



F 10000945648



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen(B) (11) KUULUTUSJULKAISU  
UTLAGGNINGSSKRIFT

94564

C (45) Patentti myönnetty  
Patent meddelat 25 09 1995

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

G 10K 11/178

(21) Patentihakemus - Patentansökning	920642
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	14.02.92
(24) Alkupäivä - Löpdag	14.02.92
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	15.08.93
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.06.95

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia (Deutschland) GmbH, Östliche Karl-Friedrich-Strasse 132, 7530 Pforzheim, Germany, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Kuusama, Juha, Fysiikanpolku 2 B 32, 33720 Tampere, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä  
Aktivt bullerdämpningssystem

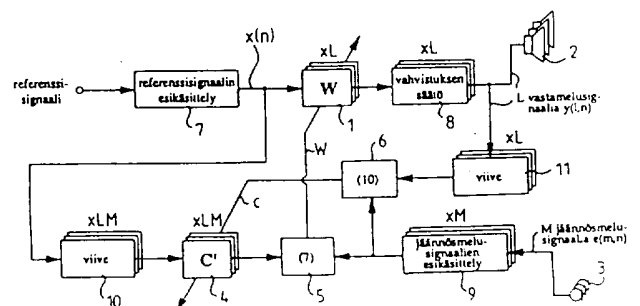
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 448121 (G 10K 11/16), EP A 466989 (G 10K 11/16), US A 4987598 (G 10K 11/16),  
US A 4677676 (G 10K 11/16)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä, joka käsittää välineet yhden tai useamman kohdealueen meluun verrannollisen referenssisignaalin  $x(n)$  kehittämiseksi, useita elektronisia välineitä (1), joiden siirtofunktiot (W) ovat aseteltavia, kuten adaptiivisia suotimia, sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai -signaalit  $x(n)$  ja kehittämään vastamelusignaalit  $y(l,n)$ , useita äänilähteitä (2) sovitettuina vastaanottamaan vastamelusignaalit  $y(l,n)$  ja kehittämään kohdealueeseen vastamelua siinä esiintyvän melun ainakin osittaiseksi kumoamiseksi, useita ilmaisimia (3) kohdealueen jäännösmelun havaitsemiseksi ja muuttamiseksi sähköisiksi jäännösmelusignaaleiksi  $e(m,n)$ , kunkin elektronisen välineen ja kunkin ilmaisimen välisen siirtotien estimoidun siirtofunktion  $C'$  omaavat siirtotievälineet (4) sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai -signaalit  $x(n)$  ja viritysvälineet (5), jotka on sovitettu vastaanottamaan jäännösmelusignaalit  $e(m,n)$  ja siirtotievälineiden (4) ulostulosignaalit ja kehittämään viritysignaalit (w) ja välittämään ne elektronisille välineille (1)

niiden siirtofunktioiden (W) virittämiseksi, ja toiset viritysvälineet (6), jotka on sovitettu vastaanottamaan vastamelusignaali  $y(l,n)$  ja jäännösmelusignaali  $e(m,n)$  ja kehittämään toiset viritysignaali  $c$  ja välittämään ne siirtotievälineille (4) niiden siirtofunktioiden ( $C'$ ) virittämiseksi.



Ett aktivt larmdämpningssystem, som omfattar organ för generering av en mot larm på ett målområde proportionell referenssignal ( $x(n)$ ), ett flertal elektroniska organ (1), vilkas translationsfunktioner ( $W$ ) är inställbara, såsom adaptiva filter, anordnade att motta referenssignalen eller -signalerna ( $x(n)$ ) och generera antilarmsignaler ( $y(l,n)$ ), ett flertal ljudkällor (2) anordnade att motta antilarmsignalerna ( $y(l,n)$ ) och generera antilarm på målområdet för att åtminstone delvis eliminera där förekommande larm, ett flertal detektorer (3) för detektering av målområdets restlarm och omvandla det till elektriska restlarmssignaler ( $e(m,n)$ ), translationsvägorgan (4) med en estimerad translationsfunktion ( $C'$ ) för translationsvägen mellan respektive elektroniska organ och detektor anordnade att motta referenssignalen eller -signalerna ( $x(n)$ ), samt avstämningsorgan (5) anordnade att motta restlarmssignalerna ( $e(m,n)$ ) och translationsvägorganens (4) ut signaler och generera avstämningssignaler ( $w$ ) och förmedla dem till de elektroniska organen (1) för avstämning av deras translationsfunktioner ( $W$ ), och andra avstämningsorgan (6) anordnade att motta antilarmsignalerna ( $y(l,n)$ ) och restlarmssignalerna ( $e(m,n)$ ) och generera andra avstämningssignaler ( $c$ ) och förmedla dem till translationsvägorganen (4) för avstämning av deras translationsfunktioner ( $C'$ ).

## Aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä

Tämän keksinnön kohteena on aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä, joka käsittää välineet yhden tai useamman kohdealueen meluun verrannollisen referenssisignaalin kehittämiseksi, useita elektronisia välineitä, joiden siirtofunktiot ovat aseteltavia, kuten adaptiivisia suotimia, sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai -signaalit ja kehittämään vastamelusignaalit, useita äänilähteitä sovitettuina vastaanottamaan vastamelusignaalit ja kehittämään kohdealueeseen vastamelua siinä esiintyvän melun ainakin osittaiseksi kumoamiseksi, useita ilmaisimia kohdealueen jäännösmelun havaitsemiseksi ja muuttamiseksi sähköisiksi jäännösmelusignaaleiksi, kunkin elektronisen välineen ja kunkin ilmaisimen välisen siirtotien estimoidun siirtofunktion omaavat siirtotievälineet sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai -signaalit ja viritysvälineet, jotka on sovitettu vastaanottamaan jäännösmelusignaalit ja siirtotievälineiden ulostulosignaalit ja kehittämään viritysignaalit ja välittämään ne elektronisille välineille niiden siirtofunktioiden viritämiseksi.

Yllä kuvatunkaltaista aktiivista melunvaimennusjärjestelmää, jossa on useita vastamelusignaaleja lähettäviä äänilähteitä ja useita jäännösmelua vastaanottavia ilmaisimia, ovat ehdottaneet S.J. Elliot, I.A. Stothers ja P.A. Nelson artikkelissaan "A Multiple Error LMS Algorithm and its Application to the Active Control of Sound and Vibration", IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. ASSP-35, No. 10, Oct. 1987. Tällaista järjestelmää havainnollistava lohkoavaio on esitetty myös oheisen piirustuksen kuviossa 1, johon myös seuraavassa viitataan.

Oletetaan järjestelmään sisältyvän L kaiutinta 2 ja M mikrofonia 3. Referenssisignaali  $x(n)$  syötetään L adap-

tiiviselle suotimelle 1, joilla kullakin on siirtofunktiio  
 $W(i,n)$ , millä tarkoitetaan siirtofunktiota  $i$  ajanhetkellä  
 $n$ . Merkinnällä  $w(i,j,n)$  tarkoitetaan tällöin seuraavassa  
 FIR-suotimella mallinnetun siirtofunktion  $i$  kerrointa  $j$   
 5 ajanhetkellä  $n$ . Olkoon näiden siirtofunktioiden pituus  $I$ .  
 Näiden suotimien ulostulot  $y(k,n)$ , joka on siis siirto-  
 funktion  $W(k,n)$  ulostulosignaali, syötetään  $L$  kaiuttimelle  
 2. Olkoon siirtofunktiio  $i$ . kaiuttimelta  $j$ . mikrofonille  
 $C(i,j,n)$ , jolloin sen kerroin  $k$  ajanhetkellä  $n$  on  
 10  $c(i,j,k,n)$ . Mallintakaamme edelleen näitä siirtofunktiota  
 FIR-suotimilla ja olkoon kunkin suotimen pituus  $J$ . Signaa-  
 lit kultakin kaiuttimelta 2 vastaanotetaan kullakin mikro-  
 fonilla 3. Signaali  $m$ . mikrofonilta 3 on  $e(m,n)$ , joka on  
 signaalien summa kaikilta kaiuttimilta 2, johon edelleen  
 15 summautuu jäännösmelu  $d(m,n)$ . Tätä tilannetta on havain-  
 nollistettu oheisen piirustuksen kuvion 2 lohkokaaviossa,  
 jossa selvyyden vuoksi on esitetty ainoastaan yksi mikro-  
 foni 3.

