



SUOMI - FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



(10) FI 116181 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.09.2005

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

H04L 1/20, H03M 13/00

(21) Patentihakemus - Patentansökning

970554

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

07.02.1997

(24) Alkupäivä - Löpdag

07.02.1997

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

08.08.1998

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nokia Corporation, Helsinki, Keilalahdentie 4, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Järvinen, Kari, Kaarikatu 1 B 22, 33100 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Kajala, Matti, Finnnimäenkatu 41 A 4, 33710 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

3 •Vainio, Janne, Laurintie 16 C, 33880 Lempäälä, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy
Eerikinkatu 2, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Virheenkorjausta ja virheetunnistusta hyödyntävä informaationkoodausmenetelmä ja laitteet
Informationskodningsförfarande utnyttjande felkorrigerig och felidentifiering och anordningar

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 0188271 A, EP 0643493 A, EP 0681376 A, GB 2291570 A, US 4047151 A, US 5247579 A, US 5517511 A

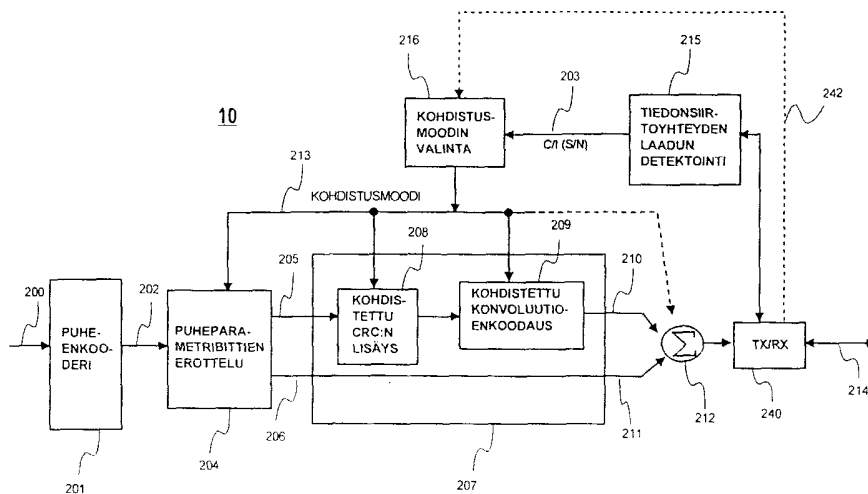
(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön mukaisessa informaationkoodausjärjestelmässä siirrettävää informaatiota suojataan virheiltä käyttämällä kohdistettua virheetunnistusta ja valinnaisesti sen jälkeen kohdistettua virheenkorjausta. Esillä olevan keksinnön tarkoitus on esittää puheenkoodausmenetelmä, jossa säädetään virheiltä suojattavien puheparametribittien määrää suhteessa kokonaispuheparametribittien määrään automaattisesti tiedonsiirtoyhteyden laadun funktiona. Keksinnön mukaisessa informaationkoodausmenetelmässä puheenkoodaukseen käytettävien bittien lukumäärää ei tarvitse alentaa, jolloin puheen äänenlaatu säilyy hyvälaatuisena. Keksinnön mukaisessa puheenkoodausmenetelmässä informaation suojaus virheiltä kohdistetaan äänenlaadun kannalta oleellisimpiin bitteihin esimerkiksi tiedonsiirtoyhteyden laatua kuvaavan C/I (Channel to Interference) -parametrin funktiona.

Tunnetuissa järjestelmissä esiintyvää puhesynteesin mykistymistä huonoilla tiedonsiirtoyhteyksillä vähennetään keksinnön mukaisessa informaationkoodausmenetelmässä kohdistetun virheetunnistuksen avulla.

I informationskodningssystemet enligt uppfinningen skyddas informationen som skall sändas ifrån fel genom användning av en riktad felidentifiering och valbart därefter av en riktad felkorrigering. Meningen med uppfinningen är att förevisa ett talkodningsförfarande i vilket antalet talparameterbitar som skall felskyddas automatiskt justeras i förhållande till hela antalet talparameterbitar på basen av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen. I

informationskodningssystemet enligt uppfinningen finns inte ett behov att minska på antalet bitar som används för talkodningen, varvid talets ljudkvalitet förvaras god. I informationskodningssystemet enligt uppfinningen riktas informationens felskyddning på de väsentligaste bitarna med avsikt på ljudkvaliteten, t.ex. som funktion av C/I (Channel to Interference) -parametern som avspeglar kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen. Tystnandet av talsyntesen, som förekommer i kända system vid dålig dataöverföringsförbindelse, minskar med den riktade felidentifieringen i informationskodningssystemet enligt uppfinningen.



Virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävä informaationkoodausmenetelmä ja laitteet

5 Keksintö koskee kohdistettua virheenkorjausta ja/tai virheentunnistusta hyödyntävää informaationkoodausmenetelmää, jossa tiedonsiirtoyhteyden laatua käytetään tiedonsiirtoyhteydellä käytettävän koodausmoodin valintaan. Keksintö koskee myös menetelmää soveltavaa järjestelmää sekä päätelaitteita. Keksintö soveltuu erityisesti käytettäväksi radioteitse toteutettujen tiedonsiirtoyhteyksien yhteydessä.

10 Siirrettäessä informaatiota, kuten puhetta tai dataa, siirtovirheille altteilla siirtoyhteyksillä, koodataan siirrettävä informaatio yleensä virheenkorjausalgoritmillä. Etenkin digitaalisilla yhteyksillä siirtovirheet pyritään ilmaisemaan, ja virheelliset informaatiobitit korjaamaan. Se, kuinka tässä onnistutaan, riippuu muun muassa siirtovirheiden lukumäärästä ja käytetystä virheenkorjausalgoritmista. Alan ammatti-ihmiselle tutuissa puheenkoodausjärjestelmissä suurin osa puheinformaatiota sisältävistä biteistä suojataan virheenkorjauskoodilla. Näin tehdään esimerkiksi GSM-järjestelmän niin sanotussa täyden linjanopeuden (FR, Full Rate) puhekoodekissa.

20 GSM-järjestelmän täyden linjanopeuden puhekoodekissa (nimitetään jatkossa myös FR-puhekoodekiksi) käytetään RPE-LTP (Regular Pulse Excitation - Long Term Prediction) -pohjaista puheenkoodausmenetelmää. Se tuottaa 260 puheparametribittiä jokaista 20 ms puhekehystä kohti. Näistä 260 bitistä subjektiivisesti 182 tärkeintä suojataan virheenkorjauskoodilla. Virheenkorjauskoodina käytetään 1/2-nopeuden konvoluutiokoodausta. Jäljelle jäävät 78 bittiä siirretään siirtoyhteydellä täysin ilman virheenkorjausta.

30 Siirtovirheiden lukumäärä tiedonsiirtoyhteydellä voi tilapäisesti ylittää GSM-järjestelmässä käytettävän 1/2-nopeuden konvoluutiokoodauksen virheenkorjauskyvyn. Tämän seurauksena vastaanotetut tärkeät puheparametribitit saattavat si-

sältää siirtovirheitä. Näiden syntyneiden siirtovirheiden havaitseminen on tärkeää, vaikka niitä ei pystyttäisikään korjaamaan. Jos äänenlaadun kannalta oleelliset puheparametrit sisältävät siirtovirheitä, niitä ei tule käyttää puhesynteesiin vastaanottimessa, vaan ne tulee hylätä. GSM-järjestelmän täyden linjanopeuden

5 FR-puhekoodekissa virheentunnistukseen käytetään 3-bittistä CRC (Cyclic Redundancy Check)-virheentunnistusta. CRC-virheentunnistus on kohdistettu 50:een puheen koodauksen kannalta tärkeimpään bittiin. Vastaanottimessa virheentunnistuskoodia käytetään tunnistamaan jokaisen 20ms puhekehysten 50 tärkeim-

10 män bitin oikeellisuus. Mikäli ne sisältävät virheitä, luokitellaan kehys vialliseksi, eikä sitä käytetä puhesynteesissä. Sen sijaan viallinen kehys pyritään korvaamaan estimaatilla, joka muodostetaan esimerkiksi ajallisesti edeltävien virheettömien kehysten perusteella.

Edellä lyhyesti kuvattu GSM-järjestelmän täyden linjanopeuden puheenkoodaus-

15 menetelmä toimii melko hyvin, mikäli siirtovirheiden suhteellinen osuus tiedonsiirtoyhteydellä ei nouse liian suureksi. Tällöin virheenkorjausalgoritmi kykenee korjaamaan siirtovirheitä riittävästi tyydyttävän tiedonsiirtoyhteyden ja sitä kautta puheenlaadun aikaansaamiseksi. Kun siirtovirheiden osuus nousee keskimääräiseksi tai suureksi, ylittyy koodaussuhteeltaan 1/2-nopeuksisen konvoluutiokoodauksen virheenkorjauskyky. Tällöin tarvittaisiin tehokkaampaa virheenkorjausalgoritmia, kuten esimerkiksi koodaussuhteeltaan 1/3-nopeuksista konvoluutiokoodausta. Tällöin kuitenkin puheenkoodauksen kokonaistehokkuus huononee oleellisesti, koska tiedonsiirtoyhteydelle on mahdutettava enemmän virheenkorjaus-

20 formaatiobittejä. Tämä luonnollisesti nostaa tiedonsiirtoyhteydeltä vaadittavaa tiedonsiirtonopeutta. Näin ollen tätä lähestymistapaa ei voida käyttää kiinteän linjanopeuden koodekeissa. Sen sijaan edellä kuvattu virheenkorjausalgoritmin tehostamiseen perustuva menetelmä soveltuu vaihtelevan linjanopeuden tiedonsiirtojär-

25 jestelmiin.

Esimerkiksi puheen välittämiseen käytettävän tiedonsiirtojärjestelmän kokonaisbittinopeus on mahdollista pitää vakiona, mikäli samalla kun puheparametribittien virheenkorkaukseen käytettävien bittien määrää lisätään niin itse puheen koodaamiseen käytettävää bittimäärää vähennetään. Tämä edellyttää puolestaan useiden linjanopeudeltaan erilaisten puhekoodekkien käyttöä sekä lähettimessä että vastaanottimessa, mikä monimutkaistaa järjestelmän rakennetta. Edelleen mitä alhaisempaa bittimäärää puheen koodaamiseen käytetään, sitä enemmän laskentakapasiteettia järjestelmän eri komponenteilta yleensä vaaditaan. Edellä kuvatut haitat nostavat järjestelmän kustannuksia. Lisäksi ei voida välttää puheen laadun huonontumiselta käytettäessä enemmän bittejä virheenkorkaukseen, sillä mitä vähemmän bittejä on käytettävissä puheen koodaamiseen, sitä enemmän äänen laadusta joudutaan tinkimään. Puheen koodaukseen käytetyn bittinopeuden alentamisesta aiheutuva äänen laadun huononnus on erityisen huomattavaa tapauksessa, jossa puheen taustalla on taustakohinaa, esim. auton moottorin ääntä.

Eräs tunnetuissa puheenkoodausmenetelmissä esiintyvä ongelma ilmenee vastaanottimen puhesynteesin mykistymisenä paljon tiedonsiirtovirheitä sisältävillä tiedonsiirtoyhteyksillä. Tämä johtuu siitä, että virheentunnistusalgoritmin havaitessa puhekehyksissä siirtovirheitä, se liian helposti ohjaa puhesyntetisoijan hiljaiseksi. Tämä johtaa puheinformaation menettämiseen.

Kuten edellä kuvatusa ilmenee, on olemassa tarve kehittää parempi menetelmä informaatioparametrien suojaamiseen paljon siirtovirheitä sisältävillä tiedonsiirtoyhteyksillä. Lisäksi on tarve kehittää järjestelmä, jonka vastaanotin sietää paremmin virheitä sisältäviä informaatioparametrikehyksiä. Seuraavassa keksinnön mukaista informaationkoodausmenetelmää ja sitä hyödyntävää järjestelmää ja päätelaitteita selostetaan etupäässä käyttäen esimerkkinä puheenkoodausta matkaviestinjärjestelmässä. Mikään ei kuitenkaan rajoita keksinnön mukaisen informaationkoodausmenetelmän käyttöä myös muunlaisen datan kuin puhedatan koo-

daamiseen. Selkeyden vuoksi jatkossa keksinnöstä käytetään myös nimitystä puheenkoodausmenetelmä, koska se kuvaa parhaiten erästä keksinnön tärkeimmistä sovelluskohteista. Keksintöä on mahdollista hyödyntää radioyhteyden asemasta myös esimerkiksi johdinyhteydellä toteutettujen tiedonsiirtojärjestelmien yhteydessä.

Nyt on keksitty kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävä informaationkoodausmenetelmä, jolla edellä kuvattuja ongelmia voidaan vähentää. Esillä olevan keksinnön eräs tarkoitus on esittää puheenkoodausmenetelmä, joka säätyy automaattisesti tiedonsiirtoyhteyden laadun funktiona optimoiden puheenlaadun kaikenlaatuisilla tiedonsiirtoyhteyksillä. Käytetyn tiedonsiirtoyhteyden laatua analysoidaan mittaamalla alan ammatti-ihmiselle tuttuja tiedonsiirtoyhteyden laatua kuvaavia parametreja, kuten esimerkiksi C/I (Carrier to Interference) suhdetta, S/N (Signal to Noise) suhdetta tai bittivirhesuhdetta (Bit Error Rate, BER). Keksinnön mukaisessa informaationkoodausmenetelmässä puheenkoodaukseen käytettävien bittien lukumäärää ei tarvitse alentaa suhteessa käytetyn tiedonsiirtoyhteyden kokonaisbittinopeuteen, jolloin puheen äänenlaatu edullisesti säilyy hyvälaatuisena. Keksinnön mukaisessa puheenkoodausmenetelmässä virheenkorjaus ja/tai virheentunnistus kohdistetaan äänenlaadun kannalta oleellisiin bitteihin mainitun C/I-suhteen tai muun tiedonsiirtoyhteyden laatua kuvaavan parametrin funktiona. Tunnetuissa järjestelmissä esiintyvää puhesynteesin mykistymistä huonoilla tiedonsiirtoyhteyksillä vähennetään keksinnön mukaisessa informaationkoodausmenetelmässä kohdistetun virheentunnistuksen, eli kohdistetun viallisten kehysten tunnistuksen avulla.

Keksinnön mukainen informaationkoodausmenetelmä kestää hyvin tiedonsiirtovirheitä. Tiedonsiirtovirheiden hyvä sietokyky on saatu aikaan monitoroimalla tiedonsiirtoyhteyden laatua, sekä kohdistamalla ja optimoimalla puheparametrien virheenkorjausta ja virheentunnistusta. Sekä virheenkorjauskoodaus (esimerkiksi

konvoluutiokoodaus) että virheentunnistuskoodaus (esimerkiksi syklisen redundanssin tarkistus) säädetään vastaamaan tiedonsiirtoyhteyden virheolosuhteita.

