



F1000097583B



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT
C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 10 01 1997

97583

(51) Kv.1k.6 - Int.cl.6

H 04K 1/02, H 04J 13/00, H 04Q 7/30, H 04B 1/707

(21) Patentihakemus - Patentansökning	950463
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	02.02.95
(24) Alkupäivä - Löpdag	02.02.95
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	03.08.96
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.09.96

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Mobile Phones Ltd, Nakolankatu 8, 24100 Salo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Hottinen, Ari, Kielotie 30-32 C 25, 01300 Vantaa, (FI)
2. Laakso, Timo, G. Albany Crescent, Edgware, Middlesex HA8 5AL, United Kingdom, (GB)
3. Ojanperä, Tero, Tornipolku 8 B 41, 90100 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Patenttisto Teknopolis Kolster Oy

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

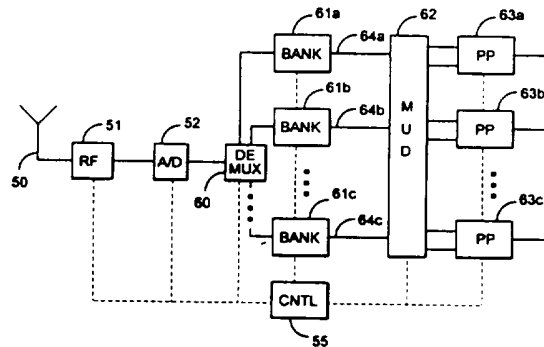
Tiedonsiirtomenetelmä, lähetin ja vastaanotin
Förfarande för datakommunikation, sändare och mottagare

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 486834 (H 04J 13/00), EP A 570273 (H 04J 13/00), EP A 661831 (H 04B 1/707),
GB A 2282300 (H 04J 13/00), JP A 7074685 (H 04B 7/02), US A 5166951 (H 04K 1/00),
US A 5260967 (H 04K 1/00), US A 5253268 (H 04K 1/00), US A 4984247 (H 04K 1/00),
WO A 94/30025 (H 04Q 7/30)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on tiedonsiirtomenetelmä, lähetin sekä vastaanotin järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää, jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, ja jossa kullakin käyttäjällä on oma hajotuskoodinsa, ja jossa ainakin yhden käyttäjän informaatiokanavan kapasiteetti poikkeaa muiden käyttäjien kapasiteetista, joka vastaanotin käsittää muunninvälineet (52) muuntaa vastaanotetun lähetteen digitaaliseen muotoon ja joukon välineitä (61a - 61c) tahdistua ja laskea päätöksen tarvitseman tunnusluvun kunkin vastaanotetun käyttäjän läheteestä. Usean eri datanopeuden tai kapasiteetin omaavien lähetteen vastaanottamiseksi edullisesti keksinnön mukaisessa vastaanottimessa sanottu joukko välineitä (61a - 61c) käsittävät kukin joukon korrelaattoreita (80 - 83), jotka voivat tahdistua eri tyyppisiin aaltomuotoihin ja että vastaanotin käsittää välineet (62) käsittellä sanottuja eri tyyppisten aaltomuotojen laskettuja tunnuslukuja poistamalla niiden välisten korrelaatioiden vaikutuksen.



Uppfinningen avser dataöverföringsförfarande, sändare och mottagare vid ett system, i vilket används ett kodindelad fler-användarförfarande, varvid flera användare kommunicerar samtidigt på samma frekvensband, och varvid kapaciteten för åtminstone en användares informationskanal avviker från andra användares kapacitet, och varvid varje användare har en egen spridningskod, vilken mottagare omfattar omvandlarorgan (52) för omvandling av en mottagen sändning till digital form och ett antal organ (61a - 61c) för synkronisering och beräkning av ett nyckeltal för beslutsfattning ur varje mottagen användares sändning. För fördelaktig mottagning av sändningar med olika datahastighet eller kapacitet omfattar nämnda antal organ (61a - 61c) vart och ett en grupp korrelatorer (80 - 83), som kan synkroniseras i vågformer av olika typ, och mottagaren har organ (62) för behandling av beräknade nyckeltal för nämnda vågformer av olika typ genom eliminering av inverkan av korrelationer mellan dem.

Tiedonsiirtomenetelmä, lähetin ja vastaanotin

Keksinnön kohteena on tiedonsiirtomenetelmä järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää, jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, ja jossa kullakin käyttäjällä on vähintään yksi laajakaistainen informaatiokanava, ja jossa ainakin yhden käyttäjän informaatiokanavan kapasiteetti poikkeaa muiden käyttäjien kapasiteetista.

Koodijakomonikäyttö eli CDMA (Code Division Multiple Access) on hajaspektritekniikkaan perustuva monikäyttömenetelmä, jota on viime aikoina ryhdytty soveltamaan solukkoradiojärjestelmissä aiempien FDMA:n ja TDMA:n ohella. CDMA:lla on useita etuja verrattuna aiempiin menetelmiin, kuten esimerkiksi spektritehokkuus ja taajuussuunnittelun yksinkertaisuus.

CDMA-menetelmässä käyttäjän kapeakaistainen datasiignaali kerrotaan datasiignaalia huomattavasti laajakaistaisemmalla hajotuskoodilla suhteellisen laajalle kaistalle. Tunnetuissa koejärjestelmissä käytettyjä kaistanleveyyksiä on esimerkiksi 1,25 MHz, 10 MHz sekä 25 MHz. Kertomisen yhteydessä datasiignaali leviää koko käytettävälle kaistalle. Kaikki käyttäjät lähettävät samaa taajuuskaistaa käyttäen samanaikaisesti. Kullakin tukiaseman ja liikkuvan aseman välisellä yhteydellä käytetään omaa hajotuskoodia, ja käyttäjien signaalit pystytään erottamaan toisistaan vastaanottimissa kunkin käyttäjän hajotuskoodin perusteella.

CDMA-vastaanotin käsittää välineet, jotka voidaan toteuttaa esimerkiksi korrelaattoreilla tai sovitetuilla suodattimilla, tahdistua haluttuun signaaliin, joka tunnustetaan hajotuskoodin perusteella. Datasignaali palauteaan vastaanottimessa alkuperäiselle kaistalle kertomalla se uudestaan samalla hajotuskoodilla kuin lähetysvaiheessa. Ne signaalit, jotka on kerrottu jollain toisella hajo-

tuskoodilla, eivät ideaalisessa tapauksessa korreloi ja palaudu kapealle kaistalle. Täten ne näkyvät kohinana halutun signaalin kannalta. Järjestelmän hajotuskoodit pyritään valitsemaan siten, että ne olisivat keskenään korreloimattomia eli ortogonaalisia.

Eräs tunnetun tekniikan mukainen CDMA-järjestelmä on kuvattu patenttijulkaisussa US 5166951, joka otetaan tähän viitteeksi, ja jossa esitetään korkean kapasiteetin järjestelmä, jossa informaatiokanavilla käytetyt hajotuskoodisekvenssit ovat ortogonaalisia keskenään.

Tyypillisessä matkapuhelinympäristössä tukiaseman ja liikkuvan aseman väliset signaalit etenevät useaa reittiä lähettimen ja vastaanottimen välillä. Tämä monitie-eteneminen aiheutuu pääosin signaalin heijastumisista ympäröivistä pinnoista. Eri reittejä kulkeneet signaalit saapuvat vastaanottimeen eri aikoina erilaisen kulkuakaviiveen takia. CDMA poikkeaa perinteisistä FDMA:sta ja TDMA:sta siinä, että monitie-etenemistä voidaan käyttää hyväksi signaalin vastaanotossa. Eräs vaihtoehto toteuttaa CDMA-vastaanotin on käyttää esimerkiksi ns. RAKE-vastaanotinta, joka muodostuu yhdestä tai useammasta RAKE-haarasta. Kukin haara on itsenäinen vastaanotinyksikkö, jonka tehtävänä on koostaa ja demoduloida yksi vastaanotettu signaalikomponentti. Kukin RAKE-haara voidaan ohjata tahdistumaan eri kautta edenneeseen signaalikomponenttiin ja perinteisessä CDMA-vastaanottimessa vastaanotinhaarojen signaalit yhdistetään edullisesti, esimerkiksi koherentisti, jolloin saadaan hyvätasoinen signaali. Vastaanotinhaarojen vastaanotamat signaalikomponentit voivat olla lähetetyt yhdestä tai makrodiversiteettitapauksessa useammasta tukiasemasta.

Nykyiset solukkoradiojärjestelmät on suunniteltu pääasiassa perinteisen puheliikenteen siirtoon. Tämä pätee myös uusimpiin digitaalisiin järjestelmiin, kuten esimerkiksi eurooppalainen GSM-järjestelmä. Digitaalisissa järjestelmissä on kyllä pyritty mahdollistamaan myös datapal-

velujen välitys, mutta niiden tarjoamat palvelut ja mahdollisuudet ovat vielä toistaiseksi olleet paljon huonommat kuin kiinteässä verkossa.

5 Solukkoradiojärjestelmiä kehitettäessä pyritään ottamaan paremmin huomioon erilaisten datapalvelujen tarpeet. Eräs olennainen tekijä palvelujen välityksessä on se, että erilaiset palvelut tarvitsevat kapasiteetiltaan ja laatuvaatimuksiltaan huomattavasti erilaisia tiedon-
10 siirtokanavia. Sekä tiedonsiirtonopeudelle että esimerkiksi bittivirhesuhteelle asetettavat vaatimukset saattavat vaihdella riippuen millaisesta palvelusta on kysymys. Esimerkiksi videokuvan siirtoon solukkoradiojärjestelmän radiotien yli tarvitaan huomattavasti enemmän kapasiteettia kuin puheen siirtoon.

15 Eräs ilmeinen tapa ratkaista erilaista kapasiteettia vaativien yhteyksien toteutus on käyttää nykyisiä puhekanavia joustavasti siten, että suurta kapasiteettia tarvitseville yhteyksille annetaan käyttöön useampi kanava. TDMA-järjestelmissä tämä tarkoittaa useaa aikaväliä, ja
20 CDMA-järjestelmissä sitä, että tilaajapäätelaite lähettää ja vastaanottaa usealla hajotuskoodilla varustettuja lähettyksiä samanaikaisesti. Tämä on kuitenkin hyvin karkea ja kapasiteettia tuhlaava tapa toteuttaa usean datanopeuden tai laatukriteerin järjestelmä.

