

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 950110 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 950110
(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H04B 1/16
H04L 1/00
(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 11.05.1994
(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 10.01.1995
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 10.01.1995
(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019
(86) Kansainvälinen hakemus - 11.05.1994 PCT/US1994/004975
Internationell ansökan - International
application
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority
11.05.1993 US 059932

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **Ericsson GE Mobile Communications Inc.**, One Triangle Drive, Research Triangle Park, NC 27709,
AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Croft, Thomas M.**, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Harte, Lawrence J.**, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 • **Dent, Paul W.**, Stehag, SVERIGE, (SE)
4 • **Solve, Torbjorn**, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Valmiustilan tehosäästö matkapuhelimessa
Effektbesparing under passningstiden i mobilteleapparater

Valmiustilan tehonsäästö matkapuhelimissa

Keksinnön tausta

Keksinnön ala

5 Tämä keksintö koskee menetelmää ja laitetta tehonkulutuksen pienentämiseksi kannettavissa radioviestintälaitteissa, sellaisissa kuin matkapuhelimet, valmiustilamoodissa tarvittavien pariston varausten ja uudelleenvarausten välisen ajan kasvattamiseksi.

10 Tekniikan taso

Solukkomatkapuhelinjärjestelmät sisältävät tukiasemaverkon, kunkin tukiaseman kattaessa määrätyn maantieteellisen alueen tai solun, tukiasemien kommunikoidessa lukuisten matka- tai käsipuhelinten kanssa (tämän jälkeen "matkapuhelimet"). Sellaiset järjestelmät sisältävät kei-

15 non taata mahdollisimman pitkälle, että kunkin matkapuhelimen kanssa tapahtuvaan kommunikointiin käytetään lähintä tukiasemaa, mikä siten minimoi matkapuhelimessa tarvittavan lähetystehon.

20 Kun matkapuhelin on valmiustilamoodissa, so. kun se ei aloita eikä vastaanota kutsua, sen tulee kuunnella lähintä tukiasemaa kutsujen vastaanottamiseksi. Koko vastaanotinosan ei tarvitse olla toiminnassa tässä valmiustilamoodissa, eikä lähetinosan tarvitse olla ollenkaan

25 toiminnassa, sillä matkapuhelin ei lähetä valmiustilamoodissa. Tästä seuraa pitempi paristojen kesto, tyypillisesti noin kahdeksan tuntia verrattuna yhden tai kahden tunnin pariston kestoon silloin, kun matkapuhelinta käytetään aktiiviseen keskusteluun ja sekä lähetin että vastaanotin

30 toimivat.

Tarve saavuttaa vielä pitempi pariston kesto aika on selvä. EP-patentti O 473 465, Harte, kuvaa menetelmän valmiustilan virrankulutuksen alentamiseksi. Tämä menetelmä perustuu tukiasemien käyttämiin kutsukanavan siirtoformaatteihin, jotka ovat brittiläisen ETACS-standardin tai

35

yhdyksvaltalaisen EIA-553-solukkostandardin mukaisia. Jäl-
kimmäisessä järjestelmässä tukiasemat lähettävät 40 bitin
kutsusanomia valmiustilamoodissa oleville matkapuhelimille
formaattissa, joka sisältää kyseisen 40 bitin lohkon viisi
5 toistoa. Kutsusanoma identifioi kutsutun matkapuhelimen
sisällyttämällä sen puhelinnumeron, tunnetaan myös matka-
viestimen tunnistenumerona (MIN), sanomaan. Kukin sanoma
sisältää myös syklisen redundanssin tarkistuskoodin (CRC),
jonka arvo riippuu databiteistä, jota voidaan käyttää var-
mentamaan oikea dekodaus ja jopa korjaamaan yhden bitin
10 virheitä sanomasta. Kukin 40 bitin sanoma sisältää 28 da-
tabittiä ja 12 CRC-bittiä. Koska MIN on 34 bittiä pitkä,
tarvitaan kaksi sellaista kutsusanomaa puhelimen yksilöi-
miseksi ainutkertaisesti. Kerrallaan kuljetettavat 40 bi-
15 tin lohkot nimetään uudelleen "ohjaussanoiksi" tai vain
"sanoiksi", ja kutsusanoma muodostuu kahdesta sellaisesta
sanasta. Aina kun mikä tahansa sanoma muodostuu useammasta
kuin yhdestä sanasta, jatkobitti asetetaan kaikkiin sanoi-
hin, viimeistä lukuun ottamatta, osoittamaan, että jäljes-
20 sä seuraa lisää sanoja.

Edellä mainitussa EP-patentissa Harte ehdottaa pu-
helinta, joka dekodaisi kunkin sanoman erikseen sellai-
sena kuin se vastaanotetaan, suorittaisi dekodauksen oi-
keellisuuden tarkistuksen CRC:tä käyttäen, ja jos CRC-tar-
25 kistus osoittaisi dekodauksen oikeaksi, se tarkistaisi
sisältyykö vastaanottavan matkapuhelimen MIN vastaanotet-
tuun sanaan. Jos MIN ei ole vastaanotetussa sanassa, kuten
on asianlaita valtaosassa sanomia, matkapuhelin alentaa
tehonsa siihen saakka kunnes on seuraavan viiden sanoma-
30 toiston joukon aika EP-patentin mukaisesti. Siten EP-pa-
tentin mukaisesti matkapuhelin menisi alennetun tehon moo-
diin jäljellä olevien neljän sanomatoiston ajaksi aina,
kun kyseisistä toistoista ensimmäisen ei päätellä sisältä-
vän matkapuhelimen MIN:iä, mikä edustaa ainakin 80 % po-
35 tentiaalista paristoenergian säästöä valmiustilamoodissa.

Lisäksi, kun matkapuhelin on jo tunnistanut sanoman kahden ohjaussanan ensimmäisestä sanasta ettei MIN ei vastaa vastaanottavan matkapuhelimen MIN:iä, matkapuhelimen ei tarvitse käsitellä toista sanaa, ja se voi alentaa tehonsa toisen sanan kaikkien viiden toiston ajaksi. Tämä johtaa 90 % potentiaaliseen tehonsäästöön valmiustilamoodissa.

Toisaalta kyseisessä EP-patentissa kuvatun laitteen haittana on, että kun sanoma on tarkoitettu kyseiselle matkapuhelimelle, todennäköisyys ilmaista sanoma oikein alenee, jos matkapuhelin on maksimietäisyydellä, kuten solun reuna-alueella, jossa signaalitasot ovat todennäköisesti alhaisimmat. Syynä tähän on, että kuvatussa järjestelmässä käytetty dekodausmenetelmä vaatii, että kolme viidestä sanomatoistosta tulee dekodatuksi oikein. Tehonsäästömenetelmä johtaa halutun sanoman alhaisempaan dekodautodennäköisyyteen käytettäessä vain yhtä dekodattua sanomaa viidestä toistetusta sanomasta. Itse asiassa EP-patentissa kuvattu menetelmä alentaa halutun sanoman tarkkan dekodauksen todennäköisyyden alle sen todennäköisyyden, joka on matkapuhelimilla jotka eivät käytä menetelmää. Siten EP-patentissa kuvattua menetelmää käyttäen tehdään kompromissi halutun sanoman vastaanoton luotettavuuden ja valmiustilan tehonkulutuksen välillä.

Syynä alentuneeseen suorituskykyyn on, että viiden sanoman toistorakenne, joka lähetetään yhdysvaltalaisen EIA-553-solukkostandardin mukaisesti, ei ole suunniteltu optimaalisesti dekodaukseen tavalla, joka aiemmin mainitussa EP-patentissa kuvataan. Normaali menetelmä sanomien dekoodaamiseksi yhdysvaltalaisessa EIA-553-solukkojärjestelmässä vaatii kaikkien viiden sanomatoiston vastaanottamista biteittäin tapahtuvan enemmistöäänestysdekoodauksen toteuttamiseksi, ja siten sovellutusalue EP-patentissa kuvatun tehonsäästömenetelmän toteuttamiseksi ei ole selvä.

Käytettäessä redundanttia dekodaausta, sellaista kuten toistokoodaus enemmistöäänestysdekoodauksella varustettuna, on toivottavaa erottaa toistobitit ajallisesti mahdollisimman kauaksi toisistaan, jotta niihin kohdistuisi korreloimaton häipymä. Tämä tunnetaan bittilomitteluna. Pisin mahdollinen etäisyys, jonka päähän toisistaan kukin toisto voidaan teoreettisesti sijoittaa bittilomittelijan toimesta, on koko sanoman pituus. Sen vuoksi maksimaalisesti bittilomiteltu toistokoodaus johtaa lähetteeseen, joka näyttää olevan viisi sanomatoistoa peräkkäin. Kuitenkin edullisin dekodaus ei ole dekodata kutakin sanomaa itsenäisesti, kuten tekniikan tasossa, vaan dekodata kukin bitti viisinkertaisella enemmistöäänestyskäsittelyllä ennen CRC-tarkistuksen suorittamista enemmistödekoodatuille biteille.

Sen vuoksi viittä sanomatoistoa, jotka on lähetetty EIA-553-standardin mukaisesti, tulisi itse asiassa pitää kunkin bitin viitenä toistona, viisinkertaisen enemmistöäänestyksen ollessa käytetty kunkin bitin dekodaukseen ennen kuin yritetään CRC-tarkistuksen suorittamista sanoman kullekin 40-bittiselle sanalle. Tämä kuitenkin vaatii, että tulee vastaanottaa kaikki viisi sanatoistoa, mikä on ristiriidassa EP-patentissa kuvatun perusmenetelmän kanssa, jolla tehonkulutusta alennetaan.

25 **Keksinnön yhteenveto**

Esillä oleva keksintö tarjoaa parannetun, tehoa säästävän valmiustilamoodin, jota voidaan käyttää matkapuhelimissa, jotka toimivat nykyisissä verkoissa, sellaisissa kuten American Mobile Phone System (AMPS) EIA-553 yhdysvalloissa, NMT skandinaviassa ja ETACS Iso-Britaniassa, ja joka ei johda pienentyneeseen todennäköisyyteen vastaanottaa oikein haluttu sanoma, vaan joka itse asiassa parantaa halutun sanoman vastaanottoa.

