(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 940705 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 940705

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification (IPC^6)
H04B 17/00

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **15.02.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **15.02.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **15.03.1995**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

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

14.09.1993 FI 934019

(71) Hakija - Sökande - Applicant

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

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Koivu, Vesa,** Oulu, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Menetelmä tukiaseman radiokanavien valvomiseksi
Förfarande för att övervaka radiokanalerna hos en basstation

Menetelmä tukiaseman radiokanavien valvomiseksi

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä tukiaseman radiokanavien valvomiseksi häiriömittauksen avulla. Keksinnön kohteena on edelleen menetelmä tukiaseman radiokanavien valvomiseksi mittaamalla vastaanotetun signaalin laatua.

Radiojärjestelmissä, esimerkiksi solukkoradiopuhelinjärjestelmissä, eräs kriittisimmistä tekijöistä on tukiaseman ja liikkuvan radioaseman välisen radioyhteyden laatu. Tämän radioyhteyden laatuun vaikuttavat oleellisesti tukiaseman radio-osien, ts. antennien ja lähetinvastaanottimien kunto. Tämän vuoksi tukiaseman radio-osien kuntoa valvotaan erilaisin mittauksin ja testein. Toinen radioyhteyden laatuun vaikuttava tekijä ovat radiokanavilla esiintyvät radiotaajuiset häiriöt, jotka aiheutuvat esimerkiksi muista radiolaitteista tai tukiasemista.

Tämän vuoksi esimerkiksi yleiseurooppalaisen GSM-matkaviestinjärjestelmän spesifikaatiot määräävät tukiaseman suorittamaan normaalin liikennetoiminnan aikana vastaanotettujen signaalien laadun valvontaa, joka toteutetaan muun muassa laskemalla bittivirhesuhde BER (Bit Error Rate) tukiaseman vastaanottimen lähdöstä saadun signaalin perusteella. Tämän lisäksi tukiaseman edellytetään suorittavan radiokanavan häiriötason mittausta jatkuvasti kaikilla ei-aktiiveilla dedikoiduilla kanavilla, ts. sekä signalointi- että liikennekanavilla. Nykyisin radiotien häiriötason mittaus tapahtuu tukiasemalla yhteyskohtaisesti, jolloin tukiasema lähettää kunkin vapaana olevan signalointi- tai liikenneyhteyden häiriötasotiedon tietyin väliajoin muualle järjestelmään, esim. tukiasemaohjaimelle BSC. Tämän nykyisen mittaustavan ongelma on siinä, että vaikka radiotien häiriöt vaihtelevat yleensä voimakkaasti taajuuden funktiona, nykyisen kaltainen mittausmenetelmä ei kykene kertomaan mitään tästä "häiriöjakautumasta" eri radiokanavien välil-

lä, varsinkaan jos tukiasemassa käytetään taajuushyppelyä. Taajuushyppelyllä tarkoitetaan toimintaa, jossa yhteyden aikana lähetystaajuutta ja vastaanottopäässä vastaavasti vastaanottotaajuutta muutetaan jatkuvasti käyttäen sopivaa määrää taajuuksia sekä ennalta määrättyä taajuushyppelysekvenssiä. Taajuushyppelyn käytöstä saadaan kahdenlaista hyötyä, nimittäin taajuusdiversiteetti- ja häiriödiversitettivaikutukset. Taajuusdiversiteetti parantaa radioyhteyden laatua lähinnä silloin, kun lähetin ja vastaanotin liikkuvat toisiinsa nähden hitaasti. Jos aikajakoisessa monikäyttöjärjestelmässä eli TDMA (Time Division Multiple Access) -järjestelmässä radioyhteyden taajuutta muutetaan kanava-aikavälistä toiseen riittävän paljon, ovat eri kanava-aikaväleihin kohdistuvat häipymätilanteet keskenään korreloimattomia. Häiriödiversiteettivaikutus perustuu siihen, että samoja tai lähekkäisiä taajuuksia käyttävien tukiasemien taajuushyppelysekvenssit ovat erilaisia tai ainakin keskenään vaiheistettuja, jolloin myös toisiaan häiritsevät taajuudet vaihtuvat aikavälistä toiseen siirryttäessä ja pahojen häiriölähteiden vaikutus leviää useimmille yhteyksille, jolloin häiriön vaikutus yksittäiseen yhteyteen pienenee. Tämä kuitenkin entisestään korostaa edellä mainittua ongelmaa, että nykyisellä häiriömittauksella ei saada selville häiriöiden jakautumista eri radiokanaville.

