



F1000096081B



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT

96081

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 25 04 1996

(51) Kv.1k.6 - Int.c1.6

H 04L 27/04, H 03C 1/50

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	942374
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	20.05.94
(24) Alkupäivä - Löpdag	20.05.94
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	21.11.95
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.01.96

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Telecommunications Oy, Mäkkylän puistotie 1, 02600 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lindholm, Jari, Vatakuja 3 A 4, 00200 Helsinki, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laitteisto PAM-moduloidun signaalin muodostamiseksi
Förfarande och anordning för åstadkommande av en PAM-modulerad signal

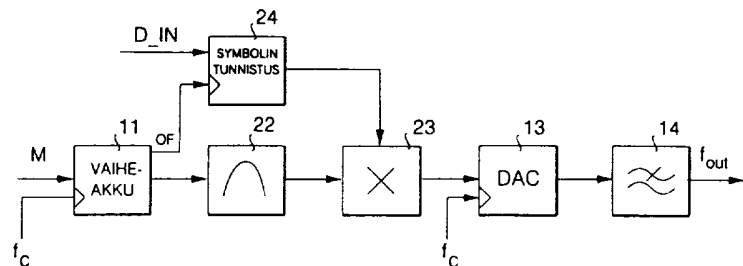
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 78857 (H 04L 27/04), US A 4992743 (H 03C 1/50)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto pulssiampplitudimoduloidun signaalin muodostamiseksi digitaalisen modulaation yhteydessä. Menetelmässä sisääntulevan bittivirran (D_{IN}) biteistä muodostetaan lähetettäviä symboleja. Jotta saavutettaisiin tarkka ajastus myös tilanteissa, joissa bittikello sisältää runsaasti värinää, (a) lähetettävän pulssin valmiiksi alipäästösuodatetun aaltomuodon näytearvoja talletetaan ainakin yhden symbolijakson ajalta muistiin (22), (b) muistista (22) luetaan näytearvoja kiinteätaajuaisen kellosignaalin (f_c , $4xf_c$) tahdissa, ja (c) muistista (22) luettu näytearvo kerrotaan ennalta määrättyllä kertoimella, jonka arvo muodostetaan vasteena kulloinkin lähetettävänä olevalle symbolille.

Uppfinningen hänför sig till en metod och apparatur för alstring av en pulsamplitud-modulerad signal i samband med digital modulering. Enligt metoden bildas symboler för sändning av det inkommande bitflödets (D_{IN}) bitar. För att uppnå en noggrann tidsräkning även i situationer då bitklockan innehåller mycken vibration, a) lagras provvärden av färdigt lågpasfilterad vågform på pulsen som skall sändas under minst en symbolperiod i minnet (22), b) ur minnet (22) läses provvärden i en takt given av en klocksignal med fast frekvens (f_c , $4xf_c$), och c) värdet som lästs ur minnet (22) multipliceras med en förutbestämd faktor, vars värde bildas som respons på den symbol som sändes.



Menetelmä ja laitteisto PAM-moduloidun signaalin muodostamiseksi

5 Keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä ja oheisen patenttivaatimuksen 6 johdanto-osan mukainen laitteisto PAM-moduloidun signaalin muodostamiseksi.

10 Erityisesti ns. HDSL-modeemissa (High Speed Digital Subscriber Line) on usein ongelmana se, että lähettimeen ulkopuolelta saatava ajastussignaali sisältää runsaasti värinää (jitter). Värinä pitää poistaa mahdollisimman hyvin, koska suurilla symbolinopeuksilla pienikin värinä huonontaa suorituskykyä. Erityisen suuret vaatimukset
15 ajastuksen tarkkuudelle asetetaan silloin, kun käytetään ns. kaiunpoistotekniikkaa. Tämä johtuu siitä, että kaiunpoistopisteessä vaaditaan signaaliarvoilta suurta tarkkuutta, jolloin pienikin epämääräisyys ajastuksessa saattaa aiheuttaa liian suuren virheen signaaliarvoon.