Esillä oleva keksintö tarjoaa radioviestintäjärjestelmässä, jossa on ainakin yksi yhtä tai useampaa matka-

viestintä palveleva tukiasema, menetelmän matkaviestimien valmiustilanaikaisen tehonkulutuksen pienentämiseksi. Tämä menetelmä sisältää vaiheen, jossa tukiasemalta lähetetään sanomia, kunkin sanoman sisältäessä useita sanoja ja kunkin sanoman ollessa toistettu useita kertoja, ainakin yhden sanan sisältäessä useita databittejä, jotka edustavat ainakin osaa minkä tahansa matkaviestimen tunnistenumeros-
 5 ta, ja useita tarkistusbittejä, jotka ovat databiteistä riippuvia. Sanoman ilmaisun jälkeen matkaviestin nollaa
 10 useita summalaskureita databittien ja tarkistusbittien määrää vastaten, ja matkaviestimen vastaanottaessa ensimmäisen toistetusta sanoista, se summaa kunkin bitin arvot vastaavaan summalaskuriin. Keksinnöllinen menetelmä sisältää lisäksi summalaskureiden sisältämien arvojen pro-
 15 sessorinnin sen määrittämiseksi, ovatko databittejä vastaavat arvot yhdenmukaisia vastaavien tarkistusbittien arvojen kanssa, ja täsmää- tai ei-täsmää-ilmaisun generoinnin, ja jos generoidaan ei-täsmää-ilmaisu, vastaanotetaan sanan toinen toisto ja summataan sen bittiarvot
 20 vastaaviin summalaskureihin. Keksinnöllinen menetelmä toistaa prosessorivaihetta, kunnes kaikki sanatoistot on summattu tai kunnes generoidaan täsmää-signaali. Täsmää-ilmaisun generoinnin yhteydessä keksinnöllinen menetelmä alentaa tehon matkaviestimen osilta sanan loppujen tois-
 25 tojen ajaksi ja prosessoroi sitten edelleen summalaskureiden arvot sen määrittämiseksi, täsmääkö sanan osa vastaavaan osaan matkaviestimen tunnistenumerossa, ja generoi täsmää- tai ei-täsmää-osoituksen. Ei-täsmää-osoituksen generoidessaan keksinnöllinen menetelmä pitää matkaviestimen osat
 30 alennetulla teholla saman sanoman jäljellä olevien sanojen lähetyksen ajan.

Piirrosten lyhyt kuvaus

Esillä oleva keksintö kuvataan nyt tarkastelemalla oheisia piirroksia.

35 Kuvio 1 esittää ohjaussanan bittirakenteen;

kuvio 2 esittää lähetysjakson rakenteen;

kuvio 3 esittää kuviossa 2 esitetyn etuliitebittilohkon D ja S;

5 kuvio 4 esittää matkaviestimen tunnistenumeron (MIN) sisältävien kahden sanan rakenteen;

kuvio 5 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön mukaisesta matkapuhelinvastaanottimesta;

kuvio 6 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön mukaisesta sopivasta Manchester-koodimodeemista;

10 kuvio 7 on esillä olevan keksinnön mukainen vuokaa-
vio;

kuvio 8 on käyrä koskien tehonsäästöprosentin suhdetta signaali-kohina-suhteeseen esillä olevan keksinnön mukaisesti; ja

15 kuvio 9 on käyrä, joka on laskettu US-patenttiha-
kemuksessa 572 409 kuvatulle keksinnölle.

Edullisten toteutusten yksityiskohtainen kuvaus

20 Kuvio 1 esittää yhden 40-bittisen ohjaussanan ra-
kenteen sen sisältäessä 28 sanomabittiä ja 12 CRC-bittiä
EIA-553-solukkostandardin mukaisesti. CRC-koodi, jonka
arvo riippuu databiteistä, tarjoaa tehokkaan virheenilmai-
sukyvyn ja valinnaisesti kyvyn korjata minkä tahansa yhden
bitin virheen 28-bittisessä sanomassa jäljempänä kuvatta-
valla tavalla.

25 Kuvio 2 esittää EIA-553-standardin mukaisen yhden
lähetysjakson rakenteen. Kukin lähetysjakso kuljettaa vii-
si toistoa A1, A2, ... A5 ensimmäisestä 40-bittisestä sa-
nasta "A" ja viisi toistoa B1, B2, ... B5 toisesta 40-bit-
tisestä sanasta "B". A- ja B-sanat kuuluvat toisistaan
30 riippumattomiin sanomiin, jotka on tarkoitettu matkapuhe-
limille, joilla on vastaavasti pariton ja parillinen MIN.

35 Kuvio 3 esittää enemmän yksityiskohtia etuliitteen
bittilohkoista, merkinnät D ja S kuviossa 2. "Katkosek-
venssi" D on 10-bittinen lohko vuorottelevia ykkösiä ja
nollia, jonka on tarkoitus tarjota vastaanottimelle mah-

dollisuus merkkiuudelleensynkronointiin. Merkit lähetetään käyttäen Manchester-koodia, jolla arvo "1" on esitetty signaalin nousulla ylöspäin ja sitä seuraavalla alaspäin, ja arvo "0" esitetään signaalimuutoksella alaspäin, jota seuraa signaalimuutos ylöspäin. EIA-553-solukkostandardissa bittinopeus on 10 kilobittiä/s. Manchester-koodauksen jälkeiset vuorottelevat ykköset ja nollat ilmenevät siten 5 kHz äänenä. Manchester-koodatut bitit lähetetään radiokantoaallon taajuusmodulaatiota käyttäen. 10-bittistä katkosekvenssiä edeltää yksittäinen varattu/vapaa-lippu, mikä tuottaa kuvioissa 2 ja 3 merkinnällä "D" varustetut bitit.

Katkosekvenssiä D edeltää 11-bittinen synkronointisana, joka edeltää myös varattu/vapaa-lippua, mikä tekee 12 bittiä, joiden merkintä on "S" kuvioissa 2 ja 3. Sitten seuraa viisi toistoa, kumpikin kahdesta 40-bittisestä kutsusanomasta, joiden merkinnät ovat A ja B. Neljä ylimääräistä varattu/vapaabittiä sijoitetaan kuhunkin sanomatoistoon, mikä muodostaa 44 bitin lohkot, kuten kuviossa 3 on esitetty. Bittien kokonaismäärä kutsukanavajaksossa on siten $1 + 10 + 1 + 11 + 2 \times 5 \times (40 + 4) = 463$ bittiä.

Siinä tapauksessa, että matkaviestintä kutsutaan, vaaditaan kaksi 40 bitin sanaa sen MIN:n sisältämien kaikkien 34 bitin kuljettamiseen. Siten ensimmäiset 24 bittiä sen MIN:stä lähetetään ensimmäisessä jaksossa ja jäljelle jäävät 10 bittiä MIN:stä lähetetään toisessa jaksossa, kuten kuviossa 4 on esitetty. Monisanaisen sanoman ensimmäinen sana sisältää lipun, jolla ilmaistaan, että tulee odottaa jatkosanoja. Jatkosanoissa on asetettuna jatkolippu. Jatkolippu esiintyy joko A- tai B-sanassa riippuen siitä, onko matkaviestimellä pariton vai parillinen MIN. Kutsu voi joissakin tapauksissa muodostua useammasta kuin kahdesta sanasta, ja siten on tarpeen katsoa kolmatta sanaa sen määrittämiseksi, onko se jo aloitetun sanoman jatko vai uusi sanoma, koska jos määritetään, että ensimmäi-

nen sana ei sisällä matkaviestimen MIN:ä ja jatkolippu on asetettu, toista sanaa ei tarvitse prosessoida. Jos toista sanaa ei prosessoida, niin matkaviestin ei tiedä onko jatkolippu asetettu toisessa sanassa, mikä tekee tarpeelliseksi etsiä jatkolippua kolmannesta sanasta. Muita mahdollisia sanomatyyppejä ovat merkityksettömät sanomat, tai täyte, joka voi olla yksittäinen sana joka voidaan jättää huomiotta, ja yksi- tai monisanainen radioitu "yleis"-sanoma, joka kaikkien matkapuhelimien tulee prosessoida.

10 Kuvio 5 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön mukaisesta matkapuhelimen vastaanottimesta, jolla vastaanotetaan ja dekodataan kuvioissa 1 - 4 esitettyjen formaattien mukaisia sanomia. Antenni ja vastaanotin 10 vastaanottaa, vahvistaa ja suodattaa tukiasemalta vastaanotetut signaalit ja alasmuuntaa ne sopivalle taajuudelle prosessointia varten. Manchester-koodimodeemi 11 prosessoi nämä signaalit lähetettyjen bittien polariteettien määrittämiseksi ja se välittää prosessoidut bitit synkronoinnin ilmaisijalle 12. Manchester-koodimodeemi 11 ja synkronoinnin ilmaisija 12 voivat sisältää tavanomaisen taajuusdiskriminaattorin.

Kumulatiivinen enemmistöäänestyspiiri 13 suorittaa kumulatiivisen enemmistöäänestysdekoodauksen vastaanotetussa ohjaussanassa oleville molemmille 40 bitin lohkoille. Enemmistöäänestys tapahtuu normaalisti vain parittomille toistomäärille (3, 5 tai useampia toistoja) ja ymmärretään, että esillä oleva keksintö voi edullisesti suorittaa enemmistöäänestyksen myös parillisilla toistomäärillä. Enemmistöäänestysdekoodaus parillisilla toistomäärillä käyttää pehmeää enemmistöäänestystä mieluummin kuin kovaa enemmistöäänestystä keksinnön edullisessa toteutuksessa.

Kovassa enemmistöäänestyksessä databitti esitetään numeroarvolla 1 tai -1 boolean arvoja "0" ja "1" vastaten. Erilliset arviot toistetusta databitistä voidaan sitten

yhdistää numeerisella yhteenlaskulla. Jos esimerkiksi ensimmäinen arvio bitistä on +1, toinen arvio on +1 ja kolmas arvio on -1, niiden summa on $1 + 1 - 1 = +1$ osoittaen, että enemmistöäänestyksen tulos on +1. Kuitenkin yhdistettäessä parillinen määrä kovalla bittipäätöksellä, voi esiintyä määräämätön arvo 0 (esim. $1 + 1 - 1 - 1 = 0$). Siitä huolimatta kovaa enemmistöäänestystä voidaan periaatteessa käyttää silti dekodattaessa parillisia toistomääriä; tulisi vain mielivaltaisesti nimetä jompikumpi bittipolariteetti tapauksissa, joissa lopputulos on määrittelemätön. Aiheutuva bittivirhetaajuus olisi pienempi kuin enemmistöäänestysdekodauksella, paitsi kaksinkertaisen kovan enemmistöäänestyksen tapauksessa, joka voidaan esittää seuraavasti.

