



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

83009

C (11) PATENT
Publ. S. 111 1116 10 00 1991

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 04L 25/03

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	844920
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	13.12.84
(24) Alkupäivä - Löpdag	13.12.84
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	15.06.85
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pym. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.01.91
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
14.12.83 DE 3345284 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin/München, DE; Wittelsbacherplatz 2, München, BRD, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Schenk, Heinrich, Becker-Gunndahl-Strasse 1, München, BRD, (DE)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

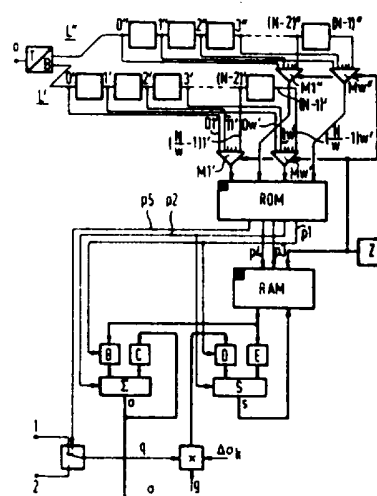
**Menetelmä ja kytkentälaitte digitaalisignaalien käsittelemiseksi mieluummin adaptiivisen
transversaalisuodattimen tavoin
Förfarande och kopplingsanordning för behandling av digitala signaler såsom vid ett
företrädesvis adaptivt transversalfilter**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

**US A 4377793 (H 03H 17/04), US A 4374426 (G 06F 15/31), US A 4092618 (H 03H 7/10),
US A 3993890 (G 06F 15/20)**

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Digitaalisignaalien käsittelemiseksi transversaalisuodattimen tavoin sisäänmenopuolella käsiteltävällä digitaalisignaaliilla kuormitetulla, väliotoilla varustetulla (N-1)-asteisella kulkuaikaketjulla tallennetaan osasummasignaaleja, jotka vastaavat kulloinkin w peräkkäisen A-arvoisen väliottosignaali-elementin kulloinkin A^w mahdollisen yhdistelmän N/w peräkkäistä ryhmää, jolloin osasummasignaalit muodostetaan tällaisista kulloinkin yhdelle ryhmälle kuuluvista, kulloinkin kyseessä olevan suodatussäädön mukaisesti arvioiduista väliottosignaali-elementeistä; jokaisen kulkuaikavaiheen aikana luetaan väliottosignaali-elementtien kulloinkin kyseessä olevan N/w todellisen yhdistelmän mukaisesti kyseessä olevat osasummasignaalit ulos ja lasketaan keskenään yhteen ulostulosignaali-elementiksi. Osasummasignaalit voidaan muodostaa iteratiivisesti siten, että jokainen peräkkäin ulosluetuista osasummasignaaleista korjausarvon kanssa yhdistettynä muodostaa korjatun osasummasignaalin, joka tallennetaan ulosluetun osasummasignaalin sijasta uutena osasummasignaalinä.



I och för omformning av en digitalsignal i enlighet med ett transversalfilter medelst en på ingångssidan med digitalsignalen som skall omformas påförd, med mellanuttag försedd (N-1)-stegs löptidskedja registreras i minnet signaler för delsummor, vilka motsvarar de N/w på varandra följande grupperna av städse A^w möjliga kombinationer av städse w på varandra följande A-värdiga mellanuttags-signalelement, varvid signalerna för delsummorna är bildade av sådana städse till en grupp hörande, enligt uppläggningsen för den ifrågavarande filterinställningen utvärderade uttags-signalelement medan vart och ett löptidssteg i enlighet med uppställningen av de ifrågavarande N/w faktiska kombinationerna av uttags-signalelement utläser de tillhörande delsummesignalerna successivt samt summerar desamma till ett utgångssignalelement. Delsummesignalerna kan bildas iterativt sålunda, att var och en av de successivt utlästa signalerna för delsummorna kombineras med ett korrekturvärde till en korrigerad delsummesignal, vilken registreras i minnet såsom en ny delsummesignal i stället för den utlästa delsummesignalen.

Menetelmä ja kytkentälaite digitaalisignaalien käsittelemiseksi mieluummin adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin

Digitaalisissa kaukoviestintäjärjestelmissä voi signaalinsiirrossa esiintyä lineaarisia signaalivääristymiä, joiden korjaamiseksi on käytettävä adaptiivisia vääristymäkorjaimia (ja myös kompromissikorjaimia), jotka toteutetaan tavanomaisesti transversaalisuodattimilla. Tällainen transversaalisuodatin on sisäänmenopuolella vaiheittain käsiteltävällä signaalilla kuormitettu kulkuajaketju, joka on varustettu jokaisen - kulloinkin kulkuajakavaihetta vastaavan asteen edessä ja takana väliotoilla, jolloin jokaisessa kulkuajakavaiheessa väliotoissa kulloinkin esiintyvät väliottosignaali-elementit arvioidaan (kerrotaan) väliottoyksilöllisten suodatinkertoimien mukaisesti, so. mahdollisesti vahvistetaan, vaimennetaan ja/tai muutetaan etumerkiltään, ja summataan niin suodatettuun ulostulosignaali-elementtiin; suodatinkertoimet voidaan säätää adaptiivisesti nk. adaptiivisessa transversaalisuodattimessa virhesignaalin mukaisesti (NTZ 24(1971)1, 18...24; Bocker: Datenübertragung, 1976, osa 1, kappale 5.3.2) tai säätää kiinteästi (kompromissisuodatin). Signaalinkorjauksen lisäksi voidaan transversaalisuodattimia käyttää myös ylikuulumis- ja/tai kaikukompensaatio-kytkennöissä häiriösignaalikompensointia varten (AGARD Conf. Proc. n:o 103 (1972), 12-1...12-16 ; Der Fernmelde-Ingenieur 31 (1977) 12, 1...25, 21; BSTJ 58 (1979) 2, 491...500, 493).

