



F 1000106355B



SUOMI - FINLAND  
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU  
PATENTSKRIFT

(10) FI 106355 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.01.2001

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04S 1/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

981014

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

07.05.1998

(24) Alkupäivä - Löpdag

07.05.1998

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

08.11.1999

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nokia Display Products Oy, Salontie 5-7, 24100 Salo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Hämäläinen, Matti Sakari, Sinitaival 6, 33720 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Holm, Jukka Antero, Niemikatu 7 B 7, 33230 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab  
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

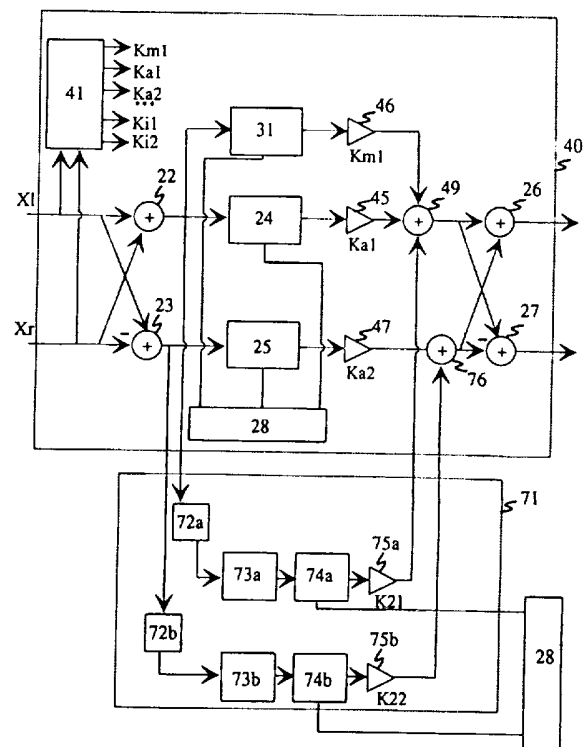
**Menetelmä ja laite virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi**  
**Förfarande och anordning för syntetisering av en virtuell ljudkälla**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 5400405 (H 04S 1/00; 21.3.1995; Harman Electronics, Inc.), US A 5896456 (H 04S 1/00; 20.4.1999; Desper Prod.Inc.), WO A 93/25054 (H 04S 1/00; 9.12.1993; Fusan Laboratories, Inc.), WO 96/34509 (H 04S 1/00; 31.10.1996; SRS Labs, Inc.), WO A 98/20707 (H 04S 1/00; 14.7.1998; Central Research Laboratories Ltd)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi järjestelmässä (40), jossa on ainakin oikea ja vasen kanava stereosignaalin välittämiseksi ja kanavat on kytketty suodatinlohkoon (42) äänikuvan laajentamiseksi. Menetelmässä toisistaan erotettujen signaalien mono- ja stereofonisten osuuksien vahvistuksia säädetään optimaaliseksi järjestelmään tulevan signaalin stereofonisuuden mukaan. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa myös varhaisten tilaheijastusten tuottamiseen erillisen suodatinlohkon (71) avulla. Keksintö koskee myös laitetta virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi, jossa laitteessa on ainakin ensimmäinen ja toinen kanava signaalin välittämiseksi, ainakin yksi vahvistin ja suodatin sekä välineet signaalin stereofonisuuden arvioimiseksi, suodatetun signaalin vahvistuskertoimen määrittämiseksi ja vahvistimen ohjaamiseksi lasketun vahvistuskertoimen mukaisesti.



Uppfinningen avser ett förfarande för syntetisering av en virtuell ljudkälla i ett system (40), som omfattar åtminstone en högra och en vänstra kanal för förmedling av en stereosignal och där kanalerna är kopplade till ett filterblock (42) för att bredda ljudbilden. Vid förfarandet regleras förstärkningarna av de från varandra separerade mono- och stereofoniska partierna av signalen så att de blir optimala med avseende å stereofonin hos den till systemet inkommande signalen. Förfarandet enligt uppfinningen kan tillämpas även för att medelst ett separat filterblock (71) alstra tidiga rumsreflexer. Uppfinningen avser även en anordning för syntetisering av en virtuell ljudkälla, vilken anordning omfattar åtminstone en första och en andra kanal för att förmedla en signal, åtminstone en förstärkare och ett filter samt medel för att bedöma signalens stereofoni och för att bestämma signalens förstärkningskoefficient och för att styra förstärkaren enligt den beräknade förstärkningskoefficienten.

## Menetelmä ja laite virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi.

- 5 Keksinnön kohteena on lisäksi patenttivaatimuksen 16 johdanto-osan mukainen laite virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi.

10 Stereoäänentoistossa pyritään välittämään kuulijalle todellisuutta vastaava äänikuva kahden äänikanavan kautta. Perinteisessä stereoäänentoistossa äänen tulosuunta määräytyy äänisignaalin voimakkuus- ja vaihesuhteista eri kanavilla. Tällöin suunta, josta kuulija havaitsee äänen tulevan, on aina kaiutinpärin välisellä alueella tai jommankumman kaiuttimen suunnalla.

15 Perinteinen kahdella kaiuttimella aikaansaatu stereovaikutelma on rajoittunut erityisesti silloin, kun vasemman ja oikean kanavan kaiuttimet ovat lähellä toisiaan, kuten esimerkiksi televisiossa tai kannettavassa stereoradionauhurissa. Kun molemmat kaiuttimet ovat kuulijaan nähden miltei samassa suunnassa, kovin selviä eroja havaitussa äänien suunnassa ei synny.

20 Henkilökohtaisten tietokoneiden laskentatehon kasvun mukanaan tuomien mediasovellusten lisääntyminen on lisännyt tarvetta perinteistä stereoäänentoistoa kehittyneemmälle äänentoistolle, jonka avulla kyettäisiin tarjoamaan kuuntelijalle entistä vakuuttavampi kolmiulotteinen ääniympäristö. Eräs tunnettu keino laajentaa äänentoistojärjestelmän suunnantoistokykyä on useampien äänikanavien ja kaiuttimien käyttäminen, mikä on tuttua mm. elokuvateattereista.

25 Ihminen havaitsee tulevan äänen suunnan pääasiallisesti eri korvien aistiman äänen kulkuaika- ja amplitudieron avulla. Kaksikanavaisessa äänentoistojärjestelmässä voidaan periaatteessa simuloida kaikkia äänen tulosuuntia muuttamalla edellä mainittuja tekijöitä. Tällä tavalla ääni voidaan saada kuulumaan jopa kaiutinpärin ulkopuolisesta suunnasta.

30 Haluttujen äänten kulkuaika- ja amplitudierojen muodostamisen apuna käytetään tässä menetelmässä ns. HRTF-suodattimia (Head Related Transfer Function). HRTF-suodattimilla tarkoitetaan mittaamalla tai laskennallisesti määritettyjä siirtofunktioita, jotka kuvaavat tietystä suunnasta saapuvan äänen suodattumista lähinnä pään ja ulkokorvan muotojen vaikutuksesta. HRTF-suodattimien avulla voidaan

luoda stereokaiutintoistoon keinotekoinen äänikuva virtuaalisesta äänilähteestä, jos kaiuttimista tuleva ristiinkuuluminen vastakkaisiin korviin otetaan huomioon laskennassa.

5 Kuvassa 1 on esitetty tunnettu ensimmäinen suodatinjärjestelmä 10 ainakin yhteen virtuaaliseen äänilähteeseen perustuvan äänikuvan toteuttamiseksi. Ensimmäinen suodatinjärjestelmä 10 koostuu ensimmäisestä suodatinlohkosta 17, joka sisältää neljä rinnakkaista suodatinta 11, 12, 13 ja 14, joiden avulla järjestelmään tuotavia signaaleja Xl ja Xr suodatetaan tilavaikutelman aikaansaamiseksi, sekä kahdesta summauselimestä 15 ja 16. Kummassakin kanavassa on kaksi suodatinta, joista toinen toimii stereolaajennussuodattimena 11; 14 ja toinen ristiinkuulumisen estosuodattimena 12; 13.

15 Mikäli äänilähteet sijaitsevat symmetrisesti kuuntelukohdan ympärillä, voidaan vastaava järjestelmä toteuttaa tehokkaammin kuvassa 2 esitetyllä toisella suodatinjärjestelyllä 20. Tässä toteutuksessa suodattimet 11, 12, 13 ja 14 on korvattu ensimmäisellä 24 ja toisella spatiaalisuodattimella 25, jolloin laajennus voidaan toteuttaa vain kahdella suodattimella. Haluttaessa käyttää järjestelmää, jossa suodattimien 24, 25 ominaisuudet ovat erikseen säädettävissä, voidaan suodattimet 24, 25 kytkeä erilliseen suodattimien ohjauksesta huolehtivaan ohjauspiiriin 28, jonka avulla signaalien suodatusta voidaan muuttaa äänikuvan muuttamiseksi.