Yllä esitettyjen lähtöolettamusten pohjalta voidaan  
 20 johtaa seuraavat yhtälöt

$$y(k,n) = \sum_{i=0}^{I-1} w(k,i,n)x(n-i) \quad (1)$$

25

$$e(m,n) = \sum_{l=1}^L \sum_{j=0}^{J-1} c(l,m,j,n)y(l,n-j) + d(m,n) \quad (2)$$

30

$$e(m,n) = \sum_{l=1}^L \sum_{j=0}^{J-1} c(l,m,j,n) \sum_{i=0}^{I-1} w(k,i,n-j)x(n-i-j) + d(m,n) \quad (3)$$

Jos kokonaismeluksi  $N_{tot}$  siinä tilassa, jossa vasta-  
 35 melusignaali on sovitettu toimimaan eli niin sanotussa

kohtealueessa, määritetään kaikkien mikrofonisignaalien oletusarvojen neliöt saadaan seuraava yhtälö

$$5 \quad N_{\text{tot}} = E \left\{ \sum_{m=1}^M e^2(m, n) \right\} \quad (4)$$

10 Kokonaisvirheen differentiaali siirtofunktion  $W(l, i)$  kertoimen  $i$  suhteen on

$$\frac{\partial N_{\text{tot}}}{\partial w(l, i, n)} = 2E \left\{ \sum_{m=1}^M e(m, n) \frac{\partial e(m, n)}{\partial w(l, i, n)} \right\} . \quad (5)$$

15

Oletetaan, että  $W(l, n)$  ja  $C(l, m, n)$  ovat hetkellisesti ajan suhteen muuttumattomia, mikä puolestaan merkitsee, että ne muuttuvat ainoastaan hitaasti verrattuina referenssisignaaliin  $x(n)$  ja jäännösmeluun  $d(m, n)$ . Tällöin siirtofunktiota  $W(l, n)$  merkitään  $W(l)$  sekä siirtofunktiota  $C(l, m, n)$  merkitään  $C(l, m)$ . Vastaavasti ko. funktioiden  $i$ :nnet kertoimet merkitään  $w(l, i)$  sekä  $c(l, m, i)$ . Derivoimalla yhtälö 3 saadaan

$$25 \quad \frac{\partial e(m, n)}{\partial w(l, i)} = \sum_{j=0}^{j-1} c(l, m, j) x(n-i-j) . \quad (6)$$

∴

30 Oletetaan edelleen, että on olemassa estimaatit siirtofunktioille  $C(l, m)$  ja merkitään näitä estimaatteja  $C'(l, m)$ . Jos kutakin siirtofunktion  $W(l)$  kerrointa  $w(l, i)$  asetellaan kullakin näytteenottohetkellä määrällä, joka on verrannollinen kaavan 5 antaman differentiaalin negatiiviseen hetkellisarvoon, saadaan modifioitu monikanavainen suodatettu- $x$  tyyppinen algoritmi siirtofunktion kertoimelle  $w(l, i, n+1)$ , joka siis kuvaa ko. kertoimen arvoa uudella hetkellä  $n+1$ .

∴

35

$$w(l, i, n+1) = w(l, i, n) - \alpha \sum_{m=1}^M e(m, n) \sum_{j=0}^{J-1} c'(l, m, j) x(n-i-j), \quad (7)$$

5

missä  $\alpha$  on sovituserroin.