25 Esillä olevan keksinnön tarkoituksena onkin toteuttaa menetelmä monien datanopeuksien tai laatukriteerien toteuttamiseksi siten, että signaalien laatu pysyy hyvänä ja että järjestelmän kapasiteetti tulee tehokkaasti hyväksikäytettyä. Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on
30 edelleen toteuttaa lähetin, joka pystyy lähettämään käyttäjän signaalin halutun kapasiteetin omaavalla informaatiokanavalla. Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on edelleen toteuttaa vastaanotin, joka kykenee vastaanottamaan signaaleja, joiden aaltomuodot ovat eri tyyppisiä ja
35 joka kykenee poistamaan häiritsevien signaalien vaikutuk-

sen halutuista lähetteisistä.

Tämä saavutetaan johdannossa esitetyn tyyppisellä menetelmällä, jolle on tunnusomaista, että kunkin informaatiokanavan parametrit riippuvat halutusta kapasiteetista ja siirronlaadusta, ja että kukin informaatiokanava ilmaistaan huomioimalla kanavien väliset korrelaatiot.

Keksinnön kohteena on lisäksi vastaanotin järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää, jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, ja jossa kullakin käyttäjällä on oma hajotuskoodinsa, ja jossa ainakin yhden käyttäjän informaatiokanavan kapasiteetti poikkeaa muiden käyttäjien kapasiteetista, joka vastaanotin käsittää muunninvälineet muuntaa vastaanotetun lähetteen digitaaliseen muotoon ja joukon välineitä tahdistua ja laskea päätöksen tarvitseman tunnusluvun kunkin vastaanotetun käyttäjän lähetteestä. Keksinnön mukaiselle vastaanottimelle on tunnusomaista, että sanottu joukko välineitä käsittävät kukin joukon korrelaattoreita, jotka voivat tahdistua eri tyyppisiin aaltomuotoihin ja että vastaanotin käsittää välineet käsitellä sanottuja eri tyyppisten aaltomuotojen laskettuja tunnuslukuja poistamalla niiden välisten korrelaatioiden vaikutuksen.

Keksinnön kohteena on lisäksi lähetin järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää ja jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, joka lähetin käsittää välineet muodostaa lähetettävät symbolit. Keksinnön mukaiselle vastaanottimelle on tunnusomaista, että lähetin käsittää välineet, jotka säätävät lähetettävien symbolien pituutta, välineet muuntaa haluttu määrä lähetettäviä symboleita rinnakkaiseen muotoon, välineet generoida hajotuskoodisekvenssit, joiden sekvenssien lukumäärä on yhtäsuuri kuin rinnakkaisesti lähetettävien symbolien lukumäärä, ja välineet kertoa lähettävät symbolit kukin omalla sekvenssil-

lään.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä erilaisten tiedon-
siirtotarpeiden toteutus on mahdollista yhdessä korkean
siirronlaadun kanssa. Kullakin järjestelmän käyttäjällä
5 voi tiedonsiirtoyhteyden parametrit, eli käytetyn infor-
maatiokanavan aaltomuodon tyyppi, poiketa toisistaan yh-
teydelle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Yhteyspara-
metreillä tässä yhteydessä käsitetään esimerkiksi hajotus-
koodin chippinopeutta tai pituutta, sekä datasympolipi-
10 tuutta.

Keksinnön edullisessa toteutusmuodossa eri käyttäji-
en datasympolien pituus vaihtelee. Eri käyttäjien datasymp-
bolipituudet valitaan siten, että käytetyt symbolipituudet
ovat tietyn annetun sypersymbolin pituuden murto-osia.
15 Hajotuskoodisekvenssit, jotka moduloivat käyttäjien data-
symbolit, toistuvat annetun supersymbolin väleihin. Ilmais-
taessa käyttäjien välisiä häiriöitä voidaan vähentää otta-
malla vastaanotettujen signaalien keskinäiset korrelaatiot
huomioon. Ilmaisua voidaan edullisesti toteuttaa siten,
20 että otetaan vastaan haluttu määrä signaaleja ja lasketaan
korrelaatiotermi ilmaistavan supersymbolin ylitse, ja
joita korrelaatiotermiä käytetään hyväksi ilmaisussa si-
ten, että eri datasympolinopeudella lähetettävien signaa-
lien keskinäiset häiriöt saadaan poistettua.

25 Keksinnön toisessa toteutusmuodossa, jota voidaan
käyttää osana edellä kuvattua toteutusta, käyttäjä lähet-
tää osan datasympoleistaan rinnakkaisessa muodossa siten,
että kukin rinnakkainen symboli kerrotaan hajotuskoodisek-
venssillä, joka on muodostettu pitemmän hajotuskoodin
30 osista. Sanottua hajotuskoodia käytetään pienempää kapasiteettiä
tarvitsevilla yhteyksillä kertomaan yhtä symbolia.
Keksinnön kolmannessa toteutusmuodossa hajotuskoodit,
joilla rinnakkaiset datasympolit kerrotaan, ovat olennai-
sesti epäortogonaalisia keskenään. Vastaanottimessa sig-
naalit luonnollisesti häiritsevät toisiaan, mutta häiriö
35

voidaan ilmaisen yhteydessä poistaa sopivalla häiriönpoistoalgoritmilla.

Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, joissa

5 kuvio 1a havainnollistaa erilaisten datanopeuksien lähetystä ja supersymbolin käyttöä,

kuvio 1b havainnollistaa tehojakaumaa eri datanopeuksilla lähetettävien käyttäjien kesken,

10 kuviot 2a - 2d havainnollistavat erilaisten hajotuskoodivaihtoehtojen keksinnön mukaista käyttöä

kuvio 3 esittää keksinnön mukaisen lähettimen erästä mahdollista toteutusta lohkokaaavion avulla,

15 kuviot 4a ja 4b esittävät tarkemmin keksinnön mukaisen lähettimen eräitä mahdollisia toteutustapoja lohkokaaavion avulla,

kuvio 5 havainnollistaa keksinnön mukaisen vastaanottimen erästä mahdollista toteutusta lohkokaaavion avulla,

20 kuvio 6 havainnollistaa tarkemmin keksinnön mukaisen vastaanottimen erästä mahdollista toteutusta lohkokaaavion avulla,

kuvio 7 havainnollistaa ryhmää sovitettuja suodattimia lohkokaaavion avulla ja

25 kuvio 8 havainnollistaa keksinnön mukaisen vastaanottimen häiriönpoistolohkon erästä mahdollista toteutusta lohkokaaavion avulla.

Seuraavassa kuvataan aluksi esimerkin omaisesti erästä asynkronista CDMA-järjestelmää, jossa keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa. Keksintö sovellettavaksi vastaavasti myös synkronisessa järjestelmässä, kuten on selvää alan ammattimiehelle.

30 Oletetaan, että asynkronisessa CDMA-järjestelmässä on K käyttäjää, josta jokaiselle on annettu hajotusaalto-muoto

$$s_k(t) = \sum_{j=1}^{N_k} S_k^{(j)} \Pi_{T_{c,k}}(t - jT_{c,k})$$

35

missä k :nnen käyttäjän hajotusaaltomuodon j :s chippi eli bitti saadaan

$$s_k^{(j)} \in \{-1, 1\}, k=1, \dots, K.$$

5 Yllä $T_{c,k}$ on k :nnen käyttäjän chipin pituus, N_k k :nnen käyttäjän hajotusaaltomuodon chippien lukumäärä. Käyttäjän hajotuskoodille ei aseteta mitään rajoituksia. Käyttäjällä k voi olla toisista poikkeava chipin pituus $T_{c,k}$ (kaistanleveys), symbolipituus $T_{b,k}$, ja ajassa vaihteleva aaltomuoto, 10 koska $N_k T_{c,k} \geq T_{b,k}$. Käyttäjät lähettävät informaation moduloimalla hajotusaaltomuotoja datasymboleilla $b_k^{(i)} \in A$, missä A on symboliaakkosto. CDMA:ssa kaikki käyttäjät lähettävät siis samalla taajuudella samaan aikaan. Vastaanottimen tehtävänä on täten demoduloida summattu signaali

15

$$r(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=-P}^P h_k(t) w_k^{(b_i)}(t - iT_b - \tau_k) + n(t), \quad (1)$$

missä $n(t)$ edustaa valkoista Gaussin kohinaa, jolla on varianssi σ^2 , $2P+1$ merkitsee datapaketin pituutta, $h_k(t)$ merkitsee k :nnen käyttäjän fyysisen kanavan impulssivastetta ja

20

$$w_k^{(b_i)} = \sum_{m=0}^{M-1} s_{k,m}(t) b_k^{(i \times M + m)} \mathbf{1}_{[0, T_b]}(t)$$

on moduloitu aaltomuoto käyttäjällä k , jolla on symbolisekvenssi $\mathbf{b}_k = (b_k, \dots, b_k^{(i \times M + m)})$ (alaindeksi k on jätetty merkitsemättä symbolista b_i , koska se on implisiittisesti ilmaistu aaltomuodossa w_k). 25

Oletamme yleisyyttä rajoittamatta lisäksi, että monitiekanava on muotoa

$$h_k(t) = \sum_{l=1}^L h_{k,l}(t) \delta(t - \tau_{k,l}(t))$$

missä k :nnen käyttäjän l :ttä kanavatappia on merkitään $h_{k,l} \in \mathbb{C}$. Oletetaan, että viiveet $\tau_{k,l}$ ovat tunnettuja, tai että ne on estimoitu ennalta ja että ne pysyvät vakiona lähe- 30 tyksen ajan. Näillä oletuksilla voimme poistaa aikaindeksin ja kirjoittaa $\tau_{k,l} = \tau_{k,l}(t)$. Jatkossa kompleksiset tapit 35

$h_{k,1}(t)$ ovat joko vakioita tai häipyvät ajan funktiona.

Seuraavassa kuvataan keksinnön mukaisen menetelmän edullisia toteutusmuotoja monen datanopeuden lähetyksen aikaansaamiseksi CDMA-järjestelmässä.