(N-1)-asteisessa transversaalisuodattimessa, joka on esitetty kuviossa 1, voidaan aikaelementissä k saadun ulostulosignaali-elementin σ_k arvo esittää yhtälöllä

$$\sigma_k = \sum_{i=0}^{N-1} a_{k-i} \cdot c_i$$

jossa a_{k-1} merkitsee tässä aikaelementissä kulkuajaketjun yksittäisissä väliotoissa esiintyvien väliottosignaali-elementtien

arvoja ja c_i merkitsee N suodatinkerrointa, jotka määräävät suodattimen ominaisuudet (taajuuskäyrä, aikakäyttäytyminen). Adaptiivisessa suodatinsäädössä voidaan yksittäiset suodatinkertoimet c_i säätää vaiheittain iteraatiossa, joka voidaan esittää suunnilleen yhtälöllä

$$c_i(k+1) = c_i(k) - g \cdot \Delta\sigma_k \cdot a_{k-i}$$

jossa g merkitsee nk. asetussuuretta, joka määrää suodattimen saapumisajan haluttuun tilaan ja tarvittavan kerroin-
sanapituuden ja siten suodatustarkkuuden, mutta jota ei saa kuitenkaan valita myöskään niin suureksi varman saapumisen takaamiseksi (suodatuskonvergenssi); $\Delta\sigma_k$ on juuri tarkastellun ulostulosignaali-
elementin pyrityn pitoarvon suhteen jäljelle jäänyt virhe. Tällaisen virheen sijasta voidaan käyttää mahdollisesti myös sen etumerkkiä $\text{sgn}(\Delta\sigma_k)$ säätökriteerinä.

Tällaisen transversaalisuodattimen toteuttamiseksi tarvitaan N kerroinmuistia, ja käsiteltäessä binäärisiä tai ternäärisiä digitaalisignaaleja kulkuaikavaihetta kohden, so. jokaisessa aikaelementissä, on summattava N tallennetun suodatin-
kertoimen mukaisesti arvioitua väliottosignaali-
elementtiä, so. suoritettava (maksimaalisesti) N yhteenlaskua tai vast. vähennyslaskua; suodatinkertoimien adaptiivisessa säädössä on laskettava kulkuaikavaihetta kohden N korjausarvoa N kerrointa varten. Tämä edellyttää transversaalisuodattimen pituutta, so. N :n suuruutta vastaavaa suurta käsittelynopeutta, jota ei kuitenkaan aina ole olemassa teknologisista syistä.

Keksinnön tehtävänä on mahdollistaa digitaalisignaalien käsittely myös pienemmissä käsittelynopeuksissa mieluummin adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin, jossa on $(N-1)$ -asteinen kulkuaikaketju.

Eräs tunnettu transversaali digitaalisuodatin (IEE Proc., Vol. 128, Part F, No 4, August 1981, 225-230) mahdollistaa

sinänsä alhaisemmat käsittelynopeudet, suodattimen toimiessa jaetun aritmetiikan periaatteella. Tällainen suodatin vastaanottaa sisäänmenosanoja (= k-tavuisella binääriluvulla koodattuina annettuja näytteenottoarvoja) sarjamuodossa sekä käsittelee nämä sanat sana-aikavälissä T (= näytteenottojakso) yhdessä N-1 edellisen, sanan pituisen siirtorekisterin kautta kulkeneen sisäänmenosanan kanssa bitti bitiltä, jolloin kutakin bittiä kohti luetaan osasumma kiintomuistista, joka on osoitteella viritetty kaikissa näissä sanoissa N kyseisen bitin kohdalla esiintyvällä bitillä. Bittikohtaisen yksittäisten osasummien summaamiseksi oikein bittikohdan mukaisesti sisäänmenosanaa (suodatuksen jälkeen) vastaavaan kokonaissummaan, joka muodostaa ulostulosanan, vaaditaan mahdollisesti kutakin, lähinnä seuraavaa arvoa edustavan osasumman summausta varten jako 2:lla, siis yhden bittikohdan siirtoa alaspäin.

Tällainen digitaalisuodatin vaatii kuitenkin 2^N osasumman muistikapasiteettia. Esillä oleva keksintö mahdollistaa sen sijaan digitaalisignaalien käsittelyn samalla tavalla kuin adaptiivisessa transversaalisuodattimessa, jolloin kulkuaikaketju on (N-1)-asteinen ja osasummasignaalit voidaan varastoida tuntuvasti pienemmällä muistikapasiteetilla.

Keksinnön kohteena on menetelmä digitaalisignaalien käsittelemiseksi mieluummin adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin sisäänmenopuolella käsiteltävällä digitaalisignaalilla kuormitetulla, väliotoilla varustetulla (N-1)-asteisella kulkuaikaketjulla, jonka sisäänmenoon johdetaan käsiteltävä digitaalisignaali, jolloin varastoidaan osasummasignaalit, jotka muodostetaan ryhmästä samanaikaisesti ulosotettavia, suodattimen kulloisenkin säädön mukaan arvioituja väliottosignaali-elementtejä ja jolloin kyseiset osasummasignaalit haetaan peräkkäin kulkuaikavaiheiden aikana väliottosignaali-elementtien todellisen yhdistelmän mukaisesti sekä laskeaan yhteen ulostulosignaali-elementeiksi.

Tämä menetelmä on keksinnön mukaisesti tunnettu sellaisten osasummasignaalien tallennuksesta, jotka vastaavat kulloinkin w peräkkäisen A -arvoisen väliottosignaaliementin kulloinkin A^w mahdollisen yhdistelmän N/w peräkkäisiä ryhmiä, ja että jokaisen kulkuaikavaiheen aikana kulloinkin w kappaleesta väliottosignaaliementtejä otetaan peräkkäisiä ryhmiä ja väliottosignaaliementtien N/w todellisen yhdistelmän mukaisesti kyseessä olevat osasummasignaalit luetaan ulos peräkkäin ja lasketaan keskenään yhteen ulostulosignaaliementiksi. Eräs edullinen suoritusmuoto tunnetaan osasummasignaalien iteratiivisesta muodostuksesta siten, että jokainen peräkkäin ulosluetuista osasummasignaalista korjausarvon kanssa yhdistettynä muodostaa korjatun osasummasignaalin, joka tallennetaan ulosluetun osasummasignaalin sijasta uutena osasummasignaalinä.

Keksintö, joka käsittelee arvioitujen väliottosignaalien summauksen yhteydessä kyseessä olevaksi ulostulosignaaliementiksi kulloinkin w arvioidun väliottosignaalin ryhmät koottuina ja summaa yksinomaan niiden - tallennetut - osasummasignaalit, saa aikaan sen edun, että kulkuaikavaihetta kohden, so. aikaelementtiä kohden on suoritettava ainoastaan N/w aritmeettista toimintaa; suodatussäädöissä on määrättävä kulloinkin ainoastaan N/w korjausarvoa, jotka eivät kuitenkaan enää koske suodatuskertoimia sellaisenaan, vaan mainittuja osasummasignaaaleja, jotka puolestaan ovat riippuvaisia sekä halutusta suodatuskäyttäytymisestä että kulkuaikaketjuun syötetyistä digitaalisignaaliementeistä ja vaativat tästä syystä niiden tallentamiseksi suuremman muistikapasiteetin.

