

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 950157 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 950157

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H04B 7/005

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 10.05.1994

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 13.01.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 13.01.1995

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

(86) Kansainvälinen hakemus - 10.05.1994 PCT/SE1994/000434
Internationell ansökan - International
application

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

14.05.1993 US 061000

(71) Hakija - Sökande - Applicant

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

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Almgren, Knut Magnus, Sollentuna, SVERIGE, (SE)

2 • Håkan, Andersson Claes, Sverige, SVERIGE, (SE)

3 • Grimlund, Erik Olle, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laite radiojärjestelmän lähetystehon säätöä varten

Förfarande och anordning för reglering av sändareffekt i ett radiosystem

Menetelmä ja laite radiojärjestelmän lähetystehon säätöä varten

Keksinnön tausta

5 Tämä keksintö liittyy lähetystehon säätötekniikan käyttöön radioliikenteessä, tarkemmin menetelmään ja järjestelmään tehon säätämistä varten suositeltavasti perustuen kantoaallon ja häiriösignaalien signaalinvoimakkuuksien osamäärään eli C/I-arvoon (Carrier to Interference Ratio).

10 Radioliikennejärjestelmää käyttävien osapuolten välisten häiriöiden minimoimiseksi voidaan säätää radio-signaalien tehotasoja. Esimerkiksi matkaviestinjärjestelmän samaa kanavaa käyttävien eri puheyhteyksien välisiä häiriöitä voidaan pienentää säätämällä matkaviestinten ja tukiasemien lähetystehoja. Päämääränä on sen varmistaminen, että käytetään vain puhelun tyydyttävän laadun ylläpitämiseksi tarvittavaa lähetystehoa, niin että samaa radiokanavaa käyttävien puhelujen välisten häiriöiden todennäköisyys pienenee.

20 Olemassa olevissa solukkorakenteisissa järjestelmissä jokainen solu on suunniteltu siten että minimaalinen C/I-arvo voidaan saavuttaa esimerkiksi noin 90 %:n osassa solua normaaleissa liikenneolosuhteissa. Ilman lähetystehon säätöä jokaisen solun sisäisten puhelujen valtaosalla on paljon tarvittavaa parempi C/I-arvo ja tämä voi saada muiden solujen reuna-alueiden puhelut käyttämään korkeampia lähetystehotasoja, jotta näiden puhelujen kuuluvuudet olisivat hyvät. Toisin ilmaistuna solujen sisäosien puhelut aiheuttavat ilman lähetystehon säätöä tarpeettoman paljon häiriöitä.

35 Solukkorakenteisten puhelinjärjestelmien tehonsäädön toisena etuna on se, että järjestelmän kapasiteettia voidaan lisätä noin 70 % verrattuna säätämättömän järjestelmään, olettaen että C/I-arvo on sama kaikilla puhe-

luilla. Toisena syynä tehon pitämiseen mahdollisimman alhaisella tasolla on matkaviestinten kuluttaman tehon pienentäminen. Täten kannettavien matkaviestinten tehonsyöttöön käytettävien paristojen kapasiteetti voi olla pienempi, jolloin kannettavat matkaviestimet voidaan tehdä pienemmiksi.

Aikaisemmissa radiopuhelinjärjestelmissä, kuten esimerkiksi on selostettu Webbille et al. osoitetussa US-patenttijulkaisussa nro 4 485 486, tehonohjaus edellyttää, että tukiasema mittaa matkaviestimeltä vastaanotetun lähettyksen signaalinvoimakkuuden, että se vertaa vastaanotettua signaalinvoimakkuutta halutun kunnollisen vastaanottoalueen ilmaisevaan ylempään ja alempaan kynnysarvoon ja että se vertailun perusteella lähettää tehonsäätökäskyn matkaviestimelle. Prosessi toistetaan suhteellisen pitkin välein, tyypillisesti luokkaa joka viides sekunti, ja matkaviestimen tehoa ohjataan vain karkeasti. Tämänäyttypises-
sä säädössä oletetaan että häiriötaso pysyy enemmän tai vähemmän vakiona ja vastaanotettu signaali pyritään pitämään selvästi tämän tason yläpuolella. Käytännössä tällainen tehonsäätö on kuitenkin kaukana optimaalisesta, koska häiriötaso vaihtelee huomattavasti sekä ajan että paikan mukaan.

Havelille et al. osoitetussa US-patenttijulkaisussa 4 811 421 selostetussa järjestelmässä matkaviestin laskee sen lähetystehotason, jota sen tulisi käyttää jotta tukiaseman vastaanottaman signaalin voimakkuus pysyisi vakiona. Laskenta perustuu matkaviestimen vastaanottaman signaalinvoimakkuuden mittauksiin, joita se käyttää tukiaseman ja itsensä välisen signaalitien häviöiden arvioimiseen. Täten tukiaseman ei tarvitse antaa lähetystehon säätöohjeita matkaviestimelle. Siitä huolimatta säätö perustuu vakiona pysyvän vastaanotetun signaalinvoimakkuuden säilyttämiseen ja täten menetelmä on samantapainen kuin Webbille et al. osoitetussa patenttijulkaisussa.

Kuten on selostettu J. Zanderin julkaisussa "Optimum Power Control in Cellular Radio Systems" (Optimaalinen tehonsäätö solukkorakenteisissa radiojärjestelmissä), KTH, raportti nro TRITA-TTT-9101 (tammikuu 1991), solukkorakenteisen järjestelmän jokaisessa liikennetilanteessa on olemassa suurin C/I-arvo, joka voidaan aikaansaada kaikilla puheluilla, niin että täten kaikkien puhelujen C/I-arvo on sama. Tehonsäätöjärjestelyssä tehon säätö siten että tämä maksimaalinen C/I-arvo saavutetaan on toivottavaa, mutta käytännössä tavoiteltava arvo on vaikea määritellä. Asettaessa arvo liian suureksi tai liian pieneksi kaikkien säädettyjen lähettimien tehot nostetaan maksimitasolle tai pienennetään minimiarvoonsa järjestelmän fysikaalisten rajoitusten mukaisesti.

Tämä "joukkovaikutus" ("party effect") on eräs kohdattu ongelma, kun on yritetty aikaansaada vakiona pysyvä C/I-arvo solun koko alueella. Eri soluryhmien kahden solun esimerkiksi käyttäessä samoja taajuuksia ja omatessa pienimpiä sallittuja tehotasoja, joihin vastaavien solujen matkaviestimet voivat tähdätä ja maksimaalisia tehotasoja, joita nämä matkaviestimet eivät voi ylittää, tuloksena on epävakaata järjestelmää. Ensimmäisessä solussa sijaitsevat matkaviestimet nostavat lähetystehotasonsa toisessa solussa sijaitsevien matkaviestimien aiheuttamien kanavansisäisten häiriöiden vaikutusten eliminoimiseksi saavuttaakseen täten C/I-arvon vakioarvon. Vastaavasti toisessa solussa sijaitsevat matkaviestimet nostavat lähetystehotasonsa toisessa solussa sijaitsevien matkaviestimien aiheuttamien kanavansisäisten häiriöiden vasta aikaansaadun kasvun vaikutusten eliminoimiseksi. Tällöin ensimmäisen solun matkaviestimet nostavat taas lähetystehotasojaan. Tämä vaikutus jatkuu, kunnes ensimmäisen ja toisen solun kaikki matkaviestimet lähettävät maksimitehoillaan, jolloin häiriöongelmien ja paristokäyttöisten matkaviestimien tehonkulutusongelmien parannukset jäävät saavuttamatta.