5 Oletetaan aluksi, että kullakin käyttäjällä k on hajotuskoodin chippinopeus yhtäsuuri, eli $T_{c,1} = T_{c,2} = \dots = T_{c,K}$. Eri käyttäjille voidaan asettaa kapasiteettitarpeen mukaisesti erilaiset symbolinopeudet, jotka ovat tietyn supersymboli-pituuden osia. Käytetty hajotuskoodisekvenssi
10 toistuu supersymbolin välein. Tilannetta havainnollistaa kuvio 1a, jossa on esitetty neljä käyttäjää, $k=1, \dots, 4$, ja jossa käyttäjällä $k=1$ on hitain symbolinopeus, joka on yhtäsuuri kuin supersymbolinopeus. Kuvioon on myös merkitty havainnollisuuden vuoksi esimerkinomaisesti yhden hajotuskoodibitin eli chipin pituus. Todellisuudessa chipin pituus voi olla pienempi kuin mitä kuvio 1a antaa ymmärtää.
15

Merkitään käyttäjän $k=1$ datanopeutta kuvion 1a esittämässä esimerkissä kirjaimella R . Käyttäjällä $k=2$ on kaksinkertainen symbolinopeus eli $2R$. Käyttäjillä $k=3$ ja $k=4$
20 on nelinkertainen symbolinopeus $4R$ verrattuna supersymbolinopeuteen. Eräs mahdollinen tehojakauma näiden käyttäjien kesken on kuvattu kuviossa 1b. Suurinta symbolinopeutta hyödyntävällä käyttäjällä $k=4$ on myös suurin osuus tehosta. Tarkastellaan seuraavassa kahta mahdollista tapaa toteuttaa monen datanopeuden lähetykset, jotka molemmat tavat
: 25 soveltuvat käytettäväksi keksinnön edullisessa toimintamuodossa.

Yleisesti käyttäjän k , jonka symbolinopeus on M -ker-
tainen perusnopeuteen verrattuna, informaatiokanava voi-
30 daan toteuttaa rinnakkaisina informaatiokanavina, joita on M kappaletta. Tilannetta havainnollistaa kaava

$$w_k(t) = \sum_{m=0}^{M-1} s_{k,m}(t),$$

jossa jokainen $s_{k,m}(t)$ on aikarajoitettu välille $[0, T_{b,k}]$. Eri kanavilla käytettävät hajotuskoodit voidaan valita
35 esimerkiksi hadamard-koodisetistä, jolloin ne ovat riittä-

vän ortogonaalisia. Keksinnön mukaisessa menetelmässä, jossa vastaanotetun signaalin ilmaisussa hyödynnetään vastaanotettujen signaalien keskinäisiä korrelaatioita voidaan saman käyttäjän eri informaatiokanavilla käyttää myös keskenään oleellisesti epäortogonaalisia koodeja, jotka siis häiritsevät toisiaan. Vastaanottimessa näin tahallisesti synnytettyä yhden käyttäjän häiriötä voidaan poistaa häiriönpoistoalgoritmien avulla.

Toiseksi, käyttäjä k voi lähettää informaation käyttäen ajallisesti ortogonaalisia aaltomuotoja, missä

missä $s_{k,m}(t) = s_{k,m}(t) \mathbf{1}_{T_{k,b,m}}$, $[0, T_{k,b}[= \bigcup_{m=0}^{M-1} T_{k,b,m}$, $\bigcap_{m=0}^{M-1} T_{k,b,m} = \emptyset$. Käyttäjän data-symbolit moduloidaan siis joukolla aikaortogonaalisia koodeja, joiden lukumäärä on M , jos oletetaan, että käyttäjän k symbolinopeus on M -kertainen perusnopeuteen verrattuna. Sanotut M aikaortogonaalista alikoodia ovat edullisesti samanpituisia.

Keksinnön mukaisia erilaisten hajotuskoodivaihtoehtojen käyttöä havainnollistetaan kuvioissa 2a - 2d. Oletetaan kaksi käyttäjää $k = 1, 2$, joista käyttäjä $k = 1$ lähettää järjestelmän perusnopeudella eli käyttäjän datasymboli on supersymbolin mittainen. Tätä havainnollistetaan kuviossa 2a, jossa on esitetty käyttäjän $k = 1$ datasymboli $b_{1,1}$, joka on supersymbolin SS mittainen ja joka moduloidaan supersymbolin mittaisella hajotuskoodilla. Oletetaan, että käyttäjä $k = 2$ lähettää datanopeudella, joka on kolminkertainen käyttäjään $k = 1$ verrattuna, eli M tässä esimerkissä on 3. Tätä havainnollistetaan kuviossa 2b, jossa on esitetty käyttäjän $k = 2$ datasymbolit $b_{1,2}$, $b_{2,2}$ ja $b_{3,2}$, jotka yhdessä ovat siis supersymbolin SS mittaisia. Kuvio 2c havainnollistaa esimerkkiä, joissa käyttäjän $k = 2$ data-symbolit lähetettäessä kerrotaan yhdellä supersymbolin mittaisella hajotuskoodilla $SC1$. Kuvio 2d havainnollistaa puolestaan esimerkkiä, jossa käyttäjän $k = 2$ datasymbolit $b_{1,2}$, $b_{2,2}$ ja $b_{3,2}$ lähetettäessä kerrotaan kukin omalla ajal-

lisesti ortogonaalisella hajotuskoodisekvenssillä SC2, SC3 ja SC4, vastaavasti.

Käytettävät hajotuskoodit voivat luonnollisesti olla myös kompleksisia hajotuskoodeja. I- ja Q- haaroilla voi olla eri hajotuskoodit. Käytettäessä eri yhteyksillä eri hajotuskoodeja ja hajotussuhdetta sekä datanopeutta kunkin käyttäjän hyödyntämä taajuuskaista saattaa vaihdella. Toisella käyttäjällä voi esimerkiksi olla käytössään 5 MHz kaista ja toisella 2.5 MHz kaista, jotka sijaitsevat taajuustasossa osittain päällekkäin järjestelmälle varatulla taajuusalueella. Hajotuskoodien käyttöä havainnollistetaan viitteessä Boztas S., Kumar P.V.: Near Optimal 4Φ sequences for CDMA, Proc. ISIT 1991, Budapest, Hungary, p.282. June 1991.

Kuviossa 3 havainnollistetaan erään keksinnön mukaisen lähettimen rakennetta yleisesti lohkokaaviotasolla. Kuviossa on esitetty tilaajapäätelaitteen lohkokaavio, mutta keksinnön mukainen lähetin voidaan luonnollisesti toteuttaa vastaavasti myös tukiasemälähettimessä. Lähetin käsittää mikrofonin 30, puhekooderin 31, välineet 32 kanavakoodauksen suorittamiseksi, välineet 33 lähetettävän signaalin kertomiseksi hajotuskoodilla ja radiotaajuusvälineet 34, jotka siirtävät lähetettävän signaalin radiotiellä käytettävälle taajuusalueelle sekä antennin 35. Lähetin käsittää myös ohjausyksikön 36, joka ohjaa lähettimen osien toimintaa. Ohjausyksikkö 36 on tyypillisesti toteutettu mikroprosessorin avulla. Toteutettava lähetin voi käsittää luonnollisesti myös muita komponentteja, kuten suodattimia, A/D-muuntimia, ja käyttäjäliitynnän kuten näppäimistön ja näyttöyksikön, kuten alan ammattimiehelle on selvää, mutta koska ne eivät esillä olevan keksinnön kannalta ole oleellisia, niitä ei kuviossa esitetä selkeyden säilyttämiseksi. Edelleen lähetin voi käsittää mikrofonin ja puhekooderin sijasta jonkin muun datalähteen.

Kuviossa 4a havainnollistetaan tarkemmin erään kek-

sinnön edullisen toteutusmuodon mukaisen lähettimen rakennetta lohkokaaviotasolla. Keksinnön mukaisessa lähettimessä ohjausyksikkö 36 säätää symbolimuodostusta puhekoode-
rissa tai datalähteessä 31 ja koodausvälineissä 32 siten,
5 että koodausvälineiden 32 ulostulosignaaleissa 40 lähetettävät symbolit, ovat halutun mittaisia. Lähetin käsittää edelleen välineet 41 muuntaa lähetettävä signaali rinnakkaiseen muotoon. Muunninvälineet 41 voidaan toteuttaa esimerkiksi sarja-rinnakkaismuuntimella. Rinnakkaiseen muotoon muutetut symbolit viedään välineille 42a - 42c, joissa generoidaan tarvittava määrä hajotuskoodisekvenssejä, joiden sekvenssien lukumäärä on yhtäsuuri kuin rinnakkaisesti lähetettävien symbolien lukumäärä, ja joissa lähetettävät symbolit kerrotaan kukin omalla sekvenssillään.
10 Riippuen käytetystä datanopeudesta rinnakkaisten symbolien määrä voi vaihdella eri puheluissa ohjainvälineiltä 36 tulevan ohjauksen mukaan. Viitaten kuvioon 2a - 2d ja vastaavaan selitykseen jos käyttäjän $k = 1$ datanopeus on sama kuin perusnopeus, niin käytössä on vain yhdet hajotuskoodausvälineet 42a, eli rinnakkaista lähetystä ei tarvita. Jos käyttäjä $k = 2$ lähettää datanopeudella, joka on kolminkertainen verrattuna käyttäjän $k = 1$ datanopeuteen, lähetetään kolme rinnakkaista symbolia, jotka kuvion 2d mukaisesti kukin kerrotaan hajotuskoodisekvenssillä SC2, SC3
15 ja SC4 rinnakkaisesti.

Käytetyt hajotuskoodit välineissä 42a - 42c voidaan muodostaa yhden pitemmän, esimerkiksi supersymbolin mittaisen, koodin peräkkäisistä osista. Käytetyt hajotuskoodit välineissä 42a - 42c voidaan myös valita siten, että
30 osa koodeista on olennaisesti epäortogonaalisia keskenään. Välineet 42a - 42c käsittävät siis kuvion 4c mukaisesti kukin välineet 46 generoida hajotuskoodisekvenssi ja välineet 47 kertoa lähetettävät symbolit 48 sanotuilla sekvensseillä. Välineet 46, 47 voidaan toteuttaa tunnettuja
35 komponentteja käyttäen, kuten esimerkiksi siirtorekiste-

reillä ja kertojilla. Hajotuskoodien generointia on tarkemmin kuvattu julkaisussa G. R. Cooper, C. D. McGillem: Modern Communications And Spread Spectrum, McGraw-Hill, Singapore, 1986, luvut 8-9, jotka otetaan tähän viitteeksi.

Lähetin käsittää edelleen välineet 44, joissa rinnakkaiset symbolit yhdistetään lähetystä varten, ja jotka välineet voidaan toteuttaa esimerkiksi summaimen avulla. Lähetin käsittää edelleen välineet 34 vahvistaa ja siirtää lähetettävä signaali radiotiellä käytettävälle taajuudelle.

