



FI00092125B

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU  
UTLAGGNINGSSKRIFT 92125**C (15) Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 04L 1/16, H 04Q 7/04

**SUOMI-FINLAND****(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	924943
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	30.10.92
(24) Alkupäivä - Löpdag	30.10.92
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	01.05.94
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.06.94

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Mobile Phones Ltd., PL 86, 24101 Salo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Malkamäki, Esa, Louhentie 20 C 19, 02130 Espoo, (FI)  
2. Ranta, Pekka, Servin-Maijantie 10 B 18, 02150 Espoo, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

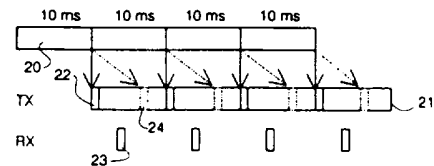
**Radiopuhelinjärjestelmä  
Radiotelefonssystem**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 0418866 (H 04L 1/16)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä oleva keksintö koskee digitaalista radiopuhelinjärjestelmää, jossa puheesta tai datasta, edullisesti ennalta määrätyn pituisesta puhekehuksesta (20) tai datasta, muodostetaan lähetettävä purske (22), joka lähetetään ja samalla aletaan muodostaa seuraavaa pursketta. Purskeen (22) vastaanottavan laitteen vastaanottimessa suoritetaan virhetarkistus jokaiselle purskeelle (22) ja purskeen (22) ollessa virheellinen lähetetään lähettäneelle laitteelle tieto (23) virheellisestä purskeesta ennalta määrätyn ajan kuluessa siitä kun purske (22) lähetettiin, joka aika on mainitun ennalta määrätyn puhekehysten (20) tai datan pituus. Tällöin purskeen lähettänyt laite lähettää saman purskeen (22) tai siihen liittyvän tiedon sisältävän purskeen (24) uudestaan edullisesti ennen kuin seuraava purske on muodostettu. Tällä menettelyllä lähetykseen kuluva viivettä saadaan pienemmäksi. Keksintö soveltuu erityisesti aikajakokanavointia (TDMA) ja koodijakokanavointia (CDMA) käytäviin radiopuhelinjärjestelmiin ja sekä puheen että datan lähetykseen sovellettavaksi.



Föreliggande uppfinning berör ett digitalt radiotelefonssystem, i vilket från tal eller data, företrädesvis från en talram (20) eller data av förutbestämd längd, bildas en burst (22) som skall sändas, sänds och samtidigt börjar bildningen av följande burst. I mottagaren av anordningen mottagande bursten (22) utförs en felgranskning för varje burst (22) och ifall bursten är felaktig sänds information (23) åt sändaranordningen om den felaktiga bursten inom en förutbestämd tid från det att bursten (22) sändes, vilken tid är längden av den förutbestämda talramen (20) eller datan. Härvid sänder burstens sändaranordning på nytt samma burst (22) eller en burst (24) som innehåller information i anknytning till den samma bursten företrädesvis innan följande burst har bildats. Med detta förfarande fås den av sändningen orsakade fördröjningen mindre. Uppfinningen lämpar sig speciellt för radiotelefon-system som använder tidsmultiplexering (TDMA) och kodmultiplexering (CDMA) och för användning till sändning av både tal och data.

## Radiopuhelinjärjestelmä - Radiotelefonssystem

5 Esillä oleva keksintö koskee digitaalista radiopuhelinjärjestelmää, jossa puhetta ja muuta dataa lähetetään purskeina.

10 Matkapuhelinten lisääntyneestä käytöstä johtuva radiopuhelinlinkanavien ruuhkautuminen on ongelmana analogisessa NMT-järjestelmässä. Digitaalisissa matkapuhelinverkoissa verkon kapasiteetti on huomattavasti analogisia verkkoja suurempi ja kanaville mahtuu enemmän käyttäjiä. Jotta kanavat saataisiin tehokkaasti hyödynnettyä, on pyrittävä alle 16 kbit/s siirtonopeuksia käyttäviin puheenkoodausmenetelmiin. Alhaisen siirtonopeuden sisäksi olisi saavutettava mahdollisimman  
15 hyvä puheen laatu, jonka tulee säilyä myös huonossa siirtokanavassa eli lähetettävän datan tulee sietää tietty määrä bittivirheitä puheen siitä kovin paljon kärsimättä. Näin ollen koodauksessa tulee käyttää siirtovirheille epäherkkiä  
20 menetelmiä.

Puheen siirrossa on tärkeää, että viive ei kasva liian suureksi. Puheyhteyden kokonaisviive saa olla korkeintaan 300 ms CCITT:n suosituksen mukaan, kun kiinteän verkon yhteydellä  
25 käytetään satelliittia. Jos maanpäällisen radioverkon kautta otettu puhelu ohjataan kiinteässä verkossa satelliitin kautta, rajoittaa em. viivevaatimus huomattavasti radioverkon sallittua viivettä. Tässä yhteydessä puhutaan n. 20-30 ms viiveestä, joka sallittaisiin radioverkossa. Tällaisen viivevaatimuksen täyttäminen on vaikeaa perinteisillä virheensuojausmenetelmillä, kuten kanavakoodaus ja lomitus (interleaving), joita käytetään mm. yhteiseurooppalaisessa GSM-radioverkossa.

35 Digitaalisissa matkapuhelinjärjestelmissä on puhelimissa ja tukiasemilla puhekoodekki, joka koodaa lähetettävän ja dekodaa vastaanotettavan datan. Puheen koodaukseen on olemassa useita erilaisia perusmenetelmiä ja lisäksi puheenkoo-

dauksen perusmenetelmistä on kehitetty lukuisia erilaisia versioita ja muunnelmia. GSM:n suositus 06.10 määrittelee puhekoodekin toteutuksen GSM-järjestelmässä hyvin tarkkaan aina bittitasolle asti. GSM-järjestelmän lähetystä ja vastaanottoa selostetaan seuraavassa viittaamalla kuvaan 1, jossa on esitetty lohkokaavio GSM-järjestelmän mukaisesta lähetin/vastaanottimesta. Lähetyssekvenssin ensimmäinen vaihe on analogisen puheen digitointi 1 ja koodaus 2. Näytteenotto tapahtuu 8 kHz taajuudella ja algoritmi olettaa sisääntulosignaalin olevan 13 bitin lineaarista PCM:ää. Näytteet segmentoidaan 160 näytteen kehyksiksi, jolloin kehyksen kesto on 20 ms. GSM-järjestelmässä puhekooderi käsittelee 20 ms puhekehyksiä eli ennen koodauksen alkamista otetaan puskuriin 20 ms puhetta. Koodausoperaatiot tehdään kehyskohtaisesti tai näiden alikehyksinä (40 näytteen lohkoina). Enkooderin 2 koodauksen tuloksena yhdestä kehyksestä saadaan 260 bittiä. Puheenkoodauksen 2 jälkeen suoritetaan kanavakoodaus 3 kahdessa vaiheessa, jolloin ensin (260 bittiä) osa biteistä (50 tärkeintä) suojataan lohkokoodilla 3a (= CRC, 3 bittiä) ja sen jälkeen nämä sekä seuraavaksi tärkeimmät bitit (132) suojataan edelleen konvoluutiokoodilla 3b (koodaussuhde 1/2)  $((50+3+132+4)*2=378)$ , ja osa biteistä otetaan suojaamattomina (78). Lohkokoodauksessa 3a puhekehyksen loppuun liitetään bittijono, jonka avulla vastaanotossa voidaan ilmaista siirtovirheitä. Konvoluutiokoodauksessa 3b kasvatetaan puhekehyksen redundanssia. Kaiken kaikkiaan lähetetään siis 456 bittiä per 20 ms kehys. Nämä 456 bittiä lomitetaan 4 (interleaving) ja lomituskina 4 on kaksivaiheinen. Ensin 4a kehyksen bittien järjestys sekoitetaan ja jaetaan sekoitetut bitit kahdeksaan yhtä suureen lohkokon. Nämä lohkot jaetaan 4b edelleen kahdeksaan peräkkäiseen TDMA-kehykseen eli lomitettut 456 bittiä lähetetään kahdeksassa radiotien aikavälissä (57 bittiä kussakin). Lomituksella pyritään siirtovirheet, jotka yleensä esiintyvät virheryöppyinä, levittämään tasaisesti yli koko lähetettävän datan, jolloin kanavadekoodaus toimii tehokkaimmin. Lomituksen purkamisen jälkeen virheryöppy muuttuu yksittäisiksi virhebiteiksi, jotka voidaan korjata kanavadekoodauksessa.