Naylorille et al. osoitetussa US-patenttijulkaisussa 4 580 262 selostetussa järjestelmässä vastaanotin ohjaa lähettimen lähtötehotasoa siten että lähtöteho aikaansaa linkille juuri riittävän laadun. Joka tapauksessa laatutavoite on kiinteä ja täten järjestelmä kärsii edellä selostetusta "joukkovaikutuksesta" kahden puheluyhteyden käytäessä samaa radiokanavaa siten että ne häiritsevät toisiaan. Tällaiset kanavansisäiset häiriötilanteet ovat tavallisia solukkorakenteisissa radiopuhelinjärjestelmissä.

10 Yhteenveto

Hakijan keksinnön avulla eliminoidaan aikaisempien viestintäjärjestelmien epävakaisuusongelmat ja aikaansaadetaan sellainen "uplink"- ja "downlink"-suunnan lähetysten tehonsäätö, että vastaanotettujen signaalien signaalinvaimakkuusarvot ja C/I-arvot pysyvät lähempänä haluttuja arvoja kuin tunnetuissa järjestelmissä. Hakijan keksinnön mukaisessa radioliikennejärjestelmässä tarjotaan järjestelmä ja menetelmä lähettävän aseman lähetystehon säätöä varten. Hakijan keksinnön sisältyessä solukkorakenteiseen radiojärjestelmään vastaanottava asema voi olla matkaviestin ja lähettävä asema voi olla tukiasema, tai vastaanottava asema voi olla tukiasema ja lähettävä asema voi olla matkaviestin. Hakijan keksintö voidaan myös sisällyttää kiinteiden asemien radioliikennejärjestelmiin.

25 Eräässä suoritusmuodossa lähetystehon säätömenetelmä käsittää lähettävän aseman tunnetulla lähetysteholla lähettämän signaalin vastaanottamisen ja vastaanotettuun signaaliin liittyvän laatukriteerion mittaamisen, kuten esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER, Bit Error Rate) mittaamisen. Lisäksi menetelmä käsittää mitattuun laatu-
30 kriteerioon ja tunnettuun lähetystehotasoon perustuvan uuden lähetystehotason määrittämisen sekä sellaisen käskyn antamisen lähettävälle asemalle, että se alkaa lähettää uudella lähetystehotasolla. Menetelmä saattaa lisäksi
35 käsittää vastaanotettuun signaaliin liittyvän vastaanote-

tun tehotason mittaamisen ja kanavan signaalitien häviöiden tai vahvistuksen määrittämisen perustuen vastaanotetun tehotason ja tunnetun lähetystehotason erotukseen. Sen jälkeen määritellään uusi lähetystehotaso mitatun laatu-

5 kriteerion, tunnetun lähetystehotason ja signaalitien häviöiden perusteella.

Hakijan keksinnön mukainen järjestelmä sisältää välineet tunnetulla tehotasolla lähetetyn signaalin vastaanottamista varten, välineet vastaanotettuun signaaliin

10 liittyvän vastaanotetun tehotason mittaamista varten, välineet vastaanotettuun signaaliin liittyvän laatukriteerion mittaamista varten, välineet mitattuun laatukriteerioon ja tunnettuun lähetystehotasoon perustuvan uuden lähetystehotason määrittälemistä varten ja välineet sellaisen käskyn antamista varten lähettävälle asemalle, että

15 se alkaa lähettää uudella lähetystehotasolla. Järjestelmä voi lisäksi sisältää välineet signaalitien häviöiden tai vahvistuksen määrittämisestä varten vastaanotetun tehotason ja tunnetun lähetystehotason erotuksen perusteella käytettäessä lisäksi signaalitien häviöitä uuden lähetystehotason määrittälemiseen.

20

Piirustusten lyhyt selostus

Hakijan keksinnön ominaisuudet ja edut ovat ymmärrettävissä lukemalla tämä selostus liitteinä olevien piirustusten yhteydessä, joissa

25

kuviossa 1 on esitetty solukkorakenteisen matkaviestinjärjestelmän eri osia, mukaan lukien soluja, matkapuhelinkeskus, tukiasemia ja matkaviestimiä;

kuviossa 2 on hakijan keksinnön mukaisen säätöfunktion graafinen esitys;

30

kuviossa 3a on vastaanottavassa asemassa esiintyvän sellaisen häiriötehofunktion graafinen esitys, jota voidaan käyttää hakijan keksinnön mukaisissa järjestelmissä ja menetelmissä;

kuviossa 3b on lähettimen ja vastaanottimen välisessä linkissä esiintyvän sellaisen signaalitien häviöfunktion tai vahvistusfunktion graafinen esitys, jota voidaan käyttää hakijan keksinnön mukaisissa järjestelmissä ja menetelmissä;

kuviossa 4 on hakijan keksinnön mukaisen toisen säätöfunktion graafinen esitys;

kuviossa 5 on esimerkkijärjestelmän lohkokaavio hakijan keksinnön mukaisen tehonsäädön suorittamista varten; ja

Kuviossa 6 on esitetty eri osia puhelinjärjestelmästä, joka käyttää radiosiirtoa paikallissilmukassa.

Seikkaperäinen selostus

Vaikka seuraava selostus liittyy kannettavia radiopuhelimia tai matkaviestimiä ja/tai henkilökohtaisia viestintäverkkoja käsittäviin solukkorakenteisiin järjestelmiin, on ymmärrettävä että hakijan keksintö voidaan soveltaa muihinkin viestintäsovelluksiin. Hakijan keksinnön mukaista tehonsäätöä voidaan esimerkiksi menestyksellä käyttää langattomissa dataliikennejärjestelmissä ja maalla toimivissa matkaviestinjärjestelmissä sekä myös kiinteissä langattomissa järjestelmissä, kuten puhelinjärjestelmissä, jotka käyttävät radiosiirtoa paikallissilmukoissa. Viimeksi mainituissa kiinteissäkin linkeissä voi esiintyä ajasta riippuvia häiriöitä, jotka voidaan torjua hakijan keksinnön mukaisella tehonsäädöllä.

Kuviossa 1 on kaaviomaisesti esitetty solukkorakenteisen matkaviestinjärjestelmän kymmenen solua C1-C10. Kuvattuja soluja tulee pitää vain osana järjestelmää, jossa normaalisti olisi paljon useampia soluja kuin kymmenen. Jokaista solua C1-C10 vastaa mainitussa järjestyksessä tukiasema B1-B10, jotka voivat sijaita lähellä solun keskustaa, tällaisten tukiasemien tyypillisesti ollessa varustettuja ympärisäteilevillä antennilla. Tukiasemat voi-

vat kuitenkin myös sijaita lähellä solujen rajoja ja olla varustettuja suunnatuilla antenneilla.