Lähetin voidaan toteuttaa myös kuviossa 4b havainnollistettavalla tavalla, jossa kunkin välineet 42a - 42c perään on kytketty radiotaajuusvälineet 45a - 45c, joissa välineissä signaali siirretään radiotaajuudelle ja vahvistetaan ja joilta välineiltä signaali viedään edelleen antennille 35.

Seuraavassa selostetaan keksinnön mukaista menetelmää vastaanoton kannalta katsottuna. Ilmaisussa käytettävälle optimaalisuuskriteerille on kaksi vaihtoehtoa, suurimman uskottavuuden menetelmä (Maximum Likelihood, ML) ja Maximum A Posteriori menetelmä, MAP, joista tässä selostuksessa käytetään edellistä. Täten logaritminen uskottavuusfunktio, joka voidaan johtaa tarkasteltavan aaltomuodon ehdollisesta todennäköisyysfunktioista, saa muodon

$$\Lambda(B, \alpha) = \frac{2}{N_0} \int \Re[r(t) c^*(t, B)] dt - \frac{1}{N_0} \int |c(t, B)|^2 dt, \quad (2)$$

missä
$$c(t, B) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=-P}^P h_k(t) w_k^{(b_i)}(t - iT_b - \tau_k)$$

tarkoittaa siis vastaanotettua signaalia. Ylläolevien kaavojen johto yhden datanopeuden transmissiossa on selostettu julkaisussa S. Verdu: Optimum multiuser efficiency, IEEE Trans. Commun., Vol 34, Sept. 1986, joka otetaan tähän viitteeksi. Merkitään jatkossa

$$\alpha_{k,l}(t) \equiv \sqrt{\frac{E_k}{T_b}} h_{k,l}(t).$$

Yllä esitetyt kaavat määrittelevät yleisen ilmaisukriteerin ilman mitään oletuksia vastaanottimen etuasteesta, joka tyypillisesti on toteutettu joukolla sovitettuja suodattimia. Hajotuskoodista puretun signaalin ollessa kyseessä voidaan yhtälöitä käsitellä seuraavasti.

Oletetaan aluksi yleisyyttä rajoittamatta, että kyseessä on suurikapasiteettinen kanava, missä informaatio lähetetään käyttäen rinnakkaisia fyysisiä kanavia, ja jossa K_i :lle käyttäjälle voidaan varata käyttöön M_i liikennekanavaa. Tämä voidaan tulkita järjestelmänä, jonka käyttäjien lukumäärä on $\tilde{K} = \sum K_i M_i$, missä $K = \sum K_i$. Oletetaan, että sanotut \tilde{K} informaatiovirtaa kootaan matriisiin $B_{\tilde{K} \times (2P+1)}$ niin, että jokainen poikkeavan datanopeuden käyttäjä lisää M_i riviä alkuperäiseen perusdatanopeuden matriisiin määrätyle paikalle korvaamalla $b_k^{(i)}$:t $\mathbf{b}_k^{(i)}$:illa. Kuvataan hajotuskoodatun signaalin logaritmisista uskottavuusfunktioista kaavalla

$$B_{opt} = \arg_{B \in \{1, -1\}} \max_{(2P+1) \times \tilde{K}} \Lambda(B | \alpha, R, \tau)$$

missä $\alpha = (\alpha_{1,1}, \dots, \alpha_{1,L}, \dots, \alpha_{K,L})^T$ merkitsee K :n käyttäjän vastaanotetun signaalin voimakkuuksia, $\tau = (\tau_{1,1}, \dots, \tau_{1,L}, \dots, \tau_{K,L})^T$ merkitsevät vastaavia signaalikomponenttien viiveitä ja $R = (R_p, \dots, R_p) \in C^{(K \times L \times M) \times (2P+1)}$ on lähetettyjen $\tilde{K} \times (2P+1)$ symboleiden normalisoitujen ristikorrelaatioiden matriisi, jonka p :s alimatriisi on R_p . Tämä vastaa P :nnen symboli-intervallin ilmaisussa havaittavaa ristikorrelaation vaikutusta ja se on määritelty yhtälössä

$$R_p = [\tilde{\mathbf{R}}^{(p-M)}, \dots, \tilde{\mathbf{R}}^{(p+M)}]^T,$$

missä

$$\tilde{\mathbf{R}}^{(i)} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_{1,1}^{(i)} & \dots & \mathbf{R}_{1,K}^{(i)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{R}_{K,1}^{(i)} & \dots & \mathbf{R}_{K,K}^{(i)} \end{bmatrix}$$

jossa k :nnen käyttäjän l :nnen monitie-edenneen signaalikomponentin k' :nnen käyttäjän l' :nnen monitie-edenneen

signaalikomponentin välinen korrelaatio saadaan kaavasta

$$[\tilde{\mathbf{R}}_{\mathbf{k},\mathbf{k}'}^{(1)}]_{l,l'} = \int_{-\infty}^{\infty} c_{k,m}(t-\tau_{k,l}) c_{k',m'}(t-\tau_{k',l'}+iT_b) dt.$$

5 Nähdään siis, että vastaanotettujen symboleiden ristikorrelaatiomatriisi on vektori τ :n funktio. Ristikorrelaatiomatriisi voidaan estimoida vastaanotetusta signaalista estimoimalla viiveet τ_i , datanopeudet M_i ja koodit f_k . Luonnollisesti osaa näistä voidaan pitää myös tunnettuna. Ottaen huomioon, että kyseessä on kaavan (1) mukainen asynkroninen CDMA-järjestelmä, kaavassa (2) esitetty logaritminen uskottavuusfunktio voidaan nyt kirjoittaa muotoon

$$\Lambda(\mathbf{B}|\mathbf{R},\alpha) = \sum_{i=-P}^P \frac{1}{N_0} (2\Re[\hat{\alpha}^H \hat{\mathbf{B}}^{(i)} \mathbf{z}^{(i)}] - \sum_{i'=-P}^P \alpha^T \hat{\mathbf{B}}^{(i)} \hat{\mathbf{R}}^{(i'-i)} \hat{\mathbf{B}}^{(i'-i)} \alpha^*), \quad (3)$$

missä

$$\hat{\mathbf{B}}^{(i)} = \begin{bmatrix} b_1^{(i)} \mathbf{I} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & b_K^{(i)} \mathbf{I} \end{bmatrix}.$$

Jälkimmäinen summatermi yllä olevassa logaritmissen uskottavuusfunktion kaavassa (3) edustaa naapuribittien vaikutusta ja synkronisessa järjestelmässä kyseinen termi on nolla. Vastaavasti, ottaen huomioon, että kyseessä on monen datanopeuden järjestelmä, yllä oleva symbolimatriisi $\hat{\mathbf{B}}^{(i)}$ voidaan kirjoittaa muotoon

$$\hat{\mathbf{B}}^{(i)} = \begin{bmatrix} b_1^{(i)} \mathbf{I} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & b_K^{(i)} \mathbf{I} \end{bmatrix},$$

missä käyttäjään k liittyvän identiteettimatriisin dimensio on $(M_k \times L) \times (M_k \times L)$. Täten ilmaisussa tarvittava vastaanotetun signaalin riittävä tunnusluku voidaan esittää kaavalla

$$\mathbf{z}^{(i)} = (\mathbf{z}_{1,1}^{(i)}, \mathbf{z}_{1,2}^{(i)}, \dots, \mathbf{z}_{K,L}^{(i)})^T$$

missä vektori $\mathbf{z}_{k,1}^{(i)} = (z_{k,1,1}^{(i)}, \dots, z_{k,1,M_k}^{(i)})$. Kukin termi $z_{k,1,m}^{(i)}$ edustaa käyttäjän k m :nteen informaatioaaltoomuotoon liittyvää hajotuskoodista purettua signaalia, joka on muotoa

$$z_{k,1,m}^{(i)} = \int_{-\infty}^{\infty} r(t) c_{k,m}(t - \tau_{k,1} - iT_b) dt$$

missä T_b merkitsee symboli-intervallin pituutta.

Oletetaan, että lähetetään BPSK symboleita, ja että lähetty signaali etenee häipyvässä monitiekanavassa. Monen datanopeuden ilmaisin estimoi tällöin K :nnen datavirran i :ttä bittiä eimerkiksi seuraavan kaavan mukaisesti

$$\hat{b}_{\tilde{k}}^{(i)}(m+1) = \text{sgn}\{\Re\{\hat{\alpha}^H \mathbf{D}_{\tilde{k}} \mathbf{z}^{(i)} - \mathbf{I}(i, k, m)\}\},$$

missä

$$\mathbf{I}(i, \tilde{k}, m) = \tilde{\alpha}^H \mathbf{D}_{\tilde{k}} \left(\sum_{i'=i-N}^{i+N} \hat{\mathbf{R}}^{(i'-i)} \mathbf{I}_{\tilde{k}}^{(i'-i)} \tilde{\mathbf{B}}^{(i-i)}(m) \tilde{\alpha} \right)$$

edustaa häiriönpoistotermiä. Matriisioperaattori

$$\mathbf{D}_{\tilde{k}} = \text{diag}(d_{1,1}, \dots, d_{1,L}, d_{2,1}, \dots, d_{K,L})$$

poimii siis \tilde{k} :nnen datavirran, eli niiden rakehaarojen vastaanottaman lähetteen, jotka vastaanottavat haluttua signaalia, ja sillä on arvot $d_{\tilde{k},1} = \dots = d_{\tilde{k},L} = 1$ \tilde{k} :nessa alimatriisisissa ja 0 muualla. Matriisi $\mathbf{I}_{\tilde{k}}$ käsittää niiden rakehaarojen vastaanottaman lähetteen, jotka ovat tahdistuneet k :nnen käyttäjän signaalin, ja jotka siis ovat häiriötä halutulle signaalille. Matriisi $\mathbf{I}_{\tilde{k}}^{(i)} = \mathbf{I}, \forall i \neq 0$, ja $\mathbf{I}_{\tilde{k}}^{(0)} = \mathbf{I} - \mathbf{D}_{\tilde{k}}$. $\hat{\mathbf{R}}$ on siis korrelaatiomatriisi, ja matriisi $\tilde{\mathbf{B}}$ käsittää bittiestimaatit. Tavallisesti monitie-edennyt signaali prosessoidaan ensin L -haaraisella rake-vastaanotinasteella ja signaalin polariteetti määritetään yhdistelyn jälkeen kovalla päätöksellä. Tämä vastaa tilannetta, missä häiriönpoistotermi on jätetty ottamatta huomioon, eli $\mathbf{I}(i, k, m) = 0$.