Kun tiedonsiirtovirheitä esiintyy vähän, kaikki tai lähes kaikki puheparametribitit
5 suojataan keksinnön mukaisessa järjestelmässä virheenkorkauskoodilla. Kun tiedonsiirtovirheitä esiintyy enemmän, virheenkorkausta kohdistetaan sitä enemmän puheen laadun ja ymmärrettävyyden kannalta tärkeimpiin puheparametribitteihin (siirrettäessä muuta dataa kuin puhetta informaation kannalta tärkeimpiin bitteihin), mitä enemmän tiedonsiirtovirheitä esiintyy. Se, mitkä bitit ovat puheenlaadun
10 kannalta tärkeimpiä määräytyy käytettävän puheenkoodausmenetelmän mukaan. Esimerkiksi käytettäessä yksinkertaista PCM (Pulse Code Modulation) koodausta on yksiselitteistä, että eniten merkitsevät bitit (MSB, Most Significant Bits) ovat tärkeämpiä, ja ne tulee suojata huolellisesti. Vähiten merkitsevät bitit (LSB, Least Significant Bits) taas voidaan tarvittaessa jättää suojaamatta, koska niiden vaikutus puheen ymmärrettävyyteen on vähäinen. Alan ammatti-ihmiselle tutussa GSM-järjestelmän FR-puhekoodekissa bittien suhteellinen tärkeys on määritelty GSM-spesifikaatiossa. Lopullinen päätös siitä, mitkä bitit ovat puheen laadun kannalta
15 tärkeimpiä, on tehty subjektiivisesti kuuntelukokeiden perusteella. Kun keksinnön mukaisessa menetelmässä virheenkorkauskoodia kohdistetaan tärkeimpiin bitteihin, muutetaan virheenkorkauskoodia samalla tehokkaammaksi, eli suojattuja puheparametribittejä kohti sisällytetään suhteessa enemmän virheenkorkausinformaatiota. Tämä toteutetaan esimerkiksi käyttämällä alemman koodaussuhteen omaavaa konvoluutiokoodausta.

25 Kun tiedonsiirtoyhteyden laatu huononee, kuten käy matkaviestinjärjestelmässä esimerkiksi silloin kun matkaviestimen ja tukiaseman välisen radioyhteyden laatu huononee, keksinnön mukaisessa järjestelmässä yhä pienempi osa kaikista puheparametribiteistä suojataan valikoiden, mutta tehostetulla virheenkorkauskoodilla. Virheenkorkauskoodaus kohdistetaan puheen laadun kannalta tärkeimpiin bitteihin siten että kaikkein tärkeimmät bitit suojataan aina, ja vähemmän tärkeitä
30

suojataan tiedonsiirtoyhteyden laadun ja virheenkorkaukselle käytettävissä olevan bittimäärän sallimissa rajoissa. Virheenkorkauskoodin tehostamisesta seuraa, että jopa erittäin paljon tiedonsiirtovirheitä sisältävillä tiedonsiirtoyhteyksilläkin puheen dekoddaaminen vastaanottopäässä on mahdollista, eli keksinnön mukaista puheen-

5 heenkoodausmenetelmää hyödyntävä järjestelmä ei "romahda". Ilman virheenkorkauskoodia välitetyt bitit saattavat tiedonsiirtovirheiden takia huonontaa puheen laatua, mutta hyvin suojatut, tärkeimmät puheparametribitit takaavat silti puheen ymmärrettävyyden. Tämä menettely on huomattavasti parempi puheen laadun kannalta kuin se, että kaikki puheparametribitit tai suurempi osa niistä yritettäisiin

10 suojata heikolla virheenkorkauskoodilla. Heikko virheenkorkauskoodi häiriöllisillä tiedonsiirtoyhteyksillä johtaa tilanteeseen, jossa virheenkorkauskoodi ei enää kykene korjaamaan tiedonsiirtovirheitä. Tällöin itse asiassa kaikki virheenkorkauksen käytetyt bitit menevät hukkaan. Kun tiedonsiirtoyhteyden laatu paranee, eli tiedonsiirtovirheiden määrä alenee, adaptoituu keksinnön mukainen puheenkoodausjärjestelmä vastaavasti uuteen tilanteeseen, ja kasvattaa virheenkorkaus-

15 koodilla suojattavien puheparametribittien osuutta. Näin ollen virheenkorkaus toimii tehokkaasti kaikissa tiedonsiirto-olosuhteissa.

Tiedonsiirtoyhteyden laatua on mahdollista analysoida monella eri menetelmällä.

20 Eräitä menetelmiä ovat alan ammatti-ihmiselle tutut tiedonsiirtoyhteydeltä mitatut, jo aiemmin mainitut C/I (Channel to Interference) - ja S/N (Signal to Noise) - suhteet. Tiedonsiirtoyhteyden laatua on mahdollista analysoida vastaanottimessa myös puhesynteesistä hylättyjen, virheitä tärkeimmissä biteissä sisältäneiden puheparametrikehysten esiintymistiheyden funktiona, kuten myöhemmin erään keksinnön toteutusmuodon yhteydessä tarkemmin selostetaan. Itse tiedonsiirtoyhteyden laadun detektointi on mahdollista suorittaa sekä lähettimessä että vastaanot-

25 timessa, mutta tieto valitusta puheenkoodausmoodista (eli kuinka keksinnön mukaisesti virheenkorkaus- ja/tai virheentunnistusbitit kohdistetaan) on aina välitettävä lähettimen puhe-enkooderille.

Keksinnön mukainen järjestelmä käyttää tyypillisesti samaa, kiinteällä linjanopeudella toimivaa puhekoodekkia. Ainoastaan virheenkorkauskoodauksen ja virheentunnistuskoodauksen kohdistus muutetaan vastaamaan kulloisiakin tiedonsiirtoolosuhteita. Tällä mahdollistetaan järjestelmän toiminta "romahduspisteen" yläpuolella. Romahduspisteellä tarkoitetaan tilannetta, jossa tiedonsiirtoyhteys sisältää niin paljon tiedonsiirtovirheitä, että vastaanotin ei enää kykene tulkitsemaan vastaanottamaansa informaatiota. Toisin sanoen keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorkausta ja virheentunnistusta hyödyntävä informaationkoodausmenetelmä alentaa tiedonsiirtoyhteyden romahduspistettä, joka käytännössä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tiedonsiirtoyhteys matkaviestimen ja tukiaseman välillä onnistuu signaali-kohinasuhteeltaan aikaisempaa heikkolaatuisemmilla radioyhteyksillä.

Keksinnön mukaista puheenkoodausmenetelmää hyödyntävä järjestelmä adaptoituu automaattisesti kulloisiinkin tiedonsiirto-olosuhteisiin, ja sen vuoksi minimoi tiedonsiirtovirheiden vaikutuksen puheen laatuun. Koska virheenkorkauskoodin kohdentaminen tiettyihin puhebitteihin on osa itse virheenkorkauskoodia, on keksinnön avulla toteutettavissa kiinteällä linjanopeudella toimiva järjestelmä, joka tarjoaa korkealaatuisen puheenlaadun. Keksintöä on mahdollista käyttää kaiken laatuksilla tiedonsiirtoyhteyksillä ilman tarvetta siirtyä käyttämään matalamman linjanopeuden koodekkia. Tiedonsiirtojärjestelmissä, jotka käyttävät vaihtelevaa linjanopeutta tai muuttavat puheparametribittien ja virheenkorkausinformaation suhdetta, keksintöä voidaan käyttää yhtä lailla tiedonsiirtoyhteyden ja sitä kautta puheenlaadun parantamiseen.

Sen lisäksi, että keksinnön mukaisessa puheenkoodausmenetelmässä virheenkorkauskoodi kohdistetaan suhteessa tärkeimpiin puheparametribitteihin, myös virheentunnistuskoodi (esimerkiksi CRC) keskitetään sitä enemmän suojaamaan tärkeimpiä puheparametribittejä, mitä enemmän tiedonsiirtovirheitä käytetty tiedonsiirtoyhteys sisältää. Tämä edelleen parantaa informaation perillepääsyn todennäköisyyttä, ja vähentää tarvetta mykistää puhesignaalia vastaanottimessa. Tämä

edullisesti parantaa puheen laatua ja ymmärrettävyyttä. Erittäin paljon tiedonsiirtovirheitä sisältäviä tiedonsiirtoyhteyksiä käytettäessä on mahdollista hyväksyä tiedonsiirtovirheitä puhekehysten vähemmän merkityksellisissä biteissä, ja käyttää näitä puhekehyksiä puheen syntetisoimiseen vastaanottimessa, koska puheen
5 laatu on alentunut jo joka tapauksessa, jos puhekehyksiä on jouduttu hylkäämään puhekehysten eniten merkityksellisissä biteissä olleiden virheiden vuoksi.

Keksinnön mukaiselle kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävälle informaationkoodausmenetelmälle ja menetelmää hyödyntäville laitteille on
10 tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimusten 1, 11, 12, 13 ja 15 tunnusmerkkiosissa.

Keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävää informaationkoodausmenetelmää ja sen toteutusta selitetään seuraavassa yksityiskohtaisesti puheenkoodausesimerkin avulla viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1A esittää alan ammatti-ihmiselle tuttua puhe-enkooderia ja sen yhteydessä lähetettävään datavirtaan lisättäviä virheentunnistus- ja virheenkorjausparametreja lohkokaaaviona,
20

kuva 1B esittää kuvassa 1A esitettyä puhe-enkooderia vastaavaa alan ammattimiehelle tuttua puhedekooderia ja toiminnallisia lohkoja lohkokaa-
viona,
25

kuva 1C esittää konvoluutiokoodauksen kohdistamista tärkeimpiin puheparametribitteihin puhekehysten sisällä GSM-järjestelmässä,

kuva 2 esittää kaaviona konvoluutiokoodauksen tehokkuuden suhdetta siihen puheparametribittien määrään, johon virheenkorjaus kohdistuu eräässä keksinnön mukaisessa informaationkoodausjärjestelmässä,

5 kuva 3 esittää virheenkorjauskoodauksen kohdistamista puheparametribitteihin suhteessa käytetyn virheenkorjauskoodauksen tehokkuuteen keksinnön mukaisessa puheenkoodausjärjestelmässä,

10 kuva 4 esittää keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävää lähetintä lohkokaaaviona,

kuva 5 esittää keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävää vastaanotinta lohkokaaaviona,

15 kuva 6 esittää keksinnön mukaisen kohdistetun virheentunnistuksen kohdistumista puheparametribitteihin virheentunnistusmoodin funktiona,

20 kuvat 7 ja 8 esittävät keksinnön mukaisen kohdistetun virheenkorjauksen ja virheentunnistuksen toteutusta useaa eri nopeuksista puhekoodekkia käyttävän puhe-enkooderin yhteydessä,

kuva 9 esittää keksinnön mukaisen matkaviestimen rakennetta lohkokaaaviona, ja

25 kuva 10 esittää keksinnön mukaista tiedonsiirtojärjestelmää.

30 Kuvassa 1A on esitetty lohkokaaaviona GSM - järjestelmästä tutun FR - puhekoodekin lähettimen rakennetta ja toimintaa. Puhesignaali 100 koodataan puheenkooderissa 101 puheparametreiksi 102, jotka johdetaan edelleen kanavaenkooderille 104. Kanavaenkooderi 104 lisää virheenkorjaus- ja virheentunnistusbitit

puheparametrien 102 yhteyteen. Bittien erottelulohkossa 103 puheparametribitit jaetaan kahteen tärkeysluokkaan. Tärkeimmille 182 bitille (Luokka I) muodostetaan virheentunnistus- ja virheenkorjausparametrit. Ensin kaikkein tärkeimmille 50:lle bitille lasketaan 3-bitin CRC - virheentunnistusparametrit lohkoissa 105, jonka jälkeen syntynyt bittivirta (182+3 bittiä) ohjataan konvoluutioenkooderille 106. Konvoluutioenkooderi 106 laskee biteille 1/2-nopeuden konvoluutiokoodin neljällä häntäbitillä. Tuloksena on 378 bittiä ($2 \cdot 182 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 3$) konvoluutiokoodattua dataa 107. Konvoluutiokoodattu data 107 ohjataan edelleen multiplekserille 109, jossa se yhdistetään vähiten merkitsevien 78 bitin (Luokka II, viite 108) kanssa. Kokonaisuudessaan kanavaenkooderi 104 tuottaa ulostuloon (viite 110) 456 bittiä jokaista 20 ms puhekehystä kohti, jolloin GSM-järjestelmän FR-puhekoodekin kokonaislinjanopeudeksi muodostuu 22.8 kbps.

Kuvassa 1B on esitetty alan ammatti-ihmiselle tuttu järjestely puheen ja kanavakoodin dekoddaamiseksi digitaalisessa vastaanottimessa, kuten esimerkiksi GSM-järjestelmän vastaanottimessa. Tiedonsiirtoyhteydeltä vastaanotettu kanavakoodattu signaali 111 jaetaan demultiplekserissä 112 kahteen osaan: 78 suojaamattomaan puheparametribittiin (viite 121) sekä konvoluutioenkooderin 106 (kuva 1A) tuottamaan 378 bittiin (viite 113). Kanavakoodaus puretaan kahdessa vaiheessa kanavadekooderissa 114. Ensimmäisessä vaiheessa konvoluutiokoodauksella suojatut bitit 113 prosessoidaan konvoluutidekooderissa 115, joka korjaa havaitsemansa siirtovirheet ja poistaa virheenkorjauksessa käytetyt bitit. Konvoluutidekooderin 115 ulostuloon saadaan näin ollen bittivirta 116, joka koostuu 182:sta puheparametribiteistä (viite 119) ja 3:sta CRC-bitistä. CRC-bittien perusteella kanavadekooderi 114 tarkistaa CRC-tarkistuksessa 117, onko 50 tärkeimmän bitin joukkoon jäänyt virheellisiä bittejä. Mikäli virheitä ei ole, käytetään puheparametribitit 119 puhedekooderissa 125 puhesignaalin 126 generoimiseen. Puheparametribitit 119 ja suojaamattomat bitit 121 yhdistetään multiplekserissä 120 kokonaisen puhekehysten (joka siis koostuu 260 bitistä) muodostamiseksi. Mikäli tärkeimmissä 50 bitissä havaitaan siirtovirheitä, todetaan puhekehys virheelliseksi,

eikä sitä käytetä puheen syntetisoimiseen. Sen sijaan puheen miellyttävyyden ja ymmärrettävyyden parantamiseksi hylättyjen puhekehysten asemasta puhedekooderille 125 välitetään aikaisempiin multiplekseriltä 120 saatuihin virheettömiin puheparametreihin perustuva ennuste. Tämä toteutetaan lohossa 122. CRC-

- 5 tarkistin 117 kontrolloi kytkintä 124 virheellisten kehysten ilmaisinelipulla 118 (Bad Frame Indication, BFI), jonka perusteella valitaan puhedekooderille joko tiedonsiirtoyhteydeltä vastaanotettu puhekehys 123 tai virheellisen kehysten tapauksessa korvaava ennuste 122.