Tilanteessa, jossa kahdella arviolla kustakin bitistä on keskimäärin sama virhetodennäköisyys, mutta ne eivät muuten korreloi, ja tätä virhetodennäköisyyttä edustaa "E", todennäköisyys sille, että molemmat arviot ovat oikeita, on siten $(1 - E) \times (1 - E)$. Enemmistöäänestys tekee selkeän päätöksen tässä tapauksessa. Se myös tekee selkeästi väärän päätöksen, kun molemmat arviot ovat virheellisiä, mikä tapahtuu todennäköisyydellä $E \times E$. Todennäköisyys sille, että kaksi arviota poikkeaa toisistaan, mikä antaa määrittelemättömän päätöksen, on $2E(1 - E)$. Puolessa näistä tapauksista mielivaltainen päätös tulee olemaan virheellinen ja toisessa puolessa se tulee olemaan oikea. Sen vuoksi kokonaisvirhetodennäköisyys on $E \times E + (E(1 - E) \times 2) = E$. Sen vuoksi kaksinkertainen kovan päätöksen enemmistöäänestys antaa tässä tapauksessa saman virhetodennäköisyyden kuin saadaan ilman enemmistöäänestystä.

Virheet eivät kuitenkaan välttämättä tapahdu samassa paikassa, eikä virheiden määrä missä tahansa nimenomaisessa sanomassa ole tarkalleen sama enemmistöäänestyksellä ja ilman sitä. Sen vuoksi on edelleen olemassa nollasta poikkeava mahdollisuus, että kaksinkertainen enemmistö-

äänestys kahdesta sanomatoistosta tulee olemaan virheetön tai korjattavissa, kun ensimmäinen ja toinen toisto sisältävät virheitä. Virheettömän tai korjattavissa olevan enemmistöäänestyksen todennäköisyys kasvaa, kun käytetään korkeamman kertaluvun (tarkoittaa useampia toistoja) enemmistöäänestystä.

Pehmeässä enemmistöäänestyksessä bittiä ei esitetä vain arvoilla 1 tai -1 (boolean 0 ja 1), vaan jatkuvalla suureella, joka kuvastaa bitin polariteetin luotettavuutta. Esimerkiksi 0,9 edustaa "0":aa suurella luotettavuudella, kun taas 0,1 edustaa "0":aa alhaisella luotettavuudella, kun taas -1,25 edustaa "1":tä korkealla luotettavuudella, kun taas -0,05 edustaa "1":tä hyvin alhaisella luotettavuudella. Summaamalla vastaavien bittien luotettavuusarvot saadaan nettoluotettavuusarvo tai kumulatiivinen luotettavuusarvo, joka edustaa bitin polariteettia, tämän arvon pätiessä niin parillisille toistomäärille kuin parittomille toistomäärillekin. Todennäköisyys saada tarkalleen 0 pehmeitä bittiarvoja summaamalla on pieni siten, että käsiteltäessä nolla mielivaltaisesti aina positiivisena numerona (tai vaihtoehtoisesti negatiivisena numerona), ei ole vaikutusta merkittävästi syntyviin bittivirhemääriin. Pehmeä enemmistöäänestys on siten edullinen menetelmä esillä olevan keksinnön toteuttamiseksi, vaikka kovaa enemmistöäänestystä voidaankin käyttää hiukan huonommin toloksiin.

Keksintö sisältää sen vuoksi enemmistöäänestyssummalaskurin kullekin ohjaussanan bitille. Kyseiset 40 summalaskuria on osoitettu loholla 13 kuviossa 5. Havaittaessa katkosekvenssi D synkronointisanan S jälkeen, nämä 40 summalaskuria nollataan arvoon 0. Katkosekvenssin havaitseminen synkronointisanan S jälkeen voidaan esimerkiksi saada aikaan luotettavasti seuraavalla tavalla.

Viimeiset 16 bittiä Manchester-koodimodeemilta 11 kelloitetaan siirtorekisteriin. Siirtorekisterin sisältö

tulkitaan binaariseksi numeroksi välillä 0 ja 65535. Tätä binaarista numeroarvoa verrataan ensimmäiseen arvoon, joka vastaa viittä viimeistä bittiä katkosekvenssissä, yhtä kuin 0 olevaan varattu/vapaa-bittiin ja 11-bitin synkronointisanaan S ja toiseen arvoon, joka vastaa tapausta jossa varattu/vapaa-bitillä on arvo 1. Jos jompikumpi vertailu tuottaa yhteensopivuuden, synkronointisana S ja katkosekvenssi D päätellään ilmaistuksi. On myös mahdollista verrata viimeistä kuutta bittiä katkosekvenssistä D lisätynä ensimmäisillä kymmenellä bitillä synkronointisanaan S (mukaan lukien tuntematon varattu/vapaabitti) synkronointiosoitukseen saamiseksi etukäteen, kuin myös sallia epätäydellinen vastaavuus, esimerkiksi sallimalla yksi virheellinen bitti synkronointi-ilmaisun todennäköisyyden kasvattamiseksi. Kompromissit ilmaisutodennäköisyyden ja virheellisen hälytyksen todennäköisyyden välillä on tasapainotettu sopivasti synkronointi-ilmaisinta 12 suunnitellessa.

Sen jälkeen kun synkronoinnin ilmaisu on aiheuttanut 40 kumulatiivisessa enemmistöäänestyspiirissä olevan arvon asettamisen nolaksi, Manchester-koodidemodulaattorilta tulevat seuraavat 40-bittiset arvot poislukien neljä varattu/vapaa-bittiä summataan vastaaviin enemmistöäänestyssummalaskureihin siten, että ne sisältävät nyt yksinkertaisesti ensimmäisen toiston A1 ohjauksaanasta A. Jos puhelimella on pariton MIN, keskitetty ajoitus/bitinlaskentapiiri 17 aiheuttaa ensimmäisten 40 databitin ja neljän varattu/vapaabitin hylkäämisen ja toisen 40-bittisen B1:n summaamisen laskureihin sen sijaan. Tässä kohdassa CRC-tarkistuspiiri 14 aktivoidaan keskitetyn ajoitus/bitinlaskentapiirin 17 toimesta prosessoimaan enemmistöäänestyspiirien sisällöt sen päättämiseksi, sisältävätkö ne 40-bittisen virheettömän sanan.

CRC-tarkistuspiirin 14 prosessointi muodostuu summalaskureissa olevien pehmeiden bittiarvojen temporaali-

sesta kovakvantisoinnista joko arvoksi -1 tai +1 (boolean 1 tai 0) ja sitten syndrooman laskennasta, joka on jakojäännös sanan polynomijakamisesta CRC-polynomilla tunnetun tekniikan mukaisesti. Pelkkiä nollia sisältävä syndrooma merkitsee virheetöntä sanaa, yhden ennalta määrätystä 5 40:stä nollasta poikkeavasta syndrooma-arvosta vastatessa jotain mahdollisista ennalta määrätystä yksibittisistä virhekuvioista, ja kaikki muut syndrooma-arvot vastaavat enempää kuin yksibittistä virhettä. Vertaamalla nollasta 10 poikkeavaa syndroomaa kuhunkin mahdollisista 40:stä mahdollisesta syndroomista, jotka voisivat johtaa yksibittiseen virheeseen jossakin 28 databitissä tai 12 CRC-bittipositiossa, voidaan määrittää onko sellainen yhden bitin virhe esiintynyt ja missä se sijaitsee. Se voidaan sitten 15 korjata kääntämällä kyseessä oleva bitti. Vaihtoehtoisesti minkä tahansa muun nollasta poikkeavan syndrooman voidaan katsoa merkitsevän, että databitteihin ei voida luottaa. Se käyttääkö laite CRC-koodin yhden bitin virheenkorjauskykyä virheen korjaamiseen ei ole kriittistä esillä olevan 20 keksinnön toteutukselle. On tärkeämpää yksinkertaisesti tunnistaa se sana, joka sisältää korjaamattoman virheen.

Havaittaessa virheetön sana, tai sana jossa yhden bitin virhe on korjattu yllä kuvatulla menettelyllä, CRC-tarkistuspiireistä voidaan antaa ilmaisu tehonalennusajastimelle 16, joka voi säästää tehoa komentamalla osia vastaanottimesta 10, Manchester-koodidemodulaattorista 11, synkronoinnin ilmaisimesta 12, kumulatiivisesta enemmistöäänestyspiiristä 13, CRC-tarkistuspiiristä 14 ja MIN-ilmaisijasta 15 jättämään huomiotta siirtojakson loppuosa 25 MIN:stä tai sanomatyyppistä riippumatta. CRC-tarkistus aktivoi myös sanomaprosessorin 18 tarkistamaan, onko sanoman tyyppi kutsusanoma, radiointisanoma tai tyhjä (täyte-) sanoma. Jos sanomaprosessori 18 määrittää, että sanoma on kutsusanoma, se aktivoi MIN-ilmaisimen 15 tarkistamaan, 30

sisältääkö sana ainakin osan vastaanottavan puhelimen MIN:stä.

Jos vastaanotetut MIN-bitit eivät vastaa vastaanottavan puhelimen vastaavia MIN-bittejä, MIN-ilmaisun generoi "ei MIN"-ilmaisun, joka annetaan tehonalennusajastimelle 16 yhdessä sanomaprosessorilta 18 tulevan sanomatyypin informaation (so. yhden tai kahden sanan sanoma) kanssa, jotta se voisi laskea kuinka kauan vastaanottimen teho voi olla alennettuna, ennen kuin seuraavan sanan voidaan otaksua alkavan. Tehonalennusajastin 16 tuottaa siten ohjaussanat vastaanottimelle ja prosessointipiireille 10, 11, 12, 13, 14, 15 ja 17 niiden tehonkulutuksen alentamiseksi seuraavaan sanomajaksoon saakka, joka voi sisältää puhelimen MIN:in. Tämä voi olla kaksi 463 bitin jaksoa myöhemmin, kun toisen puhelimen MIN lähetetään ensimmäisessä jaksossa ja sanoma on monen sanan sanoma. Tässä tapauksessa tiedetään, että ainakin toinen jakso tulee olemaan osoitettu toiselle matkapuhelimelle sisältäen kutsusanan loppuosan. Ensimmäinen kerta, jolloin uusi sanoma voidaan osoittaa kyseessä olevalle matkapuhelimelle, on tässä tapauksessa siten kaksi jaksoa myöhemmin.

