemassa ja erillisellä vastaanottimella 126' kullekin antennille tukiasemassa. Vastaanottimelta saatava radiotaajuinen kantoaalto demoduloidaan RF-demodulaattorissa 127', joka synnyttää välitaajuuden. IF-demodulaattorissa 128 välitaajuussignaali demoduloidaan, mikä palauttaa alkuperäisen pi/4-DQPSK-moduloidun digitaalisen informaation. Vastaanotetun signaalin voimakkuus mitataan signaalintasomittarilla 129 ja arvo lähetetään mikroprosessoriohjaimelle 130.

Symboli-ilmaisin 115 muuntaa vastaanotetun 2-bittisen symboliformaatin, joka saadaan korjaimelta 114, yksibittiseksi datavirraksi. Kahden purskeen lomituksen purkaja 116 rekonstruoi puheen/FACCH-datan, joka saadaan MOD-2-summaimelta 107, kokoamalla ja uudelleenjärjestämällä informaatio, joka saadaan kahdesta peräkkäisestä kehyksestä. SACCH-data, joka on levitetty 22 peräkkäisen kehyksen yli, kootaan uudelleen ja järjestellään uudelleen 22 purskeen lomituksen purkajassa 117.

Konvoluutiokoodattu data, joka saadaan lomituksen purkajalta, dekoodataan kanavadekooderilla 118, joka käyttää käänteistä koodausperiaatetta. Vastaanotetut syklisen

redundanssitarkistuksen, CRC, bitit tarkistetaan sen määrittämiseksi, onko virheitä tapahtunut. FACCH:n kanavadekooderi 118 lisäksi ilmaisee eron puhekanavan ja FACCH-informaation välillä ja ohjaa dekoodereita tämän mukaan.

Puhedekooderi 119 prosessoi vastaanotettua dataa puheekoodausalgoritmin VSELP mukaisesti ja synnyttää vastaanotetun puhesignaalin. Analogista signaalia parannetaan lopuksi suoritustekniikalla. FACCH-ilmaisin 120 ilmaisee sanomat nopealla liittyvällä ohjauskanavalla ja siirtää tämän informaation mikroprosessoriohjaimelle 130. Kanavanvaihdon aikana MS voi vastaanottaa seuraavassa yhteydessä tällä kanavalla käytettävien hyppelykuvioiden identiteetin.

Viestit hitaalla liittyvällä ohjauskanavalla ilmaistaan SACCH-ilmaisimella 121 ja tämä informaatio siirretään mikroprosessoriohjaimelle 130. Kanavanvaihdon aikana matkaviestinasema voi tällä kanavalla vastaanottaa seuraavassa yhteydessä käytettävien siirtokaavojen identiteetin.

Radiotukiaseman aktiivisuutta ja matkaviestinaseman liikennöintiä kontrolloi mikroprosessoriohjain 130' tukiasemassa. Päätökset tehdään vastaanotettujen sanomien ja tehtyjen mittausten perusteella. Kun hyppely on toteutettu, radiokanavan ja aikavälin kanavansiirtokaavojen yhdistelmien sekvenssi määritetään jokaiselle lähetyssuunnalle jokaiselle matkaviestinasemalle, jota palvellaan ja joka on mukana yhteydessä.

Matkaviestinaseman aktiivisuutta ja tukiaseman liikennöintiä kontrolloi matkaviestinaseman mikroprosessoriohjain 130, joka myös käsittelee päätteen näppäimistön/-näytön 131 syöttöä ja tulostusta. Päätökset tehdään vastaanotettujen sanomien ja tehtyjen mittausten mukaisesti. Kullekin aikavälille määritellään lähetin- ja vastaanotinradiokanavat vastaanotetun taajuushyppelyinformaation ja mikroprosessorin muistiin tallennetun informaation mukai-

sesti. Matkaviestinaseman näppäimistö/näyttö 131 suorittaa informaationvaihdon käyttäjän ja tukiaseman välillä.

Ohjauskanavan sanomageneraattori 132 synnyttää ohjauskanavan sanomat mikroprosessoriohjaimelta 130 vastaanotettujen ohjeiden mukaan. Ohjauskanavan sanomailmaisin 133 ilmaisee vastaanotetut ohjauskanavasanomat ja lähettää ne mikroprosessoriohjaimelle 130.

Aikakytkin 34 matkaviestinasemassa kytkee joko lähettimen tai vastaanottimen MS-antenniin. Tämä ajoitus on synkronoitu vastaanotto- ja lähetyssekvenssiin mikroprosessoriohjaimella 130.

Tiukkaa tehonsäätöalgoritmia voidaan käyttää pienentämään lähetystehoa radiokanavilla yhteyksissä, joissa matkaviestimet sijaitsevat lähellä tukiasemaa. Tällä tavoin näistä yhteyksistä muihin yhteyksiin tuleva häiriö myös pienenee, mikä puolestaan kasvattaa kapasiteettia. Puhtaasti kapasiteetin kannalta paras asia olisi pienentää lähetystehotaso minimiinsä. Kuitenkin lähetystehotason pienentämisen tulisi olla kompromissi pienentyneen signaalilaadun ja tuloksena saatavan kapasiteettikasvun välillä.

Tukiasema voi päättää pitääkö matkaviestimen alentaa tehoaan, mittaamalla niiden vastaanotettujen signaalien laatu, jotka liittyvät yhteyteen tämän matkaviestimen kanssa. Tällaiset laatumittaukset voivat olla signaalivoimakkuuden, C/I:n tai bittivirhesuhteen mittauksia. Tehdyt mittaukset voivat olla muunnettu tehonsäätökäskyksi useilla eri tavoilla. Yksi esimerkki voisi olla verrata yhtä näistä laatumittauksista haluttuun arvoon ja käskeä alentamaan matkaviestimen lähetystehoa, jos mitattu arvo on halutun arvon yläpuolella. Jos mitattu arvo on halutun arvon alapuolella, voidaan lähettää käsky, joka kasvattaa matkaviestimen lähetystehoa. Tehonsäätökäsky voidaan lähettää joko SACCH-kanavalla tai FACCH-kanavalla.

Tukiasemalta lähetettyjen signaalien laatumittausten täytyy perustua matkaviestimessä tehtyihin mittauk-

siin. On olemassa useita menetelmiä näiden mittausten hyödyntämiseksi tukiaseman tehonsäädössä. Yksi esimerkki on, että matkaviestin lähettää kaikki mittaukset suoraan, joko SACCH:lla tai FACCH:lla, tukiasemalle, joka puolestaan arvioi mittaukset ja säätää lähetystehoaan annettujen kriteerien mukaisesti. Toinen esimerkki on, että matkaviestin itse arvioi mittauksia ja lähettää pyynnön kasvattaa tai pienentää tukiaseman lähetystehoa. On luultavasti toivottavaa, että tukiasema joka tapauksessa tekee todelliset päätökset siitä, kasvatetaanko tukiaseman lähetystehotasoja vai ei.

Matkaviestinten tehonsäädön nopeuttamiseksi voi olla mahdollista antaa matkaviestinten ottaa aktiivisemman osan päätettäessä niiden omista lähetystehotasoista. Mittaamalla tukiasemalta vastaanotettujen signaalien laadun matkaviestin voi kyetä ennustamaan omien lähettämiensä signaalien laadun, kun ne vastaanotetaan tukiasemalla. Täten jos matkaviestin ilmaisee äkillisen parannuksen tai heikennyksen tukiasemalta lähetetyn signaalin laadusta, se voi itse päättää kasvattaa omaa lähetystehoaan. On kuitenkin tärkeää, että tukiasemalla on kyky tehdä nopea matkaviestimen lähetystehotason uudelleensäätö, jotta minimoidaan riski, että matkaviestin tahattomasti suorittaa dramaattisen tehotasonsa kasvattamisen tai pienentämisen.

Kun toteutetaan esillä olevan keksinnön mukaisia liikennöintimenetelmiä joissakin TDMA-matkaviestinjärjestelmissä, esim. GSM:n tai IS-54:n mukaisesti, normaalisti vain pienet korjaukset ovat tarpeen. Suuri osa puhelun muodostus-, puhelun lopetus- ja kanavanvaihtoproseduureista voivat olla samanlaisia kuin proseduurit perinteisessä TDMA-järjestelmässä. Muutamat korjaukset ovat tietenkin tarpeen. Puhelun muodostuksessa tai jo aikaisemmin muodostetun puhelun kanavanvaihdossa tukiasema tekniikan tason TDMA-järjestelmässä, jossa ei ole kanavahyppelyä, informoi matkaviestinasemaa kiinteästä radiokanavasta ja kiinteästä

aikavälistä, jota tullaan käyttämään muodostetulle puhelulle tai kanavanvaihdon kohteena olleelle puhelulle. Kun käytetään esillä olevan keksinnön mukaista kanavahyppelyä, tarvitaan muutamia muita menetelmiä lähettimen ja vastaanottimen synkronoimiseksi oikean radiokanavan oikeaan aikaväliin, jotta liikennöinti olisi mahdollista. Useimmat yhteydet ovat kaksisuuntaisia, esim. normaalit puhelinpuhelut ja tiedonsiirto. Sekä tuki- että matkaviestinasemien täytyy tämän vuoksi paitsi lähettää myös vastaanottaa radiosignaali oikean radiokanavan oikeassa aikavälissä. Normaalisti tukiasema tulee olemaan isäntä tässä prosessissa ja lähettämään radiokanava ja aikavälihyppelyinformaatio matkaviestinasemalle. TDMA-FG-järjestelmässä, jossa on kanavahyppely, hyppelyinformaatio lähetetään tällöin pelkän kiinteää aikaväliä kiinteällä radiokanavalla koskevan informaation sijasta.

Kun esillä oleva keksintö toteutetaan solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka on suunniteltu valinnaista kanavahyppelyä varten, esim. GSM, tarvitaan jopa vieläkin vähemmän muutoksia. Yksi perustavaa laatua oleva ero GSM-järjestelmän ja esillä olevan keksinnön mukaisen TDMA-järjestelmän välillä on se, että esillä olevan keksinnön mukaisessa järjestelmässä ei tarvita mitään taajuussuunnitelmaa. Kuitenkaan tämä perustavaa laatua oleva ero ei sulje pois sitä mahdollisuutta, että GSM:n mukaista menetelmää radiokanavan ja aikavälin määrittämiseksi voidaan myös käyttää esillä olevan keksinnön järjestelmässä vain muutamin korjauksin.

GSM:n satunnaisen taajuushyppelytilan mukaisesti matkaviestin ja tukiasema lähettävät purskeensa radiokanavien sekvenssin aikaväleissä, jotka asema johtaa algoritmista. Radiokanavan hyppelysekvenssit ovat ortogonaalisia yhden solun sisällä, mikä tarkoittaa, että saman solun liikennöintien välillä ei tapahdu mitään törmäyksiä. Radiokanavan hyppelysekvenssit ovat itsenäisiä solusta toi-

seen.

Hyppelysekvenssit synnytetään kolmesta eri parametrista riippuvaisesti:

a) Hypittävien radiokanavien ryhmä

b) Solunhyppelysiemen, joka mahdollistaa erilaiset sekvenssit vierekkäisissä tai naapurisoluissa

c) Indeksioffset solun eri yhteyksien erottamiseksi toisistaan, jotka käyttävät samaa hypittävien radiokanavien ryhmää

Täten GSM:n mukaisesti radiokanava- ja aikavälihyppelyinformaatio, joka lähetetään tukiasemalta matkaviestimelle, on taajuuksien, hyppelysiemenen ja indeksioffsetin ryhmä.

Jokaisessa tuki- ja matkaviestinasemassa on tallennettuna algoritmi. Sisääntulot tälle algoritmille ovat ryhmä numeroita ja siemen. Siemenestä riippuen algoritmi synnyttää sekvenssin numeroita, jotka on valittu numeroryhmästä. Ainoastaan numeroita tästä ryhmästä synnytetään. Erilaiset siemenet saavat algoritmin synnyttämään erilaisia sekvenssejä. Siemenestä riippumatta missä tahansa pitkässä sekvenssissä, jonka algoritmi synnyttää, mikä tahansa ryhmän numeroista ilmenee oleellisesti yhtä usein kuin jokin muu numero ryhmässä. Täten niiden kannalta, joille ei ole annettu tietoa siemenestä, numerot ryhmässä näyttävät esiintyvän satunnaisesti valitulla tavalla. Synnytetty sekvenssi toistaa itsensä jonkin ajan kuluttua. Sekvenssin pituus riippuu käytetystä algoritmista ja se voidaan tehdä pidemmäksi kuin puhelinpuhelun keskimääräinen kestoaika.

Matkaviestimet, joita sama solu (tukiasema) palvelee, vastaanottavat saman siemenen ja käytettäessä samaa algoritmia ne synnyttäisivät identtiset sekvenssit. Kuitenkin eri matkaviestimet, joita sama solu palvelee, vastaanottavat eri indeksioffsetin hyppelyinformaatiossaan tukiasemalta. Kukin matkaviestinasema lisää niiden yksilöllisen indeksioffsetin numeroon, joka algoritmilla syn-

nytetään, jolloin matkaviestinasemat saavat eri numeroita.

Olettaen, että ryhmä sisältää N radiokanavaa, joille annetaan yksilölliset numerot 0, 1, . .. N-1, µ130 antaa sisääntulona siemenen ja numeron N algoritmiin ja aloittaa algoritmin suorittamisen. Tällöin synnytetään numerosekvenssi, jossa yksikään numero ei ylitä N-1:tä. Kuhunkin numeroon, jonka algoritmi synnyttää, µ130 summaa indeksioffsetin modulo-N-periaatteella. Tällä summauksella saatu numero on seuraavan käytettävän radiokanavan numero.

Havainnollistavana esimerkkinä oletetaan, että ryhmä sisältää N=8 radiokanavaa, joille asema voi hypätä. Satunnaisgeneraattori voisi tällöin synnyttää sekvenssin 2,6,4,0,3,1,6,... tietylle hyppelysiemenelle. Voitaisiin saada seuraavat kahdeksan erilaista hyppelysekvenssiä kahdeksalle eri yhteydelle samassa solussa.

Indeksioffset	Hyppelykaava
0	2,6,4,0,3,1,6,..
1	3,7,5,1,4,2,7,..
2	4,0,6,2,5,3,0,..
3	5,1,7,3,6,4,1,..
4	6,2,0,4,7,5,2,..
5	7,3,1,5,0,6,3,..
6	0,4,2,6,1,7,4,..
7	1,5,3,7,2,0,5,..

Näiden kahdeksan sekvenssin vertailu osoittaa, että kaikkia radiokanavia käytetään samanaikaisesti mutta että mikään sekvenssi ei osu kohdakkain minkään muun sekvenssin kanssa, ts. mitkään kaksi matkaviestintä eivät hyppää samalle radiokanavalle samaan aikaan.

GSM:n mukaan tulisi olla taajuussuunnitelma. Radiokanavien ryhmä, joka lähetetään yhden solun palvelemalle matkaviestimelle, on tämän vuoksi erilainen kuin kaikki radiokanavien ryhmät, jotka lähetetään mille tahansa matkaviestimelle, jota palvelee viereinen solu tai muu solu

samassa soluryppäässä. Yksikään radiokanavista, joka sisältyy johonkin ryhmään, joka lähetetään yhden solun palvelemalle matkaviestinasemalle, ei sisälly mihinkään muuhun ryhmään, joka lähetetään jollekin matkaviestinasemalle, jota palvelee jokin muu solu samassa soluryppäässä.

