

(19)



(11)

EP 1 648 197 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
07.01.2015 Patentblatt 2015/02

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
14.09.2011 Patentblatt 2011/37

(21) Anmeldenummer: **05109366.4**

(22) Anmeldetag: **07.10.2005**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Reduktion von Rückkopplungen bei einem Akustiksystem**

Method and device for reducing the feedback in acoustic systems

Procédé et dispositif pour réduire les rétroactions dans un système acoustique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver et al**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(30) Priorität: **14.10.2004 DE 102004050304**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 191 814 WO-A-01/06746
WO-A1-00/44113 DE-C1- 19 904 538
US-A- 4 783 818 US-A- 5 259 033
US-A- 5 412 734 US-A- 5 748 751
US-A1- 2003 161 492 US-B2- 7 092 532

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.04.2006 Patentblatt 2006/16

(73) Patentinhaber: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hamacher, Volkmar**
91077 Neunkirchen am Brand (DE)
• **Kornagel, Ulrich, Dr.**
91052 Erlangen (DE)

- **GÉZA KOLUMBAN: 'PLL Applications'**
- **GUAN-CHYUN HSIEH ET AL.: 'Phase-locked loop techniques. A surevy.'** IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS Bd. 43, Nr. 6, 01 Dezember 1996, IEEE SERVICE CENTER PISCATAWAY, NJ, USA, ISSN 0278-0046 Seiten 609 - 615 DOI: 10.1109/41.544547
- **T.J.F. BUUNEN: 'On the perception of phase differences in acoustic signals.'** DELFT 1976,

EP 1 648 197 B2

Beschreibung

[0001] Verfahren und Vorrichtung zur Reduktion von Rückkopplungen bei einem Akustiksystem

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen bei einem Akustiksystem durch Detektieren eines Rückkopplungssignals in einem Eingangssignal und Verarbeiten des Eingangssignals in Abhängigkeit von dem detektierten Rückkopplungssignal unter Erzeugung eines Ausgangssignals. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Signalverarbeitungsvorrichtung für ein Akustiksystem. Bei dem Akustiksystem handelt es sich beispielsweise um ein Mobilfunkgerät, ein Headset, eine Saalbeschallungsanlage und insbesondere ein Hörgerät oder Mittelohrimplantat.

[0003] Akustische Rückkopplungen, im Folgenden Feedback genannt, treten häufig bei Hörgeräten auf, insbesondere wenn es sich um Geräte mit hoher Verstärkung handelt. Diese Rückkopplungen äußern sich in starken Oszillationen einer bestimmten Frequenz und sind als Pfeifen zu hören. Dieses "Pfeifen" ist in der Regel sowohl für den Hörgeräteträger selbst als auch für Personen in seiner näheren Umgebung sehr unangenehm. Feedback kann z. B. dann auftreten, wenn Schall, der über das Hörgeräte-Mikrofon aufgenommen, durch einen Signalverstärker verstärkt und über den Hörer ausgegeben wird, wieder zum Mikrofon gelangt und erneut verstärkt wird.

[0004] Der einfachste Ansatz zur Feedbackreduktion ist die dauerhafte Reduktion der Hörgeräte-Verstärkung, so dass die Schleifenverstärkung auch in ungünstigen Situationen unter dem kritischen Grenzwert bleibt. Der entscheidende Nachteil ist jedoch, dass durch diese Begrenzung die bei stärkerer Schwerhörigkeit erforderlichen Verstärkungen nicht mehr erreicht werden können. Andere Ansätze sehen eine Messung der Schleifenverstärkung während der Hörgeräteanpassung vor und reduzieren mit Hilfe von so genannten Notchfiltern (schmalbandige Sperrfilter) die Verstärkung gezielt im kritischen Bereich. Da sich die Schleifenverstärkungen jedoch wie oben geschildert im Alltagsleben ständig ändern können, ist der Nutzen ebenfalls begrenzt.