Seuraava vaihe lähetysssekvenssissä on datan salaus 5. Salaus 5 tehdään algoritmilla, joka on GSM:n tarkimmin varjeltuja salaisuuksia. Salauksella estetään puhelujen luvaton kuuntelu, joka analogisissa verkoissa on mahdollista. Salatusta datasta muodostetaan 6 lähetettävä purske lisäämällä siihen opetusjakso, häntäbitit ja suoja-aika. Lähetettävä purske viedään GMSK-modulaattoriin 7, joka moduloi purskeen lähetystä varten. GMSK-modulaatiomenetelmä (Gaussian Minimum Shift Keying) on vakioamplitudinen digitaalinen modulaatiomenetelmä, jossa informaatio sisältyy vaiheen muutoksiin. Lähetin 8 sekoittaa moduloidun purskeen yhden tai useamman välitaajuuden kautta 900 megahertsille ja lähettää sen antennin kautta radiotielle. Lähetin 8 on yksi kolmesta radiotaajuuslohkosta RF. Vastaanotin 9 on vastaanottopuolen ensimmäinen lohko ja tekee lähettimelle 8 käänteiset toiminnot. Kolmas RF-lohko on syntetisaattori 10, joka huolehtii taajuuksien muodostamisesta. GSM-järjestelmässä on käytössä taajuushyppely, jossa lähetyksen ja vastaanottotaajuudet vaihtuvat jokaisessa TDMA-kehyksessä. Taajuushyppely parantaa yhteyden laatua, mutta asettaa syntetisaattorille 10 tiukkoja vaatimuksia. Syntetisaattorin 10 on pystyttävä siirtymään taajuudelta toiselle alle millisekunnissa.

Vastaanotossa tehdään lähetykselle käänteiset operaatiot. RF-vastaanottimen 9 ja demodulaattorin 11 jälkeen tehdään bittien ilmaisu 12, jossa vastaanotetuista näytteistä ilmaistaan bitit eli koetetaan saada selville lähetetty bittisekvenssi. Ilmaisun jälkeen puretaan salaus 13 ja lomitukset 14 sekä tehdään ilmaistuille biteille kanavadekoodaus 15 sekä tarkistetaan virhesumma syklisellä redundanssitarkistuksella (CRC, cyclic redundancy check). Kanavadekoodauksessa 15 pyritään korjaamaan purskeen siirrosta syntyneet bittivirheet. Kanavadekoodauksen 15 jälkeisessä 260 bitin mittaisessa puhekehyksessä ovat lähetetyt puhetta kuvaavat parametrit, joiden avulla puhedekoodaus 16 muodostaa puhesignaalin. Puhesignaali D/A-muunnetaan 17 ja viedään vastaanottimen kaiuttimeen 18.

Lähetin/vastaanottimessa on lisäksi ohjausyksikkö 19, joka ohjaa kaikkia lohkoja ja koordinoi niiden toimintoja ja ohjaa ajoitusta. Ohjausyksikkö 19 käsittää esim. mikroprosessorin.

5

Edellä kuvatussa GSM-järjestelmässä syntyy siinä käytettävissä virhesuojauksessa viivettä aluksi 20 ms puhekehuksesta (tulevien puhenäytteiden puskurointi ennen puheenkoodauksen alkua), lomituksesta n. 40 ms, sekä lisäksi prosessointiviiveet (puhekoodaus, -dekoodaus, korjain, kanavadekoodaus jne.). Merkittävin viiveen aiheuttaja on siis lomitus.

10

Lisäksi muun muassa GSM-järjestelmässä lähetystä varten muodostettu datapaketti lähetetään useana purskeena, joille suoritetaan vastaanotossa lomituksen purku ja kanavadekoodaus. Tämän jälkeen koko vastaanotettua datapakettia tarkastellaan virheiden kannalta. Mikäli datapakettissa on virheitä, tästä lähetetään lähettäneelle laitteelle tieto, joka tämän jälkeen lähettää koko datapaketin uudestaan. Näin ollen kuluu turhaa ylimääräistä aikaa ja kapasiteettia, kun kokonaisia useasta purskeesta muodostuvia datapaketteja joudutaan lähettämään uudestaan virhetilanteissa.

15

20

25

30

GSM-järjestelmää, joka perustuu aikajakokanavointiin (TDMA, Time-Division Multiple Access), ei tässä selosteta tarkemmin, koska se on tunnettu alan ammattimiehelle, ja järjestelmä on määritelty tarkasti ns. GSM-spesifikaatioissa sekä on esitetty esimerkiksi julkaisussa "M.R.L.Hodges, The GSM radio interface, British Telecom Technological Journal", Vol. 8, No 1, 1990, s. 31-43, jonka sisältö sisällytetään täten tähän siihen viittaamalla.

35

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on toteuttaa radiopuhelinjärjestelmä, edullisesti aikajakokanavointiin tai koodijakokanavointiin (CDMA, Code-Division Multiple Access) perustuva radiopuhelinjärjestelmä, jossa käytetään virheensuojausmenetelmänä uudelleenlähetystä, jolla virheensuojauksesta aiheutuva viive ja siten kokonaisviive saadaan pienem-

mäksi. Tämä on mahdollista käyttämällä lähetyspään lomituksen (ja lisäksi vastaanottopään lomituksen purun) sijaan jokaista pursketta varten nopeata virhetarkistusta mahdollisten virheellisten puhekehysten havaitsemiseksi. Havaittu-

5 aan purskeessa virheen vastaanottopää ilmoittaa lähetyspäälle, joka ilmoituksen saatuaan lähettää purskeen uudelleen sen aikavälin kuluessa, joka puhekoodekilta kuluu seuraavan puhekehysten muodostamiseen, jolloin uudelleenlähetyksestä ei aiheudu ylimääräistä viivettä. Sen sijaan, että

10 lähetetään koko purske uudestaan, voidaan lähettää ainoastaan osa siitä, edullisesti tärkeimmät bitit, tai aivan uutta dataa, jonka perusteella vastaanottopää osaa muodostaa alkuperäisen purskeen. Koska lomitusta ei käytetä, ei kanavakoodauksesta saada parasta hyötyä ja siksi voidaan kanavakoodaus jättää pois, jolloin saadaan enemmän vapaata kapasiteettia, mutta kanavakoodausta voidaan myös käyttää nopean uudelleenlähetyksen lisäksi. Jos TDMA-kehys on yhtä

15 pitkä kuin se aika, joka kuluu puhekoodekilta puhekehysten muodostamiseen, voidaan puhepurske siis lähettää uudestaan samassa TDMA-kehyksessä, jonka aikavälissä se alunperin lähetettiin. Vaihtoehtoisesti voidaan uudelleenlähetyks suorittaa seuraavassa TDMA-kehyksessä edellyttäen, että kyseinen seuraava TDMA-kehys mahtuu sen ajan sisälle, jonka aikana seuraavaa puhekehystä muodostetaan puhekoodekissa. Keksinnön

25 mukaista järjestelmää voidaan soveltaa paitsi puheen lähettämiseen, myös radiopuhelimen kautta lähetettävän muun datan lähetykseen, kuten tietokoneen, telekopiolaitteen tai tulevaisuudessa esim. videosignaalin sisältämää dataa. Lisäksi uudelleenlähetystä voidaan käyttää, vaikka käytettäisiin

30 myös kanavakoodausta ja lomitusta. Tällöin saavutetaan kuitenkin hyötyä, koska tarkastellaan jokaista pursketta erikseen ja käytetään uudelleenlähetystä ainoastaan niiden purskeiden osalta, joissa havaittiin virheitä. Tällöin ei koko useammasta purskeesta koostuvaa puhe- tai datapakettia tarvitse lähettää uudestaan.

35

Johdannossa esitetylle digitaaliseen radiopuhelinjärjestelmälle on keksinnön mukaisesti tunnusomaista se, että purs-

keen vastaanottavan laitteen vastaanottimessa suoritetaan virhetarkistus jokaiselle purskeelle ja purskeen ollessa virheellinen lähetetään lähettäneelle laitteelle tieto virheellisestä purskeesta, jolloin purskeen lähettänyt laite lähettää sellaista dataa sisältävän purskeen, jonka perusteella vastaanottava laite osaa muodostaa alkuperäisen lähetetyn purskeen.

Keksinnön mukaisessa järjestelmässä käytetään virheelliseksi havaitun purskeen nopeaa uudelleenlähetystä (nopea ARQ) radiotiellä eli alimmalla mahdollisella tasolla puheen tai muun viivekriittisen datan lähetykseen. Uudelleenlähetyksillä voidaan korvata perinteinen virhesuojaus, joka tyypillisesti toteutetaan kanavakoodauksella ja lomituksella. Menetelmä sopii erityisen hyvin aikajakokanavoituun (TDMA) radiojärjestelmään, mutta voidaan soveltaa myös CDMA-järjestelmään. CDMA-järjestelmissä käytetään tyypillisesti myös kanavakoodausta ja lomitusta puheen suojaukseen. Kun kanavakoodauksesta ja lomituksesta luovutaan, vapautuu kapasiteettia, jota voidaan käyttää uudelleenlähetyksiin. Tällöin kuitenkin CDMA-lähetyksessä ei enää ole jatkuvaa, vaan osan aikaa ei lähetetä mitään, jolloin säästetään matkaviestimen virrankulutuksessa ja samalla vähennetään keskimääräistä saman kanavan häiriötasoa. Keksinnön mukaisen radiopuhelinjärjestelmän erilaisia suoritusmuotoja kuvataan pääpiirteissään seuraavassa. Esimerkkinä käytetään puheen siirtoa, mutta on huomattava, että menetelmä sopii myös muun datan siirtoon.