Kaksi jaksoa myöhemmin vastaanotettu sana voi olla edellisen sanoman jatkosana, kuten jatkobitit ilmaisevat, jossa tapauksessa se voidaan jättää huomiotta, kunnes vastaanotetaan seuraava sana, jolloin sanomaprosessori 18 suorittaa lisätarkistuksen vanhan sanoman jatkumisesta tai uuden sanoman alkamisesta.

Jos ei ilmaista CRC:tä ensimmäisen sanatoiston prosessoinnin jälkeen, ja sen jälkeen kun sen 40-bittiset arvot on summattu enemmistöäänestyspiireihin 13, enemmistöäänestyspiirit vastaanottavat seuraavan sanatoiston 40-bittiset arvot ja summaavat ne vielä summalaskureissa oleviin ensimmäisen toiston vastaaviin arvoihin. Siten enemmistöäänestyspiirit 13 sisältävät toisen toiston (A2 tai B2) lopussa ensimmäisen ja toisen sanatoiston vastaavien

bittiarvojen summat. Kun käytetään pehmeitä bittiarvoja, kuten yllä kuvattiin, syntyvät 40 arvoa edustavat 40-bit-tistä sanaa suuremmalla luotettavuudella sen oikellisuu-
 5 taan kovat bittiarvot, syntyvillä arvoilla ei välttämättä ole suurempaa todennäköisyyttä antaa oikea sana, mutta niillä on ainakin erikseen mahdollisuus olla oikeita. Si-
 ten kumulatiivinen todennäköisyys sille, että sana on ilmaistu virheettömästi sekä ensimmäisen että toisen toiston
 10 jälkeen, on korkeampi kuin ilmaistaessa se yksistään ensimmäisestä toistosta. Näin ollen prosessoimalla toinen sanatoisto käyttäen joko kovien tai pehmeiden bittiarvojen
 summalaskentaa, CRC-tarkistuspiiri 14 aktivoidaan jälleen. Kuten aiemminkin, jos CRC on virheetön, tehonalennus tukiaseman
 15 lähetysjakson jäljellä olevaksi ajaksi voidaan laittaa alulle MIN:stä tai sanomatyypistä riippumatta.

Kuitenkin MIN:n ja sanoman tyyppin huomioon ottaminen voi antaa lisää tehonsäästöjä. Näin ollen MIN-ilmais-
 15 aktivoidaan ja jos MIN:n havaitaan olevan vastaanottavan puhelimen MIN:stä poikkeava, tehonalennusajastin 16
 20 aktivoidaan pitemmaksi ajaksi.

Jos CRC-tarkistus ei osoita sanoman olevan virheetön, kolmas sanomatoisto summataan kumulatiivisesti enemmistöäänestyspiireihin 13 ja niin edelleen, kunnes joko
 25 CRC-tarkistus onnistuu jossakin vaiheessa, tai kaikki viisi sanomatoistoa on käytetty. Jälkimmäisessä tapauksessa synkronoinnin ilmais-
 in 12 asetetaan jälleen etsimään katkosekvenssejä D tai synkronointisanoja S seuraavan prosessoitavan jakson ajaksi. Keksinnön mukaisesti sanoma CRC-
 30 tarkistetaan käyttäen kumulatiivisesti kasvavia määriä biteittäistä enemmistöäänestysdekoodausta, kunnes lopulta käytetään täy-
 ttä viisinkertaista enemmistöäänestystä, jos CRC-tarkistus ei onnistunut aiemmassa vaiheessa.

Tämä on vastakohta yllä mainitulle Harten EP-patenttihakemukselle, jossa sanomatoistot dekodataan yksi-
 35

tellen käyttämällä biteittäistä enemmistöäänestystä, ja se on myös vastakohta muihin tekniikan tason mukaisiin dekodeereihin nähden, jotka käyttävät vain viisinkertaista enemmistöäänestysdekoodausta eivätkä alemman kertaluvun enemmistöäänestyksiä, joita käytetään lyhytaikaisesti esillä olevassa kumulatiivisessa enemmistöäänestysproseduurissa. Esillä olevan keksinnön mukainen enemmistöäänestysproseduuri johtaa suurempaan oikean vastaanoton todennäköisyyteen vastaanottavalle puhelimelle osoitetun sanoman tapauksessa kuin tekniikan tason mukaiset tunnetut menetelmät, ja siten se johtaa alhaisempaan keskimääräiseen valmiustilan tehonkulutukseen kuin Harten EP-patenttihakemuksessa kuvattu laite.

Lisäksi esillä oleva keksintö menee tehonalennusmoodiin pääasiassa satunnaisesti CRC-tarkistuksen ollessa onnistunut, kun taas aiemmin mainittu EP-patentti perustuu yksinomaan MIN:n tutkimiseen.

Kuvio 6 kuvaa yksityiskohtaisemmin sopivaa Manchester-koodimodeemia. Pehmeiden bittiarvojen saamiseksi modeemilta pehmeissä enemmistöäänestyksissä käyttöä varten mukaan on lisätty sini- ja merkkifunktio-aulukko 21. Tämä modeemi toimii seuraavasti. Manchester-koodi FM:llä on ominaisuutena, sen vuoksi että taajuus moduloidaan yhtä alhaalta ja korkealta jokaisessa merkkijaksossa, että radiosignaalin vaihe palaa enemmän tai vähemmän samaan asentoon kunkin merkin lopussa. Tämä vaihe on lisäksi odotettujen vaihevaihteluiden puolivälissä merkin keskikohdassa vastaavasti arvoilla "1" ja "0", ja se on siksi sopiva komparaattorin vertailuarvoksi ykkösiä ja nolliä eroteltaessa. Kuitenkin tulee ilmaista myös ajoitus merkkien alulle ja keskikohdalle. Tämä on bittisynkronointiongelma, joka kaikkien digitaalisten tietoliikennejärjestelmien tulee ratkaista. Esillä olevassa keksinnössä se ratkaistaan kuvion 6 modeemissa ottamalla näytteitä vastaanottimen 20 annosta vaihetietokoneella ja näytteenottajalla 25

taajuudella kahdeksan näytettä Manchester-koodimerkkiä kohden ja lajittelemalla joka kahdeksas näyte demultiplekserin 24 avulla kahdeksan ehdokkaan virran antamiseksi prosessointia varten.

5 Prosessi muodostuu näiden virtojen tutkimisesta, jotka ovat ehdolla merkinpäättymisnäytteiksi ja keskibittinäytteiksi. Virran tutkimiseksi näytteenpäättymisehdokkaan osalta, lasketaan keskimääräinen vaihe vaiheenkeskiarvopiirin 27 avulla. Sen vuoksi kahdeksan vaiheen keskiarvopiiri 27, yksi kutakin virtaa varten, on järjestetty laskemaan vertailuvaiheen $\Phi(i)$ sillä olettamuksella, että näytevaihe edustaa merkin loppua. Kukin näistä vaihekeskiarvopiireistä 27 voi olla digitaalinen vaihelukittu silmukka, joka tutkii niin taajuusvirheen kuin vaiheenkin.

10 Kukin virta tutkitaan myös keskibitin näytevirtana vertaamalla vaihedifferentioijassa 28 vaihenäytettä $\Phi(i)$ vaiheen vertailuarvoon, joka on laskettu vastaavasta bitin lopun näytevirrasta. Jos (i) on keskibittinäyte, niin (i-4):n tulee olla loppubitin näyte ja sen vuoksi

15 $\Phi(i)$:tä verrataan vertailuvaiheeseen $\Phi(i-4)$. Tämä tehdään kokonaisina näyteajoituksina, eli:

$\Phi(7)$:ää verrataan vertailuarvoon $\Phi(3)$,
 $\Phi(6)$:ta verrataan vertailuarvoon $\Phi(2)$,
 $\Phi(5)$:tä verrataan vertailuarvoon $\Phi(1)$,
25 $\Phi(4)$:ää verrataan vertailuarvoon $\Phi(0)$,
 $\Phi(3)$:a verrataan vertailuarvoon $\Phi(7)$,
 $\Phi(2)$:ta verrataan vertailuarvoon $\Phi(6)$,
 $\Phi(1)$:tä verrataan vertailuarvoon $\Phi(5)$, ja
 $\Phi(0)$:aa verrataan vertailuarvoon $\Phi(4)$.

30 Kussakin tapauksessa saadun vaihe-eron katsotaan edustavan demoduloitua arvoa "1", jos se on välillä 0 ja +180 astetta, ja "0", jos se on välillä 0 ja -180 astetta. Nämä kovat päätökset suorittaa SIGN-toiminnelohko 21 ja ne syötetään kahdeksaan kuvioilmaisimeen 23. Kukin kahdeksasta kuvioilmaisimesta 23 vastaanottaa vastaavan antosigna-

35

lin kahdeksasta vaihedifferentioijasta 28 ja toimii yllä kuvatun menettelyn mukaisesti katkosekvenssien D ja synkronointisanojen S ilmaisemiseksi. Kun katkosekvenssi D ja synkronointisanat S ilmaistaan millä tahansa näyteajoituksella odotetun ikkunan sisällä, valintakytkin 26 laitetaan valitsemaan tuo näyteajoitus pehmeiden bittiarvojen antamiseen.

Pehmeät bittiarvot hakutaulukko 21 laskee olemaan SINI vaihe-eroista, jonka voidaan osoittaa olevan paras mahdollinen epälineaarinen painotus käytettäväksi vaihe-erojen pehmeässä enemmistöäänestysyhdistelmässä. Vaiheeron sinin ja kosinin käyttö pehmeinä bittiarvoina pehmeää dekodausta varten on kuvattu esim. US-patenttihakemuksessa sarjanro 08/053 860, Dent, otsikolla "Demodulaattori Manchester-koodatuille FM-signaaleille", arkistoitu 29 huhtikuuta 1993.

Valintakytkin 26 voi pysyä asetetussa asennossa ainakin suhteellisen lyhyen sanomajakson pituuden (463 bittiä) ajan, joka tarvitaan ennen uudelleensynkronointia esillä olevassa keksinnössä. Kuitenkin pitemmillä aikajaksoilla synkronoinnin välillä, tai tietyissä olosuhteissa, kuten esimerkiksi suurten aikadispersioarvojen esiintyessä kulkureitillä, voi olla edullista sallia valitsijan 26 sovittautua havaittuihin muutoksiin parhaalla mahdollisella näyteajoituksella esimerkiksi valvomalla jatkuvasti vaihevertailun keskiarvopiirien 27 tuottamaa laatusuuretta ja valitsemalla näyteajoitus, joka antaa parhaimman laadun käyttäen kahdeksan oton komparaattoria 29 valintakytkimen asennon määräämiseen.