[0005] Zur dynamischen Reduktion von Feedback sind eine Reihe von adaptiven Algorithmen vorgeschlagen worden, die sich automatisch auf die jeweilige Feedbacksituation einstellen und entsprechende Maßnahmen bewirken. Diese Verfahren lassen sich grob in zwei Klassen einteilen:

Die erste Klasse umfasst die so genannten Kompensationsalgorithmen, die mit Hilfe adaptiver Filter den Feedbackanteil im Mikrofonsignal schätzen und durch Subtraktion neutralisieren und somit die Hörgeräteverstärkung nicht beeinträchtigen. Allerdings setzen diese Kompensationsverfahren unkorrelierte, d. h. idealerweise weiße, Eingangssignale voraus. Tonale Eingangssignale, die immer eine hohe

zeitliche Korrelation aufweisen, führen zu einer fehlerhaften Schätzung des Feedbackpfads, was dazu führen kann, dass irrtümlicherweise das tonale Eingangssignal selbst subtrahiert wird.

[0006] Die zweite Klasse beinhaltet die Algorithmen, die erst dann aktiv werden, wenn Rückkopplungspfeifen vorhanden ist. Sie beinhalten im Allgemeinen einen Mechanismus zur Detektion des Rückkopplungspfeifens, der kontinuierlich das Mikrofonsignal auf Feedback-Oszillation hin überwacht. Werden Feedbacktypische Oszillationen detektiert, wird die Hörgeräteverstärkung an der entsprechenden Stelle so weit reduziert, dass die Schleifenverstärkung unter die kritische Grenze sinkt. Die Verstärkungsreduktion kann z. B. durch Absenkung eines Frequenzkanals oder durch Aktivierung eines geeigneten schmalbandigen Sperrfilters (Notchfilter) erfolgen. Nacheilend ist, dass die Oszillationsdetektoren prinzipiell nicht zwischen tonalen Eingangssignalen und Feedbackpfeifen unterscheiden können. Das Resultat ist, dass tonale Eingangssignale für Feedback-Oszillationen gehalten und dann unzulässigerweise durch den Reduktionsmechanismus (z. B. Notchfilter) im Pegel abgesenkt werden.

[0007] Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Funktionsweise sämtlicher adaptiver Feedbackreduktionsverfahren durch Eingangssignale, die einen durch dominante Sinussignale geprägten tonalen Charakter aufweisen (z. B. Triangeltöne, Alarmsignale), beeinträchtigt werden. Dies führt häufig zu inakzeptablen Klangverschlechterungen des Eingangssignals. Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

[0008] Bei den Kompensationsalgorithmen werden häufig dekorrelierend wirkende Verzögerungsglieder in die Signalverarbeitungskette eingebracht, um zu verhindern, dass tonale Signalabschnitte mit einer für Sprachsignale charakteristischen Länge nicht merklich angegriffen werden. Allerdings sind aufgrund von Echoeffekten und Irritationen durch desynchronisierte visuelle und auditive Informationen nur Verzögerungen im Millisekundenbereich zulässig. Daher kann beispielsweise die Reduktion von Musiksignalen, die häufig über einen deutlich längeren Zeitraum korreliert sind, nicht vermieden werden.

[0009] Eine weitere Gegenmaßnahme besteht darin, die Adaption des Filters so zu verlangsamen, dass alle relevanten tonalen Umweltsignale nicht angegriffen werden. Allerdings hat dies auch zur Konsequenz, dass das Kompensationsfilter rapiden Änderungen des Feedbackpfads nicht mehr schnell genug folgen kann, so dass für eine gewisse Zeit Rückkopplungspfeifen entsteht, das erst dann wieder verschwindet, wenn sich der Feedbackpfad stabilisiert hat und das Filter wieder ausreichend genau adaptiert ist.

[0010] Den negativen Folgen der Fehldetektionen von Oszillationsdetektoren begegnet man dadurch, dass die resultierende Verstärkungsabsenkung nur im begrenzten Maße stattfindet, so dass z. B. irrtümlich für Feed-

backoszillationen gehaltene tonale Nutzsignale (z. B. Alarmsignale) noch hörbar bleiben. Dies birgt allerdings die Gefahr, dass im Feedbackfall die Verstärkungsabsenkung nicht ausreicht, um die kritische Grenze zu unterschreiten und das Feedbackpfeifen damit nicht beseitigt wird.

[0011] Aus der Druckschrift WO 2001/06746-A2 ist eine Schrittweitensteuerung des Kompensationsfilters bekannt, wobei der Rückkopplungsdetektor nach dem Prinzip der Bandbreitendetektion arbeitet. Wird von dem Bandbreitendetektor in dem für Rückkopplungspfeifen anfälligen Frequenzband eine schmale Bandbreite des Eingangssignals des Hörgeräts erkannt, wird davon ausgegangen, dass Rückkopplungspfeifen vorliegt. Eine Unterscheidung von natürlichen, schmalbandigen Signalen mit Spektralkomponenten in diesem Frequenzband, wie z. B. Musik, ist jedoch nicht möglich. Darüber hinaus muss das Rückkopplungspfeifen einen dominanten Signalanteil darstellen, um erkannt zu werden.