- 10 Kuvassa 1C on esitetty GSM-järjestelmän täyden linjanopeuden puhenkoodauksessa käytetyn puhe-kehysten 260 puheparametribittiä. Puheparametribitit on kuvassa 1C esitetty puheen koodauksen kannalta tärkeysjärjestyksessä siten, että subjektiivisesti tärkeimmät bitit on esitetty ylhäällä, ja vähemmän tärkeät bitit alhaalla. Todellisella tiedonsiirtoyhteydellä tärkeimmät ja vähemmän tärkeät bitit
- 15 lomitellaan ympäri puhekehystä purskeenomaisten häiriöiden (monta peräkkäistä virheellistä bittiä) haitallisuuden vähentämiseksi. Subjektiivisella tärkeydellä tarkoitetaan sitä, että GSM-järjestelmässä bitit on jaettu puheen laadun kannalta enemmän merkitseviin ja vähemmän merkitseviin bitteihin lopullisesti kuuntelukokien perusteella, vaikkakin karkea luokittelu on mahdollista tehdä myös muilla
- 20 menetelmillä (esimerkiksi virheellisten bittien vaikutus puhesignaalin S/N - suhteeseen. 182 eniten merkitsevää bittiä b1-b182 (esitetty tummennettuna) suojataan aina 1/2-nopeuden konvoluutiokoodauksella, minkä lisäksi 50 kaikkein eniten merkitsevää bittiä varustetaan 3-bitin CRC-virheentunnistuskoodilla. Näin ollen virheenkorjausparametreillä ja virheentunnistusparametreillä suojataan GSM-
- 25 järjestelmässä aina samat bitit siirtoyhteyden laadusta riippumatta. GSM-järjestelmässä käytetyn täyden linjanopeuden puhekoodekin toiminta on kuvattu yksityiskohtaisesti GSM suosituksessa 06.10. Se määrittelee myös käytetyn RPE-LTP-koodekin muodostamien puhenkoodausparametrien bittien subjektiivisen merkityksen puheen laatuun.

30

Kuvassa 2 on esitetty kaavio, joka kuvaa erästä keksinnön toteutusmuotoa. Se esittää konvoluutiokoodauksen tehokkuutta ja sen kohdistumista keksinnön mukaisella tavalla tiettyyn osaan tärkeimmistä informaatiobiteistä tiedonsiirtokanavan virhesuhteen funktiona. Tiedonsiirtokanavan virhesuhdetta on tässä esimerkissä

5 mallinnettu C/I (Carrier to Interference) -suhteena. C/I-suhde kuvaa vastaanotetun RF-signaalin laatua, oleellisesti kantoaallon signaalin suhdetta häiriösignaaleihin. Häiriösignaalit koostuvat mm. saman kanavan häiriöistä, eli häiriöistä, jotka aiheutuvat samalla taajuudella lähettävästä toisesta tukiasemasta, sekä vierekkäisten kanavien aiheuttamista häiriöistä. Yhtälailla luokituksessa olisi mahdollista käyttää

10 esimerkiksi signaali - kohinasuhdetta (S/N, Signal-to-Noise tai myöhemmin selitettävää vastaanotettujen hylättyjen puhekehysten lukumäärään perustuvaa indikaatiota). Tiedonsiirtokanavan virhesuhdearvion perusteella tiedonsiirtokanava luokitellaan tässä esimerkissä neljään eri luokkaan:

15	lähes virheetön kanava	(C/I > 10 dB)
	matala virhesuhde	(7 dB < C/I ≤ 10 dB)
	keskimääräinen virhesuhde	(4 dB < C/I ≤ 7 dB)
	korkea virhesuhde	(C/I ≤ 4 dB)

- 20 Lähes virheettömällä tiedonsiirtokanavalla on mahdollista käyttää alhaisen virheenkorjauskyvyn omaavaa virheenkorjauskoodia. Esimerkiksi konvoluutiokoodaus, jonka koodaussuhde on suurempi kuin 1/2, riittää korjaamaan tiedonsiirtoyhteydellä mahdollisesti syntyneet virheet. Tällöin jokaiselle puheparametribitille on käytössä vähemmän kuin yksi bitti virheenkorjausinformaatiota, mutta se riittää.
- 25 Käytettäessä 13.0 kbps puhekoodekkia ja 22.8 kbps tiedonsiirtonopeuden omaavaa tiedonsiirtokanavaa, kaikki 20 ms pituisen puhekehysten 260 puheparametribittiä kyetään suojaamaan käyttämällä suhteeltaan 267/456 konvoluutiokoodausta 4 häntäbitillä ja 3-bittisellä CRC-koodilla. Näin ollen käytetty virheenkorjaus lisää alkuperäisen 260 puheparametribitin bittimäärän $(456/267) * (260+4+3) = 456$
- 30 bittiä, aivan kuten esimerkissämme käytetty GSM-järjestelmä edellyttää.

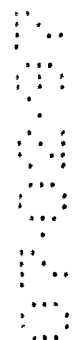
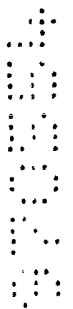
267/456-nopeuksinen konvoluutiokoodi on mahdollista toteuttaa 1/2-nopeuden konvoluutiokoodista punkturoimalla. Punkturoiminen on alan ammattimiehelle tuttu tekniikka, jolla on mahdollista tuottaa koodaussuhteeltaan erilaisia konvoluutiokodeja käyttäen samoja konvoluutiokoodauspolynomeja. Punkturoiminen on hel-
 5 posti toteutettavissa oleva sekä joustava menetelmä, joka soveltuu hyvin keksinnön mukaisessa puheenkoodausmenetelmässä tarvittavien useiden koodaussuhteeltaan erilaisten konvoluutiokoodien tuottamiseen. Esimerkiksi 267/456-nopeuksinen konvoluutiokoodi saadaan 1/2-nopeuden konvoluutiokoodista kah-
 10 dessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa 267 bittiä (260 puheparametribittiä, 3 CRC-bittiä ja 4 häntäbittiä) enkoodataan käyttäen 1/2-nopeuden konvoluutiokoodia. Tulokseksi saadaan $2 \cdot 267 = 534$ bittiä. Toisessa vaiheessa saadusta 534 bitin konvoluutiokoodatusta bittijoukosta pudotetaan (punkturoidaan) 78 bittiä pois, jotta se mahtuu 456 bitin kanavakehykseen. Näin aikaansaadaan 267/456-
 15 nopeuksinen konvoluutiokoodaus. Vastaanottimessa konvoluutiodekooderi 222 toimii synkronisesti konvoluutioenkooderin 209 kanssa, joten se tietää pudotettujen bittien bittipositiot. Konvoluutiodekooderi 222 täyttää puuttuvat (punkturoidut) bittipositiot neutraalilla arvolla, joka ei esitä "0":aa tai "1":stä, vaan enemmänkin "puolta bittiä". Täytettyään puuttuneet bittipositiot konvoluutiodekooderilla 222 on
 20 534 bitin lohko, joka tämän jälkeen dekodataan käyttäen 1/2-nopeuden konvoluutiokoodia.

Kun tiedonsiirtokanavan virhesuhde lisääntyy niin, että se tulkitaan matalan virhesuhteen kanavaksi ($7 \text{ dB} < C/I \leq 10 \text{ dB}$), 267/456-nopeuden konvoluutiokoodi ei
 25 enää kykene korjaamaan tiedonsiirrossa tapahtuneita virheitä. Tarvitaan tehokkaampi virheenkorkauskoodi. Tämä vastaavasti tarvitsisi enemmän virheenkorkausinformaatiobittejä sijoitettavaksi tiedonsiirtokanavaan, kuin sinne järjestelmän puitteissa on mahdollista laittaa. Keksinnön mukaisessa puheenkoodausmenetelmässä riittävän tehokas virheenkorkaus aikaansaadaan kohdistamalla virheenkorkauskoodi vain tärkeimpiin 260:stä puheparametribitistä. Tämä toteutetaan tässä
 30

keksinnön mukaisessa toteutusesimerkissä neljällä toimintamoodilla siten, että kohdistus on sitä tarkempi, mitä suurempi tiedonsiirtokanavan virhesuhde on. Samanaikaisesti virheenkorjauksen koodaussuhdetta säädetään vastaavasti.

- 5 Tässä esimerkissä matalan virhesuhteen kanavilla käytetään 1/2-nopeuden konvoluutiokoodia 182 tärkeimmälle bitille, jolloin saadaan kanavakehyksen edellyttämät $2 \cdot (182 + 3 + 4) + 78 = 456$ bittiä.

- Keskimääräisen virhesuhteen ($4 \text{ dB} < C/I \leq 7 \text{ dB}$) ja korkean virhesuhteen ($C/I \leq 4 \text{ dB}$) kanaville tarvitaan vielä tehokkaampia virheenkorjauskoodeja, jotta lisäänty-
- 10 neet virheet on mahdollista korjata. Näille kanaville käytetään tässä keksinnön mukaisen puheenkoodausmenetelmän toteutusesimerkissä konvoluutiokoodausta nopeuksilla 127/316 ja 1/4, jolloin vastaavasti virheenkorjaus kohdistuu 120 ja 56 tärkeimpään bittiin. Seuraavalla sivulla esitetyssä taulukossa on esitetty yhteenvetona neljälle eri kohdistusmoodille tiedonsiirtokanavan virhesuhteen, konvoluutiokoodaussuhteen ja suojattujen bittien lukumäärän lisäksi keksinnön mukaisen pu-
- 15 heenkoodausjärjestelmän toteutusesimerkille ominaisia parametrejä.



Moodi	Moodi 0	Moodi 1	Moodi 2	Moodi 3
Kanavan virhesuhde C/I (Vaihtoehtoisesti S/N)	$C/I > 10$ dB	$7 \text{ dB} < C/I \leq 10$ dB	$4 < C/I \leq 7$ dB	$C/I \leq 4$ dB
Puheparametribittejä 20 ms puhekehyksessä	260	260	260	260
Konvoluutiokoodaus-suhde	267/456	1/2	127/316	1/4
Suojattujen puheparametribittien lukumäärä	260	182	120	56
Konvoluutiokoodauksen häntäbittien lukumäärä	4	4	4	4
CRC-bittien lukumäärä	3	3	3	3
A: Suojattujen puheparametribittien lukumäärä	$267 \cdot 456 / 267 = 456$	$189 \cdot 2 / 1 = 378$	$127 \cdot 316 / 127 = 316$	$63 \cdot 4 / 1 = 252$
B: Suojaamattomien puheparametribittien lukumäärä	0	78	140	204
20 ms puhekehyksessä lähetettyjen bittien kokonaismäärä	456	456	456	456

5 Tiedonsiirtokanavan virhesuhdetta on edellä esitettyssä esimerkissä mallinnettu C/I (Carrier to Interference) -suhteena tai signaali - kohinasuhteella (S/N). Esillä olevaan menetelmään soveltuu erityisen hyvin myös sellainen siirtoyhteyden laa-

dun analysointimenetelmä, jossa käytetään vastaanotettujen hylättyjen puhekehysten lukumäärään perustuvaa mallinnusta. Tätä selvitetään seuraavassa yksityiskohtaisesti.

- 5 Siirtoyhteyden laatu voidaan arvioida vastaanotettujen hylättyjen kehysten määrän perusteella. Arviointi perustuu aikayksikköä kohden vastaanotettujen hylättyjen kehysten määrään. Esimerkiksi voidaan tarkkailla viimeksi kuluneen kahden sekunnin aikana vastaanotettujen hylättyjen kehysten määrää suhteessa kaikkiin vastaanotettuihin puhekehyksiin, ja tehdä luokittelu seuraavasti:

10

lähes virheetön kanava	hylättyjä kehyksiä $\leq 0.3\%$
matala virhesuhde	$0.3\% < \text{hylättyjä kehyksiä} \leq 3\%$
keskimääräinen virhesuhde	$3\% < \text{hylättyjä kehyksiä} \leq 15\%$
korkea virhesuhde	hylättyjä kehyksiä $> 15\%$.

15

Hylättyjen puhekehysten prosentuaalinen osuus kaikista vastaanotetuista puhekehyksistä ei sellaisenaan kerro kovin tarkasti sitä, millainen heikennys puheen laatuun aiheutuu. Esimerkiksi tapauksessa, jossa taajuushyppely ei ole käytössä järjestelmässä ja jossa puhelimen käyttäjä liikkuu hitaasti, voi siirtoyhteyteen aiheutua paikallisia pitkiä häipymiä, vaikka hylättyjen kehysten osuus kokonaisuutena olisikin pieni. Yllä esitettyä parempi menetelmä tiedonsiirtoyhteyden laadun

20

detektointiin saadaan siksi yhdistämällä yllä esitettyyn suoraan hylättyjen kehysten prosentuaaliseen osuuteen perustuvaan menetelmään perättäisten vastaanotettujen huonojen kehysten lukumäärään perustuva lisädetektointi. Tämä lisädetek-

25

tointi perustuu peräkkäisten hylättyjen kehysten lukumäärään esimerkiksi viimeksi kuluneiden kahden sekunnin ajalta, ja sitä käyttäen saadaan fokusointimoodin valinta robustimmaksi ajoittain esiintyviä pitkiä häipymiä vastaan.

Alla on esitetty tähän menetelmään perustuva laadunanalysointimenetelmä. Siinä on merkitty P :llä tarkasteluaikavälillä vastaanotettujen perättäisten hylättyjen kehysten suurinta lukumäärää.

5	lähes virheetön kanava	$P \leq 1$
	matala virhesuhde	$1 < P \leq 3$
	keskimääräinen virhesuhde	$3 < P \leq 6$
	korkea virhesuhde	$P > 6$

- 10 Yllä esitellyt hylättyjen kehysten prosentuaaliseen osuuteen ja perättäisten hylättyjen kehysten lukumäärään perustuvat menetelmät yhdistetään edullisesti siten, että siirtoyhteyden laatua detektoidaan molemmilla yllämainituilla menetelmillä samanaikaisesti ja käytetään detektointituloksista huonomman laadun antavaa tulosta esillä olevan menetelmän mukaisen kohdistusmoodin valinnassa.

15

Alalla tunnetussa tekniikassa hylättyjen kehysten korvausmenettely perustuu tilakoneeseen, jossa suoraan lasketaan perättäisten hylättyjen kehysten lukumäärää.

Vastaanotettaessa useita perättäisiä hylättyjä kehyksiä siirrytään kunkin hylätyn kehyksen vaikutuksesta yhtä alemmalla tilalle tilakoneessa ja puhesignalia vai-
 20 mennetaan korvausmenettelyn kuluessa sitä voimakkaammin, mitä alemmassa tilassa ollaan korvausmenettelyssä. Tällaista menetelmää on kuvattu mm. GSM suosituksessa 06.11 "Substitution and muting of lost frames for full-rate speech traffic channels" ja patentissa US 5,526,366 "Speech Code Processing". Tällai-

- 25 saatavissa selville suoraan tilakoneesta sen hylättyjen kehysten korvausmenette-
 lyn tilan perusteella, jossa on käyty alimmillaan. Yllä esitettyä peräkkäisten hylät-
 tyjen kehysten lukumäärään perustuvaa siirtoyhteyden laadun detektointia voi-
 daan soveltaa siksi myös siten, että detektointia ohjaavana P :nä käytetään sitä
 hylättyjen kehysten korvausmenettelyn alinta tilaa, jossa on käyty tarkasteluvälin
 30 aikana. Riippuen korvausmenettelystä, P ei ole tällöin enää suoraan perättäisten

hylättyjen kehysten lukumäärä, vaan se kuvaa yleisemmin sitä, miten vaikeaksi kullekin hylätylle puhekehykselle suoritettava korvaus on arvioitu hylättyjen kehysten korvausmenettelyssä. Esimerkiksi patentissa US 5,526,366 "Speech Code Processing" on kuvattu menetelmä, jossa tilakonetta on muutettu siten, että

5 alimmille hylättyjen kehysten korvausmenettelyn tiloille voidaan siirtyä myös yksittäisen hylätyn kehysten seurauksena, mikäli tämä yksittäinen hylätty kehys on vastaanotettu vain yhden tai harvojen hyvien kehysten jälkeen.