Perinteisesti (esim. GSM) puhekoodekin tuottama puhepaketti (GSM:ssä 20 ms puhetta) jaetaan useampaan radiotien purskeeseen (interleaving), jolloin radiotiellä häiriöistä tai radiokanavan häipymisestä aiheutuva purskeen menetys ja siitä johtuva virheryöppy voidaan hajottaa, jolloin perinteiset virheenkorjauskoodit (FEC = Forward Error Correction) toimivat tehokkaimmin.

Keksinnön mukaisessa järjestelmässä puhekoodekin tuottama puhepaketti lähetetään tyypillisesti yhdellä kertaa eli



TDMA-järjestelmässä se lähetetään yhdessä TDMA-aikavälissä TDMA-kehyksessä, ja CDMA-järjestelmässä se voidaan lähettää heti kun puhekoodekki on koodannut valitun pituisen puhekeh-  
5 lyksen ja lähetettävä puhepurske on muodostettu. Tällöin  
samalla kun seuraavaa puhepursketta muodostetaan eikä CDMA-  
lähetys siten ole enää jatkuvaa. Tällöin voidaan välttää  
lomituksesta aiheutuva viive. Puhepurskeessa on tyypillises-  
ti virhetarkistus virheellisten purskeiden havaitsemiseksi,  
10 esim. CRC, joka on virheenilmaisujärjestelmä, jossa generoi-  
daan pariteettibittejä enkoodauksella, ja dekodausalgorit-  
milla ilmaistaan lähetyksen aikana syntyneitä virheitä. Kun  
vastaanotin havaitsee virheellisen puhepaketin, se pyytää  
15 purskeen uudelleenlähetystä. Jotta uudelleenlähetyks ei aihe-  
uttaisi lisää viivettä, sen tulisi tapahtua sen ajan kulu-  
sa, jonka aikana puhekoodekki muodostaa seuraavaa puhepaket-  
tia eli ennen seuraavan puhepaketin lähetystä, jolloin uu-  
delleenlähetyksestä ei aiheudu ylimääräistä viivettä. Jos  
20 uudelleenlähetykskään ei onnistu eli pakettia ei saada vir-  
heettä läpi, paketti todetaan menetetyksi ja toimitaan puhe-  
koodekista riippuvalla tavalla (esim. toistetaan edellinen  
puhepaketti). Esitetty uudelleenlähetyks ei siis viivästä  
saapuvien puhepakettien lähetystä, kuten normaalisti tapah-  
tuu uudelleenlähetyksien yhteydessä, kun uudelleenlähetyksil-  
25 le ei varata erikseen lisäkapasiteettia. Keksinnön mukaises-  
sa menetelmässä on lisäksi olennaista se, että vastaanotto-  
pää toteaa nopeasti uudelleenlähetyksstarpeen ja lähettää sii-  
tä tiedon lähetykspäälle ja että TDMA-kehyksessä on olemassa  
tilaa eli varakapasiteettia uudelleenlähetyks varten. Vas-  
30 taus (= uudelleenlähetykspyyntö) voidaan tyypillisesti läh-  
tää normaalin vastakkaisen suunnan puhepakettien mukana tai  
vaihtoehtoisesti tähän tarkoitukseen varattujen vastauspa-  
kettien (kuittauspakettien) mukana. Uudelleenlähetykskapsi-  
teetti voi olla käyttäjälle kiinteästi varattua tai edulli-  
35 semmin usealle käyttäjälle yhteistä, koska jokaista pakettia  
ei kuitenkaan lähetetä uudelleen. Jälkimmäisessä tapauksessa  
voi tietenkin syntyä kilpailutilanne usean käyttäjän välil-  
lä, mistä aiheutuen uudelleenlähetyks ei aina onnistu. Täl-

löin toimitaan kuten edellä esitettiin uudelleenlähetyksenkin epäonnistuessa, esim. toistetaan edellinen puhepaketti.

5 Keksinnön mukaisen järjestelmän etuna on saavutettava pieni kokonaisviive, kun lomituksesta aiheutuva viive jää pois. Samoin voidaan säästää kapasiteettia, kun virhekorjauskoodausta (FEC = Forward Error Correction) voidaan vähentää. (Kun puhepaketti lähetetään tyypillisesti yhdessä radiotien purskeessa, raskaasta virhekorjauskoodauksesta ei juuri ole  
10 hyötyä, koska purskeiden välistä lomitusta (interburst interleaving) ei voida käyttää eli virhepurskeita ei voida hajottaa.) Säästynyttä kapasiteettia voidaan käyttää uudelleenlähetyksiin tai uusien käyttäjien palvelemiseen.

15 Keksintöä selostetaan seuraavassa viittaamalla oheisiin kuviin, joista

kuva 1 esittää GSM-lähetin/vastaanottimen lohkokaaviota,  
kuva 2 esittää toimintaa lähetys- ja vastaanottokanavalla  
20 keksinnön mukaisessa menetelmässä,  
kuva 3 esittää toista esimerkkiä toiminnasta lähetys- ja vastaanottokanavalla keksinnön mukaisessa menetelmässä,  
kuva 4 esittää esimerkkiä keksinnössä käytettävästä TDMA-kehuksesta,  
kuva 5 esittää keksinnön mukaisessa järjestelmässä käytettävän lähettimen ja vastaanottimen karkeata lohkokaaviota,  
kuva 6 esittää erästä mahdollista keksinnön suoritusmuotoa,  
ja  
kuva 7 esittää toista mahdollista keksinnön suoritusmuotoa.

30

Kuva 1 selostettiin jo edellä GSM:n yhteydessä ja seuraavassa keksintöä selostetaan lähinnä viittaamalla kuviin 2-4. Kuvassa 2 on esitetty esimerkinomaisesti keksinnön mukaista toimintaa lähetys- ja vastaanottokanavalla. Kuvan 2 tapauksessa oletetaan, että puhekehys ja TDMA-kehys ovat oleellisesti yhtä pitkiä. Tällöin lähetys ja uudelleenlähetykset tapahtuvat saman TDMA-kehysten aikana. Oletetaan, että kuva esittää liikennöintiä matkaviestimeltä tukiasemalle (up-

35

link). Matkaviestin lähettää puhepaketin heti kun se on saanut sen koodattua (puhekoodaus). Tukiasema kuittaa vastaanotetun puhepaketin normaalin tukiasemalta matkaviestimelle tapahtuvan lähetyksen yhteydessä. Jos kuittaus on negatiivinen eli tukiasemalla vastaanotettu puhepaketti on virheellinen, matkaviestin lähettää sen uudestaan vielä saman TDMA-kehyyksen aikana. Kuvasta 2 nähdään, että jos käytetään 10 ms pituisia puhepaketteja 20 (kerätään puhetta 10 ms ajan ennen prosessointia), saadaan puheen kokonaisviiveeksi maksimissaan 20 ms ja lisäksi aiheutuu vielä prosessointiviivettä puhekoodauksesta, -dekoodauksesta, korjauksesta jne. Puhekoodekin muodostama koodattu puhedata lähetetään lyhyessä TDMA-purskeessa 22 esim. TDMA-kehyyksen 21 alussa. Samalla kun TDMA-kehystä 21 lähetetään, luetaan koodekkiin seuraava 10 ms puhepaketti 20. Kun esim. tukiasema vastaanottaa lähetyksen puhedatan sisältävän TDMA-purskeen 22, se suorittaa nopeasti virhetarkistuksen ja lähettää välittömästi lähettimelle (tässä matkaviestimelle) vastauksen purskeessa 23, mikäli puhepaketti oli virheellinen. Vastauspurske 23 voi olla normaali vastakkaisen suunnan puhepaketin sisältävä purske tai vaihtoehtoisesti tähän tarkoitukseen varattu erillinen vastauspurske. Tämän jälkeen lähetin (matkaviestin) lähettää saman puhepaketin uudelleen purskeessa 24 saman TDMA-kehyyksen aikana.