[0012] Weiterhin ist aus der Druckschrift EP 1 052 881-A2 ein Oszillationsdetektor zum Detektieren von Rückkopplungen bekannt. Auch hier muss das Rückkopplungspfeifen sehr deutlich ausgeprägt sein, um erkannt zu werden.

[0013] In der Druckschrift WO 2001/95578-A2 ist eine Detektion von Rückkopplungspfeifen durch Schätzung der Varianz der Frequenzschätzung des Hörgeräteeingangssignals beschrieben. Auch dieses Verfahren weist die oben genannten Nachteile auf.

[0014] Ferner ist in der Druckschrift DE 199 04 538-C1 das wahlweise Dämpfen einzelner Frequenzbänder vorgeschlagen. Dabei erfahren Frequenzbänder, in denen Rückkopplungspfeifen vorliegt, durch ein eingebrachtes Dämpfungselement eine stärkere Dämpfung als dies bei Nutzsignalen zu erwarten wäre. Der Eingriff in den Vorwärtssignalfeld ist für den Hörgeräteträger unter Umständen hörbar und außerdem findet voraussichtlich eine langsame Detektion statt, da die Bänder idealerweise nacheinander untersucht werden.

[0015] Ein weiteres Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen in akustischen Systemen ist aus der Druckschrift US 6,347,148 B1 bekannt. Dabei wird das Spektrum eines Eingangssignals geschätzt und anhand eines psychoakustischen Modells ein Steuersignal generiert. Das Steuersignal dient zur Ansteuerung einer Rauschquelle, mit der ein nicht hörbares Rauschsignal in Abhängigkeit von dem Rauschsignal erzeugt werden kann. Darüber hinaus wird dort die Möglichkeit beschrieben, dem Ausgangssignal kurze Rauschsignale vorgegebener Zeitdauer aufzuprägen. Anhand der Rauschsignale im Eingangssignal werden Rückkopplungssignale reduziert.

[0016] Die Druckschrift US 5 748 751 A beschreibt einen Echoreduktion durch eine Dekorrelation des Eingangssignals und des Ausgangssignals. Die Dekorrelation erfolgt mit einem Phasenmodulator, der mit einer bestimmten Frequenz betrieben wird.

[0017] Weiterhin zeigt die Druckschrift US 5 412 734

und WO 00/44113 A1 eine Rückkopplungsreduktion mittels AM, FM oder QPSK. Das entsprechend modulierte Signal wird zum Grundsignal addiert und bei Rückkopplung wieder detektiert.

5 **[0018]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die Reduktion von Rückkopplungen eines Hörgeräts weiter zu verbessern.

[0019] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7 gelöst.

10 **[0020]** Die zugrunde liegende Idee ist, auf das Ausgangssignal des Akustiksystems und insbesondere des Hörgeräts für den Hörgeräteträger nicht wahrnehmbare Merkmale aufzuprägen. Dies ermöglicht, durch entsprechende Analyse des Eingangssignals zu bestimmen, ob es sich beim Eingangssignal um Rückkopplungen handelt oder um ein "normales" externes Eingangssignal (Nutzsignal). Die Bestimmung der Ausprägung des Merkmals im Eingangssignal lässt zudem Rückschlüsse über entsprechende Anteilsverhältnisse von Rückkopplungen und Nutzsignal zu. Dies kann dann unmittelbar zur Steuerung von Feedbackreduktionsalgorithmen verwendet werden.

15 **[0021]** In vorteilhafter Weise kann somit im Betrieb laufend und absolut unauffällig bzw. unhörbar bestimmt werden, in welchem Maß an einem Mikrofon bzw. am Hörgerätemikrofon Rückkopplungssignale vorliegen, wodurch die Steuerung und Wirkungsweise der bekannten Feedbackreduktionsalgorithmen deutlich verbessert werden kann.