Jos radiokanavat esillä olevan keksinnön mukaisessa TDMA-FH:ssa määritettäisiin samalla tavoin kuin GSM:ssä, käyttäen radiokanavaryhmiä, siementä, indeksioffsetia ja algoritmia, ainakin muutamat radiokanavista, jotka sisältyvät ryhmään, joka lähetetään yhdessä solussa olevalle matkaviestimelle, olisi myös sisällytetty ryhmään, joka lähetetään matkaviestimelle viereisessä solussa. Edullisesti pääosa, ellei kaikki radiokanavista, jotka sisältyvät mihin tahansa ryhmään, joka lähetetään mille tahansa matkaviestimelle yhdessä solussa, sisältyisi myös ryhmiin, jotka lähetetään matkaviestimille viereisissä soluissa.

Keksintö ei ole rajoitettu suoritusmuotoihin, joissa hyppelysekvenssien aikavälit ja radiokanavat määritetään GSM:n mukaisesti kanavaryhmällä, hyppelysiemenellä ja indeksioffsetilla. Kuitenkin keksinnön mukaisesti hyppelyn täytyy normaalisti täyttää ainakin seuraavat säännöt:

1) hyppelysekvenssit/kaavat yhteyksille, joissa on mukana matkaviestimiä samassa solussa, tai, hieman eri tavoin ilmaistuna, purskeiden, jotka lähetetään saman tukiaseman palvelemista matkaviestimistä, ei pidä osua kohdakkain saman radiokanavan samassa aikavälissä.

2) hyppelykaavojen/sekvenssien yhteyksille, joissa on mukana matkaviestimiä viereisissä soluissa, tai hieman eri tavoin ilmaistuna, matkaviestimille, joita viereiset tukiasemat palvelevat, saavat osua kohdakkain vain silloin tällöin ja niiden täytyy olla korreloimattomia tai niillä täytyy olla alhainen korrelaatio toistensa kanssa.

Järjestelmässä, joka on samanlainen kuin IS-54, hyppelyinformaatio voidaan lähettää tukiasemalta matkaviestinasemalle ohjauskanavalla puhelun muodostuksen aika-

na tai yhdellä liittyvistä ohjauskanavista, FACCH tai SACCH, kanavanvaihdon aikana. Useimmat yhteydet ovat kaksisuuntaisia, esim. normaalit puhelinpuhelut ja tiedonsiirto. Hyppelyinformaatio voi täten ilmaista molemmat radiokanava- ja aikavälikombinaatiot, joita käytetään tuki- ja matkaviestinasemien lähettämien radiosignaalien purskeiden sekvensseihin tarkoituksena välittää eteenpäin puhe tai muu yhteyteen liittyvä informaatio. Sen sijaan, että määriteltäisiin täydelliset sekvenssit, hyppelyinformaatio tukiasemalta voi olla kaikkiin tuki- ja matkaviestinasemiin tallennetun kaavan tai algoritmin tunnistusnumero tai -koodi. Hyppelyinformaatio tukiasemalta voi myös ilmoittaa missä kohdassa kaavaa matkaviestimen tulisi aloittaa, jos sen ei tulisi aloittaa kaavan alussa.

Algoritmilla tai kaavalla on normaalisti äärellinen pituus, ts. se sisältää tai synnyttää ainoastaan äärellisen määrän radiokanava/aikavälikombinaatioita. Normaalisti puhelu kestää niin kauan, että liikkuvalta asemalta lähetettyjen radiosignaalipurskeiden lukumäärä, puheluun liittyvän informaation välittämiseksi, ylittää kaavan pituuden. Kuitenkin tuki- tai matkaviestinasema voi käyttää hyppelyinformaatiota hyppelyyn syklisesti. Kun asema on lähettänyt purskeen radiokanavan ja aikavälin viimeisen kombinaation mukaisesti, joka on osoitettu kaavan lopussa tai synnytetty algoritmilla, matkaviestin lähettää seuraavan purskeensa radiokanavan ja aikavälin kombinaatiossa, joka on osoitettu ensimmäisenä kaavassa.

Erään suoritusmuodon mukaisesti matkaviestinasemien käyttämät kaavat solussa on synkronoitu solun tukiaseman toimesta ja ne ovat peruskaavan syklisiä permutaatioita. Esimerkkinä oletetaan, että yhteyksiä varten on käytettävissä 13 radiokanavaa. Neljä peruskaavasykliä neljää naapurisolua varten voivat siten olla seuraavat.

A': 1,4,7,10,13,3,6,9,12,2,5,8,11

B': 1,6,11,3,8,13,5,10,2,7,12,4,9

C': 1,8,2,9,3,10,4,11,5,12,6,13,7
D': 1,12,10,8,6,4,2,13,11,9,7,5,3

Ensimmäisessä solussa matkaviestin voi lähettää jonkin seuraavan synkronoidun syklisen kaavan A01' - A12' mukaan, jotka saadaan peruskaavasyklin A' syklisellä permutaatiolla.

A01' 1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;
A02' 2;5;8;.11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;
A03' 3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;
A04' 4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;
A05' 5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;
A06' 6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;
A07' 7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;
A08' 8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;
A09' 9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;
A10' 10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;
A11' 11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;
A12' 12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;
A13' 13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;13;3;6;9;12;2;5;8;11;1;4;7;10;

Toisessa solussa, joka on ensimmäisen solun vieressä, matkaviestin voi lähettää jonkin seuraavan synkronoidun syklisen kaavan B01' - B12' mukaisesti, jotka saadaan peruskaavasyklin B' syklisellä permutaatiolla.

B01' 1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;
B02' 2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;
B03' 3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;
B04' 4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;
B05' 5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;
B06' 6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;
B07' 7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;
B08' 8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;
B09' 9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;
B10' 10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;
B11' 11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;
B12' 12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;
B13' 13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;13;5;10;2;7;12;4;9;1;6;11;3;8;

Kolmannessa solussa, joka on ensimmäisen solun vieressä, matkaviestin voi lähettää jonkin seuraavan synkronoidun syklisen kaavan C01' - C12' mukaisesti, joka saadaan peruskaavasyklin C' syklisellä permutaatiolla.

C01' 1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;
C02' 2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;
C03' 3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;
C04' 4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;
C05' 5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;
C06' 6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;
C07' 7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;
C08' 8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;
C09' 9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;
C10' 10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;
C11' 11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;
C12' 12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;
C13' 13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;13;7;1;8;2;9;3;10;4;11;5;12;6;

Neljännessä solussa, joka on ensimmäisen solun vieressä, matkaviestin voi lähettää jonkin seuraavan synkronoidun syklisen kaavan D01' - D12' mukaisesti, joka saadaan peruskaavasyklin D' syklisellä permutaatiolla.

D01' 1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;
D02' 2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;
D03' 3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;
D04' 4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;
D05' 5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;
D06' 6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;
D07' 7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;
D08' 8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;
D09' 9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;
D10' 10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;
D11' 11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;
D12' 12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;
D13' 13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;13;11;9;7;5;3;1;12;10;8;6;4;2;

Kaavojen A01' - D13' tutkiminen paljastaa, että mitkä tahansa kaksi kaavaa vierekkäisissä soluissa osuvat

kohdakkain kerran mutta eivät useampia kertoja kaavan yhden syklin aikana. Oletettaessa, että kanavalla on kehyksessä m aikaväliä, m matkaviestintä ensimmäisessä solussa voi käyttää samaa kaavaa, esim. A07', ilman minkäänlaista kohdakkain osumista purskeiden kanssa, jotka lähetetään muista matkaviestimistä samassa solussa, olettaen, että ne lähettävät eri aikaväleissä. Täten jopa maksimissaan 13 x m matkaviestintä ensimmäisessä solussa voi lähettää kaavojen A01' - A13' mukaisesti ilman samakanavahäiriötä muilta matkaviestimiltä samassa solussa. Koska ensimmäisessä solussa oli käytettävissä 13 radiokanavaa, tämä maksimimäärä on yhtä suuri kuin solun kaikilla radiokanavilla käytettävissä olevien aikavälien kokonaismäärä. Selvästikin sama on totta toiselle, kolmannelle ja neljännelle solulle.

Nämä peruskaavat voi olla annettu 3-soluisille ryppäille tai 4-soluisille ryppäille tavalla, joka on samanlainen kuin taajuussuunnitelma, jotta pienennetään samakanavahäiriötä eri solujen matkaviestimistä. Kuitenkin on olemassa sisäinen periaatteellinen ero annettaessa peruskaavoja, kuten A' - D', ja annettaessa radiokanavia soluryhmille kiinteän taajuussuunnitelman mukaan. Kun annetaan keksinnön mukaisia kaavoja, kukin solu on yhä oikeutettu käyttämään jokaista radiokanavaa yhteyksiä varten. Täten kun annetaan tällaiset kaavat, minkään solun suurinta yhteydenkäsittelykapasiteettia ei ole rajoitettu verrattuna tilanteeseen, jossa mitään kaavoja ei anneta. Kaavoja käytettäessä, ja kun tukiasemalla solussa on riittävästi lähetinvastaanottimia, solu voi itse asiassa käsitellä niin monta samanlaista yhteyttä kuin on aikavälien kokonaismäärä kaikilla käytettävissä olevilla radiokanavilla eikä ole olemassa minkäänlaista samakanavahäiriötä saman solun matkaviestimistä. Oikeiden kaavojen käyttö merkitsee, että kaikki samakanavahäiriö tulee viereisistä soluista ja ympäröivistä etäisemmistä soluista, jolloin solun yhteydenkäsittelykapasiteetti tulee riippuvaiseksi samanaikaisten yhteyksien määrästä viereisissä ja muissa etäisemmissä

ympäröivissä soluissa. Kaavojen käyttäminen tarkoittaa, että mitkä tahansa kaksi matkaviestintä vierekkäisissä soluissa voivat aiheuttaa samakanavahäiriötä toisilleen ainoastaan lähetettyjen purskeiden pienen vähemmistön aikana. Tämä on etu tietyissä tilanteissa, esim. kun matkaviestimen tehonsäätö ei ole riittävän hyvä. Minkä tahansa kahden kaavan A01'- D13' vertailu paljastaa, että mitkä tahansa kaksi kaavaa eri soluille, esim. A03' ja C07', omaavat alhaisen korrelaation toisiinsa nähden, mutta millä tahansa kahdella saman solun kaavalla, esim. B02' ja B06', on suuri korrelaatio toisiinsa nähden.

Järjestelmän suoritusmuodossa, jota on havainnollistettu kuvioissa 2, 8 ja 9, EIA/TIA IS-54-standardien mukaisesti, ohjauskanavat ovat analogisia ja tuki- ja matkaviestinasemat eivät lähetä purskeita aikaväleissä ohjauskanavilla TDMA-periaatteen mukaisesti. EIA/TIA IS-54 mukaisen järjestelmän tulevaisuuden kehityksessä ohjauskanavat voisivat tulla myös digitaalisiksi kanaviksi, jotka on jaettu aikaväleihin, joissa tuki- ja matkaviestinasemat lähettävät purskeita, mahdollisesti kanavansiirtokaavojen mukaan.

Kuvio 10 havainnollistaa kuinka laatu voi heikentyä TDMA-järjestelmässä, joka on ilman kiinteätaajuussuunnitelmaa ja toteutettu keksinnön menetelmien mukaisesti, verrattuna CDMA-järjestelmään, kun järjestelmän palvelemien tilaajien lukumäärää kasvatetaan. Käyrät perustuvat kahden tällaisen järjestelmän simulaatioihin samanlaisissa olosuhteissa. Kuten nähdään, laadun oletetaan heikkenevän hitaammin keksinnön mukaisessa TDMA-järjestelmässä, mikä havainnollistaa, että "pehmeämpi" kapasiteetti voidaan saavuttaa tällaisessa TDMA-järjestelmässä kuin CDMA-järjestelmässä.

Syy siihen, että TDMA-FH, jossa on keksinnön mukaiset kommunikointimenetelmät, suoriutuu paremmin järjestelmän ylikuormittuessa, on se, että samaan tukiasemaan kytketyt kanavat ovat erotetut ajassa/taajuudessa, kun taas

CDMA-järjestelmissä ne häiritsevät toisiaan. Lisätilaajan lisääminen tällaiseen TDMA-järjestelmään ei kasvata minkään muun samaan tukiasemaan kytketyn tilaajan häiriöitä. Ainoastaan tilaajat, jotka on kytketty ympäröiviin tukiasemiin, kärsivät kasvaneesta häiriötasosta. Koska lisätilaajien tuottama häiriö pienenee tiehäviöinä naapurisoluihin mentäessä, toteutuva samakanavahäiriön kasvu näissä soluissa tulee olemaan pieni.

CDMA-järjestelmissä yksi lisätilaaja heikentää laatua kaikkien järjestelmän tilaajien osalta. Erityisesti yksi lisätilaaja CDMA-järjestelmässä aiheuttaa häiriötason kasvun omassa solussaan, jossa etenemistiehäviö on normaalisti pieni verrattuna etenemistiehäviöön naapurisoluihin.

Yllä oleva ilmiö selittää myös miksi TDMA-järjestelmä tuottaa maantieteellisesti joustavamman radioresurssien jaon kuin CDMA-järjestelmä, kun kapasiteettihuippu vaaditaan yhdessä tai useammassa solussa.

Kuviot 11 ja 12 esittävät kuinka kytkennänkäsittelykapasiteetti kullakin tietyistä soluista, esim. moottoritie ruuhka-aikana, voidaan kasvattaa ympäröivissä soluissa tapahtuvan kapasiteetin pienenemisen kustannuksella. Kuviot perustuvat keksinnön mukaisen TDMA-järjestelmän ja CDMA-järjestelmän simulaatioihin samanlaisissa olosuhteissa. Kuten nähdään kuviossa 11, CDMA-järjestelmä voi kasvattaa kapasiteettia 120 % solulinjalla, kaikkien ympäröivien solujen kapasiteettia pienennetään 30 %. Esillä olevan keksinnön mukaisessa järjestelmässä kapasiteettia voidaan kasvattaa 200 % solulinjalla jos ympäröivien solujen kapasiteettia pienennetään 65 %, kuten kuvio 12 havainnollistaa.

Vaikka keksintö on selitetty TDMA-solukkomatkaviestinjärjestelmän tiettyjen suoritusmuotojen yhteydessä, keksintöä ei ole rajoitettu järjestelmien näihin suoritusmuotoihin, vaan keksinnön mukaisia menetelmiä voidaan toteuttaa muissa solukkomatkaviestinjärjestelmissä keksinnön suojapiirin sisällä.

