



Uppfinningen avser en digital televisionsmottagare, vilken har en linjelåst klocka och inkluderar en partiellt digital, partiellt analog faslåst slinga (350), vilken regenererar två till kvadraturfasen hänfödda underbärvågssignaler, vilka används för synkron demodulering av krominanssignalkomponenterna i de sammansatta videosignalerna till två färginformationssignaler. Slingan inkluderar en analog, spänningsstyrd oscillator (342), vilken alstrar en signal som är oberoende av eventuella frekvensoregelbundenheter i den linjelåsta klocksignalen. En analog-digitalomvandlare (344) digitaliserar denna signal för bildande av den ena underbärvågssignalen ( $\sin(2\pi f_{SC}t)$ ), vilken anbringas på ett läsminne (348) för alstrande av den andra underbärvågssignalen ( $\cos(2\pi f_{SC}t)$ ). De två färginformationssignalerna (I Q) erhålls genom multiplicering (332, 334) av krominanssignalerna med den första och andra underbärvågssignalen. En faskomparator (336) fastställer fasen hos vektorsumman av de två färginformationssignalerna och jämför denna med ett önskat fasvärde för alstrande av en fasdifferenssignal. Fasdifferenssignalen filtreras och anbringas på en digital-analogomvandlare (340), vilken bildar frekvensstyrsignalen för den analoga, spänningsstyrda oscillatorn (342).

Vaihelukittu silmukka, joka sisältää analogia- ja digitaalikomponentteja

5 Esillä oleva keksintö liittyy vaihelukittuun silmukajärjestelmään (PLL) digitaalisessa signaalinkäsittelyjärjestelmässä, joka sisältää sellaisen kellosignaalinlähteen, jossa voi esiintyä taajuusepästabiilisuuksia.

Juovalukittu digitaalinen televisiovastaanotin on  
10 esimerkki digitaalisesta järjestelmästä, jossa voi olla epästabiili kellotaajuus. Tämän tyyppinen järjestelmä sisältää vaihelukitun silmukan, joka kehittää kellosignaalin, joka on lukittu vaiheeltaan sisääntulevien videosignaalien vaakasuuntaiseen juovasynkronointisignaalikomponenttiin.  
15

Kun tämä sisääntuleva signaali johdetaan ei-standardista lähteestä, sellaisesta kuten videonauhuri (VTR) tai videolevysoitin, vaakasuuntaisen juovasynkronointikomponentin taajuus ja vaihe voivat vaihdella juovalta toiselle.  
20 Tämä vaihtelu voi aiheutua nauhan venymisestä tai videonauhurin kuvapään väärästä kohdistuksesta, levyn epäkeskisyydestä tai moottorin nopeuden vaihteluista joko videonauhurissa tai levysoittimessa. Kellosignaalin, joka on synnytetty juovalukitulla vaihelukitulla silmukalla, taajuus  
25 muuttuu seurantavaihteluiksi vaakasuuntaisen juovasynkronointisignaalin taajuudessa tai vaiheessa. Tämän tyyppisellä vaihelukitulla silmukalla on yleensä suhteellisen lyhyt aikavakio, esimerkiksi luokkaa 10 - 15 vaakajuovajaksoa. Tämä aikavakio sallii vaihelukitun silmukan nopeasti seurata muutoksia juovataajuudessa näytteen lukumäärän juovaa  
30 kohti pitämiseksi oleellisesti vakiona läpi koko kuvakentän tai kuva-alan. Tämä piirre on toivottava televisiosignaalin käsittelyjärjestelmissä, jotka sisältävät kuvakentän tai kuva-alan tallennusmuistit.

35 Tämä seurantapiirre voi aiheuttaa ei-toivottavaa vä-

risignaalin säröytymistä digitaalista videosignaalia käsittelevissä järjestelmissä. Nämä järjestelmät demoduloivat synkronisesti videosignaalien värikomponentit käyttäen regeneroitua väriapukantoaaltosignaalia, joka on kehitetty digitaalisella vaihelukitulla silmukalla.

5 Ei-standardien videosignaalien väriapukantoaallon taajuus on suhteellisen stabiili, koska se synnytetään ki-deohjatulla oskillaattorilla videonauhurissa tai levysoittimessa. Videosignaalin väri-informaatio on kvadratuuri-amplitudi-moduloitu suhteessa tähän väriapukantoaaltotaajuuteen yhdistetyn videosignaalin värisignaalikomponenttien muodostamiseksi. Tämän värisignaalin demoduloimiseksi on regeneroidulle apukantoaaltosignaaliin, joka on kehitetty vaihelukitulla silmukalla, toivottavaa olla synkronisoitu alkuperäiseen apukantoaaltosignaaliin sekä taajuudeltaan 15 että vaiheeltaan. Koska väriapukantoaaltosignaali on vaimennettu standardissa yhdistetyssä videosignaalissa, vaihelukittu silmukka, joka regeneroi väriapukantoaaltosignaalin, lukittuu videosignaalien värivertailupurskekomponentteihin. Nämä komponentit esiintyvät ainoastaan kunkin vaakajuovan pienen osan aikana. Tämän seurauksena on väriapukantoaallon vaihelukitulle silmukalle toivottavaa kerätä vaihevirheet suhteellisen suurelta määrältä vaakajuovajaksoja sen varmistamiseksi, että jokainen mitattu vaihevirhe 25 on tarkka ja vähemmän videosignaalissa olevan kohinan häiritsemä. Siten videoapukantoaallon vaihelukitulla silmukalla on edullisesti paljon suurempi aikavakio kuin juovalukitulla vaihelukitulla silmukalla, joka synnyttää järjestelmän kellosignaalin. Tämä aikavakio voi olla esimerkiksi 30 luokkaa yksi kuvakenttäjakso.

Johtuen silmukka-aikavakioissa olevasta erosta ja siitä, että digitaalisen väriapukantoaallon vaihelukitun silmukan tuottaman signaalin taajuus riippuu juovalukitun kellosignaalin taajuudesta, näiden kahden vaihelukitun silmukan yhdistelmä voi aiheuttaa epästabiilisuuksia regene-

roituun väriapukantoaaltosignaaliin. Nämä epästabiilisuudet regeneroidussa väriapukantoaaltosignaalissa voivat puolestaan aiheuttaa ei-toivottua vääristymää synkronisesti demoduloituissa värisingnaaleissa.