20 **[0022]** Vorzugsweise erfolgt die Verarbeitung des Eingangssignals mit einem adaptierbaren Filter, dessen Adaptionsgeschwindigkeit und/oder Wirkungsstärke von der Quantität des detektierten Rückkopplungssignals abhängt. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Adaptionsgeschwindigkeit proportional mit der Quantität des detektierten Rückkopplungssignals steigt. Ist dann die Merkmalsanalyse des Eingangssignals beispielsweise negativ, d. h. es enthält kein Feedbacksignal, so kann die Adaptionsgeschwindigkeit des oben genannten Kompensationsfilters so verlangsamt werden, dass das Filter durch tonale Eingangssignale nicht verstellt wird und diese nicht angegriffen werden. Wird dagegen das Merkmal im Eingangssignal detektiert, wird die Wirkungsstärke und/oder Geschwindigkeit des Feedbackkompensators auf den Wert gestellt, bei dem Rückkopplungen optimal unterdrückt werden.

25 **[0023]** Im Falle der Detektion eines Rückkopplungssignals kann mindestens ein Notchfilter für das Verarbeiten des Eingangssignals aktiviert werden.

[0024] Die Phasenmodulation zeigt keine besondere Anfälligkeit bezüglich Fehldetektion bei schmalbandigen Signalen.

30 **[0025]** Eine Rückkopplungssituation kann auch schon erkannt werden, bevor es zu einer dominanten Ausprägung des Rückkopplungspfeifens im Signalgemisch kommt.

[0026] Das Detektieren von Rückkopplungen kann se-

parat in mehreren Teilbändern durchgeführt werden. Dadurch kann die Verstärkung, aber auch die Reduktion von Rückkopplungen in den einzelnen Teilbändern individuell eingestellt werden.

[0027] Eine geschlossene Schleife in der Signalverarbeitungsvorrichtung kann zu einer Signalmodifikation herangezogen werden. Dabei durchläuft das modulierte Signal die Schleife mehrfach, so dass die entsprechende Signalmodifikation hervorgerufen wird.

[0028] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 ein Hörerätesystem gemäß dem Stand der Technik;

FIG 2 ein Hörerätesystem gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

FIG 3 ein Hörerätesystem gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

FIG 4 einen Rückkopplungsdetektor mit Filterbank.

[0029] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar. Zum besseren Verständnis der Erfindung wird zunächst anhand von FIG 1 der Stand der Technik näher erläutert.

[0030] FIG 1 zeigt ein Hörergerät HG, dessen Eingang ein Mikrofon M bildet. Das aufgenommene Signal wird als Eingangssignal ES an eine Verarbeitungseinheit V weitergeleitet. Dort wird es verarbeitet und gegebenenfalls verstärkt. Das resultierende Ausgangssignal AS wird an einen Hörer H abgegeben. Über einen Rückkopplungspfad RP wird das Ausgangssignal des Hörers H zum Mikrofon M zurückgekoppelt. Bei offener Versorgung besteht in erster Linie ein akustischer Rückkopplungspfad. Generell sind aber auch elektromagnetische, elektrische, magnetische und andere Rückkopplungen denkbar. Das aus dem Rückkopplungspfad resultierende Rückkopplungssignal RS wird mit einem Nutzsignal NS addiert, und das Summensignal wird von dem Mikrofon M aufgenommen.

[0031] Der Signalpfad vom Mikrofon M über die Hörergeräteverarbeitung V, den Hörer H, den Rückkopplungspfad RP zurück bis zum Mikrofon M stellt eine Schleife dar. Hat die Schleifenverstärkung, d. h. die Verstärkung, die ein Signal erfährt, wenn es diese Schleife durchfährt, bei wenigstens einer Frequenz einen Wert von mindestens 1,0 und ist die Phasenbedingung erfüllt, tritt Rückkopplungspfeifen auf. Auch wenn die Schleifenverstärkung knapp unterhalb dieser Grenze liegt, treten hörbare Rückkopplungseffekte, z. B. Klangveränderungen, auf.

[0032] Eine erfolgreiche Methode zur Unterdrückung der Rückkopplungseffekte besteht in der digitalen Nachbildung des Rückkopplungspfads RP. Dieser wird durch ein adaptives Filter AF nachgebildet, das von dem Aus-

gangssignal der Verarbeitungseinheit V gespeist wird. Ein entsprechendes Kompensationssignal KS, das aus dem kompensierenden, adaptiven Filter AF stammt, wird von dem Eingangssignal ES des Mikrofons M subtrahiert und das resultierende Differenzsignal wird der Verarbeitungseinheit V zugeleitet.