Kuvassa 3 on esitetty keksinnön mukaisen puheenkoodausjärjestelmän toteutus-

10 esimerkissä käytetty puheparametribittien jakaminen konvoluutiokoodauksella suojattuihin ja suojaamattomiin bittihin neljässä eri toimintamoodissa. Toimintamoodoja voi eri toteutusmuodoissa olla myös enemmän tai vähemmän kuin neljä. Konvoluutiokoodauksella suojatut bitit on kuvassa 3 esitetty tummennettuna. Jokaiselle 20 ms puhekehykselle käytetään jotakin näistä neljästä moodista. Moodin

15 valinta perustuu tiedonsiirtolinjan virhesuhteen arvioimiseen, ja moodi on mahdollista määrittää jokaiselle kehykselle erikseen. Vastaanottimessa enkoodaamiseen käytetty koodausmoodi (fokusmoodi) on mahdollista tunnistaa suoraan vastaanotetusta bittivirrasta. Vaihtoehtoisesti tieto käytetystä koodausmoodista on mahdollista sisällyttää puhekehykseen sivuinformaatiobitteinä. Koska tieto käytetystä

20 koodausmoodista on tärkein dekodamisessa tarvittava tieto, tulee tällöin sivuinformaatiobitit suojata tehokkaimmalla virheenkorjaus- ja virheentunnistusalgoritmil- la. Tämä luonnollisesti heikentää koodekin tehokkuutta jonkin verran, joten parempi ratkaisu on tunnistaa koodausmoodi vastaanotetusta datasta dekooderissa. Koodausmoodi on mahdollista välittää myös signaalointikanavaa pitkin, mikäli käytetty tiedonsiirtojärjestelmä sen mahdollistaa.

25

Kuvassa 4 on esitetty keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja virheentunnistusta hyödyntävä lähetinosa 10. Siinä puhesignaali 200 enkoodataan puhe-enkooderissa 201, joka koodaa puheen puheenkoodausalgoritmille (esim

30 RPE-LTP-koodaus) ominaisiksi puheparametribiteiksi 202. Virheenkorjaus ja vir-

heentunnistus kohdistetaan keksinnön mukaisesti puheparametribitteihin 202 tiedonsiirtoyhteyden laadun funktiona. Tiedonsiirtoyhteyden laatua monitoroidaan jatkuvasti. Monitorointi suoritetaan esimerkiksi detektorilla 215, joka mittaa tiedonsiirtoyhteyden C/I-suhdetta (vaihtoehtoisesti olisi siis mahdollista käyttää esim. S/N-suhdetta, tai bittivirhesuhdetta (BER)). Mitattu C/I-suhde 203 välitetään kohdistusmoodin valitsimelle 216, joka valitsee puheen enkoodamisessa käytettävän koodausmoodin 213 kuvien 2 ja 3 selityksen yhteydessä mainitun periaatteen mukaan. Tiedonsiirtoyhteydeltä 214 vastaanotettun signaalin laatua voidaan analysoida siis esim. S/N:n, C/I:n tai bittivirhesuhteen (BER) perusteella. Nämä parametrit muodostetaan tyypillisesti vastaanottimen kanavakorjaimessa. Signaali-kohinasuhteen ja bittivirhesuhteen estimointi on esitetty esimerkiksi US - patenttijulkaisussa US 5557639.

Kaksisuuntaisessa tietoliikenteessä voi joissakin järjestelmissä olla siirtoyhteyden (viite 214) häiriöisyydessä eri suuntiin (lähetettävä informaatio, vastaanotettu informaatio) huomattava ero. Jotta lähetettävä informaatio voidaan lähettää menetelmän mukaisesti parhaimmassa mahdollisessa kohdistusmoodissa, voidaan menetelmässä käyttää sellaista suoritustapaa, jossa vastaanottimessa 20 (kuva 5) suoritetaan siirtokanavan 214 laadun detektointi, ja vastaanotin 20 ohjaa lähetintä 10 parhaimpaan mahdolliseen kohdistusmoodiin. Tässä tapauksessa vastaanottimessa 20 suoritetaan tiedonsiirtoyhteyden 214 laadun detektointi sekä kohdistusmoodin valinta. Vastaanotin 20 lähettää valitun kohdistusmoodin sivuinformaationa lähettimelle 10, joka siirtyy käyttämään valittua kohdistusmoodia. Tällöin lähettimen 10 ei tarvitse suorittaa siirtoyhteyden 214 laadun detektointia eikä kohdistusmoodin valintaa. Tätä toteutusmuotoa kuvataan jäljempänä yksityiskohtaisesti.

Puhe-enkooderin 201 (kuva 4) tuottamat puheparametribitit 202 ohjataan puheparametribittien erottimelle 204, jossa ne jaetaan kahteen osaan: niihin bitteihin 205 jotka suojataan virheenkorjaus- ja virheentunnistuskoodilla, ja niihin bitteihin 206

(jos niitä on) jotka lähetetään tiedonsiirtoyhteydellä suojaamattomina. Keksinnön mukaisessa informaationkoodausjärjestelmässä virheenkorjaus- ja virheentunnistuskoodoja on mahdollista käyttää myös toisistaan riippumatta, eli käyttää vain joko virheenkorjauskoodausta tai virheentunnistuskoodausta. Molempien koodausmenetelmien yhtäaikaista käyttöä antaa kuitenkin äänenlaadun kannalta parhaan lopputuloksen. Keksinnön mukainen kohdistettu virheenkorjauskoodaus (esimerkiksi konvoluutiokoodaus 209) sekä virheentunnistuskoodaus (esimerkiksi CRC-koodaus 208) suoritetaan kanavaenkooderissa 207. Konvoluutioenkooderin 209 ulostulo 210 ja ilman virheenkoodausta (moodit 1-3, kuva 3) välitettävät puheparametrit 211 yhdistetään multiplekserillä 212 kanavakoodatun, tiedonsiirtoyhteydelle lähetettävän signaalin 214 muodostamiseksi. Signaali lähetetään tiedonsiirtoyhteydelle lähetinvastaanotinyksiköllä 240. Moodilla 0 kaikki puheparametrit 202 suojataan, joten tällöin puheparametribittien erotusta 204 ja multipleksointia 212 ei tarvitse suorittaa, vaan kaikki puheparametrit kulkevat virheenkorjauskoodauksen 209 ja virheentunnistuskoodauksen 208 kautta.

Kuvien 2 ja 3 yhteydessä kuvattiin etupäässä virheenkorjauskoodauksen kohdistamista tiettyihin puheparametribitteihin. Vastaavalla tavalla on mahdollista kohdistaa myös tiedonsiirtovirheiden havaitsemiseen käytettävä koodaus (esim. CRC 208) valikoituihin bitteihin. Tämä entisestään lisää tärkeimpien bittien perillepääsyn todennäköisyyttä. Näin ollen vastaanottimessa ei synny puheesynteesin mykistämistarvetta yhtä usein kuin aikaisemmin tunnetuissa järjestelmissä, koska entistä suurempi osa puhekehysistä kyetään dekodeamaan.

Lähes virheettömillä kanavilla ($C/I > 10$ dB) CRC-koodaus 208 kohdistetaan edellä kuvatussa esimerkkitapauksessa 100 tärkeimpään bittiin, kun taas matalan virhesuhteen ($7 \text{ dB} < C/I \leq 10 \text{ dB}$), keskimääräisen virhesuhteen ($4 \text{ dB} < C/I \leq 7 \text{ dB}$) ja korkean virhesuhteen ($C/I \leq 4 \text{ dB}$) kanavilla vastaavasti CRC 208 kattaa vain 50, 30 ja 15 tärkeintä bittiä. Kuvassa 6 on esitetty CRC-koodauksen 208 kohdistuminen tiettyihin bitteihin kohdistusmoodin 213 funktiona.

Kuvassa 5 on esitetty keksinnön mukaisessa informaationkoodausjärjestelmässä käytettävän vastaanottimen 20 rakennetta lohkokaaavana. Tiedonsiirtoyhteydeltä 214 vastaanotettu data ohjataan lähetinvastaanotinyksiköltä 241 demultiplekserille 219, jossa se puretaan käytetyn kohdistusmoodin määrittämällä menetelmällä (esim. kuva 3, moodit 0-3). Käytetty kohdistusmoodi vastaanotetaan lähettimeltä 10 esimerkiksi sivuinformaatiobitteinä (viite 213), ja välitetään kohdistusmoodin valitsimelle 248. Vastaanottimen 20 kohdistusmoodin valitsin 248 voi myös tehdä päätöksen tiedonsiirtoyhteydelle 214 soveliaasta kohdistusmoodista mittaamalla 10 tiedonsiirtoyhteyden 214 laatua detektorilla 245. Detektori 245 voi mitata tiedonsiirtoyhteyden laatua myös hylättyjen pakettien perusteella, kuten aiemmin todettiin. Tätä kuvaa kohdistetun CRC:n tarkistuslohkolta 224 tuleva signaali 226. Mittaustulos välitetään kohdistusmoodin valitsimelle 248 signaalina 247. Mikäli kohdistusmoodin valinta suoritetaan vastaanottimessa 20, välittää vastaanotin siitä 15 tiedon lähettimelle 10 esimerkiksi sivuinformaatiobitteinä. Tätä kuvaa katkoviiva 242.

Kun kohdistusmoodin valitsin 248 on ratkaissut käytetyn kohdistusmoodin 250, välittää se kohdistusmoodin 250 kanavadekooderille 223. Mikäli vastaanotin 20 kykenee tunnistamaan käytetyn kohdistusmoodin ilman sivuinformaatiobittejä 213, tekee puhedekooderi edullisesti päätöksen käytetystä kohdistusmoodista dekodauksen yhteydessä. Riippumatta siitä, millä tavalla kohdistusmoodi on välitetty tai tunnistettu, jaetaan vastaanotettu data 218 suojaamattomiin bitteihin 225 sekä virheenkorjauskoodilla 209 (kuva 4) ja virheentunnistuskoodilla 208 (kuva 4) suojattuihin bitteihin 220 kohdistusmoodin perusteella. Mikäli tiedonsiirtoyhteys 214 on 25 lähes virheetön (kohdistusmoodiksi oli valittu moodi 0), ei bittien jakoa tarvitse suorittaa, sillä kaikki bitit on suojattu.

Demultiplekseriltä 219 kanavadekooderille 223 välitettävästä datasta 220 poistetaan ensin virheenkorjauskoodaus. Tämä toteutetaan konvoluutidekooderilla 222 30

kohdistusmoodin 250 perusteella määräytyvän algoritmin mukaan. Konvoluutidekooderilla 222 käytetään samaa konvoluutiokoodauksen suhdetta (267/456, 1/2, 127/316 tai 1/4) kuin lähettimessä 10 käytettiin. Tämän jälkeen data ohjataan CRC:n tarkistuslohkolle 224, joka tarkistaa vastaanottamastaan datasta sisältä-

5 vätkö kohdistetun virheentunnistuskoodauksen alaiset bitit virheitä, joita konvoluutidekooderi 222 ei kyennyt korjaamaan. CRC:n tarkistus kohdistetaan tässä esimerkkitapauksessa 100, 50, 30 tai 15 tärkeimpään bittiin kohdistusmoodin 250 määrittelemällä tavalla. CRC:n tarkistuslohko 224 antaa ulostulonaan puretut puheparametrit 227 sekä viallisen kehyksen indikaatiosignaalin 226.

10

Mikäli CRC:n tarkistuslohko 224 ei havainnut virheitä virheentunnistuskoodauksen kohdebiteissä, puretut puheparametrit 227 ja mahdolliset suojaamattomat bitit 225 yhdistetään multiplekserillä 228 kokonaiseksi puhekehykseksi 230, joka edelleen ohjataan puhedekooderille 232 puhesynteesiä varten. Mikäli CRC:n tarkistuslohko 224 havaitsee virheen CRC:llä suojatuihin puheparametribiteissä

15 asettaa se viallisen kehyksen indikaatiosignaalin 226 aktiiviseksi, jolloin kyseistä puhekehystä 230 ei käytetä puhesynteesiin. Sen sijaan hylättyjen kehysten korvaaja 229 generoi multiplekseriltä 228 saamiensa aikaisempien virheettömien kehysten perusteella estimaatin ja välittää sen puhedekooderille 232. Viallisen kehyksen indikaatiosignaali 226 ohjaa kytkintä 231, joka suorittaa valinnan puretun puheparametrikehysten 230 ja hylätyn kehyksen korvaavan kehyksen 270 välillä. Viallisen kehyksen indikaatiosignaali 226 ohjataan myös vastaanottimen 20 tiedonsiirtoyhteyden laadun detektorille 245.

20

Keksinnön mukaisessa kohdistettua virheenkorausta ja virheentunnistusta hyödyntävässä informaationkoodausmenetelmässä käytetään koko ajan samaa puheenkooderia 201 ja samaa puhedekooderia 232. Myös käytetty puheenkoodaamisnopeus säilytetään vakiona. Ainoastaan virheenkorauskoodauksen 209 ja/tai virheentunnistuskoodauksen 208 moodia optimoidaan tiedonsiirtoyhteyden 214 laadun perusteella parhaan mahdollisen puheenlaadun saavuttamiseksi. Mikään ei

25

30

kuitenkaan estä keksinnön käyttämistä myös vaihtelevalla linjanopeudella toimivissa puheenkoodausjärjestelmissä. Yhtäläilla keksintö soveltuu oivallisesti käytettäväksi myös sellaisten kiinteällä linjanopeudella toimivien puheenkoodausjärjestelmien yhteydessä, joissa käytetään useita eri linjanopeudella toimivia puhekoodetteja. Näissä järjestelmissä puheparametribittien virheenkorjaus- ja/tai virheentunnistusbittien suhteellista osuutta säädetään tiedonsiirtoyhteyden laadun perusteella kokonaislinjanopeuden säilyessä vakiona. Näissä järjestelmissä keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja -tunnistusta on mahdollista käyttää lisäominaisuutena: ensin järjestelmässä valitaan puheparametribittien ja virheenkorjaus/virheentunnistusbittien välinen suhde, jonka jälkeen valitaan kohdistusmoodi jokaiselle virheenkorjaukseen ja/tai virheentunnistukseen käytetylle linjanopeudelle erikseen. Näissäkin järjestelmissä keksinnön mukaisella kohdistetulla virheenkorjauksella ja virheentunnistuksella on mahdollista saavuttaa puheenkoodausjärjestelmässä parempi äänenlaatu varsinkin virhesuhteeltaan huonoilla tiedonsiirtoyhteyksillä.