Yllä kuvattua algoritmia on kokeiltu reaaliaikaisessa prototyypissä ja mitattu sen toimintaa. Tätä on raportoitu yllä mainitussa Elliot et al.:in artikkelissa. Oleellista melunvaimentumista havaittiin vain referenssisignaalin taajuudella. Oleellisena yllä kuvatun algoritmin ja siihen perustuvan järjestelmän ongelmana on, että siinä käytetään kiinteitä siirtofunktioita kaiuttimien ja ilmaisimien välisten siirtoteiden estimointiin. Monikanavaisessa järjestelmässä tämä merkitsee useiden siirtofunktioiden mittaustarvetta kutakin asennusta varten. Jos esimerkiksi käytetään neljää kaiutinta ja kahdeksaa ilmaisinta, täytyy mitata 32 erilaisen siirtotien siirtofunktiot, mikä ei käytännön syistä ole laisinkaan yksinkertaista. Lisäksi kiinteiden siirtofunktioestimaattien käyttö tekee järjestelmän kyvyttömäksi reagoimaan muutoksiin kohdealueen akustiikassa, kuten esimerkiksi matkustajien paikan ja lukumäärän muutoksiin, jos kohdealueena on ajoneuvo, muutoksiin lämpötilassa ja kosteudessa tai muutoksiin, jotka aiheutuvat komponenttien vanhenemisesta tai vaurioitumisesta.

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on tuoda esiin aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä, jossa yllä mainittuja ongelmia on onnistuttu oleellisesti vähentämään. Tämä tavoite saavutetaan keksinnön mukaisen aktiivisen melunvaimennusjärjestelmän avulla, jolle on tunnusomaista, että järjestelmä edelleen käsittää toiset viritysvälineet, jotka on sovitettu vastaanottamaan sekä vastamelusignaaleja että jäännösmelusignaaleja sekä kehittämään toiset viritys-signaalit ja välittämään ne siirtotievälineille niiden siirtofunktioiden viritämiseksi.

Keksinnön mukaisen järjestelmän avulla aikaansaata-  
 vissa oleva parannus aikaisemmin tunnettuun järjestelmään  
 nähden perustuu oivallukseen, että siirtoteiden siirto-  
 funktioita ei tarvitse mitata vaan että ne voidaan esti-  
 moida, kun estimoinnin avuksi käytetään takaisinkytkentä-  
 tietoa itse järjestelmän toiminnasta. Näiden estimoitujen  
 siirtoteiden siirtofunktioiden avulla voidaan puolestaan  
 estimoida ne signaalit, jotka näiden siirtoteiden kautta  
 aiheuttavat jäännösmelusignaaleja tietylle ilmaisimelle.  
 Vähentämällä tällä tavoin estimoidut jäännösmelusignaalit  
 kunkin ilmaisimen vastaanottamasta jäännösmelusta voidaan  
 saada "puhtaammat" jäännösmelusignaalit käytettäväksi  
 elektronisten välineiden, kuten adaptiivisten suotimien,  
 siirtofunktioiden virittämiseen. Tämän mukaisesti siirto-  
 teiden siirtofunktioita voidaan virittää perustuen kulla-  
 kin uudella näytteenottohetkellä  $n+1$  määritettävään siir-  
 tofunktion  $C'(l,m)$  kertoimen  $j$  uuteen arvoon perustuen al-  
 goritmiin

$$c'(l,m,j,n+1) = c'(l,m,j,n) +$$

$$\beta \left[ e(m,n) - \sum_{h=1, h \neq l}^L \sum_{k=0}^{j-1} c'(h,m,k,n) y(h,n-k) \right] y(l,n-j) ,$$

25

jossa  $\beta$  on sovituserroin.