Kuviossa 1 on lisäksi esitetty yhdeksän matkaviestintä M1-M9, jotka liikkuvat solujen sisällä ja solusta toiseen ja jotka edustavat vain osaa järjestelmän matkaviestimistä. Erityisesti mainittakoon että matkaviestimiä normaalisti on paljon enemmän kuin tukiasemia. Kuviossa 1 on lisäksi esitetty matkapuhelinkeskus (MSC, Mobile Services Switching Center). MSC on esitetty yhdistettynä tukiasemiin kaapeleiden avulla, vaikka muitakin välineitä, kuten esimerkiksi kiinteitä radiolinkkejä ja kuituoptiikkalinkkejä, voidaan käyttää tukiasemien ja matkapuhelinkeskuksen väliseen viestintään. MSC on lisäksi kytketty yleiseen puhelinverkkoon (PSTN) tai vastaavaan verkkoon.

Kuviossa 1 esitetyssä järjestelmässä käytetään useita radiokanavia analogisen informaation kuten esimerkiksi puheen ja/tai digitaalisen informaation kuten esimerkiksi digitalisoidun puheen tai datan viestintään. Samaa kanavaa käyttävien lähettävien asemien välisten häiriöiden minimointia varten on suositeltavaa säätää lähetystehotasoja yllä selostetun mukaisesti. Käyttämällä hakijan tehonsäätömenetelmää joko MSC (tai GSM-järjestelmässä (Global System for Mobile Communication) tukiasemaohjain (BSC, Base Station Controller)) yhdessä tukiasemien kanssa tai tukiasemat yksinään määrittävät oikeat lähetystehotasot. Vastaanotettuun signaaliin liittyviä eri parametreja matkaviestimelle lähetettävän signaalin lähetystehon määrittämiseksi seuraavassa selostetun mukaisesti. On ymmärrettävä että yleensä on parempi että MSC ja/tai tukiasemat ohjaavat tarvittavia säätötoimenpiteitä, vaikka periaatteessa voisi käyttää matkaviestimiäkin.

Edellä selostettujen ongelmien ratkaisemiseksi ja vakaan järjestelmän varmistamiseksi lähetystehoa säädetään tavoitteena olevan C/I-arvon saavuttamiseksi, joka yleensä

on kanavalla esiintyvän häiriötason ja lähetykseen liittyvän vahvistuksen (negatiivisen signaalitievaimeisuuden) monotonisesti pienenevä funktio. Täten hakijan tehonsäätömenetelmä ei sisällä kiinteää tavoitteena olevaa C/I-arvoa tai tavoitteena olevaa vastaanotettua signaalinvoimakkuutta. Toisaalta saattaa olla tarpeellista määrittää häiriötaso ja yleisessä tapauksessa kanavan signaalitien häviöt tai kanavan vahvistus oikean tavoitteena olevan C/I-arvon löytämiseksi.

Seuraavassa häiriötaso on merkitty viitteellä I kuvattaessa C/I-arvoa (perinteisesti) ja viitteellä i kaavoissa, mutta molemmat suureet ovat ekvivalentteja. Sel-
laisten parametrien kuin parametrien p , p' , g , i , I , P , SS , α , β ja C/I muotona käytetään suositeltavasti logarit-
mista dB-muotoa. Täten vahvistus g , joka kuten seuraavassa
selostetaan johdetaan vastaanotetun tehotason ja tunnetun
lähetystehtotason erotuksesta, saadaan yksinkertaisesti
vähennyslaskun avulla. On huomattava että parametreja
vaihtoehtoisesti voidaan käyttää lineaarisissa ekvivalent-
timuodoissaan vastaavin kaavatarkistuksin.

Häiriötason i määrittämiseksi vastaanottava asema suorittaa laatumittauksen, kuten esimerkiksi bittivir-
hesuhteen (BER) mittauksen, jollakin tavalla normaalin am-
mattimiehen tuntemista useista tavoista. Tyypillisessä
langattomassa TDMA-radiopuhelinjärjestelmässä (Time Di-
vision Multiple Access, aikajakoinen monipääsy), kuten
esimerkiksi standardin EIA/TIA IS-54-B mukaisessa järjes-
telmässä, vastaanottavan aseman vastaanottamaa synkronoin-
tisanää (SYNC) ja/tai digitaalista varmistusvärikoodia
(DVCC, Digital Verification Color Code) voidaan verrata
tunnettuun lähetettyyn sekvenssiin tai koodiin. Täten
ajasta riippuva virheiden määrä voidaan määrittää. Tästä
BER-arvosta voidaan määrittää vastaava C/I-arvo käyttämäl-
lä alalla tunnettua empiiristä muunnostaulukkoa. Mitat-

taessa lisäksi vastaanotettu signaalinvoimakkuus SS, häiriöarvo i voidaan määrätä seuraavasta yhtälöstä:

$$i = SS - C/I$$

5

jossa kaikki parametrit ovat ilmaistuina desibeleissä (dB).

Hakijan tehonsäätötekniikan yleisessä tapauksessa kanavan vahvistus tai signaalitiehäviöt määritetään helposti yhteyden vastaanotetun tehotason (joka on mitattavissa) ja yhteyden lähetystehotason (joka voi olla ennalta tunnettu) erotuksesta. Mitattaessa nämä tasot desibeleissä haluttu signaalitien häiriöarvo saadaan yksinkertaisen vähennyslaskun avulla.

15

Kuviossa 2 on esitetty tavoitteena olevan C/I-arvon ja häiriötason oikea riippuvuus käyrän muodossa. On ymmärrettävää että häiriöiden noustessa lähetysteho kasvaa tämän kompensoimiseksi, mutta kuvion mukaan lähettävä asema ei pyri samaan, vaan alempaan C/I-arvoon. Koska muiden yhteyksien "näkemä" tehon kasvusta johtuva häiriötason nousu tällöin on alempi kuin mitä se olisi ollut "vanhaan" C/I-arvoon tähtäävän tehon kasvun tapauksessa, järjestelmä voi lähestyä uutta, joskin alempaa, C/I-arvoa mainittujen muiden yhteyksien lähettimien nostaessa lähetystehojaan. Mikä tahansa monotonisesti pienenevä funktio voi olla käyttökelpoinen, edellyttäen että funktion tavoitteena olevan C/I-arvon ensimmäinen derivaatta häiriöarvon suhteen on suurin piirtein alueella $-2 - 0$. Tämä on tarpeellista vakavuuden takia. On myös toivottavaa että derivaatta on suurin piirtein alueella $-1 - 0$ järjestelmän kapasiteetin nostamiseksi. On todettu että noin $-0,3$ on hyvä arvo. Hakijan keksinnön mukainen tehonsäätö tuottaa vakaan järjestelmän, jonka ominaisuuksien heikkeneminen on suotuisaa ylemmillä liikennetasoilla, joilla häiriöt ovat suurempia ja täten tavoitteena oleva C/I-arvo alempi.