Osasummasignaalien iteratiivisen muodostuksen yhteydessä voidaan korjata jokaisen kulkuaikavaiheen aikana yksittäiset osasummasignaalit tämän kulkuaikavaiheen aikana esiintyvän, asetussuurella arvioidun ulostulosignaalinvirheen mukaisesti; eräässä keksinnön toisessa sovellutuksessa on mahdollista korjata yksit-

täiset osasummasignaalit kulloinkin asetussuureella ja väliottosignaaliementtien neliöiden summalla arvioidun ulostulosignaali-
virheen mukaisesti suodatussäädön edistämiseksi näin edelleen.

Tarvittavan muistikapasiteetin suhteen on edullista tallentaa ainoastaan nollasta poikkeavat osasummasignaalit tai vast. etumerkkisymmetrisen digitaalisignaalin yhteydessä tallentaa ainoastaan etumerkkien suhteen eroavat osasummasignaalit ainoastaan kerran ja lisätä ja vähentää jokaisen kulkuakavaiheen aikana peräkkäin ulosluetut osasummasignaalit digitaalisignaali-
elementtien kulloinkin kyseessä olevan todellisen yhdistelmän mukaisesti ulostulosignaaliementin tai vast. kulloinkin uudestaan tallennettavan korjatun osasummasignaalin mukaisesti.

Keksintöä selitetään vielä lähemmin piirustuksen avulla. Piirustuksessa

kuvio 1 esittää tunnettua transversaalisuodatinta;

kuvio 2 esittää keksinnön mukaisen transversaalisuodattimen erästä sovellutusesimerkkiä.

Piirustuksessa 1 on esitetty tunnetun transversaalisuodatintekniikan havainnollistamiseksi kaaviomaisesti $(N-1)$ -asteinen adaptiivinen transversaalisuodatin, jossa on väliotoilla a_k , a_{k-1} , a_{k-2} , a_{k-3} , ..., a_{k-N+2} , a_{k-N+1} varustettu viivästysajan τ omaavien kulkuakaelementtien ketju, jolloin väliotot johtavat säädettävien arviointielementtien c_0 , c_1 , c_2 , c_3 , ..., c_{N-2} , c_{N-1} kautta summainlaitteeseen Σ ; suodatinsisäänmenossa a_k vaihteittain syötetyt sisäänmenodigitaalisignaaliementit otetaan ajallisesti kulloinkin (toisella) aikaelementillä τ siirretysti kulkuakaketjun seuraavissa väliotoissa a_{k-1} , ..., a_{k-N+1} , jolloin jokaisessa aikaelementissä kaikki juuri otetut digitaalisignaaliementit arvioidaan arviointielementeissä c_0 , ..., c_{N-1} säädetyn suodatuskertoimen mukaisesti, so. kerrotaan kulloinkin kyseessä olevalla suodatuskertoimella, jotta ne sitten summataan summainelementissä Σ tässä aikaelementissä esiintyväksi ulostulodigi-

taalisignaaliementiksi, kuten tämä esitettiin jo alussa. Jotta digitaalisignaali käsitellään oikein, so. suodatetaan (aika-alueella), on suodatuskertoimet säädettävä oikein. Adaptiivisessa transversaalisuodattimessa, joka on esitetty kuviossa 1, tämä tapahtuu automaattisesti iteraatiossa, jossa jokaisessa aikaelementissä, so. jokaisella kulkuaikavaiheella toistvasti, riippuen kulloinkin suodatinsisäänmenossa $\Delta\sigma_k$ esiintyvän digitaalisignaaliementin erotuksesta σ_k poikkeaa (esimerkiksi Schmitt-liipaisimeksi toteutettavalla päättäjällä määrätystä) pitoarvosta, jolloin kuvion 1 mukaisesti virhe $\Delta\sigma_k$ kulloinkin kyseessä olevalla väliottosignaaliementtiarvolla a_{k-1} ja säätöarvolla g kerrottuna muodostaa kyseessä olevan tähänastisen suodatuskertoimen korjausarvon, kuten tämä samoin jo esitettiin alussa.

Kuvion 1 mukaisessa transversaalisuodattimessa on summainlaitteen Σ suoritettava jokaisessa aikaelementissä τ , so. kulkuaikavaihetta kohden, yksittäisten arvioitujen väliottosignaaliementtien (sarjassa tapahtuvassa) summauksessa kaikkiaan N summausta (tai vast. vähennystä), ja kerroinsäätöä varten on suoritettava kulkuaikavaihetta kohden samoin N aritmeettista toimintaa N suodatuskertoimen korjaamiseksi.

Verraten kulloinkin pienemmällä aritmeettisten toimintojen määrällä digitaalisignaalikäsittely onnistuu transversaalisuodattimen tavoin keksinnön mukaisella kytkentälaitteella.

Kuviossa 2 on esitetty kaaviomaisesti keksinnön ymmärtämiseksi tarvittavissa määrin keksinnön mukaisen kytkentälaitteen eräs sovellutusesimerkki digitaalisignaalien käsittelemiseksi adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin. Tässä kytkentälaitteessa on ensinnäkin sisäänmenossa käsiteltävällä digitaalisignaalilla kuormitettu, väliotoilla (0, 1, 2, 3, ...N-2, N-1) varustettu (N-1)-asteinen kulkuaikaketju (L). Kuviossa 2 on tämän lisäksi esitetty, että koodimuuntajassa T/B uudelleenkoodataan kulkuaikaketjun (L) sisäänmenossa a käsiteltävänä digitaalisignaalina

syötetty ternäärisignaali ensin binäärisen itseisarvosignaalin ja binäärisen etumerkkisignaalin sisältäväksi binäärisignaali-pariksi; kulkuaikaketjussa (L) on tällöin binäärisellä etumerkkisignaalin kuormitettu (N-1)-asteinen haara L' ja binäärisellä itseisarvosignaalin kuormitettu (N-1)-asteinen haara L".