20 Ongelman edellä kuvatuissa menetelmissä muodostavat HRTF-suodatinten signaalia muokkaavat monimutkaiset viive- ja taajuusvasteominaisuudet. Stereofonisessa äänentoistossa tämä ei muodosta ongelmaa, koska niiden avulla saadaan aikaan juuri haluttu tilavaikutelma. Mikäli käsiteltävissä signaaleissa on läsnä myös monofonista signaalia, aiheuttavat suodattimet haitallisia vääristymiä, koska monofonisen signaalin osan kuuluvuussuuntaa ei tarvitse muuttaa. Tällaisissa järjestelmissä monofoninen osuus kuulostaa värittyneeltä. Periaatteessa monofonisen signaalin osan vääristymä voitaisiin korjata lisäämällä järjestelmän ulostuloon yksi suodatinaste lisää, mutta tämä puolestaan vääristäisi haluttua tilavaikutelmaa.

30 Monofonisuudella tarkoitetaan tässä patenttihakemuksessa vähintään kahden kanavan signaalien välillä olevaa yhdenmuotoisuutta. Kaksikanavaisessa järjestelmässä tämä tarkoittaa sitä, että molemmissa kanavissa kulkevilla signaaleilla on havaittavissa yhdenmuotoisuutta. Useampikanavaisessa järjestelmässä tulee monofonisuus määritellä kullekin kanavaparille erikseen. Tällöin on mahdollista, että äänikuvassa on samanaikaisesti useita monofonisia signaaleja.

Vastaavasti signaalin stereofonisuudella tarkoitetaan sitä osuutta vähintään kahden kanavan signaalista, joiden välillä ei ole yhdenmuotoisuutta. Edellä määritellyn mukaan on mahdollista, että signaali koostuu osittain monofonisesta ja osittain stereofonisesta signaalista.

- 5 Kuvassa 3 on esitetty patenttihakemuksen FI 962181 mukainen kolmas suodatinjärjestely 30, jossa kuvan 2 mukaiseen toiseen suodatinlohkoon 21 on lisätty kolmas suodatin 31, joka viiveominaisuuksiltaan vastaa käytettyjä spatiaalisuodattimia 24 ja 25. Toinen suodatinlohko 21, siihen lisätty kolmas suodatin 31 ja summauselimet 36 ja 37 muodostavat yhdessä kolmannen suodatinlohkon 34. Viitejulkaisun mukaisessa ratkaisussa järjestelmään tulevista signaaleista lasketaan elimessä 32 summa- ja erotussignaalit. Saadun summasignaalin voimakkuutta muutetaan vahvistimilla 33. Vahvistimien 33 jälkeistä signaalia käytetään approksimaationa kanavien sisältämää monofonisesta signaalista. Saatu monofonisen signaalin approksimaatio vähennetään molempien kanavien signaaleista, jolloin kumpaankin kanavaan jää periaatteessa ainoastaan stereofonista signaalia. Tämän jälkeen stereofoninen signaali ohjataan toiseen suodatinlohkoon 21 tilavaikutelman tuottamiseksi ja monofoninen signaali ohjataan kolmannen suodattimen 31 kautta ohi toiseen suodatinlohkon 21 summattavaksi takaisin toisen suodatinlohkon 21 ulostuloista tuleviin signaaleihin.

- 20 Patenttijulkaisun FI-962181 mukaisen ratkaisun ongelmana on, että ratkaisu ei täysin poista monofonisen signaalin väritymistä. Lisäksi ratkaisussa käytetään monofonista signaalia approksimoivan summasignaalin vahvistamiseen ennalta säädettyä vakioarvoa, jolloin oletetaan mono- ja stereofonisten signaalien suhteen pysyvän vakiona. Todellisuudessa esimerkiksi tyypillisessä musiikkiäänityksessä stereo- ja monosignaalien suhteet voivat vaihdella suurestikin, mikä esitettyyn ratkaisuun perustuvassa järjestelmässä aiheuttaa epätäydellisen suodatuksen, mikä havaitaan poikkeavuuksina ja virheinä tuotetussa äänikuvassa.

- 25 Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan uusi menetelmä ja laite virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi, jolla voidaan poistaa edellä kuvatun tekniikan tason ongelmat. Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle laitteelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 16 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön edullisia suoritusmuotoja on esitelty epäitsenäisissä vaatimuksissa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä syntetisoidaan virtuaalista äänilähdettä järjestelmässä, jossa on ainakin oikea ja vasen kanava signaalien välittämiseksi ja kana-

viin on kytketty ainakin yhden suodattimen ja vahvistimen sisältämä suodatinlohko, jonka lävitse signaalit johdetaan.

- 5 Keksinnön mukaisesti suodatinjärjestelmään syötettävien signaalien stereofonisuutta arvioidaan mono/stereo-arvioijan avulla. Arvioinnin perusteella määritellään kultakin suodattimelta saatavien signaalien vahvistuskertoimet, joiden perusteella vahvistetaan suodattimilta saatuja signaaleja.

- 10 Keksinnön eräässä suoritusmuodossa signaalin stereofonisuutta arvioidaan kanavien välisen ristikorrelaation symmetrisyyden perusteella tietyn päätösfunktion avulla. Käytettävä päätösfunktio voi olla esimerkiksi paloittain jatkuva funktio, kuten askel- tai rampifunktio. Mikäli toisen kanavan signaali on merkittävästi voimakkaampi kuin toisen, niin keksinnön eräässä suoritusmuodossa voidaan signaali määrittellä stereofoniseksi päätösfunktion arvosta riippumatta.

Keksinnön eräässä suoritusmuodossa signaalin monofonista osaa approksimoiva kanavien summasignaali ohjataan erillisen suodattimen lävitse.

- 15 Keksinnön eräässä suoritusmuodossa monofonisen virtuaalisen äänilähteen virtuaalista sijaintia siirretään pois kaiutinparin keskiakselilta.

- 20 Keksinnön eräässä suoritusmuodossa signaali johdetaan suodatinlohkosta ennen suodattimia erilliseen suodatuslohkoon varhaisten virtuaalisten tilaheijastusten tuottamiseksi, minkä jälkeen suodatetut signaalit summataan alkuperäisen suodatinlohkon suodattimien jälkeisiin signaaleihin. Erillinen suodatinlohko voi sisältää esimerkiksi ainakin viivepiirin aikaeron tuottamiseksi syntetisoitavaan varhaiseen tilaheijastukseen, ekvalisointisuodattimen signaalin suodattamiseksi halutulla taajuusalueella ja spatiaalisen suodattimen tilaefektin aikaansaamiseksi. Lisäksi erillisessä suodatinlohkossa suodatetun signaalin voimakkuutta voidaan edullisesti muuttaa esimerkiksi mono/stereo-arvioijassa arvioitujen heijastusvoimakkuuskertoimien mukaisesti.

- Keksinnön mukaisessa laitteessa on ainakin oikea ja vasen kanava, joihin on kytketty vähintään yksi suodin ja vahvistin.

- 30 Keksinnön mukaisesti laitteessa on välineet signaalin stereofonisuuden arvioimiseksi, välineet ainakin yhdeltä vahvistimelta saatavan signaalin vahvistuskertoimen määrittämiseksi sekä välineet ainakin yhden vahvistimen ohjaamiseksi määritellyn vahvistuskertoimen mukaisesti.

Keksinnön mukaisen laitteen eräessä suoritusmuodossa ainakin osa mainituista välineistä on samoja välineitä.

Keksinnön mukaisen laitteen eräessä toisessa suoritusmuodossa laitteessa on välineet varhaisten tilaheijastusten simuloimiseksi äänikuvaan.

- 5 Keksinnön avulla saavutetaan tekniikan tasoon nähden parempi äänikuva, kun epäoptimaalisesta vahvistussuhteesta aiheutuvat poikkeavuudet ja virheet voidaan eliminoida tapauksissa, joissa mono- ja stereofonisten signaalien suhteet vaihtelevat.

Lisäksi menetelmä tarjoaa tavan varhaisten tilaheijastusten toteuttamiseksi, mikä mahdollistaa entistä todentuntuisemman tilaefektin luomisen.