35

Tavoitteena oleva C/I-arvo on myös suositeltavasti yhteyden signaalitien häviöiden tai vahvistuksen funktio, ja riippuvuuden muoto voi vastata kuviossa 2 esitettyä käyrää. Erityisesti tulisi käyttää monotonisesti pienenevää funktiota eikä tavoitteena olevan C/I-arvon ensimmäinen derivaatta vahvistuksen suhteen ole kriittinen, mutta se voi sijaita alueella 0 - 1.

Seuraava yleinen riippuvuus edustaa hakijan keksinnön säätöperiaatetta. Säätö suoritetaan jaksoittaisesti seuraavan kaavan mukaisesti:

$$p = \alpha - B_g(g) + B_i(i)$$

jossa $0 < dB_i/di < 1$ vakavuuden takia. Yllä olevassa yleisessä riippuvuudessa p on lähetettävän aseman lähetysteho; α on ennalta määrätty vakio; $B_g(g)$ on yhteyden (jommankumman suunnan) vahvistuksen g ennalta määrätty funktio; ja $B_i(i)$ on vastaanottavassa asemassa esiintyvän häiriötehon (häiriöiden) ennalta määrätty funktio. Häiriöteho on samaa kanavaa käyttävien eri puheluyhteyksien yhteisvaikutus. Hakijan keksinnön toiminnan kannalta on merkityksetöntä mistä kanavansisäiset häiröt ovat peräisin, joskin kanavansisäiset häiriöt solukkorakenteisessa järjestelmässä useimmiten aiheutuvat eri soluryhmien lähettämisestä, koska taajuussuunnittelun avulla tyypillisesti vältetään saman soluryhmän kanavansisäiset häiriöt.

Edellä olevasta yleisestä riippuvuudesta on ymmärrettävissä että hakijan tehonsäätömenetelmä yleisessä tapauksessa perustuu kyseessä olevan yhteyden vahvistukseen ja häiriötasoon. Yleinen riippuvuus kuvaa pysyvän tilan tilannetta, mutta sitä voi myös käyttää iteratiivisessa prosessissa pysyvän tilan saavuttamista varten. On ymmärrettävää että kuviossa 2 (ja kuviossa 4) esitetty riippuvuus on tavoitteena oleva funktio, eli se kuvaa C/I-arvoja joihin eri tilanteissa pyritään. Iteraatioita tar-

vitaan lopullisen tilan saavuttamiseksi käyrällä, koska lähetystehon muutos vaikuttaa C/I-arvoon, mikä vuorostaan vaatii lähetystehon lisätarkistuksen. Lähettävän aseman tehon säätöä varten on tarpeellista määrittää yleisen riippuvuuden parametrit. Vastaanottava asema antaa tällöin millä tahansa sopivalla tavalla lähettävälle asemalle käskyn lähettää halutulla lähetystehotasolla.

Vakio α edustaa tietyn etäisyyden ennalta määrättyä hyväksyttyä tehoa. Tarkemmin α asetetaan siten että häiriöt tietyllä etäisyydellä ovat dominoivia kohinaan nähden useimmissa linkeissä; sillä tehotasolla järjestelmän laatu on kohtuullinen. Vakio α vaikuttaa vain keskimääräiseen lähetystehoon eikä kapasiteettiin oloissa, joissa häiriöt ovat dominoivia kohinatasoon nähden, eli häiriöiden rajoittamassa järjestelmässä. Esimerkkinä α voidaan asettaa vastaamaan suurinta sallittua häiriötasoa.

Hyvä suorituskky mitä tulee järjestelmän kapasiteettiin voidaan saavuttaa seuraavilla vahvistuksen ja häiriöiden funktioilla:

20

$$\beta_g(g) = 0,7 \cdot g \quad \beta_i(i) = 0,7 \cdot i$$

Muitakin g :n ja i :n funktioita voidaan käyttää, mukaan lukien epälineaarisia funktioita, mutta i :n funktion kulmakertoimen on vakavuuden takia oltava pienempi kuin 1, kuten edellä todettiin. Vahvistuksen g funktion kulmakeroin on suositeltavasti alueella 0,5 - 1. Kuvioissa 3a ja 3b on graafisesti esitetty käyttökelpoiset funktiot $\beta_i(i)$ ja $\beta_g(g)$.

Edellä esitetystä yleisestä riippuvuudesta ilmenee että kohonneesta häiriötasosta kärsivälle puhelulle annetaan suurempi lähetystehotasoa, johon kuitenkin liittyy pienempi C/I-arvo kuin aikaisempaan alempaan lähetystehotasoon liittyvä C/I-arvo. Jos olisi toisin, aikaisempien järjestelmien ongelmat esiintyisivät, eli tilanteet, jois-

35

sa lähettävät asemat lähettävät suurimmalla sallitulla tehotasolla ("joukkovaikutus"). Lisäksi lähetystehotaso alenee halutun vastaanotetun signaalinvoimakkuuden ylityessä, esimerkiksi matkaviestimen liikkuesssa tukiasemansa suuntaan (katso kuviota 3b). Signaalitien häviöiden pienentyessä ja vahvistuksen kasvaessa järjestelmä siirtyy käytännössä oikealla kuviossa 3b, jolloin funktion $\alpha\beta_g(g)$ arvo alenee, mikä johtaa pienempään lähetystehoon seuraavassa iteraatiossa.

10 Kuvion 2 mukaisessa hakijan keksinnön suoritusmuodossa huomioidaan ainoastaan häiriötaso. Ellei häiriötaso täten muutu matkaviestimen muuttaessa etäisyyttään tukiasemasta, lähetystehotaso muutetaan siten ettei vastaanotettu C/I-arvo muutu. Toisin ilmaistuna vahvistuksen muutokset kompensoidaan täysin (eli $d\beta_g/dg = 1$), mutta häiriötason muutoksia ei täysin kompensoida (eli $d\beta_i < 1$).

Vaihtoehtoisesti hakijan keksinnön suoritusmuodossa, joka on kuvion 4 mukainen jossa on esitetty tavoitteena oleva C/I-arvo lähetystehotason monotonisesti pienenevänä funktiona, huomioidaan vallitseva lähetystehotaso. Tällainen suoritusmuoto on yksinkertaisempi kuin kuvion 2 periaatetta käyttävä suoritusmuoto, koska häiriötason i arvon määrittäminen on turha. Toisaalta kuvion 4 periaatetta käyttävä suoritusmuoto aikaansaa epätäydellisen kompensoinnin ei vain häiriötason muutosten osalta (mikä on tarpeellista vakavuuden takia), vaan myös matkaviestinten ja tukiasemien "radioetäisyyksien" osalta (mikä ei ole tarpeellista vakavuuden takia). Koska tämä yleensä on hyväksyttävää, kuvion 4 mukainen yksinkertaisempi suoritusmuoto voi olla suositeltavampi kuin kuvion 2 mukainen suoritusmuoto.