Kuvassa 7 on esitetty kiinteän linjanopeuden puheenkoodausjärjestelmän enkooderi, joka käsittää N kappaletta eri nopeudella toimivia puhe-enkoodereita SPE1, SPE2,..., SPEN. Jokainen niistä tuottaa eri puheenkoodausbittinopeuden $k_1, k_2, \dots, k_N$. Jokainen puhe-enkooderi SPE1, SPE2,..., SPEN on kytketty yhteen N:stä kanavaenkooderista CHE1, CHE2,..., CHEN. Jokaisella kanavaenkooderilla CHE1, CHE2,..., CHEN on myös erilainen virheenkorjaukseen ja -tunnistukseen yhteensä käytettävä bittinopeus $c_1, c_2, \dots, c_N$ (ei esitetty kuvassa). Puhe-enkooderien ja kanavaenkooderien bittinopeudet ovat sellaiset, että $k_1 > k_2 > \dots > k_N$ ja $c_1 < c_2 < \dots < c_N$. Koko järjestelmän tiedonsiirtokanavalle syötetyn koodatun puheinformaation bittinopeus K on vakio. Tämä on saavutettu käyttämällä sellaisia puhe-enkooderien SPE1, SPE2, ... SPEN ja kanavaenkooderien CHE1, CHE2, ..., CHEN bittinopeuksia jotka toteuttavat seuraavan yhtälön: $k_i + c_i = K, i=1, \dots, N$. Näin ollen ainoastaan puhe-enkooderien ja kanavaenkooderien käyttämien bittinopeuksien suhteellinen osuus muuttuu kokonaislinjanopeuden K säilyessä va-

kiona. Bittinopeuksien suhteellista osuutta säädetään tiedonsiirtoyhteyden laadun perusteella: mitä enemmän tiedonsiirtovirheitä tiedonsiirtoyhteydellä esiintyy, sitä alempibittinopeuksista puhe-enkooderia ja vastaavasti suurempibittinopeuksista kanavaenkooderia (virheenkorjaukseen ja -tunnistukseen käytetään enemmän
5 bittejä) käytetään. Edellä kuvattu puheenkoodausjärjestelmä on tekniikan tasosta alan ammatti-ihmiselle tunnettu.

Sovellettaessa keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja -tunnistusta edellisessä kappaleessa kuvattuun puheenkoodausjärjestelmään, toteutetaan se
10 jokaiselle N:lle (tai osalle niistä) koodausmoodille (puhe-enkooderin ja kanavaenkooderin yhdistelmälle) erikseen. Näin ollen jokaiselle koodausmoodille, tai vain osalle niistä, on olemassa joukko keksinnön mukaisia kohdistusmoodeja. Mitä häiriöllisempi tiedonsiirtokanava on, sitä korkeampi fokusmoodin numero valitaan (kuva 8), eli sitä enemmän virheenkorjausta- ja tunnistusta kohdistetaan puheen
15 laadun kannalta oleellisimpiin puheparametribitteihin.

Keksinnön mukaisen kohdistetun virheenkorjauksen ja/tai virheentunnistuksen käyttö tarjoaa lisäjoustavuutta adaptoitua vaihtelevaalaatuisiin tiedonsiirtokanaviin, ja johtaa parempilaatuiseen puheenlaatuun häiriöllisillä tiedonsiirtoyhteyksillä.
20 Keksintö tarjoaa uuden parametrin säätää virheenkorjauksen- ja -tunnistuksen kohdistumista, jolloin saavutettava tarkkuus ja tehokkuus on parempi kuin aiemmin tunnetuissa järjestelmissä. Keksintö tarjoaa oivallisen tavan toteuttaa virheenkorjauksen- ja virheentunnistuksen kannalta monella eri toimintamoodilla toimivan puheenkoodausjärjestelmän, joka edullisesti käyttää vain pientä määrää erilaisia
25 puhekoodekkeja. Keksinnön mukainen järjestely mahdollistaa monella eri toimintamoodilla toimivan, tiedonsiirtovirheitä hyvin kestävä, puheenkoodausjärjestelmän toteuttamisen vähällä määrällä puhekoodekkeja, jolloin järjestelmän kokonaiskompleksisuus pysyy alhaisella tasolla. Näin ollen keksinnön eri toteutusmuodot ovat taloudellisestikin ajatellen kilpailukykyisiä.

30

Kuvassa 8 on esitetty kuinka eri fokusmoodit (tässä esimerkissä 1:stä 3:een) kohdistuvat kullekin eri koodassuhteelle 1, 2, 3, ..., N tiedonsiirtoyhteyden laadun (kuvassa 8 ilmaistu C/I-suhteena) funktiona. Koodaussuhteella tarkoitetaan puheparametribittien suhdetta virheenkorjaus- ja/tai virheentunnistusbitteihin vakiolin-

5 janopeudella toimivassa puheenkoodausjärjestelmässä. Kuvassa 9 on esitetty keksinnön mukaisen matkaviestimen rakennetta lohkokaaaviona, jossa käytetään keksinnön mukaista kohdistettua virheenkorjausta ja/tai virheentunnistusta. Lähetettävä, mikrofoni-
301 tuleva puhesignaali näytteistetään A/D-muuntimessa 302, ja puhe koodataan puhekooderissa 303, jonka jälkeen suoritetaan kantataajuisen

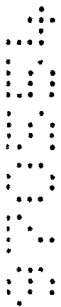
10 signaalin käsittelyä lohkoissa 304, oleellisesti keksinnön mukainen kohdistettua virheenkorjausta ja/tai virheentunnistusta suorittava kanavakoodaus 207 (kuva 4). Tämän jälkeen kanavakoodattu signaali muunnetaan radiotaajuudelle ja lähetetään lähettimestä 305 duplex-suodattimen DPLX ja antennin ANT välityksellä. Vastaanotossa vastaanotetulle puheelle suoritetaan kuvan 5 yhteydessä selostet-

15 tut vastaanottohaaran 306 toiminnot, kuten puheen dekodaus keksinnön mukaisella kohdistusmoodilla 213, 213' lohkoissa 223. Dekoodattu puhe ohjataan D/A-muuntimen 308 kautta kaiuttimelle 309 toistamista varten.

20 Kuvassa 10 on esitetty keksinnön mukainen tiedonsiirtojärjestelmä 310, joka käsittelee matkaviestimiä 311 ja 311', tukiaseman 312 (BTS, Base Transceiver Station), tukiasemakontrollerin 313 (Base Station Controller), matkapuhelinkeskuksen 314 (MSC, Mobile Switching Centre), tietoliikenneverkkoja 315 ja 316, sekä niihin suoraan tai päätelaitteen (esim. tietokone 318) välityksellä liittyneitä viestimiä 317 ja 319. Keksinnön mukaisessa tiedonsiirtojärjestelmässä 310 matkaviestimet ja muut

25 viestimet 317, 318 ja 319 kytkeytyvät toisiinsa tietoliikenneverkkojen 315 ja 316 välityksellä, ja käyttävät informaation siirtämiseen kuvien 2-9 yhteydessä kuvattua informaationkoodausmenetelmää. Keksinnön mukaista menetelmää käytetään järjestelmässä edullisesti matkaviestimissä 311, 311' ja tukiasemassa 312.

- Tässä on esitetty keksinnön toteutusta ja suoritusmuotoja esimerkkien avulla. Alan ammattimiehelle on ilmeistä, ettei keksintö rajoitu edellä esitettyjen suoritusmuotojen yksityiskohtiin ja että keksintö voidaan toteuttaa muussakin muodossa poikkeamatta keksinnön tunnusmerkeistä. Esitettyjä suoritusmuotoja tulisi pitää valaisevina, muttei rajoittavina. Siten keksinnön toteutus- ja käyttömahdollisuuksia rajoittavatkin ainoastaan oheistetut patenttivaatimukset. Täten vaatimusten määrittelemät erilaiset keksinnön toteutusvaihtoehdot, myös ekvivalenttiset toteutukset kuuluvat keksinnön piiriin.
- 5



Patenttivaatimukset

1. Digitaalinen informaationsiirtojärjestelmä (310), joka käsittää:
lähettimen (10, 311, 312);
5 vastaanottimen (20, 311, 312);
tiedonsiirtoyhteyden (214) lähetettävän informaation (200) välittämiseksi
mainitun lähettimen (10, 311, 312) ja vastaanottimen (20, 311, 312) välillä;
välineet (215, 216, 245, 248) tiedonsiirtoyhteyden laadun analysoimiseksi
järjestettynä antamaan koodausmoodi-informaation (213) tiedonsiirtoyhtey-
10 den laadun perusteella;
ensimmäiset jakovälineet (204) informaation (200,213) jakamiseksi ainakin
kahteen osaan, ensimmäiseen osaan (205) ja toiseen osaan (206) siten että
ensimmäisen ja toisen osan informaation määrän suhde riippuu koodaus-
moodi-informaatiosta (213);
15 mainittu lähetin (10, 311, 312) käsittää kanavaenkooderin (207) informaati-
on (200) ensimmäisen osan kanavakoodaamiseksi; ja
välineet (240,241) mainitun lähetettävän informaation (200) siirtämiseksi
lähettimeltä (10, 311, 312) vastaanottimelle (20, 311, 312) tiedonsiirtoyhtey-
den (214) yli, **tunnettu** siitä, että
20 kanavaenkooderi (207) on järjestetty suorittamaan virheentunnistuskoo-
daus (208) ensimmäiselle osalle (205) muttei toiselle osalle (206) siten että
virheentunnistuksen koodattavan informaation osuus lähetettävästä informaati-
osta riippuu koodausmoodi-informaatiosta; ja
lähetin (10, 311, 312) on järjestetty lähettämään koodausmoodi-informaatio
25 (213) vastaanottimelle (20, 311, 312) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnet-**
tu siitä, että
mainittu kanavaenkooderi (207) on järjestetty suorittamaan virheenkorjaus-
30 koodaus (209) koko ensimmäiselle osalle (205) tiedonsiirtoyhteydellä (214)
tulevien virheiden korjaamiseksi vastaanotossa;
käsittää toiset jakovälineet (208, 209) mainitun ensimmäisen informaation

(205) jakamiseksi kahteen aliosaan, ensimmäiseen aliosaan ja toiseen aliosaan; ja

mainittu kanavaenkooderi (207) käsittää välineet (208) virheentunnistuskoodin lisäämiseksi mainitun ensimmäisen aliosan informaation yhteyteen.

5

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että mainittu kanavaenkooderi (207) käsittää toiset jakovälineet (208, 209) mainitun ensimmäisen informaation (205) jakamiseksi kahteen aliosaan, ensimmäiseen aliosaan ja toiseen aliosaan, ja että mainittu kanavaenkooderi (207) käsittää välineet (209) virheenkorjauskoodin lisäämiseksi mainitun ensimmäisen aliosan informaation yhteyteen.

10

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että toiset jakovälineet (208, 209) on järjestetty jakamaan mainittu ensimmäinen informaatio (205) mainittuihin kahteen aliosaan koodausmoodi-informaation (213) perusteella.

15

5. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että mainitut tiedonsiirtoyhteyden (214) laadunanalysointivälineet (215, 216, 245, 248) käsittävät detektorin (215), joka detektoi tiedonsiirtoyhteyden (214) laatua mainitussa lähettimessä (10, 311, 312) mainitun koodausmoodi-informaation (213) muodostamiseksi.

20

6. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että mainitut tiedonsiirtoyhteyden (214) laadunanalysointivälineet (215, 216, 245, 248) käsittävät detektorin (245), joka detektoi tiedonsiirtoyhteyden (214) laatua mainitussa vastaanottimessa (20, 311, 312) mainitun koodausmoodi-informaation (213) muodostamiseksi.

25

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että mainittu vastaanotin (20, 311, 312) lisäksi käsittää välineet (224) virheellisten puhekehysten ilmaisemiseksi, ja että mainittu detektori (245) kä-

30

sittää välineet tiedonsiirtoyhteyden (214) laadun analysoimiseksi ja mainitun koodausmoodi-informaation (213) muodostamiseksi ilmaistujen virheellisten puhekehysten perusteella.

- 5 8. Patenttivaatimuksen 5, 6 tai 7 mukainen informaationsiirtojärjestelmä (310),
tunnettu siitä, että se käsittää kohdistusmoodin valitsimen (216), joka on jär-
jestetty valitsemaan koodausmoodi-informaatio (203) ryhmästä erilaisia koo-
dausmoodi-informaatioita.
- 10 9. Minkä tahansa edeltävän patenttivaatimuksen mukainen informaationsiirto-
järjestelmä (310), **tunnettu** siitä, että mainittu lähetin (10, 311, 312) käsittää
useita puhe-enkoodereita (SPE1, SPE2, ... , SPEN), jotka on järjestetty koo-
daamaan sisääntulevaa informaatiota (200) usealla eri linjanopeudella (k1,
k2, ... kN) puheparametrien (202) muodostamiseksi, mainittu lähetin (10,
15 311, 312) lisäksi käsittää useita kanavaenkoodereita (CHE1, CHE2, ...
CHEN), jotka on järjestetty lisäämään puheparametrien (202) yhteyteen ka-
navakoodit (210), ja että mainittujen tiedonsiirtoyhteyden laadunanalysointi-
välineiden (215, 216, 245, 248) muodostaman koodausmoodi-informaation
(213) perusteella toteutettava informaation (200) jako mainittuun ensimmäi-
20 seen osaan (205) ja toiseen osaan (206) on järjestetty muodostettavaksi
erikseen jokaiselle puhe-enkooderin (SPE1, SPE2, ... , SPEN) ja kanavaen-
kooderin (CHE1, CHE2, ... , CHEN) yhdessä muodostamalle koodekille.
- 25 10. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 9 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä,
tunnettu siitä, että kanavadekooderi (223) on järjestetty virheentunnistuk-
sen (224) perusteella määrittämään käytetäänkö vastaanotettua informaatio-
ta (218) vai korvaavaa informaatiota puhedekoodaukseen.
- 30 11. Matkaviestin (311, 311', 319), joka käsittää:
vastaanottimen (20, 311) informaation (200,213) vastaanottamiseksi lähet-
timeltä (10) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli;
jakovälineet (204) informaation (200,213) jakamiseksi ainakin kahteen

osaan, ensimmäiseen osaan (220) ja toiseen osaan (225), siten että informaation määrän suhde ensimmäisen osan (220) ja toisen osan (225) välillä perustuu koodausmoodi-informaatioon joka riippuu tiedonsiirtoyhteyden (214) laadusta; ja

5 kanavadekooderin (223) kanavadekoodausoperaation (222,224) suorittamiseksi ensimmäiselle osalle, **tunnettu** siitä, että

matkaviestin on järjestetty vastaanottamaan koodausmoodi-informaation (213) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli; ja

10 kanavadekooderi on järjestetty suorittamaan virheetunnistusdekoodaus (224) ensimmäiselle osalle (220) muttei toiselle osalle (225) siten että virheetunnistusdekoodattavan informaation osuus riippuu koodausmoodi-informaatiosta.

12. Lähetin (10) informaation (200) lähettämiseksi digitaalisessa tiedonsiirtojärjestelmässä (310) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli, käsittäen:

15 välineet (215, 216) tiedonsiirtoyhteyden (214) laadun analysoimiseksi; jakovälineet (204) informaation (200) jakamiseksi ainakin kahteen osaan, ensimmäiseen osaan (205) ja toiseen osaan (206) siten että informaation määrän suhde ensimmäisen osan (205) ja toisen osan (206) välillä riippuu koodausmoodi-informaatiosta (213) joka perustuu tiedonsiirtoyhteyden laatuun;

20 kanavaenkooderi (207) jokin kanavakoodaustoimenpiteen (208, 209) suorittamiseksi ensimmäiselle osalle (205); ja

25 lähettimen (240) lähetettävän informaation (200) lähettämiseksi tiedonsiirtoyhteyden (214) yli;

tunnettu siitä, että:

30 kanavaenkooderi (207) on järjestetty suorittamaan virheetunnistuskoodauksen (208) ensimmäiselle osalle (205) muttei toiselle osalle (206) siten että virheetunnistuskoodattavan informaation osuus lähetettävästä informaatiosta riippuu koodausmoodi-informaatiosta;

välineet (215, 216) tiedonsiirtoyhteyden (214) laadun analysoimiseksi on järjestetty antamaan koodausmoodi-informaatio(213); ja

lähetin on järjestetty lähettämään koodausmoodi-informaation (213) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli.