Yllä esitetty algoritmi voidaan johtaa seuraavasti.  
 Ensinnäkin derivoimalla yllä esitetty yhtälö 2 kertoimen  
 $c(l,m,j)$  suhteen saadaan

30

$$\frac{\partial e(m,n)}{\partial c(l,m,j,n)} = y(l,n-j) . \quad (8)$$

35

Jos estimoitua siirtotien siirtofunktion kerrointa  
 merkitään  $c'(l,m,j)$  saadaan yhtälön 8 perusteella LMS-  
 tyyppinen algoritmi näiden kertoimien rekursiiviseksi es-  
 timoimiseksi

$$c'(l, m, j, n+1) = c'(l, m, j, n) + \beta e(m, n) y(l, n-j) . \quad (9)$$

Yhtälön 9 mukainen algoritmi ei kuitenkaan käytännössä juurikaan toimi, koska signaali  $e(m, n)$ , jota on käytetty siirtofunktion  $C'(l, m)$  estimoimiseen sisältää korreloivia melukomponentteja, nimittäin signaalit kaikista muista kaiuttimista  $m$ . ilmaisimelle 3. Käyttämällä yhtälön 9 mukaisia siirtofunktioestimaatteja kyetään kuitenkin laskemaan estimaatit myös näille häiritseville signaaleille ja nämä voidaan vähentää signaalista  $e(m, n)$ , jotta saadaan "puhtaampi" jäännösmelusignaali sovitusta varten. Tällä tavoin päädytään jo yllä kuvattuun yhtälöön uuden kertoimen  $c'(l, m, j, n+1)$  laskemista varten

$$c'(l, m, j, n+1) = c'(l, m, j, n) +$$

$$\beta \left[ e(m, n) - \sum_{h=1, h \neq 1}^L \sum_{k=0}^{J-1} c'(h, m, k, n) y(h, n-k) \right] y(l, n-j) , \quad (10)$$

20

Seuraavassa keksinnön mukaista järjestelmää kuvataan vielä viitaten oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 kuvaa tunnetun kaltaista aktiivista melunvaimennusjärjestelmää,

25 kuvio 2 esittää lohkoakaavion, joka havainnollistaa kuvion 1 mukaisen järjestelmän toimintaa ja

kuvio 3 esittää keksinnön mukaisen aktiivisen melunvaimennusjärjestelmän periaatteellisen lohkoakaavion.

Kuten yllä on jo osittain kuvattu, kuviossa 1 on esitetty aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä, jossa referenssisignaali lohossa 7 tapahtuvan esikäsitteilyn jälkeen syötetään adaptiivisille suotimille 1, joita on  $L$  kappaletta. Näiden suotimien 1 ulostulot syötetään lohossa 8 tapahtuvan vahvistuksen jälkeen kaiuttimelle 2, joita myös on  $L$  kappaletta. Nämä kaiuttimet 2 kohdistavat kohdealueeseen  $L$  vastamelusignaalia  $y(l, n)$ . Näiden vastamelusigna-

35

lien vaikutusta tarkkaillaan ilmaisimilla 3, joita on  $M$   
 kappaletta. Näiden ilmaisimien 3 vastaanottamia jäännösme-  
 lusignaaleja  $e(m,n)$  käsitellään ensin esikäsitteilylohkois-  
 sa 9, joita on  $M$  kappaletta ja sen jälkeen ne johdetaan  
 5 lohkokoon 5. Lohkolle 5 syötetään myös lohkoilta 4 saatavat  
 signaalit. Lohkot 4 estimoivat kiinteiden estimaattien  $C'$   
 avulla kunkin kaiuttimen ja kunkin ilmaisimen välisen  
 siirtotien siirtofunktiota. Yhtälön 7 mukaisesti näille  
 siirtoteiden siirtofunktioestimaateille syötetään refe-  
 10 renssisignaali  $x$ , jota kuitenkin on viivästetty sekä adap-  
 tiivisten suotimien 1 että itse siirtotien aiheuttamalla  
 viiveillä, joten se saa referenssisignaalin hetkeltä  
 $n-i-j$ . Nämä viiveet synnytetään viivelohkoilla 10. Sekä  
 viivelohkoja 10 että siirtotien siirtofunktioestimaatti-  
 15 lohkoja 4 on  $L \times M$  kappaletta. Lohkojen 4 ja lohkojen 9  
 ulostulot yhdistetään lohkokossa 5, joka on sovitettu yhtä-  
 lön 7 mukaisesti laskemaan uudet arvot adaptiivisten suo-  
 timien 1 siirtofunktioille  $W$ .