Edellä esitettyä yleistä riippuvuutta voidaan käyttää iteratiivisesti optimaalisen lähetystehotason lähestymistä varten sekä vahvistuksen ja/tai häiriötason ajan mukana tapahtuvien vaihtelujen sovittamista varten. Val-

litsevana suosituksena on lähetystehotason päivitys noin 0,5 sekunnin välein. Suoritusmuodossa, jossa $B_g(g)$ ja $B_i(i)$ ovat lineaariset kuten edellä, seuraavan jakson lähetysteho p' voidaan esittää alla olevan skalaarisen lausekkeen muodossa:

$$p' = \alpha - \beta \cdot ((\Delta \cdot g) - i)$$

jossa Δ on alueella 0 - 1 ja β , joka on sekä funktion $B_g(g)$ että funktion $B_i(i)$ kulmakerroin, on alueella 0 - 1 vakavuuden takia. Arvolla $\Delta = 1$ saadaan:

$$p' = \alpha - \beta \cdot (g - i)$$

jossa parametrit α , p' , g ja i sopivasti ilmaistaan desibeleinä kuten seuraavien lausekkeiden parametrit p ja C/I . Koska kuitenkin:

$$C/I = p + g - i$$

pätee häiriöiden rajoittamassa järjestelmässä, seuraavan jakson lähetysteho saadaan tunnettuja parametreja sisältävästä seuraavasta lausekkeesta:

$$p' = \alpha - \beta \cdot (C/I - p)$$

jossa p on meneillään olevan jakson lähetysteho. Järjestelmän saavutettua pysyvän tilan, eli kun $p' = p$ pätee lauseke:

$$p = \alpha / (1 - \beta) - (\beta / (1 - \beta)) \cdot C/I$$

josta pysyvän tilan C/I -arvo ja lähetystehotaso β :n arvolla 0,7 saadaan seuraavasta lausekkeesta:

$$p = a/0,3 - (0,7/0,3) \cdot C/I$$

jossa C/I-arvo määritetään signaalinlaatuparametrasta kутen edellä mainitusta bittivirhesuhteesta BER.

5 Lähetystehotaso nousee 2,3 dB häiriötason noustessa 1 dB:n. Muut käyttäjät kokevat lisääntyneitä häiriöitä ja toimivat samalla tavalla vasteena näihin. Tietyn ajan jälkeen järjestelmä asettuu pysyvään tilaan, jossa C/I-arvon lopullinen lasku on pienempi kuin 1 dB:n, koska osa lisääntyneistä häiriöistä on kompensoitu nostetuilla lähetystehoilla. Jos lähetystehoa olisi nostettu siten että edellinen C/I-arvo olisi saavutettu ja muut käyttäjät olisivat tehneet saman, lähetystehot olisivat nousseet jatkuvasti kunnes maksimiarvot olisi saavutettu. Ellei toisaalta lähetystehoa olisi nostettu ollenkaan, yhteyden C/I-arvo olisi laskenut 1 dB:n.

10

15

Jos järjestelmän joidenkin puhelujen laatua tulee laskea, kysymyksessä tulisi mieluummin olla niiden puhelujen laatu, jotka aiheuttavat häiriöitä, kuin niiden puhelujen laatu, jotka kärsivät häiriöistä. Tällaisen järjestelmän esimerkkikäyrä on esitetty kuviossa 4, jossa tavoitteena oleva C/I-arvo on yhteyttä varten käytetyn lähetystehon funktio. Säädetäessä tehoa järjestelmän tietyssä liikennetilanteessa kuvion 4 mukaisesti, puhelujen laatu solun rajoilla on todennäköisesti alempi kuin puhelujen laatu solun keskiosassa. Lisäksi solun keskiosan puhelujen C/I-arvot säädetyn tehon järjestelmässä ovat alempia kuin säätämättömän järjestelmän vastaavien puhelujen C/I-arvot, muuten ei parannusta esiintyisi. Kuvion 4 mukaisen tehonsäädön etuna on sen suhteellisen helppo sovellettavuus, koska tavoitteena oleva C/I-arvo riippuu vain lähetystehosta, joka tunnetaan, eikä häiriötason i määrittämisestä tarvita.

20

25

30

Kuviossa 5 on esitetty hakijan keksinnön mukainen esimerkkijärjestelmä. Tämä järjestelmä on vastaavanlainen

35

kuin 4.9.1992 kirjatussa yhteisesti osoitetussa US-patenttihakemuksessa sarjanro 941 307 selostettu järjestelmä, sisällytettäessä täten mainittu julkaisu viittena tähän asiakirjaan. Lähettävä asema 10 sisältää välineet 30 radiosignaalien lähettämistä varten vastaanottavalle asemalle 50, jossa on välineet 60 radiosignaalien vastaanottamista varten ja niiden tehon mittaamista varten. Vastaanottovälineet 60 määräävät myös kanavan signaalitien häviöt tai vahvistuksen sekä vastaanotettujen signaalien laadun C/I-arvo mukaan lukien, kuten edellä selostettiin. Menetelmä häiriötason i mittaamista varten hiljaisten jaksojen aikana on selostettu 25.4.1991 kirjatussa yhteisesti osoitetussa US-patenttihakemuksessa sarjanro 691 221, joka täten sisällytetään viittena tähän asiakirjaan.

Vastaanottovälineet 60 tuottavat vastaanotetun signaalinvoimakkuuden ja laatumittaukset heijastavat sopivat datasignaalit signaaliprosessoria 80 varten, joka määrittelee uuden lähetystehotason tai uuden tavoitteena olevan C/I-arvon edellä selostetulla tavalla. Prosessori 80 tuottaa sen jälkeen sopivan käskysignaalin vastaanottavan aseman 50 lähetintä 70 varten; lähetin 70 lähettää käskysignaalin lähettävälle asemalle 10 käskien sen lähettämään uuteen tavoitteena olevaan C/I-arvoon liittyvällä uudella lähetystehotasolla. Käskyn vastaanottamista varten olevat välineet 40 välittävät käskyn sopivalle prosessorille 20, joka saa lähetysvälineet 30 lähettämään uuteen tavoitteena olevaan C/I-arvoon liittyvällä uudella lähetystehotasolla.

Hakijan tehonsäätömenetelmä on sovellettavissa myös kiinteään radioliikennejärjestelmään kuten puhelinjärjestelmään, joka käyttää solukkorakenteista radiojärjestelmää paikallisilmukoissa. Tällainen kiinteä radiojärjestelmä on esitetty kuviossa 6, jossa matkapuhelinkeskus MSC on kytkettynä tukiasemaan BS. MSC ja BS on kuvattu samassa rakennuksessa sijaitsevina, mutta se ei ole välttämätöntä. BS lähettää ja vastaanottaa radiosignaaleja antennin 110

kautta, joka normaalisti on ympärisäteilevää tyyppiä. Järjestelmän tilaajan antenni 120 vastaanottaa BS:n lähettämät signaalit, antennin 120 ollessa normaalisti suunnattu, koska se on kiinteästi suunnattu tukiasemaan BS. Tilaajan antenni 120 on yhdistetty "matkaviestimeen" MS, joka edustaa sopivia komponentteja matkapuhelujen aikaansaamista ja vastaanottamista varten. Nämä komponentit on asianmukaisesti liitetty tilaajan tavanomaiseen puhelinkoneeseen POT, siten että tilaaja ei havaitse radioyhteyden käyttöä. Katkoviivalla piirretty nuoli edustaa radiokanavan muiden käyttäjien aiheuttamia häiriöitä.