Tulisi huomata, että kuvioilmaisimet 23 kuviossa 6 vastaavat katkosekvenssin ja synkronointisanan ilmaisinta 12 kuviossa 5. Valittu pehmeä bittiarvovirta syötetään kuvion 6 radiovastaanottimelta/demodulaattorilta 20 kuvion 5 kumulatiivisille enemmistöäänestyspiireille 13.

Kuvion 6 modeemi käyttää radiosignaalin vaihearvoja, eikä se pane merkille radiosignaalin hetkellisiä amplitudiarvoja. Parannettu suorituskyky voidaan saavuttaa prosessoimalla sekä radiosignaalin amplitudi että vaihe. Nämä voidaan saada sopivasti radiosignaalista LOGPOLAR-muodossa US-patentissa 5 048 059 kuvatun periaatteen mukaisesti. Logpolar-menetelmä on keino vahvistaa ja digitoida radiosignaalin koko vektorimuoto ilman vaivaa joutua muodostamaan ensin automaattisen vahvistuksenohjauksen arvo. Kompleksivektori tuotetaan polaari muodossa vektorisäteiden logaritmina ja vektorikulman vaiheena. Tämä voidaan muuntaa kartesiolaiseen $X + jY$ -muotoon käyttämällä siniä ja kosinia ja antilogaritmisia hakutaulukoita digitaalisessa signaaliprosessorissa. Tässä tapauksessa kuviossa 6 olevat vaiheen keskiarvopiirit 27 korvataan suorilla vektorikeskiarvopiireillä, jotka ottavat keskiarvon kompleksivektorin Z_i reaali- ja imaginaariosista vertailuvektorin Z_{8i} tuottamiseksi. Näyteajoituksen $Z(i)$ demodulointi vertailuarvon $Z(i-4)$ suhteen tapahtuu sitten laskemalla tulo

20

$$Z(i) \cdot \underline{Z}^*(i-4)$$

jossa * merkitsee kompleksikonjugaattia, ja ottamalla sitten imaginaariosan. Tässä tapauksessa tulos on suoraan sopivassa pehmeän arvon muodossa myöhempää enemmistöäänestyssummalaskentaa varten, eikä sille tarvitse suorittaa sinimuunnosfunktiota 21, kuten yllä esitettiin. Hyötynä tämän muotoisesta demodulaatiosta on, että bitit tai sanomatoistoilta, joihin kohdistuu vaimentuma, mikä alentaa radiosignaalin amplitudia, poistetaan painotus enemmistöäänestyssummalaskentaprosessissa verrattuna korkeilla signaalitasoilla vastaanotettuihin bitteihin ja jotka sen vuoksi ovat luotettavampia.

Havaitaan, että yllä mainitut signaalinkäsittelytoiminteet voidaan suorittaa käyttäen sopivaa ohjelmoita-

35

vaa digitaalista signaaliprosessoria (DSP) ja/tai tietokonetta, johon on ladattu sopivat ohjelmat. Sellainen laite voi toteuttaa Manchester-koodimodeemin, synkronoinnin ilmaisun, kumulatiivisen enemmistöäänestyksen ja CRC-tarkistuksen kuin myös sanomankäsittelyn. Edullinen toteutus käyttää DSP:tä Manchester-koodimodeemin, synkronoinnin ilmaisun ja kumulatiivisten enemmistöäänestyspiirin toteuttamiseen kunkin enemmistöäänestysvaiheen jälkeisten tulosten tullessa siirretyiksi mikroprosessorille, joka suorittaa CRC-tarkistuksen ja sanomankäsittelyn. Mikroprosessori toimii edullisesti kuvion 7 vuokaavion mukaisesti.

Kuvio 7 esittää menon valmiustilamoodiin matkapuhelimen päällekytkemisen yhteydessä tai edellisen puhelun päättyessä. Askeleessa 71 keskusajastin asetetaan käynnistämään vastaanotin tietyssä ikkunassa katko-osuuden D ja synkronointisanojen S etsimiseksi, mikä on esitetty askeleessa 72. Ikkuna alkaa kiinteällä hetkellä ennen kuin odotetaan seuraavaa synkronointia, ja se päättyy kiinteän ajan kuluttua sen jälkeen, esimerkiksi \pm yksi merkki. Vastaanottimen teho tulisi laskea niin pitkäksi aikaa kuin mahdollista, mutta ei niin pitkäksi aikaa että on olemassa sanasynkronoinnin menettämisen riski. Kysymys on vastaanottimen säätämisestä kuuntelemaan oikeaa kantoaaltoa juutta ja vertailuvaiheiden stabiloinnista Manchester-koodi demultiplekserissä.

Jos katkojaksoa D ja synkronointisanaa S ei ilmaista, prosessi palaa askeleeseen 71, jossa tehonalennusajastin nollataan. Havaittaessa katkojakso D ja synkronointisanat S aloitetaan kumulatiivinen enemmistöäänestysprosessi askeleessa 73, ja se jatkuu askeleissa 74 - 78, kunnes joko CRC täsmää tai kaikki toistot on vastaanotettu. Askellessa 73 enemmistöäänestyssummalaskurit nollataan. Prosessi etenee askeleeseen 74, jossa päätellään mikä sanomatyyppeä, A vai B, tulee vastaanottaa ja hypätä yli toista kanavaa vastaavista biteistä. Seuraava joukko

asiaan kuuluvia bittejä summataan askeleessa 75 ja CRC-tarkistus suoritetaan askeleessa 76. Jos kaikkia toistoja ei ole summattu ja CRC-tarkistuksen jälkeen on olemassa korjaamattomia virheitä, prosessi jättää väliin seuraavan bittijoukon (joka kuuluu eri tyyppiselle sanomalle) askeleessa 78 ja sitten se etenee summaamaan seuraavan joukon asiaan kulluvia bittejä askeleessa 75. Tapauksessa, jossa kaikki toistot on summattu, kuten askeleessa 77 on päätetty, ja summatut toistot sisältävät yhä korjaamattomia virheitä, tehonalennusajastin nollataan askeleessa 71 synkronoinnin etsimisen aloittamiseksi jälleen miltei välittömästi.

Siinä tapauksessa, että CRC-tarkistus ilmaisee virheettömän sanan ennen tai jälkeen kaikkien viiden prosessin, sanoman luonne tulee tarkistaa askeleessa 87 sen määrittämiseksi, kuinka kauan tehonalennusajastimen tulee toimia. Huomaa, että tehonalennusajastin aktivoidaan CRC-tarkistuksen yhteydessä sanomatyypistä riippumatta. Sanomatyypit ovat:

- 1) yhden sanan kutsu,
- 2) monen sanan kutsu,
- 3) yhden sanan täyte,
- 4) yhden sanan tiedotus/yleissanoma tai
- 5) monen sanan tiedotus.

Kahta sanoman biteistä käytetään erottamaan toisistaan yksisanaiset sanomat, ensimmäinen sana monisanaisesta sanomasta ja jatkosana monisanaisesta sanomasta. Sanomatyypin testaamisen jälkeen matkapuhelin joko jättää huomiotta loppuosan lähetysjaksosta alentamalla tehon siihen saakka, kun on seuraavien synkronointien aika, tai jättää huomiotta loppuosan jaksosta ja koko seuraavan jakson, tai poistuu valmiustilamoodista, koska on havaittu yhden tai kahden sanan kutsu, joka sisältää puhelimen MIN-bitit. Erityisesti jos sanoma on yhden sanan täyte, rutiini palaa askeleeseen 71 tehonalennusajastimen asettamiseksi. Jos

sanoma on yhden sanan radioitu yleissanoma, sana tallennetaan ja prosessoidaan askeleessa 88 ja sen jälkeen rutiini palaa askeleeseen 71.

5 Jos sanoman määritetään olevan yhden sanan kutsu askeleessa 87, niin liput nollataan ja tarkistetaan ensimmäiset 24 bittiä siltä varalta, että ne vastaisivat matkapuhelimen MIN:iä askeleessa 79. Jos bitit täsmäävät, matkapuhelin jättää valmiustilamoodin. Jos kyseiset 24 bittiä eivät täsmää, rutiini palaa askeleeseen 71.

10 Jos sanoman määritetään olevan ensimmäinen monen sanan sanomasta askeleessa 87, liput nollataan ja askeleessa 81 määritetään onko monen sanan sanoma kutsu vai radioitu yleissanoma. Jos kutsu on radioitu yleissanoma, niin O/H-lippu asetetaan askeleessa 80, sana tallennetaan ja prosessoidaan askeleessa 88, ja rutiini palaa askeleeseen 71. Jos kyseessä on kutsusanoma, ensimmäiset 24 MIN-bittiä tarkistetaan askeleessa 82. Jos ensimmäiset 24 bittiä täsmäävät matkaviestimen MIN:iin, niin lippu MIN1 asetetaan ja rutiini palaa askeleeseen 71. Jos kyseiset 24
15 bittiä eivät täsmää matkapuhelimen MIN:iin, seuraava jakso jätetään väliin askeleessa 84 ja rutiini palaa askeleeseen 71.
20

Jos sanoman määritetään olevan jatkosana askeleessa 87, rutiini etenee askeleeseen 85 lippujen tilan tarkistamiseksi. Askeleessa 85, jos yleislippu O/H on asetettu (yllä kuvatussa askeleessa 80), ohjelma etenee askeleeseen 88, jossa jatkosanan radioitu yleissanoma tallennetaan ja prosessoidaan. Jos MIN1-lippu on asetettu (yllä kuvatussa askeleessa 83), tarkistetaan viimeiset 10 MIN-bittiä. Jos
25 viimeiset 10 MIN-bittiä täsmäävät matkapuhelin MIN:iin, matkapuhelin jättää valmiustilamoodin. Jos ne eivät täsmää, rutiini palaa askeleeseen 71, jossa tehonalennusajastin asetetaan. Jos askeleessa 85 lippujen tilaa tarkistettaessa määritetään, että mitää lippua ei ole asetettu,
30

rutiini palaa askeleeseen 71, jossa asetetaan tehonalennusajastin.

Koska aikajakso virheettömän (tai korjattavissa olevan) sanan vastaanottamisen ja seuraavan ikkunan välillä vaihtelee sen mukaan, mikä toisto on vastaanotettu oikein, on tarpeen laskea tämä aikajakso, kuten EP-patentissa 0 473 465 tehdään. Mikroprosessori laskee ajastimeen asetetun nukkumisajan DSP:ltä tulevaan informaatioon perustuen. Tämä informaatio sisältää tiedon siitä mikä toisto dekodattiin. (DSP tietää kuinka kauan aikaa kului synkronointisanasta.) Mikroprosessori tietää kuinka paljon aikaa se käytti DSP:ltä tulevan bittivirran tarkistamiseen ja se tekee päätöksen tehon alentamiseksi lasketun aikajakson ajaksi.