5           Esillä oleva keksintö liittyy vaihelukittuun silmukkaan ja se tunnetaan

          analogisesta säädettävästä oskillaattorista, joka on vasteellinen analogiselle ohjaussignaalin säädettäväätaajuuksisen värähtelysignaalin synnyttämiseksi;

10           digitointivälineistä, jotka sisältävät analogia-digitaalimuuntimen ja jotka on kytketty mainittuun oskillaattoriin sellaisen digitaalisen signaalin synnyttämiseksi, joka sisältää N-bittisiä digitaalisia näytteitä, jotka edustavat mainittua värähtelysignaalia kellosignaalin määrittämällä ajanhetkillä, jolloin N on ykköstä suurempi kokonaisluku;

          vaihevertailuvälineistä, jotka on kytketty mainittuun analogia-digitaalimuuntimeen digitaalisen signaalin synnyttämiseksi, joka on verrannollinen digitointivälineiden synnyttämän signaalin ja vertailusignaalin väliseen vaihe-eroon; ja

          digitaali-analogiamuunninvälineistä, jotka ovat vasteelliset vaihevertailuvälineiden synnyttämille digitaalisille signaaleille mainitun analogisen ohjaussignaalin synnyttämiseksi, mainitun analogisen ohjaussignaalin säätäessä säädettävän oskillaattorin muuttamaan värähtelysignaalin taajuutta sellaiseen suuntaan, joka pyrkii saattamaan vaihevertailuvälineiden tuottamat signaalit lähestymään ennaltamäärättyä arvoa.

30           Vaihelukittu silmukka sisältää analogisen oskillaattorin, joka on vasteellinen ohjaussignaalin muuttuvataajuuksisen värähtelysignaalin synnyttämiseksi. Analogia-digitaalimuunnin (ADC) kehittää monibittiset digitaaliset näytteet, jotka edustavat värähtelysignaalia kellosignaalin määrittämällä ajanhetkillä. Nämä digitaaliset näytteet syö-

tetään vaihevertailijalle, joka vertailee digitaalista värähtelysignaalia digitaaliseen vertailusignaaliin ja tuottaa digitaalisen ulostulosignaalin, joka on verrannollinen värähtely- ja vertailusignaalien väliseen vaihe-eroon. Tämä vaihe-erosignaali syötetään sisääntulosignaalina alipäästösuotimelle. Alipäästösuotimen digitaalinen ulostulosignaali syötetään digitaali-analogiamuuntimelle, joka kehittää analogisen ohjaussignaalin analogista oskillaattoria varten. Muut keksinnölle tunnusomaiset piirteet ilmenevät epäitsenäisistä patenttivaatimuksista 2 ja 3. Esillä olevan keksinnön havainnollistavassa suoritusmuodossa analogia-digitaalimuuntimen bittien lukumäärä ja siten kvantisointiresoluutio on pienennetty ja analogia-digitaalimuuntimen ja vaihevertailijan väliin on sijoitettu seurantasuodatin.

15 Kuvio 1 on tekniikan tason mukaisen vaihelukitun silmukan lohkokaavio.

Kuvio 2A on tekniikan tason mukaisen digitaalisen oskillaattorin lohkokaavio, jota digitaalista oskillaattoria voidaan käyttää kuviossa 1 esitetyssä vaihelukitussa silmukassa, ja kuviot 2B ja 2C ovat aaltomuotokaavioita, jotka ovat käyttökelpoisia selitettäessä tämän digitaalisen oskillaattorin toimintaa.

Kuvio 3 on lohkokaavio digitaalisen televisiovastaanottimen osasta, joka toteuttaa esillä olevan keksinnön.

25 Kuvio 4 on lohkokaavio seurantasuotimesta, jota voidaan käyttää kuviossa 3 esitetyssä digitaalisen televisiovastaanottimen osassa.

Piirroksissa leveät nuolet edustavat väyliä monibittisiä rinnakkaismuotoisia digitaalisia signaaleja varten ja viivamaiset nuolet edustavat kytkentöjä, jotka siirtävät analogisia signaaleja tai yksibittisiä digitaalisia signaaleja. Elinten signaalinkäsittelynopeudesta riippuen saataan tarvita kompensoivia viive-elementtejä tietyillä signaalireiteillä. Digitaalisen piirisuunnittelun ammattilaiset tietäisivät, missä tällaisia viiveitä tarvittaisiin

kussakin järjestelmässä.

Kuvio 1 esittää tyypillisen vaihelukitun silmukka-järjestelmän. Säädettyvä oskillaattori 10 on vasteellinen ohjaussignaali C taajuudeltaan säädettyvän signaalin synnyttämiseksi. Vaiheilmaisoin 20 vertaa oskillaattorilla aikaansaatu signaalia vertailusignaaliin ja synnyttää ulostulosignaalin, joka on verrannollinen näiden kahden signaalin väliseen vaihe-eroon. Tämä vaihe-erosignaali syötetään alipäästösuotimelle 30, joka kehittää ohjaussignaalin säädettyvää oskillaattoria varten. Ohjaussignaali muuttaa oskillaattorin taajuutta suuntaan, joka pyrkii pienentämään näiden kahden signaalin välistä vaihe-eroa.