- 10 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti oheisiin piirustuksiin viittamalla, joissa

kuva 1 esittää tunnettua suodatinjärjestelmää virtuaalisen äänilähteen syntetisoinmiseksi,

15 kuva 2 esittää toista tunnettua suodatinjärjestelmää virtuaalisen äänilähteen syntetisoinmiseksi,

kuva 3 esittää kolmatta tunnettua järjestelmää virtuaalisen äänilähteen syntetisoinmiseksi, jossa mono- ja stereofoniset signaalit pyritään erottamaan toisistaan,

20 kuva 4 esittää erästä keksinnön mukaista adaptiivista suodatinjärjestelmää virtuaalisen äänilähteen syntetisoinmiseksi,

kuva 5 esittää erästä keksinnön mukaista ratkaisua mono/stereo-arvioijan toteuttamiseksi,

kuva 6 esittää kahta keksinnön mukaista ratkaisua mono/stereo-arvioijan päätösfunktion muodoksi,

25 kuva 7 esittää erästä keksinnön mukaista suodatinjärjestelmää, jossa on ainakin yksi erillinen suodatinlohko varhaisten virtuaalisten tilaheijastusten toteuttamiseksi, ja

kuva 8 esittää erästä keksinnön mukaista ratkaisua virtuaalisen äänilähteen syntetisoinmiseksi.

Kuvia 1, 2 ja 3 on käsitelty edellä tekniikan tason kuvauksen yhteydessä.

Kuvissa käytetään toisiaan vastaavista osista samoja viitenumeroita ja -merkintöjä.

Kuvassa 4 on esitetty eräs keksinnön mukaisen virtuaalisen äänilähteen syntetisoinnin mahdollistava neljäs suodatusjärjestely 40. Ratkaisun perustana on tekniikan tason mukainen kuvassa 3 esitetty kolmas suodatuslohko 34, jossa ensin lasketaan kanavista Xl ja Xr summa- ja erotussignaalit ensimmäisessä ja toisessa summauselimessä 22 ja 23. Tämän jälkeen summasignaali suodatetaan ensimmäisessä spatiaalisuodattimessa 24 ja erotussignaali toisessa spatiaalisuodattimessa 25. Tämän jälkeen suodattimilta 24 ja 25 saadut suodatetut summa- ja erotussignaalit yhdistetään jälleen kolmannessa ja neljännessä summauselimessä 26 ja 27. Kuvassa 4 katkoviivalla rajattuun neljänteen suodatinlohkoon 42 kuuluu edelleen kolmannen suodatinlohkon 34 mukainen ensimmäisen spatiaalisuodattimen 24 rinnalle kytketty kolmas suodatin 31, joka on viiveominaisuuksiltaan edullisesti identtinen ensimmäisen spatiaalisuodattimen 24 kanssa. Näiden lisäksi neljänteen suodatinlohkoon 42 kuuluu ensimmäisen vahvistin 45 ensimmäiseltä spatiaalisuodattimelta 24 tulevan signaalin voimakkuuden muuttamiseksi, toinen vahvistin 47 toiselta spatiaalisuodattimelta 25 tulevan signaalin voimakkuuden muuttamiseksi ja kolmas vahvistin 46 kolmannelta suodattimelta 31 tulevan signaalin vahvistamiseksi sekä viides summauselin 49 toiselta vahvistimelta 45 ja kolmannelta vahvistimelta 46 saatavien signaalien summaamiseksi.

Käsiteltävä signaali tuodaan neljänteen suodatinlohkoon 42 kahden kanavan Xl ja Xr kautta. Kanavat on kytketty mono/stereo-arvioijaan 41 signaalin stereofonisuuden arvioimiseksi.

Tunnetun tekniikan mukaisesti muodostetaan neljännessä suodatinlohkossa 42 ensiksi sisääntulokanavien summa- ja erotussignaalit ensimmäisessä 22 ja toisessa summauselimessä 23. Summasignaali johdetaan rinnankytketyille ensimmäiselle spatiaalisuodattimelle 24 ja kolmannelle suodattimelle 31. Erotussignaali johdetaan toiselle spatiaalisuodattimelle 25. Haluttaessa käyttää järjestelmää, jossa suodattimien 24, 25, 31 ominaisuudet ovat erikseen säädettävissä, voidaan suodattimet 24, 25, 31 kytkeä erilliseen suodattimien ohjauksesta huolehtivaan ohjauspiiriin 28.

Keksinnön mukaisesti suodattimien 24, 25 ja 31 ulostulot on kytketty vastaavasti vahvistimiin 45, 47 ja 46, joiden vahvistuskertoimet määräytyvät ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) mono/stereo-arvioijan 41 suorittaman arvioinnin perusteella. Ensimmäisen 45 ja kolmannen vahvistimen 46 jälkeen kolmannen suodattimen 31 ja ensimmäisen spa-



5 tiaalisuodattimen 24 kautta tulevat signaalit summataan viidennessä summauseli-  
messä 49. Lopuksi ensimmäisen spatiaalisuodattimen 24 ja kolmannen suodattimen  
31 kautta kulkeneiden signaalien summasignaali ja toisen spatiaalisuodattimen 25  
kautta tullut erotussignaali yhdistetään kolmannessa 26 ja neljännessä summauseli-  
messä 27.

10 Esillä olevan keksinnön kannalta on oleellista, että suodattimilta 24, 25 ja 31 saata-  
vien signaalien keskinäisiä voimakkuuksia säädetään muuttamalla vahvistimien 45,  
47 ja 46 vahvistusta mono/stereo-arvioijalta 41 saatujen vahvistuskertoimien mukai-  
sesti siten, että signaalien keskinäiset suhteet ovat mono- ja stereofonisten signaalien  
suhteesta riippumatta tuotettavan äänikuvan kannalta edullisesti optimaaliset.

15 Säädetävät vahvistimet 45, 47 ja 46 voidaan sijoittaa myös ennen suodattimia,  
mutta tällöin tarvittava laskenta monimutkaistuu, koska vahvistustasoihin tehtävät  
muutokset tulisi tehdä myös spatiaalisuodattimien viivelinjoihin, jolloin vahvistuk-  
sen vaihtamisen monimutkaisuus olisi verrannollinen spatiaalisuodattimen pituu-  
teen. Jos vahvistuksen muutoksia ei suoritettaisi myös spatiaalisuodattimen viivelin-  
joihin, voisi vahvistuksen vaihtumisen havaita virheinä äänikuvassa.

20 Mono/stereo-arvioija 41 määrittää eri vahvistuskertoimet tutkimalla järjestelmään  
tulevan signaalin stereofonisuutta. Signaalin stereofonisuuden arvioinnissa voidaan  
edullisesti käyttää hyväksi sitä tosiseikkaa, että kanavien välinen ristikorrelaatio on  
symmetrinen jos tutkittava signaali on monofonista. Täten voidaan arvioida tutkitta-  
van signaalin monofonisuutta testaamalla, kuinka symmetrinen kanavien välinen  
ristikorrelaatio on.

Signaalin monofonisuutta voidaan arvioida esimerkiksi seuraavan yhtälön avulla:

$$\overbrace{r[n]l[n-1] - l[n]r[n-1]} + \dots + \overbrace{r[n]l[n-N] - l[n]r[n-N]} - c|r[n]l[n]| = \begin{cases} < 0 = \text{monofoninen} \\ > 0 = \text{stereofoninen} \end{cases}$$

25 jossa  $l[n]$  on vasemman kanavan ja  $r[n]$  oikean kanavan signaali ajan hetkellä  $n$  ja  $c$   
on vakio. Yhtälö koostuu halutusta määrästä korrelaatiotermejä ( $1 \dots N$ ), joissa laske-  
taan oikeassa kanavassa ajan hetkellä  $n$  olevan signaalin ja vasemman kanavan ai-  
kaisemman ajan hetken ( $n-x$ , jossa  $x = 1 \dots N$ ) tulon ja vasemmassa kanavassa ajan  
hetkellä  $n$  olevan signaalin ja oikean kanavan aikaisemman ajan hetken ( $n-x$ , jossa  
30  $x = 1 \dots N$ ) tulon erotuksen itseisarvo. Ristikorrelaatiotermien summasta vähennetään  
kanavien signaalien tulon itseisarvo ajanhetkellä  $n$  kerrottuna vakiokertoimella  $c$ .  
Vakiokertoimen  $c$  avulla määritellään se, kuinka korkea monofonisen signaalin

osuuden tulee olla, jotta signaali luokiteltaisiin monofoniseksi. Mitä suurempaa määrää korrelaatiotermejä käytetään eli mitä suurempi  $N$  on, sitä tarkemmin signaalin stereofonisuus voidaan määrittää.