Käyttäen yllä kuvattua keksintöä määritettiin suorituskyky keskimääräisenä aikaprosenttina, jonka vastaanotin on aktiivinen puhelimen ollessa lukittu kutsukanavalle, signaali-kohina-suhdetta vastaan. Korkealla signaali-kohina-suhteella on suurempi todennäköisyys vastaanottaa oikein ensimmäinen sanatoisto ja siten päättää prosessointi aikaisimmin tehon säästämiseksi mahdollisimman paljon. Kun signaali-kohina-suhdetta alennetaan, enemmistöäänestysprosessissa tulee summata keskimäärin enemmän sanatoistoja sanan dekoodaamiseksi oikein, joten tehonsäästö on pienempi. Kuvio 8 käyrä vertaa tehonsäästöprosenttia signaali-kohina-suhteeseen tällä keksinnöllä ("Summaus") verrattuna Harten mukaiseen laitteeseen ("Ei summausta"). Tämä on esitetty pessimistiselle tapaukselle, jossa kaikki sanomat ovat yhden sanan kutsuja. Jos kaikki sanat ovat kahden sanan kutsuja muille puhelimille, voitaisiin saavuttaa ainakin kaksinkertainen tehonsäästö. Tämä on verrattavissa kuvion 9 käyrään, joka on laskettu US-patenttihakemuksessa 572 409 kuvatulle keksinnölle, jopa käytettäessä samaa keksinnöllistä demodulaattoria, joka on kuvattu yllä mainitussa US-patenttihakemuksessa 08/053 860,

ja muiden olettamusten ollessa samat. Kuvio 9 on vertailu menetetyin sanoman todennäköisyydelle kyseisillä kahdella algoritmilla synkronointitekijöiden ollessa poistettu. Menetetty sanoma esiintyy jos mikään CRC-tarkistus ei onnistu, edes silloinkaan kun kaikki viisi toistoa on tarkistettu.

Samankaltaisia käyriä voidaan piirtää halutun sanoman oikean vastaanottotodennäköisyyden vertaamiseksi esillä olevan keksinnön tapauksessa ja US-patenttihakemuksella 572 409, mikä osoittaa, että esillä olevan keksinnön tavoite (kasvattaa oikean sanomadekoodauksen todennäköisyyttä samalla kun saadaan aikaan suuremmat tehonsäästöt aiemmin tunnettuihin keksintöihin verrattuna) on saavutettu.

Vaikka yllä kuvattu keksintö on kuvattu solukkopuhelimiin liittyen, sen ei ole tarkoitus olla siihen rajoittunut. Tämän keksinnön mukaista tehonsäästöjärjestelyä ja menetelmää voidaan käyttää edullisesti hälyttimissä, kaukohakulaitteissa ja missä tahansa muussa järjestelmässä, jossa on matkaviestimiä, jotka tunnistavat itse itsensä lähetettyjä sanomia vastaanotettaessaan. Lisämuunnelmat ja parannukset, jotka sisältävät tässä kuvatut perusperiaatteet, joista on esitetty patenttivaatimukset, ovat esillä olevan keksinnön piirissä ja sen hengen mukaisia.

Patenttivaatimukset:

1. Radioliikennejärjestelmässä, jossa on ainakin yksi tukiasema, joka palvelee yhtä tai useampaa matkaviestintä, menetelmä mainittujen matkaviestimien valmiustilan tehonkulutuksen alentamiseksi, mainitun menetelmän sisältäessä seuraavat vaiheet:

matkaviestin vastaanottaa sanomia mainitulta ainakin yhdeltä tukiasemalta, mainitun sanoman sisältäessä toistettuja informaatiobittilohkoja, kunkin lohkon sisältäessä tietyn määrän databittejä ja tietyn määrän tarkistusbittejä, joiden arvo riippuu mainituista databiteistä; ilmaistaan täsmäyksen ilmaisu, kun mainitut databitit ovat yhdenmukaiset mainittujen tarkistusbittien kanssa; ja

kytketään mainitun matkaviestimen osat pois päältä siihen saakka, kunnes odotetaan seuraavaa sanomaa, kun on generoitu täsmäyksen ilmaisu.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää lisäksi:

määritetään mainitun täsmäyksen ilmaisun generoinnin yhteydessä sanomatyypin, jota mainitut databitit edustavat; ja

tutkitaan, kuljettavatko mainitut databitit mainitun matkaviestimen tunnistenumeron, kun mainitun sanoman määritetään olevan kutsusanoma.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu tarkistus täsmäyksen ilmaisun vaihe sisältää bittivirheiden korjaamisen mainituista databiteistä.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää lisäksi seuraavan vaiheen:

lasketaan mainittujen toistettujen lohkojen mainittujen informaatiobittien arvojen summa.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että se sisältää lisäksi seuraavat vaiheet:

5 määritetään, onko mainittujen lohkojen kaikki toistot summattu, kun täsmäyksen ilmaisu ei ole generoitu; ja

10 kytetään pois osia mainitusta matkaviestimestä siihen saakka, kunnes odotetaan seuraavaa sanomaa, kun määritetään mainittujen lohkojen kaikkien toistojen olevan vastaanotettu.

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu summausvaihe summaa mainittujen informaatiobittien arvot pehmeällä enemmistöäänestyksellä.

15 7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu summausvaihe summaa mainittujen informaatiobittien arvot kovalla enemmistöäänestyksellä.

20 8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu summausvaihe sisältää summalaskureiden nollaamisen vastaanottaessa ensimmäinen toistetuista informaatiobittilohkoista.

25 9. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitussa ilmaisemisvaiheessa ilmaistaan, onko mainittu sanoma täytesanoma, jolla ei ole mitään merkitystä, radioitu yleissanoma, joka kaikkien matkaviestimien tulee käsitellä, vai kutsusanoma, joka sisältää matkaviestimen tunnistenumeron.

30 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitussa poiskytkemisvaihe lasketaan, milloin seuraavaa sanomaa tulee odottaa mainitun sanoman vastaanotettujen toistojen määrän ja mainitun sanoman tyyppin perusteella.

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu täsmäyksen ilmaisu sisältää jakson redudanssin tarkistuksen.

5 12. Radioliikennejärjestelmässä, jossa on ainakin yksi tukiasema, joka palvelee yhtä tai useampaa matkaviestintä, matkaviestimen vastaanotinpiiri, t u n n e t t u siitä, että se sisältää:

vastaanotinlohkon mainitulta ainakin yhdeltä tukiasemalta tulevien sanomien vastaanottamiseksi ja demoduloimiseksi, mainittujen sanomien sisältäessä toistettuja informaatiobittilohkoja, kunkin lohkon sisältäessä tietyn määrän databittejä ja tietyn määrän tarkistusbittejä, joiden arvot riippuvat mainituista databiteistä;

10

sanomantarkistuspiirin, jolla generoidaan täsmäyksen ilmaisu, kun mainitut databitit ovat yhdenmukaiset mainittujen tarkistusbittien kanssa; ja

15

tehonalennusajastimen, jolla kytketään osia mainitusta vastaanotinpiiristä pois päältä, kun generoidaan mainittu täsmäyksen ilmaisu.

20 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että se sisältää lisäksi:

sanomaprosessorin, jolla määritetään täsmäyksen ilmaisun generoinnin yhteydessä onko mainittu vastaanotettu sanoma kutsusanoma, joka sisältää matkaviestimen tunnustenumeron; ja

25

matkaviestimen tunnustenumeron ilmaisijan, jolla määritetään sisältääkö mainittu kutsusanoma matkaviestimen tunnustenumeron, ja jossa mainittu tehonalennusajastin aktivoidaan, kun mainittu kutsusanoma ei sisällä mainitun matkaviestimen tunnustenumeroa, ja joka saa mainitun matkaviestimen poistumaan valmiustilamoodista, kun mainittu sanoma sisältää ainakin osan mainitusta tunnustenumeroista.

30

14. Patenttivaatimuksen 12 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että mainittu sanomantarkistuspiiri sisältää kumulatiivisen enemmistöäänestyspiirin.

35

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu kumulatiivinen enemmistöäänestyspiiri suorittaa pehmeän enemmistöäänestyksen.

5 16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu kumulatiivinen enemmistöäänestyspiiri suorittaa kovan enemmistöäänestyksen.

17. Patenttivaatimuksen 12 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu vastaanotinlohko sisältää Manchester-koodidemodulaattorin.

10 18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu Manchester-koodidemodulaattori sisältää:

vaihetietokoneen ja näytteenottajan, jotka on kytketty mainitun radiovastaanottimen antoon;

15 demultiplekserin, joka on kytketty mainitun vaihetietokoneen ja näytteenottajan antoon;

vaiheen keskiarvon muodostavat piirit, jotka on kytketty mainitun demultiplekserin vastaaviin antoihin;

20 vaihedifferentioijat, jotka on kytketty mainittujen vaiheen keskiarvon muodostavien piirien vastaaviin antoihin; ja

sini- ja merkkifunktio-aulukon, joka on kytketty mainitun vaihedifferentioijan antoihin, bitin generoimiseksi pehmeää enemmistöäänestystä varten.

25 19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että mainittu Manchester-koodidemodulaattori sisältää lisäksi:

30 komparaattorin, joka vastaanottaa laatusuureen mainituilta vaiheen keskiarvon muodostavilta piireiltä ja generoi antoarvon, joka vastaa vaihetta jolla on paras laatu; ja

valintakytkimen, jolla valitaan mainitusta sini- ja merkkifunktio-aulukosta antoarvo, joka vastaa komparaattorin antoarvoa.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että mainittu Manchester-koodide-
modulaattori sisältää lisäksi kuvioilmaisimen, joka on
kytketty vastaanottamaan mainitun sini- ja merkkifunktio-
5 taulukon antoarvon.