20 Laadultaan parempi kellosignaali voidaan generoida riittävästi värinää vaimentavan (eli riittävän kapeakais-taisen) vaihelukon avulla. Vaihelukko voidaan toteuttaa digitaalisena vaihelukkona tai analogisena vaihelukkona, jossa oskillaattorina käytetään jänniteohjattua kideoskillaattoria. Digitaalisen vaihelukon epäkohtana on kuitenkin se, että se generoi vaihehyppyjä, jotka ovat käytetyn pääkellon jakson pituisia. HDSL-modeemissa on kuitenkin tarve päästä jopa alle 10 ns vaihehyppyihin, jolloin
25 pääkellon taajuus pitäisi olla yli 100 MHz. Tämä on kuitenkin nykytekniikalla hieman liian korkea taajuus. Vastaavasti 5 ns vaihehyppyt vaatisivat jopa 200 MHz:n kellon,
30 jne. Jänniteohjatun kideoskillaattorin epäkohtana on se, että ko. komponenttia ei voida täysin integroida digitaaliseen piiriin. VCO:n lisäksi silmukkasuodatin on toteutettava analogiatekniikalla.
35

Sen sijaan, että käytettäisiin modeemin ulkopuolelta saatavaa kellosignaalia voidaan kellosignaali myös muodostaa modeemin sisällä. Mikäli kysymyksessä on moninopeusmodeemi, täytyy jakolukuina käyttää (kokonaislukujen lisäksi) usein myös murtolukuja, jotta kaikki käytettävät kello-
5 lotaajuudet saataisiin jakamalla modeemin sisäisen kellooskillaattorin taajuudesta. Tällöin syntyy generoitavaan kellosignaaliin värinää, eli tilanne on periaatteessa samanlainen kuin ulkoisen kellosignaalin tapauksessa.

10 Esillä olevan keksinnön pääasiallisena tarkoituksena onkin saada aikaan sellainen menetelmä ja laitteisto, joka takaa tarkan ajastuksen edellä kuvatuissa tilanteissa. Tämä saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä, jolle on tunnusomaista se, mitä kuvataan oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa, ja keksinnön mukaisella laitteistolla, jolle on tunnusomaista se, mitä kuvataan oheisen patenttivaatimuksen 6 tunnusmerkkiosassa.
15

Keksinnön ajatuksena on tallettaa lähetettävän PAM-pulssin valmiiksi suodatettu aaltomuoto muistiin ja kertoa
20 muistista kiinteätaajuisen kellosignaalin tahdissa luettavat näytearvot kertoimella, jota muutetaan kulloinkin lähetettävänä olevan symbolin mukaan.

Keksinnön mukainen ratkaisu mahdollistaa tarkan ajastuksen omaavan toteutuksen integroinnin täysin digitaaliseen piiriin. Haluttu tarkkuus saavutetaan valitsemalla riittävä bittitarkkuus.
25

Monet siirtotiet ovat myös jollain tavalla kaistarojoitettuja, jolloin lähetettävää pulssia pitää suodattaa. Keksinnön mukaisen menetelmän avulla pystytään digitaalinen suodatus yhdistämään yksinkertaisella tavalla samaan
30 laitteistoon, jolloin tarvitaan ainoastaan yksinkertainen analogiasuodatin poistamaan harmonisia spektrikomponentteja.

Seuraavassa keksintöä ja sen edullisia suoritusmuotoja kuvataan tarkemmin viitaten oheisten piirustusten
35

mukaisiin esimerkkeihin, joissa

kuvio 1a havainnollistaa suoran digitaalisen synteessin periaatetta,

5 kuvio 1b esittää kuvion 1 mukaisen laitteiston vaiheakun ulostulossa esiintyvää signaalia,

kuvio 1c esittää kuvion 1 mukaisen laitteiston sinitaulukon ulostulossa esiintyvää signaalia,

kuvio 2 esittää keksinnön mukaisen digitaalisen PAM-modulaation periaatetta,

10 kuvio 3 esittää keksinnön mukaisen laitteiston erästä edullista suoritusmuotoa, ja

kuvio 4 esittää kuvioiden 2 ja 3 mukaisissa laitteistoissa käytetyn vaiheenlisäyssi signaalin muodostamista.

Keksinnön ymmärtämisen helpottamiseksi kuvataan
 15 kuviossa 1a ensin suoran digitaalisen synteessin (DDS, Direct Digital Synthesis) periaatetta. DDS-järjestelmässä tuodaan vaiheakulle 11 vaiheenlisäyssi signaali M ja kellosignaali f_c . Vaiheakku muodostuu summaimesta ja pitopiiristä, jotka on kytketty peräkkäin, jolloin vaiheakku
 20 lisää arvon M entiseen arvoonsa jokaisella kellopulsilla. Vaiheakun arvoa kasvatetaan siis kellosignaalin f_c tahdisissa, jolloin vaiheakun ulostuloon muodostuu kuvion 1b mukainen kasvava ramppi. Vaiheakun ulostulossa oleva arvo kasvaa siis määrällä M aikavälin $1/f_c$ välein. Kun akussa
 25 tapahtuu ylivuoto, annetaan akun kierähtää ympäri (akkua ei siis nollata, vaan akun kierähtäessä ympäri vaihtuu laskentajakso ja uudeksi arvoksi tulee jälleen se arvo, joka vastaa uudella jaksolla ensimmäistä kellopulsia). Vaiheakun ulostulo on kytketty lukuosoitteeksi sinitaulukolle 12, johon on talletettu yksi jakso sinisignaalia.
 30 Sinitaulukon ulostulolla on tällöin arvo