5 Mikäli tutkittavien kanavien signaaleissa on ennalta tunnettua voimakkuuseroa, esimerkiksi kun tiedetään, että toisen kanavan signaali on aina hiukan toista voimakkaampi, voidaan tulosaikalle tehdä balanssikorjaus kertomalla edellä esiteltyssä yhtälössä toisen kanavan signaalin voimakkuus sellaisella vakiolla, että tunnettu voimakkuusero kompensoituu.

10 Alan ammattimiehelle on ilmeistä, ettei edellä esitetty signaalien väliseen ristikorrelaatioon perustuva menetelmä ole ainoa menetelmä signaalin monofonisuuden arvioimiseksi. Stereofonisuuden arviointi voidaan suorittaa myös muilla, esimerkiksi kanavien välisten signaalien amplitudi- tai vaihe-erojen vertailuun perustuvilla menetelmillä.

15 Kuvassa 5 on esitetty eräs ratkaisu mono/stereo-arvioijan toteuttamiseksi, jossa korrelaatiolohko 51 toteuttaa esimerkiksi edellä esitetyn kaavan mukaisen korrelaatiomäärityksen. Korrelaatiolohkosta 51 saatava signaali voidaan tämän jälkeen johtaa alipäästösuodatuslohkoon 52, joka tasoittaa nopeita korrelaatiotiedon muutoksia. Tasoittavan suodatuksen avulla voidaan sinänsä tunnetulla tavalla säätää, kuinka nopeasti mono/stereo-arvioija reagoi tutkittavan signaalin stereofonisuudessa tapahtuviin muutoksiin.

20 Kun signaalin stereofonisuudesta on saatu arvio esimerkiksi edellä esitetyn menetelmän avulla, tulee stereofonisuuden perusteella ratkaista kunkin vahvistimen haluttu edullisesti optimaalinen vahvistus kyseisellä mono/stereo-signaalien suhteella. Tämä voidaan määrittää esimerkiksi kuvassa 5 esitetyllä päätösfunktiolohkolla 53, johon alipäästösuodatettu korrelaatiotiedon signaali ohjataan.

25 Kuvissa 6a ja 6b on graafisesti esitetty kaksi esimerkkiä käytettävän päätösfunktion muodoksi. Molemmissa kuvissa x-akselin arvo kuvaa signaalin stereofonisuutta, joka on voitu saada esimerkiksi edellä kuvatulla tavalla ristikorrelaation avulla. Y-akselin arvo kuvaa muuttujaa  $K$ , jota voidaan käyttää säädettävien vahvistimien säädössä. Muuttujan  $K$  arvo vaihtelee tyypillisesti kahden ennalta määrätyn luvun välissä, edullisesti esimerkiksi välillä 0-1 siten, että  $K$ :n arvolla 0 signaali on täysin monofonista ja  $K$ :n arvolla 1 täysin stereofonista. Käytettävä päätösfunktio on edullisesti paloittain jatkuva, jolloin kaikilla stereofonisuuden arvoilla voidaan määrittää arvo muuttujalle  $K$ .

Kuvassa 6a on esitetty askelmainen päätösfunktio, joka määrittää signaalin aina joko täysin monofoniseksi ( $K=0$ ) tai täysin stereofoniseksi ( $K=1$ ). Kuvan 6a mukainen päätösfunktio on hyödyllinen mono/stereo-arvioijaa viritettäessä, mutta johtuen funktion epäjatkuvuudesta syntyy äänikuvaan korvin kuultavia virheitä signaalin vaihtuessa monofonisen ja stereofonisen tilan välillä.

5

Kuvassa 6b esitetty ramppimainen päätösfunktio on askelmaista käyttökelpoisempi virtuaalisen äänilähteen tyypillisissä sovelluksissa. Ramppimaista päätösfunktiota käytettäessä muuttuja  $K$  voi saada arvoja myös ääriarvojensa välistä, jolloin tutkittavan signaalin katsotaan sisältävän osaksi monofonista ja osaksi stereofonista signaalia.

10

Alan ammattimiehelle on selvää, etteivät mahdolliset päätösfunktion muodot rajoitu edellä esitettyihin esimerkkeihin, vaan päätösfunktiona voidaan käyttää myös toisenlaisen muodon omaavia funktioita näin haluttaessa.

Käytettävästä signaalin stereofonisuuden arvioinnista riippuen on mahdollista, että tapauksissa, joissa toisen kanavan signaalin voimakkuus on merkittävästi suurempi kuin toisen, kuten tapauksissa, jossa toinen kanava on mykkä, käytetty algoritmi voi arvioida signaalin erheellisesti monofoniseksi. Tämä voidaan ehkäistä lisäämällä päätösfunktion ylimääräinen testi, joka ilmoittaa signaalin stereofoniseksi, jos eri kanavien signaalien voimakkuudet eroavat merkittävästi toisistaan.

15

Päätösfunktiolta saatua arvoa käytetään tämän jälkeen säätämään kuvassa 4 esitettyjen vahvistimien 45, 46 ja 47 vahvistuksia. Vahvistuskertoimet voidaan määrittää esimerkiksi seuraavasti

20

$$K_{a1} = K * c$$

$$K_{b1} = 1$$

$$K_{m1} = 1 - K_{a1}$$

jossa  $K_{a1}$  on ensimmäisen spatiaalisuodattimen 24 jälkeisen ensimmäisen vahvistimen 45 vahvistuskerroin,  $K_{b1}$  on toisen spatiaalisuodattimen 25 jälkeisen toisen vahvistimen 47 vahvistuskerroin ja  $K_{m1}$  on kolmannen suodattimen 31 jälkeisen kolmannen vahvistimen 46 vahvistuskerroin. Vakiokertoimella  $c$  rajoitetaan ensimmäisen spatiaalisuodattimen läpi tulevan signaalin vahvistusta signaalin ollessa täysin stereofonista ( $K=1$ ).

25

Eräs tapa luoda yhä vakuuttavampia äänikuvia on lisätä virtuaalisen äänilähteen syntetisoituun äänikuvaan informaatiota sen virtuaalisen tilan koosta ja akustisista

30

ominaisuuksista, jossa virtuaalinen äänilähde sijaitsee. Äänikuvaan voidaan tuottaa informaatiota virtuaalisesta tilasta esimerkiksi lisäämällä äänikuvaan virtuaalisen tilan aiheuttamia varhaisia ja myöhäisiä tilaheijastuksia (early and late room reflections) ja vaimennusefektejä. On tunnettua mallintaa varhaisia tilaheijastuksia geometrisen akustiikan avulla samoin kuin on tunnettua käyttää rekursiivisia suodatinrakenteita virtuaalisen tilan aiheuttamien vaimenemisten mallintamiseen.

Kuvassa 7 on esitetty keksinnön mukaiseen kuvassa 4 esitettyyn neljänteen suodatinjärjestelyyn 40 perustuva ratkaisu virtuaalisten akustisten tilojen syntetisoimiseksi. Neljänteen suodatinjärjestelyyn 40 on kuvassa 7 lisätty erillinen suodatinlohko 71 varhaisten tilaheijastusten syntetisoimiseksi. Erillisiä heijastuksia ja muita efektejä tuottavia lohkoja voi käytettävissä olevan laskentatehon rajoissa olla useampiakkin. Seuraavassa keksinnön mukaista ratkaisua selostetaan viittaamalla kuvassa 7 esitetyn yhden erillisen suodatuslohkon 71 käyttämiseen. Mikäli erillisiä suodatinlohkoja on useampia, järjestetään niiden toiminta vastaavasti.

Käytettäessä kuvan 4 tapaista neljättä suodatinjärjestelyä 40, ensimmäiseltä ja toiselta summauselementiltä 22 ja 23 saatavat kanavien summa- ja erotussignaalit ohjataan erilliseen suodatinlohkoon 71 varhaisten tilaheijastusten syntetisoimiseksi. Varhaisten tilaheijastusten laskentaan käytetty suodatinlohko 71 käsittää sekä summa-erotussignaaleille edullisesti ainakin yhden viivepiirin 72a; 72b, ekvalisointisuodattimen 73a; 73b, spatiaalisuodattimen 74a; 74b sekä vahvistimen 75a; 75b. Viivepiirit 72a ja 72b aiheuttavat varhaiseen tilaheijastukseen viiveen, joka vastaa aikaeroa suoraan virtuaalisesta lähteestä tulevan ja heijastuneen äänen välillä. Ekvalisointisuodattimet 73a ja 73b mallintavat ilmassa ja heijastuksen yhteydessä tapahtuvaa korkeiden taajuuksien vaimenemista. Spatiaalisuodattimet 74a ja 74b luovat varhaiselle tilaheijastukselle samankaltaisen kolmiulotteisen äänikuvan kuin spatiaalisuodattimet 24 ja 31. Säädetävien vahvistimien 75a ja 75b avulla säädetään heijastuneiden signaalien voimakkuutta heijastusvoimakkuuksien  $K_{21}$  ja  $K_{22}$  mukaiseksi. Heijastusvoimakkuuksien laskenta on sinänsä tunnettua tekniikkaa, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi lisäämällä mono/stereo-arvioijaan 41 tarvittavat välineet heijastusvoimakkuuksien  $K_{21}$  ja  $K_{22}$  laskennan suorittamista varten.