13. Vastaanotin (20), joka käsittää:
- 5 välineet (241) informaation (213, 218) vastaanottamiseksi lähettimeltä (10) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli;
- välineet (219,248) vastaanotetun informaation (218) jakamiseksi ensimmäiseen osaan (220) ja toiseen osaan (225) siten että tiedon määrän suhde ensimmäisen osan (220) ja toisen osan (225) välillä perustuu koodausmoodi-
- 10 informaatioon joka riippuu tiedonsiirtoyhteyden (213) laadusta; ja
- kanavadekooderin (223) jonkin kanavadekoodaustoimenpiteen (222, 224) suorittamiseksi mainitulta tiedonsiirtoyhteydeltä (214) ensimmäiselle osalle (220), **tunnettu** siitä, että:
- vastaanotin on järjestetty vastaanottamaan koodausmoodi-informaatio
- 15 (213) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli; ja
- kanavadekooderi (223) on järjestetty suorittamaan virheentunnistus (224) ensimmäiselle osalle (220) muttei toiselle osalle (225) siten että virheentunnistettavan tiedon osuus riippuu koodausmoodi-informaatiosta (213).
- 20 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen vastaanotin, **tunnettu** siitä, että kanavadekooderi (223) on järjestetty virheentunnistuksen (224) perusteella määrittämään käytetäänkö vastaanotettua informaatiota (218) vai korvaavaa informaatiota puhedekoodaukseen.
- 25 15. Menetelmä informaation (200) siirtämiseksi digitaalisessa informaationsiirtojärjestelmässä (310) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli, jossa:
- analysoidaan tiedonsiirtoyhteyden (214) laatu;
- annetaan koodausmoodi-informaatio (213) perustuen tiedonsiirtoyhteyden (214) laatuun;
- 30 jaetaan siirrettävä informaatio (200) ainakin kahteen osaan, ensimmäiseen osaan (205) ja toiseen osaan (206) siten että tiedon määrän suhde ensimmäisen osan (205) ja toisen osan (206) välillä riippuu koodausmoodi-

informaatiosta (213);

suoritetaan jokin kanavakoodaustoimenpide ensimmäisen osan (205) informaatiolle, **tunnettu** siitä, että

- 5 suoritetaan virheentunnistuskoodaus (208) ensimmäiselle osalle (205) muttei toiselle osalle (206) siten että virheentunnistuskoodattavan informaation osuus lähetettävästä informaatiosta riippuu koodausmoodi-informaatiosta; lähetetään koodausmoodi-informaatio (213) tiedonsiirtoyhteyden (214) yli vastaanottimelle.

- 10 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
- mainittu analysointi suoritetaan vastaanottimessa (20), ja
 - mainittu analysointitulos (203, 213, 242, 247, 250) siirretään vastaanottimelta (20) lähettimelle (10).

- 15 17. Patenttivaatimuksen 15 tai 16 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu tiedonsiirtoyhteyden (214) laatua kuvaava analysointitulos (203, 213, 242, 247, 250) saadaan jollakin seuraavista mittaustoimenpiteistä:
- 20
- mitataan puhesynteesistä (233) hylättyjen puheparametrikehysten (230) määrää tietyssä aikayksikössä,
 - mitataan puhesynteesistä (233) hylättyjen peräkkäisten puheparametrikehysten (230) määrää, ja
 - suoritetaan molemmat edellä kuvatut mittaustoimenpiteet.

25

Patentkrav

1. Digitalt informationsöverföringssystem (310), som omfattar:
- 5 en sändare (10,311,312);
- en mottagare (20,311,312);
- en dataöverföringsförbindelse (214) för förmedling av informationen (200) som skall sändas mellan nämnda sändare (10,311,312) och mottagare (20,311,312);
- 10 medel (215,216,245,248) för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen anordnade att ge en kodningstillståndsinformation (213) på basis av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen;
- första delningsmedel (204) för delning av informationen (200,213) i åtminstone två delar, en första del (205) och en andra del (206) på sådant sätt, att förhållandet mellan mängden av information av den första och den andra delen är beroende av kodningstillståndsinformationen (213);
- 15 nämnda sändare (10,311,312) omfattar en kanalenkodare (207) för kanalkodning av den första delen av informationen (200); och
- medel (240,241) för överföring av nämnda information (200) som skall sändas från sändaren (10,311,312) till mottagaren (20,311,312) över dataöverföringsförbindelsen (214), **kännetecknat** därav, att
- 20 kanalenkodaren (207) är anordnad att genomföra en felidentifieringskodning (208) på den första delen (205) men inte på den andra delen (206) på sådant sätt, att andelen av informationen som skall felidentifieringsenkodas av informationen som skall sändas är beroende av kodningstillståndsinformationen; och
- 25 sändaren (10,311,312) är anordnad att sända kodningstillståndsinformationen (213) till mottagaren (20,311,312) över dataöverföringsförbindelsen (214).
- 30 2. Informationsöverföringssystem (310) enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att

nämnda kanalenkodare (207) är anordnad att genomföra en felkorrigeringskodning (209) på hela första delen (205) för korrigering av fel som tillkommer på dataöverföringsförbindelsen (214) vid mottagningen;

5 omfattar andra delningsmedel (208,209) för delning av nämnda första information (205) i två underdelar, en första underdel och en andra underdel; och nämnda kanalenkodare (207) omfattar medel (208) för tillsättning av en felidentifieringskod i samband med informationen av nämnda första underdel.

10 3. Informationsöverföringssystem (310) enligt patentkravet 1, **kännetecknat** därav, att nämnda kanalenkodare (207) omfattar andra delningsmedel (208,209) för delning av nämnda första information (205) i två underdelar, en första underdel och en andra underdel, och att nämnda kanalenkodare (207) omfattar medel (209) för tillsättning av en felidentifieringskod i samband med informationen av nämnda första underdel.

15 4. Informationsöverföringssystem (310) enligt patentkravet 2 eller 3, **kännetecknat** därav, att de andra delningsmedlen (208,209) är anordnade att dela nämnda första information (205) i nämnda två underdelar på basis av kodningstillståndsinformationen (213).

20 5. Informationsöverföringssystem (310) enligt vilket som helst av patentkraven 1-4, **kännetecknat** därav, att nämnda medel (215,216,245,248) för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) omfattar en detektor (215), som detekterar kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) i nämnda sändare (10,311,312) för bildande av nämnda kodningstillståndsinformation (213).

25 6. Informationsöverföringssystem (310) enligt vilket som helst av patentkraven 1-4, **kännetecknat** därav, att nämnda medel (215,216,245,248) för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) omfattar en detektor (245), som detekterar kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) i nämnda

30

da mottagare (20,311,312) för bildande av nämnda kodningstillståndsinformation (213).

7. Informationsöverföringssystem (310) enligt patentkravet 6, **kännetecknat**
5 därav, att nämnda mottagare (20,311,312) dessutom omfattar medel (224) för detektering av felaktiga talramar, och att nämnda detektor (245) omfattar medel för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) och för bildande av nämnda kodningstillståndsinformation (213) på basis av de detekterade felaktiga talramarna.
- 10 8. Informationsöverföringssystem (310) enligt patentkravet 5, 6 eller 7 **kännetecknat** därav, att det omfattar en väljare (216) av fokuseringstillstånd, vilken är anordnad att välja kodningstillståndsinformationen (203) från en grupp olika kodningstillståndsinformationer.
- 15 9. Informationsöverföringssystem (310) enligt vilket som helst av de föregående patentkraven, **kännetecknat** därav, att nämnda sändare (10,311,312) omfattar flera talenkodare (SPE1,SPE2,...,SPEN), som är anordnade att koda inkommande information (200) med flera olika linjehastigheter (k1,k2,...,kN) för
20 bildande av talparametrar (202), nämnda sändare (10,311,312) omfattar dessutom flera kanalkodare (CHE1,CHE2,...,CHEN), som är anordnade att tillsätta kanalkoder (210) i samband med talparametrarna (202), och att delningen av informationen (200) i nämnda första del (205) och andra del (206), som genomförs på basis av den av nämnda medel (215,216,245,248) för
25 analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen bildade kodningstillståndsinformationen (213), är anordnad att bildas skilt för varje kodek som bildas tillsammans av en talenkodare (SPE1,SPE2,...,SPEN) och en kanalkodare (CHE1,CHE2,...,CHEN).
- 30 10. Informationsöverföringssystem enligt vilket som helst av patentkraven 1-9, **kännetecknat** därav, att kanalkodaren (223) är anordnad att på basis av

felidentifieringen (224) bestämma om mottagen information (218) eller ersättande information används för taldekodningen.

11. Mobil kommunikationsanordning (311,311',319) omfattande:

- 5 en mottagare (20,311) för mottagning av information (200,213) från en sändare (10) över en dataöverföringsförbindelse (214);
- delningsmedel (204) för delning av informationen (200,213) i åtminstone två delar, en första del (220) och en andra del (225) på sådant sätt, att förhållandet mellan mängden av information av den första delen (220) och den andra delen (225) är beroende av en kodningstillståndsinformation som är beroende
- 10 av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214); och
- en kanaldekodare (223) för genomförande av en kanaldekodningsoperation (222,224) på den första delen, **kännetecknad** därav, att
- den mobila kommunikationsanordningen är anordnad att motta kodningstillståndsinformationen (213) över dataöverföringsförbindelsen (214); och
- 15 kanaldekodaren är anordnad att genomföra en felidentifieringsdekodning (224) på den första delen (220) men inte på den andra delen (225) på sådant sätt, att andelen av informationen som skall felidentifieringsdekodas är beroende av kodningstillståndsinformationen.

20 12. Sändare (10) för sändning av information (200) i ett digitalt dataöverföringssystem (310) över en dataöverföringsförbindelse (214), omfattande:

- medel (215,216) för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214);
- 25 delningsmedel (204) för delning av informationen (200) i åtminstone två delar, en första del (205) och en andra del (206) på sådant sätt, att förhållandet mellan mängden av information av den första delen (205) och den andra delen (206) är beroende av en kodningstillståndsinformation (213), som grundar sig på kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen;
- 30 en kanalenkodare (207) för genomförande av någon kanalkodningsoperation (208,209) på nämnda första del (205); och

en sändare (240) för sändning av informationen (200) som skall sändas över dataöverföringsförbindelsen (214);

kännetecknad därav, att:

kanalkodaren (207) är anordnad att genomföra en felidentifieringskon-
5 (208) på den första delen (205) men inte på den andra delen (206) på sådant
sätt, att andelen av informationen som skall felidentifieringsenkodas av informa-
tionen som skall sändas är beroende av kodningstillståndsinformationen; och
medlen (215,216) för analysering av kvaliteten av dataöverföringsförbindel-
sen (214) är anordnade att ge kodningstillståndsinformationen (213); och
10 sändaren är anordnad att sända kodningstillståndsinformationen (213) över
dataöverföringsförbindelsen (214).

13. Mottagare (20), som omfattar:

medel (241) för mottagning av information (213,218) från en sändare (10)
15 över en dataöverföringsförbindelse (214);

medel (219,248) för delning av den mottagna informationen (218) i en för-
sta del (220) och en andra del (225) på sådant sätt, att förhållandet mellan
mängden av information av den första delen (220) och den andra delen (225)
grundar sig på en kodningstillståndsinformation, som är beroende av kvalite-
20 ten av dataöverföringsförbindelsen (213); och

en kanaldekodare (223) för genomförande av någon kanaldekodningsope-
ration (222,224) på den första delen (220) från nämnda dataöverföringsförbin-
delse (214), **kännetecknad** därav, att:

mottagaren är anordnad att mottaga kodningstillståndsinformationen (213)
25 över dataöverföringsförbindelsen (214); och

kanaldekodaren (223) är anordnad att genomföra felidentifiering (224) på
den första delen (220) men inte på den andra delen (225) på sådant sätt, att
andelen av informationen som skall felidentifieras är beroende av kodningstill-
ståndsinformationen (213).

30

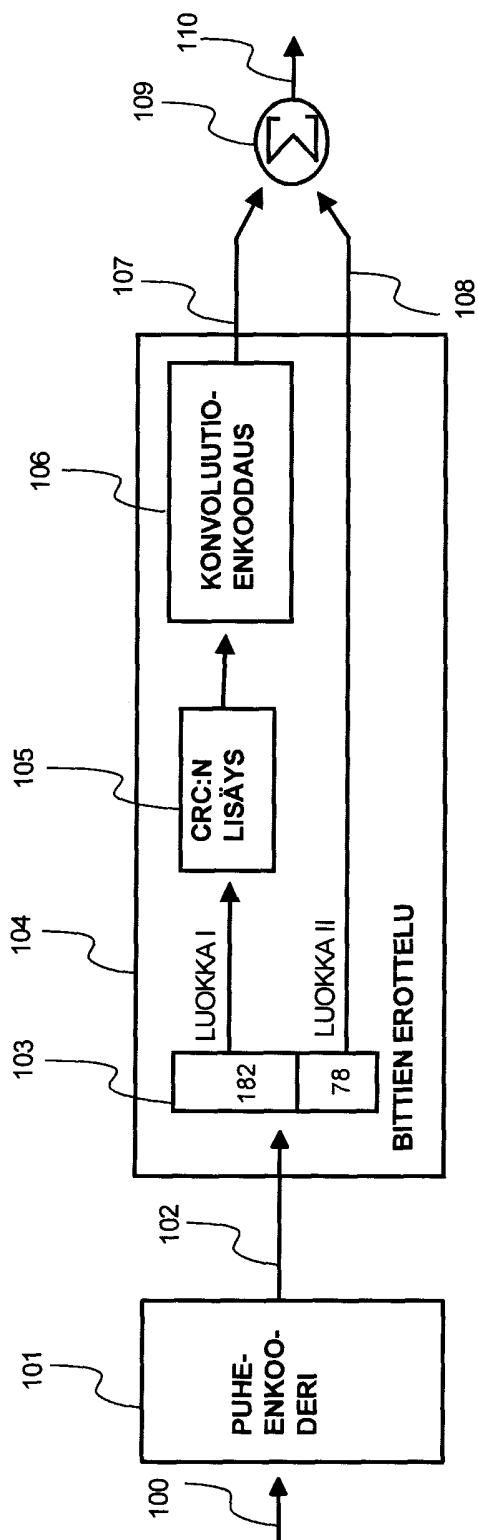
14. Mottagare enligt patentkravet 13, **kännetecknad** därav, att kanaldekodaren
(223) är anordnad att på basis av felidentifieringen (224) bestämma om mot-

tagen information (218) eller ersättande information används för taldekodningen.