Puhtaasti digitaalinen vaihelukittu silmukka sisältää digitaalisen oskillaattorin, sellaisen kuten diskreettiaikaoskillaattori (DTO), joka on esitetty kuviossa 2A. Tällä oskillaattorilla on kolme komponenttia, summain 210, akkurekisteri 220 ja lukumuisti (ROM) 230. Akkurekisterin säilyttämää arvoa kasvatetaan sisääntulosignaali IN samanaikaisesti kellosignaalin CK kunkin pulssin kanssa. Rekisteriin 220 kertyneet arvot syötetään osoitteina ROM:ille 230. ROM 230 on ohjelmoitu aikaansaamaan jaksollisen ulostulofunktion, esimerkiksi siniaallon, digitaaliset näytteet ulostulosignaalin OUT vasteena akkurekisterin aikaansaimille osoitearvoille. Oletetaan, että rekisteri 220 on Mbittinen rekisteri ja että inkrementointisignaali IN syötetään diskreettiaikaoskillaattorille. Diskreettiaikaoskillaattorin aikaansaaman signaalin taajuutta ( $f_{\text{DTO}}$ ) voidaan esittää seuraavasti:

$$f_{\text{DTO}} = (IN/2^M) f_{\text{CK}} \quad (1)$$

missä  $f_{\text{CK}}$  on kellosignaalin CK taajuus. Esimerkit signaalista V, joka on aikaansaatu akkurekisterillä 220 ja signaalista OUT, joka on aikaansaatu ROM:lla 230, kun  $IN/2^M = 1/4$ , on esitetty kuvioissa 2B ja vastaavasti 2C.

Yhtälöstä (1) voidaan nähdä, että taajuus  $f_{\text{DFO}}$  voi muuttua vasteena kellotaajuuden muutoksille sekä muutoksille sisääntulon inkrementointisignaalin IN arvossa. Kun kello-signaali, joka syötetään diskreettiaikaoskillaattorille, on epästabiili ja diskreettiaikaoskillaattoria käytetään vaihelukitus-  
5 vaihelukitus silmukassa, jolla on aikavakio, joka on liian suuri seuraamaan muuttuvaa kellotaajuutta, vaihelukitun silmukan tuottama signaali saattaa omata taajuusepästabiilisuuksia.

Kuvio 3 on lohkokkaavio televisiosignaalin käsittelyjärjestelmän osasta, joka sisältää kaksi vaihelukittua silmukkaa 300 ja 350. Vaihelukittu silmukka 300 kehittää näyttteenottokello-signaalin CK, joka on vaihelukittu sisääntulevien videosaalien vaakasuuntaisiin juovasynkronointikomponentteihin. Vaihelukittu silmukka 350 on osittain analoginen ja osittain digitaalinen vaihelukittu silmukka, jossa digitaaliset komponentit on lukittu näyttteenottokello-signaaliin CK. Vaihelukittu silmukka 350 kehittää digitaaliset  
15 näyttteet, jotka edustavat väriapukantoaaltovertailusignaalia ennaltamäärätyssä vaiheessa  $\phi$  ja kehittää näyttteet signaalista, jonka vaihe on  $\phi + 90^\circ$ , joka on kvadratuurivaihe tähän signaaliin nähden. Näitä kahta signaalia käytetään demoduloimaan synkronisesti sisääntulevien videosaalien värisignaalikomponentit kahden  $90^\circ$  vaihe-erossa olevan värierosignaalin kehittämiseksi.  
20

Kuviossa 3 yhdistettyjen videosaalien 310 lähde, joka voi esimerkiksi sisältää perinteisen digitaalisen televisiovastaanottimen virittimen, välitaajuusvahvistimen ja videoilmaisimen, tuottaa yhdistetyt videosaalit analogia-digitaalimuuntimelle (ADC) 311. Digitaal-analogia-muunnin kehittää digitaaliset näyttteet, jotka edustavat yhdistettyjä videosaaleja kello-signaalin CK määrittämällä ajanhetkillä. Nämä digitaaliset yhdistetyt videosaalit syötetään synkronointisignaalin erotinpiirille 312.  
30 Tämä piiri 312 kehittää esimerkiksi signaalin HSYNC, joka  
35

edustaa yhdistettyjen videosignaalien vaakasuuntaista juo-  
vasynkronointisignaalikomponenttia. Signaali HSYNC syöte-  
tään vaihevertailijan 314 yhteen napaan. Sisäisesti synny-  
tetty vaakasuuntainen juovasynkronointisignaali HS syöte-  
5 tään vaihevertailijan 314 toiseen sisääntulonapaan. Pii-  
ristö, joka kehittää signaalin HS, selostetaan alla. Vai-  
hevertailija 314 voi esimerkiksi olla samanlainen kuin pii-  
ristö, joka on selostettu US-patenttijulkaisussa 4 506 175,  
jonka otsikko on "Digital Phase Comparator Circuit Pro-  
10 ducing Sign and Magnitude Outputs" ja joka näin otetaan mu-  
kaan viitejulkaisuna. Vaihevertailijan 314 tuottama signaa-  
li voi esimerkiksi vastata aikaviivettä vastaavien pulssi-  
signaalien HSYNC ja HS etureunojen välillä. Tällä signaa-  
lilla on positiiviset arvot, kun HSYNC-pulssien etureunat  
15 esiintyvät ennen HS-pulssien etureunoja ja negatiiviset ar-  
vot, kun HSYNC-pulssien etureunat esiintyvät HS-pulssien  
etureunojen jälkeen.

Vaihevertailijapiiristön 314 aikaansaama signaali  
syötetään alipäästösuotimelle 316. Suodin 316 on vaiheluki-  
20 tun silmukan 300 silmukkasuodin. Suotimen 316 aikaansaamat  
alipäästösuodatetut vaihe-erosignaalit syötetään digitaali-  
analogiamuuntimelle (DAC) 318. Analogia-digitaalimuunnin  
318 kehittää analogiset jännitearvot, jotka edustavat suo-  
datettuja vaihe-erosignaaleja, ja syöttää nämä arvot vaaka-  
25 juovataajuudella jänniteohjatuille oskillaattorille (VCO)  
320. Jänniteohjattu oskillaattori 320, joka voi olla suun-  
nittelultaan perinteinen, tuottaa näytteenottokellosigna-  
alin CK. Jänniteohjattu oskillaattori 320 on viritetty omaa-  
maan vapaa värähtelytaajuus, joka on noin R kertaa  $f_H$ .  
30 Esillä olevassa suoritusmuodossa R on vaakasuuntaisen juo-  
vataajuuden  $f_H$  harmonisen järjestysnumero, joka approksimoi  
väriapukantoaaltotaajuuden monikertaa. Esimerkiksi NTSC-  
järjestelmässä väriapukantoaaltosignaalin taajuus  $f_{sc}$  stan-  
dardi signaaleille on vaakasuuntaisen juovataajuuden puo-  
35 likkaan 455. harmoninen ja näytteenottokellosignaalin taa-

juus  $f_{CK}$  on nimellisesti neljä kertaa apukantoaaltosignaalin taajuus. Siten tässä suoritusmuodossa käytetyllä jänniteohjatulla oskillaattorilla on vapaa värähtelytaajuus, joka on noin 910 kertaa vaakasuuntainen juovataajuus ( $R =$   
5 910).