Kuviossa 5 havainnollistetaan erään keksinnön mukaisen vastaanottimen rakennetta yleisesti lohkokaaviotasolla. Kuviossa on esitetty tukiasemavastaanottimen lohkokaavio, mutta keksinnön mukainen vastaanotin voidaan luonnollisesti toteuttaa vastaavasti myös tilaajapäätelaitteessa.

Vastaanotin käsittää antennin 50, ja siihen toiminnallisesti kytketyn radiotaajuusyksikön 51, muunninvälineet 52, jotka on toiminnallisesti kytketty radiotaajuusosien jälkeen, välineet 53 laskea päätökseen tarvittavat tunnusluvut, jotka on toiminnallisesti kytketty muunninvälineiden ulostuloon sekä laskentavälineiden ulostuloon toiminnallisesti kytketyt kanavadekoodausvälineet 54. Vastaanotin käsittää myös ohjausyksikön 55, joka ohjaa yllämainittujen osien toimintaa. Vastaanotin käsittää luonnollisesti myös muita komponentteja, kuten suodattimia, mutta selkeyden takia ne on jätetty yllä kuvatussa esimerkissä esittämättä.

Antennilla 50 vastaanotettu lähete viedään radiotaajuusosille 51, joissa vastaanotettu signaali muunnetaan halutulle välitaajuudelle. Näin saatu signaali viedään edelleen muunninvälineille 52, joissa signaali muunnetaan digitaaliseen muotoon tavanmukaisin menetelmin. Digitalisoitu lähete viedään edelleen tunnusluvunlaskentavälineille 53, joissa signaalista puretaan hajotuskoodaus, eli se palautetaan alkuperäiselle taajuuskaistalle, suoritetaan demodulointi ja ilmaisu. Välineiden 53 toimintaa selostetaan tarkemmin tuonnempana. Ilmaistulle signaalille voidaan suorittaa edelleen kanavadekoodaus tunnetuilla tavoilla välineissä 54 ja näin saatu signaali viedään edelleen vastaanottimen muihin osiin.

Kuviossa 6 havainnollistetaan tarkemmin erään keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisen vastaanottimen rakennetta lohkokaaviotasolla. Kuten edellä on kuvattu, vastaanotin käsittää antennin 50, niihin kytketyt radiotaajuusosat 51, joiden ulostuloon on toiminnallisesti kytketty muunninvälineet 52. Muunninvälineiden ulostuloon on vastaanottimessa toiminnallisesti kytketty demultipleksausvälineet 60, joiden ulostulot viedään joukolle sovitettujen suodattimien ryhmiä 61a - 61c, joista kukin ryhmä siis käsittää yhden tai useamman sovitetun suodattimen.

Sovitettujen suodattimien ulostulot viedään häiriönpoistovälineille 62, jonka ulostuloon on toiminnallisesti kytketty joukko signaalin jälkikäsittelyvälineitä 63a - 63c, joiden lukumäärä on edullisesti yhtä suuri kuin sanottujen suodatinryhmien 61a - 61c lukumäärä. Ohjainvälineet 55 ohjaavat vastaanottimen kuvattujen osien toimintaa. Ohjainvälineet 55 on tyypillisesti toteutettu prosessorin avulla.

Kuten edellä, antennilla 50 vastaanotettu lähete viedään radiotaajuusosille 51, joissa vastaanotettu signaali muunnetaan halutulle välitaajuudelle. Näin saatu signaali viedään edelleen muunninvälineille 52, joissa signaali muunnetaan digitaaliseen muotoon tavanmukaisin menetelmin. Digitalisoitu lähete viedään edelleen demultipleksausvälineille, joissa vastaanotettu digitalisoitu lähete jaetaan eri suodatinryhmille 61a - 61c. Kukin ryhmä 61a - 61c käsittää joukon sovitettuja suodattimia, jotka pystyvät tahdistumaan vastaanotettuun signaaliin ja purkamaan halutulla hajotuskoodilla lähetetyn signaalikomponentin. Kussakin ryhmässä voi olla eri määrä sovitettuja suodattimia, ja kussakin ryhmässä voi samanaikaisesti olla eri määrä suodattimia aktiivisina. Kokonaisten samanaikaisten aktiivisten suodatinryhmien lukumäärä on siis yhtä suuri kuin aktiivisten käyttäjien lukumäärä \tilde{K} . Kukin suodatinryhmä 61a - 61c vastaanottaa edullisesti yhden käyttäjän lähettämää signaalia. Kuten aiemmin on keksinnön mukaisen menetelmän yhteydessä selostettu, yhden käyttäjän signaali voi olla lähetetty useaa rinnakkaista hajotuskoodia käyttäen, jotka hajotuskoodit voivat olla oleellisesti epäortogonaalisia keskenään tai ajallisesti ortogonaalisia keskenään, riippuen kunkin käyttäjän datanopeudesta. Suodatinryhmän eri suodattimet voivat siis olla tahdistuneita eri hajotuskoodilla lähetettyyn signaaliin, jotka signaalit kuitenkin ovat peräisin samalta käyttäjältä. Ohjainvälineiltä 55 tulee kuhunkin suodatinryhmään 61a - 61c tieto

niistä hajotuskoodeista, joihin sovitettujen suodattimien tulisi tahdistua.

Sovitettujen suodatinryhmien 61a - 61c ulostulosignaali 64a - 64c käsittävät aiemmin kuvatut vektorit $\{z_1^{(i)}, \dots, z_{\tilde{K}}^{(i)}\}$, jotka siis ovat kunkin käyttäjän hajotuskoodista puretut signaalit. Sanotut signaalit 64a - 64c viedään edelleen häiriönpoistovälineille 62, joissa suoritetaan signaalien ilmaisu huomioimalla eri käyttäjien ja saman käyttäjän eri koodeilla lähetettyjen signaalien väliset korrelaatiot. Häiriönpoistovälineiden 62 toimintaa selostetaan tarkemmin tuonnempana. Häiriönpoistovälineiltä saatava signaali viedään edelleen signaalin jälkikäsitteilyvälineille 63a - 63c, jotka voivat käsittää esimerkiksi deinterliivausvälineet, kanavadekoodauksen, multipleksausvälineet, jonkin muun vastaanotinasteen tai välineet yhdistää useasta rinnakkaisesta läheteestä koostuva yhden käyttäjän signaali.

Kuviossa 7 havainnollistetaan erästä ryhmää 61a sovitettuja suodattimia lohkokaaavion avulla. Ryhmä koostuu siis joukosta sovitettuja suodattimia 80 - 83, jotka voidaan toteuttaa esimerkiksi korrelaattoreiden avulla. Korrelaattorin toteutusta on tarkemmin selostettu viitteessä G. Cooper, C. McGillem: Modern Communications And Spread Spectrum, McGraw-Hill, New York 1986, luku 12.

Kuviossa 8 havainnollistetaan tarkemmin esimerkkiä erään keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisen vastaanottimen häiriönpoistolohkon rakenteesta lohkokaaviotasolla. Sovitettujen suodatinryhmien ulostulosignaali 64a - 64c, joiden lukumäärä on siis \tilde{K} , viedään sisäänmenona häiriönpoistoyksikköön 70, joka voi käsittää yhden tai useampia asteita 72, 72. Suodatinryhmien ulostulosignaali 64a - 64c viedään myös sisäänmenona kanavaestimointilohkoon 73, jossa lasketaan eri datanopeuksilla lähetetyille signaaleille ja kanavaparametreille estimaatit $\hat{\alpha}, \hat{\tau}, \hat{\mathbf{R}}$. Lasketuista estimaateista viedään tieto 75 häiriönpoistolohkolle

70, useampivaiheisen häiriönpoistoalgoritmin ollessa kyseessä ensimmäiselle häiriönpoistolohkole 71, jossa lasketaan kullekin käyttäjälle alustavat estimaatit $\hat{b}_1, \dots, \hat{b}_K$ 78a - 78c vastaanotetuille symboleille. Lasketut alustavat
 5 estimaatit viedään moniasteisen häiriönpoistoalgoritmin ollessa kyseessä toiselle asteelle 72, jossa lasketaan uudet estimaatit vastaanotetuille signaaleille, jotka estimaatit 79a - 79c viedään edelleen jälkikäsitteily-yksikköön. Samat estimaatit 76 viedään myös kanavaestimointi-
 10 lohkoon 73, jossa uudempien estimaattien perusteella lasketaan paremmat estimaatit kanavaparametreille, jotka viedään 77 takaisin häiriönpoistolohkoon 72 ilmaisussa hyväksikäytettäväksi.

Vastaanottimen ohjainvälineisiin 55 tulee luonnollisesti tieto 77 kunkin yhteyden datanopeudesta, joka tieto lähettimen ja vastaanottimen välillä voidaan välittää puhelun yhteydenmuodostuksen aikana tai ilmaista vastaanotetusta signaalista. Mikäli yhteydellä käytetty datanopeus muuttuu, täytyy tästä välittää tieto 74 myös kanavaestimointilohkole 73, jossa matriisia \hat{R} täytyy päivittää.
 20

Keksinnön mukaisessa menetelmässä ja vastaanottimesa ei sinänsä ole oleellista, mitä häiriönpoistoalgoritmia sovelletaan. Mahdollisia häiriönpoistomenetelmiä ovat esimerkiksi dekorrelointi, Viterbi ja moniasteiset häiriönpoistomenetelmät ja muut alan ammattimiehelle tunnetut menetelmät.
 25

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut niihin, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.
 30

Patenttivaatimukset:

1. Tiedonsiirtomenetelmä järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää, jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskais-
5 tällä, ja jossa kullakin käyttäjällä on vähintään yksi laajakaistainen informaatiokanava, ja jossa ainakin yhden käyttäjän informaatiokanavan kapasiteetti poikkeaa muiden käyttäjien kapasiteetista, t u n n e t t u siitä, että
10 kunkin informaatiokanavan parametrit riippuvat halutusta kapasiteetista ja siirronlaadusta, ja että kukin informaatiokanava ilmaistaan huomioimalla kanavien väliset korrelaatiot.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
15 n e t t u siitä, että kunkin informaatiokanavan tiedonsiirtokapasiteetti voidaan valita joukosta erikapasiteettisia yhteysmuotoja.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
20 n e t t u siitä, että informaatiokanava toteutetaan pitkän hajotuskoodin avulla.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että informaatiokanavan parametrit käsittävät käyttäjän hajotuskoodibittinopeuden, datasympoli-
nopeuden, signaalin laatuvaatimuksen ja käytettyjen hajotuskoodien lukumäärän datasympolia kohti.
25

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kunkin käyttäjän hajotuskoodibittinopeus, datasympolinopeus ja käytettyjen hajotuskoodien lukumäärä datasympolia kohti riippuu yhteydelle asetetusta
30 siirtonopeudesta.