- 5 15. Förfarande för överföring av information (200) i ett digitalt informationsöverföringssystem (310) över en dataöverföringsförbindelse (214), där:
kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) analyseras;
kodningstillståndsinformation (213) ges på basis av kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214);
informationen (200) som skall överföras delas i åtminstone två delar, en
10 första del (205) och en andra del (206) på sådant sätt, att förhållandet mellan mängden av information av den första delen (205) och den andra delen (206) grundar sig på kodningstillståndsinformationen (213);
någon kanalkodningsoperation genomförs på informationen av den första delen (205), **kännetecknat** därav, att
15 en felidentifieringskodning (208) genomförs på den första delen (205) men inte på den andra delen (206) på sådant sätt, att andelen av informationen som skall felidentifieringsenkodas av informationen som skall sändas är beroende av kodningstillståndsinformationen;
kodningstillståndsinformationen (213) sänds över dataöverföringsförbindelsen (214) till en mottagare.
20
16. Förfarande enligt patentkravet 15, **kännetecknat** därav, att
- nämnda analysering genomförs i mottagaren (20), och
- nämnda analyseringsresultat (203,213,242,247,250) överförs från mottagaren (20) till sändaren (10).
25
17. Förfarande enligt patentkravet 15 eller 16, **kännetecknat** därav, att nämnda analyseringsresultat (203,213,242,247,250) som beskriver kvaliteten av dataöverföringsförbindelsen (214) erhålls med någon av följande mätoperationer:
30
- mängden av avvisade talparameterramar (230) från en talsyntes (233) mäts under en bestämd tidsenhet,

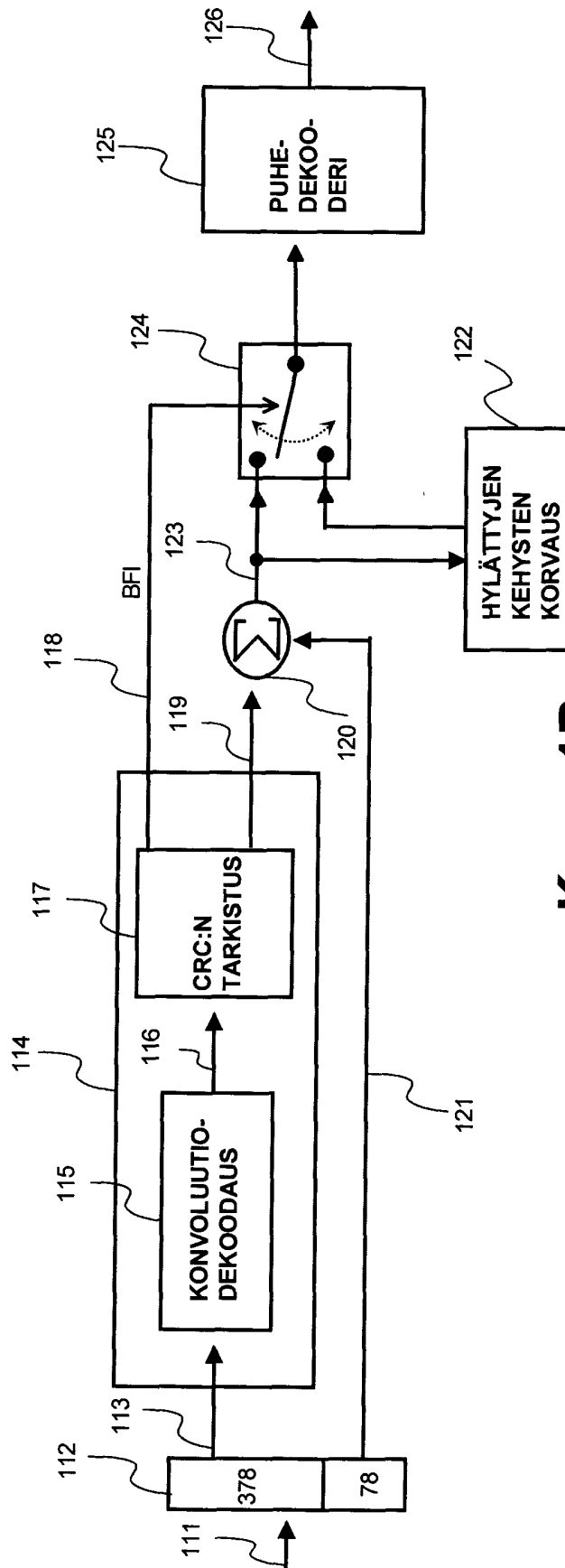
- mängden av avvisade successiva talparameterramar (230) från en talsyn-tes (233) mäts, och
- nämnda ovan beskrivna mätoperationer genomförs.





Kuva 1A

Sivu 2/12



Kuva 1B

07.06.93 07.05.93

116181

Sivu 3/12

b1
b2
b3
b4
b5
.
.
.
b182
.
.
.
b256
b257
b258
b259
b260

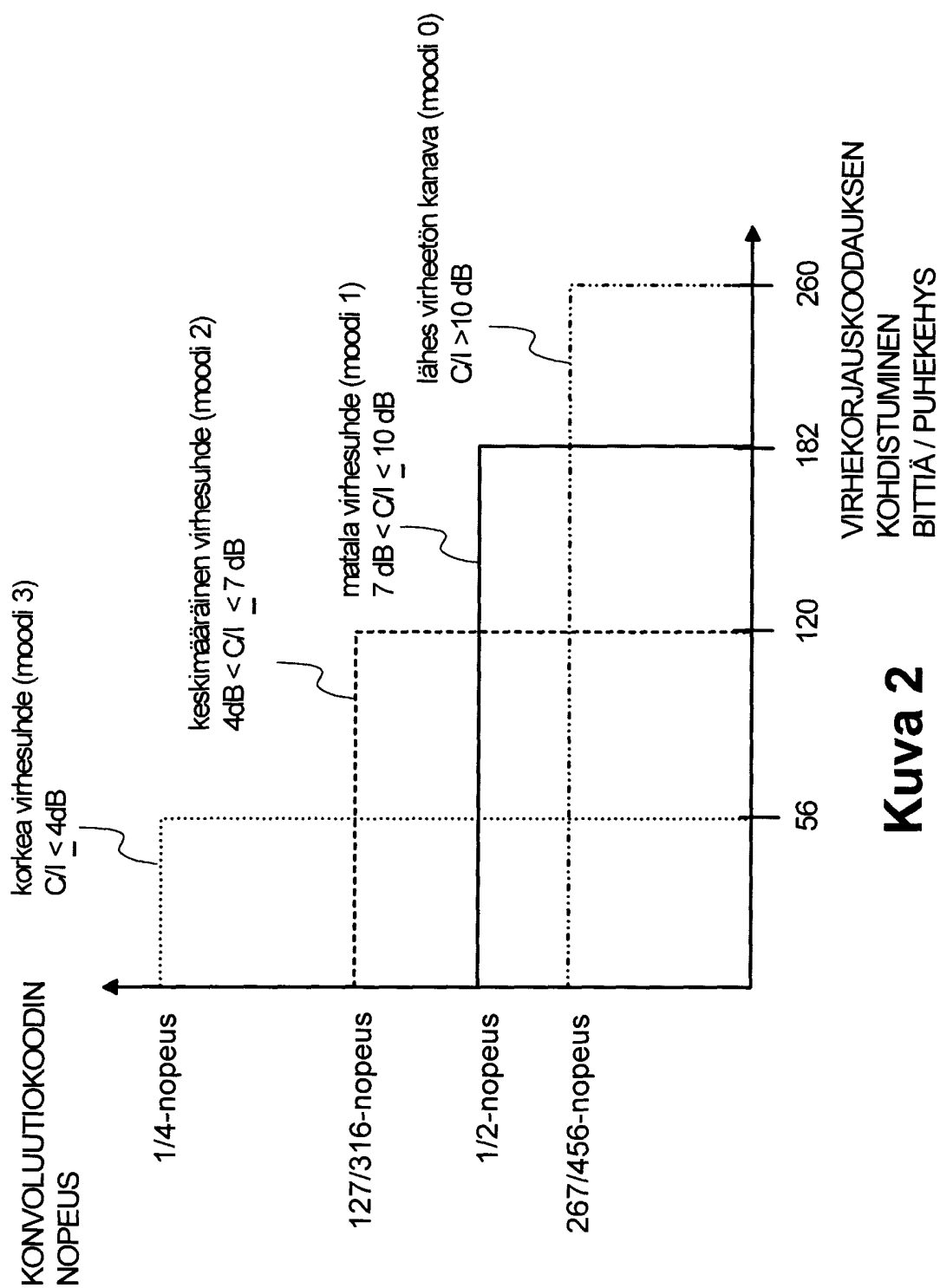
konvoluutiokoodilla
suojatut bitit



suojaamattomat bitit



Kuva 1C



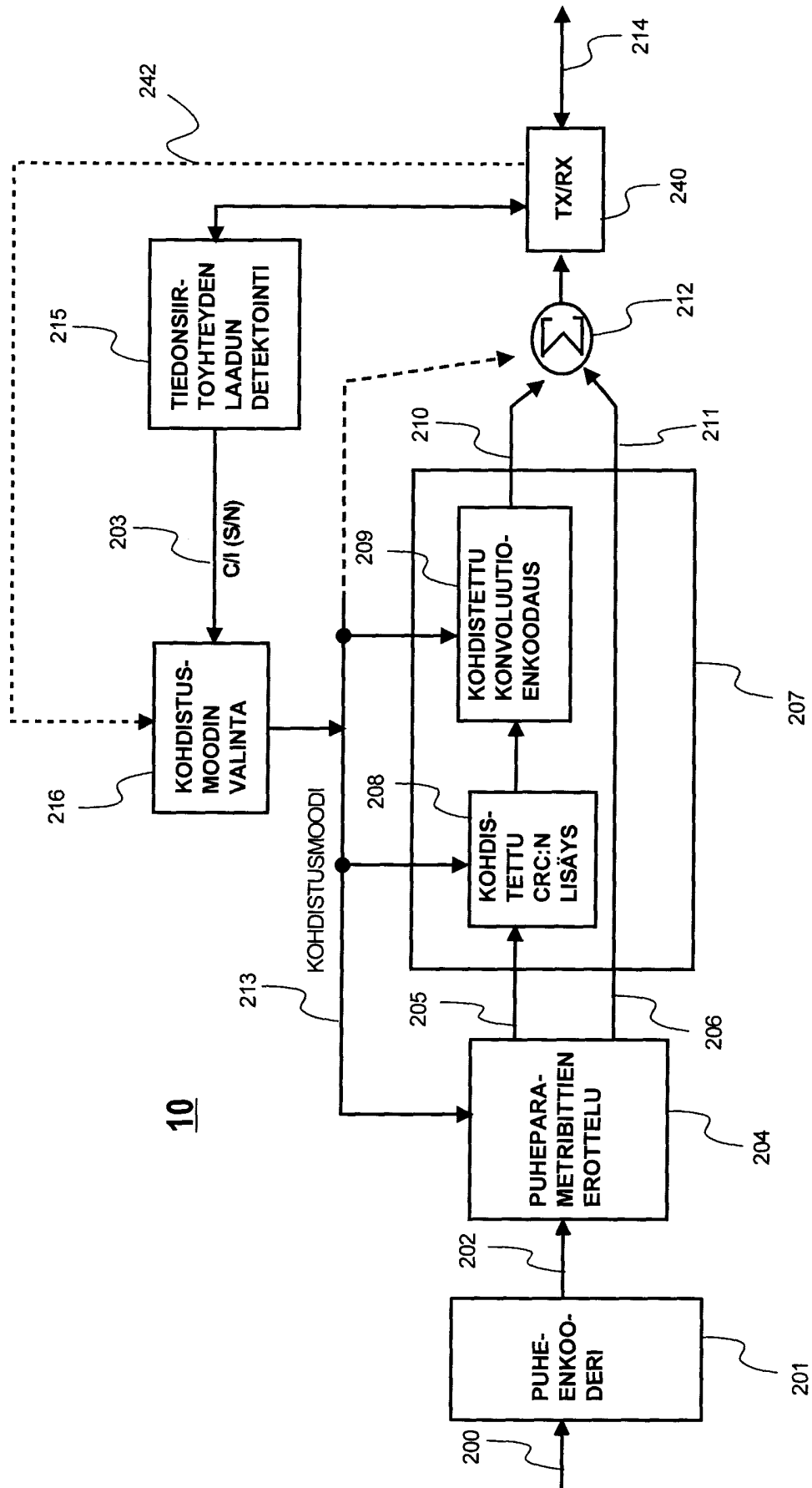
b1	
b2	
b3	
b4	
b5	
.	
.	
.	
b56	
.	
.	
.	
b256	
b257	
b258	
b259	
b260	

b1	
b2	
b3	
b4	
b5	
	.
	.
	.
b120	
	.
	.
	.
b256	
b257	
b258	
b259	
b260	

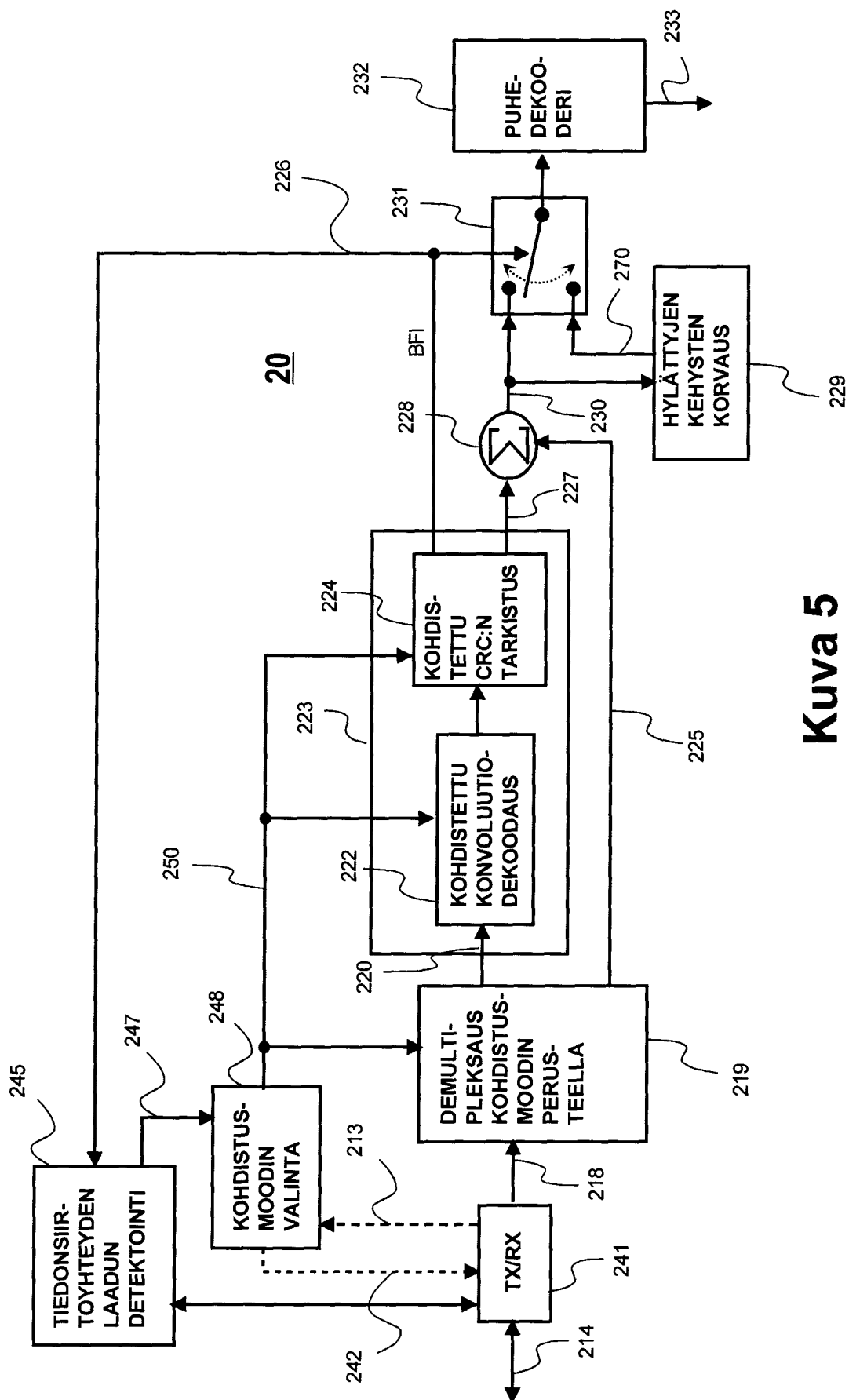
b1
b2
b3
b4
b5
.
.
.
b182
.
.
.
b256
b257
b258
b259
b260