Esillä olevan keksinnön eräs päämäärä on edellä mainitun ongelman poistaminen. Tämä päämäärä saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä, jolle on tunnusomaista, että mitataan häiriötasoa radiokanavakohtaisesti, analysoidaan ennalta määrätyllä aikajaksolla mitattuja radiokanavakohtaisia häiriötasoja, ja tunnistetaan analyysin perusteella häiriöllinen radiokanava.

Keksinnössä tukiasema mittaa häiriötasoa radiokanavakohtaisesti ja määrittää häiriöiden jakautumisen eri radiokanavalle analysoimalla ennalta määrätyllä aikajaksolla

mitattuja radiokanavakohtaisia häiriötasoja. Analyysin perusteella voidaan tunnistaa voimakkaasti häiriölliset radiokanavat. Keksinnön ensisijaisessa suoritusmuodossa analysointi käsittää ennalta määrätyllä aikavälillä mitattujen häiriötasoarvojen keskiarvostamisen radiokanavakohtaisesti. Tukiasema raportoi mittaustulokset esimerkiksi radiojärjestelmän käyttö- ja ylläpitokeskukselle. Radiokanavakohtaisten mittaustulosten perusteella voidaan päätellä häiriöllinen radiokanava sekä häiriölähde/häiriölähteet ja hyödyntää tätä tietoa esimerkiksi verkon uudelleensuunnittelussa siten, että häiriöt saadaan poistetuksi.

Esillä olevan keksinnön eräs toinen päämäärä on radioyhteyden laadun parantaminen. Tämä päämäärä saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä, jolle on tunnusomaista, että mitataan vastaanotetun signaalin laatua radiokanavakohtaisesti, analysoidaan radiokanavakohtaisesti ennalta määrätyllä aikajaksolla mitattuja signaaleja, ja tunnistetaan analyysin perusteella huonolaatuinen radiokanava.

Tämä keksinnön mukaisen suoritusmuodon avulla voidaan meneillään olevan puhelun aikana tunnistaa yhteyden laatua heikentävät radiokanavat, jonka jälkeen tukiasema voi ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin yhteyden laadun parantamiseksi.

Eräässä keksinnön mukaisessa edullisessa suoritusmuodossa tunnistettu laadultaan huono radiokanava poistetaan käytöstä, edullisesti korvaamalla se tajuushyppelysekvenssissä toisella radiokanavalla. Kun radiokanavien laatua lisäksi valvotaan yhteyskohtaisesti, voidaan keksinnön mukaisella menetelmällä parantaa yksittäisen yhteyden laatua, muuttamalla kyseisen yhteyden käyttämää taajuushyppelysekvenssiä, siten että huonolaatuisen radiokanavan käyttö lopetetaan määrätyn yhteyden osalta.

Keksinnön mukaisen menetelmän edulliset suoritusmuodot ilmenevät oheisista epäitsenäisistä patenttivaatimuk-

sista 2 - 5 ja 7 - 10.

Keksintöä selitetään seuraavassa yksityiskohtaisemmin esimerkinomaisten suoritusmuotojen avulla viitaten oheisiin kuvioihin, joista

kuvio 1 on erään keksinnön mukaisen tukiaseman lohkokaavio, ja

kuvio 2 esittää lohkokaaviota eräästä keksinnön mukaisesta lähetinvastaanotinyksiköstä.

Esillä olevan keksinnön mukainen menetelmä ja lähetinvastaanotinyksikkö soveltuu hyödynnettäväksi ainakin kaikissa aikajakoisissa monikäyttöjärjestelmissä (TDMA). Tällaisia ovat mm. yleiseurooppalainen GSM-matkaviestinjärjestelmä sekä sen suorat modifikaatiot, kuten DCS1800 (Digital Communication System). Seuraavassa käytetään esimerkkinä GSM-järjestelmää. GSM-järjestelmän tarkemman kuvauksen osalta viitataan ETSI/GSM -suosituksiin sekä kirjaan "The GSM System for Mobile Communications", M. Moyly ja M-B. Pautet, Palaiseau, France, 1992, ISBN:2-9507190-0-7.