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että ainakin jotkin käytetyistä hajotuskoodista ovat keskenään oleellisesti epäortogonaalisia.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
35 n e t t u siitä, että erikapasiteettisilla käyttäjillä

datasymbolin pituus on erimittainen.

5 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että järjestelmässä käytettävät datasym-
bolipituudet ovat annetun supersymbolin pituuden murto-
osia.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että eri yhteyksillä käytetään eri pi-
tuisia hajotuskoodeja.

10 10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että yhteydellä käytetty hajotus-
koodisekvenssi on annetun supersymbolin mittainen.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että kukin lähetettävä symboli
kerrotaan hajotuskoodisekvenssillä, joista sekvensseistä
15 osa on olennaisesti epäortogonaalisia keskenään.

12. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että häiriönpoistoalgoritmit kä-
sittelevät vastaanotettua signaalia annetun supersymbolin
pituisina jaksoina.

20 13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että kukin informaatiokanava il-
maistaan korrelaatiomatriisin avulla.

14. Lähetin järjestelmässä, jossa hyödynnetään koo-
dijakomonikäyttömenetelmää ja jossa useat käyttäjät kommu-
25 nikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, joka
lähetin käsittää välineet (31,32) muodostaa lähetettävät
symbolit, t u n n e t t u siitä, että lähetin käsittää
välineet (36), jotka säättävät lähetettävien symbolien pi-
tuutta, välineet (41) muuntaa haluttu määrä lähetettäviä
30 symboleita rinnakkaiseen muotoon, välineet (42a - 42c) ge-
neroida hajotuskoodisekvenssit, joiden sekvenssien luku-
määrä on yhtäsuuri kuin rinnakkaisesti lähetettävien sym-
bolien lukumäärä, ja välineet (42a - 42c) kertoa lähettä-
vät symbolit kukin omalla sekvenssillään.

35 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen lähetin, t u n -

n e t t u siitä, että lähetin käsittää välineet (42a - 42c) generoida hajotuskoodit, joista koodeista osa on olennaisesti epäortogonaalisia keskenään.

5 n e t t u siitä, että lähetin käsittää välineet (42a - 42c) generoida hajotuskoodit, jotka koodit ovat ajallisesti ortogonaalisia keskenään.

10 17. Patenttivaatimuksen 14 mukainen lähetin, t u n n e t t u siitä, että lähetin käsittää välineet (42a - 42c) generoida hajotuskoodisekvenssit, jotka muodostetaan yhden pitkän koodin peräkkäisistä osista.

15 18. Vastaanotin järjestelmässä, jossa hyödynnetään koodijakomonikäyttömenetelmää, jossa useat käyttäjät kommunikoivat samanaikaisesti samalla taajuuskaistalla, ja jossa kullakin käyttäjällä on oma hajotuskoodinsa, ja jossa ainakin yhden käyttäjän informaatiokanavan kapasiteetti poikkeaa muiden käyttäjien kapasiteetista, joka vastaanotin käsittää muunninvälineet (52) muuntaa vastaanotetun lähetteen digitaaliseen muotoon ja joukon välineitä (61a - 20 61c) tahdistua ja laskea päätöksen tarvitseman tunnusluvun kunkin vastaanotetun käyttäjän läheteestä, t u n n e t t u siitä, että sanottu joukko välineitä (61a - 61c) käsittävät kukin joukon korrelaattoreita (80 - 83), jotka voivat tahdistua eri tyyppisiin aaltomuotoihin, ja 25 että vastaanotin käsittää välineet (62) käsitellä sanottuja ja eri tyyppisten aaltomuotojen laskettuja tunnuslukuja poistamalla niiden välisten korrelaatioiden vaikutuksen.

30 19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että korrelaattorit (80 - 83) tahdistuvat ja laskevat tunnusluvut aaltomuotoihin, jotka ovat ajallisesti eri mittaisia ja että välineet (62) käsittelemät tunnusluvut on laskettu eri mittaisista aaltomuodoista.

35 20. Patenttivaatimuksen 18 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että korrelaattorit (80 - 83) tah-

distuvat ja laskevat tunnusluvut aaltomuotoihin, jotka ovat rinnakkaisia ja että välineet (62) käsittelemät tunnusluvut on laskettu rinnakkaisista aaltomuodoista.

5 21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsittää välineet (63a - 63c) yhdistää kunkin käyttäjän rinnakkaiset aalto-

10 22. Patenttivaatimuksen 18 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsittää signaalinjakovälineet (60), jotka jakavat digitalisoidun signaalin vastaanottimen eri tunnusluvunlaskentavälineille (61a - 61c).

15 23. Patenttivaatimuksen 21 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsittää ohjainvälineet (55), jotka ohjaavat korrelaattoreiden (80 - 83) ja käsittelyvälineiden (62) toimintaa.

Patentkrav

1. Dataöverföringsförfarande i ett system som utnyttjar ett kodindelad fleranvändarförfarande, där flera användare kommunicerar samtidigt på samma frekvensband och där varje användare har minst en bredbandsinformationskanal och där åtminstone en användares informationskanal har en kapacitet som avviker från de övriga användarnas kapacitet, k ä n n e t e c k n a t av att parametrarna för var och en av informationskanalerna är beroende av den önskade kapaciteten och överföringens önskade kvalitet och att varje informationskanal detekteras på basis av korrelationer mellan kanalerna.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att dataöverföringskapaciteten hos varje informationskanal kan väljas bland ett antal förbindelseformer med olika kapaciteter.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att informationskanalen förverkligas med hjälp av en lång spridningskod.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att informationskanalens parametrar omfattar bithastigheten för användarens spridningskod, datasymbolhastigheten, ett krav på signalkvalitet och antalet använda spridningskoder per datasymbol.

5. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att bithastigheten för användarens spridningskod, datasymbolhastigheten och antalet använda spridningskoder per datasymbol är beroende av den överföringshastighet som inställts för förbindelsen.

6. Förfarande enligt patentkrav 4, k ä n n e t e c k n a t av att åtminstone några av de använda spridningskoderna är sinsemellan väsentligen oortogonala.

7. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att användare med olika kapaciteter har

olika långa datasymboler.

8. Förfarande enligt patentkrav 7, k ä n n e -
t e c k n a t av att de i systemet använda datasymbol-
längderna är bråkdelar av en angiven supersymbol.

5 9. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att olika förbindelser utnyttjar olika
långa spridningskoder.

10 10. Förfarande enligt patentkrav 8 eller 9,
k ä n n e t e c k n a t av att den vid förbindelsen an-
vända spridningskodsekvensen är lika lång som den angivna
supersymbolen.

15 11. Förfarande enligt patentkrav 10, k ä n n e -
t e c k n a t av att varje symbol som skall sändas
multipliceras med en spridningskodsekvens, en del av vilka
sekvenser är sinsemellan väsentligen oortogonala.

12. Förfarande enligt patentkrav 8, k ä n n e -
t e c k n a t av att avstörningsalgoritmer behandlar en
mottagen signal i perioder vilkas längd motsvarar den
angivna supersymbolens längd.

20 13. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att varje informationskanal anges med
hjälp av en korrelationsmatris.

25 14. Sändare i ett system som utnyttjar ett
kodindelad fleranvändarförfarande och i vilket flera
användare kommunicerar samtidigt på samma frekvensband,
vilken sändare omfattar organ (31, 32) för bildande av
symboler som skall sändas, k ä n n e t e c k n a d av att
sändaren omfattar organ (36) som reglerar längden på
30 symbolerna som skall sändas, organ (41) för omvandling av
ett önskat antal symboler som skall sändas till parallell
form, organ (42a - 42c) för generering av spridningskod-
sekvenser, vilka sekvensers antal är lika stort som
antalet parallellt sända symboler, och organ (42a - 42c)
för multiplicering av varje symbol som skall sändas med
35 dess egen sekvens.

15. Sändare enligt patentkrav 14, k ä n n e -
t e c k n a d av att sändaren omfattar organ (42a - 42c)
för generering av spridningskoder, av vilka en del är
sinsemellan väsentligen oortogonala.

5 16. Sändare enligt patentkrav 14, k ä n n e -
t e c k n a d av att sändaren omfattar organ (42a - 42c)
för generering av spridningskoder, vilka är sinsemellan
tidsmässigt ortogonala.

10 17. Sändare enligt patentkrav 14, k ä n n e -
t e c k n a d av att sändaren omfattar organ (42a - 42c)
för generering av spridningskodsekvenser, som bildas av
successiva delar av en lång kod.

15 18. Mottagare i ett system som utnyttjar ett
kodindelad fleranvändarförfarande, där flera användare
kommunicerar samtidigt på samma frekvensband och där varje
användare har sin egen spridningskod och där åtminstone en
användares informationskanal har en kapacitet som avviker
från de övriga användarnas kapacitet, vilken mottagare
omfattar omvandlarorgan (52) för omvandling av en mottagen
20 sändning till digital form och ett antal organ (61a - 61c)
för synkronisering och beräkning av ett för ett beslut
nödvändigt kodnummer på basis av varje mottagen användares
sändning, k ä n n e t e c k n a d av att vart och ett av
nämnda antal organ (61a - 61c) omfattar ett antal
korrelatorer (80 - 83) som kan synkroniseras med olika
25 typer av vågformer, och att mottagaren omfattar organ (62)
för behandling av nämnda beräknade kodnummer för nämnda
vågformer av olika typer genom att eliminera verkan av
deras inbördes korrelationer.

30 19. Mottagare enligt patentkrav 18, k ä n n e -
t e c k n a d av att korrelatorerna (80 - 83) synkronise-
ras med och beräknar kodnummer för vågformer som är
tidsmässigt olika långa och att de av organen (62)
behandlade kodnumren är beräknade på basis av olika långa
35 vågformer.