Väliottojen N/w ryhmää sisältävän kulkuaikaketjun (L) w peräkkäisen välioton jokainen ryhmä on yhdistetty sisäänmenojen N/w ryhmää sisältävän selauslaitteen (M) kulloinkin väliottojen tälle ryhmälle kuuluviin sisäänmenoihin. Kuten kuviossa 2 on esitetty, tämä selauslaite (M) voi sisältää kulkuaikaketjun kumpaan haaraa L', L" varten kulloinkin w laskimella Z tasatahdissa ohjattua multiplekseriä Ml', Mw', Ml", Mw", joissa on kulloinkin N/w sisäänmenoa ja joiden kulloinkin kyseessä olevat sisäänmenot on liitetty väliottojen yksittäisten ryhmien toisiaan vastaaviin väliottoihin: Kuvion 2 mukaisessa suoritusesimerkissä, jossa kulloinkin $w = 2$ peräkkäistä väliottoa on koottu yhdeksi ryhmäksi, on tällöin $N/w = N/2$ tällaista väliottojen 0', 1';...; (N-2)', (N-1)' ryhmää sisältävän kulkuaikaketjuhaaran L' tällaisen yhden ryhmän muodostavat väliotot 0', 1' yhdistetty selauslaitteen (M) molempien multipleksereiden Ml' ja Mw' tälle väliottojen ryhmälle kuuluviin sisäänmenoihin 0l', 0w' ja molempien väliottojen 2', 3' seuraava ryhmä on yhdistetty multiplekserin sisäänmenoihin 1l', 1w' ja niin edelleen; lopuksi on viimeisen väliottojen ryhmän muodostavat väliotot (N-2)' ja (N-1)' yhdistetty molempien multipleksereiden Ml' ja Mw' sisäänmenoihin $(\frac{N}{w} - 1)l'$ ja $(\frac{N}{w} - 1)w'$. Kuten kuvioista 2 nähdään, vastaava pätee myös kulkuaikahaaran L" väliottojen 0", 1"; 2", 3";...; (N-2)" liitännöille ja multipleksereiden Ml" ja Mw" vastaaville sisäänmenoille, ilman että tätä olisi selitettävä tässä vielä yksityiskohtaisesti. Kuvion 2 mukaisesti neljällä multiplekserrillä Ml'...M2w" muodostettu selauslaite voinee olla $\frac{N}{w}$ -kertaisesti nopeampi kuin kulkuaikaketju L', L", niin että kulkuaikavaihetta kohden, so. jokaisessa kulkuaikaelementissä on selatettava kulloinkin kaikki kulkuaikaketjun väliotot.

Ulostulopuolella selauslaitteen multiplekserit Ml'...Mw" johtavat kuvion 2 mukaisessa sovellutusesimerkissä kiintomuistilla

muodostettuun yhteiseen koodauslaitteeseen ROM, jossa voidaan uudelleenkoodata kahden peräkkäisen ternäärisignaaliementin selauslaitteella (M) kulloinkin juuri selattu pari, tarkemmin sanottuna molempien kulkuaikaketjuhaarojen L', L" vastaavissa väliotoissa esiintyvien binäärisignaaliementtien tällaista ternäärisignaaliiparia vastaava kvadruppeli taulukosta 1 nähtävällä tavalla.

Taulukko 1

Ternäärisignaali-ryhmä		Etumerkki		Itseisarvo		p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅
<u>t_{k-i}</u>	<u>t_{k-i-1}</u>	<u>ml'</u>	<u>mw'</u>	<u>ml"</u>	<u>mw"</u>					
+1	+1	O	O	L	L	L	O	L	L	L
+1	O	O	O	L	O	L	O	L	O	O
+1	-1	O	L	L	L	L	O	O	L	L
O	+1	O	O	O	L	L	O	O	O	O
O	O	O	O	O	O	O	.	.	.	.
O	-1	O	L	O	L	L	L	O	O	O
-1	+1	L	O	L	L	L	L	O	L	L
-1	O	L	O	L	O	L	L	L	O	O
-1	-1	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Siinä on sarakkeissa t_{k-i} ja t_{k-i-1} esitetty peräkkäisten ternäärisignaaliementtien mahdolliset parit ja sarakkeissa ml', mw', ml" ja mw" niitä vastaavat, kuvion 2 mukaisesti multiplekserien Ml', Mw', Ml" ja Mw" ulostuloissa esiintyvät etumerkki- ja itseisarvosignaali-bitit. Etumerkki- ja itseisarvosignaali-bittien yksittäisiä kvadruppeleita vastaavat, koodauslaitteen ROM ulostuloissa p₁,...p₅ esiintyvät ohjausbitit on esitetty taulukossa 1 sarakkeissa p₁,...p₅. Tällöin ohjausbitit p₃ toimivat kulloinkin laskimelta Z luovutetun ryhmäosoitteen täydennyksenä osasummasignaali-muistin RAM yksittäisten muistipaikkojen ohjaamiseksi.

Tässä adaptiivisessa signaalisuodatuksessa luku-kirjoitusmuistiksi muodostetussa muistissa RAM digitaalisignaaliementtien N/w peräkkäisten ryhmien A-arvoisen digitaalisignaalin kulloinkin

w peräkkäisen signaaliementin $A^w \cdot N/w$ mahdollista yhdistelmää vastaavat osasummasignaalit tallennetaan kulloinkin niille kuuluvista, kulloinkin kyseessä olevan suodatinsäädön mukaisesti arvioiduista väliottosignaaliementeistä. Tässä tarkastellussa sovellutusesimerkissä, jossa $w = 2$ ja $A = 3$, on siten osasummasignaali muistiin RAM tallennettu jokaisen ryhmäosoitteen kohdalla, so. kulloinkin väliottojen j :dennettä ryhmää varten ($j = 0, \dots, \frac{N}{w} - 1$) kulloinkin taulukossa 2 sarakkeessa F mainitut osasummasignaalit, joissa yksittäiset yhteenlaskettavat c muodostavat kulloinkin kyseessä olevaa indeksiä vastaavat suodatuskertoimet, jotka olisi tallennettu kuvion 1 mukaisesti transversaalisuodattimessa eksplisiittisesti. Nähdään, että periaatteessa kulloinkin $w = 2$ peräkkäisen ternäärisignaaliementin kulloinkin $A^w = 3^2 = 9$ mahdollista yhdistelmää vastaavat osasumat tallennetaan kulloinkin niille kuuluvista, suodatinsäädön mukaisesti arvioiduista, so. kyseessä olevalla suodatinkertomella c kerrotuista $w = 2$ väliottosignaaliementeistä t_{k-2j} , t_{k-2j-1} , joista luetaan tällöin ulos kulloinkin ohjausbittiparin p_3, p_4 mukaisesti - ja siten kulloinkin selattujen väliottosignaaliementtien mukaisesti - osasignaali.