Jänniteohjatun oskillaattorin 320 ulostulosignaali syötetään Schmitt-liipaisinpiiristölle 321, joka kehittää suorakaideaaltokellosignaalin CK, jolla on taajuus  $f_{CK}$ , joka on yhtä suuri kuin  $Rf_H$ . Signaali CK syötetään taajuus-  
10 jakajapiiristölle 322. Piiristö 322 jakaa signaalin CK taajuuden arvolla R, jotta kehitetään signaali HS, jonka taajuus on oleellisesti yhtä suuri kuin  $f_H$ . Kuten yllä esitettiin, signaali HS syötetään vaihevertailijan 314 toiseen sisääntulonapaan.

Piiristö 322 voi esimerkiksi sisältää 10-bittisen laskurin (ei esitetty), joka on suunniteltu uudelleen asetettavaksi, kun saavutetaan laskenta-arvo 910. Taajuusjakajapiiristö 322 voi lisäksi sisältää piirieleментit (ei esitetty), jotka on kytketty laskuriin ilmaisemaan laskenta-  
20 arvot, jotka vastaavat purskeaikavälin alkamista ja päättymistä, ja synnyttämään purskeveräjäsignaali BG, joka kattaa aikavälin, jonka nämä laskenta-arvot kussakin vaakasuuntaisessa juovajaksoissa määrittävät.

Vaihelukittu silmukka 300 synnyttää kellosignaalin CK, joka seuraa ei-standardin signaalin vaihtelevaa juovataajuutta, jotta aikaansaadaan oleellisesti tasainen määrä näyttteenottokellopulsseja juovalta toiselle. Esillä olevassa suoritusmuodossa vaihevertailijan 314, alipäästösuotimen 316, digitaali-analogiamuuntimen 318, jänniteohjatun oskillaattorin 320, Schmitt-liipaisimen 321 ja taajuusjakajapiiristön 322 vahvistuskertoimet on valittu saavuttamaan suodinaikavakio, joka on noin 15 vaakasuuntaista juovajaksoa, ja vaimennuskerroin 2. Nämä vahvistusarvot riippuvat piirielementeistä, joita käytetään vaihelukitus-  
35 vaihelukitun silmukan suunnittelun ammattilainen voi hel-

5 posti laskea ne. Selostus vahvistusarvojen, vaimennusker-  
toimen ja vaihelukitun silmukan aikavakion välisistä riip-  
puvuussuhteista voidaan löytää julkaisusta, jonka tekijä on  
Gruen, W.J. ja jonka otsikko on "Theory of AFC Synchroniza-  
tion", Proceedings of the IRE, August 1953, sivut 1043 -  
1048, joka julkaisu otetaan tähän mukaan viitejulkaisuna.

10 Yhdistetyt videosignaalit lähteestä 310 syötetään  
myös Y/C-erotinpiiristölle 330. Piiristö 330 voi sisältää  
esimerkiksi alipäästösuotimen ja kaistanpäästösuotimen va-  
loisuus- ja värikaistasignaalikomponenttien erottamiseksi  
yhdistetyistä videosignaaleista. Nämä valoisuus- ja väri-  
kaistasignaalit ovat saatavilla piiristön 330 ulostuloväy-  
lillä YB ja vastaavasti CB.

15 Erotetut värikaistasignaalikomponentit syötetään  
kertojille 332 ja 334, jotka käyttäen vaihelukitulla silmu-  
kalla 350 tuotettuja signaaleja, demoduloivat värisignaalit  
kahdeksi kvadratuurivaihesuhteessa olevaksi kantataajuisek-  
si värierosignaaliksi, esimerkiksi I ja Q.

20 Nämä värierosignaalit syötetään vaihevirheilmaisii-  
melle 336. Vaihevirheilmaisii 336 voi kehittää esimerkiksi  
ulostulosignaalin, joka edustaa demoduloitujen signaalien,  
jotka edustavat värivertailupurskesignaalia, vektorisumman  
ja vertailuvaihearvon välistä vaihe-eroa. Vaihevirheilmai-  
sin 336 voi sisältää esimerkiksi piiristön (ei esitetty)  
25 kantataajuuksien I ja Q näytearvojen keräämiseksi erikseen  
purskeaikavälin aikana ja kerääntyneiden I-arvojen jakami-  
seksi kerääntyneillä Q-arvoilla, jotta kehitetään arvot,  
jotka edustavat purskesignaalin vaihetta suhteessa I- ja Q-  
näytteiden näytteenottohetkiin. Nämä arvot voidaan vähentää  
30 vertailuarvosta, joka edustaa haluttua purskevaihetta, jot-  
ta synnytetään vaihevirhearvo vaihelukitun silmukan 350 oh-  
jaamiseksi. Ilmaisimen 336 kehittämät vaihevirhearvot syö-  
tetään alipäästösuotimelle 338 nopeudella yksi näyte vaa-  
kasuuntaista juovajaksoa kohden. Alipäästösuodin 338 on  
35 vaihelukitun silmukan 350 silmukkasuodin. Silmukka 338 on

lukittu vaihelukitun silmukan 300 synnyttämällä signaalilla HS.

Alipäästösuotimen 338 tuottamat suodatetut vaihe-erosignaalit syötetään digitaali-analogiamuuntimelle 340.