GSM-järjestelmä toteuttaa FDMA (Frequence Division Multiple Access) -periaatetta, jolloin järjestelmässä on käytössä joukko radiokanavia (kantoaaltotaajuuksia). Radiokanavilla puolestaan sovelletaan aikajakokanavointia TDMA-periaatteella siten, että kukin radiokanava sisältää useita, tyypillisesti 8, TDMA-aikavälejä. Aikavälejä käytetään pääasiallisesti siirtämään ohjauskanavia (CCH) ja liikennekanavia (TCH). Liikennekanavilla siirretään puhetta ja dataa. Ohjauskanavilla suoritetaan merkinanto (signalointi) tukiaseman ja liikkuvien tilaaja-asemien välillä.

Kuviossa 1 on esitetty erään keksinnön mukaisen tukiaseman lohkokaavio. Tukiasema käsittää edullisesti vähintään kaksi lähetinvastaanotinyksikköä 6a, 6b ja 6c. GSM-järjestelmässä kukin lähetinvastaanotin on full-duplex -tyyppinen ja sen vastaanotto- ja lähetystaajuuksien välinen duplex-väli on 45 MHz. Järjestelmän käyttämä taajuus-

alue on edullisesti välillä 800-1000 MHz. Lähetinvastaanottimilla 6a-6c on keskenään erilaiset kiinteät lähetys- ja vastaanottotaajuudet. Lähetinvastaanottimien 6a-6c ulostulot 10a-10c on kytketty radiotaajuiselle yhdistin- ja jakoyksikölle 1, joka yhdistää lähetinvastaanottimien 6a-6c lähettimet yhteiseen lähetysantenniin 2 (kompaineri-suodattimilla) ja vastaanottimet yhteiseen vastaanotinantenniin 3 (haaroittimella). Vastaanotinantenneja voi vaihtoehtoisesti olla kaksi, jos käytetään diversiteettivastaanottoa. Radiotaajuinen summainelin 1 sisältää kunkin yksikön 6a lähetintä varten sen lähetystaajuudelle manuaalisesti tai automaattisesti viritetyn kaistanpäästötyyppisen lähetyssuodattimen. Vastaavasti summainelin 1 sisältää vastaanottosuodattimen, joka rajaa antennista tulevan signaalin vastaanottokaistalle, sekä jakovahvistimen, joka vahvistaa signaalia ja jakaa sen kaikille vastaanottimille.

Kuvion 1 mukainen tukiasema käsittää lisäksi useita kantotaajuisia kehysyksiköitä 7a, 7b ja 7c, jotka muodostavat kantotaajuiset modulointisignaalit lähetinvastaanotinyksiköitä 6a-6c varten ja jotka käsittelevät lähetinvastaanottimien vastaanottamat ja kantotaajuudelle siirtämät signaalit. Kehysyksiköissä 7 lähetettävä käyttäjädata ja ohjausdata sijoitetaan TDMA-kehyksiin, kanavakoodataan ja lomitetaan, minkä jälkeen ne moduloidaan lähetinyksikössä TDMA-purskeeksi halutulle lähetyskantoaallolle. Vastaavasti kehysyksikkö 7 suorittaa vastaanotetuille signaaleille ilmaisun, lomituksen purun, kanavadekoodauksen ja kehyksien purun.

Lähetinvastaanotinyksiköiden 6a-6c ja kehysyksiköiden 7a-7c välissä on cross point -tyyppinen kytkentämatriisi 5, joka kytkee kehysyksiköiden 7 muodostavat lähetettävät kantotaajuiset signaalit tietyn taajuushyppelysekvenssin mukaisesti vuorotellen eri lähetinvastaanottimille 6a-6c, niin että tietyn kehysyksikön 7 signaali hyppii lähetystaajuudelta toiselle. Vastaavasti kytkentämatriisi 5

kytkee lähetinvastaanottimien vastaanottamat ja kantotaajuudelle siirtämät vastaanotetut signaalit tietyn taajuushyppelysekvenssin mukaisesti kehysyksiköille 7a-7c. Vaihtoehtoisesti taajuushyppely voi olla toteutettu siten, että kukin kehysyksikkö on kytketty suoraan dedikoidulle lähetivastaanottimelle, jonka taajuutta muutetaan taajuushyppelysekvenssin mukaisesti (vertaa kuvio 2).