Patenttivaatimukset

1. Solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka sisältää ensimmäisen ja toisen vierekkäisen solun ja useita TDMA-radiokanavia, menetelmä sellaisten radiosignaalien lähettämiseksi, jotka liittyvät yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheina:

lähetetään kullekin useista matkaviestinasemista, jota ensimmäinen solu tai toinen solu palvelee, sellaisen yhteyden muodostuksen tai kanavanvaihdon aikana, jossa on mukana matkaviestinasema, radiokanava- ja aikavälihyppelyinformaatiota, joka liittyy yhteyteen, jossa matkaviestinasema on mukana, tämän hyppelyinformaation mahdollistaessa matkaviestinaseman määrittää yhdistelmäsekvenssin, jossa kukin yhdistelmä sisältää TDMA-radiokanavan ja aikavälin sillä radiokanavalla, jota tullaan käyttämään lähetykseen matkaviestinasemalta, hyppelyinformaation, joka lähetetään ensimmäisen solun palvelemille eri matkaviestimille, saadessa ensimmäisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään yhden TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien ei-kohdakkain osuvia sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille eri matkaviestimille, saadessa toisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään yhden TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien ei-kohdakkain osuvia sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään ensimmäisen solun palvelemille matkaviestimille, ja hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille matkaviestimille, saadessa eri solujen palvelemat matkaviestimet määrittämään sellaisia yhdistelmäsekvenssejä, jotka sisältävät useita yhteisiä radiokanavia, hyppelyinformaation saadessa minkä tahansa sekvenssin, jonka määrittää ensimmäisen solun palvelema matkaviestin, omaamaan alhaisen korrelaation

minkä tahansa sekvenssin kanssa, jonka määrittää toisen solun palvelema matkaviestin, ja pääosan sekvensseistä, jotka määrittää toisen solun palvelema matkaviestin, olemaan vapaa kohdakkain osumisesta minkä tahansa ensimmäisen solun palveleman matkaviestinaseman määrittämän sekvenssin pääosasta; ja

lähetetään miltä tahansa matkaviestinasemalta, jolla on tarve lähettää informaatiota yhteyteen liittyen, radiosignaalipurskeita, jotka ovat jakautuneet useiden radiokanavien aikaväleihin sellaisen sekvenssin mukaisesti, joka on määritetty vastaanotetusta hyppelyinformaatiosta, jolloin kukin purske, joka lähetetään miltä tahansa matkaviestinasemalta, on rajoitettu yhteen aikaväliin ja erotettu ajallisesti seuraavasta purskeesta, joka lähetetään samalta matkaviestinasemalta ja joka liittyy samaan yhteyteen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekvenssi, jota mikä tahansa matkaviestin ensimmäisessä solussa käyttää, sisältää enemmän kuin puolet eri TDMA-radiokanavien kokonaismäärästä, joka on TDMA-järjestelmän mainitun ensimmäisen solun ja sen viereisten solujen käytettävissä yhteyksiin liittyvien radiosignaalien lähettämiseksi matkaviestimiltä.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pääosa radiokanavista, jotka sisältyvät mihin tahansa sekvenssiin, jota mikä tahansa matkaviestinasema käyttää ensimmäisessä solussa, sisältyvät myös sekvenssiin, jota käyttää matkaviestinasema toisessa solussa.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheet:

estimoidaan tukiasemalla signaalitasot signaaleille, jotka vastaanotetaan tukiaseman palvelemilta matkaviestinasemilta;

verrataan liikkuvalta asemalta vastaanotettujen

signaalien estimoituja signaalitasoja ja haluttua signaalitasoa; ja

säädetään tukiasemalta tukiaseman palvelemien matkaviestinasemien lähtötehoja tarkoituksena pienentää estimoitujen signaalitasojen ja halutun signaalitason välisiä eroja.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheet:

estimoidaan tukiasemalla signaalin laatu signaaleille, jotka on vastaanotettu tukiaseman palvelemilta matkaviestinasemilta;

verrataan matkaviestinasemalta vastaanotettujen signaalien estimoitua signaalilaatua ja haluttua signaalilaatua; ja

säädetään tukiasemalta tukiaseman palvelemien matkaviestinten lähtötehoja tarkoituksena pienentää estimoitujen signaalilaatujen ja halutun signaalilaadun välisiä eroja.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheet:

estimoidaan liikkuvilla asemilla signaalitaso signaaleille, jotka on vastaanotettu matkaviestinasemaa palvelemalta tukiasemalta;

verrataan liikkuvilla asemilla palvelevalta tukiasemalta vastaanotettujen signaalien estimoituja signaalitasoja ja haluttua signaalitasoa; ja

pienennetään matkaviestinasemilla matkaviestinaseman lähettimen lähtötehoa vasteena sille, että estimoitu signaalitaso nopeasti kasvaa halutun signaalitason yläpuolelle.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheet:

estimoidaan tukiasemalla palvelluilta matkaviestinasemilta vastaanotettujen signaalien C/I;

verrataan palvelluilta matkaviestinasemilta vas-

taanotettujen signaalien estimoitua C/I ja haluttua C/I;

määritetään onko toinen yhteys, jossa tietty matkaviestinasema on mukana ensimmäisessä solussa, toivottu yhteydenmuodostus- tai kanavanvaihtotarkoituksessa;

tarkistetaan onko olemassa toinen mahdollinen radiokanava-aikavälihyppelysekvenssi, joka on saatavilla ensimmäisestä solusta ja joka ei osu kohdakkain millään radiokanavalla minkään muun hyppelysekvenssin kanssa, joka on jo käytössä ensimmäisessä solussa; ja

jos muu yhteys tietylle matkaviestimelle ensimmäisessä solussa on haluttu ja on olemassa hyppelysekvenssi, joka ei osu kohdakkain, muodostetaan haluttu yhteys ja käytetään tätä hyppelysekvenssiä ensimmäisessä solussa vain jos tietyiltä matkaviestinasemilta, jotka ovat mukana yhteyksissä, vastaanotettujen signaalien estimoitu C/I sopii yhteen halutun tason kanssa.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tietyt matkaviestinasemat sisältävät kaikki ensimmäisen solun matkaviestinasemat, jotka ovat mukana yhteydessä.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitut tietyt matkaviestinasemat sisältävät kaikki matkaviestinasemat, jotka ovat mukana yhteydessä toisessa solussa.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että samanaikaisten yhteyksien keskimääräinen lukumäärä puhelua kohti rajoitetaan oleellisesti pienemmäksi kuin aikavälien kokonaismäärän keskiarvo kaikilla radiokanavilla, jotka ovat käytettävissä yhteyksiä varten solussa.

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että samanaikaisten yhteyksien keskimääräinen lukumäärä solua kohti on rajoitettu 20 % tai pienempään aikavälien kokonaismäärän keskiarvosta kaikilla radiokanavilla, jotka ovat käytettävissä solussa

yhteyksiä varten.

12. Solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka sisältää ensimmäisen ja toisen vierekkäisen solun ja useita TDMA-radiokanavia, menetelmä sellaisten radiosignaalien lähettämiseksi, jotka liittyvät yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheina:

lähetetään kullekin useista matkaviestinasemista, joita ensimmäinen solu tai toinen solu palvelee, sellaisen yhteydenmuodostuksen tai kanavanvaihdon aikana, jossa on mukana matkaviestinasema, radiokanava- ja aikavälihyppelyinformaatiota, joka liittyy tähän yhteyteen, jossa matkaviestinasema on mukana, tämän hyppelyinformaation mahdollistaessa matkaviestinaseman määrittää yhdistelmien sekvenssin, jossa kukin yhdistelmä sisältää TDMA-radiokanavan ja aikavälin tällä radiokanavalla käytettäväksi matkaviestinasemalta tapahtuvaa lähetystä varten, hyppelyinformaation, joka lähetetään eri matkaviestimille, joita ensimmäinen solu palvelee, saadessa ensimmäisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään ei-kohdakkain osuvia yhden näistä TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille eri matkaviestimille, saadessa toisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään ei-kohdakkain osuvia yhden näistä TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään ensimmäisen solun palvelemille matkaviestimille, ja hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille matkaviestimille, saadessa eri solujen palvelemat matkaviestimet määrittämään sellaisten yhdistelmien sekvenssejä, jotka sisältävät useita yhteisiä radiokanavia mutta pääosa toisen solun palveleman yhden matkaviestinaseman määrittämästä sekvenssistä ei osu kohdakkain minkään ensimmäisen solun palveleman matkaviestinase-

man määrittämän sekvenssin pääosan kanssa, hyppelyinformaation mahdollistaessa kahden sekvenssin, jotka määrittää kaksi saman solun palvelemaa matkaviestintä, sisältää vastaavat aikavälit radiokanavan peräkkäisissä kehyksissä; ja

lähetetään miltä tahansa matkaviestinasemalta, jolla on tarve lähettää yhteyteen liittyvää informaatiota, radiosignaalipurskeita jaettuna useiden radiokanavien aikaväleihin vastaanotetuista hyppelyinformaatiosta määritetyn sekvenssin mukaisesti, kunkin purskeen, joka lähetetään miltä tahansa matkaviestimeltä, ollessa rajoitettu yhteen aikaväliin ja erotettu ajallisesti seuraavasta purskeesta, jonka sama matkaviestinasema lähettää ja joka liittyy samaan yhteyteen.

13. Solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka sisältää ensimmäisen ja toisen vierekkäisen solun ja useita TDMA-radiokanavia, menetelmä sellaisten radiosignaalien lähettämiseksi, jotka liittyvät yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheina:

lähetetään kullekin useista matkaviestinasemista, joita ensimmäinen tai toinen solu palvelee, sellaisen yhteyden muodostuksen tai kanavanvaihdon aikana, jossa on mukana matkaviestinasema, radiokanava- ja aikavälihyppelyinformaatiota, joka liittyy yhteyteen, jossa matkaviestinasema on mukana, hyppelyinformaation mahdollistaessa matkaviestinaseman määrittää yhdistelmien sekvenssin, jossa kukin yhdistelmä sisältää TDMA-radiokanavan ja tällä radiokanavan olevan aikavälin käytettäväksi matkaviestinasemalta tapahtuvaan lähetykseen, hyppelyinformaation, joka lähetetään ensimmäisen solun palvelemille eri matkaviestimille, saadessa ensimmäisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään ei-kohdakkain osuvia yhden näistä TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille eri matkavies-

timille, saadessa toisen solun palvelemat eri matkaviestimet määrittämään ei-kohdakkain osuvia yhden näistä TDMA-radiokanavista ja tällä radiokanavalla olevan aikavälin yhdistelmien sekvenssejä, hyppelyinformaation, joka lähetetään ensimmäisen solun palvelemille matkaviestimille, ja hyppelyinformaation, joka lähetetään toisen solun palvelemille matkaviestimille, saadessa eri solujen palvelemat matkaviestimet määrittämään yhdistelmien sekvenssejä, jotka sisältävät useita yhteisiä radiokanavia, hyppelyinformaation salliessa ensimmäisen solun palveleman matkaviestimen määrittämän sekvenssin ja toisen solun palveleman matkaviestimen määrittämän sekvenssin sisältää saman radiokanavan saman kehyksen aikana, hyppelyinformaation saadessa toisen solun palveleman yhden matkaviestimen määrittämän sekvenssin pääosan olemaan ei-kohdakkain osuva ensimmäisen solun palveleman minkä tahansa matkaviestinaseman määrittämän sekvenssin pääosan kanssa; ja

lähetetään miltä tahansa matkaviestinasemalta, jolla on tarve lähettää informaatiota yhteyteen liittyen, radiosignaalipurskeita jaettuna useiden radiokanavien aikaväleihin vastaanotetusta hyppelyinformaatiosta määritellyn sekvenssin mukaisesti, kunkin purskeen, joka lähetetään joltakin matkaviestinasemalta ollessa rajoitettu yhteen aikaväliin ja erotettu ajallisesti seuraavasta purskeesta, joka lähetetään samalta matkaviestinasemalta ja joka liittyy samaan yhteyteen.

14. Solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka sisältää ensimmäisen ja toisen vierekkäisen solun ja useita TDMA-radiokanavia, joista kukin on jaettu aikaväleihin, jotka on ryhmitetty kehyksiin, menetelmä sellaisten radiosignaalien lähettämiseksi, jotka liittyvät yhteyksiin, jossa on mukana matkaviestinasemia, t u n n e t t u siitä, että se käsittää vaiheina:

lähetetään kultakin useista matkaviestinasemista, jotka liittyvät yhteyksiin, radiosignaalipurskeita jaettu-

na useille radiokanaville radiokanava-aikavälihyppelykaavan mukaisesti, kunkin purskeen, joka lähetetään joltakin matkaviestinasemista, ollessa rajoitettu yhteen aikaväliin ja erotettu ajallisesti seuraavasta purskeesta, joka lähetetään samalta matkaviestinasemalta ja joka liittyy samaan yhteyteen, kaikkien hyppelykaavojen, joita matkaviestimet käyttävät ensimmäisessä solussa, ollessa ei-kohdakkain osuvia millä tahansa radiokanavalla minkä tahansa muun hyppelykaavan kanssa, jota käytetään lähetykseen matkaviestinasemalla ensimmäisessä solussa, kaikkien hyppelykaavojen, joita matkaviestimet käyttävät toisessa solussa, ollessa ei-kohdakkain osuvia millä tahansa radiokanavalla minkä tahansa muun hyppelykaavan kanssa, jota jokin matkaviestinasema käyttää toisessa solussa, yhden hyppelykaavoista, joita matkaviestinasemat käyttävät toisessa solussa, osuessa kohdakkain jollakin radiokanavalla ainakin yhden hyppelykaavan kanssa, jota käyttää matkaviestinasema ensimmäisessä solussa, ja pääosan jokaisesta hyppelykaavasta, joita matkaviestinasema käyttää toisessa solussa, ollessa ei-kohdakkain osuva millä tahansa radiokanavalla minkä tahansa hyppelykaavan pääosan kanssa, jota matkaviestinasema käyttää ensimmäisessä solussa.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jokainen hyppelykaava, jota matkaviestin käyttää ensimmäisessä solussa, sisältää useita radiokanavia, jotka on sisällytetty hyppelykaavaan, jota matkaviestin käyttää toisessa solussa.

16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jokainen hyppelykaava, jota ensimmäisen solun palvelema matkaviestin käyttää, sisältää enemmän kuin puolet niiden eri TDMA-radiokanavien kokonaismäärästä, jotka ovat mainitun ensimmäisen solun ja toisen sekä minkä tahansa muun solun, joka on ensimmäisen solun vieressä TDMA-järjestelmässä, sellaisten radiosignaalien lähetykseen matkaviestimiltä, jotka liittyvät yh-

teyksiin.

17. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pääosa radiokanavista, jotka sisältyvät ensimmäisen solun palveleman matkaviestinaseman käyttämään hyppelykaavaan, sisältyvät myös toisen solun palveleman matkaviestinaseman käyttämään hyppelykaavaan.

18. Patenttivaatimuksen 12 tai 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mikä tahansa kanavahyppelysekvenssi, jota matkaviestinasema käyttää ensimmäisessä solussa, on alhainen korrelaatio minkä tahansa kanavahyppelysekvenssin kanssa, jota jokin matkaviestinasema käyttää toisessa solussa.

19. Patenttivaatimuksen 12, 13 tai 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

estimoidaan signaalihäiriösuhde signaaleille, jotka ensimmäisen tai toisen solun palvelemat matkaviestinasemat vastaanottavat;

verrataan matkaviestinasemien estimoitua signaalihäiriösuhdetta ja halutta signaalihäiriösuhdetta;

säädetään asemien lähtötehoa tarkoituksena pienentää eri matkaviestinasemien signaalihäiriösuhteen ja halutun suhteen välisiä eroja.

20. Patenttivaatimuksen 12, 13 tai 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

estimoidaan tukiasemilla signaalihäiriösuhde signaaleille, jotka vastaanotetaan matkaviestinasemilta ensimmäisessä ja toisessa solussa;

verrataan matkaviestinasemilta vastaanotettujen signaalien estimoitua signaalihäiriösuhdetta ja haluttua signaalihäiriösuhdetta;

määritetään onko muu yhteys, jossa on mukana tietty ensimmäisen solun palvelema matkaviestinasema, haluttu yhteyden muodostuksen tai kanavanvaihdon kannalta;

tarkistetaan onko ensimmäisessä solussa saatavilla toinen mahdollinen matkaviestinasema kanavahyppelykaava, joka ei osu kohdakkain kaikilla radiokanavilla kaikkien muiden matkaviestimien kanavahyppelykaavojen kanssa, jotka ovat jo käytössä ensimmäisessä solussa; ja

jos toinen yhteys tietylle matkaviestimelle ensimmäisessä solussa on haluttu ja on olemassa mahdollinen matkaviestimen hyppelykaava, joka ei mene kohdakkain, muodostetaan haluttu yhteys ja käytetään tätä mahdollista matkaviestimen kanavahyppelykaavaa ensimmäisessä solussa vain jos estimoitu signaalihäiriösuhde signaaleille, jotka vastaanotetaan tietyiltä matkaviestinasemilta, jotka ovat mukana yhteyksissä, on yhtä suuri tai suurempi kuin tämä haluttu suhde.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitut tietyt matkaviestinasemat sisältävät kaikki matkaviestinasemat ensimmäisessä solussa, jotka ovat mukana yhteydessä.

22. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitut tietyt matkaviestinasemat sisältävät kaikki matkaviestinasemat, jotka ovat mukana yhteydessä toisessa solussa.

23. Patenttivaatimuksen 1, 12, 13 tai 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

tarkistetaan matkaviestinasemilla, jotka ovat mukana ensimmäisen tai toisen solun palvelemissa yhteyksissä, onko olemassa tarve matkaviestinasemalta tapahtuvalle informaation lähetykselle, joka liittyy yhteyteen; ja

lähetetään matkaviestinasemilta, jotka ovat mukana ensimmäisen tai toisen solun palvelemissa yhteyksissä, signaalipurske vain kun on tarve sellaisen informaation lähettämiseen, joka liittyy yhteyteen.

24. Patenttivaatimuksen 1, 12, 13 tai 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaikkien radiosig-

naalipurskeiden, jotka lähetetään joltakin matkaviestinasemalta ja jotka liittyvät tiettyyn yhteyteen, kestoaikojen summa on pienempi kuin yksi kolmasosa purskeiden kestoaikojen ja purskeiden välissä olevien taukojen kestoaikojen summasta.

25. Solukkotyyppisessä TDMA-matkaviestinjärjestelmässä, joka sisältää ensimmäisen ja toisen vierekkäisen solun ja useita TDMA-radiokanavia, joista kukin on jaettu aikaväleihin, jotka on ryhmitetty kehyksiin, menetelmä sellaisten radiosignaalien lähettämiseksi, jotka liittyvät yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia, t u n n e t t u siitä, että se käsittää vaiheina:

lähetetään kultakin ensimmäiseltä ja toiselta tukiasemalta, joka palvelee matkaviestinasemia ensimmäisessä ja toisessa solussa, ensimmäisessä ja toisessa solussa oleville matkaviestinasemille radiosignaalipurskeita, jotka on jaettu useille radiokanaville kanavahyppelysekvenssien mukaisesti ja jotka liittyvät yhteyksiin, joissa on mukana matkaviestinasemia näissä soluissa, kunkin purskeen, joka lähetetään ensimmäiseltä tai toiselta tukiasemalta ja joka liittyy yhteyteen, ollessa rajoitettu yhteen aikaväliin ja erotettu ajallisesti seuraavasta purskeesta, joka lähetetään samalta tukiasemalta ja joka liittyy samaan yhteyteen, kaikkien hyppelysekvenssien, joita ensimmäinen tukiasema käyttää lähetykseen palvelluille matkaviestinasemille ollessa ei-kohdakkain osuva millä tahansa kanavalla minkä tahansa muun hyppelysekvenssin kanssa, jota käytetään lähetykseen ensimmäiseltä tukiasemalta palvelluille matkaviestinasemille, kaikkien hyppelysekvenssien, joita toinen tukiasema käyttää matkaviestinten palveluun ollessa ei-kohdakkain osuva millä tahansa radiokanavalla minkä tahansa muun hyppelysekvenssin kanssa, jota toinen tukiasema käyttää matkaviestinten palveluun, yhden hyppelysekvensseistä, joita toinen tukiasema käyttää lähetykseen toisen tukiaseman palvelemille matkaviestinasemil-

le, osuessa kohdakkain samalla radiokanavalla ainakin yhden taajuushyppelysekvenssin kanssa, jota käytetään lähetykseen ensimmäiseltä tukiasemalta ensimmäisen tukiaseman palvelemalle matkaviestinasemalle; ja

että pääosa jokaisesta hyppelysekvenssistä, jota käytetään lähetykseen ensimmäiseltä tukiasemalta ensimmäisen tukiaseman palvelemille matkaviestinasemille, ollessa ei-kohdakkain osuva minkä tahansa tietyn taajuushyppelysekvenssin pääosan kanssa, jota käytetään lähetykseen toiselta tukiasemalta toisen tukiaseman palvelemille matkaviestinasemille.

26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että samanaikaisten yhteyksien keskimääräinen lukumäärä solua kohti on rajoitettu olemaan oleellisesti pienempi kuin aikavälien kokonaislukumäärän keskiarvo kaikilla radiokanavilla, jotka ovat käytettävissä yhteyksiä varten solussa.

27. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että samanaikaisten yhteyksien keskimääräinen lukumäärä solua kohti on rajoitettu 20 % tai vähempään aikavälien kokonaislukumäärän keskiarvosta kaikilla radiokanavilla, jotka ovat käytettävissä solussa yhteyksiä varten.

28. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

mitataan signaalitaso signaaleille, jotka matkaviestinasemat vastaanottavat;

raportoidaan mitatut signaalitasot matkaviestinasemilta tukiasemille;

verrataan matkaviestinasemien mitattua signaalitasoa ja haluttua signaalitasoa; ja

säädetään tukiasemien lähtötehoa tarkoituksena pienentää eri matkaviestinasemilla estimoitujen signaalitasojen ja halutun signaalitason väliset erot.

29. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä,

t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

mitataan signaalilaatu signaaleille, jotka matkaviestinasemat vastaanottavat;

raportoidaan mitattu signaalien laatu matkaviestinasemilta palvelemalle tukiasemalle;

verrataan raportoitua laatua ja haluttua signaalin laatua; ja

säädetään tukiasemien lähtötehoa tarkoituksena pienentää eri matkaviestinasemien signaalin laadun ja halutun signaalin laadun väliset erot.

30. Patenttivaatimuksen 25 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheina:

tarkistetaan tukiasemilla, jotka palvelevat matkaviestinasemia, jotka ovat mukana yhteyksissä ensimmäisessä tai toisessa solussa, onko olemassa tarve sellaisen informaation lähettämiseen tukiasemalta, joka liittyy yhteyteen; ja

lähetetään tukiasemilta palvelluille matkaviestinasemille, jotka ovat mukana yhteyksissä ensimmäisessä tai toisessa solussa, radiosignaalipurskeita, jotka liittyvät yhteyteen, vain kun on olemassa tarve yhteyteen liittyvän informaation lähettämiseen.

Lyhyt katsaus vaadittuun asiaan

1 TDMA-FH ilman samakanavahäiriötä solun sisällä ja alhaisella korrelaatiolla vierekkäisten solujen kaavoille

2 1 + ainakin puolet käytettävissä olevista kanavista kussakin sekvenssissä

3 1 + pääosa käytettävissä olevista kanavista kussakin sekvenssissä

4 1 + selvempi erotus viitteessä selostetusta CDMA:sta

5 1 + tukiasema säätää matkaviestimen lähtötehoa

6 1 + tukiasema säätää matkaviestimen lähtötehoa

7 1 + matkaviestin säätää lähtötehoaan

8 1 + C/I-rajoitettu yhteyksien lukumäärä solussa

9 8 + C/I:n rajoittama matkaviestinten lukumäärä samassa solussa

10 8 + C/I:n rajoittama matkaviestinten lukumäärä viereisessä solussa

11 1 + DTX

12 1 + murto-osakuormitus

13 1 + enimmillään 20 % murto-osakuormitus

14 TDMA-FH ilman matkaviestimen samakanavahäiriötä solun sisällä, mutta kaksi saman solun palvelemaa matkaviestintä käyttää vastaavia aikavälejä radiokanavan peräkkäisissä kehyksissä

15 TDMA-FH ilman matkaviestimen samakanavahäiriötä solun sisällä ja kaksi vierekkäisten solujen palvelemaa matkaviestintä voi käyttää samaa radiokanavaa saman kehyksen aikana

16 TDMA-FH ilman matkaviestimen samakanavahäiriötä solun sisällä mutta matkaviestimen samakanavahäiriöllä viereisestä solusta

17 16 + useita yhteisiä radiokanavia vierekkäisissä soluissa

18 16 + ainakin puolet käytettävissä olevista kanavista kussakin sekvenssissä (jfr 2)

19 16 + pääosa käytettävissä olevista kanavista kussakin sekvenssissä (jfr 3)

20 16 + eri solujen sekvensseillä on alhainen korrelaatio

21 16 + tehonsäätö (jfr 7)

22 16 + C/I-rajoitettu yhteyksien lukumäärä solussa (jfr 8)

23 22 + C/I:n rajoittama matkaviestinten lukumäärä samassa solussa (jfr 9)

24 22 + C/I:n rajoittama matkaviestinten lukumäärä viereisessä solussa (jfr 10)

25 16 + matkaviestinaseman DTX

26 16 + selvempi ero viitteessä selostetusta CDMA:sta

27 TDMA-FH ilman tukiaseman samakanavahäiriötä solun sisällä mutta tukiaseman samakanavahäiriöllä viereisestä solusta

28 27 + murto-osakuormitus

29 27 + maksimissaan 20 % murto-osakuormitus

30 27 + tukiaseman lähtötehon säätö

31 27 + tukiaseman lähtötehon säätö

32 27 + tukiaseman DTX

Patentkrav

1. Förfarande för sändning av radiosignaler, som hör till förbindelser där mobilstationer finns med, i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ, som innehåller en första och en andra cell bredvid varandra och flera TDMA-radiokanaler, k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg:

till envar av flera mobilstationer, som betjänas av den första eller den andra cellen, sändes vid kontaktskapande eller kanalbyte där mobilstationen är med, radiokanals- och tidsintervallhoppningsinformation som hör till en förbindelse där mobilstationen är med, varvid denna hoppningsinformation gör det möjligt för mobilstationen att bestämma en sekvens av kombinationer, där varje kombination innehåller en TDMA-radiokanal och ett tidsintervall på den radiokanal som kommer att användas för sändning från mobilstationen, hoppnings-informationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen får de olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen att bestämma ickesammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppningsinformationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de olika mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen att bestämma ickesammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppningsinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den första cellen och hoppningsinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de mobiltelefoner som betjänas av de olika cellerna att bestämma sådana sekvenser av kombinationer som innehåller flera gemensamma radiokanaler, varvid hoppningsinformationen får vilken som helst av de sekvenser, som bestäms av en mobilte-

lefon som betjänas av den första cellen, att erhålla låg korrelation med vilken som helst av de sekvenser, som bestäms av en mobiltelefon som betjänas av den andra cellen, och huvuddelen av de sekvenser, som bestäms av en mobiltelefon som betjänas av den andra cellen, att vara fri från sammanträffande med huvuddelen av de sekvenser, som bestäms av en mobiltelefon som betjänas av den första cellen; och

från vilken mobilstation som helst, som är i behov av att sända information hörande till förbindelsen, sändes radiosignalskurar, som är fördelade på flera radiokanalers tidsintervaller enligt en sekvens som är bestämd av den mottagna hoppningsinformationen, varvid varje skur som sändes från vilken mobilstation som helst är begränsat till ett tidsintervall och avskilt i tid från följande skur som sänds från samma mobilstation och som hör till samma förbindelse.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att sekvensen som används av vilken mobiltelefon som helst i den första cellen innehåller mer än hälften av det totala antalet av olika TDMA-radiokanaler som kan användas av TDMA-systemets nämnda första cell och av cellerna bredvid den för att från mobiltelefoner sända radiosignaler hörande till förbindelser.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att huvuddelen av de radiokanaler, som ingår i vilken sekvens som helst som används av vilken mobilstation som helst i den fösta cellen, även ingår i en sekvens som används av en mobilstation i den andra cellen.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på basstationen estimeras signalnivåerna för signaler som mottages från mobilstationer som betjänas av basstationen;

de estimerade signalnivåerna för signalerna som

mottagits från mobilstationen jämförs med en önskad signalnivå; och

från basstationen justeras uteffekterna för mobilstationer som betjänas av basstationen för att minska skillnaderna mellan de estimerade signalnivåerna och den önskade signalnivån.

5. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på basstationen estimeras signalkvaliteten för signaler som mottages från mobilstationer som betjänas av basstationen;

de estimerade signalkvaliteterna för signalerna som mottagits från mobilstationen jämförs med en önskad signalkvalitet; och

från basstationen justeras uteffekterna för mobilstationer som betjänas av basstationen för att minska skillnaderna mellan de estimerade signalkvaliteterna och den önskade signalkvaliteten.

6. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på mobilstationerna estimeras signalnivåerna för signaler som mottages från basstationen som betjänar mobilstationen;

på mobilstationerna jämförs de estimerade signalnivåerna för signalerna som mottagits från den betjänande basstationen med en önskad signalnivå; och

på mobilstationerna minskas uteffekten för mobilstationens sändare som ett svar på det att den estimerade signalnivån snabbt växer över den önskade signalnivån.

7. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på basstationen estimeras C/I för signaler som mottagits från betjänade mobilstationer;

estimerat C/I för signalerna som mottagits från betjänade mobilstationer jämförs med ett önskat C/I;

bestämmes om en annan förbindelse med en bestämd mobilstation i den första cellen är önskad för skapande av förbindelse eller byte av kanal;

kontrolleras om det finns en annan möjlig radiokanalstidsintervallhoppningssekvens tillgänglig i den första cellen, som inte sammanträffar på någon radiokanal med någon annan sekvens som redan används i den första cellen; och

om en annan förbindelse till en bestämd mobilstation i den första cellen är önskad och det finns en icke-sammanträffande sekvens, skapas den önskade förbindelsen och används denna sekvens i den första cellen endast om det estimerade C/I för signaler som mottagits från bestämda mobilstationer som är med i förbindelserna passar ihop med en önskad nivå.

8. Förfarande enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a t av, att vissa mobilstationer innehåller alla mobilstationer i den första cellen, som är med i en förbindelse.

9. Förfarande enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a t av, att nämnda vissa mobilstationer innehåller alla mobilstationer, som är med i en förbindelse i den andra cellen.

10. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att medeltalet för de simultana förbindelsernas antal per cell är begränsat till väsentligt mindre än medeltalet för tidsintervallernas totalantal på alla radiokanaler, som är tillgängliga för förbindelser i en cell.

11. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av, att medeltalet för de simultana förbindelsernas antal per cell är begränsat till 20 % eller mindre av medeltalet för tidsintervallernas totalantal på alla radiokanaler, som är tillgängliga i en cell för förbindelser.