25 Vastaavassa tilanteessa 5 ms puhepaketeilla 20 ja 5 ms TDMA-kehyyksillä 21, jolloin reaaliaikatoitusta varten olisi suotavaa saada muutkin prosessointiviiveet 5 ms:iin, olisi kokonaisviive 5 ms + 5 ms + 5 ms. Lyhyt puhepaketin pituus johtaa kuitenkin yleensä kanavan tehottomampaan käyttöön, 30 kun ylimääräisten bittien suhteellinen osuus kasvaa, koska radiotiellä purskeeseen on lisättävä ylimääräisiä bittejä, esim. opetusjakso, ja näin ollen jos puhepakettia pienennetään liikaa, jää databittien osuus suhteessa pakollisiin 35 bitteihin, kuten opetusjaksoon, pieneksi ja kanavan käyttö on siten tehotonta. Keksinnössä ei kuitenkaan rajoituta mihinkään määrättyyn puhekehyyksen pituuteen, koska optimaali-

nen puhekehäksen pituus riippuu sovellutuksesta ja radiopuhelinjärjestelmän muista spesifikaatioista.

5 Uudelleenlähetys 24 tapahtuu edullisesti eri taajuudella kuin ensimmäinen lähetys, jolloin purskeiden virhetodennäköisyydet ovat korreloimattomia. Pienillä matkaviestimen liikenopeuksilla ilman taajuushyppyä purskeiden virhetodennäköisyydet korreloisivat ja häipymisen takia menetetyn paketin uudelleenlähetyskin epäonnistuisi suurella todennäköisyydellä.  
10

Sovellutuksesta riippuen puhepaketti kannattaa suojata kevyesti esim. lohkokoodilla, joka pystyy korjaamaan muutaman virheen riittävän hyvän virheenhavaitsemiskyvyn lisäksi.  
15 Tällöin ei tarvitsisi lähettää uudelleen paketteja, joissa on vain muutama virhe. Lohkokoodauksen määrä voi olla muutettavissa riippuen myös kanavan laadusta. Puhepaketissa on tyypillisesti eriarvoisia bittejä, kuten GSM:n puhepaketeissa. Tällöin lohkokoodia voidaan käyttää esim. vain tärkeimpien bittien suojaukseen ja virhetarkistukseen. Virheet vähemmän tärkeissä biteissä eivät tällöin aiheuta uudelleenlähetystä. Uudelleenlähetys voi käyttää erilaista lohkokoodia (tyypillisesti tehokkaampaa), jolloin uudelleenlähetysseen tarvitaan mahdollisesti enemmän siirtokapasiteettia  
20 (siis pitempi TDMA-purske tai 2 TDMA-pursketta), tai voidaan toistaa ainoastaan tärkeät bitit hyvin suojattuna. Uudelleenlähetys voidaan siis optimoida puheenkoodausmenetelmälle edulliseen muotoon. Kevyt kanavakoodaus voidaan toteuttaa myös muilla koodausmenetelmillä, esim. konvoluutiokoodilla.  
25 Tällöinkin tarvitaan mahdollisesti erillinen virheen havaitsemismenetelmä, esim. CRC-summa.  
30

Lähetyksessä voidaan käyttää koodattua modulaatiota, esim. trellis-koodattua modulaatiota. Tällöin tyypillisesti suurin osa purskeista on virheettömiä ja virheet kasautuvat muutamiin purskeisiin. Tämä vähentäisi uudelleenlähetysten tarvetta.  
35

Uudelleenlähetysten vaatima lisäkapasiteetti voi olla kiinteästi tietyille käyttäjälle varattua, jolloin uudelleenlähetys on aina mahdollista. Kun uudelleenlähetystä ei tarvita, purske jätetään käyttämättä, jolloin keskimääräinen häiriötaso laskee. Tarpeeton lisäkapasiteetti voidaan antaa muille käyttäjille (esim. ei-viivekriittisen datan siirtoon). Käytettäessä perinteistä FEC:tä tämä ylimääräinen kapasiteetti (eli FEC:n aiheuttamat lisäbitit) käytetään joka tapauksessa siitä huolimatta, onko kanavan laatu hyvä tai huono.

10

Keksinnön kohteena olevasta järjestelmästä saadaan edullisimmin hyötyä, kun uudelleenlähetyskapasiteettia ei varata kiinteästi, vaan jokainen uudelleenlähetystä tarvitseva käyttäjä varaa lisäkapasiteettia vapaina olevista aikaväleistä käyttämällä esim. jotain pakettiprotokollaa. Voitaisiin käyttää esim. slotted Aloha -protokollaa, jolloin kukin käyttäjä voisi yrittää uudelleenlähetystä missä tahansa vapaassa aikavälissä. Tästä seuraa jonkin verran lisää menetettyjä uudelleenlähetyspaketteja, kun useammat käyttäjät yrittävät käyttää samaa aikaväliä yhtä aikaa. Toisaalta järjestelmään voidaan ottaa useampia käyttäjiä, kun kiinteää osaa kapasiteetista ei tarvitse varata uudelleenlähetyskiin. Samoin puheaktiviteetin (VAD, voice activity detection) hyödyntämisellä saadaan lisää kapasiteettia, jota voidaan joustavasti käyttää uudelleenlähetyskiin ja uusille käyttäjille. Puheaktiviteetin hyödyntäminen perustuu siihen, että kanava vapautetaan muiden käyttöön silloin, kun sitä ei itse käytetä. Vapautunut kapasiteetti voidaan käyttää uusien yhteyksien muodostamiseen, koska kaikki käyttäjät eivät todennäköisesti puhuisi yhtä aikaa eikä kaikilla olisi uudelleenlähetystarvetta yhtä aikaa. Tällöin tarvitaan kuitenkin joustava radiotien varausjärjestelmä, esim. PRMA (Packet Reservation Multiple Access). Tätä puheaktiviteetin ja pakettien uudelleenlähetystarpeen tilastollisuutta hyväksikäyttämällä voidaan useampia loogisia yhteyksiä toteuttaa lisäämättä fyysisten kanavien määrää. Eli esim. perinteisessä TDMA-järjestelmässä, jossa yhdellä kantoaallolla on esim. 20 aikaväliä (siis 20 fyysistä kanavaa), voidaan toteuttaa 20 loogista

25

30

35

yhteyttä. PRMA:ta käyttämällä samoilla 20 fyysisellä kana-  
valla voidaan toteuttaa yli 20 loogista yhteyttä (esim. yli  
20 puhelua voi olla yhtä aikaa käynnissä, vaikka käytössä on  
vain 20 fyysistä kanavaa). Kun siis kaikilla kanavilla jää  
5 vapaata kapasiteettia ja koska eri kanavilla esiintyvä vapaa  
aika ja aika, jolloin kanava on varattu, on melko tasaisesti  
jakautunut, voidaan loogisia yhteyksiä toteuttaa enemmän  
kuin järjestelmässä on fyysisiä kanavia.

10 Kuvassa 3 on esitetty toinen toteutusvaihtoehto keksinnön  
mukaisen menetelmän toiminnasta lähetys- ja vastaanotto-  
kanavalla, kun käytetään 20 ms puhekehystä 20 ja 5 ms TDMA-  
kehystä 21. (Kuvan 3 esittämässä tilanteessa yksi käyttäjä  
käyttää aikavälin vain joka neljännessä TDMA-kehuksesta.  
15 Periaatteessa tilanne on sama kuin jos käytettäisiin 20 ms  
TDMA-kehystä, joka olisi jaettu neljään loogiseen osaan.)  
Kun käyttäjiä on vähän, voidaan varsinaista lähetystä seu-  
raavista TDMA-kehysistä 21 varata kiinteästi aikavälit uu-  
delleenlähetyksiä 24 varten kullekin käyttäjälle, jolloin  
20 kun puhe otetaan koodekkiin esim. 20 ms kehysissä 20 ja  
lähetykseen käytetään esim. 5 ms TDMA-kehystä 21, on puheda-  
talla 22 maksimissaan jopa kolme uudelleenlähetyksmahdolli-  
suutta 24. Käyttäjämäärän kasvaessa aikavälejä vapautetaan  
uusille käyttäjille, jolloin toistomahdollisuudet vähenevät.  
25 TDMA-kehuksesta 21 voidaan myös varata tietyt aikavälit  
kaikkien käyttäjien uudelleenlähetyksiin. Tällöin käyttäjät  
kilpailevat aikavälin käytöstä, mistä kuten jo aikaisemmin  
mainittiin, saattaa aiheutua törmäyksiä, kun kaksi tai  
useampi käyttäjä yrittää lähettää uudelleen samanaikaisesti.  
30 Kuvassa 3 esitetyn esimerkin mukaisesti ei uudelleenlähetyk-  
sen tarvitse siis tapahtua saman TDMA-kehysten aikana, vaan  
esim. seuraavan kehysten aikana. Tällöin mm. taajuushyppely  
voidaan toteuttaa TDMA-kehyskohtaisesti. Kuvassa 3 oletetaan,  
että normaali lähetys ja vastaanotto tapahtuvat saman  
35 TDMA-kehysten aikana, jolloin kuvassa esitetyn liikennöin-  
tisuunnan kuittaus voidaan lähettää normaalin liikennekana-  
van mukana. Toisen suunnan kuittaus viipyisi kuitenkin liian

kauan kuvan 3 tapauksessa, joten toiseen suuntaan tarvittaisiin erillinen kuittauskanava (esim. tietty aikaväli).