Tukiaseman toimintaa ohjaa tukiaseman käyttö- ja ylläpitoyksikkö 20 (OMU). OMU 20 toimii myös mittausyksikkönä, joka saa radiotaajuisen signaalin haaroittimelta ja mittaa vastaanotetun signaalin tason. Vaihtoehtoisesti vastaanottimiin Rx voi sisältyä mittauslaitteisto, joka mittaa vastaanotettua signaalitasoa ja joka antaa mittaustuloksen OMU:lle 20. Tukiasemaan voi liittyä myös erityinen tilaajalaitetta simuloiva testilaite STM, jota on kuvattu yleisesti viitenumerolla 11. MS/STM 11 voi olla suoraan tukiaseman ohjauksessa (katkoviiva 13) siten, että OMU 20 ohjaa testitoimintoja. MS/STM 11 voi esimerkiksi lähettää radioteitse tunnetun testisignaalin, jonka taso mitataan tukiasemalla.

Kuvion 1 esittämässä tapauksessa tukiasema mittaa häiriötasoa vapailla, ei-aktiivisilla liikenne- ja ohjauskanavilla. Vapaa ja ei-aktiivinen kanava tarkoittaa sitä, että tukiasema ei lähetä tai vastaanota kanavalla mitään hyötysignaalia. Täten kaikki mitattu radiotaajuinen energia kyseisellä kanavalla on häiriöenergiaa. Keksinnön mukaisesti OMU:ssa 20 tai kanavayksikössä 6 oleva mittausyksikkö mittaa kanavalla antennista vastaanotettujen radiotaajuisten häiriösignaalien tai -purskeiden häiriötasoja radiokanavakohtaisesti. OMU 20 laskee ennalta määrätyllä aikajaksolla mitattujen häiriötasojen arvoista radiokanavakohtaiset keskiarvot, minkä jälkeen lasketut keskiarvot lähetetään tukiasemasta esimerkiksi radiojärjestelmän käyttö- ja ylläpitokeskukselle OMC. Jos esimerkiksi tukiasemalla on käytössään radiokanavat 0, 12, 22 ja 38, se lähettää tie-

tyin väliajoin mittausraportin, jonka sisältö on:

häiriötaso kanavalla 0 = X
häiriötaso kanavalla 12 = Y
häiriötaso kanavalla 22 = Z
häiriötaso kanavalla 38 = N.

Radiokanavakohtaisten keskimääräisten häiriötasojen perusteella voidaan tunnistaa häiriöllinen kanava, jonka keskimääräinen häiriötaso on selvästi suurempi kuin muilla radiokanavilla. Tämän jälkeen häiriöllinen kanava voidaan tarvittaessa poistaa käytöstä muuttamalla kytkentämatriisin käyttämää taajuushyppelysekvenssiä, esimerkiksi korvaamalla taajuushyppelysekvenssissä häiriölliselle kanavalle viritetty kanavayksikkö toisella aikaisemmin käyttämättömällä kanavayksiköllä, joka on viritetty toiselle taajuuskanavalle.

Kuvio 2 esittää lohkokaaviota eräästä keksinnön mukaisesta lähetinvastaanotinyksiköstä. Kyseinen yksikkö on GSM-järjestelmän tukiasemaan sovitettu lähetinvastaanotinyksikkö, joka on yhdistetyn lähetys- ja vastaanottoantennin 26 välityksellä yhteydessä liikkuvaan radioyksikköön 25. Yhdistin- ja jakoyksikkö 1 yhdistää lähettimen 21 ja vastaanottimen 22 antenniin 26. Myös muut tukiasemassa olevat lähetinvastaanotinyksiköt (ei esitetty kuviossa 2) on yhdistetty antenniin 26 summainelimen 1 välityksellä.

Kuviossa 2 esitetty lähetinvastaanotinyksikkö poikkeaa kuviossa 1 esitetyistä lähetinvastaanotinyksiköistä sikäli, että taajuushyppely on toteutettu eri tavalla. Kuvion 2 lähetintä 21 ja vastaanotinta 22 ei ole viritetty tietylle taajuuskanavalle pysyvästi kuten tilanne on kuvion 1 tapauksessa, jossa taajuushyppely on toteutettu kytkentämatriisin 5 avulla. Lähetin 21 ja vastaanotin 22 on kuvion 2 tapauksessa kytketty suoraan kehysyksikköön 7, jolloin taajuushyppely aikaansaadaan ohjausyksikön 23 avulla siten, että ohjausyksikkö ennen jokaista lähetettävää pursketta muuttaa lähettimen 21 ja vastaanottimen 22 radiokanavaa

tietyn taajuushyppelysekvenssin mukaisesti.