Erilliseltä suodatinlohkolta 71 saatavat varhaisia tilaheijastuksia kuvaavat summa- ja erotussignaalit summataan viidennessä 49 ja kuudennessa summauselimessä 76 takaisin neljännessä suodatinjärjestelyssä 40 vastaaviin suodattimien 24, 25, 31 jälkeisiin summa- ja erotussignaaleihin.

Keksinnön mukaiset ratkaisut eivät rajoitu edellä esitettyissä esimerkeissä esitettyihin ratkaisuihin, vaan ratkaisut voivat vaihdella patenttivaatimusten määrittelemissä rajoissa. Erityisesti keksinnön mukainen ratkaisu ei rajoitu kuvan 2 tapaiseen suodatinjärjestelyyn 20, vaan keksinnön mukaista ratkaisua voidaan soveltaa myös muun-

5 laisissa suodatinjärjestelyissä, kuten kuvassa 8 on esitetty.

Kuvassa 8 on esitetty keksinnön mukainen ratkaisu virtuaalisen äänilähteen syntetisoinniseksi kuvassa 1 esitettyyn ensimmäiseen suodatinjärjestelyyn 10 perustuvassa suodatinjärjestelmässä. Kuvan 8 selventämiseksi on kytkentään mahdollisesta kuulua suodattimien ohjaukseen käytetty ohjainpiiri 28 ja siihen liittyvät kytkennät jätetty piirtämättä. Ratkaisussa signaalin stereofonisuutta tutkitaan mono/stereo-

10 arvioijan 41 avulla, jonka avulla määritellään vahvistuskertoimet suodattimien 11, 12, 13, 14, 88 ja 89 jälkeisille vahvistimille 82, 83, 84, 85, 86 ja 87. Ennen suodattimia molemmista kanavista olevista signaaleista ohjataan osa summauselimelle 91 signaalin monofonisuutta approksimoivan summasignaalin tuottamiseksi.

15 Summasignaali jaetaan viidennelle 88 ja kuudennelle suodattimelle 89 halutun suodatuksen toteuttamiseksi monofoniselle signaalille. Suodatuksen jälkeen viidenneltä suodattimelta 88 tuleva signaali ohjataan viidennelle vahvistimelle 86, joka säättää vasempaan kanavaan syötettävän monofonisen signaalin voimakkuutta mono/stereo-

20 arvioijalta 41 saadun vahvistuskertoimen  $K_{3a}$  mukaisesti. Vastaavasti kuudes suodatin 89 ja kuudes vahvistin 87 muokkaavat oikeaan kanavaan syötettävää monofonista signaalia mono/stereo-arvioijalta 41 saadun vahvistuskertoimen  $K_{3b}$  mukaisesti. Tämän jälkeen saadut monofoniset signaalit summataan vasemman ja oikean kanavan summauselimillä 15 ja 16 vastaaviin äänilähteille meneviin kanaviin.

25 Vasemman kanavan stereolaajennussuodatin 11 luo vasemman kanavan signaaliin halutun tilavaikutelman ja vasemman kanavan ristiinkuulumisenestosuodatin 12 ohjaa vasemman kanavan signaalin kuuluvuutta oikeasta kanavasta. Vastaavasti oikean kanavan stereolaajennussuodatin 14 luo oikean kanavan signaaliin halutun tilavaikutelman ja oikean kanavan ristiinkuulumisenestosuodatin 12 ohjaa oikean kanavan signaalin kuuluvuutta vasemmasta kanavasta. Keksinnön mukaisesti kaikkien esite-

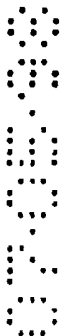
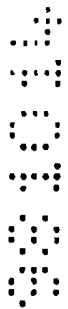
30 tyjen suodattimien jälkeen on sijoitettu vahvistimet 82, 83, 84 ja 85, joiden avulla säädetään kultakin suodattimelta saatavan signaalin voimakkuutta mono/stereo-arvioijalta saatujen vahvistuskertoimien  $K_{1a}$ ,  $K_{1b}$ ,  $K_{2a}$  ja  $K_{2b}$  mukaisesti. Signaalien voimakkuuden säädön jälkeen vasemman kanavan stereolaajennussuodattimen 11 jälkeiseltä vahvistimelta 82 saatava signaali summataan vasemman kanavan summauselimessä 15 oikean kanavan ristiinkuulumisenestosuodattimen 13 jälkeiseltä

35 vahvistimelta 84 saatavan signaalin kanssa. Vastaavasti oikean kanavan stereolaa-

jennussuodattimen 14 jälkeiseltä vahvistimelta 85 saatava signaali summataan oikean kanavan summauselimessä 16 vasemman kanavan ristiinkuulumisenestosuodattimen 12 jälkeiseltä vahvistimelta 83 saatavan signaalin kanssa.

5 Verrattuna kuvassa 4 esitettyyn keksinnön mukaiseen neljänteen suodatinjärjestykseen 40 kuvassa 8 esiteltyyn ratkaisun etuna se, ettei äänikuvassa tarvitse rajoittaa symmetrisesti kuuntelukohdan ympärille sijoittuneisiin äänilähteisiin.

10 Kuvan 8 mukaisella toteutuksella voidaan toteuttaa esimerkiksi ratkaisu, jossa monofonisen äänikuvan ei tarvitse välttämättä kuulua äänilähteiden keskeltä, kuten kuvan 4 mukaisessa ratkaisussa. Kuvan 8 mukaisella ratkaisulla luodun äänikuvan avulla voidaan monofoninen signaali saada kuulumaan halutusta äänilähteiden välistä pisteestä.



### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi järjestelmässä (40), jossa on ainakin oikea ja vasen kanava signaalin välittämiseksi ja kanaviin on kytketty vähintään yksi suodatin (24; 25; 31) ja vahvistin (45; 46; 47), **tunnettu** siitä, että
- 5           signaalin stereofonisuutta arvoidaan mono/stereo-arvioijan (41) avulla, ja arvioinnin perusteella määritellään mainitulla ainakin yhdellä suodattimella (24; 25; 31) saatavien signaalien vahvistuskertoimet ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ), ja mainitulla ainakin yhdellä suodattimella (24; 25; 31) saatujen signaalien voimakkuutta muutetaan määriteltyjen vahvistuskertoimien ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) mukaisesti.
- 10
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että signaalien voimakkuutta muutetaan määriteltyjen vahvistuskertoimien ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) mukaisesti ennen suodattimia (24; 31; 25).
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että signaalin stereofonisuutta arvoidaan kanavien välisen ristikorrelaation symmetrisyyden perusteella tietyn päätösfunktion avulla.
- 15
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jos toisen kanavan signaali on merkittävästi voimakkaampi kuin toisen, niin signaali määritellään päätösfunktiosta riippumatta stereofoniseksi.
- 20
5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytettävä päätösfunktio on paloittain jatkuva.
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytettävä päätösfunktio on askelfunktio.
7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että käytettävä päätösfunktio on rampifunktio.
- 25
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että monosignaali ohjataan erillistä kanavaa ainakin ensimmäisen spatiaalisuodattimen (24) ohitse.
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että monofonisen virtuaalisen äänilähteen kuulumiskohtaa siirretään pois kaiutinpärin keskiakselilta.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että signaali johdetaan ennen mainittua ainakin yhtä suodatinta (24; 25; 31) ainakin yhteen erilliseen suodatuslohkoon (71) varhaisten virtuaalisten tilaheijastusten syntetisoimiseksi signaaliin, minkä jälkeen muokattu signaali summataan takaisin vastaavaan mainitun  
5 ainakin yhden suodattimen (24; 25; 31) jälkeiseen signaaliin.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitussa erillisessä suodatuslohkossa (71) signaali johdetaan ainakin ekvalisointisuodattimen (73a; 73b) lävitse signaalin voimakkuuden säätämiseksi tietyillä taajuusalueilla.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitussa  
10 erillisessä suodatuslohkossa signaali johdetaan ainakin spatiaalisen suodattimen (74a; 74b) lävitse tilaefektin aikaansaamiseksi.

13. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitussa erillisessä suodatuslohkossa (71) suodatuksen jälkeen signaalin voimakkuutta muutetaan heijastusvoimakkuusarvojen mukaisesti.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että heijastusvoimakkuusarvot lasketaan mono/stereo-arvioijassa.  
15

15. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitussa erillisessä suodatuslohkossa (71) signaali johdetaan ainakin viivepiiriin (72a; 72b) lävitse.  
20

16. Laite virtuaalisen äänilähteen syntetisoimiseksi, jossa laitteessa on ainakin oikea ja vasen kanava signaalin välittämiseksi ja kanaviin on kytketty vähintään yksi suodatin (24; 25; 31) ja vahvistin (45; 46; 47), **tunnettu** siitä, että laitteessa on välineet (41) signaalin stereofonisuuden arvioimiseksi, välineet (41) ainakin yhdeltä vahvistimelta (24; 25; 31) saatavan signaalin vahvistuskertoimen (Ka1, Ka2, Km1) määrittämiseksi sekä välineet (41) vahvistimien (24; 25; 31) ohjaamiseksi vahvistuskertoimien (Ka1, Ka2, Km1) mukaisesti.  
25

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että mainituista välineistä ainakin kaksi ovat samoja välineitä (41).

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että laitteessa on välineet  
30 (72a, 72b, 73a, 73b, 74a, 74b, 75a, 75b) varhaisten tilaheijastusten syntetisoimiseksi.



**Patentkrav**

1. Förfarande för att syntetisera en virtuell ljudkälla i ett system (40) med åtminstone en höger- och en vänsterkanal för att förmedla en signal och till kanalerna har kopplats minst ett filter (24; 25; 31) och en förstärkare (45; 46; 47), kännetecknat av att

signalens stereofonitet bedöms med en mono/stereoestimator (41), och

utgående från bedömningen bestäms förstärkningskoefficienterna ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) för de signaler som erhålls med nämnda åtminstone ena filter (24; 25; 31), och

intensiteten hos de signaler som erhållits med nämnda åtminstone ena filter (24; 25; 31) ändras i enlighet med de definierade förstärkningskoefficienterna ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att signalernas intensitet ändras i enlighet med de definierade förstärkningskoefficienterna ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) före filtren (24; 31; 25).

3. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att signalens stereofonitet bedöms utgående från symmetrin hos korskorrelationen mellan kanalerna med hjälp av en viss beslutsfunktion.

4. Förfarande enligt patentkrav 3, kännetecknat av att ifall den ena kanalens signal är avsevärt starkare än den andras så bestäms signalen som stereofon oberoende av beslutsfunktionen.

5. Förfarande enligt patentkrav 3, kännetecknat av att den beslutsfunktion som används är bitvis kontinuerlig.

6. Förfarande enligt patentkrav 5, kännetecknat av att den beslutsfunktion som används är en stegfunktion.

7. Förfarande enligt patentkrav 5, kännetecknat av att den beslutsfunktion som används är en rampfunktion.

8. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att en monosignal styrs i en skild kanal åtminstone förbi ett första spatialfilter (24).

9. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att punkten där en monofon virtuell ljudkälla hörs flyttas bort från högtalarparets mittaxel.

5 10. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att signalen leds före nämnda åtminstone ena filter (24; 25; 31) till åtminstone ett skilt filtreringsblock (71) för att syntetisera tidiga virtuella rumsreflexer i signalen, varefter den bearbetade signalen återsummeras med en motsvarande signal efter nämnda åtminstone ena filter (24; 25; 31).

10 11. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** av att i nämnda skilda filtreringsblock (71) leds signalen åtminstone genom ett ekvaliseringsfilter (73a; 73b) för att reglera signalens intensitet inom vissa frekvensområden.

15 12. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** av att i nämnda skilda filtreringsblock leds signalen åtminstone genom ett spatialfilter (74a; 74b) för att producera en rumseffekt.

20 13. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** av att i nämnda skilda filtreringsblock (71) ändras signalens intensitet efter filtreringen i enlighet med reflexionsstyrkans värden.

14. Förfarande enligt patentkrav 13, **kännetecknat** av att reflexionsstyrkans värden beräknas i mono-stereoestimatorn.

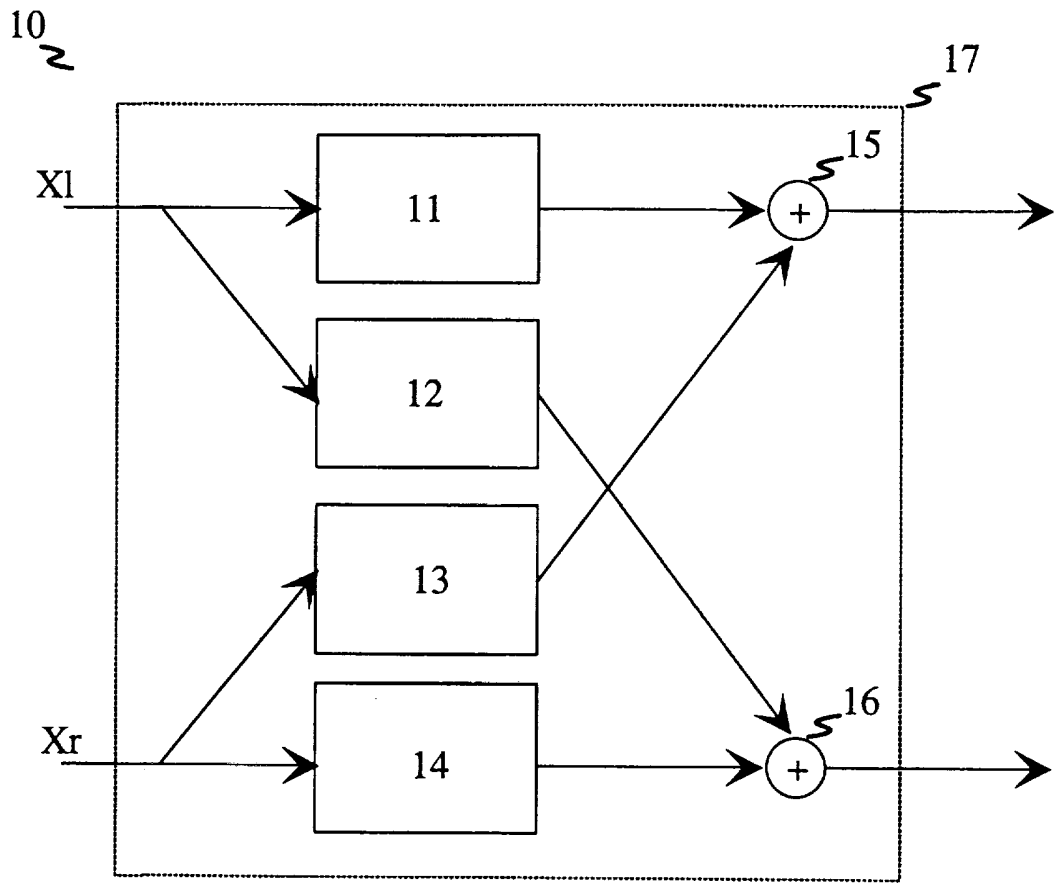
25 15. Förfarande enligt patentkrav 10, **kännetecknat** av att i nämnda skilda filtreringsblock (71) leds signalen åtminstone genom en fördröjningskrets (72a; 72b).

30 16. Anordning för att syntetisera en virtuell ljudkälla, innefattande åtminstone en höger- och en vänsterkanal för att förmedla en signal och till kanalerna har kopplats minst ett filter (24; 25; 31) och en förstärkare (45; 46; 47), **kännetecknat** av att anordningen har organ (41) för att bedöma signalens stereofonitet, organ (41) för att bestämma förstärkningskoefficienten ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ) för en signal som erhålls från åtminstone en förstärkare (24; 25; 31) samt organ (41) för att styra förstärkarna (24; 25; 31) i enlighet med förstärkningskoefficienterna ( $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{m1}$ ).