5 Digitaali-analogiamuunnin 340 kellotetaan signaalilla HS ja se kehittää analogisen ohjaussignaalin jänniteohjatulle oskillaattorille 342. Jänniteohjattu oskillaattori 342, joka voi olla suunnittelultaan perinteinen, sisältää resonanssikiteen 343, joka aiheuttaa jänniteohjatulle oskillaattorille

10 le 342 vapaavärähtelytaajuuden, joka on oleellisesti yhtä suuri kuin väriapukantoaallon taajuus  $f_{sc}$ . Digitaali-analogiamuuntimen 340 tuottaman suodatetun vaihe-erosignaalin ohjauksen alaisena jänniteohjattu oskillaattori 342 tuottaa regeneroidun apukantoaaltosignaalin, joka muuttaa taajuutta

15 seuraten muutoksia demoduloitujen I- ja Q-värierosignaalien välisessä vaihesuhteessa purskeaikavälin aikana. Jänniteohjatun oskillaattorin 342 tuottama regeneroitu apukantoaaltosignaali digitoidaan analogia-digitaalimuuntimella 344, jota kellotetaan näytteenottokellosignaalilla CK. Keksinnön

20 ensimmäisessä suoritusmuodossa analogia-digitaalimuunnin 344 tuottaa 8-bittisiä näytteitä, jotka edustavat regeneroitua väriapukantoaaltosignaalia ja jotka syötetään suoraan kertojalle 334 ja ROM:lle 348. Seurantasuodinta 346 (esitetty katkoviivalla) ei käytetä tässä suoritusmuodossa.

25 ROM 348, jota kellotetaan näytteenottokellosignaalilla CK, muuntaa analogiadigitaalimuuntimen 344 tuottaman digitaalisen signaalin, joka voidaan esittää yhtälöllä  $\text{SIN}(2\pi f_{sc}t)$  kvadratuurivaihesuhteessa olevaksi digitaaliseksi signaaliksi, joka voidaan esittää yhtälöllä  $\text{COS}(2\pi f_{sc}t)$ . ROM:n

30 348 aikaansaama signaali syötetään kertojalle 332. Kertojat 332 ja 334 kertovat Y/C-erottimella 330 tuotetut värisignaalit kvadratuurivaihesuhteessa olevat signaalit, jotka on aikaansaatu ROM:lla 348 ja analogia-digitaalimuuntimella

35 344, jotta aikaansaadaan vastaavat kantataajuiset I- ja Q-värierosignaalit.

Koska jänniteohjatulla oskillaattorilla 342 tuotetun regeneroidun apukantaaltosignaalin taajuus on oleellisesti riippumaton kellosignaalista CK, ovat kertojilla 332 ja 334 tuotetut I- ja Q-värierosignaalit oleellisesti vapaita vääristymästä, joka liittyy kellosignaalin CK oleviin taajuusepästabiilisuuksiin. Tämä vähentynyt vääristymä saavutetaan digitaali-analogiamuuntimen 340 ja analogia-digitaalimuuntimen 344 avulla, jotka sisältyvät vaihelukittuun silmukajärjestelmään. Yllä selostetussa keksinnön suoritusmuodossa digitaali-analogiamuunnin 340 muuntaa alipäästösuotimen 338 tuottaman signaalin neljä eniten merkitsevää bittiä (MSB) analogiseksi ohjaussignaalksi jänniteohjattua oskillaattoria 342 varten ja analogia-digitaalimuunnin 344 muuntaa jänniteohjatulla oskillaattorilla 342 tuotetun regeneroidun apukantaaltosignaalin 8-bittiseksi digitaalsiksi näytteiksi.

Keksinnön toisessa suoritusmuodossa analogia-digitaalimuuntimen 344 kvantisointiresoluutiota pienennetään esimerkiksi kahdeksasta bitistä neljään bittiin sijoittamalla seurantasuodin 346 analogia-digitaalimuuntimen 344 ja kertojan 334 ja ROM:n 348 väliin. Seurantasuodin 346 kasvattaa sinimuotoisen signaalin resoluutiota neljästä kahdeksaan merkitsevään bittiin, samalla kun se tarkasti seuraa muutoksia vaiheessa ja taajuudessa. Koska neljäbittinen analogia-digitaalimuunnin käyttää ainoastaan 16 vertailijaa, kun taas 8-bittinen analogia-digitaalimuunnin käyttää 256 vertailijaa, keksinnön tämä toinen suoritusmuoto saattaa olla taloudellisempi.

Tässä käytettynä termi "seurantasuodin" tarkoittaa suodinta, jolla on taajuusvastekäyrä, jolla on oleellisesti kiinteä kaistanleveys ja säädettävissä oleva keskitaajuus.

Kuvio 4 on lohkoakaavio digitaalisesta vaihelukitusta silmukasta, jota voidaan käyttää seurantasuotimenä 346. 4-bittiset digitaaliset näytteet, jotka edustavat jänniteohjatun oskillaattorin 342 tuottamaa analogista signaalia,

syötetään vaihevertailijan 410 yhteen sisääntuloporttiin. Vaihevertailija 410, joka voi olla suunnittelultaan esimerkiksi perinteinen 4-bittinen kertoja, vertaa näitä näytettä vaihelukitun silmukan ulostulosignaalin neljään eniten merkittävään bittiin, jotka tuotetaan ROM:lla 422. Vaihevertailijan 410 ulostulosignaali on digitaalinen signaali, joka edustaa vaihe-eroa seurantasuotimen 346 ulostulosignaalin ja analogia-digitaalimuuntimen 344 tuottaman vertailusignaalin välillä. Tämä vaihe-erosignaali syötetään suotimelle 412, joka on vaihelukitun silmukan silmukkasuodin. Suodin 412 omaa alipäästötyyppisen taajuusvastekäyrän sillä taajuuskaistalla, jonka vaihevertailijan 410 tuottama signaali käyttää. Suotimen 412 tuottama suodatettu vaihe-erosignaali kytketään summaimelle 414, jossa se summataan kiinteään inkrementointiarvoon K, joka aikaansaadaan digitaalitarvojen lähteestä 416. Summaimen 414 kehittämä digitaalinen signaali syötetään inkrementointisisääntulosignaalinä diskreettiaikaoskillaattorille 430. Diskreettiaikaoskillaattori 430 toimii samalla tavoin kuin kuvioiden 2A-2C yhteydessä selostettu diskreettiaikaoskillaattori. Inkrementointisisääntulosignaali kerääntyy rekisterissä 420, kun inkrementointisisääntulo toistuvasti lisätään rekisterin 420 sisältöön summaimessa 418. Koska rekisterillä 420 on kiinteä määrä bittejä, siinä syntyy jaksottaisesti ylivuoto ja se tuottaa näin jaksottaisen ulostulosignaalin, joka vastaa kolmioaaltomuotoa. Tämä ulostulosignaali syötetään ROM:lle 422, joka on ohjelmoitu esimerkiksi tuottamaan rekisterin 420 kehittämien osoitearvojen sinin, joka on normalisoitu  $2\pi$ -radiaaneiksi. ROM 422 tuottaa digitaalisen signaalin, jolla on 8 bitin resoluutio. Kuten edellä esitettiin, tämän signaalin neljä eniten merkittävää bittiä syötetään vaihevertailijan 410 sisääntulo-osaan takaisin-kytkentäsilukan täydentämiseksi.