Yllä mainituista syistä kuvion 1 mukainen järjes-  
 20 telmä ei kuitenkaan toimi parhaalla mahdollisella tavalla  
 ja sitä onkin keksinnön mukaisesti täydennetty siten, että  
 on päädytty kuvion 3 mukaiseen järjestelmään. Tässä ku-  
 viossa 3 on kuvion 1 järjestelmää vastaaville lohkoille  
 annettu vastaavat viitemerkit. Tämä tarkoittaa myös sitä,  
 25 että vastaavan viitemerkin omaavat lohkot toimivat täysin  
 samalla tavoin. Kuvion 1 mukaisesta järjestelmästä poike-  
 ten kuvion 3 mukainen järjestelmä käsittää lohkon 6, joka  
 yllä määritetyn yhtälön 10 mukaisesti on sovitettu laske-  
 maan uusia siirtoteiden siirtofunktioestimaatteja käytet-  
 30 täväksi lohkoissa 4. Yhtälön 10 mukaisesti lohko 6 on so-  
 vitettu vastaanottamaan sekä vastamelusignaalit  $y(l,n)$  et-  
 tä jäännösmelusignaalit  $e(m,n)$ . Vastamelusignaalit syöte-  
 tään lohkolle 6 vasta viivelohkojen 11 jälkeen. Näiden  
 lohkojen 11 viiveet vastaavat siirtotiellä esiintyvää vii-  
 35 vettä. Käytännössähän kaiuttimien 2 signaalit ehtivät il-

maisimille vasta joidenkin millisekuntien jälkeen sen jälkeen kun ne on syötetty kaiuttimille 2. Jotta lohkoissa 6 tätä tyhjää aikaa ei tarvitsisi ottaa huomioon käytetään viivelohkoja 11. Lohkoissa 6 yhtälön 10 perusteella kyetään nyt määrittelemään uudet arvot siirtoteiden siirtofunktioiden estimaateille ja syöttämään ne lohkoille 4 käytettäväksi samalla tavoin kuin kuvion 1 järjestelmässä adaptiivisten suotimien 1 siirtofunktioiden W asetteluun.

Yllä keksinnön mukaista järjestelmää on kuvattu vain yhden esimerkinomaisen toteutuksen avulla ja on ymmärrettävää, että keksinnön mukainen toiminta voidaan aikaansaada hyvinkin erikaltaisten laiteratkaisujen avulla ilman että sen toiminta poikkeaa oheisissa patenttivaatimuksissa määritellyn järjestelmän toiminnasta.

### Patenttivaatimukset

1. Aktiivinen melunvaimennusjärjestelmä, joka käsittää

5 välineet yhden tai useamman kohdealueen meluun verrannollisen referenssisignaalin  $(x(n))$  kehittämiseksi, useita elektronisia välineitä (1), joiden siirtofunktiot  $(W)$  ovat aseteltavia, kuten adaptiivisia suotimia, sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai  
10 -signaalit  $(x(n))$  ja kehittämään vastamelusignaalit  $(y(l,n))$ ,

useita äänilähteitä (2) sovitettuina vastaanottamaan vastamelusignaalit  $(y(l,n))$  ja kehittämään kohdealueeseen vastamelua siinä esiintyvän melun ainakin osittaiseksi kumoamiseksi,  
15

useita ilmaisimia (3) kohdealueen jäännösmelun havaitsemiseksi ja muuttamiseksi sähköisiksi jäännösmelusignaaleiksi  $(e(m,n))$ ,