12. Förfarande för sändning av radiosignaler, som hör till förbindelser där mobilstationer finns med, i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ, som innehåller en första och en andra cell bredvid varandra och flera TDMA-radiokanaler, k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg:

till envar av flera mobilstationer, som betjänas av den första eller den andra cellen, sändes vid kontaktskapande eller kanalbyte där mobilstationen är med radiokanals- och tidsintervallinformation, som hör till denna förbindelse där mobilstationen är med, varvid denna hoppinformation gör det möjligt för mobilstationen att bestämma en sekvens av kombinationer där varje kombination innehåller en TDMA-radiokanal och ett tidsintervall på den radiokanal som kommer att användas för sändning från mobilstationen, hoppinformationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen får de olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen att bestämma ickesammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppinformationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de olika mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen att bestämma ickesammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den första cellen och hoppinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de mobiltelefoner som betjänas av de olika cellerna att bestämma sådana sekvenser av kombinationer som innehåller flera gemensamma radiokanaler men huvuddelen av den sekvens som bestäms av en mobilstation som betjänas av den andra cellen fås att inte sammanträffa med huvuddelen av den sekvens som bestäms av någon av de mobilstationer som betjänas av den första cellen, varvid hoppinformationen

gör det möjligt för två sekvenser, som bestäms av två mobiltelefoner som betjänas av samma cell, att innehålla motsvarande tidsintervaller i successiva ramar på en radiokanal; och

från vilken mobilstation som helst, som är i behov av att sända information hörande till förbindelsen, sändes radiosignalskurar, som är fördelade på flera radiokanalers tidsintervaller enligt en sekvens som är bestämd av den mottagna hoppinformationen, varvid varje sådan skur, som sänds från vilken mobiltelefon som helst, är begränsat till ett tidsintervall och avskilt i tid från följande skur som sänds från samma mobilstation och som hör till samma förbindelse.

13. Förfarande för sändning av radiosignaler, som hör till förbindelser där mobilstationer finns med, i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ, som innehåller en första och en andra cell bredvid varandra och flera TDMA-radiokanaler, k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg:

till envar av flera mobilstationer, som betjänas av den första eller den andra cellen, sändes vid kontaktskapande eller kanalbyte där mobilstationen är med radiokanals- eller tidsintervallinformation, som hör till en förbindelse där mobilstationen är med, varvid denna hoppinformation gör det möjligt för mobilstationen att bestämma en sekvens av kombinationer där varje kombination innehåller en TDMA-radiokanal och ett tidsintervall på den radiokanal som kommer att användas för sändning från mobilstationen, hoppinformationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen får de olika mobiltelefoner som betjänas av den första cellen att bestämma ickesammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppinformationen som sänds till olika mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de olika mobil-

telefoner som betjänas av den andra cellen att bestämma icke-sammanträffande sekvenser av kombinationer av en av TDMA-radiokanalerna och ett tidsintervall på denna radiokanal, hoppinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den första cellen och hoppinformationen som sänds till mobiltelefoner som betjänas av den andra cellen får de mobiltelefoner som betjänas av de olika cellerna att bestämma sådana sekvenser av kombinationer som innehåller flera gemensamma radiokanaler, varvid hoppinformationen gör det möjligt för en sekvens, som bestäms av en mobiltelefon som betjänas av den första cellen och en sekvens, som bestäms av en mobiltelefon som betjänas av den andra cellen, att innehålla samma radiokanal inom samma ram, varvid hoppinformationen får huvuddelen av den sekvens, som bestäms av en mobilstation som betjänas av den andra cellen, att inte sammanträffa med huvuddelen av den sekvens, som bestäms av någon mobilstation som betjänas av den första cellen; och

från vilken mobilstation som helst, som är i behov av att sända information hörande till förbindelsen, sändes radiosignalskurar, som är fördelade på flera radiokanalers tidsintervaller enligt en sekvens som är bestämd av den mottagna hoppinformationen, varvid varje sådan skur, som sänds från vilken mobiltelefon som helst, är begränsat till ett tidsintervall och avskilt i tid från följande skur som sänds från samma mobilstation och som hör till samma förbindelse.

14. Förfarande för sändning av radiosignaler, som hör till förbindelser där mobilstationer finns med, i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ, som innehåller en första och en andra cell bredvid varandra och flera TDMA-radiokanaler, som var och en är indelade i tidsintervaller grupperade i ramar, k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg:

från envar av flera mobilstationer, som är med i

förbindelser, sändes radiosignalskurar fördelade på flera radiokanaler enligt ett radiokanaltidsintervallschema, varvid varje skur, som sänds från någon av mobilstationerna, är begränsat till ett tidsintervall och avskilt i tid från följande skur som sänds från samma mobilstation och som hör till samma förbindelse, varvid alla scheman som används av mobiltelefonerna i den första cellen är ickesammanträffande på vilken radiokanal som helst med vilket annat schema som helst, som används för sändning från en mobilstation i den första cellen, alla scheman som används av mobiltelefonerna i den andra cellen är ickesammanträffande på vilken radiokanal som helst med vilket annat schema som helst, som används av någon mobilstation i den andra cellen, ett av de -scheman som används av mobiltelefonerna i den andra cellen sammanträffar på någon radiokanal med åtminstone ett schema, som används av en mobilstation i den första cellen, och huvuddelen av varje schema som används av en mobilstation i den andra cellen är ickesammanträffande på vilken radiokanal som helst med huvuddelen av vilket -schema som helst, som används av en mobilstation i den första cellen.

15. Förfarande enligt patentkrav 14, k ä n n e t e c k n a t av, att varje schema som en mobiltelefon använder i den första cellen innehåller flera radiokanaler, som ingår i ett schema som en mobiltelefon använder i den andra cellen.

16. Förfarande enligt patentkrav 14, k ä n n e t e c k n a t av, att varje schema som används av en mobiltelefon som betjänas av den första cellen innehåller mer än hälften av totalantalet för de olika TDMA-radiokanaler, som är tillgängliga för nämnda första cell och för den andra och vilken annan cell som helst, som ligger bredvid den första cellen i TDMA-systemet, för sändning från mobiltelefoner av sådana radiosignaler som hör till förbindelser.

17. Förfarande enligt patentkrav 14, k ä n n e t e c k n a t av, att huvuddelen av de radiokanaler som ingår i ett schema, som används av en mobilstation som betjänas av den första cellen, även ingår i ett schema, som används av en mobilstation som betjänas av den andra cellen.

18. Förfarande enligt patentkrav 12 eller 13, k ä n n e t e c k n a t av, att vilken kanalsekvens som helst som en mobilstation använder i den första cellen har låg korrelation med vilken kanalsekvens som helst som någon mobilstation använder i den andra cellen.

19. Förfarande enligt patentkrav 12, 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

signalstörförhållandet estimeras för signaler, som mottages av mobilstationer som betjänas av den första eller den andra cellen;

mobilstationernas estimerade signalstörförhållande jämförs med ett önskat signalstörförhållande;

stationernas uteffekt justeras för att minska skillnaderna mellan de olika stationernas signalstörförhållande och ett önskat förhållande.

20. Förfarande enligt patentkrav 12, 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på basstationerna estimeras signalstörförhållandet för signaler, som mottages från mobilstationer i den första och den andra cellen;

det estimerade signalstörförhållandet för signalerna, som mottages från mobilstationerna, jämförs med ett önskat signalstörförhållande;

bestämmes om en annan förbindelse med en bestämd mobilstation, som betjänas av den första cellen, är önskad för skapande av förbindelse eller byte av kanal;

kontrolleras om det finns ett annat möjligt mobil-

stationskanalschema tillgängligt i den första cellen, som inte sammanträffar på någon radiokanal med något annat mobiltelefonskanalsschema, som redan används i den första cellen; och

om en annan förbindelse till en bestämd mobiltelefon i den första cellen är önskad och det finns ett möjligt icke-sammanträffande mobiltelefonsschema, skapas den önskade förbindelsen och används detta möjliga mobiltelefonskanalschema i den första cellen endast om det estimerade signalstörförhållandet för signaler, som mottagits från bestämda mobilstationer som är med i förbindelserna, är lika stort som eller större än det önskade förhållandet.

21. Förfarande enligt patentkrav 20, k ä n n e t e c k n a t av, att nämnda bestämda mobilstationer innehåller alla mobilstationer i den första cellen, vilka är med i en förbindelse.

22. Förfarande enligt patentkrav 20, k ä n n e t e c k n a t av, att nämnda bestämda mobilstationer innehåller alla mobilstationer, som är med i en förbindelse i den andra cellen.

23. Förfarande enligt patentkrav 1, 12, 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

vid mobilstationerna som är med i förbindelser som betjänas av den första eller den andra cellen kontrolleras, om det finns behov av att från mobilstationen sända information, som hör till förbindelsen; och

från mobilstationerna som är med i förbindelser som betjänas av den första eller den andra cellen sändes en signalskur endast då det finns behov att sända sådan information, som hör till förbindelsen.

24. Förfarande enligt patentkrav 1, 12, 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a t av, att summan av varaktigheterna för alla radiosignalskurar, som sändes från någon

mobilstation och som hör till en bestämd förbindelse, är mindre än en tredjedel av summan av varaktigheterna för skuren och varaktigheterna för pauserna mellan skurarna.

25. Förfarande för sändning av radiosignaler, som hör till förbindelser där mobilstationer finns med, i ett TDMA-mobiltelefonsystem av cellulär typ, som innehåller en första och en andra cell bredvid varandra och flera TDMA-radiokanaler, som var och en är indelade i tidsintervaller grupperade i ramar, k ä n n e t e c k n a t av, att förfarandet omfattar följande steg:

från varje första och andra basstation, som betjänar mobilstationer i den första och den andra cellen, sändes till mobilstationerna i den första och den andra cellen radiosignalskurar, som är fördelade på flera radiokanaler enligt kanalsekvenser och som hör till förbindelser med mobilstationer i dessa celler, varvid varje skur, som sänds från den första eller den andra basstationen och som hör till förbindelsen, är begränsad till ett tidsintervall och avskild i tid från följande skur som sänds från samma basstation och som hör till samma förbindelse, alla sekvenser, som används av den första basstationen för sändning till mobilstationer, som den betjänar, är icke-sammanträffande på vilken kanal som helst med vilken annan sekvens som helst, som används för sändning från den första basstationen till mobilstationer, som den betjänar, alla -sekvenser, som används av den andra basstationen för betjäning av mobiltelefoner, är ickesammanträffande på vilken radiokanal som helst med vilken annan sekvens som helst, som används av den andra basstationen för betjäning av mobiltelefoner, en av de sekvenser, som används av den andra basstationen för sändning till mobilstationer, som betjänas av den andra basstationen, sammanträffar på samma radiokanal med åtminstone en frekvenshoppningssekvens, som används för sändning från den första basstationen till en mobilstation, som betjänas av den första basstationen, och

huvuddelen av varje sekvens, som används för sändning från den första basstationen till en mobilstation, som betjänas av den första basstationen, är ickesammanträffande med huvuddelen av vilken bestämd frekvenshoppningssekvens som helst, som används för sändning från den andra basstationen till en mobilstation, som betjänas av den andra basstationen.

26. Förfarande enligt patentkrav 25, k ä n n e t e c k n a t av, att medeltalet för de simultana förbindelsernas antal per cell är begränsat till väsentligt mindre än medeltalet för tidsintervallernas totalantal på alla radiokanaler, som är tillgängliga i en cell för förbindelser.

27. Förfarande enligt patentkrav 25, k ä n n e t e c k n a t av, att medeltalet för de simultana förbindelsernas antal per cell är begränsat till 20 % eller mindre av medeltalet för tidsintervallernas totalantal på alla radiokanaler, som är tillgängliga i en cell för förbindelser.

28. Förfarande enligt patentkrav 25, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

signalnivån uppmätes för signaler, som mottages av mobilstationer;

de uppmätta signalnivåerna rapporteras från mobilstationerna till basstationerna;

mobilstationernas uppmätta signalnivå jämförs med en önskad signalnivå; och

basstationernas uteffekt justeras för att minska skillnaderna mellan signalnivåerna, som är estimerade på olika mobilstationer, och en önskad signalnivå.

29. Förfarande enligt patentkrav 25, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

signalkvaliteten uppmätes för signaler, som mottages av mobilstationer;

den uppmätta signalkvaliteten rapporteras från

mobilstationerna till basstationerna;

den uppmätta kvaliteten jämförs med en önskad signalkvalitet; och

basstationernas uteffekt justeras för att minska skillnaderna mellan signalkvaliteten på olika mobilstationer och en önskad signalkvalitet.

30. Förfarande enligt patentkrav 25, k ä n n e t e c k n a t av, att det omfattar följande tilläggssteg:

på basstationerna som betjänar mobilstationer som är med i förbindelser i den första eller den andra cellen kontrolleras, om det finns behov av att från mobilstationen sända information, som hör till en förbindelse; och

från basstationerna sändes till betjänade mobilstationer, som är med i förbindelser i den första eller den andra cellen, radiosignalskurar endast då det finns behov för sändning av information, som hör till förbindelsen.