20. Mottagare enligt patentkrav 18, k ä n n e -
t e c k n a d av att korrelatorerna (80 - 83) synkronise-
ras med och beräknar kodnummer för parallella vågformer
och att de av organen (62) behandlade kodnumren är
5 beräknade på basis av parallella vågformer.

21. Mottagare enligt patentkrav 20, k ä n n e -
t e c k n a d av att mottagaren omfattar organ (63a -
63c) för förbindning av varje användares parallella
vågformer.

10 22. Mottagare enligt patentkrav 18, k ä n n e -
t e c k n a d av att mottagaren omfattar signal-
fördelningsorgan (60), som fördelar en digitaliserad
signal till de olika organen (61a - 61c) för beräkning av
kodnummer i mottagaren.

15 23. Mottagare enligt patentkrav 21, k ä n n e -
t e c k n a d av att mottagaren omfattar styrorgan (55)
som styr korrelatorernas (80 - 83) och behandlingsorganens
(62) funktion.

⋮

⋮

⋮

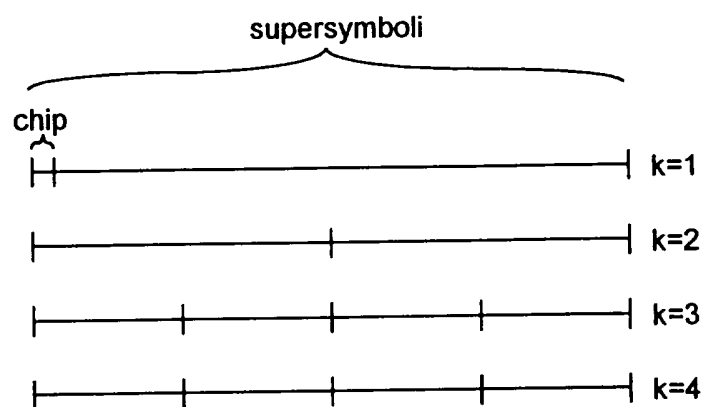


Fig. 1a

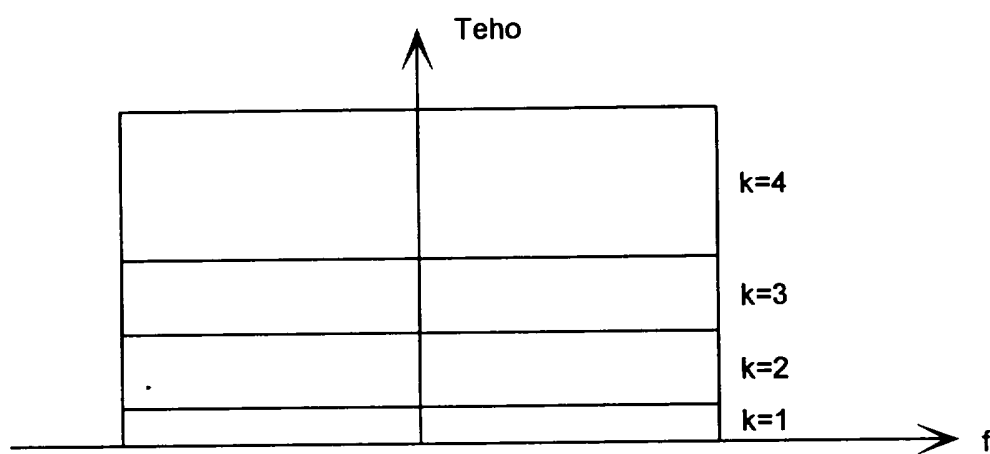
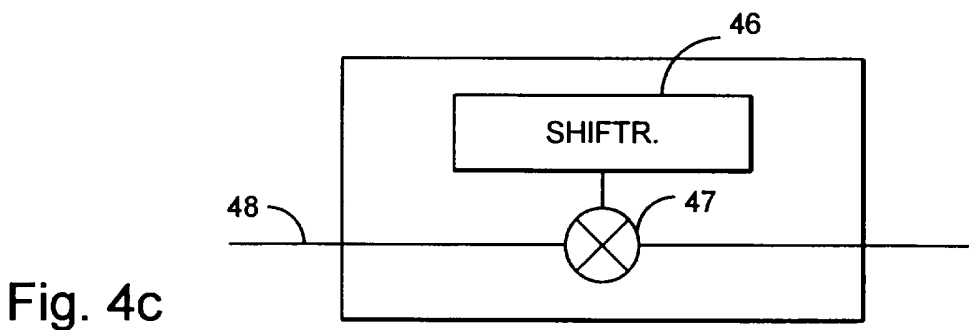
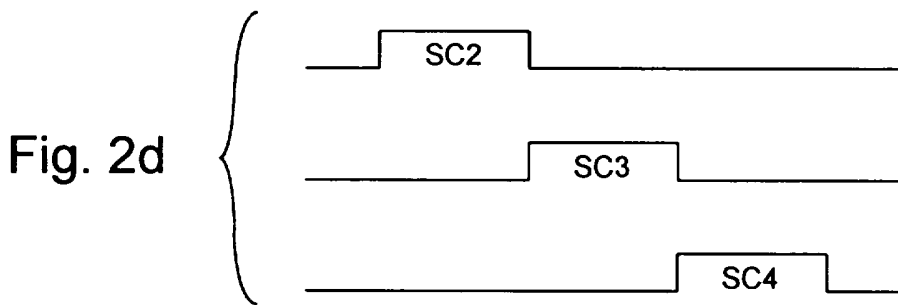
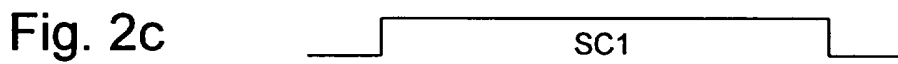
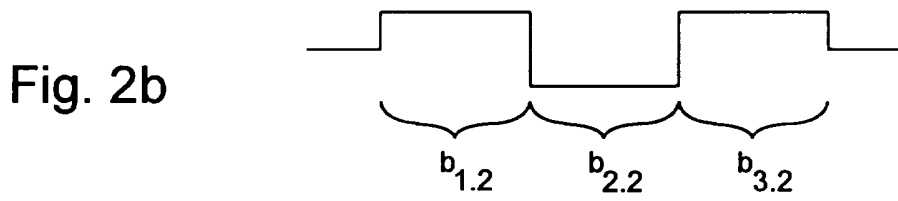
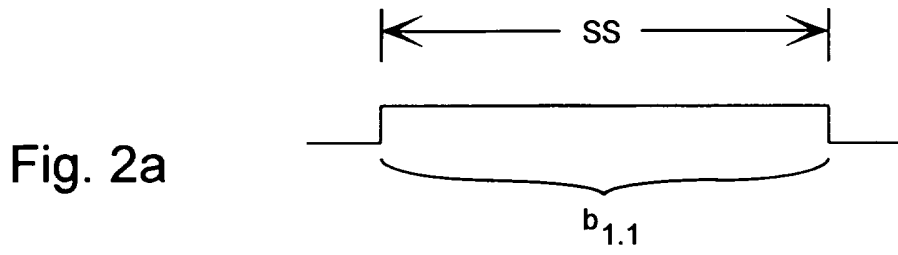
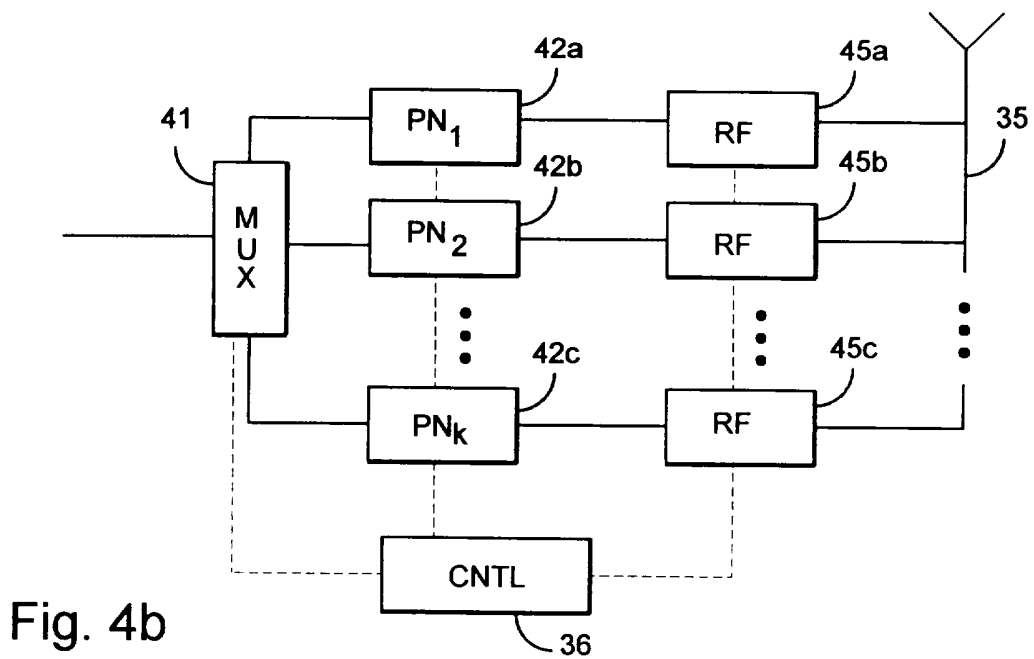
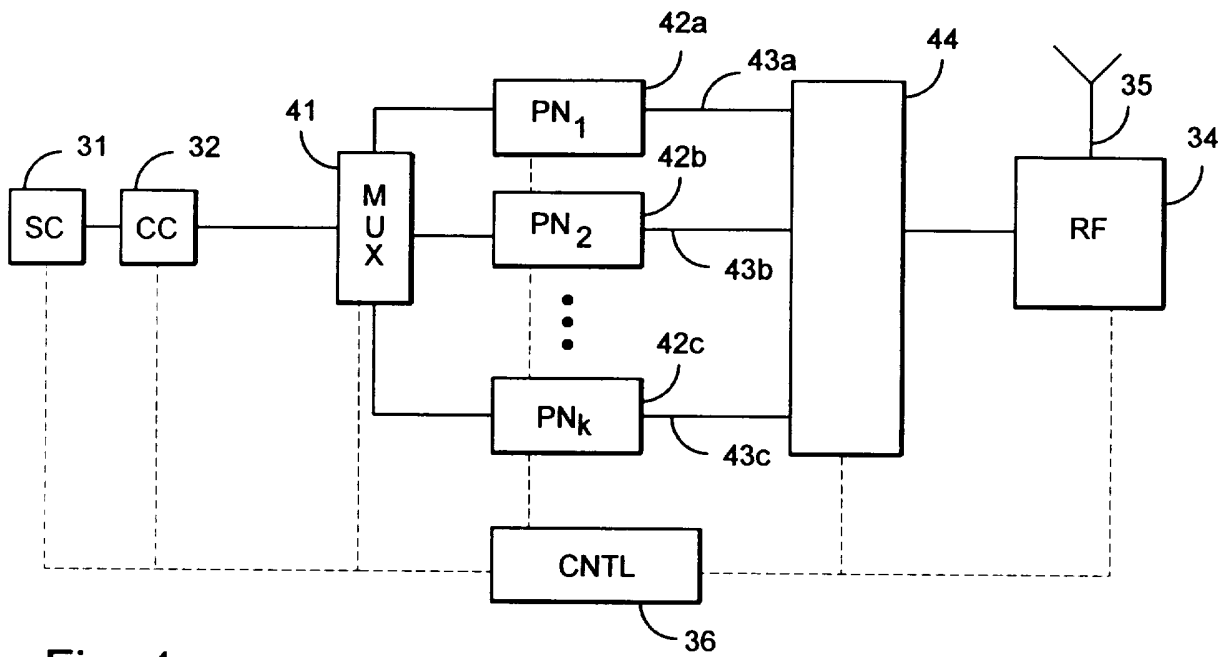
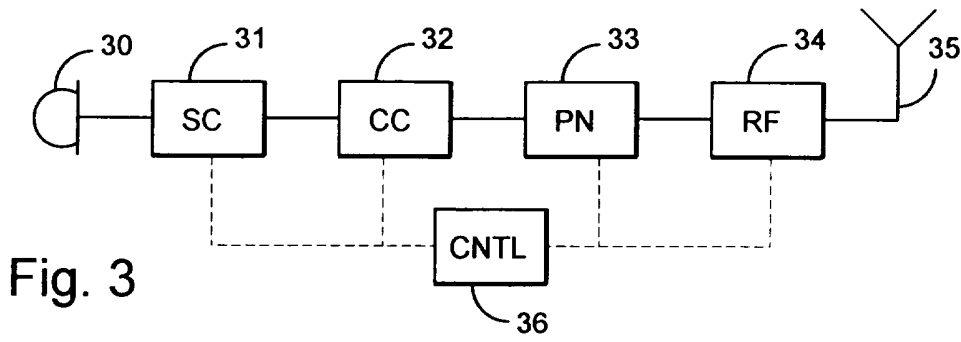