5 Kuvassa 4 on esitetty mahdollinen keksinnön mukaisessa järjestelmässä käytettävä TDMA-kehys 21, jossa osa aikaväleista on varattu varsinaisiin lähetyksiin 22 ja osa uudelleenlähetyksiin 24. Eri tarkoituksiin varattujen aikavälien määrää voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Kehyksestä voidaan tarvittaessa myös varata osa aikaväleista vastakkaisen suunnan kuit-  
10 taukseen eli uudelleenlähetyspyyntöjä varten.

Kuvassa 5 on esitetty keksinnön mukaisessa järjestelmässä käytettävän lähetin/vastaanottimen periaatteellinen lohko-  
15 kaavio. Lähetysssekvenssissä ero GSM-järjestelmän mukaiseen lähetin/vastaanottoon on siinä, että lomitushloko on jätetty pois. Tässä esitetty lohko-kaavio on huomattavasti yksinkertaistettu verrattuna kuvaan 1, ja tässä on esitetty ainoastaan keksinnön kannalta olennaiset lohkot. Lohkokaaviossa esitetyt lohkot on esitetty eri viitenumeroilla kuin  
20 GSM-lähetin/vastaanottimen lohkot kuvassa 1, koska vaikka osa lohkoista voi olla lähes identtisiä GSM-lähetin/vastaanottimessa käytettävien lohkojen kanssa, voi osa lohkoista olla myös erilaisia (esim. modulaattorin ei tarvitse olla GSM-modulaattori). Kuvassa 5 on esitetty alussa puhekooderi  
25 102 (esim. osana koodekkia), joka muodostaa puhekehityksen, ja jonka läpi muu mahdollisesti lähetettävä data ei kulje. Puhekehityksen muodostamisen jälkeen voidaan muodostaa 106 puhepurske (tai muu datapurske), joka moduloidaan 107 ja lähetetään 108. Kuten tässä on aikaisemmin selostettu, voidaan puhekehitykselle lisäksi suorittaa ennen purskeen muodostamista  
30 106 ainakin lohkokoodaus 103a (osana kanavakoodausta 103), jotta ei tarvitse lähettää uudelleen purskeita, joissa on vain muutama virhe. Lisäksi voidaan suorittaa konvoluutioon koodaus 103b, mikäli se katsotaan aiheelliseksi. Keksinnön toteuttamiseksi tarvitaan lähetysssekvenssissä lisäksi pusku-  
35 ri 30, johon voidaan tallentaa joko puhekooderista 102 saatava puhekehitys 33 tai CRC:llä 103 lisätty puhekehitys 33 tai muodostettu 106 puhepurske 33. Uudelleenlähettävä puhe-

purske 33 saadaan tällöin puskurista 30, ja se syötetään joko modulaattoriin 107, purskeen muodostuslohkoon 106 tai kanavakooderiin 103 riippuen siitä, missä muodossa se tallennettiin puskuriin 30, koska siitä riippuvat suoritettavat toimenpiteet ennen uudelleenlähetystä. Kuten GSM-järjestelmän mukaisessa lähetin/vastaanottimessa, keksinnön mukaisessa radiopuhelinjärjestelmässä käytettävässä lähetin/vastaanottimessa tarvitaan myös toimintoja ohjaava ohjausyksikkö (ei esitetty). Vastaanottosekvenssissä vastaanotetulle 109 signaalille suoritetaan korjaus 112, CRC:n tarkistus 115 sekä signaalin dekodaus (puhedekodaus) 116 puhesignaaliksi. Jos CRC:n tarkistuslohko 115 huomaa purskeen siirrossa esiintyvän bittivirheitä, lähetetään purskeen lähettäneelle laitteelle tieto esiintyneestä virheestä, jolloin purske voidaan lähettää uudestaan puskuriin tallennetun purskeen tai kehyksen perusteella. Tätä tilannetta on esitetty linjan 32 avulla. CRC:n tarkistuslohkon 115 ja puskurin 30 välillä ei ole mitään kiinteätä yhteyttä, vaan viitenumero 32 kuvaa sitä, että CRC:n muodostuslohkon huomattessa virheen lähetetään tästä tieto purskeen lähettäneelle laitteelle. Kummasakin laitteessa (lähettävässä ja vastaanottavassa laitteessa) toimintoja ohjaa ohjausyksikkö.

Keksinnön mukainen uudelleenlähetys 24 tapahtuu edullisesti käyttämällä eri antennia (antennidiversiteetti) (joko lähetyksessä tai vastaanotossa tai molemmissa) kuin ensimmäiselle lähetykselle, jolloin purskeiden virhetodennäköisyydet ovat korreloimattomia. Diversiteettiä voidaan käyttää taajuushyppelyn sijasta tai sen lisäksi.

Patenttihakemuksessa FI-922938 on esitetty menetelmä, jossa matkaviestin on yhteydessä kahteen tai useampaan tukiasemaan yhtä aikaa. Tällöin uudelleenlähetys voi tapahtua eri tukiaseman kautta kuin alkuperäinen lähetys.

Uudelleenlähetys ei välttämättä tarkoita saman datan lähettämistä uudelleen. Tässä on aikaisemmin jo todettu, että voidaan lähettää vain tärkeimmät bitit uudelleen paremmin



suojattuna (enemmän kanavakoodausta). Vaihtoehtoisesti voidaan lähettää ensin puhe tai data suojaamatta (sisältäen vain virhetarkistuksen). Jos havaitaan virheitä, lähetetään toisessa lähetyksessä alkuperäisen datan kanavakoodauksessa  
5 (esim. koodausnopeus  $1/2$ , jolloin syntyy yhtä paljon lisäbittejä kuin alkuperäisiä databittejä) syntyvät lisäbitit virhetarkistuksen kera. Jos nämä vastaanotetaan virheettömästi, voidaan alkuperäinen data laskea näistä lisäbiteistä vastaanotossa (inversion). Jos uudelleenlähetyksessäkin on  
10 virheitä, yhdistetään purskeet, jolloin saadaan esim. koodausnopeudella  $1/2$  koodattu paketti, joka dekoodataan (jolloin osa virheistä voidaan korjata).

Puhepaketti voidaan jakaa kahteen osaan: tärkeisiin ja vähemmän tärkeisiin bitteihin. Normaalisti lähetetään tärkeät  
15 bitit ensin yhdessä purskeessa ja vähemmän tärkeät toisessa purskeessa. Jos kuitenkin ensimmäisessä purskeessa (tärkeissä biteissä) havaitaan virheitä, lähetetään toisessa purskeessa vähemmän tärkeiden bittien sijaan tärkeät bitit uudelleen (tai kuten edellä kuvattiin kanavakoodauksessa syn-  
20 tyvät lisäbitit). Tällöin puhepaketin lähettäminen vaatii aina kahden purskeen käyttöä, jolloin kanavan ollessa hyvälaatuinen siirretään sekä tärkeät että vähemmän tärkeät bitit, ja kanavan ollessa huonolaatuinen siirretään vain tärkeät bitit. Täten puheen laatu vaihtelee kanavan laadun mu-  
25 kaan, mutta puheen ymmärrettävyys voidaan taata.

Eräs vaihtoehto keksinnön toteuttamiseksi on, että  $N$  kappa-  
leen, jolloin  $N$  on positiivinen kokonaisluku, purskeen lähety-  
30 tystä varten varataan  $M$  kappaletta, jolloin  $M$  on positiivinen lukua  $N$  suurempi kokonaisluku, TDMA-kehysiä, jolloin jos lähetyksessä purskeessa esiintyy virheitä, se lähetetään uudestaan heti seuraavassa TDMA-kehyksessä, mikäli ylimääräinen vapaa kehys on käytettävissä. Tämän tyyppisestä tilanteesta on esitetty esimerkki kuvassa 6. Siinä kolmen puhe-  
35 paketin lähettämisestä on varattu neljä TDMA-pursketta 22 (ja TDMA-kehystä 21). Tässä esimerkissä puhekehysten 20 pituus on 10 ms ja TDMA-kehysten 21 pituus 7,5 ms, joten en-

simmäinen purske lähetetään vasta sopivan ajan kuluttua siitä, kun toista pursketta on jo alettu muodostaa, kuten kuvassa on esitetty. Kun virheitä ei synny, kolme puhepakettia 20 lähetetään kolmessa ensimmäisessä purskeessa 22, ja neljäs 22' jää käyttämättä (tai voidaan vapauttaa muuhun käyttöön). Jos kuitenkin jonkin puhepaketin 20 lähetyksessä syntyy virheitä, ko. puhepaketti 20 voidaan lähettää uudelleen seuraavassa purskeessa 22 ja vastaavasti viivästä mahdollisten seuraavien puhepakettien lähetystä. Kuvan mukaisessa järjestelyssä kolmella puhepaketilla on yksi uudelleenlähetyksmahdollisuus (siis yksi kolmesta voidaan toistaa tarvittaessa). Tämän järjestelyn etuna on se, ettei uudelleenlähetyksiä varten tarvitse erikseen varata kapasiteettia. Toisaalta järjestely rajoittaa uudelleenlähetyksmahdollisuuksia. Em. lukumäärien (kolmen puhepaketin lähetyks käyttäen neljää pursketta) ei tarvitse olla sidottuja, vaan voidaan käyttää myös neljän puhepaketin lähetykseen viittä tai kuutta pursketta jne. Periaatteessa kaikki kombinaatiot ovat mahdollisia. Lähetykskonfiguraatiota voidaan muuttaa myös adaptiivisesti kanavan laadun mukaan siten, että hyvälaatuisessa kanavassa varataan vähän uudelleenlähetykskapasiteettia, huonolaatuisessa enemmän. Tällöin TDMA-kehys pidetään edullisesti samanpituuisena ja muutetaan puhekehysten pituutta, jotta päästään haluttuun puhepaketti/purske-suhteeseen.