20 kunkin elektronisen välineen ja kunkin ilmaisimen välisen siirtotien estimoidun siirtofunktion  $(C')$  omaavat siirtotievälineet (4) sovitettuina vastaanottamaan referenssisignaalin tai -signaalit  $(x(n))$  ja

viritysvälineet (5), jotka on sovitettu vastaanottamaan jäännösmelusignaalit  $(e(m,n))$  ja siirtotievälineiden (4) ulostulosignaalit ja kehittämään virityssignaalit  
25  $(w)$  ja välittämään ne elektronisille välineille (1) niiden siirtofunktioiden  $(W)$  virittämiseksi, t u n n e t t u siitä, että järjestelmä edelleen käsittää

toiset viritysvälineet (6), jotka on sovitettu vastaanottamaan vastamelusignaalit  $(y(l,n))$  ja jäännösmelusignaalit  $(e(m,n))$  ja kehittämään toiset virityssignaalit  
30  $(c)$  ja välittämään ne siirtotievälineille (4) niiden siirtofunktioiden  $(C')$  virittämiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestelmä,  
35 t u n n e t t u siitä, että toiset viritysvälineet (6)

kehittävät toisen virityssignaalin perustuen siirtotievälineiden siirtofunktioiden kertoimien uusiin arvoihin ( $c'(l,m,j,n+1)$ ) määritettynä algoritmilla

$$5 \quad c'(l,m,j,n+1) = c'(l,m,j,n) +$$

$$\beta \left[ e(m,n) - \sum_{h=1, h \neq 1}^L \sum_{k=0}^{J-1} c'(h,m,k,n) y(h,n-k) \right] y(l,n-j) ,$$

10

missä  $\beta$  on sovituserroin,  $L$  on kaiuttimen kokonaislukumäärä ja  $l$  kulloinkin kyseessä olevan kaiuttimen järjestysluku,  $m$  on kulloinkin kyseessä olevan mikrofonin järjestysluku,  $J$  on suotimen pituus ja  $j$  sen kerroin ajanhetkellä  $n$ .

15

## Patentkrav

1. Aktivt bullerdämpningssystem, som omfattar  
 - organ för generering av en eller flera mot buller  
 5 i ett målområde proportionella referenssignaler ( $x(n)$ ),  
 ett flertal elektroniska organ (1), vilkas överföringsfunktioner ( $W$ ) är inställbara, såsom adaptiva filter, anordnade att motta referenssignalen eller -signalerna ( $x(n)$ ) och generera antibullersignaler ( $y(1,n)$ ),  
 10 ett flertal ljudkällor (2) anordnade att motta antibullersignalerna ( $y(1,n)$ ) och generera antibuller i målområdet för åtminstone partiell eliminering av bullret där,  
 ett flertal detektorer (3) för detektering av restbuller i målområdet och för omvandling av densamma till  
 15 elektriska restbullersignaler ( $e(m,n)$ ),  
 transmissionsvägsorgan (4), som har en estimerad överföringsfunktion ( $C'$ ) av transmissionsvägen mellan varje elektroniskt organ och varje detektor, vilka organ är  
 20 anordnade att motta referenssignalen eller -signalerna ( $x(n)$ ), och  
 avstämningsorgan (5) anordnade att motta restbullersignalerna ( $e(m,n)$ ) och utsignalerna från transmissionsvägsorganen (4) och generera avstämningssignaler ( $w$ )  
 25 och förmedla dessa till de elektroniska organen (1) i avsikt att avstämna deras överföringsfunktioner ( $W$ ), k ä n n e t e c k n a t av att systemet dessutom omfattar  
 andra avstämningsorgan (6) anordnade att motta antibullersignalerna ( $y(1,n)$ ) och restbullersignalerna  
 30 ( $e(m,n)$ ) och generera andra avstämningssignaler ( $c$ ) och förmedla dessa till transmissionsvägsorganen (4) för avstämning av deras överföringsfunktioner ( $C'$ ).
2. System enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att de andra avstämningsorganen (6) genererar en  
 35 andra avstämningssignal på basis av nya värden ( $c'(1, m, j, n + 1)$ ) hos koefficienterna till transmissionsvägsorga-

nens överföringsfunktioner bestämda med hjälp av algoritmen

$$c'(l, m, j, n+1) = c'(l, m, j, n) +$$

5

$$\beta \left[ e(m, n) - \sum_{h=1, h \neq l}^L \sum_{k=0}^{J-1} c'(h, m, k, n) y(h, n-k) \right] y(l, n-j) ,$$

- 10 där  $\beta$  är en anpassningskoefficient,  $L$  är totalantalet högtalare och  $l$  är ordningsnumret för den i varje enskilt fall aktuella högtalaren,  $m$  är ordningsnumret för den i varje enskilt fall aktuella mikrofonen,  $J$  är filtrets längd och  $j$  dess koefficient vid tidpunkt  $n$ .