Mittausyksikkö 24 mittaa ja laskee vastaanotettujen radiotaajuisten signaalien bittivirhesuhteen taajuuskanavakohtaisesti ja yhteyskohtaisesti, eli määrätyn yhteyden jokaiselle käyttämälle taajuuskanavalle erikseen vastaanottimen 22 tulosta saatujen signaalien perusteella, kehysyksikön 7 suorittaman kehysyksiköiden purun jälkeen. Mittausyksikkö 24 laskee näin ollen yhteydelle ennalta määrätyllä aikajaksolla lasketuista bittivirhesuhteista taajuuskanavakohtaiset keskiarvot, minkä jälkeen lasketut keskiarvot syötetään ohjausyksikölle 23 jokaisen lähetinvastaanotinyksikön taajuuskanavan ja yhteyden osalta erikseen.

Kun ohjausyksikkö 23 edellä selostetulla tavalla on saanut selville yhteyskohtaisen häiriöllisen taajuuskanavan, se ilmoittaa radioyksikölle 25 yhden tai useamman kanavan poistamisesta ja/tai korvaamisesta toisella taajuuskanavalla tietystä kehyksestä lähtien. Jos kyseessä on häiriöllisen kanavan poistamisesta, yhteys lähetinvastaanotinyksikön ja radioyksikön 25 välillä jatkuu jäljelle jäävillä taajuuskanavilla. Ilmoitus taajuushyppelysekvenssin muutoksesta välitetään radioyksikölle 25 esimerkiksi GSM-järjestelmän FACCH:en (Fast Associated Control Channel) avulla.

Ohjausyksikkö siirtää käytöstä poistetut taajuuskanavat tarkkailtaviksi. Tämä tapahtuu keksinnön mukaisesti siten, että radioyksikkö 25 lähettää käytöstä poistetuilla taajuuskanavilla lähetinvastaanotinyksikölle testipurskeita tarkkailtavalla taajuuskanavalla GSM-spesifikaatioissa esitettyjen empty-kehyksien aikana. Testipurskeista saatujen mittaustulosten perusteella käytöstä poistettu taajuuskanava voidaan ottaa uudelleen käyttöön lisäämällä se lähetinvastaanottimen taajuushyppelysekvenssiin vastaavalla tavalla kun se on siitä poistettu.

On ymmärrettävä, että edellä oleva selitys ja siihen

liittyvät kuviot on tarkoitettu vain havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Alan ammattimiehille tulevat olemaan ilmeisiä erilaiset keksinnön variaatiot ja muunnelmat ilman että poiketaan oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnön suojapiiristä ja hengestä.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä tukiaseman radiokanavien valvomiseksi mittaamalla vastaanotetun signaalin laatua matkaviestinjärjestelmässä, jossa radiokanavat on jaettu TDMA-periaatteella liikenne- ja ohjauskanaviin, t u n n e t t u siitä, että

mitataan yhteyksien aikana radiokanavalta toiselle hyppivien ohjaus- tai liikennekanavien vastaanotettujen signaalien laatua radiokanavakohtaisesti mainittujen yhteyksien hyödyntämillä radiokanavilla,

tallennetaan mitatut arvot radiokanavakohtaisesti,

analysoidaan mainittujen yhteyksien hyödyntämien radiokanavien ennalta määrätyllä aikajaksolla mitattuja signaaleja radiokanavakohtaisesti, ja

tunnistetaan analyysin perusteella huonolaatuinen radiokanava.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että signaalin laatua mitataan laskemalla bittivirhesuhde radiokanavakohtaisesti, jolloin analysointi käsittää keskimääräisen radiokanavakohtaisen bittivirhesuhteen laskemisen mainitulla ennalta määrätyllä aikajaksolla, ja että

huonolaatuinen radiokanava tunnistetaan lasketun keskimääräisen bittivirhesuhteen perusteella.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tunnistettu laadultaan huono radiokanava poistetaan käytöstä, edullisesti korvaamalla se tajuushyppelysekvenssissä toisella radiokanavalla.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että radiokanavien laatua mitataan ja analysoidaan yhteyskohtaisesti.