Koska vahvistus olennaisesti pysyy vakiona kuviossa 6 esitetyssä järjestelmässä, hakijan tehonsäätömenetelmä on sovellettavissa edellä selostetun seuraavan lausekkeen mukaiseen järjestelmään:

$$p' = a - B \cdot (C/I - p)$$

Kuten edellä on selostettu tehonsäätö voidaan soveltaa "uplink"- ja/tai "downlink"-suuntaisiin lähetyksiin.

On huomattava että häiriöt voivat olla niin vakavia, että tässä selostetun mukainen tehonsäätö saattaa olla riittämätön tarpeellisen C/I-arvon ylläpitämiseksi. Siinä tapauksessa kohteena oleva yhteys voitaisiin siirtää saman solun sellaiselle toiselle käytettävissä olevalle kanavalle, esimerkiksi toiselle taajuudelle tai toiseen aikaväliin, joka tuottaisi paremman C/I-arvon.

Hakijan tehonsäätömenetelmä voidaan myös yhdistää radiopuhelinjärjestelmien dynaamisen kanavansuunnittelun menetelmiin (DCA, Dynamic Channel Allocation), kuten järjestelmään joka on selostettu 22.4.1992 kirjatussa yhteisesti osoitetussa US-patenttihakemuksessa sarjanro 872 232. Tällaisessa yhdistelmässä DCA poistaisi taajuussuunnittelun tarpeen ja ehdotettu tehonsäätö aikaansaisi kapasiteetin nousun, joka on vaikea toteuttaa DCA-menetel-

män toistuvasti käytetyn jaon avulla. Yhdistelmässä osoitettaisiin vähiten häiritty kanava. Lisäksi voitaisiin käyttää maksimaalista häiriötasoa, jolla vähiten häiritty kanava voisi hyväksyä uuden puhelun. Tämä estotaso voisi
5 vaihdella tilanteesta toiseen, esimerkiksi puhelun muodos-
tamisesta kanavanvaihtoon.

Vaikka edellä on selostettu ja kuvattu hakijan keksinnön määrättyjä suoritusmuotoja, on ymmärrettävä ettei keksintö rajoitu niihin, koska on odotettavissa että am-
10 mattimiehet voivat tehdä niihin muunnoksia. Mikä tahansa muunnos ja kaikki muunnokset, jotka sisältyvät tässä asiakirjassa selostetun ja patenttivaatimuksin esitetyn keksinnön henkeen ja suoja-alaan, on tarkoitettu sisältyviksi siihen.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä lähettävältä asemalta vastaanottavalle asemalle lähetetyn radiosignaalin tehotason säätöä varten
 5 radioliikennejärjestelmässä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää seuraavat vaiheet:

lähettävän aseman tunnetulla lähetystehotasolla lähettämän radiosignaalin vastaanottamisen;

vastaanotettuun signaaliin liittyvän laatukriteerion mittaamisen;
 10

uuden lähetystehotason määrittelymisen laatukriteerion ja tunnetun lähetystehotason perusteella; ja

lähettävän aseman käskemisen lähettämään uudella lähetystehotasolla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 15 t u n n e t t u siitä, että uusi lähetystehotaso on sellainen että sellaiseen vastaanotettuun signaaliin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty uudella lähetystehotasolla, on huonompi kuin sellaiseen vastaanotettuun signaaliin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty tunnetulla
 20 lähetystehotasolla, uuden lähetystehotason ollessa korkeampi kuin tunnettu lähetystehotaso.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 25 t u n n e t t u siitä, että lähettävä asema on solukkorakenteisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 t u n n e t t u siitä, että laatukriteerio perustuu bittivirhesuhteeseen ja bittivirhesisältöön.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 30 t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää seuraavat vaiheet:

vastaanotettuun signaaliin liittyvän vastaanotetun tehotason mittaamisen; ja

kanavan vahvistuksen määrittämisen vastaanotetun
 35 tehotason ja tunnetun lähetystehotason perusteella;

uuden lähetystehotason lisäksi perustuessa kanavan vahvistukseen.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että uusi lähetystehotaso on sellainen että sellaiseen vastaanotettuun signaalin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty uudella lähetystehotasolla, on huonompi kuin sellaiseen vastaanotettuun signaalin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty tunnetulla lähetystehotasolla, uuden lähetystehotason ollessa korkeampi kuin tunnettu lähetystehotaso.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähettävä asema on solukkorakenteisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin.

8. Laite lähettävän aseman tehotason säätöä varten radioliikennejärjestelmässä, tunnettu siitä, että se käsittää:

välineet lähettävän aseman tunnetulla lähetystehotasolla lähettämän radiosignaalin vastaanottamista varten;

välineet vastaanotettuun signaaliin liittyvän laatukriteerion mittaamista varten;

välineet uuden lähetystehotason määrittelyä varten laatukriteerion ja tunnetun lähetystehotason perusteella; ja

välineet lähettävän aseman käskemistä varten lähettämään uudella lähetystehotasolla.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, tunnettu siitä, että uusi lähetystehotaso on sellainen että sellaiseen vastaanotettuun signaalin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty uudella lähetystehotasolla, on huonompi kuin sellaiseen vastaanotettuun signaalin liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty tunnetulla lähetystehotasolla, uuden lähetystehotason ollessa korkeampi kuin tunnettu lähetystehotaso.

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että lähettävä asema on solukkoraken-
teisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin.

5 11. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että laatukriteerio perustuu bit-
tivistyrhesuhteeseen ja bittivistyrhesisältöön.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää:

10 välineet vastaanotettuun signaaliin liittyvän vas-
taanotetun tehotason mittaamista varten; ja