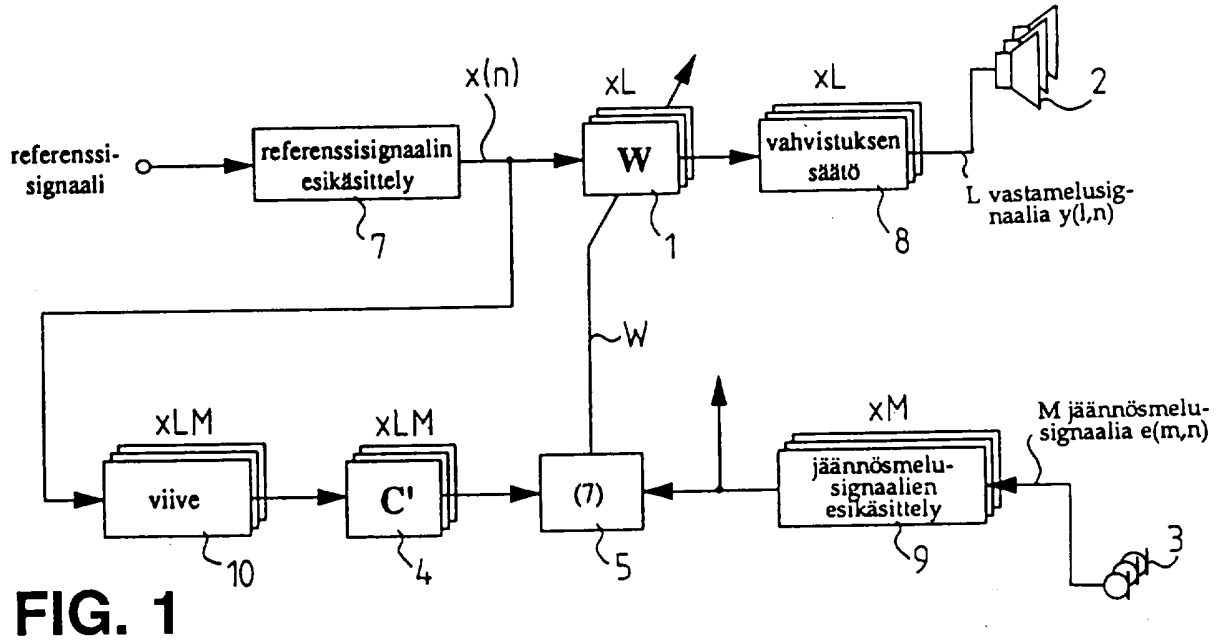


FIG. 1

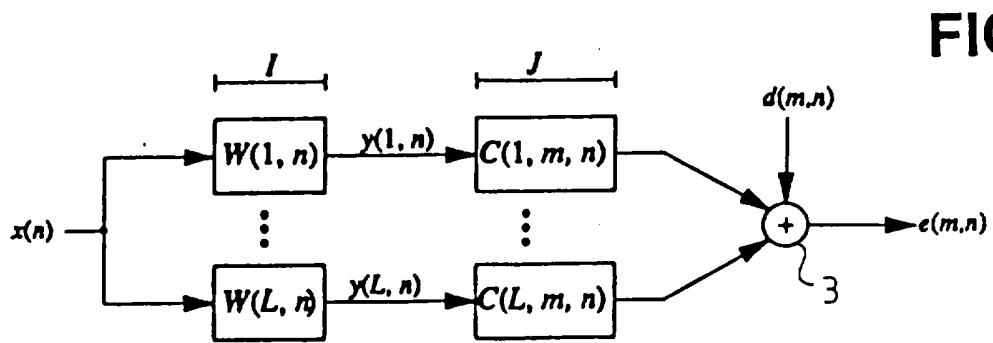


FIG. 2

FIG. 3