Taulukko 2

Ternäärisignaali-ryhmä

t_{k-2j}	t_{k-2j-1}	p_3	p_4	$F(k, j)$	
+1	+1	L	L	$+c_{2j}$	$+c_{2j+1}$
+1	0	L	O	$+c_{2j}$	
+1	-1	O	L	$+c_{2j}$	$-c_{2j+1}$
0	+1	O	O		$+c_{2j+1}$
0	0	.	.	0	
0	-1	O	O		$-c_{2j+1}$
-1	+1	O	L	$-c_{2j}$	$+c_{2j+1}$
-1	0	L	O	$-c_{2j}$	
-1	-1	L	L	$-c_{2j}$	$-c_{2j+1}$

Taulukossa on esitetty kulloinkin 9 mahdolliselle ternäärisignaaliiryhmälle t_{k-2j}, t_{k-2j+1} (jossa $j = 0, \dots, \frac{N}{w} - 1$) ja siten

taulukon 1 mukaisesti niille kuuluville ohjausbiteille p_3 , p_4 sarakkeessa F kulloinkin syntyvät, yleisesti yhtälöllä

$$F(k, j) = \sum_{v=0}^{w-1} a_{k-wj-v} \cdot c_{wj+v}$$

esitetyt osasummat kulloinkin w tällaisen signaaliementin yhden ryhmän kulloinkin suodatuskertoimella c arvioiduista väliottosignaaliementeistä a .

Osasummien tallentamiseksi tarvittava muistitarve vähenee, kun tallennetaan ainoastaan nollasta poikkeavat osasummasignaalit ja kun etumerkkisymmetrisen digitaalisignaalin yhteydessä tallennetaan ainoastaan etumerkiltään erilaiset osasummasignaalit ainoastaan kerran, jolloin tällöin jokaisen kulkuaikavaiheen aikana lasketaan yhteen tai vähennetään peräkkäin ulosluetut osasummasignaalit digitaalisignaaliementtien kulloinkin todellisen yhdistelmän mukaisesti ulostulosignaaliementin tai vast. kulloinkin uudestaan tallennettavan korjatun osasummasignaalin muodostamiseksi; tällä tavalla toimii myös kuvion 2 mukainen kytkentälaitte, kuten selviää seuraavista selityksistä:

Osasummasignaaliimuistin RAM ulostulo on yhdistetty signaalin-summainkytkennän Σ toiseen sisäänmenorekisteriin B, jonka kytkennän ulostulosta σ on johdettu takaisin yhteys toiseen sisäänmenorekisteriin C ja joka kytkentä summaa siten sarjassa jokaista kulkuaikavaihetta, so. kulloinkin yhden kulkuaikaelementin aikana osasummasignaaliimuistista RAM ulosluetut osasummasignaalit, jolloin koodauslaitteen ROM ulostulossa p_2 kulloinkin juuri esiintyvä ohjausbitti (p_2 taulukossa 1) osoittaa, summataanko (p_2 ollessa 0) vai vähennetäänkö (p_2 :n ollessa =L) kulloinkin sisäänmenorekisterissä B oleva osasumma; koodauslaitteen ROM ulostulossa p_1 olevalla ohjausbitillä ($p_1 = 0$ taulukossa 1) suljetaan, kun hetkellisesti saavutetun taittosumman (Faltungssumme) tulee pysyä muuttumattomana, sisäänmenorekisteri B, niin että ei tapahdu summausta eikä vähennystä. Jos kulkuaikaelementin kuлуessa näin summataan kulkuaikaketjun L' ; L'' väliotoissa $0'$, ..., $(N-1)'$; $0''$, ..., $(N-1)''$ esiintyviä digitaalisignaaliementtejä

vastaavat osasignaalisummat, so. jos näin luetaan kyseessä olevaa kulkuaikavaihetta varten ternäärisignaali-elementtien kulloinkin kyseessä olevan N/w todellisen yhdistelmän mukaisesti niille kuuluvat osasummasignaalit peräkkäin ulos ja summaataan keskenään, niin lopuksi saadaan kytkentälaitteen ulostulossa σ vastaava käsitelty, so. "suodatettu" ulostulosignaali-elementti.

Jotta sisäänmenodigitaalisygnaali käsitellään oikein ulostulodigitaalisygnaaliksi, so. suodatetaan määrätysssä mielessä (aika-alueella), on osasummasignaali-muistissa RAM oltava tallennettuna haluttua suodatuskäyttäytymistä vastaavat osasummasignaalit. Kuvion 2 mukaisessa kytkentälaitteessa muodostetaan osasummasignaalit adaptiotapahtumassa iteratiivisesti siten, että jokainen peräkkäin ulosluetuista osasummasignaaleista korjausarvon kanssa yhdistettynä muodostaa korjatun osasummasignaalin, joka tallennetaan ulosluetun osasummasignaalin sijasta uutena osasummasignaalinä. Tätä varten on osasummasignaali-muistin RAM ulostulo yhdistetty samoin koodauslaitteella ROM ohjattavan signaali-summauskytkennän S toiseen sisäänmenorekisteriin E, joka kytkentä sisältää toisen sisäänmenorekisterin D jokaisen kulkuaikavaiheen aikana esiintyvää, asetus-suureella g arvioitua virhesignaalia $\Delta\sigma_k$ varten ja jonka ulostulo s johtaa osasummasignaali-muistin RAM sisäänkirjoitussisäänmenoon. Virhesignaali $\Delta\sigma_k$ voidaan muodostaa tällöin vastaavalla tavalla, kuten yllä on kuvioon 1 viitaten esitetty, ilman että siihen täytyisi tässä puuttua enää lähemmin; huomautettakoon vain, että virhesignaali $\Delta\sigma_k$ voi olla myös kulloinkin keskiarvotettu ja/tai sen tarvitsee olla toimiva ainoastaan enää etumerkkinsä mukaisesti, mitä samoin ei tarvitse tässä enää lähemmin selittää.

Kuten kuviosta 2 nähdään, virhesignaali $\Delta\sigma_k$ voidaan arvioida so. kertoa asetus-suureella g tapahtuvan arvioinnin lisäksi enää vain suureella q , jolloin kuvion 2 mukaisesti riippuen koodauslaitteelta ROM kulloinkin juuri luovutetusta ohjausbitistä p_5 suureella l ($p_5:n$ ollessa 0) on arvo 1 tai ($p_5:n$ ollessa L)

arvo 2. Kuten taulukosta 1 nähdään, on suure q yhtä kuin juuri selattujen $w = 2$ väliottosignaaliementin neliöiden summa; arvioimalla virhesignaali lisäksi tällä väliottosignaaliementtien - neliöiden summalla, yleisesti esitettynä, osakomponenteillaan a_{k-wj-v} ($v = 0, \dots, w-1$) k :dennessä osaelementissä kulkuakaketjun (L) väliotoissa esiintyvien digitaalisignaaliementtien kollektiivin muodostavan vektorin (rivivektori $\underline{a}_{k,j}^T$) skalaarituotteella $\underline{a}_{k,j}^T \cdot \underline{a}_{k,j}$ itsellään (sarakevektori $\underline{a}_{k,j}$) voidaan nopeuttaa tarvittaessa tällöin yleisesti yhtälöllä

$$F(k,j)_{\text{neu}} = F(k,j)_{\text{alt}} - g \cdot \Delta \sigma_k \cdot \underline{a}_{k,j}^T \cdot \underline{a}_{k,j}$$

esitettävää - osasumma-adaptiota.