b1
b2
b3
b4
b5
.
.
.
b256
b257
b258
b259
b260

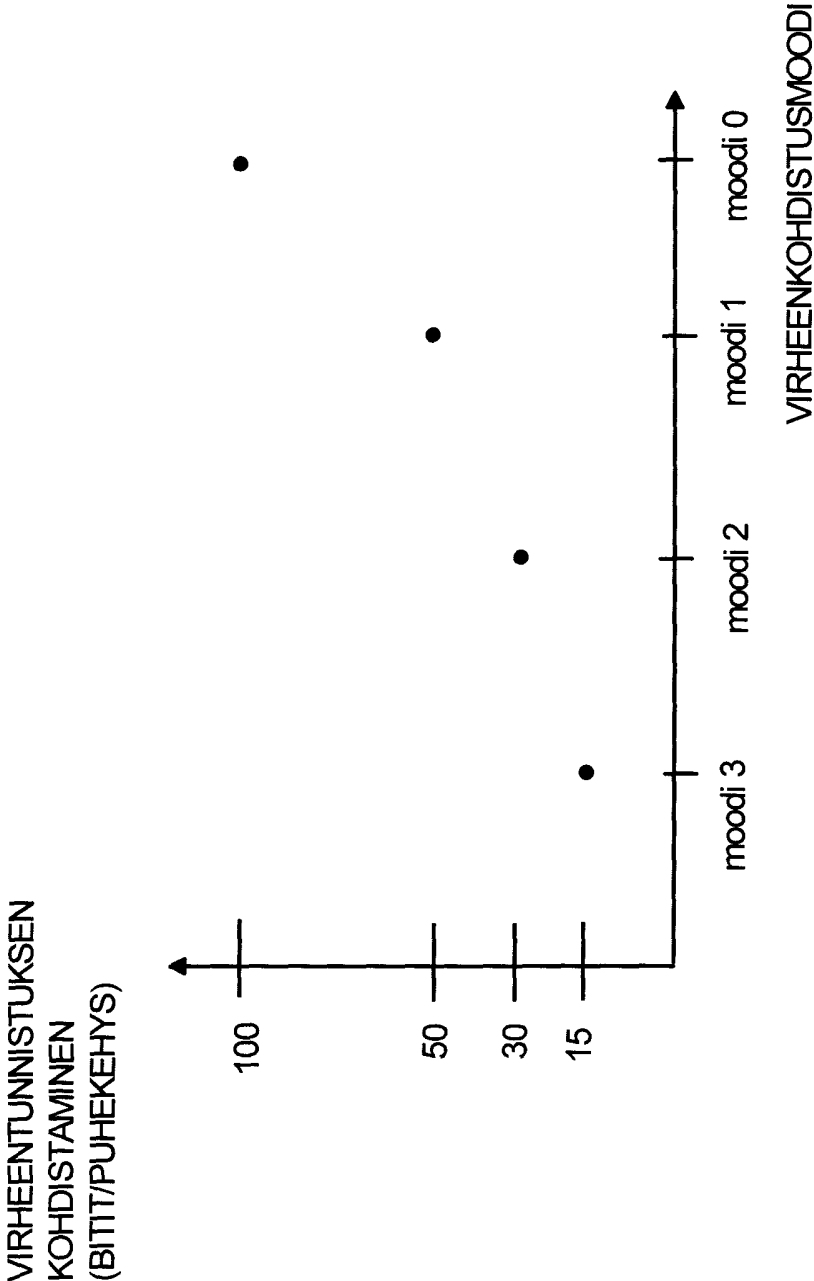
267/456-nopeus



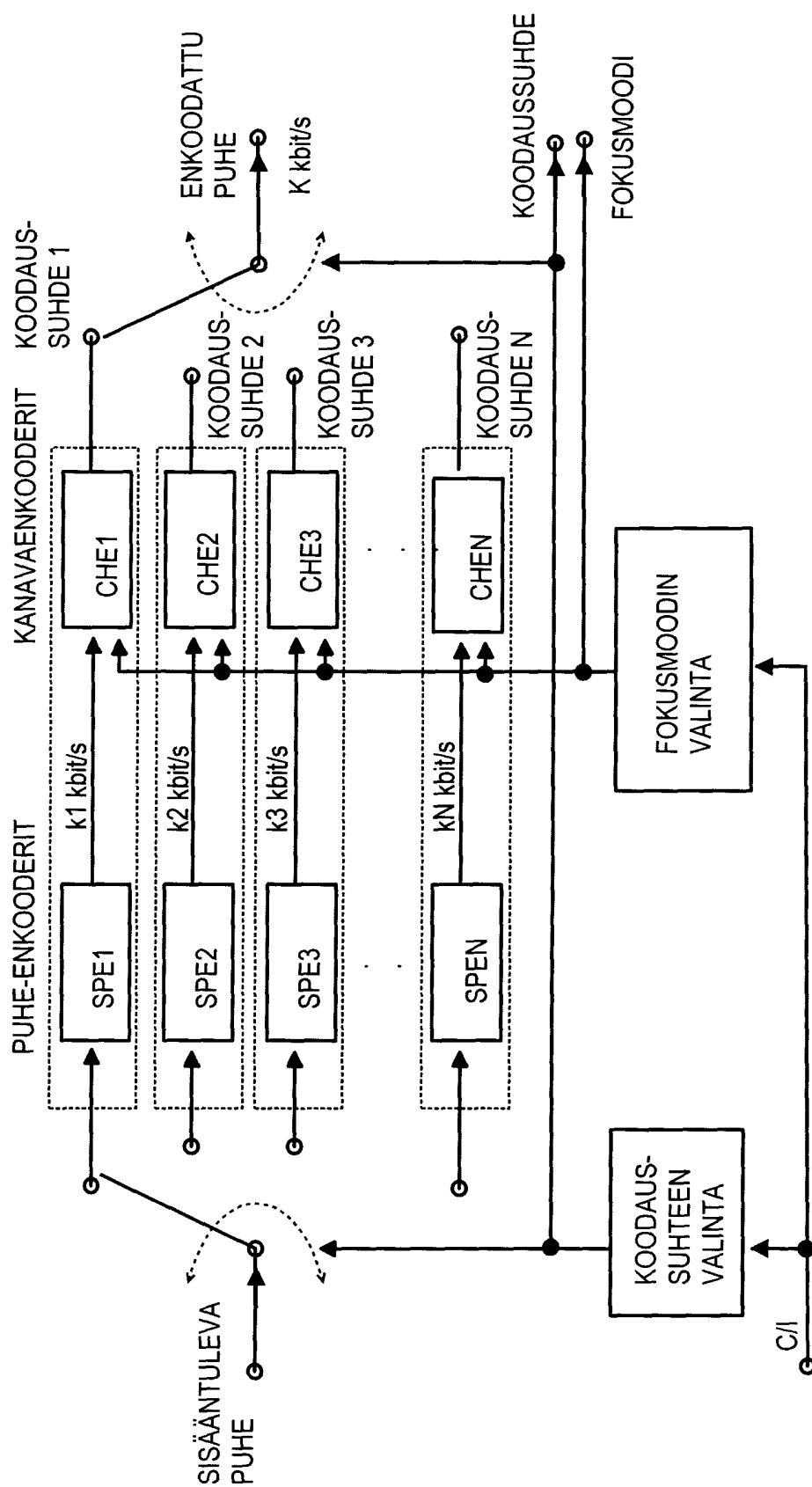
Kuva 4



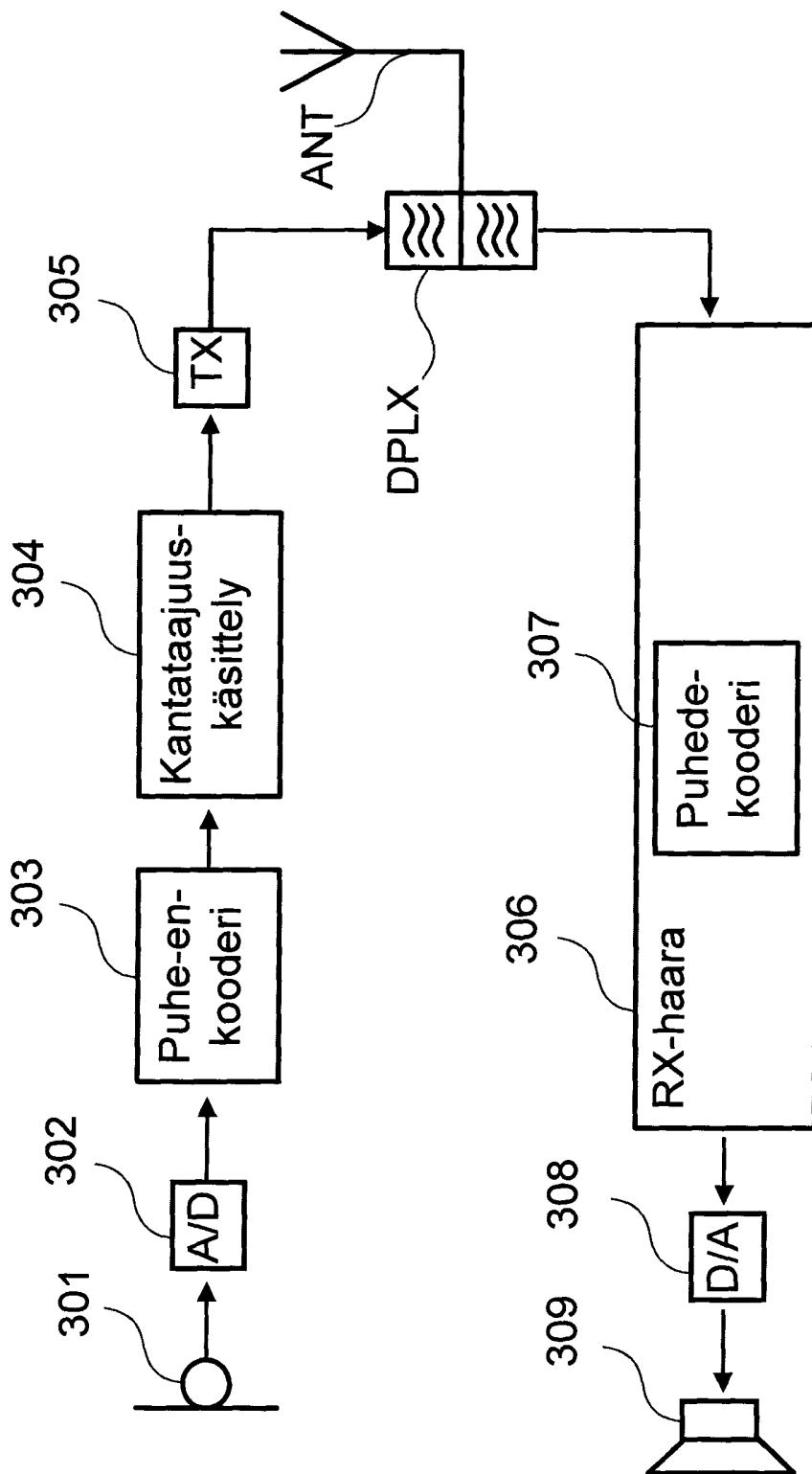
Kuva 5



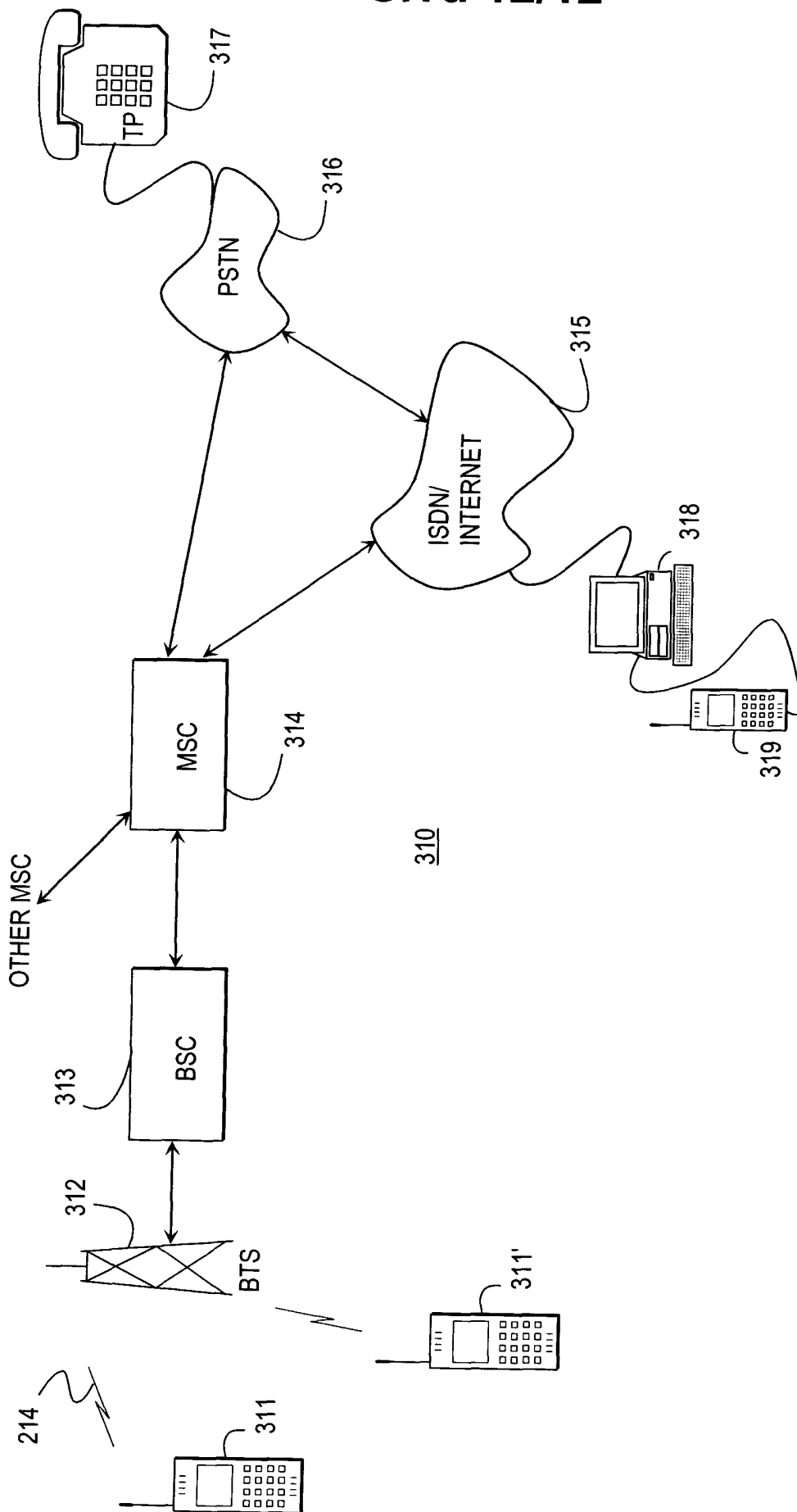
Kuva 6



Kuva 7



Kuva 9



Kuva 10