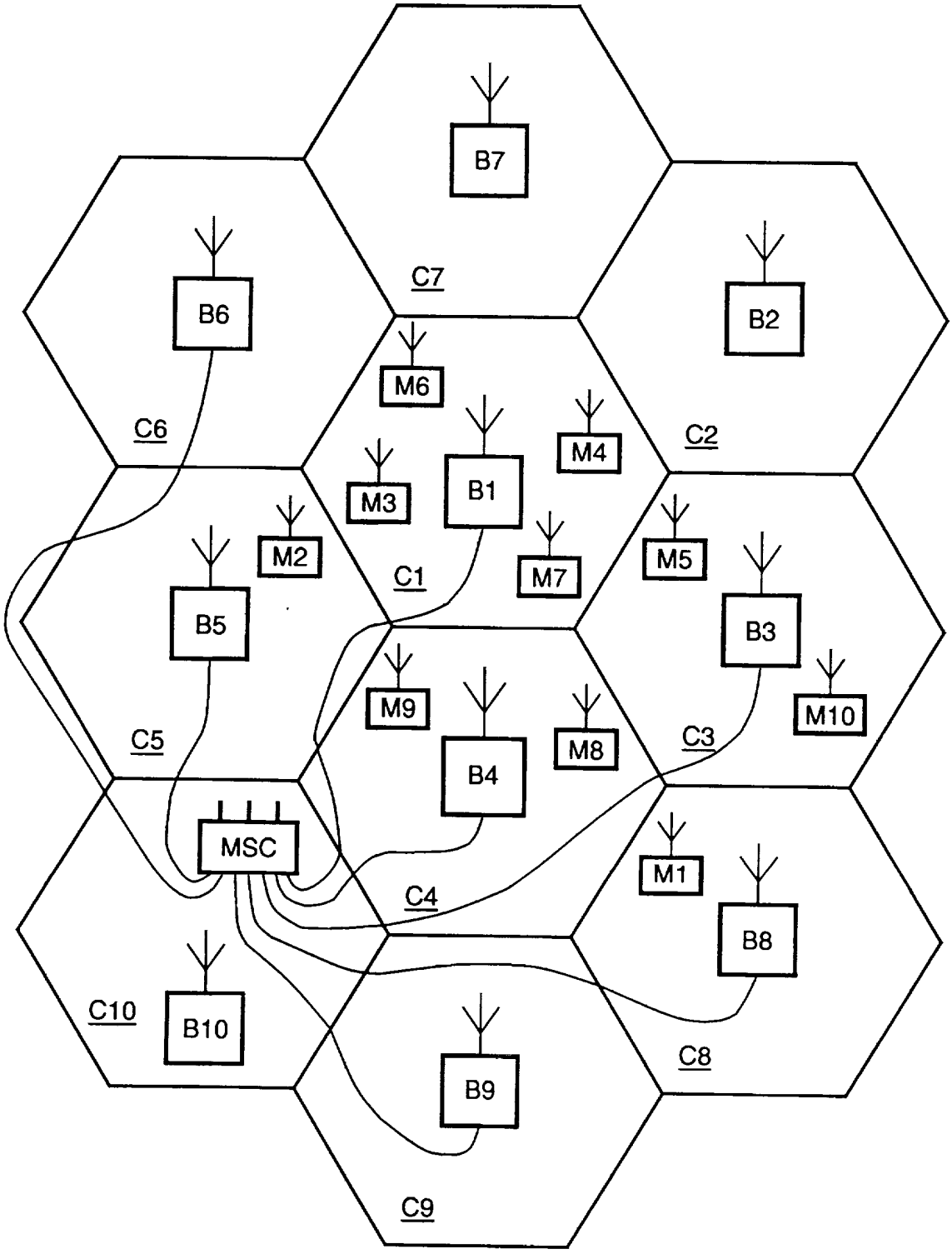

B7
B6
C7
B2
M6
C6
M4
C2
M3
B1
M2
M5
C1
M7
B5
B3
M9
M10
C5
M8
C3
B4
MSC
M1
C4
B8
C10
B10
B9
C8
C9

Fig. 1

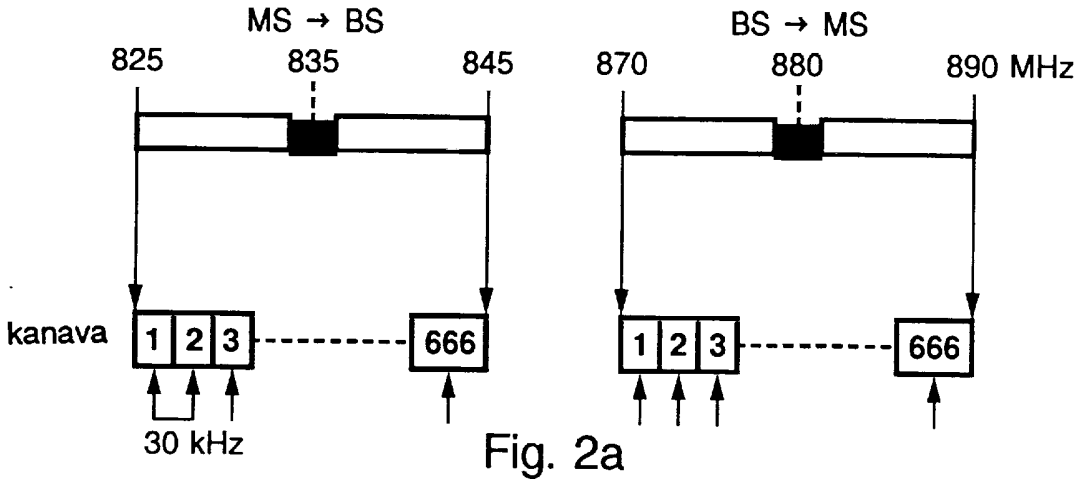


Fig. 2a



Fig. 2b

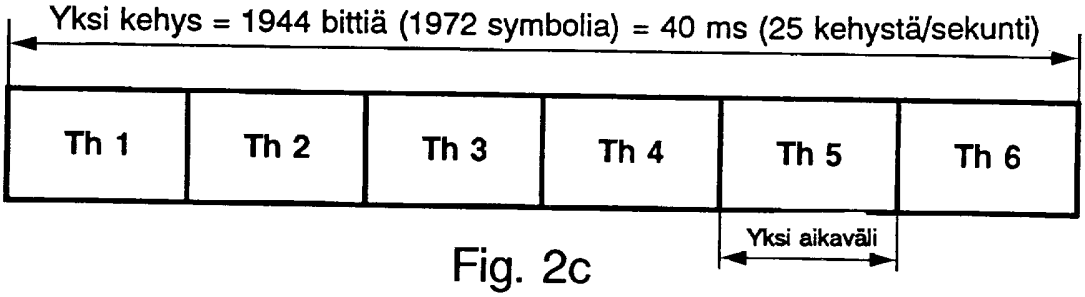
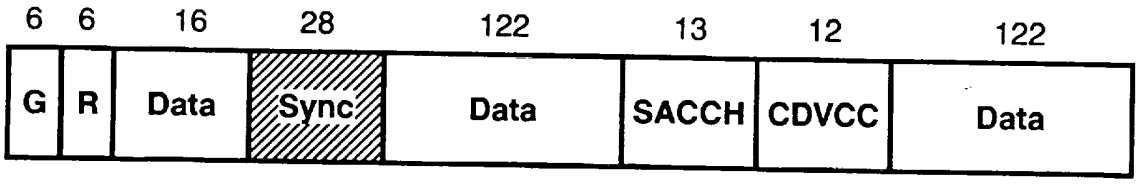
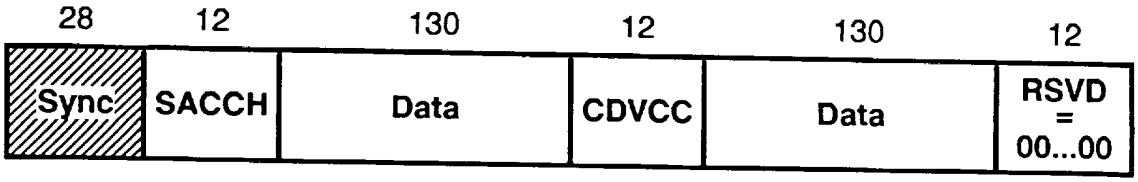


Fig. 2c



Aikaväliformaatti matkaviestimeltä tukiasemalle (liikennekanava)

Fig. 2d



Aikaväliformaatti tukiasemalta matkaviestimelle (liikennekanava)

Fig. 2e

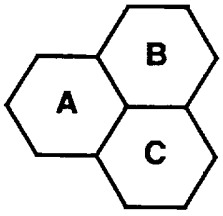


Fig. 3a

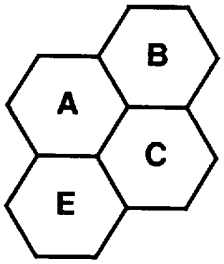


Fig. 3b

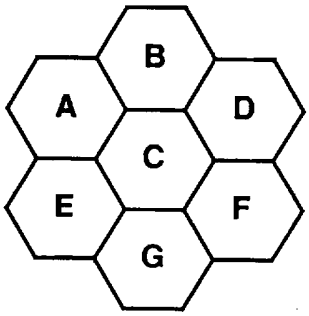


Fig. 3c

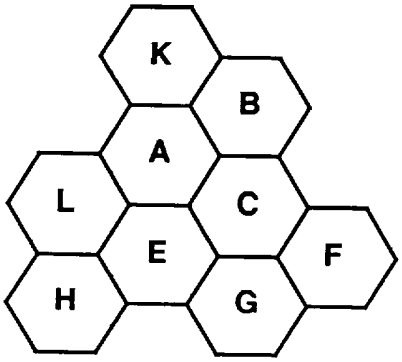


Fig. 3d

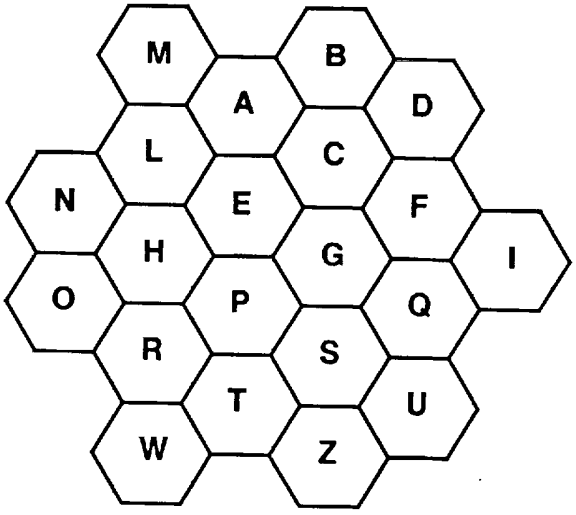


Fig. 3e

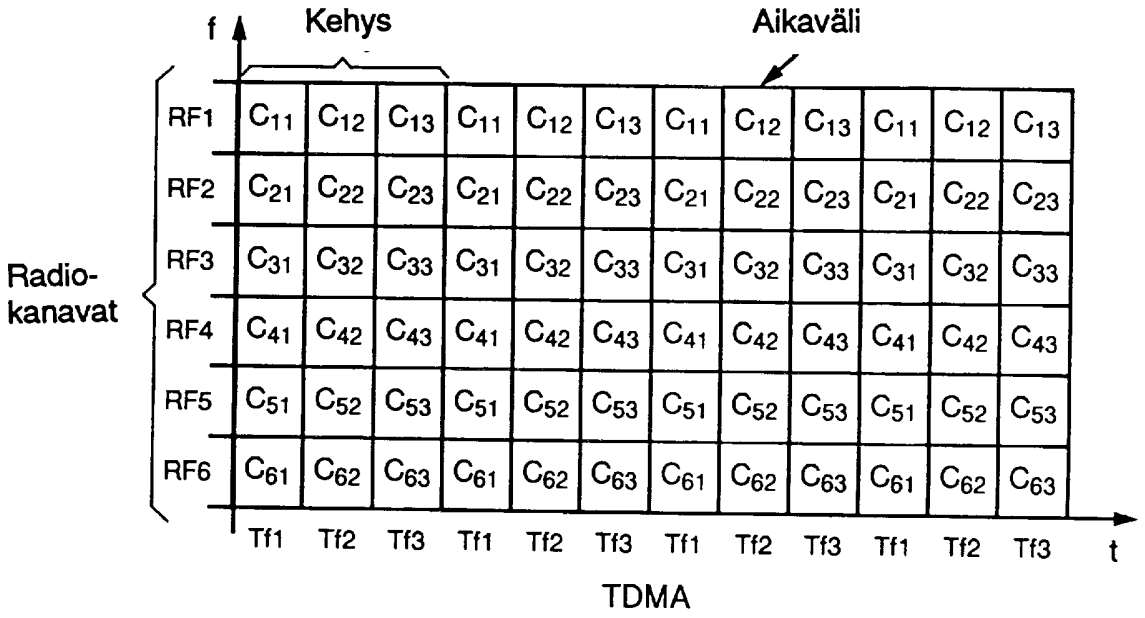

f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C11 C12 C13 C11 C12 C13 C11 C12 C13 C11 C12 C13
RF2 C21 C22 C23 C21 C22 C23 C21 C22 C23 C21 C22 C23
RF3 C31 C32 C33 C31 C32 C33 C31 C32 C33 C31 C32 C33
RF4 C41 C42 C43 C41 C42 C43 C41 C42 C43 C41 C42 C43
RF5 C51 C52 C53 C51 C52 C53 C51 C52 C53 C51 C52 C53
RF6 C61 C62 C63 C61 C62 C63 C61 C62 C63 C61 C62 C63
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
TDMA

Fig. 4a

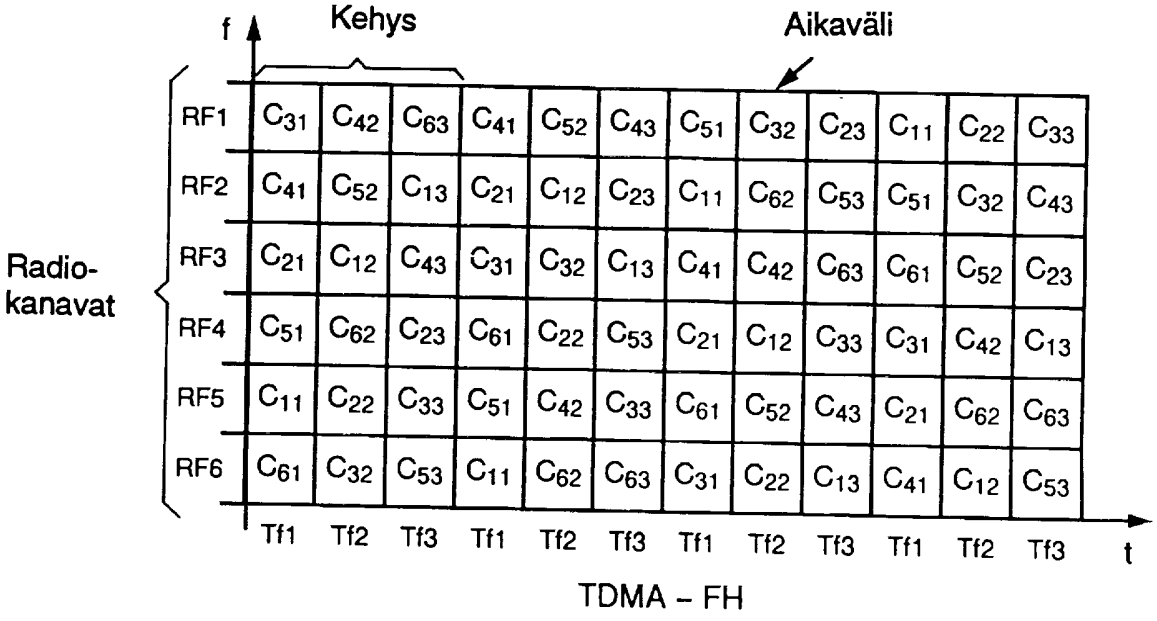

f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C31 C42 C63 C41 C52 C43 C51 C32 C23 C11 C22 C33
RF2 C41 C52 C13 C21 C12 C23 C11 C62 C53 C51 C32 C43
RF3 C21 C12 C43 C31 C32 C13 C41 C42 C63 C61 C52 C23
RF4 C51 C62 C23 C61 C22 C53 C21 C12 C33 C31 C42 C13
RF5 C11 C22 C33 C51 C42 C33 C61 C52 C43 C21 C62 C63
RF6 C61 C32 C53 C11 C62 C63 C31 C22 C13 C41 C12 C53
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
TDMA – FH

Fig. 4b

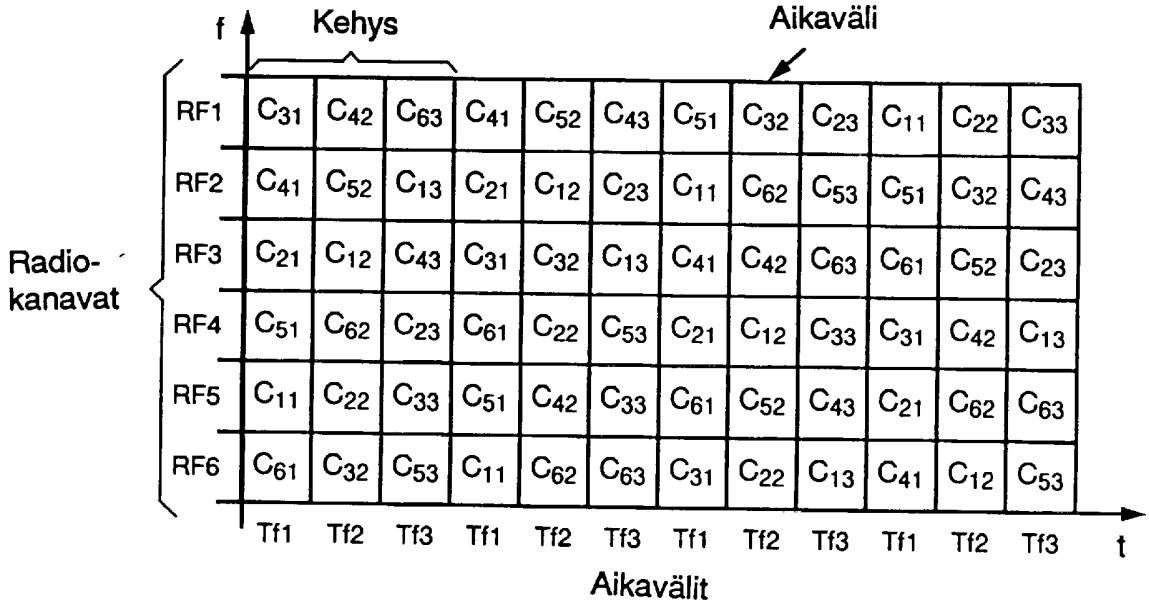

f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C31 C42 C63 C41 C52 C43 C51 C32 C23 C11 C22 C33
RF2 C41 C52 C13 C21 C12 C23 C11 C62 C53 C51 C32 C43
RF3 C21 C12 C43 C31 C32 C13 C41 C42 C63 C61 C52 C23
RF4 C51 C62 C23 C61 C22 C53 C21 C12 C33 C31 C42 C13
RF5 C11 C22 C33 C51 C42 C33 C61 C52 C43 C21 C62 C63
RF6 C61 C32 C53 C11 C62 C63 C31 C22 C13 C41 C12 C53
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
Aikavälit