Vielä eräs keksinnön toteutusmahdollisuus on esitetty kuvassa 7. Siinä puhekehys 20 (esim. 10 ms) koodataan ja lähetetään purskeessa 22A. Vastaanottopää tarkistaa, onko siirroksa syntynyt virheitä, ja ilmoittaa mahdollisista virheistä lähetykspäälle (joko normaalin vastakkaisen suunnan purskeen 22C mukana tai erillisellä vastauspurskeella). Lähetykspää lähettää tarvittaessa purskeen uudestaan seuraavassa normaalissa aikavälissä (purske 22A) (siis seuraavassa TDMA-kehyksessä), jolloin ko. purskeessa lähetettäväksi tarkoitettu puhepaketti siirtyy lähetettäväksi sitä varten varatussa lisäpurskeessa 22B. Tämän järjestelyn etuna on se, että kuittaukselle on enemmän aikaa, kun uudelleenlähetyksen ei tarvitse tapahtua ennen seuraavaa normaalia lähetystä. Etuna

on myös se, että aina on mahdollista käyttää kuittaukseen vastakkaisen suunnan normaalia pursketta 22C, kunhan eri suuntien purskeet on sopivasti tahdistettu. Haittana on se, että lisäpursketta 22B (joka on siis seuraavan puhepaketin ensimmäinen lähetys) ei aina ehditä kuitata, jolloin sille ei välttämättä ole uudelleenlähetysmahdollisuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että jos kahden peräkkäisen puhepaketin ensimmäisessä lähetyksessä syntyy virheitä, vain ensimmäinen voidaan lähettää uudestaan eli kahta peräkkäistä puhepakettia kohti on yksi uudelleenlähetysmahdollisuus. Jos kuitenkin lisäpurske 22B lähetetään riittävästi ennen vastakkaisen suunnan normaalia lähetystä 22C, se voidaan kuitata ko. lähetyksessä 22C ja vastaavasti lähettää tarvittaessa uudestaan seuraavassa normaalissa purskeessa 22A.

15

Missä tahansa edellä esitetyssä tapauksessa voidaan käyttää maksimisuhdeyhdistelyä, jos ensimmäinen ja toinen lähetys on sama purske. Jos toinenkaan lähetys ei ole virheetön, otetaan molemmat vastaanotetut purskeet, jotka on edullisimmin ilmaistu käyttämällä pehmeätä päätöksentekoa (soft decision detection), ja yhdistetään ne käyttämällä maksimisuhdeyhdistelyä. Yhdistämisen jälkeen tarkistetaan, onko näin saatu purske virheetön.

25

Esillä olevan keksinnön mukaisesti voidaan toteuttaa radiopuhelinjärjestelmä, jossa lähetyksessä syntyviä viiveitä saadaan pienennettyä. Olennaista on se, että virheentarkistus ja uudelleenlähetys tapahtuu purskekohtaisesti. Keksintö ei rajoitu tässä esitettyihin esimerkkeihin, vaan on muunneltavissa oheisten patenttivaatimusten rajoissa.

30

Patenttivaatimukset

1. Digitaalinen radiopuhelinjärjestelmä, jossa puhetta ja muuta dataa lähetetään purskeina (22), **tunnettu** siitä, että purskeen (22) vastaanottavan laitteen vastaanottimessa suoritetaan virhetarkistus (115) jokaiselle purskeelle (22) ja purskeen (22) ollessa virheellinen lähetetään lähettäneelle laitteelle tieto (23) virheellisestä purskeesta, jolloin purskeen lähettänyt laite lähettää sellaista dataa sisältävän purskeen (24), jonka perusteella vastaanottava laite osaa muodostaa alkuperäisen lähetetyn purskeen (22).
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että lähetettävä purske (22) muodostetaan ennalta määrätyn pituisesta puhekehyksestä (20) tai datasta.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että tieto (23) virheellisestä purskeesta lähetetään purskeen (22) lähettäneelle laitteelle ennalta määrätyn ajan kuluessa siitä kun purske (22) lähetettiin, joka aika on mainitun ennalta määrätyn puhekehysten (20) tai datan pituus.
4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmin lähetettävä purske (24) on sama kuin alkuperäinen lähetetty purske (22).
5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmin lähetettävä purske (24) käsittää alkuperäisesti lähetetyn purskeen (22) tärkeimmät bitit.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmin lähetettävä purske (24) käsittää alkuperäisen lähetetyn purskeen (22) kanavakoodauksessa syntyvät lisäbitit virhetarkistuksen ke-  
ra.
7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmin lähetet-

tävä purske (24) lähetetään ennalta määrätyn ajan kuluessa siitä kun purske (22) lähetettiin, joka aika on mainitun ennalta määrätyn puhekehyyksen (20) tai datan pituus.

- 5 8. Patenttivaatimusten 1-3 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että lähetetään automaattisesti kaksi pursketta siten, että ensimmäisessä purskeessa lähetetään alkuperäisen puhekehyyksen (20) tai datan tärkeimmät bitit ja toisessa purskeessa lähetetään
- 10 - puhekehyyksen (20) tai datan vähemmät tärkeät bitit, jos ensimmäisessä purskeessa ei havaita virheitä, ja  
- puhekehyyksen (20) tai datan tärkeimmät bitit uudestaan, jos ensimmäisessä purskeessa havaittiin virheitä.
- 15 9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että siinä käytetään aikajakokanavointia (TDMA, Time-Division Multiple Access).
- 20 10. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että siinä käytetään koodijakokanavointia (CDMA, Code-Division Multiple Access).
- 25 11. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että ennen purskeen (22) muodostusta (106) datakehyykseen lisätään (103a) virhetarkistusbittejä, jolloin datakehyyksellä tarkoitetaan biteistä muodostettua kehystä, joka käsittää puhetta tai dataa digitaalisessa muodossa.
- 30 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että ainoastaan tärkeimmät bitit suojataan virhetarkistusbiteillä.
- 35 13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että virheentarkistus (103a, 115) perustuu sykliseen virheenilmaisujärjestelmään (CRC, cyclic redundancy check).

14. Patenttivaatimuksen 9 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että purske (22) lähetetään TDMA-kehyksen (21) aikavälissä ja myöhemmin lähetettävä purske (24) lähetetään saman TDMA-kehyksen aikavälissä.

5

15. Patenttivaatimuksen 9 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että TDMA-kehyksessä (21) on varattu määrätyt aikavälit samaan purskeeseen (22) liittyvän purskeen (24) myöhemmin tapahtuvaa lähetystä varten.

10

16. Patenttivaatimuksen 9 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmin lähetettävä purske (24) lähetetään jossakin TDMA-kehyksen (21) vapaana olevassa aikavälissä.

15

17. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmässä lähetyksessä (24) käytetään eri taajuutta kuin alkuperäisen purskeen (22) lähetyksessä.

20

18. Patenttivaatimuksen 9 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että N kappaleen, jolloin N on positiivinen kokonaisluku, purskeen (22) lähetystä varten varataan M kappaletta, jolloin M on positiivinen lukua N suurempi kokonaisluku, TDMA-kehyksiä (21), jolloin jos lähetetyssä purskeessa (22) esiintyy virheitä, se lähetetään uudestaan heti seuraavassa TDMA-kehyksessä (21), mikäli ylimääräinen vapaa kehys (21) on käytettävissä.

25

30

19. Patenttivaatimuksen 16 mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että vapaina olevia aikavälejä varataan myöhempää lähetystä (24) tarvitseville käyttäjille käyttämällä jotakin pakettiprotokollaa.

35

20. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että lähetyksessä käytetään koodattua modulaatiota.

21. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhempään lähetykseen (24) käytetään eri antennia kuin alkuperäiseen lähetykseen (22).

5

22. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että myöhemmän lähetyksen (24) vastaanottoon käytetään eri antennia kuin alkuperäisen lähetyksen (22) vastaanottoon.