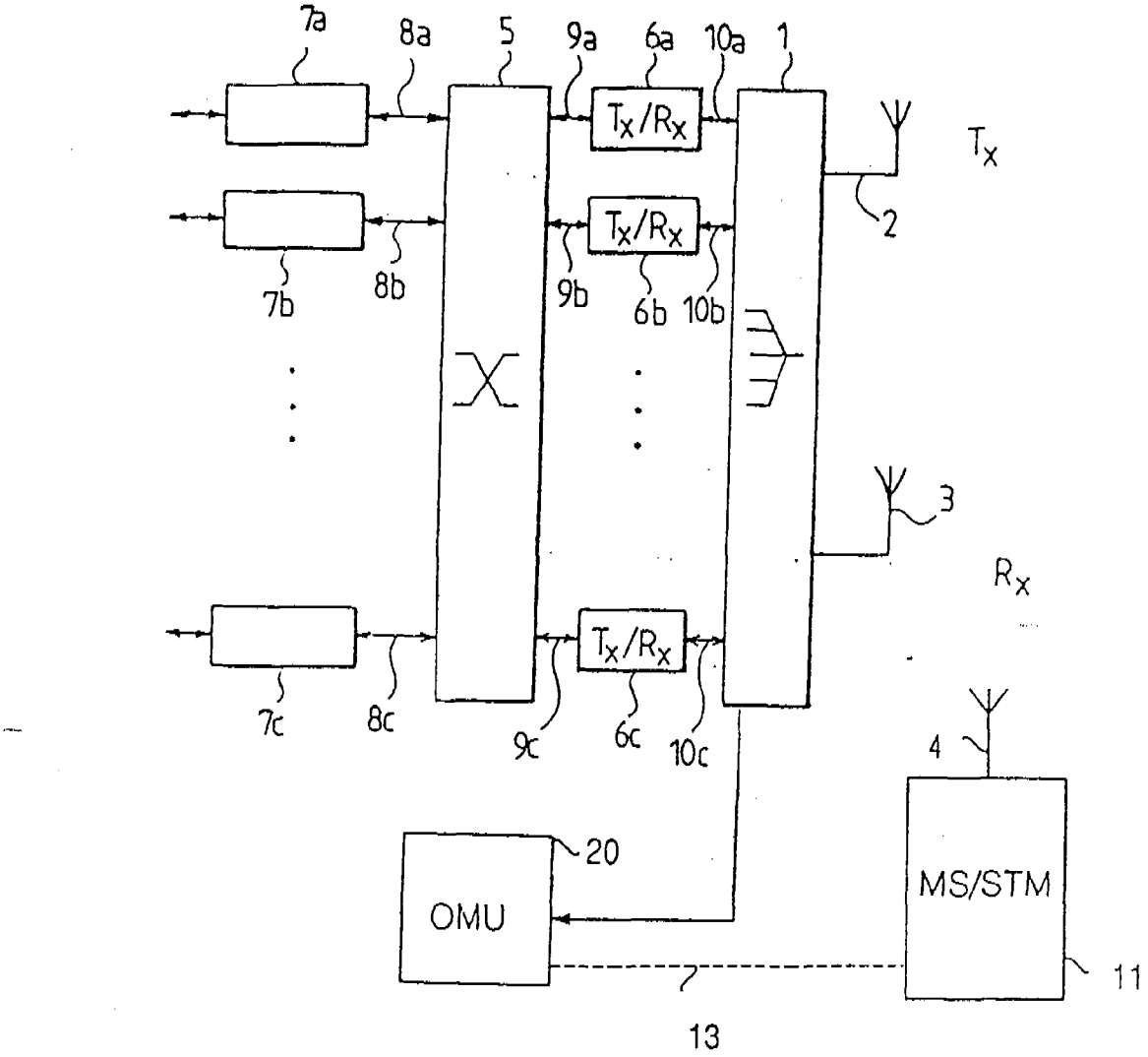

7a
8a
5
9a
6a
10a
1
Tx/Rx
Tx
2
7b
8b
9b
6b
10b
3
Rx
7c
8c
9c
6c
10c
4
20
OMU
MS/STM
11
13