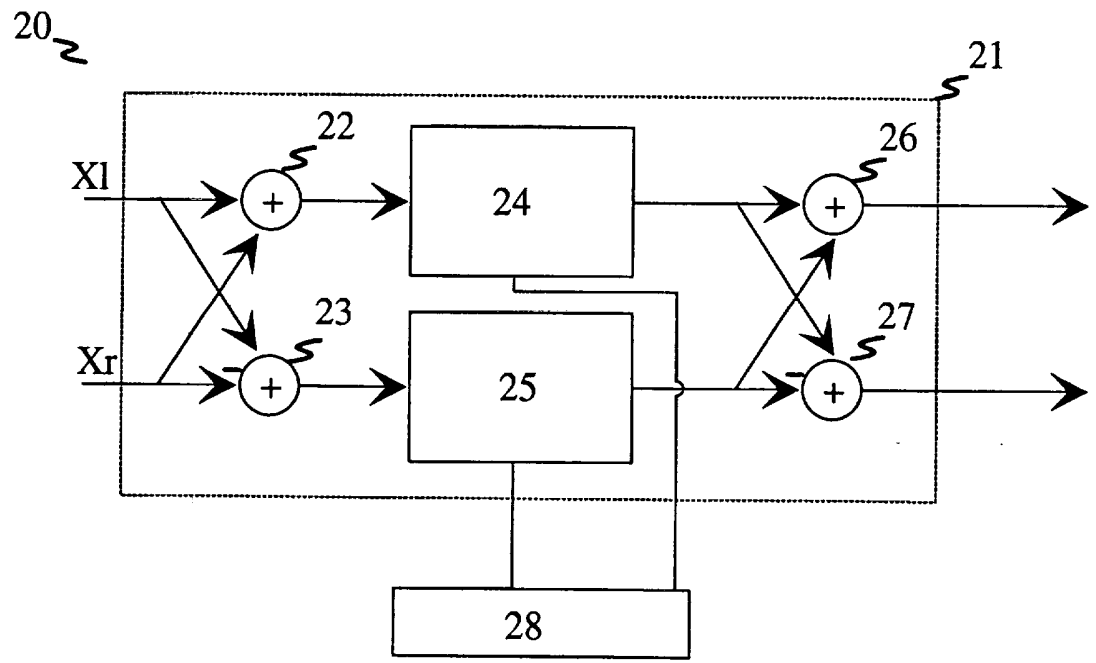
35 17. Anordning enligt patentkrav 16, **kännetecknad** av att åtminstone två av nämnda organ är desamma (41).

18. Anordning enligt patentkrav 16, kännetecknad av att anordningen har organ (72a, 72b, 73a, 73b, 74a, 74b, 75a, 75b) för att syntetisera tidiga rumsreflexer.