$$\sin\left(\frac{\text{vaiheakun arvo}}{2^N} \cdot 2\pi\right)$$

missä N on vaiheakun leveys bitteinä. Sinitaulukolta saa-

tava digitaalinen sinisignaali, joka on esitetty kuviossa 1c, viedään digitaali/analogia-muuntimeen 13, jossa se muutetaan analogiseen muotoon. (Huomattakoon, että kuvioi-

5 taavina, vaan yhtä kuviossa 1b esitettyä rampia vastaa yksi sinijakso.) Analogisesta signaalista poistetaan harmoniset spektrikomponentit D/A-muunninta seuraavalla alipäästösuodattimella 14, jolloin suodattimen ulostuloon saadaan puhdas siniaalto. Sinisignaalin taajuus f_{out} on

10
$$f_{out} = M \times (f_c / 2^N) \quad (1),$$

missä N on vaiheakun leveys bitteinä ja M edustaa sitä vaiheennisäystä, joka suoritetaan jokaisella kellojaksolla. Vaiheakun leveyttä kasvattamalla voidaan taajuusresoluutio saada erittäin suureksi. Jos samalla sinitaulukko ja D/A-muunnin pidetään riittävän tarkkoina, saadaan ulostulotaajuus halutulla tarkkuudella.

15

Kuviossa 2 on esitetty, kuinka digitaalinen PAM-modulaatio lisätään keksinnön mukaisesti edellä esitettyyn DDS-järjestelmään. Sinisignaalin yhtä jaksoa vastaavien

20 näytteiden sijasta muistiin 22 on nyt talletettu yhden symbolijakson pituisen, valmiiksi alipäästösuodatetun PAMPulssin näytteet, ja muistin ulostuloon on kytketty yksinkertainen kertolaskupiiri 23. Sisääntuleva bittijono D_{IN} on kytketty symbolintunnistuspiirin 24 datasisäänmenoon, ja vaiheakun ylivuodosta kertova ulostulosignaali OF on

25 kytketty piirin 24 kellosisäänmenoon. Piirin 24 ulostulo on kytketty kertolaskupiirille 23. Vaiheakun 11 ulostulosignaalin arvo kasvaa edellä esitetyn mukaisesti kello-

30 signaalin f_c tahdissa. Tämä arvo antaa sen osoitteen, josta muistia 22 luetaan. Toisin sanoen, muistia 22 luetaan kellosignaalin f_c tahdissa vaiheakun ilmoittamista osoitteista. Muistista saadut aaltomuotonäytteet kerrotaan kertolaskupiirissä 23 kertoimella, jonka määrää symbolintunnistuspiiri 24 sen mukaan, mitä symbolia sen sisään-

35 menossa esiintyvät bitit vastaavat. Esim. käytettäessä

neljää eri symbolia eli neljää eri amplituditasoa (mitä käytetään jatkossa esimerkkinä) luetaan piirin 24 sisään aina kaksi bittiä kerrallaan (signaalin OF tahdissa). Riippuen siitä, mikä bittikombinaatioista 00, 01, 10 tai 11 on kulloinkin kysymyksessä, ohjaa piiri 24 kertolaskupiirin käyttämäksi kertoimeksi yhden luvuista +1, -1, +3 tai -3. Kun vaiheakussa tapahtuu ylivuoto (uusi symbolijakso alkaa), luetaan tunnistuspiirin 24 sisään seuraavat 2 bittiä, jolloin tunnistuspiiri antaa kertolaskupiirille uutta symbolia vastaavan kertoimen. Kertolaskupiirin ulostulosta saatava digitaalinen signaali muutetaan analogiseen muotoon D/A-muuntimessa 13 ja harmoniset spektrikomponentit poistetaan alipäästösuodattimella 14. Keksinnön mukaisessa menetelmässä lasketaan siis lähtösuodattimelle 14 näytearvo niillä ajanhetkillä, jolloin D/A-muunninta kelloitetaan, eikä D/A-muuntimen kellosignaalin vaihetta tai taajuutta muuteta.