Yllä esitettyssä esimerkissä rekisteri 420 voi olla esimerkiksi 20-bittinen rekisteri ja arvo K voi olla esi-

merkiksi  $2^{18}$  tai 262 144. Keksinnön tässä suoritusmuodossa alipäästösuotimen 412 tuottamat arvot normalisoidaan siten, että suodatettujen vaihe-eroarvojen eniten merkitsevä bitti vastaa digitaalista arvoa  $2^{17}$ .

5           Esillä olevassa suoritusmuodossa digitaalisen vaihelukitun silmukan erilaisten komponenttiosien vahvistusker-  
toimet valitaan siten, että saavutetaan silmukka-aikavakio, joka on noin 15 vaakasuuntaista juovajaksoa. Tämä aikavakio on riittävä salliakseen vaihelukitun silmukan seurata  
10 analogia-digitaalimuuntimen 344 tuottaman signaalin vaihe- ja taajuusmuutoksia sekä kaikkia taajuusepästabiilisuuksia diskreettiaikaoskillaattorin 430 tuottamassa signaalissa, jotka epästabiilisuudet saattavat liittyä kellosignaaliin CK. Lisäksi tämä aikavakio on riittävän pitkä keräämään  
15 riittävän määrän 4-bittisiä näytteitä, jotka analogia-digitaalimuunnin 344 tuottaa, sellaisen ulostulosignaalin kehittämiseksi, jolla on 8 bitin kvantisointiresoluutio.

## Patenttivaatimukset

1. Vaihelukittu silmukajärjestelmä digitaalisessa  
signaalinkäsittelyjärjestelmässä, joka sisältää sellaisen  
5 kellosignaalinlähteen, jossa voi esiintyä taajuusepästabiili-  
suuksia, t u n n e t t u :

analogisesta säädettävästä oskillaattorista (342),  
joka on vasteellinen analogiselle ohjaussignaalin säädettävätaajuuksisen värähtelysignaalin synnyttämiseksi;

10 digitointivälineistä, jotka sisältävät analogia-  
digitaalimuuntimen (344) ja jotka on kytketty mainittuun  
oskillaattoriin sellaisen digitaalisen signaalin synnyttä-  
miseksi, joka sisältää N-bittisiä digitaalisia näytteitä,  
jotka edustavat mainittua värähtelysignaalia kellosignaalin  
15 määrittämällä ajanhetkillä, jolloin N on ykköstä suurempi  
kokonaisluku;

vaihevertailuvälineistä (336), jotka on kytketty  
mainittuun analogia-digitaalimuuntimeen digitaalisen sig-  
naalin synnyttämiseksi, joka on verrannollinen digitointi-  
20 välineiden synnyttämän signaalin ja vertailusignaalin väli-  
seen vaihe-eroon; ja

digitaali-analogiamuunninvälineistä (340), jotka  
ovat vasteelliset vaihevertailuvälineiden synnyttämille di-  
gitaalisille signaaleille mainitun analogisen ohjaussignaalin  
25 synnyttämiseksi, mainitun analogisen ohjaussignaalin  
säätäessä säädettävän oskillaattorin muuttamaan värähtely-  
signaalin taajuutta sellaiseen suuntaan, joka pyrkii saat-  
tamaan vaihevertailuvälineiden tuottamat signaalit lähesty-  
mään ennaltamäärättyä arvoa.

30 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen vaihelukittu sil-  
mukajärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että digitointi-  
välineet edelleen sisältävät seurantasuotimen (346), joka  
on kytketty mainittuun analogia-digitaalimuuntimeen ja joka  
on vasteellinen sillä tuotetuille signaaleille digitaalisen  
35 lisäsignaalin kehittämiseksi, joka edustaa mainittua väräh-

telysignaalia ja jolla on hienempi kvantisointiresoluutio kuin analogia-digitaalimuuntimen tuottamalla signaalilla, jolloin mainittu digitaalinen lisäsignaali on digitoitivälineiden ulostulosignaali.

5           3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen vaihelukittu silmukajärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että seurantasuodin sisältää digitaalisen vaihelukitun silmukan, joka käsittää:

10           digitaalisen oskillaattorin (430), joka on vasteellinen kellosignaali ja taajuudensäätösignaalille sellaisen digitaalisen signaalin kehittämiseksi, jolla on oleellisesti sama taajuus kuin analogia-digitaalimuuntimen tuottamalla signaalilla ja joka sisältää M-bittisiä digitaalisia näytteitä, missä M on lukua N suurempi kokonaisluku;

15           vaihevertailuvälineet (410), jotka on kytketty digitaaliseen oskillaattoriin ja analogia-digitaalimuuntimeen sellaisen signaalin kehittämiseksi, joka on verrannollinen niiden tuottamien vastaavien signaalien väliseen vaiheeroon; ja

20           alipäästösuotimen (412), joka on kytketty vaihevertailuvälineisiin sen tuottaman vaihe-erosignaalin integroimiseksi, jotta kehitetään mainittu taajuudensäätösignaali digitaalista oskillaattoria varten;

25           jolloin mainitulla digitaalisella vaihelukitulla silmukalla on aikavakio, joka on riittävä seuraamaan kaikkia sellaisia vaihemuutoksia digitaalisen oskillaattorin tuottamassa värähtelysignaalissa, jotka liittyvät taajuus-epästabiilisuuksiin kellosignaalisissa.