10

23. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että tieto (23) virheellisestä purskeesta lähetetään eri antennilla kuin millä virheellinen purske vastaanotettiin.

15

24. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen radiopuhelinjärjestelmä, **tunnettu** siitä, että tieto (23) virheellisestä purskeesta lähetetään lähettäneelle laitteelle normaalin vastakkaisen suunnan purskeen mukana.

20

25. Digitaalisen radiopuhelinjärjestelmän lähetin-vastaanotin, jossa lähettimessä on välineet (6, 7; 106, 107) puheen tai datan muokkaamiseksi lähetettävään muotoon ja välineet (8; 108) muokatun puheen tai datan lähettämiseksi purskeina (22), ja vastaanottimessa on välineet (9; 109) purskeiden (22) vastaanottamiseksi, **tunnettu** siitä, että se käsittää vastaanottimessa välineet (115) jokaisen vastaanotetun purskeen (22) tarkistamiseksi erikseen ja mahdollisten virheiden havaitsemiseksi jokaisesta vastaanotetusta purskeesta (22) erikseen ja se käsittää lähetykspuolella puskurin (30) puheen tai datan tallentamiseksi mahdollista jo lähetetyn purskeen (22) tai siihen liittyvän tiedon sisältävän purskeen (24) ainakin osittaista uudelleenlähetystä varten, jonka myöhemmin lähetetyn purskeen (24) perusteella vastaanotin osaa muodostaa alkuperäisen purskeen (22).

35

Patentkrav

1. Digitalt radiotelefonsystem, i vilket tal och annan data sänds som burstar (22), **kännetecknat** av att det i en mottagare av en anordning som mottar en burst (22) utförs en felkontroll (115) för varje burst (22) och ifall bursten (22) är felaktig sänds information (23) om den felaktiga bursten åt sändaranordningen, varvid sändaranordningen sänder en burst (24) som innehåller sådan data, på basen av vilken mottagaranordningen kan bilda den ursprungliga sända bursten (22).

2. Radiotelefonsystem enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att den burst (22) som skall sändas bildas från en talram (20) eller data av förutbestämd längd.

3. Radiotelefonsystem enligt patentkrav 2, **kännetecknat** av att informationen (23) om den felaktiga bursten sänds åt sändaranordningen som sände bursten inom en förutbestämd tid från det att bursten (22) sändes, vilken tid är längden av den förutbestämda talramen (20) eller datan.

4. Radiotelefonsystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att den burst (24) som sänds senare är den samma som den ursprungliga sända bursten (22).

5. Radiotelefonsystem enligt något av patentkraven 1 - 3, **kännetecknat** av att den burst (24) som sänds senare omfattar de viktigaste bitarna av den ursprungliga sända bursten (22).

6. Radiotelefonsystem enligt något av patentkraven 1 - 3, **kännetecknat** av att den burst (24) som sänds senare omfattar vid kanalkodning av den ursprungliga sända bursten (22) uppstående tilläggsbitar med felgranskning.

7. Radiotelefonsystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att den burst (24) som sänds senare sänds inom en förutbestämd tid från det att bursten (22) sändes, vilken tid är längden av den förutbestämda talramen (20) eller datan.



8. Radiotelefonssystem enligt något av patentkraven 1 - 3, **kännetecknat** av att det automatiskt sänds två burstar så att i den första bursten sänds de viktigaste bitarna av den ursprungliga talramen (20) eller datan och i den andra bursten sänds

- de mindre viktiga bitarna av talramen (20) eller datan, ifall inga fel upptäcks i den första bursten, och

- de viktigaste bitarna av talramen (20) eller datan på nytt, ifall fel upptäcks i den första bursten.

9. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att i det används tidsmultiplexering (TDMA, Time Division Multiple Access).

10. Radiotelefonssystem enligt något av patentkraven 1 - 8, **kännetecknat** av att i det används kodmultiplexering (CDMA, Code Division Multiple Access).

11. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av att det före bildning (106) av en burst (22) tilläggs (103a) felgranskningsbitar i en dataram, varvid med en dataram avses en av bitar bildad ram, som omfattar tal eller data i digital form.

12. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 11, **kännetecknat** av att endast de viktigaste bitarna skyddas med felgranskningsbitar.

13. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 11 eller 12, **kännetecknat** av att felgranskningen (103a, 115) baserar sig på ett cykliskt feldetekteringssystem (CRC, cyclic redundancy check).

14. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 9, **kännetecknat** av att bursten (22) sänds i ett tidsintervall av en TDMA-ram (21) och den burst (24) som sänds senare sänds i ett tidsintervall av samma TDMA-ram.

15. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 9, **kännetecknat** av att bestämda tidsintervall i TDMA-ramen (21) har reserverats

för en senare skeende sändning av en burst (24) som ansluter sig till samma burst (22).

5 16. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 9, **kännetecknat** av att den burst (24) som sänds senare sänds i något ledigt tidsintervall av TDMA-ramen (21).

10 17. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att det i den senare sändningen (24) används en annan frekvens än i sändningen av den ursprungliga bursten (22).

15 18. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 9, **kännetecknat** av att för sändning av N stycken burstar (22), varvid N är ett positivt heltal, reserveras M stycken TDMA-ramar (21), varvid M är ett positivt heltal större än talet N, och varvid om det i den sända bursten (22) förekommer fel, sänds den på nytt genast i följande TDMA-ram (21), ifall en extra ledig ram (21) står till förfogande.

20 19. Radiotelefonssystem enligt patentkrav 16, **kännetecknat** av att lediga tidsintervall reserveras för användare som behöver en senare sändning (24) genom användning av något paketprotokoll.

25 20. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att det i sändningen används kodad modulering.

30 21. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att det för den senare sändningen (24) används en annan antenn än för den ursprungliga sändningen (22).

35 22. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att det för mottagning av den senare sändningen (24) används en annan antenn än för mottagning av den ursprungliga sändningen (22).

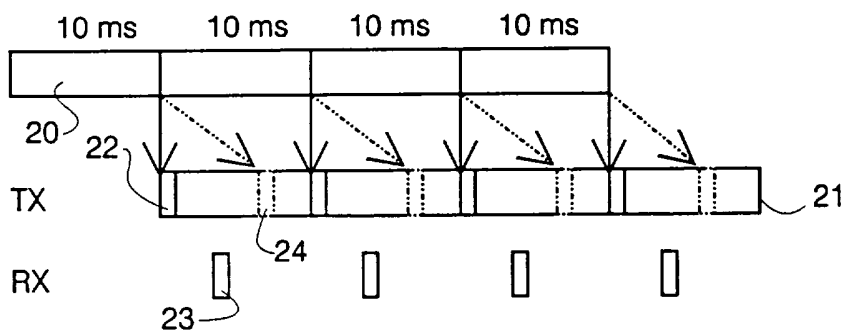
23. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att informationen (23) om en felaktig burst

sänds med en annan antenn än med vilken den felaktiga bursten togs emot.

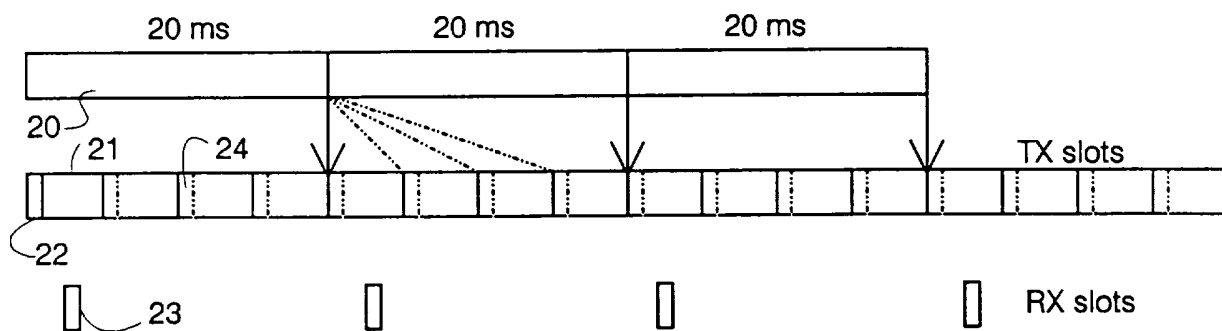
24. Radiotelefonssystem enligt något föregående patentkrav,  
5 **kännetecknat** av att informationen (23) om en felaktig burst sänds åt sändaranordningen med en normal motsatta riktnings burst.