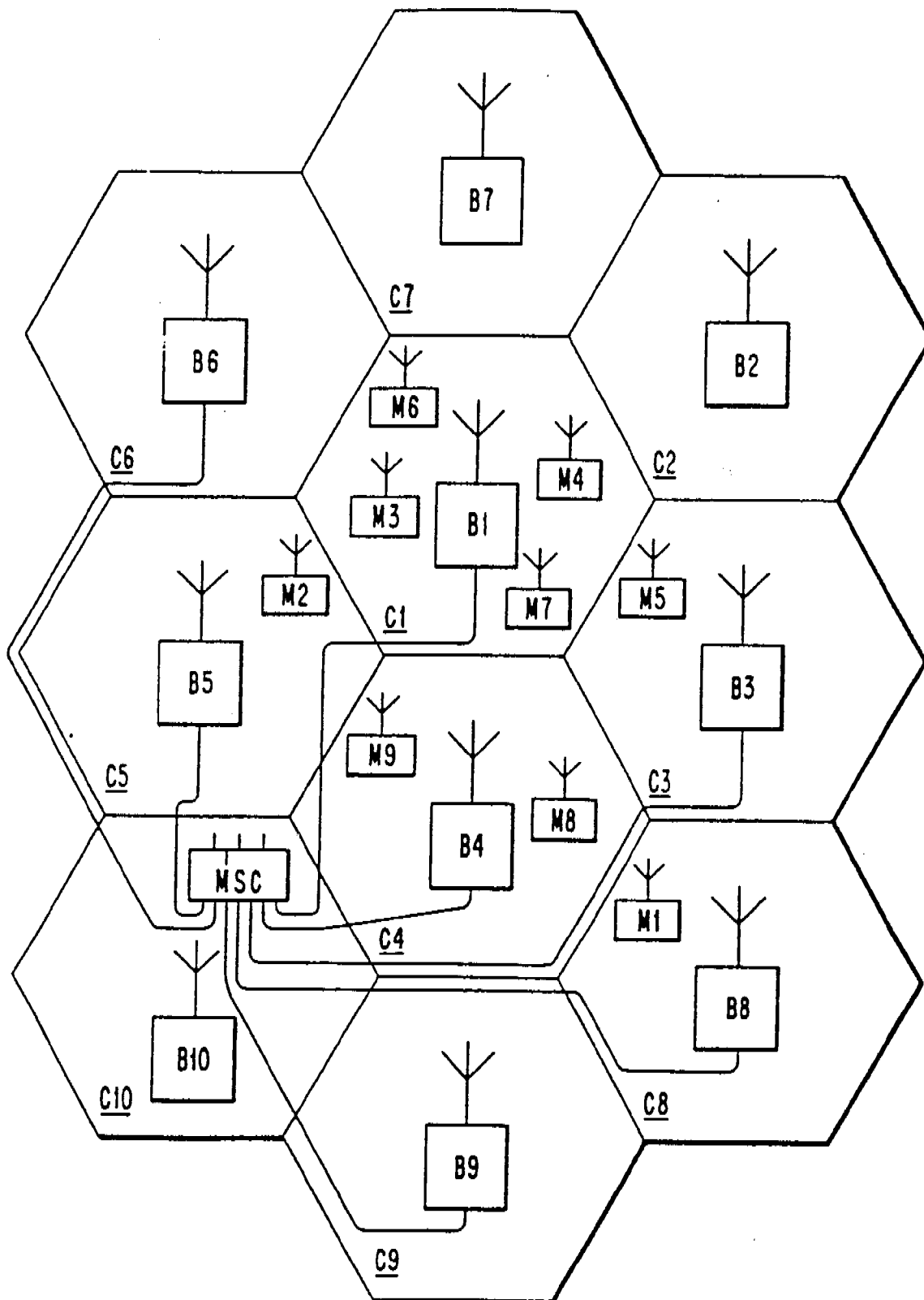
välineet kanavan vahvistuksen määrittämistä varten
vastaanotetun tehotason ja tunnetun lähetystehotason pe-
rusteella;

15 uuden lähetystehotason lisäksi perustuessa kanavan
vahvistukseen.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että uusi lähetystehotaso on sellainen
että sellaiseen vastaanotettuun signaaliin liittyvä laatu-
kriteerio, joka on lähetetty uudella lähetystehotasolla,
20 on huonompi kuin sellaiseen vastaanotettuun signaaliin
liittyvä latukriteerio, joka on lähetetty tunnetulla
lähetystehotasolla, uuden lähetystehotason ollessa kor-
keampi kuin tunnettu lähetystehotaso.

14. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laite, t u n -
25 n e t t u siitä, että lähettävä asema on solukkoraken-
teisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin.