Fig. 5a

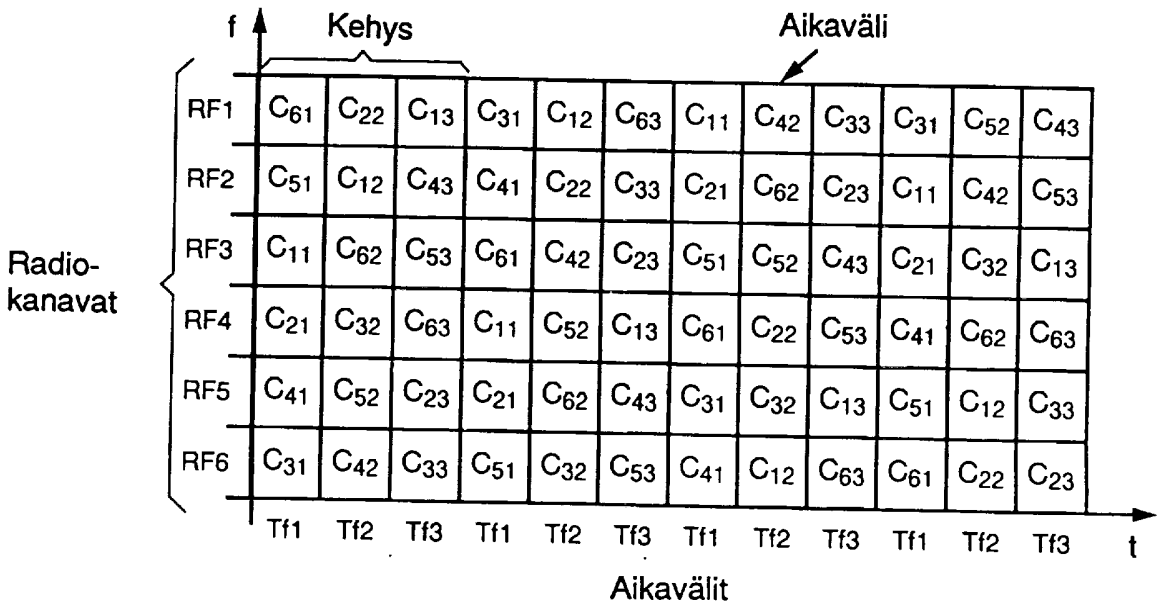

f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C61 C22 C13 C31 C12 C63 C11 C42 C33 C31 C52 C43
RF2 C51 C12 C43 C41 C22 C33 C21 C62 C23 C11 C42 C53
RF3 C11 C62 C53 C61 C42 C23 C51 C52 C43 C21 C32 C13
RF4 C21 C32 C63 C11 C52 C13 C61 C22 C53 C41 C62 C63
RF5 C41 C52 C23 C21 C62 C43 C31 C32 C13 C51 C12 C33
RF6 C31 C42 C33 C51 C32 C53 C41 C12 C63 C61 C22 C23
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
Aikavälit

Fig. 5b

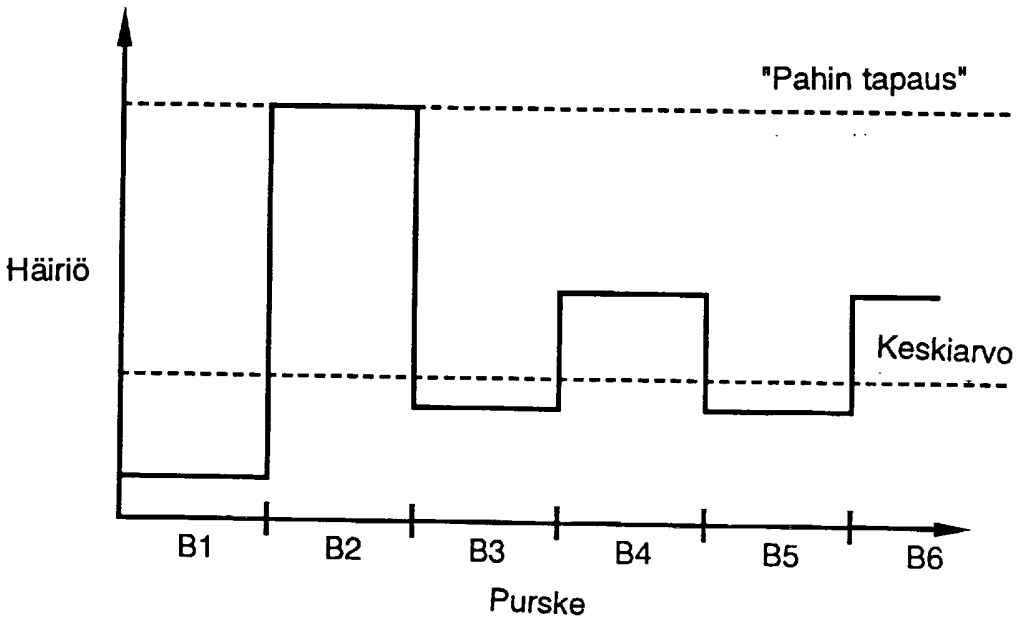
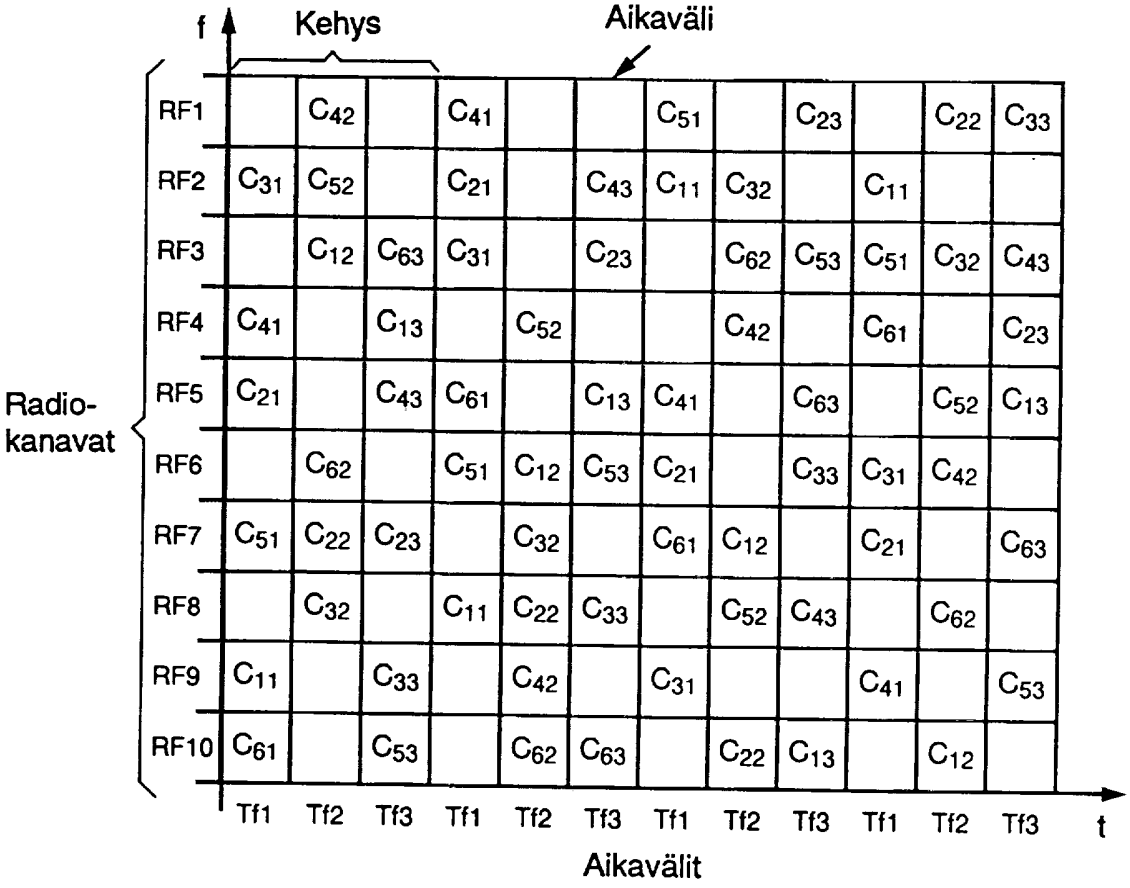


Fig. 6


f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C42 C41 C51 C23 C22 C33
RF2 C31 C52 C21 C43 C11 C32 C11
RF3 C12 C63 C31 C23 C62 C53 C51 C32 C43
RF4 C41 C13 C52 C42 C61 C23
RF5 C21 C43 C61 C13 C41 C63 C52 C13
RF6 C62 C51 C12 C53 C21 C33 C31 C42
RF7 C51 C22 C23 C32 C61 C12 C21 C63
RF8 C32 C11 C22 C33 C52 C43 C62
RF9 C11 C33 C42 C31 C41 C53
RF10 C61 C53 C62 C63 C22 C13 C12
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
Aikavälit

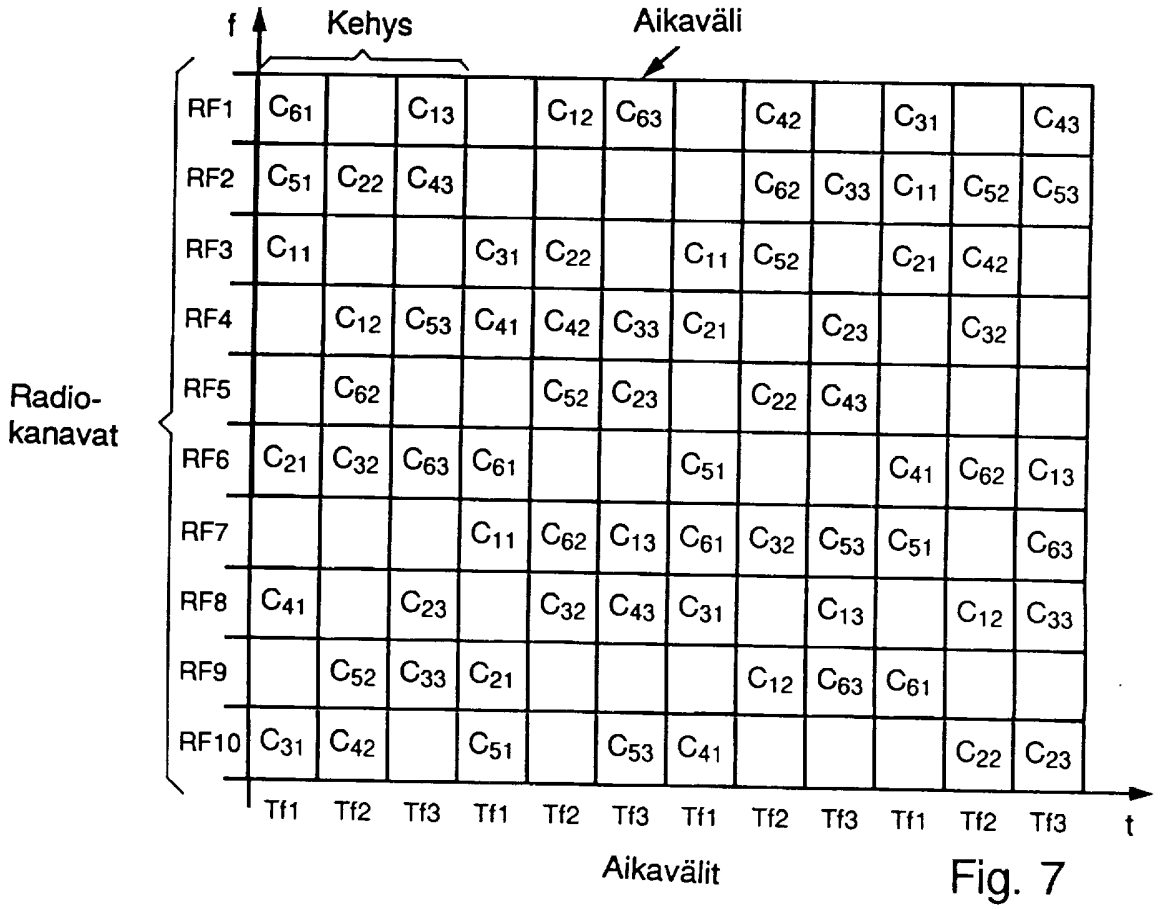

f
Kehys
Aikaväli
Radio-
kanavat
RF1 C61 C13 C12 C63 C42 C31 C43
RF2 C51 C22 C43 C62 C33 C11 C52 C53
RF3 C11 C31 C22 C11 C52 C21 C42
RF4 C12 C53 C41 C42 C33 C21 C23 C32
RF5 C62 C52 C23 C22 C43
RF6 C21 C32 C63 C61 C51 C41 C62 C13
RF7 C11 C62 C13 C61 C32 C53 C51 C63
RF8 C41 C23 C32 C43 C31 C13 C12 C33
RF9 C52 C33 C21 C12 C63 C61
RF10 C31 C42 C51 C53 C41 C22 C23
Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3 Tf1 Tf2 Tf3
t
Aikavälit