FIG. 1

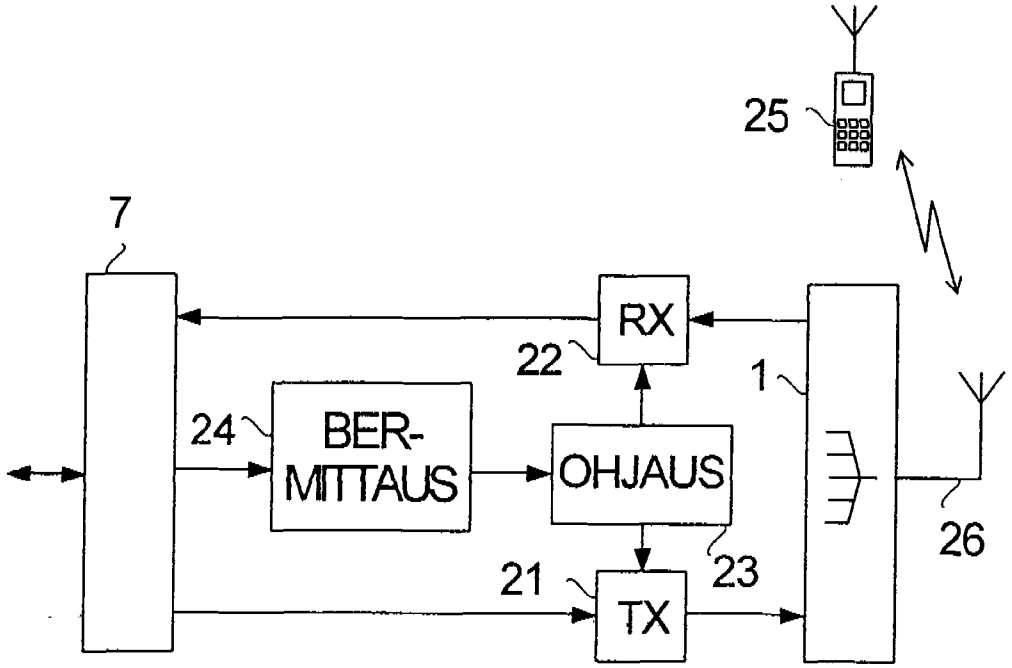

25
7
RX
22
1
24
BER-
MITTAUS
OHJAUS
26
21
23
TX

FIG. 2

PATENTTI-JA REKISTERIHALLITUS **TUTKIMUSRAPORTTI**
PATENTTIOSASTO

PATENTTIHAK.NRO	LUOKKA	TUTKIJA	TUTKIMUSTUL. SAATU
940705	H04B 17/00	JJK	

TUTKITUT LUOKAT	TUTKITUT MAAT FI SE NO DK CH DE WO EP GB US	TUTK. KESK. *)
H04B 17/00	X X X X X X X X X X	
H04B 17/02	X X X X X X X X X X	

PATENTTIVIRASTOJEN JULKAISUT	LUOKKA	HUOM!
1) DE-A-3246907	H04B 17/00	
2) DE-A-3513361	H04B 17/00	
3) DE-A-4215499	H04B 17/00	
4) PCT-A-WO93/15568	H04B 17/00	
5) PCT-A-WO94/00932	H04B 17/00	
6) EP-A-450389	H04B 1/66	
7) GB-A-2173376	H04B 17/00	
8) US-A-5161953	H04B 1/16	
9)		

*) TUTKIMUS KESKEYTETTY ESTEEN LÖYTYMISEN TAKIA

KÄÄNNÄ!

PATENTTIVIRASTOJEN JULKAISUT	LUOKKA	HUOM!
10)		
11)		
12)		
13)		
14)		
15)		
16)		
17)		
18)		
19)		

MUITA JULKAISUJA / ON-LINE TUTKIMUS, JOS TEHTY (TIETOKANTA, HAKUSANAT YM.)

UUTUUSTUTKIMUKSEN YHTEYDESSÄ ON TUTKITTU MYÖS CD-ROM-LEVYJÄ, JOILLA ON TIETOJA US-PATENTEISTA JA EPO:N JULKAISUISTA. LISÄKSI ON KÄYTETTY SUOMALAISEN PATENTTIHAKEMUKSEN FI-A-934019 (H04B 17/00) UUTUUSTUTKIMUSTULOKSIA HYVÄKSI.

HELSINKI 28.11.1994
PÄIVÄYS

Jyrki Karppinen
ALLEKIRJOITUS