21. Radioliikennejärjestelmässä, jossa on ainakin
yksi tukiasema, joka palvelee yhtä tai useampaa matkavies-
tintä, menetelmä mainittujen matkaviestimien valmiustilan
tehonkulutuksen alentamiseksi, t u n n e t t u siitä,
10 että se sisältää seuraavat vaiheet:

tukiasemalta lähetetään sanomia, kunkin sanoman
sisältäessä tietyn määrän sanoja, kunkin sanan tullessa
toistetuksi tietyn monta kertaa, ainakin yhden sanan si-
sältäessä tietyn määrän databittejä, jotka edustavat aina-
15 kin osaa minkä tahansa mainitun matkaviestimen tunnistenu-
merosta ja sisältäessä tietyn määrän tarkistusbittejä,
jotka riippuvat mainituista databiteistä;

matkaviestimessä nollataan tietty määrä summalas-
kureita, joka vastaa mainittujen databittien ja tarkistus-
20 bittien mainittua määrää;

vastaanotetaan ensimmäinen mainituista toistetuista
sanoista mainitussa matkaviestimessä ja summataan kunkin
bitin arvot vastaavaan summalaskuriin mainituista summa-
laskureista;

25 prosessoidaan mainittujen summalaskureiden sisäl-
tämät arvot, jotta voidaan määrittää, ovatko mainittuja
databittejä vastaavat arvot yhdenmukaiset mainittuja tar-
kistusbittejä vastaavien arvojen kanssa, ja generoidaan
ilmaisu täsmäyksestä tai täsmäämättömyydestä;

30 jos generoidaan mainittu täsmäämättömyysilmaisu,
vastaanotetaan toinen mainitun sanan toisto ja summataan
sen bittiarvot vastaaviin summalaskureihin;

toistetaan mainittua prosessointiaskelta, kunnes
kaikki sanatoistot on summattu tai kunnes generoidaan mai-
35 nittu täsmäyssi-signaali;

generoitaessa mainittu täsmäysilmaisu alennetaan teho mainitun matkaviestimen osista mainitun sanan jäljelle jäävien mainittujen toistojen ajaksi, ja sitten prosessoidaan edelleen mainitut summalaskuriarvot, jotta voidaan
 5 määrittää, täsmääkö mainitun sanan osa vastaavaan osaan mainitun matkaviestimen tunnistenumeron kanssa ja generoidaan täsmäys- tai täsmäämättömyysilmaisu; ja

mainitun täsmäämättömyysilmaisun generoinnin yhteydessä pidetään mainitun matkaviestimen osat alennetulla
 10 teholla samassa sanomassa olevien jäljelle jäävien sanojen siirron ajan.

22. Radiopuhelinjärjestelmässä, jossa on ainakin yksi tukiasema, joka palvelee yhtä tai useampaa matkaviestintä, menetelmä mainittujen matkaviestimien valmiustilan
 15 tehonkulutuksen alentamiseksi, t u n n e t t u siitä, että se sisältää seuraavat vaiheet:

lähetetään sanomia tukiasemalta informaatiobittilohkojen muodossa, joita toistetaan useita kertoja, kunkin lohkon sisältäessä tietyn määrän databittejä ja tietyn
 20 määrän tarkistusbittejä, jotka riippuvat mainituista databiteistä;

prosessoidaan mainitut toistetut lohkot sekventiaalisesti, jotta voidaan määrittää, ovatko missä tahansa lohkoissa olevat mainitut databitit yhdenmukaiset mainit-
 25 tujen tarkistusbittien kanssa, ja generoidaan täsmäys- tai täsmäämättömyysilmaisu vastaavasti; ja

kytketään tehon säästämiseksi mainitun matkaviestimen osat pois päältä mainitun täsmäysilmaisun generoinnin yhteydessä siihen saakka, kunnes mainittu tukiasema
 30 lähettää seuraavan toistettujen lohkojen joukon.

23. Matkaviestin, jolla on parannettu pariston kesto valmiustilamoodissa, t u n n e t t u siitä, että se sisältää:

vastaanottimen, jolla vastaanotetaan sekventiaalisesti äärellisen pituisia datasanomia, jotka on lähetetty radiosignaaleina tukiasemalta;

5 datademodulaattorin mainittujen vastaanotettujen signaalien prosessoimiseksi data-arvojen generointia varten;

dekooderin mainittujen data-arvojen dekadaamiseksi databittien generointia varten ja ilmaisun tuottamiseksi oikeasta tai virheellisestä dekodauksesta; ja

10 tehonalennusajastimen, jolla alennetaan minkä tahansa yllä mainitun komponentin tehonkulutusta määrätyn ajan sen jälkeen, kun on vastaanotettu ilmaisu oikeasta dekodauksesta mainitulta dekooderilta.

15 24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen matkaviestin, t u n n e t t u siitä, että mainittu tehonalennukseen kuluva määrätty aika kestää seuraavan sanoman alkuun saakka.

25. Patenttivaatimuksen 23 mukainen matkaviestin, t u n n e t t u siitä, että se sisältää lisäksi:

20 komparaattorin, jolla määritetään täsmävätkö mainitut databitit osaan mainitun matkapuhelimen puhelinnumera-
rosta, täsmäys- tai täsmäämättömyysilmaisun tuottamiseksi.

25 26. Kannettava radiojärjestelmä, jolla on parannettu pariston kesto valmiustilamoodissa, t u n n e t t u siitä, että se sisältää:

vastaanottimen, jolla vastaanotetaan sekventiaalisesti äärellisen pituisia datasanomia, jotka on lähetetty Manchester-koodattuina ja taajuusmoduloituina radiosignaaleina tukiasemalta;

30 Manchester-koodimodeemin mainittujen vastaanotettujen signaalien prosessoimiseksi mainitun Manchester-koodatun FM:n demoduloimiseksi ja vastaavien databittiarvojen tuottamiseksi;

35 synkronoinnin ilmaisijan, jolla mainitut bittiarvot prosessoidaan ennalta määrätyn databittikuvion ilmai-

semiseksi, joka merkitsee äärellisen pituisen sanoman alkua, ja nollaussignaalin tuottamiseksi;

5 ajoituksen ohjausyksikön, jolla lasketaan demoduloituja Manchester-koodimerkkejä, joka nollataan vastaanotettaessa mainittu nollaussignaali;

dekooderin, jolla mainittuja bittiarvoja prosessoidaan lisää sanoman määrittämiseksi ja ilmaisun tuottamiseksi sanoman virheettömästä vastaanotosta; ja

10 tehonalennusajastimen, jolla alennetaan minkä tahansa yllä mainitun osan tehonkulutusta ennalta määrätyn ajan sen jälkeen, kun mainitulta dekooderilta on vastaanotettu ilmaisu virheettömästä vastaanotosta.

27. Patenttivaatimuksen 26 mukainen kannettava radiojärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää
15 lisäksi:

komparaattorin, joka aktivoidaan vastaanotettaessa mainitulta dekooderilta ilmaisu oikeasta sanoman rekonstruoinnista, jotta voidaan määrittää sisältääkö sanoma mitään osaa mainitun kannettavan radiojärjestelmän tunnistenumeroista, ja vastaavan täsmäys- tai täsmäämättömyysilmaisun tuottamiseksi; ja
20

ohjaimen mainitun ennalta määrätyn tehonalennusajan vaihtelemiseksi mainitusta täsmäys- tai täsmäämättömyysilmaisusta riippuen.
25

28. Patenttivaatimuksen 26 mukainen kannettava radiojärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää
lisäksi:

30 tietyn määrän summalaskureita, jotka vastaavat databittien määrää kussakin sanomatoistossa, mainitun nollaussignaalin nollatessa mainitut summalaskurit; ja

enemmistöäänestyspiirin vastaavien databittiarvojen valitsemiseksi, jotka on demoduloitu mainituista sanomatoistoista, ja mainittujen valittujen databittiarvojen summaamisen vastaaviin laskureihin.