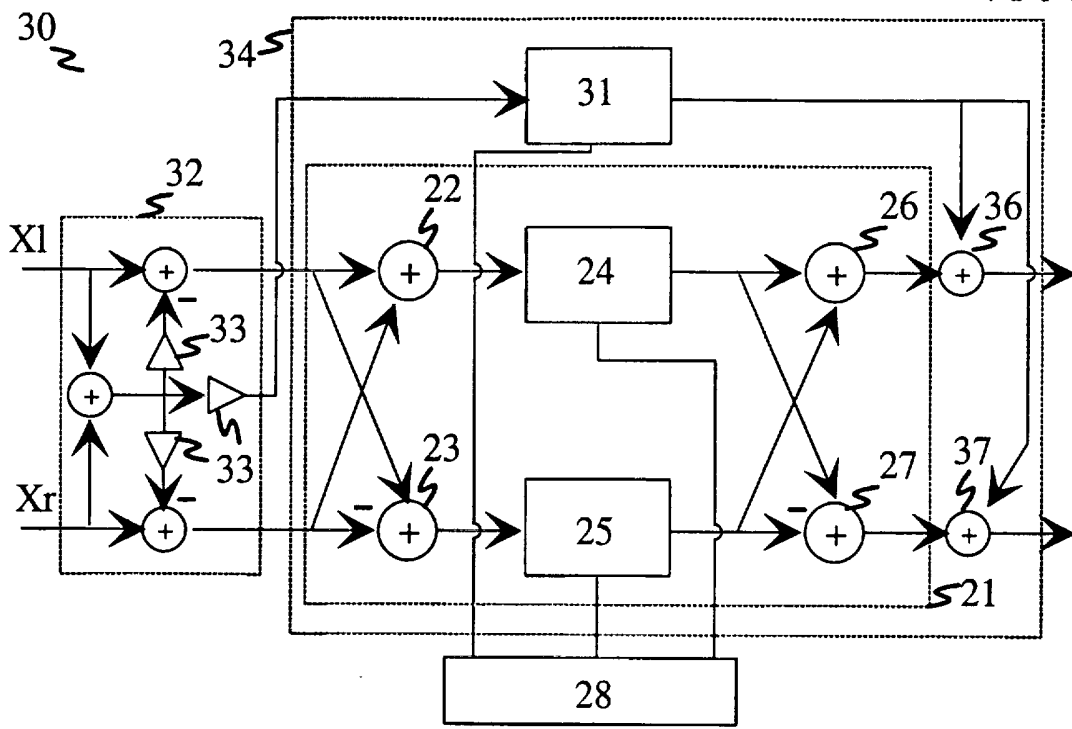


Prior Art  
Fig. 1



Prior Art  
Fig. 2





Prior Art  
Fig. 3

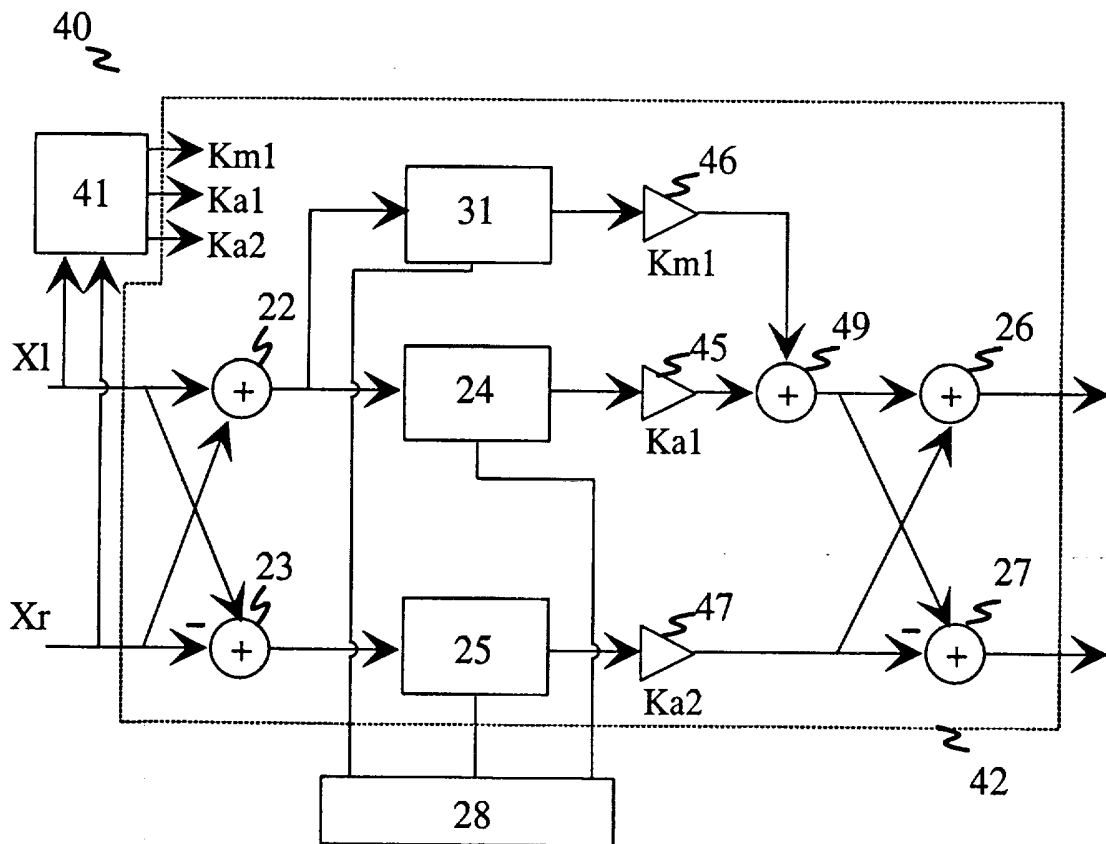


Fig. 4

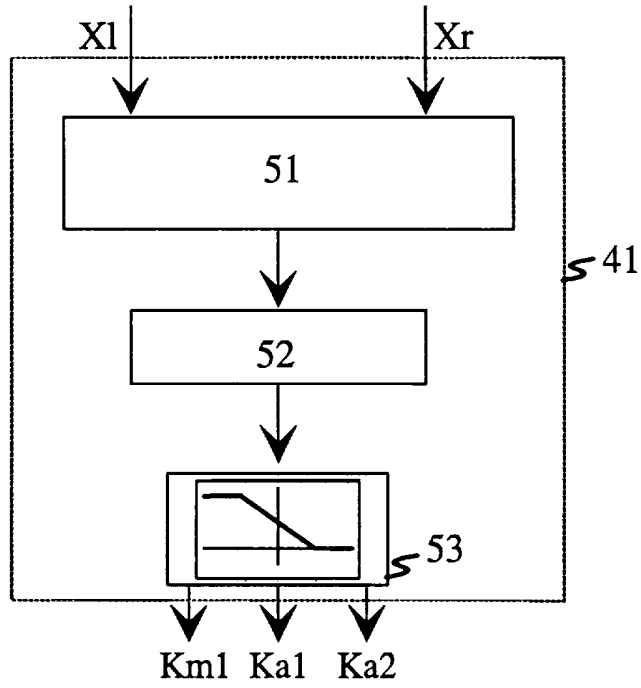


Fig. 5

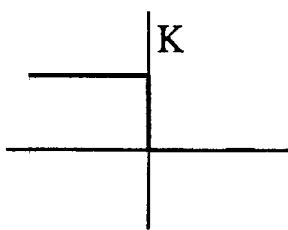


Fig. 6a

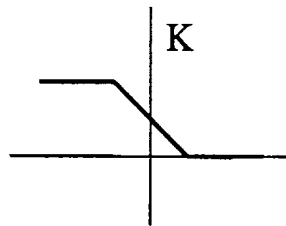


Fig. 6b



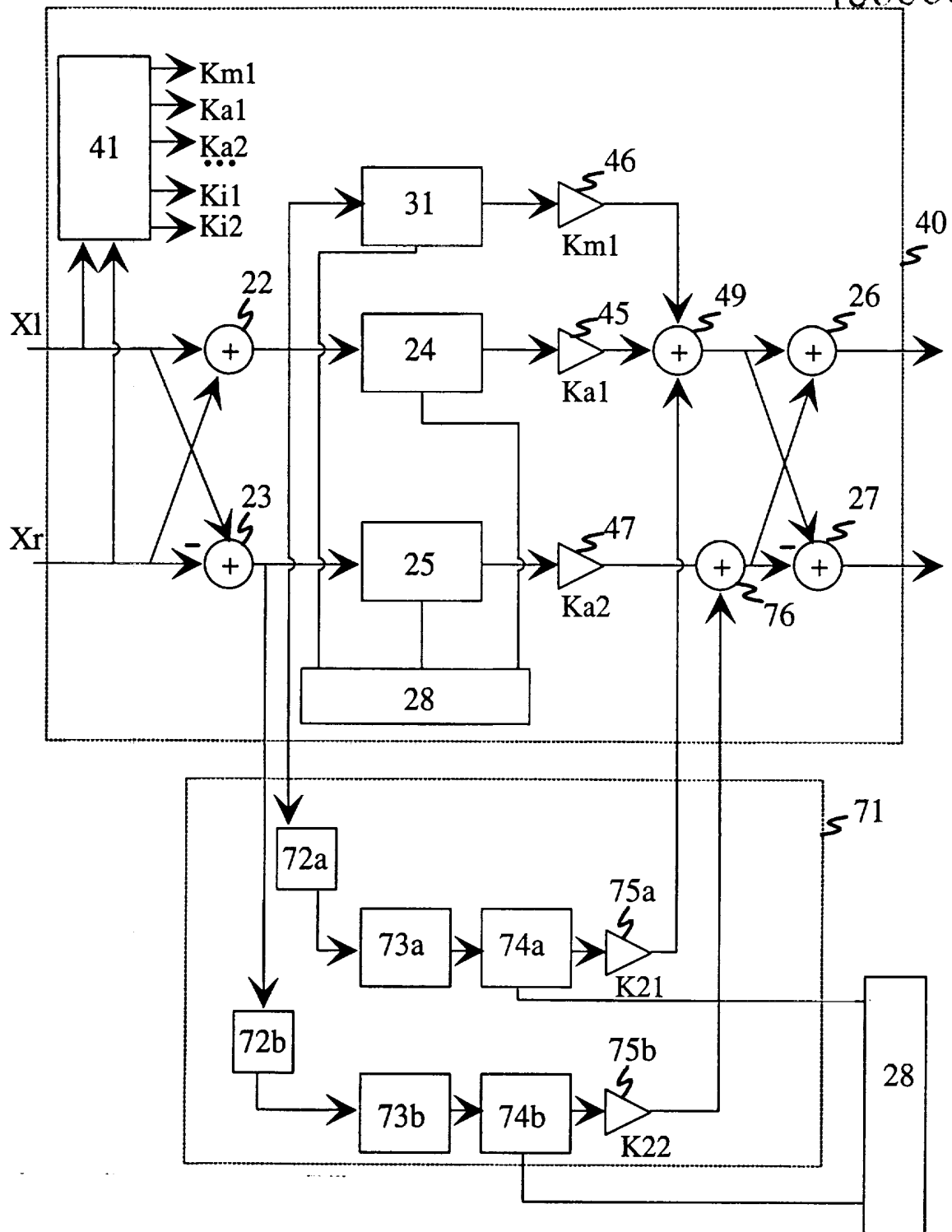


Fig. 7

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

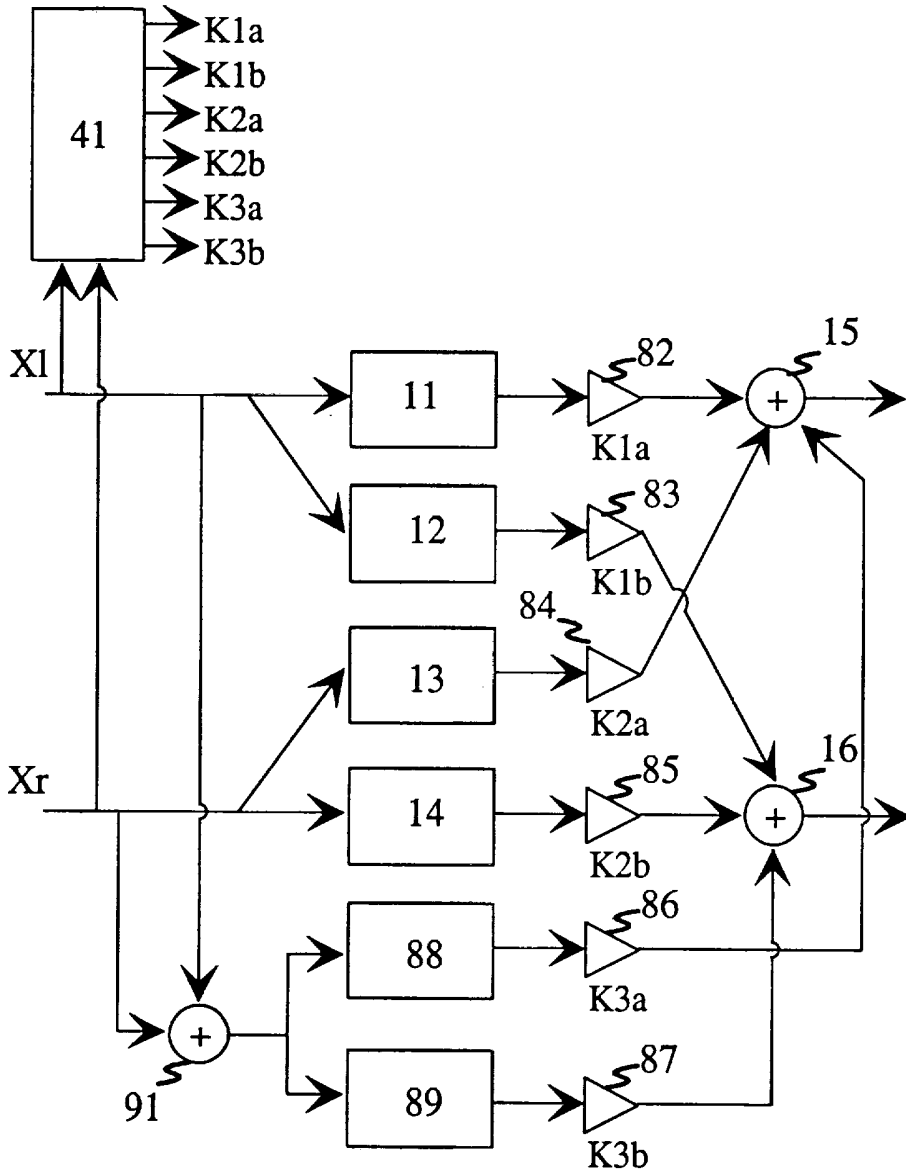


Fig. 8