Keksinnön mukaisesti on oleellista, että muistiin 22 on talletettu alipäästösuodatetun pulssin näytearvot, toisin sanoen, muistissa on valmiiksi suodatetun PAM-pulssin aaltomuoto. Oleellista on siis se, että jo ennen D/A-muunnosta suoritetaan suodatusta. Tällä tavoin lähetettävä pulssi (esim. sen nolloylityskohta) saadaan tarkemmin asetettua kohdalleen. Kun aaltomuoto ei muutu jyrkästi, voidaan sen paikka aika-akselilla säätää tarkasti esim. muuttamalla talletetusta aaltomuodosta otettavien näytteiden arvoja siten, että aaltomuodon paikka aika-akseliin nähden muuttuu (säätö voidaan tehdä kellosignaalista f_c riippumatta, vrt. kaava 1). Mikäli muistiin 22 talletetaan suodattamatonta aaltomuotoa vastaavat arvot, on lähetettävän pulssin paikka sidottu täysin kellosignaalin f_c reunoihin (esim. nouseviin reunoihin). Kellosignaaliin f_c kahta peräkkäistä nousevaa reunaa vastaava vaihtelu lähetettävän pulssin paikassa saattaa kuitenkin käytännössä aiheuttaa liian suuren epämääräisyyden.

Kuviossa 3 on esitetty eräs edullinen suoritusmuoto edellä kuvatusta perusratkaisusta. Samoista osista on käytetty samoja viitenumeroita kuin edellä kuvioissa 1a ja 2. Jotta saavutettaisiin parempi suodatustulos, pitää 5 lähetettäviä symboleita suodattaa enemmän kuin yhden symbolijakson ajalta. Tässä esimerkkitapauksessa on PROM-muistiin 22 talletettu yhden lähetettävän pulssin aaltomuoto neljän symbolijakson pituiselta ajalta. Käytännössä aaltomuoto voi vastata esim. sinc-pulssia. Symbolien arvot 10 syötetään tunnistuspiiriltä 24 peräkkäisten viive-elementtien 33 (joita on tässä esimerkissä 3 kappaletta) muodostamaan viivelinjaan. Yhden viiveyksikön viive vastaa symbolijakson pituutta, joten viivelinjassa on siis muistissa neljän viimeisimmän symbolin arvot (± 1 , ± 3). Aina uuden 15 symbolin tullessa vanhimman symbolin arvo poistuu muistista. Viivelinjan molemmista päistä ja viive-elementtien välistä on muodostettu sisäänmenot (4 kpl) multiplekserille 34, jonka avulla valitaan kulloinkin yhden symbolin arvo kertolaskupiirille 23. Laskettaessa yksi näyte D/A-muuntimelle 20 13 huomioidaan kaikki neljä symbolia. Tätä toimintaa kuvataan seuraavassa.

Vaiheakulta 11 saadaan jälleen vaihetieto kellosignaalin f_c tahdissa. Tässä tapauksessa laitteeseen on lisätty laskuri 31, joka askeltaa kellosignaaliin f_c verrattuna 25 nelinkertaisella taajuudella jatkuvasti yhdestä neljään (tilat 00, 01, 10 ja 11), jolloin laskurin kulloinenkin vaihe (eli mikä neljästä vaiheesta on kysymyksessä) määrää sen, mikä neljästä muistissa olevasta symbolijaksosta on kysymyksessä, ja myös sen, minkä symbolin arvo syötetään 30 multiplekserin 34 kautta kertolaskupiirille 23. Kun laskurin 31 lukema on 00, otetaan muistista 22 ensimmäistä symbolijaksoa vastaava näyte ja multiplekserin 34 kautta sitä vastaavan symbolin arvo, ja nämä kerrotaan kertolaskupii- rissä 23. Kun laskurin lukema on 01, otetaan muistista 22 35 seuraavaa symbolijaksoa vastaava näyte ja multiplekserin

kautta sitä vastaava, yhden symbolijakson verran viivästetyn symbolin arvo ja nämä kerrotaan kertolaskupiirissä 23. Vastaavasti laskurin vaiheita 10 ja 11 vastaavat aaltomuodon arvot kerrotaan niitä vastaavilla symboliarvoilla.

5 Neljän tällaisen peräkkäisen kertolaskun tulos summataan kertolaskupiirin perään kytketyssä akussa 35 ja tulos vietään D/A-muuntimelle 13. Näin saadaan jokaista kellosignaalin f_c jaksoa kohti edelleenkin yksi laskettu näyte D/A-muuntimelle 13, mutta tässä tapauksessa saadaan te-

10 hokkaampi suodatus kuin kuvion 2 esimerkissä. Muistia luetaan tässä tapauksessa nelinkertaisella nopeudella laskurin 31 määrätessä sen, mikä symbolijakso on kysymyksessä ja vaiheakun määrätessä vaiheen symbolijakson sisällä.