Taulukossa 2 on esitetty kolmiarvoisen digitaalisignaalin (ternäärisignaalin) yhteydessä ja ryhmittäisen kulloinkin $w = 2$ väliottosignaaliementin koonnin yhteydessä 9 mahdollista osasummaa $F(k,j)$. Jos sen sijaan on käsiteltävä kaksiarvoinen, so. ainoastaan molemmat arvot $+1$ ja -1 sisältävä digitaalisignaali (binäärisignaali), jolloin kuviosta 2 poiketen tällöin koodimuuntaja T/B jäädessä pois on järjestettävä ainoastaan yksi ainoa kulkuakaketjuhaara, niin samoin kulloinkin $w = 2$ väliottosignaaliementin ryhmittäisen koonnin yhteydessä ovat ainoastaan taulukon 2 neljä kaksijäsenistä osasummaa F mahdollisia. Yleisesti osasummien tallennus vaatii A-arvoisen, etumerkkisymmetrisen digitaalisignaalin yhteydessä

$$\frac{1}{2} \cdot A^w \cdot N/w \text{ osasumman}$$

muistikapasiteetin käsiteltävän digitaalisignaalin arvoisuuden A ollessa parillinen, jolloin tekijä $\frac{1}{2}$ johtuu siitä, että, kuten jo esitettiin, digitaalisignaalin etumerkkisymmetrian yhteydessä on tallennettava ainoastaan puolet mahdollisista osasumma-arvoista. Arvoisuuden A ollessa pariton vähenee tallennettavien kulloinkin mahdollisten osasumma-arvojen määrä 1:llä, koska arvoa 0 ei tarvitse tallentaa; tällöin tarvitaan

$$\frac{1}{2} (A^w - 1) N/w \text{ osasummien}$$

muistikapasiteetti.

Seuraavassa taulukossa on esitetty erilaisia ryhmäpituuksia w varten kulkuaikavaihetta kohden tarvittavien aritmeettisten toimintojen määrä N/w sekä osasummatalennusta varten tarvittava muistikapasiteetti toisaalta symmetrisen binäärisignaalin ja toisaalta symmetrisen ternäärisignaalin kohdalla:

w	Aritm. toiminnot N/w	Mistikapasiteetti	
		$\frac{N}{2} \cdot 2^{w/w}$	$\frac{N}{2} (3^w - 1) / w$
1	N	N	N
2	N/2	N	2 · N
4	N/4	2 · N	10 · N
8	N/8	16 · N	410 · N
16	N/16	2048 · N	1 345 210 · N

Nähdään, että kun $w = 2$, syntyy kulloinkin tarvittavien aritmeettisten toimintojen määrän puolitus (verrattuna $w = 1$ vastaavaan tunnettuun transversaalisuodattimeen), jolloin binäärisignaalin suodatuksessa tarvittava muistikapasiteetti ei piene, kun se taas kaksinkertaistuu ternäärisignaalin suodatuksessa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisignaalien käsittelymiseksi mielummin adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin sisäänmenopuolella käsiteltävällä digitaalisignaalilla kuormitetulla, väliotoilla varustetulla $(N-1)$ -asteisella kulkuaiakaketjulla, jonka sisäänmenoon johdetaan käsiteltävä digitaalisignaali, jolloin varastoidaan osasummasignaalit, jotka muodostetaan ryhmästä samanaikaisesti ulosotettavia, suodattimen kulloisenkin säädön mukaan arvioituja väliottosignaali-elementtejä ja jolloin kyseiset osasummasignaalit haetaan peräkkäin kulkuaiakavaiheiden aikana väliottosignaali-elementtien todellisen yhdistelmän mukaisesti sekä lasketaan yhteen ulostulosignaali-elementeiksi, **tunnettu** selllaisten osasummasignaalien tallennuksesta, jotka vastaavat kulloinkin N/w , jossa $w < N$, w peräkkäisen A -arvoisen väliottosignaali-elementin kulloinkin A^w mahdollisen yhdistelmän N/w peräkkäisiä ryhmiä, ja että jokaisen kulkuaiakavaiheen aikana otetaan N/w kappaletta kulloinkin w väliottosignaali-elementtiä käsitteleviä peräkkäisiä ryhmiä ja väliottosignaali-elementtien N/w todellisen yhdistelmän mukaisesti kyseessä olevat osasummasignaalit luetaan ulos peräkkäin ja lasketaan keskenään yhteen ulostulosignaali-elementiksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** osasummasignaalien iteratiivisesta muodostuksesta siten, että jokainen peräkkäin ulosluetuista osasummasignaaleista korjausarvon kanssa yhdistettynä muodostaa korjatun osasummasignaalin, joka tallennetaan ulosluetun osasummasignaalin sijasta uutena osasummasignaalin.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jokaisen kulkuaiakavaiheen aikana yksittäiset osasummasignaalit korjataan kulloinkin tämän kulkuaiakavaiheen aikana esiintyvän, asetussuureella arvioidun ulostulosignaali-virheen mukaisesti.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että yksittäiset osasummasignaalit korjataan kulloin-

kin asetussuureella ja väliottosignaali-elementtien neliöiden summalla arvioidun ulostulosignaali-virheen mukaisesti.

5. Jonkin patenttivaatimuksista 1-4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että etumerkkisymmetrisen digitaalisignaalin yhteydessä ainoastaan etumerkiltään eroavat osasummasignaalit tallennetaan vain kerran ja että jokaisen kulku-aikavaiheen aikana peräkkäin ulosluetut osasummasignaalit lasketaan yhteen tai vähennetään väliottosignaali-elementtien kulloinkin kyseessä olevan yhdistelmän mukaisesti ulostulosignaali-elementin tai vast. kulloinkin uudestaan tallennettavan korjatun osasummasignaalin muodostamiseksi.

6. Jonkin patenttivaatimuksista 1-5 mukainen menetelmä, **tunnettu** ainoastaan nollasta poikkeavien osasummasignaalien tallennuksesta.