Fig. 7

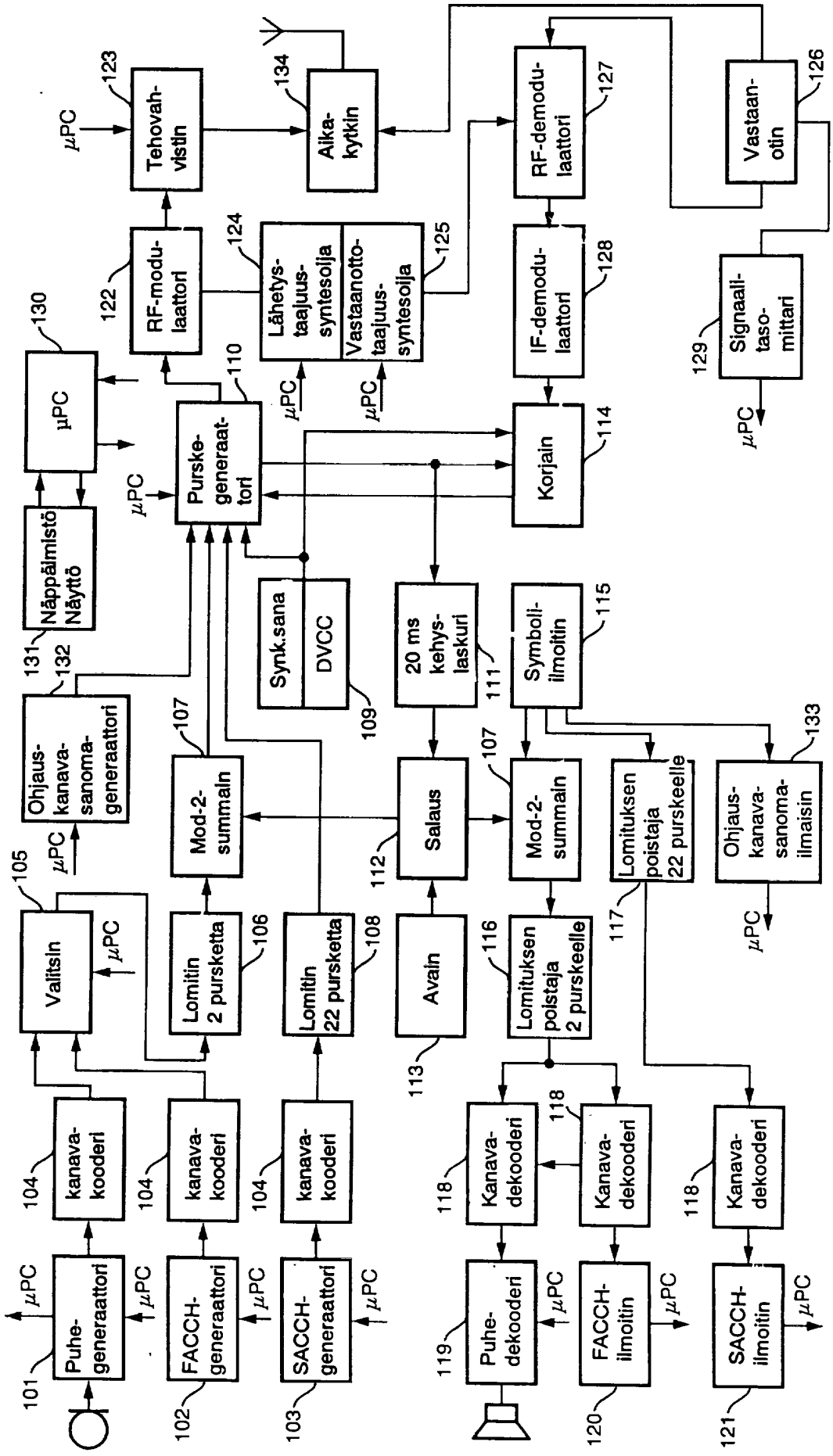

Puhe-generaattori
FACCH-generaattori
SACCH-generaattori
kanava-kooderi
Valitsin
Lomitin 2 purskетta
Lomitin 22 purskетta
Mod-2-summain
Ohjaus-kanava-sanoma-generaattori
Näppäimistö Näyttö
µPC
Purske-generaat-tori
Synk.sana
DVCC
20 ms kehys-laskuri
Symboli-ilmoitin
Salaus
Avain
Korjain
Lomituksen poistaja 2 purskeelle
Lomituksen poistaja 22 purskeelle
Ohjaus-kanava-sanoma-ilmaisin
Kanava-dekooderi
Puhe-dekooderi
FACCH-ilmoitin
SACCH-ilmoitin
RF-modu-laattori
Tehovah-vistin
Aika-kytkin
Lähetys-taajuus-syntesoija
Vastaanotto-taajuus-syntesoija
RF-demodu-laattori
IF-demodu-laattori
Vastaan-otin
Signaali-taso-mittari

Fig. 8

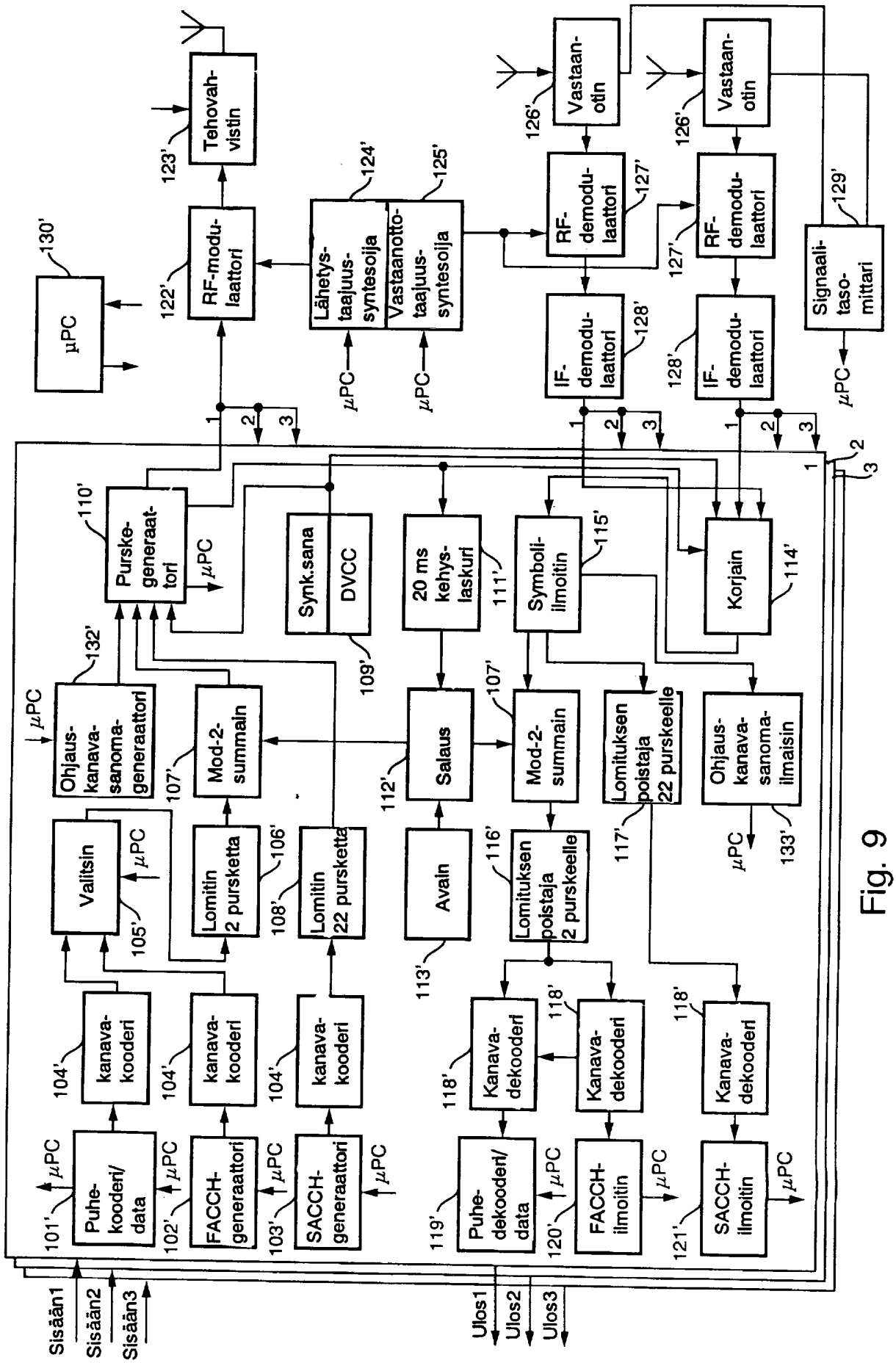

Sisään1
Sisään2
Sisään3
Ulos1
Ulos2
Ulos3
Puhe-kooderi/ data
FACCH-generaattori
SACCH-generaattori
kanava-kooderi
Valitsin
Lomitin 2 purskетta
Lomitin 22 purskетta
Ohjaus-kanava-sanoma-generaattori
Mod-2-summain
Purske-generaat-tori
Synk.sana
DVCC
20 ms kehys-laskuri
Symboli-ilmoitin
Korjain
Salaus
Avain
Mod-2-summain
Lomituksen poistaja 2 purskeelle
Lomituksen poistaja 22 purskeelle
Ohjaus-kanava-sanoma-ilmaisin
Kanava-dekooderi
Puhe-dekooderi/ data
FACCH-ilmoitin
SACCH-ilmoitin
RF-modu-laattori
Tehovah-vistin
Lähetys-taajuus-syntesoija
Vastaanotto-taajuus-syntesoija
Vastaan-otin
RF-demodu-laattori
IF-demodu-laattori
Signaali-taso-mittari
µPC

Fig. 9

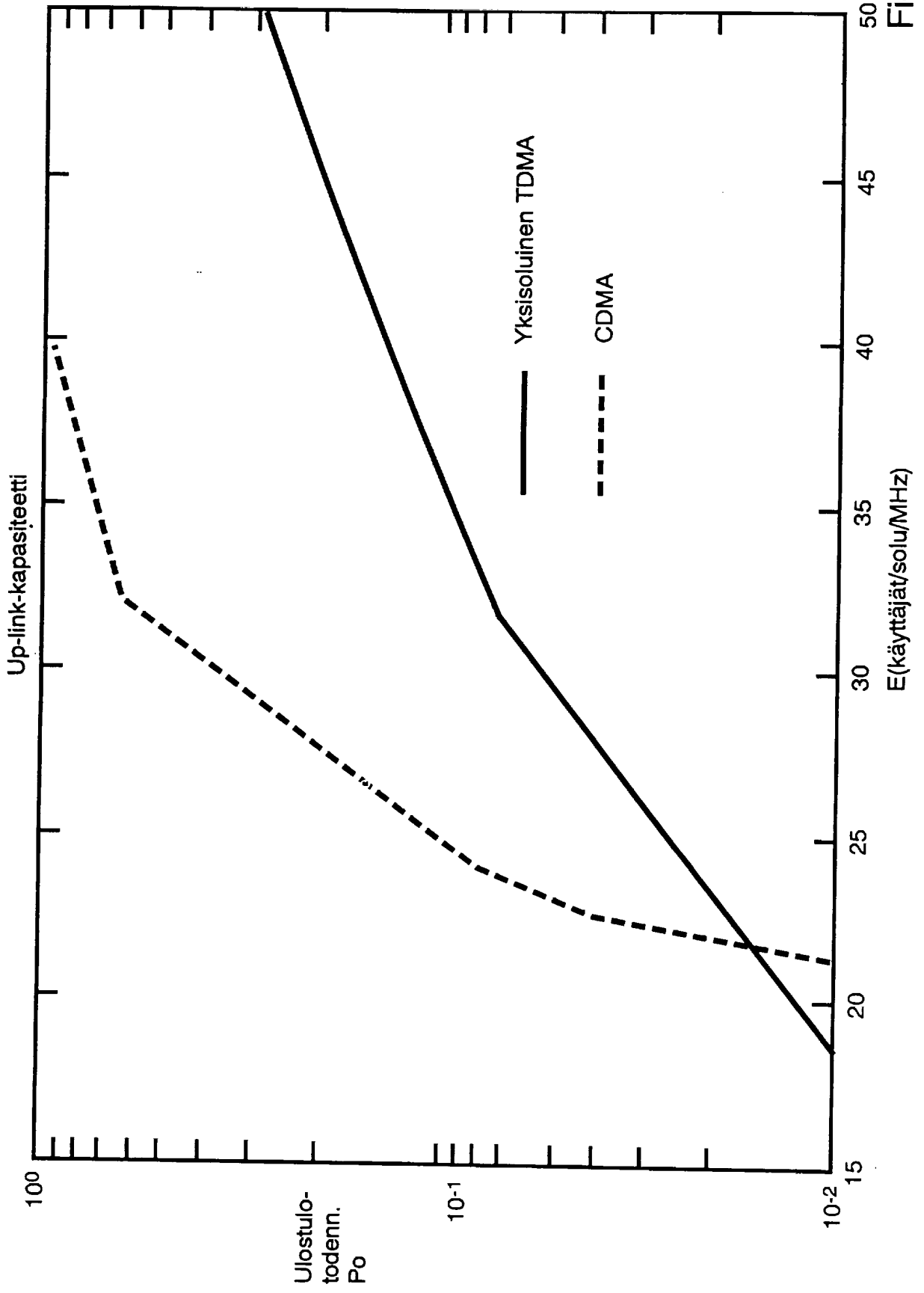

Up-link-kapasiteetti
Yksisoluinen TDMA
CDMA
Ulostulo-todenn. Po
100
10-1
10-2
15
20
25
30
35
40
45
50
E(käyttäjät/solu/MHz)

Fig. 10

Fig. 11

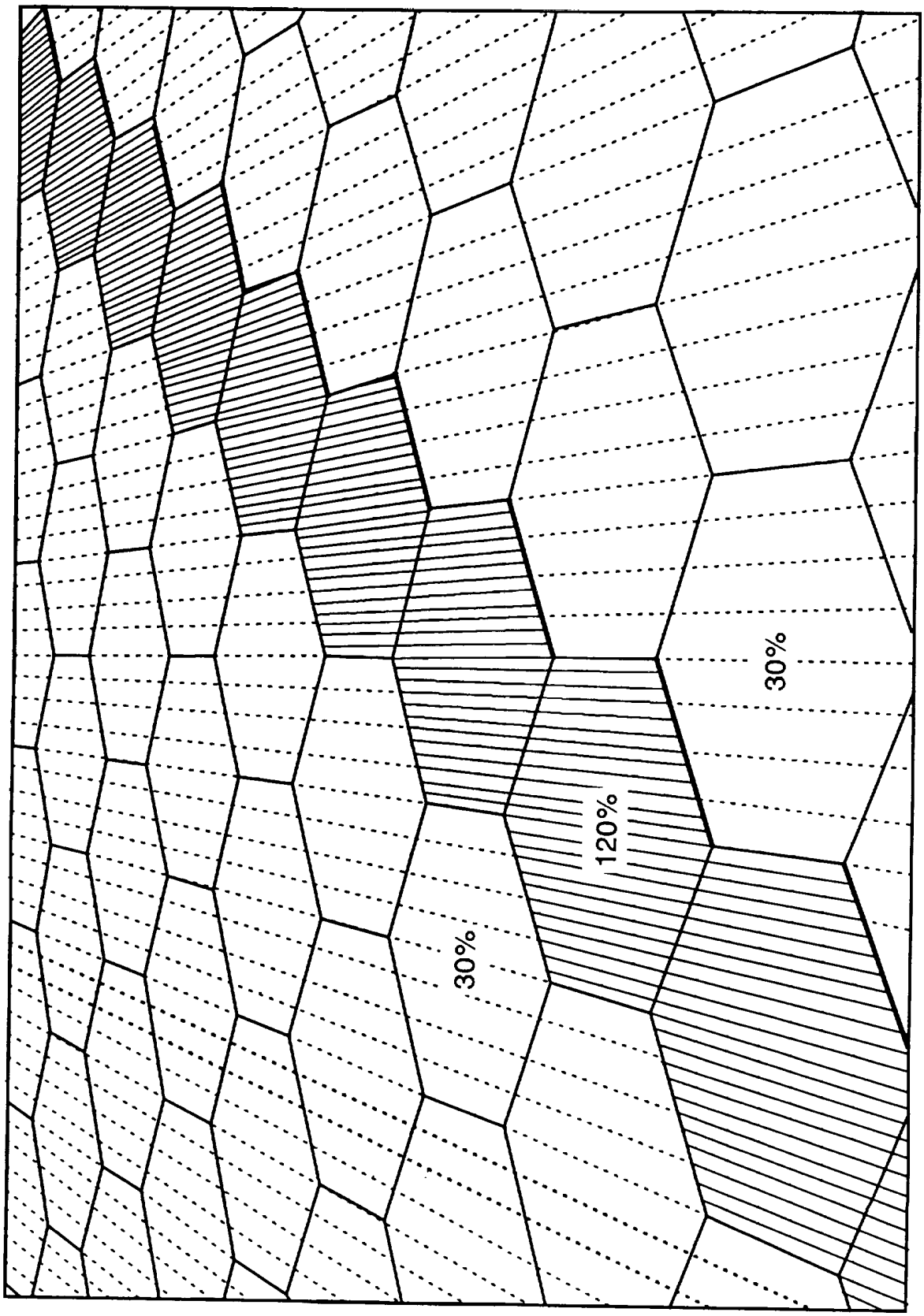


Fig. 12