Kellosignaali f_c saadaan laitteen sisäisestä kiinteästä oskillaattorista (ei esitetty). Vaiheenlisäyksen

15 suuruus M saadaan puolestaan digitaalisesta vaihelukosta. Esim. jos kellosignaalin f_c taajuus on kymmenkertainen verrattuna bittikelloon ja käytetään edellä olevan esimerkin tapaan 2B1Q-koodausta, voidaan vaihelukko toteuttaa kuviossa 4 esitetyllä tavalla. Ulkoinen bittikello EXT_CLK (joka saattaa sisältää runsaasti värinää, kuten alussa mainittiin) tuodaan ensimmäisen taajuusjakajan 41 kautta

20 vaihevertailijan 43 ensimmäiseen sisäänmenoon. Taajuusjakajan jakoluku on tässä tapauksessa kaksikymmentä. Vaiheakun ylivuodosta kertova signaali OF (joka muodostaa silmukan takaisinkytkennän) tuodaan puolestaan toisen taajuusjakajan 42 kautta vaihevertailijan toiseen sisäänmenoon. Toisen taajuusjakajan jakoluku on tässä tapauksessa kymmenen. (Taajuusjakajien jakolukujen suhde vastaa symbolitaajuuden suhdetta bittitaajuuteen.) Digitaalisen silmukkasuodattimen 44 lähdöstä saadaan vaiheenlisäystä M edustava signaali.

Jos ajastus muodostetaan laitteen sisällä, voidaan vaiheenlisäykselle M valita jokin kiinteä arvo kaavan (1)

35 mukaisesti.

Laitteen sisällä muodostetun kellosignaalin f_c suhde symbolinopeuteen (ulkoiseen kellosignaaliin) ei ole ennalta määrätty, koska kellosignaalit tulevat eri lähteistä. Tällöin käy niin, että lähtevän symbolin esitys laske-
5 taan toisinaan 9 tai 11 vaiheessa (10 sijasta). Tämä ei kuitenkaan vaikuta alipäästösuodattimen toimintaan. D/A-muuntimen kellotustahdin (laitteen sisäisen kellosignaalin f_c) ei nimittäin, edellä esitetyn mukaisesti, välttämättä tarvitse olla mikään symbolinopeuden kokonaislukumoniker-
10 ta.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella edellä ja oheisissa patenttivaatimuksissa esite-
15 tyn keksinnöllisen ajatuksen puitteissa. Esim. talletettavan aaltomuodon pituus voi vaihdella halutun tarkkuuden tai käytettävissä olevan muistikapasiteetin mukaan (jolloin myös esim. laskurin 31 kellotaajuus muuttuu vastaavasti). Koska nykytekniikalla ei välttämättä kannata in-
20 tegroida kovin isoa ROM-muistia piirin sisään, voidaan aaltomuodon tallettamiseen käyttää myös erillistä ROM/RAM-muistia.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä pulssiampplitudimoduloidun signaalin muodostamiseksi digitaalisen modulaation yhteydessä, jonka menetelmän mukaisesti sisääntulevan bittivirran (D_IN) biteistä muodostetaan lähetettäviä symboleja, t u n n e t t u siitä, että
- lähetettävän pulssin valmiiksi alipäästösuodatetun aaltomuodon näytearvoja talletetaan ainakin yhden symbolijakson ajalta muistiin (22),
 - muistista (22) luetaan näytearvoja kiinteätaajuisen kellosignaalin (f_c , $4xf_c$) tahdissa, ja
 - muistista (22) luettu näytearvo kerrotaan ennalta määrätyllä kertoimella, jonka arvo muodostetaan vasteena kulloinkin lähetettävänä olevalle symbolille.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muistiin (22) on talletettu lähetettävän pulssin aaltomuoto yhden symbolijakson ajalta, jolloin kertolaskun tuloksena saatu arvo muodostaa suoraan digitaalisen PAM-signaalin näytearvon.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muistiin (22) on talletettu lähetettävän pulssin aaltomuoto usean symbolijakson ajalta, jolloin usean kertolaskuoperaation tulokset summataan (35) yhdeksi digitaalisen PAM-signaalin näytearvoksi.
4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että peräkkäiset näytearvot syötetään suoraan D/A-muuntimen (13) kautta analogiselle alipäästösuodattimelle (14).
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että muistista (22) kulloinkin luettavan näytearvon lukuosoitteen muodostuksessa käytetään vaiheakkua (11), jonka ulostuloarvo määrää symbolijakson kulloistakin vaihetta vastaavan näytearvon.
6. Laitteisto pulssiampplitudimoduloidun signaalin

muodostamiseksi digitaalisen modulaation yhteydessä, joka
laitteisto käsittää elimet (22-24; 22-24, 33, 34) lähetet-
tävien symbolien muodostamiseksi sisääntulevan bittivirran
(D_IN) biteistä, t u n n e t t u siitä, että mainitut
5 elimet käsittävät