[0033] Es bestehen somit zwei Pfade, zum einen der äußere Rückkopplungspfad RP und zum anderen der über das adaptive Filter AF nachgebildete digitale Kompensationspfad. Die resultierenden Signale beider Pfade werden am Eingang des Geräts voneinander subtrahiert, wie dies in FIG 1 durch die beiden Additionseinheiten dargestellt ist. Im Idealfall ist die Wirkung des äußeren Rückkopplungspfads RP hierdurch aufgehoben.

[0034] Eine wichtige Komponente im adaptiven Algorithmus zur Bestimmung des Rückkopplungspfads ist dessen Schrittweitensteuerung. Sie gibt an, mit welcher Geschwindigkeit sich das adaptive Kompensationsfilter an den äußeren Rückkopplungspfad RP anpasst. Da es keinen sinnvollen Kompromiss für eine fest eingestellte Schrittweite gibt, muss diese an die jeweils aktuelle Situation, in der sich das System befindet, angepasst werden.

[0035] Prinzipiell ist eine große Schrittweite für eine schnelle Anpassung des adaptiven Kompensationsfilters AF an den äußeren Rückkopplungspfad RP anzustreben. Nachteilig bei einer großen Schrittweite ist jedoch die Erzeugung von wahrnehmbaren Signalartefakten.

[0036] Für den Fall, dass keine Rückkopplungssituation vorliegt, sollte die Schrittweite verschwindend klein sein. Dabei wird als Rückkopplungssituation diejenige Situation bezeichnet, bei der die Schleifenverstärkung knapp unter 1 bzw. größer/gleich 1 ist und die Phasenbedingung wenigstens bei einer Frequenz erfüllt ist. Tritt dagegen eine Rückkopplungssituation auf, sollte die Schrittweite groß sein bzw. werden. Damit ist gewährleistet, dass der Algorithmus nur dann das adaptive Kompensationsfilter AF anpasst, wenn dieses sich in seiner Charakteristik nennenswert von der Charakteristik des Rückkopplungspfads RP unterscheidet, d. h. wenn Bedarf zur Nachadaptation besteht. Hierzu ist ein Rückkopplungsdetektor vorzusehen.

[0037] Um eine Rückkopplung sicher detektieren zu können, ist erfindungsgemäß eine Modulationseinrichtung MO vorgesehen, die gemäß FIG 2 zwischen die Verarbeitungseinheit V und den Hörer H geschaltet ist. Sie moduliert das Ausgangssignal AS zu einem modulierten Ausgangssignal AS'. Die Modulation des Ausgangssignals AS ist nicht wahrnehmbar. Im Falle einer Rückkopplungssituation gelangt ein nennenswerter Anteil des vom Hörer H abgegebenen Schallsignals zurück zum Mikrofon M und wird gemeinsam mit dem Umgebungssignal in das Gerät aufgenommen.

[0038] In FIG 2 ist angedeutet, dass der Rückkopplungspfad RP im Grunde genommen beliebig gestaltet sein kann. D. h. es muss nicht ein akustisches Rückkopplungssignal RS, wie es in FIG 1 angedeutet ist, vorliegen,

das mit einem akustischen Nutzsignal NS vor dem Mikrofon M addiert wird. Vielmehr kann die Rückkopplung in das Mikrofon M auch beispielsweise über Körperschall oder eine elektromagnetische Einkopplung erfolgen.

[0039] Das Eingangssignal ES des Mikrofons M wird durch einen Rückkopplungsdetektor RD analysiert. Damit kann das rückgekoppelte Signal RS aufgrund seiner Modulation detektiert werden. Eine nachgeschaltete Steuerung S steuert das adaptive Kompensationsfilter AF entsprechend dem Detektionsergebnis des Rückkopplungsdetektors RD an. Dadurch wird beispielsweise die Adaptiongeschwindigkeit des adaptiven Filters AF geändert.

[0040] Das Ausführungsbeispiel von FIG 3 entspricht im Wesentlichen dem von FIG 2. Hier ist der Rückkopplungspfad wie im Beispiel von FIG 1 rein akustischer Natur, so dass das Rückkopplungssignal mit dem Nutzsignal vor dem Mikrofon M addiert wird.