7. Kytkentälaite digitaalisignaalien käsittelemiseksi mieluummin adaptiivisen transversaalisuodattimen tavoin, jossa on sisäänmenostaan käsiteltävällä digitaalisignaalilla kuormitettu, väliotoilla varustettu $(N-1)$ -asteinen kulku-aikaketju, **tunnettu** siitä, että väliottojen $(0, 1; \dots; N-2, N-1)$ N/w ryhmää sisältävän kulku-aikaketjun (L) w peräkkäisten väliottojen $(0, 1; 2, 3; \dots)$ kulloinkin yksi ryhmä yhdistetään sisäänmenojen $(01, 0w; \dots; (\frac{N}{w}-1)1; (\frac{N}{w}-1)w)$ N/w ryhmää sisältävän, kulku-aikaketjun (L) suhteen $\frac{N}{w}$ -kertaisesti nopeamman selauslaitteen (M) kulloinkin väliottojen $(0, 1; 2, 3; \dots)$ tälle ryhmälle kuuluviin sisäänmenoihin $(01, 0w; 11, 1w \dots)$, ja joka selauslaite ulostulopuolellaan koodauslaitteen (ROM) kautta ohjaa, kyseisten selailtujen väliottosignaali-elementtien mukaisesti, osasummasignaalien muistia (RAM) , joka varastoi N/w peräkkäisestä digitaalisignaali-elementtien ryhmästä otetun A -arvoisen signaalin digitaalisignaalin kulloinkin w peräkkäisen signaali-elementin $A^w \cdot N/w$ mahdollisia yhdistelmiä vastaavat osasummasignaalit vastaavista, esiintyvän suodatussäädon mukaan arvioiduista väliottosignaali-elementeistä, selattujen väliottosignaali-elementtien mukaisesti, jolloin osasummasignaali-muistin

(RAM) ulostulo on yhdistetty samoin koodauslaitteen (ROM) kautta ohjattavan signaalisummainlaitteen (Σ) toiseen sisäänmenoon (B), joka signaalisummainlaite on ulostuloltaan (σ) kytketty takaisin sen toiseen sisäänmenoon (C) ja siten summaa kulkuaikavaiheen aikana luetut osasummasignaalit, jolloin käsitelty ulostulosignaali esiintyy tämän ulostulossa (σ).

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen kytkentälaitte, **tunnettu** siitä, että osasummasignaalin ulostulo on yhdistetty samoin ohjausjohtojen kautta koodauslaitteeseen (ROM) liitetyn, jokaisen kulkuaikavaiheen aikana esiintyvän, asetussuureella (g) arvioidun virhesignaalin (σ_k) toisen sisäänmenon sisältävän signaalisummainkytkennän (S) toiseen sisäänmenoon (E), jonka ulostulo (s) johtaa osasummasignaalin ulostuloon (RAM) sisäänkirjoitussisäänmenoon.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen kytkentälaitte, **tunnettu** siitä, että signaalisummainlaitteen (S) toinen sisäänmeno (D) on kuormitettu asetussuureella (g) ja väliottosignaali-elementtien neliöiden summalla arvioidulla virhesignaalilla (σ_k).

10. Jonkin patenttivaatimuksista 7-9 mukainen kytkentälaitte, **tunnettu** siitä, että selauslaite (M) sisältää w tahdistimeen yhdistettyä multiplekseriä (M_1, M_w), joissa on kussakin N/w sisäänmenoa, jolloin kulloinkin kyseessä olevat sisäänmenot ($0_1', 1_1', \dots; 0_w', 1_w', \dots$) on liitetty väliottojen ($0', 2', \dots; 1', 3', \dots$) yksittäisten ryhmien toisiaan vastaaviin väliottoihin ($0', 1'; 2', 3'; \dots$).

11. Jonkin patenttivaatimuksista 7-10 mukainen kytkentälaitte, **tunnettu** siitä, että koodauslaite (ROM) on muodostettu ROM-muistilla.

12. Jonkin patenttivaatimuksista 7-11 mukainen kytkentälaitte ternäärisignaalin käsittelemiseksi, **tunnettu** siitä, että kulkuaikaketju (L) sisältää binäärisellä itseisarvosig-

naalilla kuormitetun (N-1)-asteisen haaran (L'') ja binäärisellä etumerkkisignaali-lla kuormitetun (N-1)-asteisen haaran (L'), jotka on yhdistetty kumpikin omaan, yhteiseen koodauslaitteeseen (ROM) johtavaan selauslaitteeseen (M1', Mw'; M1'', Mw'').

Patentkrav

1. Förfarande för behandling av digitala signaler såsom vid ett företrädesvis adaptivt transversalfilter, med en (N-1)-stegs löptidskedja med uttag, till vars ingång den f r behandlade avsedda digitala signalen tillförs, med lagring av de delsummesignaler, som bildas av från en grupp samtidigt uttagbara, i enlighet med rådande filterinst llning viktade uttagssignalelement, varvid de tillhörande delsummesignalerna successivt utl ses under l ptidsstegen i enlighet med den verkliga kombinationen av uttagssignalelement och hopsummeras till utg ngssignalelement, kännetecknat av dels lagring av sådana delsummesignaler, som motsvarar N/w , där $w < N$, konsekutiva grupper av A^w möjliga kombinationer av w konsekutiva, A -viktade uttagssignalelement, och dels att, under varje löptidssteg, N/w konsekutiva grupper om vardera w konsekutiva uttagssignalelement uttas successivt, och att, i enlighet med de N/w verkliga kombinationerna av uttagssignalelement, de tillhörande delsummesignalerna successivt utl ses och hopsummeras till ett utg ngssignalelement.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat av att delsummesignaler bildas iterativt därigenom, att var och en av de successivt utl sta delsummesignalerna kombineras med ett korrigeringsv rde till en korrigerad delsummesignal, vilken lagras såsom delsummesignal i stället för den utl sta delsummesignalen.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, kännetecknat av att under varje löptidssteg varje enskild delsummesignal korrigeras i proportion till det under detta löptidssteg uppträdande, med en st llstorhet viktade utgångssignalelementet.