- muistin (22), johon lähetettävän pulssin valmiiksi
alipäästösuodatetun aaltomuodon näytearvoja on talletettu
ainakin yhden symbolijakson ajalta,

10 - muistin (22) ulostuloon kytketyt kertolaskuelimet
(23) muistista (22) luetun näytearvon kertomiseksi ennalta
määrätyllä kertoimella, ja

- symbolintunnistuselimet (24) kertolaskussa käyte-
tyn kertoimen muodostamiseksi vasteena lähetettävälle
symbolille.

15 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto,
t u n n e t t u siitä, että muistiin on talletettu lähe-
tettävän pulssin aaltomuodon näytearvoja usean symbolijak-
son ajalta, jolloin mainitut elimet käsittävät lisäksi

20 - tallennuselimet (33) symboliarvojen tallettamisek-
si usean symbolijakson (T) ajalta, ja

- elimet (34) yhden symboliarvon valitsemiseksi
kulloinkin kertolaskuelimille, ja

- summauselimet (35) usean peräkkäisen kertolaskun
tuloksen summaamiseksi yhdeksi näytearvoksi.

25 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen laitteisto,
t u n n e t t u siitä, että mainitut tallennuselimet
käsittävät kolmen peräkkäisen viive-elementin (33) muodos-
taman viivelinjan.

30 9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto,
t u n n e t t u siitä, että se käsittää vaiheakun (11),
jonka ulostulosignaali on kytketty muistille (22) symboli-
jakson kulloistakin vaihetta vastaavan näytearvon lukemi-
seksi muistista (22).

Patentkrav

1. Förfarande för bildande av en pulsamplitudmodulerad signal i samband med digital modulering, enligt vilket förfarande symboler för sändning bildas av ett inkommande bitflödes (D_IN) bitar, k ä n n e t e c k n a t av att

5
- provvärden för en färdigt lågpasfilterad vågform hos en puls som skall sändas lagras i ett minne (22), vilka provvärden omfattar värden från minst en symbolperiod,

10
- provvärden avläses ur minnet (22) i en takt given av en klocksignal med fast frekvens (f_c , $4xf_c$), och

15
- provvärdet som lästs ur minnet (22) multipliceras med en förutbestämd faktor, vars värde bildas som svar på den symbol som skall sändas.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att vågformen hos pulsen som skall sändas har lagrats i minnet (22) under en tid som motsvarar en symbolperiod, varvid värdet som erhållits som produkt av multipliceringen direkt bildar provvärdet för en digital PAM-signal.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att vågformen hos pulsen som skall sändas har lagrats i minnet (22) under en tid som motsvarar ett flertal symbolperioder, varvid produkterna av ett flertal multipliceringar summeras (35) som ett provvärde för en digital PAM-signal.

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att successiva provvärden inmatas direkt i ett analogt lågpasfilter (14) via en D/A-omvandlare (13).

5. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att en fasackumulator (11) används för bildande av en läsadress för ett provvärde som läses ur

35

minnet (22), utgångsvärdet av vilken ackumulator bestämmer det provvärde som motsvarar symbolperiodens respektive fas.

5 6. Anordning för bildande av en pulsamplitudmodulerad signal i samband med digital modulering, vilken anordning omfattar organ (22-24; 22-24, 33, 34) för bildande av symboler för sändning av ett inkommande bitflödes (D_IN) bitar, k ä n n e t e c k n a d av att nämnda organ omfattar

10 - ett minne (22) dit provvärden för en färdigt lågpasfilterad vågform hos pulsen som skall sändas lagras, vilka provvärden omfattar värden från minst en symbolperiod,

15 - multipliceringsorgan (23) kopplade till minnets (22) utgång för multiplicering av provvärdet som lästs ur minnet (22) med en förutbestämd faktor, och

- symbolidentifieringsorgan (24) för bildande av faktorn som används i multipliceringen som svar på symbolen som skall sändas.