## Patentkrav

1. Faslåst slingsystem i ett digitalt signalbehandlingssystem, som innehåller en klocksignalkälla där frekvensoregelbundenheter kan förekomma, k ä n n e t e c k n a t av

5 en analog reglerbar oskillator (342) för att alstra en oskillingringssignal med reglerbar frekvens som gensvar på en analog styrsignal,

10 digitaliseringsmedel som innehåller en analog-digitalomvandlare (344) och som kopplats till nämnda oskillator för att alstra en digital signal som innehåller N-bits digitala sampel, vilka sampel representerar nämnda oskillingringssignal vid tidpunkter som definieras av klocksignalen, varvid N är ett heltal som är större än ett,

15 fasjämförelsemedel (336), som kopplats till nämnda analog-digitalomvandlare för att alstra en digital signal som är proportionell mot fasskillnaden mellan den av digitaliseringsmedlen alstrade signalen och en jämförelsesignal, och

20 digital-analogomvandlingsmedel (340) för att alstra nämnda analoga styrsignal som gensvar på den av fasjämförelsemedlen alstrade digitala signalen, vilken analoga signal styr oskillatorn med reglerbar frekvens till att ändra oskillingringssignalens frekvens i en sådan riktning, som

25 eftersträvar att de av fasjämförelsemedlen alstrade signalerna konvergerar med ett visst i förväg definierat värde.

2. Faslåst slingsystem enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att digitaliseringsmedlen

30 dessutom omfattar ett till nämnda analog-digitalomvandlare kopplat spårfilter (346), vars signaler den gensvarar på, för att alstra en digital tilläggssignal som representerar nämnda oskillingringssignal och som har en finare kvantiseringsresolution än den av analog-digitalomvandlaren alstrade

35 de signalen, varvid nämnda digitala tilläggssignal är digi-

taliseringsmedlens utsignal.

3. Faslåst slingsystem enligt patentkravet 2,  
k ä n n e t e c k n a t därav, att spårfiltret innehåller  
en digital faslåst slinga som omfattar

5           en digital oskillator (430), som gensvarar på klock-  
signalen och en frekvenskontrollsignal, för att alstra en  
digital signal som har väsentligen samma frekvens som den  
signal som alstrats av analog-digitalomvandlaren, och som  
innehåller M-bits digitala sampel, där M är ett större hel-  
10       tal än N,

          fasjämförelsemedel (410), som kopplats till den  
digitala oskillatorn och till analog-digitalomvandlaren,  
för att alstra en signal som är proportionell mot fasskill-  
naden i de signaler som dessa alstrat,

15           ett lågpasfilter (412), som för att alstra nämnda  
frekvenskontrollsignal för den digitala oskillatorn kopp-  
lats till fasjämförelsemedlen för integrering av fasskill-  
nadssignalen som alstrats av dessa,

          varvid nämnda digitala faslåsta slinga har en lämp-  
20       lig tidsfaktor för att följa med alla sådana fasföränd-  
ringar i den av den digitala oskillatorn alstrade oskille-  
ringssignalen, som hör i hop med frekvensoregelbundenheter-  
na i klocksignalen.

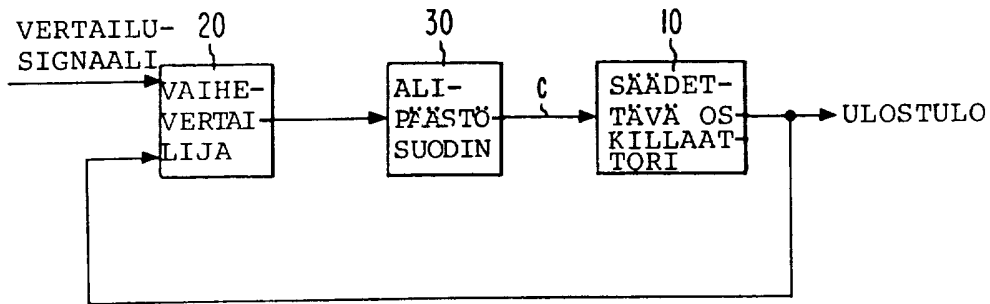


Fig. 1

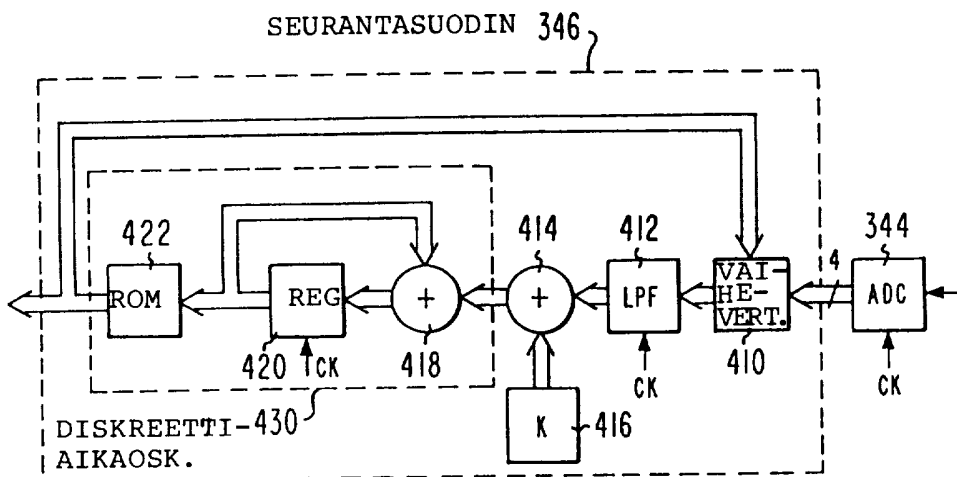
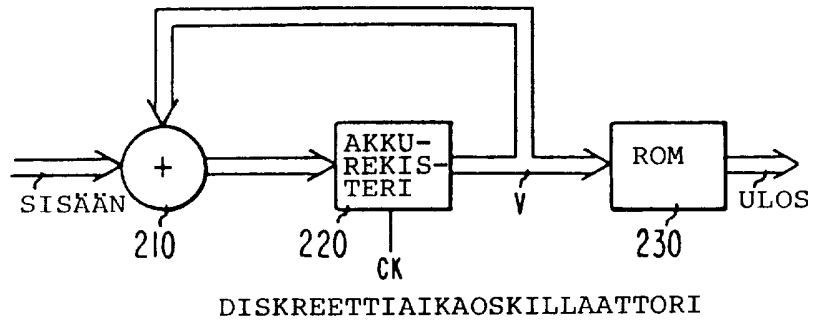
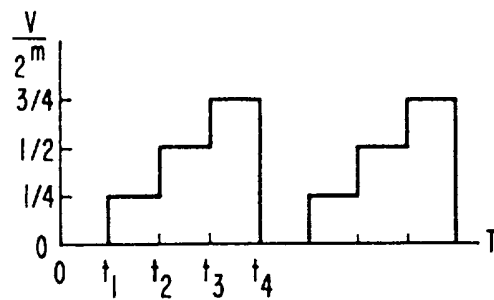