4. Förfarande enligt patentkravet 3, **kännetecknat** av att varje enskild delsummesignal korrigeras i proportion till det med ställstorheten och summan av kvadraterna på uttags-signalelementen viktade utgångssignalelementet.
5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, **kännetecknat** av att vid en förteckensymmetrisk digital signal de blott med avseende på förtecknet olika delsummesignalerna lagras endast en gång och att under varje löptidssteg successivt utlästa delsummesignaler adderas eller subtraheras i enlighet med den verkliga kombinationen av digitala signalelement i och för bildande av utgångssignalelementet resp. den korrigerade delsummesignal, som skall lagras i stället.
6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, **kännetecknat** av lagring endast av den från noll avvikande delsummesignalen.
7. Anordning för digital signalbehandling, liksom vid ett företrädesvis adaptivt transversalfilter, med en $(N-1)$ -stegs löptidskedja med uttag, till vars ingång den behandlade digitala signalen är tillförd, **kännetecknad** av att varje grupp om w konsekutiva uttag $(0, 1; 2, 3; \dots)$ på en löptidskedja (L) med N/w grupper av uttag $(0, 1; \dots; N-2, N-1)$ är förbundna med till dessa grupper av uttag $(0, 1; 2, 3; \dots)$ hörande ingångar $(01, 0w; 11, 1w \dots)$ på en N/w gånger snabbare samplingsanordning (M) än löptidskedjan (L) , varvid samplingsanordningen har N/w grupper av ingångar $(01, 0w; \dots; (\frac{N}{w}-1)1; (\frac{N}{w}-1)w)$ och på utgångssidan via en kodare (ROM) är anordnad att trigga ett delsummesignalminne (RAM), som lagrar de mot de $A^w \cdot N/w$ möjliga kombinationerna av vardera w konsekutiva signalelement i en A -viktad digital signal från N/w konsekutiva grupper av digitalsignalelement svarande delsummesignalerna ur de tillhörande, enligt den rådande filterinställningen viktade uttagssignalelementen, i enlighet med de avsökte uttagssignalelementen, varvid utgången på delsummesignalminnet (RAM) är förbunden med en

ingång (B) på en även av kodaren (ROM) styrbar signalsummeringsanordningen (Σ), vars utgång (σ) är återförd till en andra ingång (C) på den, varigenom de under ett löptidssteg utlästa delsummesignalerna är summerande, och vid vars utgång (σ) den behandlade utgångssignalen uppträder.

8. Anordning enligt patentkravet 7, **kännetecknad** av att utgången på delsummesignalminnet (RAM) är förbunden med en ingång (E) på en även av kodaren (ROM) via en andra ingång (D) styrbar signalsummerare (S), vilken andra ingång är avsedd för den, under varje löptidssteg uppträdande, med en ställstorhet (g) viktade felsignalen (σ_k), varvid en utgång (s) på signalsummeraren är förbunden med en inskrivningsingång på delsummesignalminnet (RAM).

9. Anordning enligt patentkravet 8, **kännetecknad** av att den andra ingången (D) på signalsummeraren (S) är påverkad av en med ställstorheten (g) och summan av kvadraterna på uttagssignalelementen analyserad felsignal (σ_k).

10. Anordning enligt något av patentkraven 7-9, **kännetecknad** av att avsökaren (M) innefattar w synkront styrda multiple-xorer (M_1 , M_w) med vardera N/w ingångar, varvid ingångarna ($0_1'$, $1_1'$, ...; $0_w'$, $1_w'$, ...) är anslutna till de mot varandra svarande uttagen ($0'$, $2'$, ...; $1'$, $3'$, ...) på de enskilda grupperna av uttag ($0'$, $1'$; $2'$, $3'$; ...).

11. Anordning enligt något av patentkraven 7-10, **kännetecknad** av att kodaren (ROM) är realiserad av ett ROM-minne.

12. Anordning enligt något av patentkraven 7-11 för behandling av en ternär signal, **kännetecknad** av att löptidskedjan (L) innefattar en med en binär beloppssignal påverkad (N-1)-stegs gren (L'') och en med en binär förteckensignal påverkad (N-1)-stegs gren (L'), vilka vardera är förbundna med en egen, till den gemensamma kodaren (ROM) ledande samplingsanordning (M' , M_w' ; M_1'' , M_w'').

FIG 1

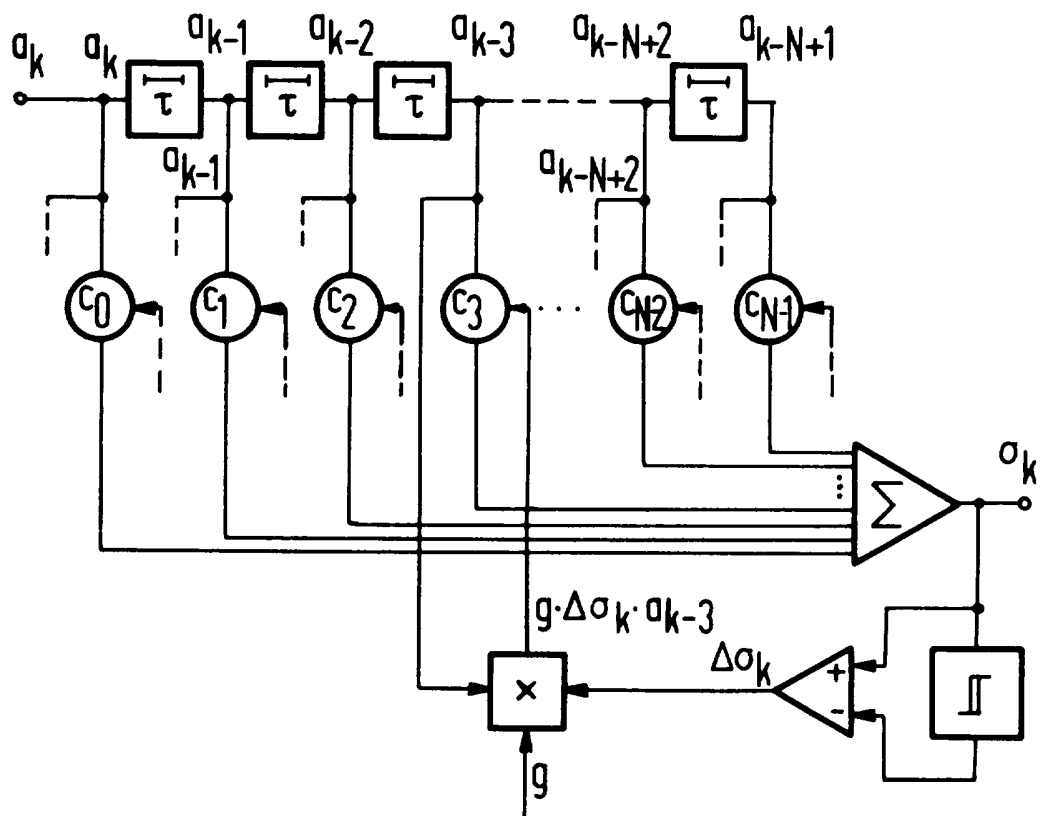


FIG 2