20 7. Anordning enligt patentkrav 6, k ä n n e t e c k n a d av att vågformen hos pulsen som skall sändas har lagrats i minnet under en tid som motsvarar ett flertal symbolperioder, varvid nämnda organ ytterligare omfattar

25 - lagringsorgan (33) för lagring av symbolvärden under en tid som motsvarar ett flertal symbolperioder (T),

- organ (34) för val av ett symbolvärde i varje enskilt fall för multipliceringsorganen, och

30 - summeringsorgan (35) för summering av produkter av ett flertal successiva multipliceringar till ett provvärde.

35 8. Anordning enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a d av att nämnda lagringsorgan omfattar en fördröjningslinje som består av tre successiva fördröjningselement (33).

9. Anordning enligt patentkrav 6, k ä n n e -
t e c k n a d av att den omfattar en fasackumulator (11)
med en utsignal som är kopplad till minnet (22) för av-
läsning av det provvärde som motsvarar symbolperiodens
5 respektive fas ur minnet (22).

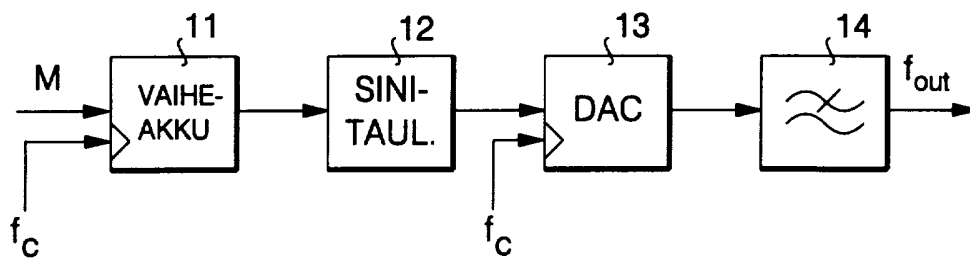


FIG. 1a

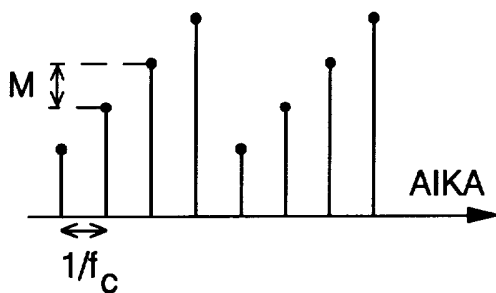


FIG. 1b

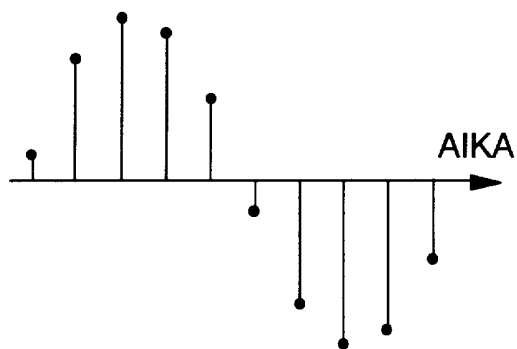


FIG. 1c

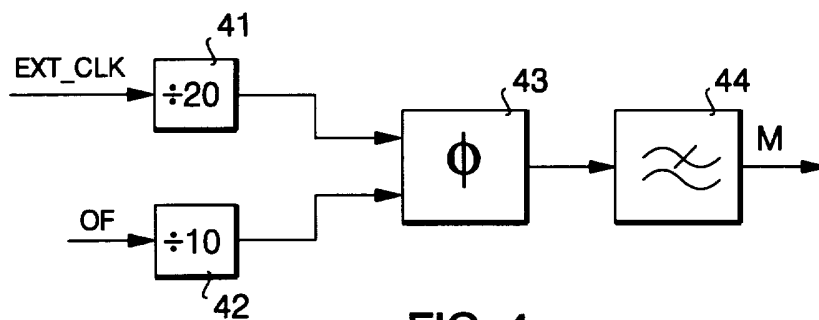


FIG. 4

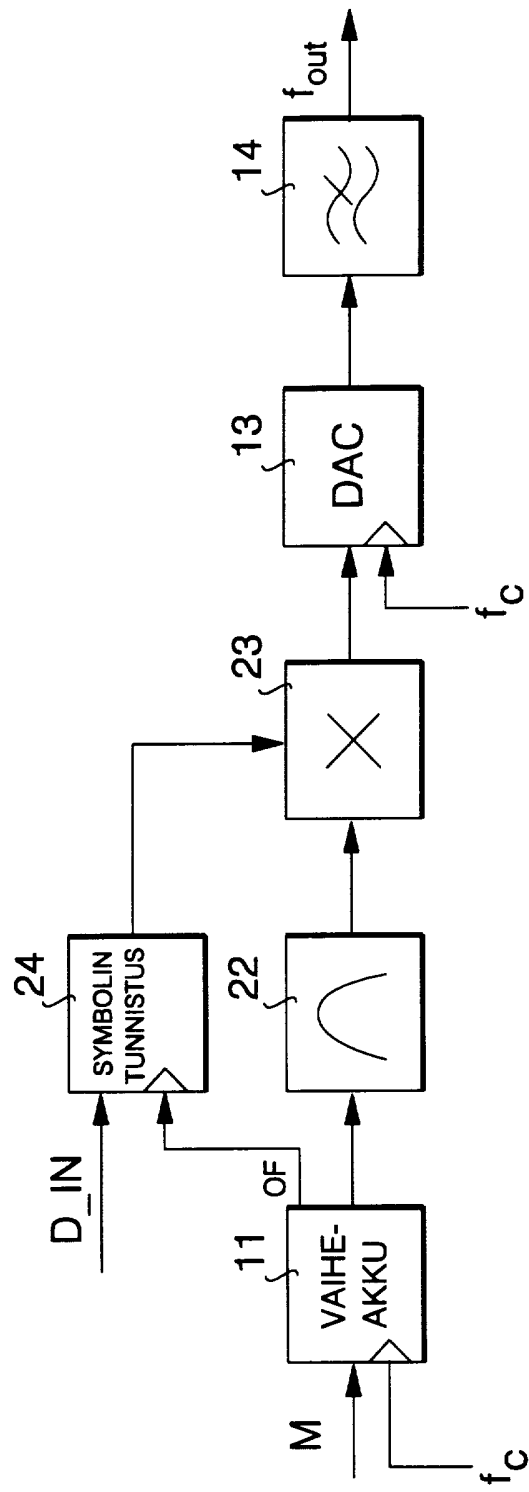


FIG. 2

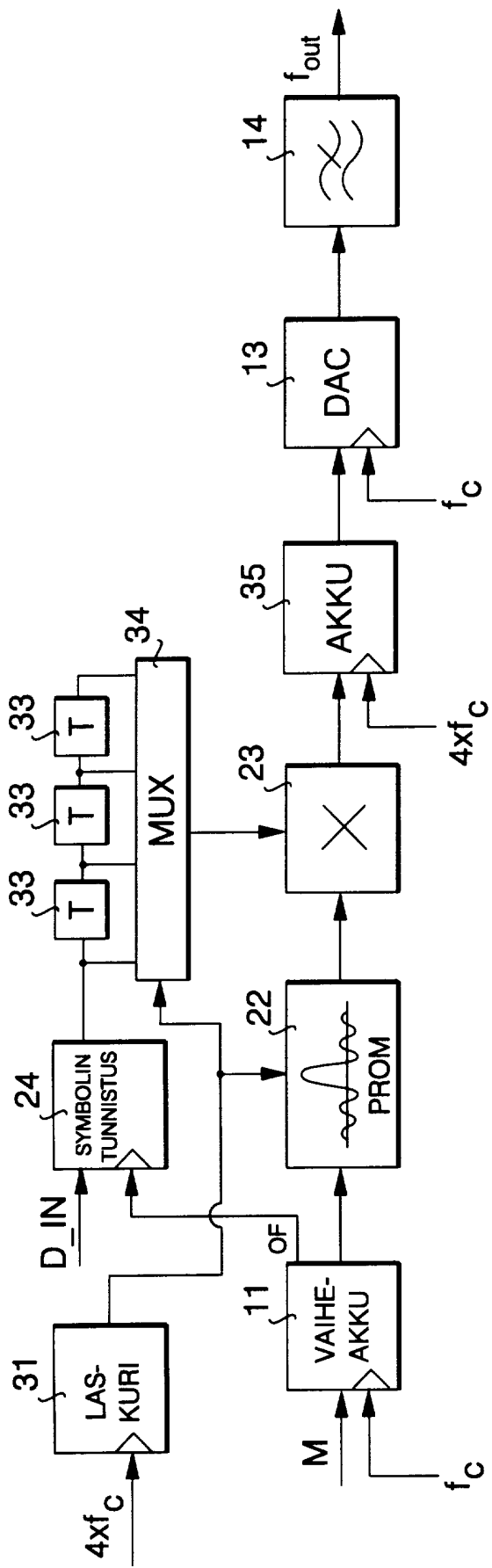


FIG. 3