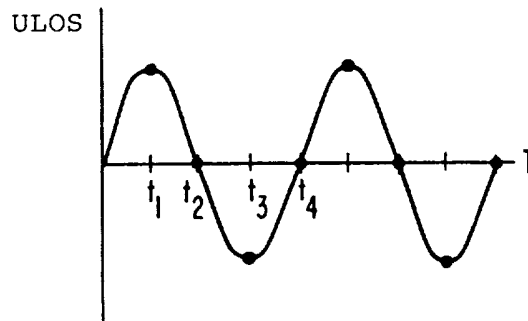
Fig. 4



**Fig. 2A**



**Fig. 2B**



**Fig. 2C**

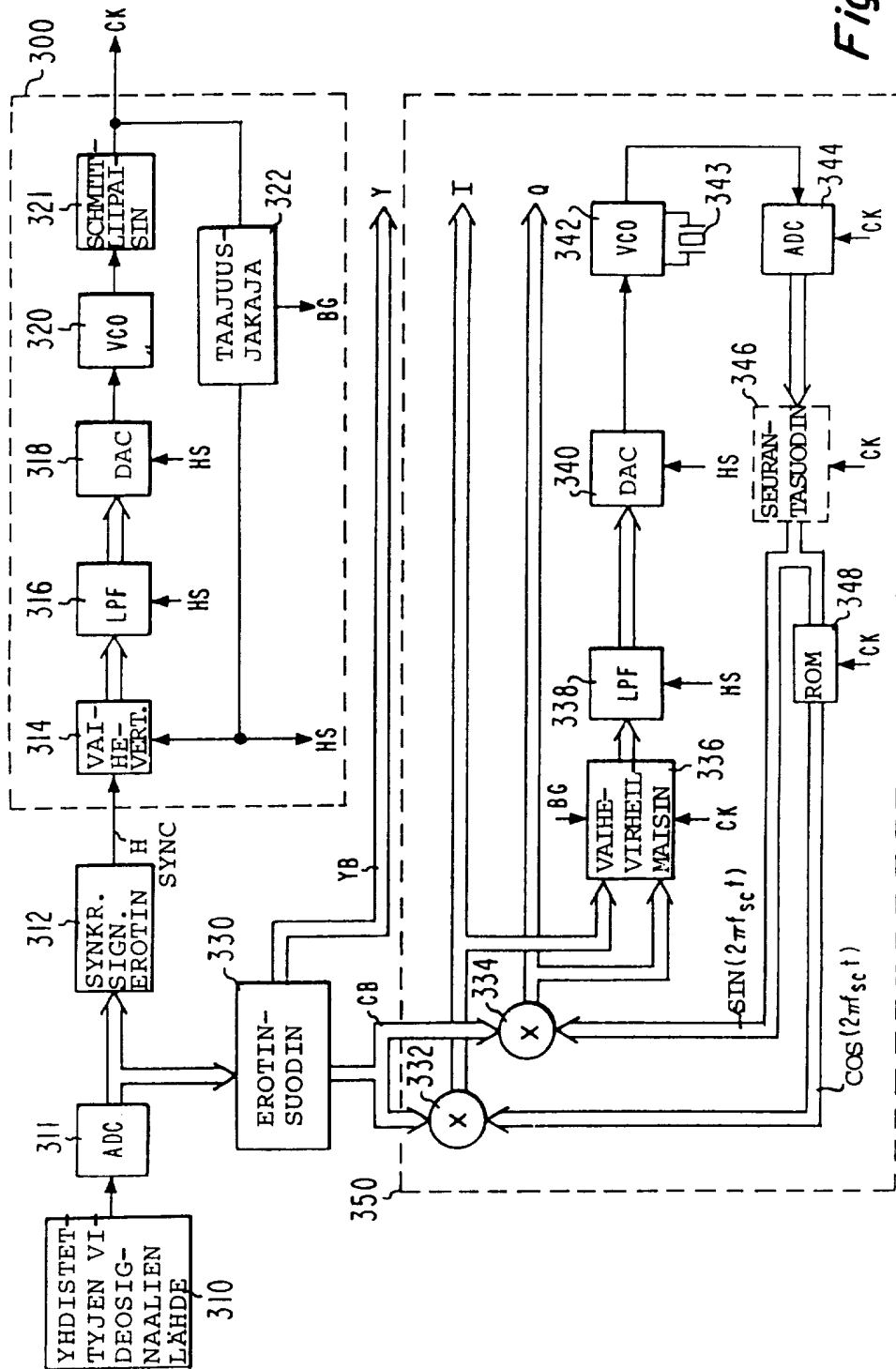


Fig. 3