25. Sändare-mottagare av ett digitalt radiotelefonssystem, i  
10 vilken det i sändaren finns medel (6, 7; 106, 107) för bearbetning av tal eller data till sändbar form och medel (8; 108) för sändning av det bearbetade talet eller datan som burstar (22), och i mottagaren finns medel (9; 109) för mottagning av burstarna (22), **kännetecknad** av att den omfattar i mottagaren  
15 medel (105) för att skilt granska varje mottagna burst (22) och för att skilt detektera möjliga fel i varje mottagna burst (22) och den omfattar på sändarsidan en buffert (30) för lagring av tal eller data för en eventuell åtminstone delvis ny-sändning av en redan sänd burst (22) eller av en burst (24)  
20 innehållande till den redan sända bursten anknuten information, på basen av vilken senare sänd burst (24) mottagaren kan bilda den ursprungliga bursten (22).

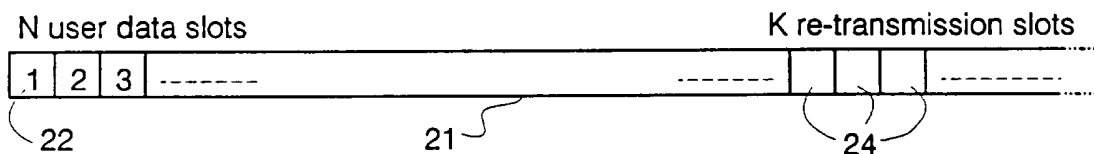




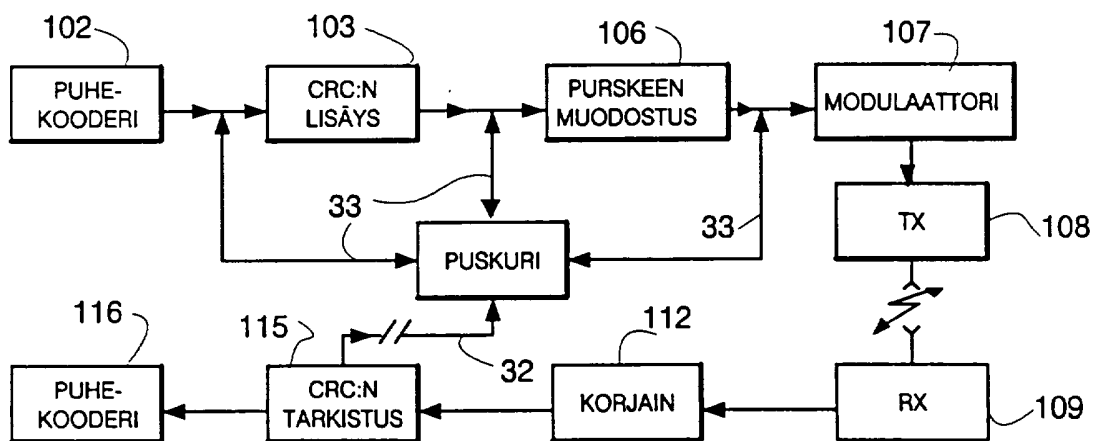
Kuva 2



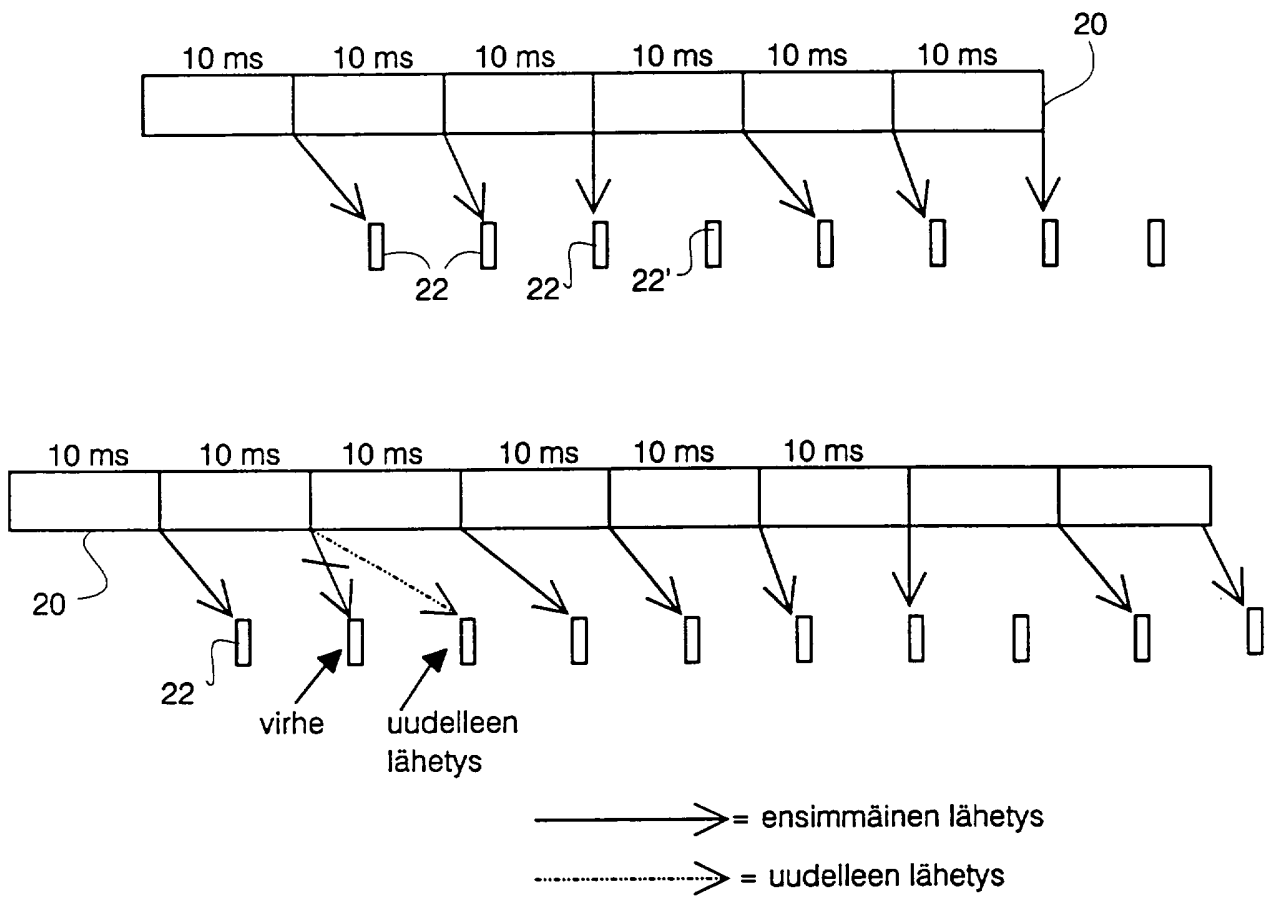
Kuva 3



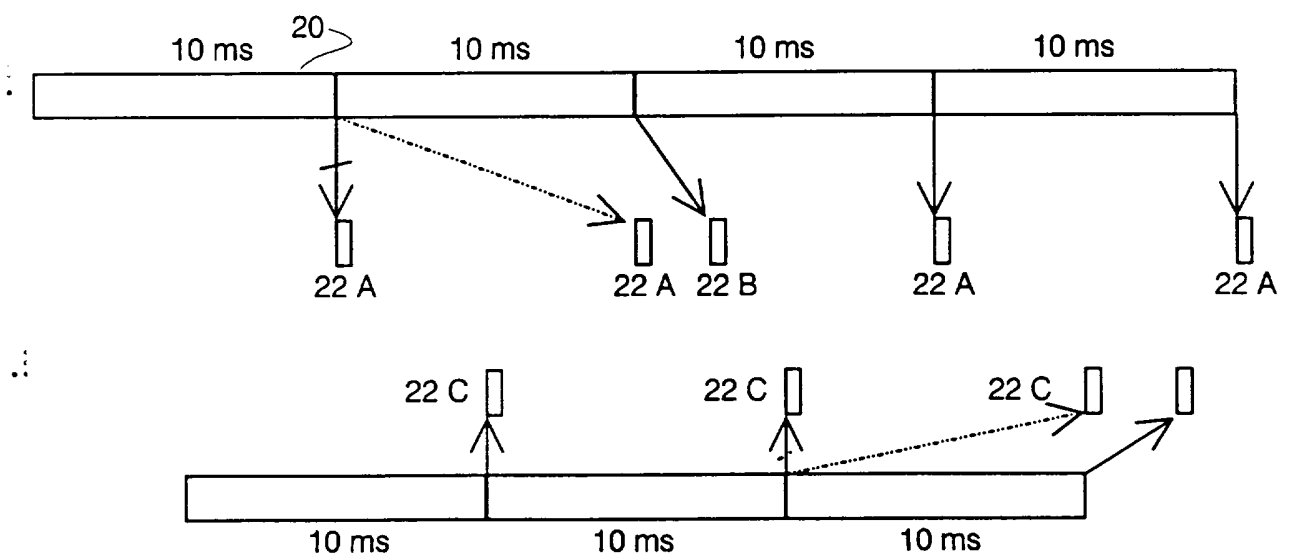
Kuva 4



Kuva 5



Kuva 6



Kuva 7