Fig. 1



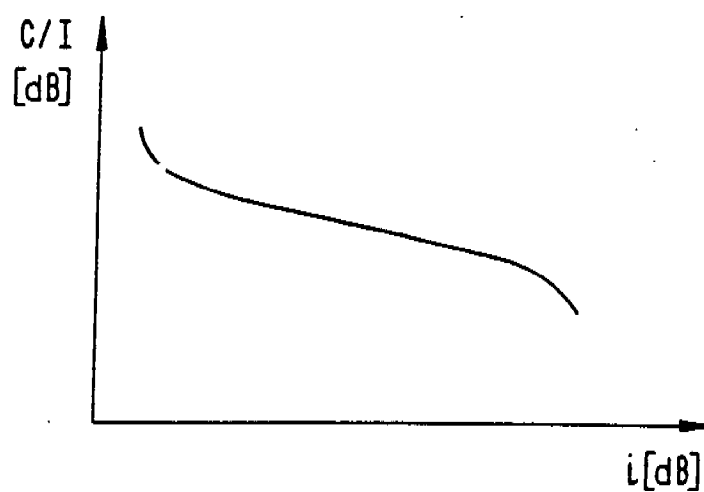


Fig. 2



Fig. 4

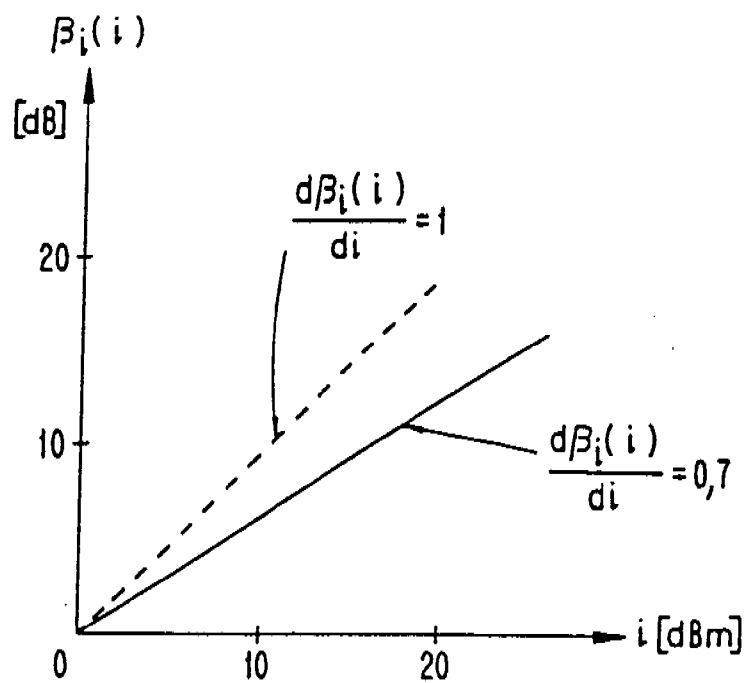


Fig. 3a

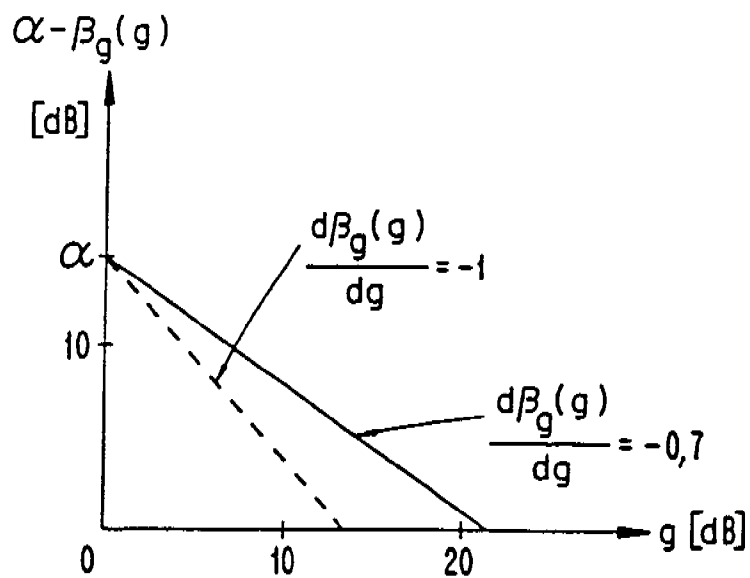
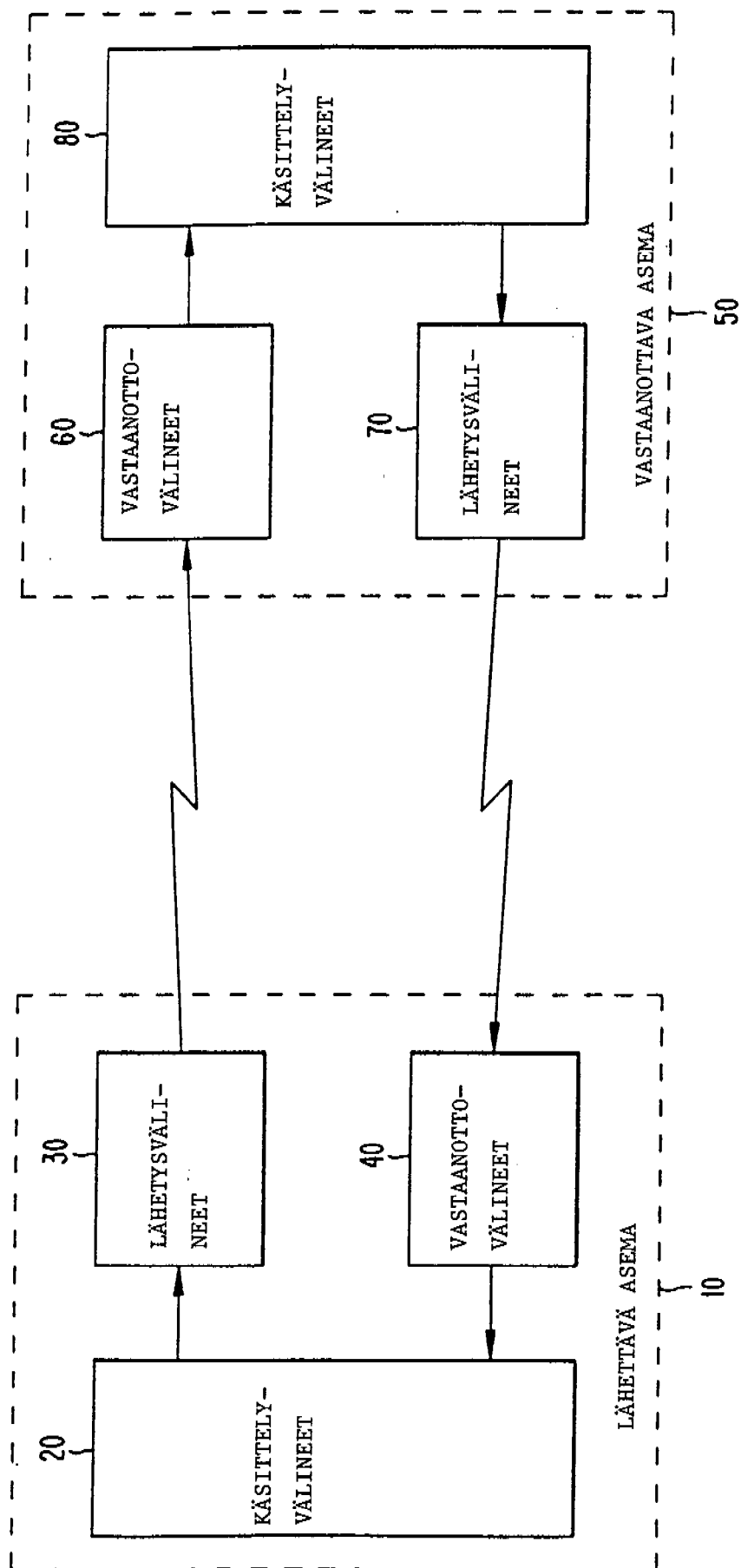


Fig. 3b

Fig. 5



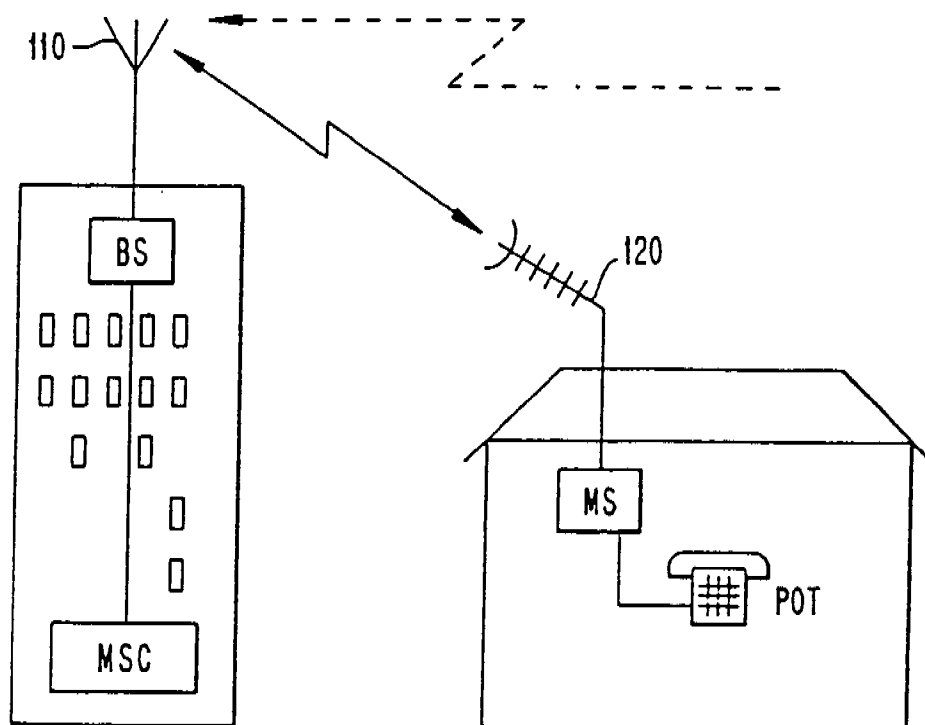


Fig. 6

PATENTTIHAKEMUS NRO	LUOKITUS
950157	H04B 7/005

TUTKITTU AINEISTO
Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat H04B 7/005 (FI, SE, NO, DK)
Tiedonhaut ja muu aineisto ulkomaiset tutkimustulokset

VIITEJULKAISUT		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
X	WO 93/09626 A1 (H04L 27/30); julk. 13.05.1993; Motorola	1-14
*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este		
Päiväys 13.05.2003	Tutkija Mikko Flykt	