Fig. 1b





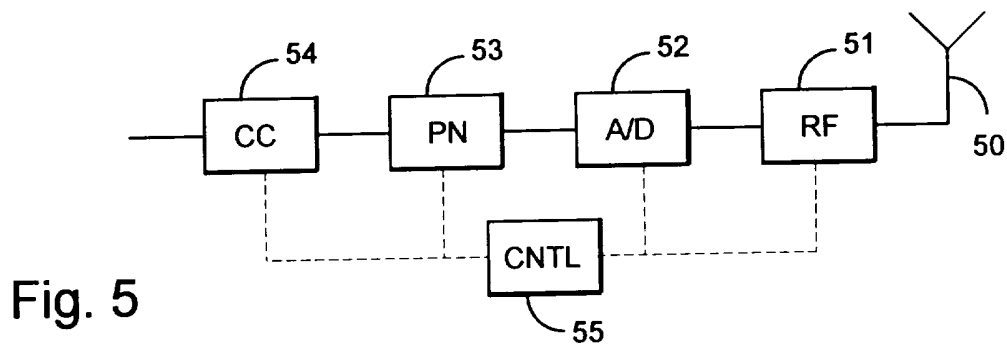


Fig. 5

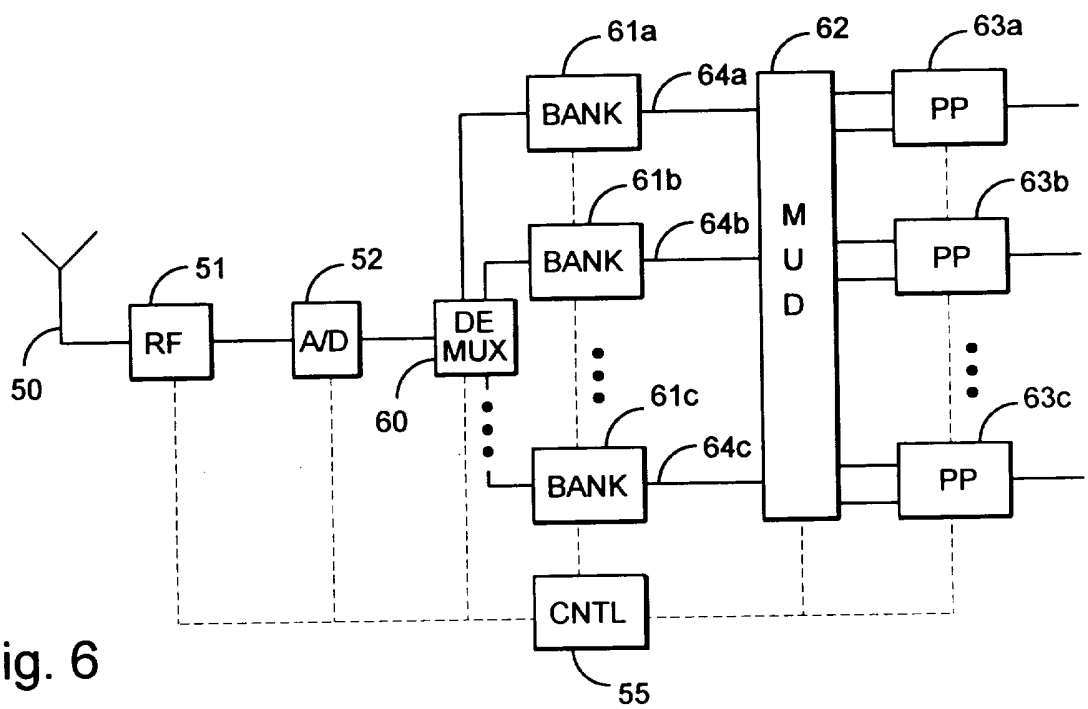


Fig. 6

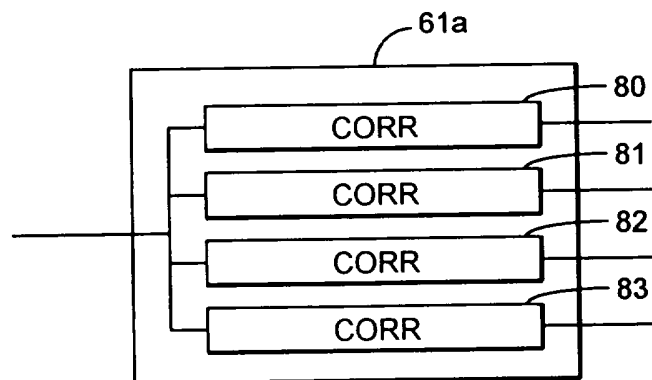


Fig. 7

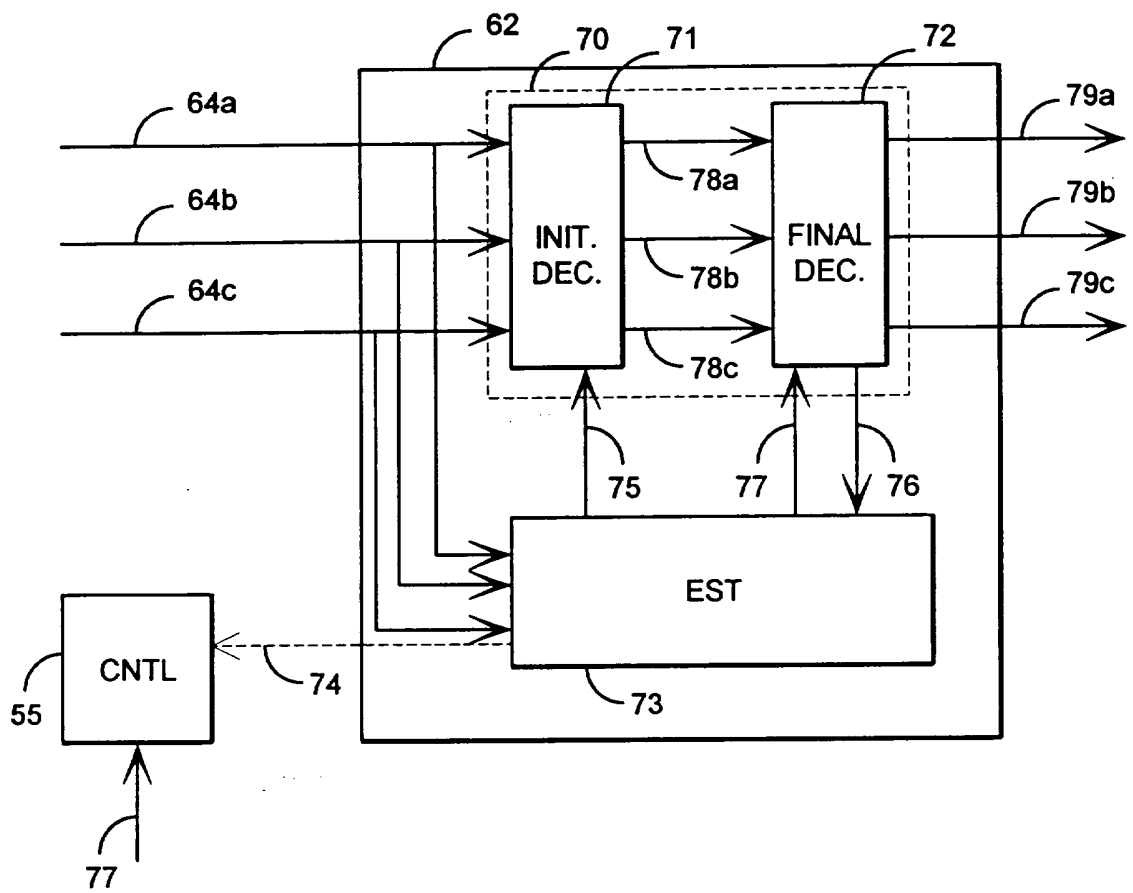


Fig. 8