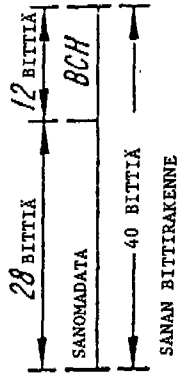


FIG. 1
TEKNIKAN TASO

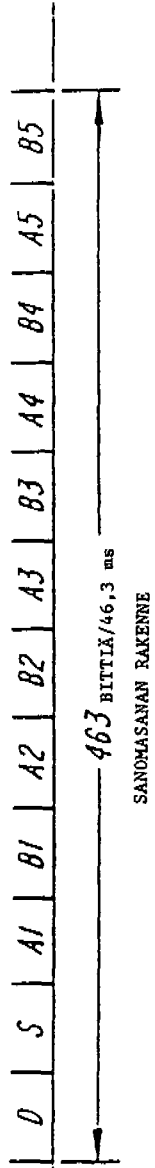


FIG. 2
TEKNIKAN TASO

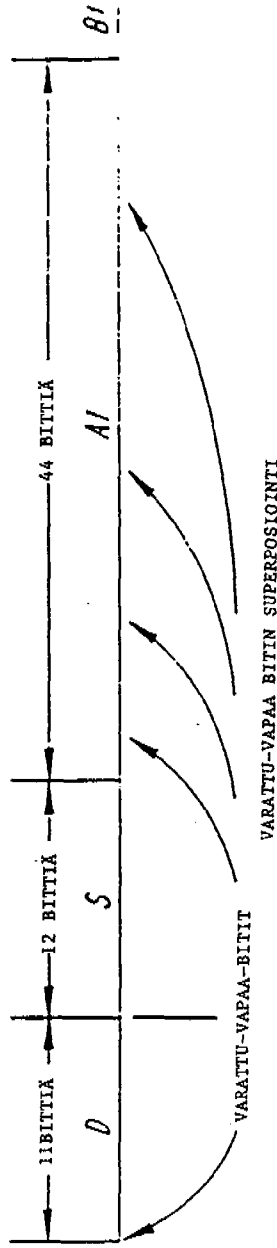


FIG. 3
TEKNIKAN TASO

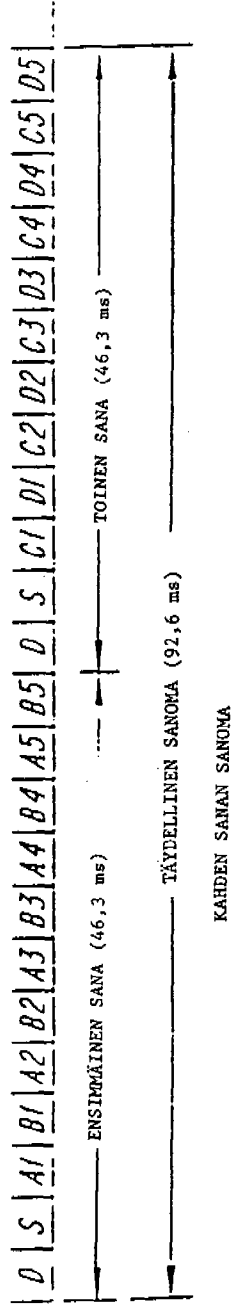


FIG. 4
TEKNIKAN TASO

FIG. 5

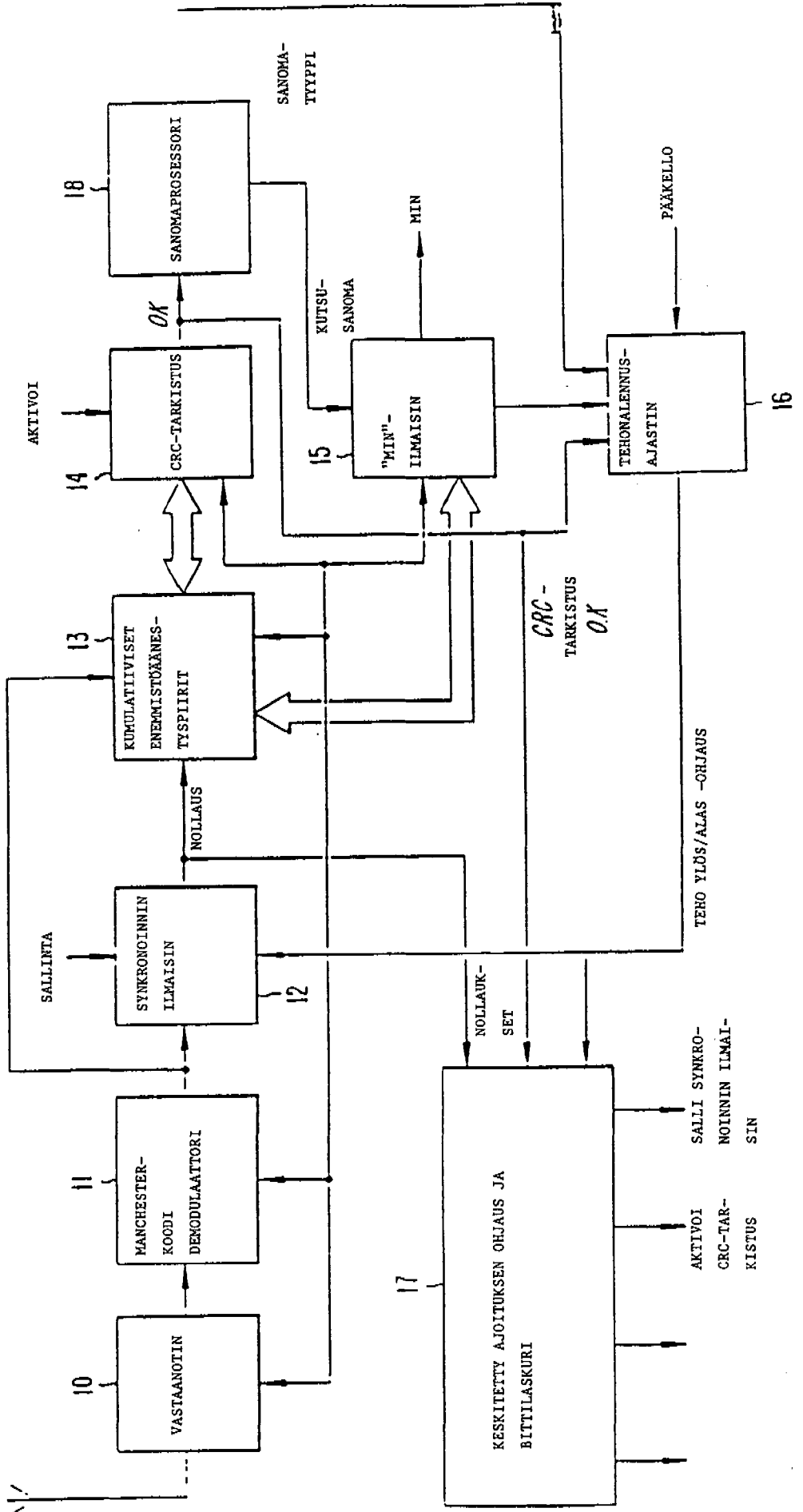


FIG. 6

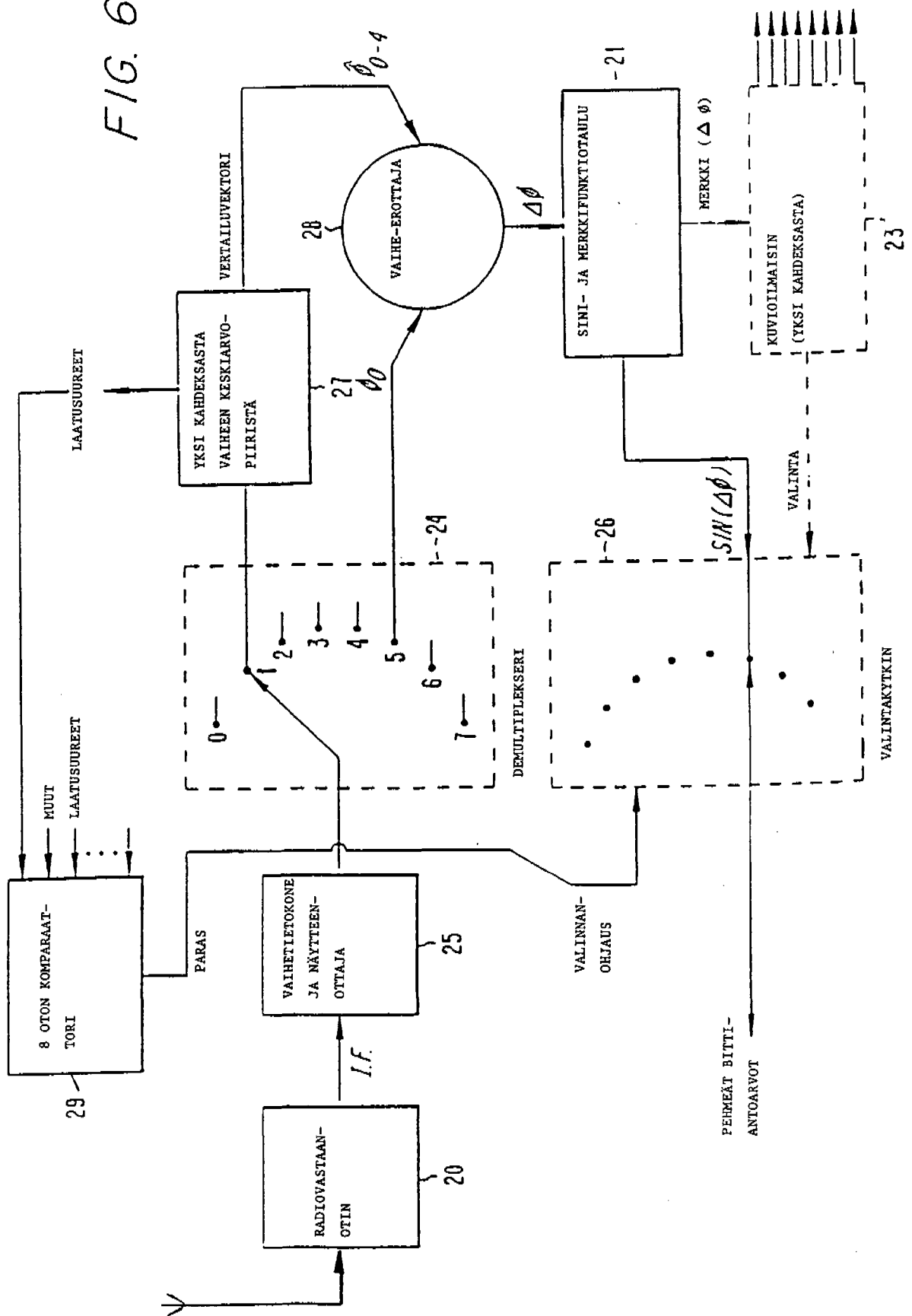


FIG. 8

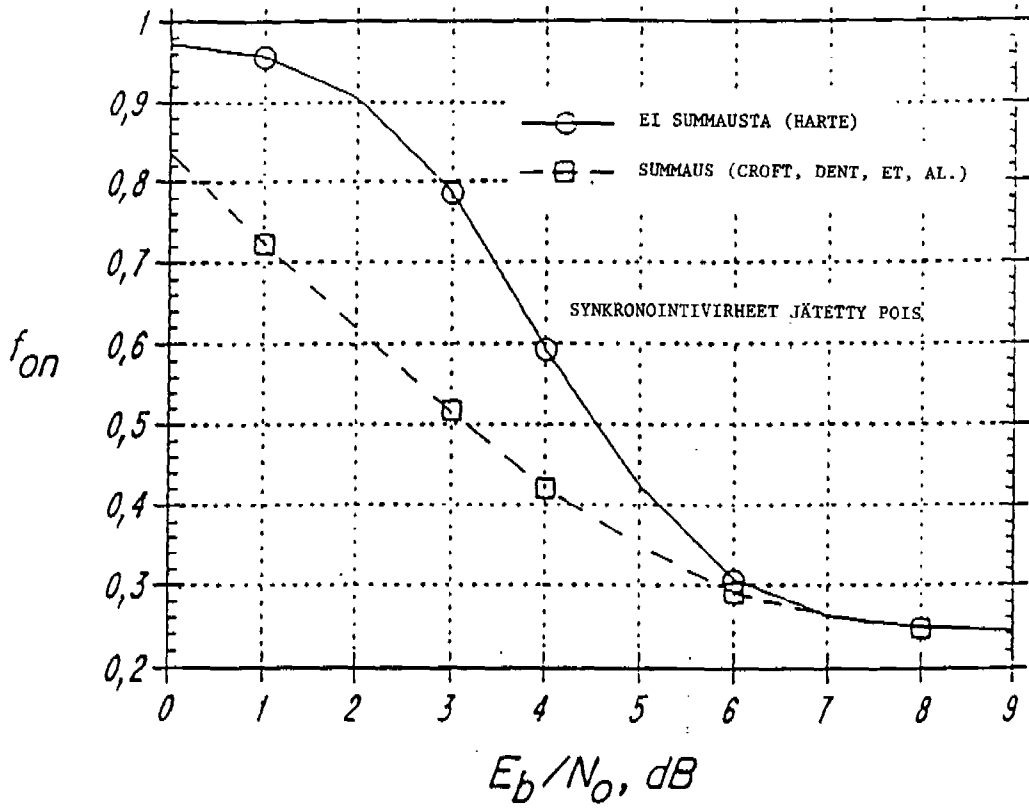


FIG. 9