[0041] Ein weiterer Unterschied zu der Schaltung von FIG 2 besteht darin, dass das Signal für den Rückkopplungsdetektor RD nicht unmittelbar hinter dem Mikrofon M, sondern nach der Subtraktion des Kompensationssignals des adaptiven Filters AF am Punkt A abgegriffen wird. Die Stärke der Ausprägung der Signalmodulation am Punkt A ist ein Abbild der Differenz aus Wirkung des Rückkopplungspfads RP und der Wirkung des adaptiven Kompensationsfilters AF. Ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführungsform gemäß FIG 2, bei der das zu analysierende Signal unmittelbar hinter dem Mikrofon M abgegriffen wird, besteht jedoch nicht.

[0042] Darüber hinaus ist in FIG 3 angedeutet, dass in den Rückkopplungsdetektor RD eine Schrittweitensteuerung integriert sein kann, so dass auf einen separaten Steuerbaustein verzichtet werden kann. Die übrigen Komponenten des Ausführungsbeispiels von FIG 3 entsprechen denen des Ausführungsbeispiels von FIG 2. Diesbezüglich wird somit auf die Beschreibung zu FIG 2 verwiesen.

[0043] In dem Ausführungsbeispiel gemäß FIG 3 wird die Phase des Ausgangssignals AS moduliert, da das menschliche Gehör weitgehend unempfindlich ist gegenüber Phasenänderungen. In einem konkreten Beispiel wird die Phase des Ausgangssignals AS mit einer bestimmten Frequenz, hier als Modulationsfrequenz f_{mod} bezeichnet, zwischen zwei Phasenwerten linear vor- und zurückgedreht. Beispielsweise liegen die Phasenwerte bei α und $\alpha + \pi/2$, wobei α eine beliebige feste Phase ist. In der Rückkopplungssituation bildet sich in der Signalschleife eine detektierbare Tremolokomponente mit einer Frequenz von f_{mod} aus.

[0044] Die Tremolokomponente kann mit Hilfe eines Frequenzdemodulators in dem Rückkopplungsdetektor RD detektiert werden. Dabei ist es günstig, den Rückkopplungsdetektor RD mit einer Filterbank aufzubauen, wie sie in FIG 4 dargestellt ist, die z. B. das Eingangssignal ES mit mehreren Bandpässen BP1, BP2, ..., BPn in Teilbänder zerlegt. Nach jedem Bandpass ist jeweils eine Analyseeinheit AE und ein Schwellwertschalter SW

angeordnet. Die Ausgangssignale der Signalpfade für jedes Teilband werden optional einem ODER-Gatter OR zugeführt. Die jeweiligen Analyseeinheiten AE und Schwellwertschalter SW können untereinander baugleich sein. Damit erfolgt die Analyse in diesem Beispiel in jedem Teilbandpfad auf die gleiche Weise. Übersteigt das Analyseergebnis in einem Band eine gewisse Schwelle, so spricht der zugehörige Schwellwertschalter SW an, d. h. es wird für dieses Band eine Rückkopplungssituation erkannt.

[0045] Diese Information kann für ein adaptives Kompensationsfilter AF, das in Teilbändern adaptiert zur Schrittweitensteuerung genutzt werden. Wird dagegen ein adaptives Filter AF im gesamten Band verwendet, müssen die Ergebnisse der Teilbanddetektionen mittels einer logischen ODER-Verknüpfung zu einer Gesamtband-Detektionsaussage zusammengefasst werden. Auch der Spezialfall, dass das Gesamtband einheitlich analysiert wird, wobei $n = 1$ ist, führt zu einem funktionsfähigen System. Allerdings ist die Fehlerdetektionsrate bei einem größeren n geringer, z. B. $n = 16$.

[0046] Die Schrittweitensteuerung des adaptiven Filters AF kann neben der einfachen Schwellwertentscheidung gemäß FIG 4, wonach lediglich das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein einer Rückkopplung detektiert wird, auch differenzierter erfolgen. Beispielsweise kann die Schrittweite durch proportionale Umrechnung der geschätzten Stärke der Signalmodulation am Punkt A ermittelt werden. Dies kann auch wieder über einen Teilbandansatz erfolgen. Je größer die erkannte Signalmodifikation ist, desto höher wäre dann der Bedarf einer Nachadaptation, d. h. desto höher müsste die notwendige Schrittweite gewählt werden. Die Schrittweite kann somit kontinuierlich an die Signalmodulation angepasst werden. Bei einer reinen Schwellwertentscheidung wird die Schrittweite hingegen für eine gewisse fest vorgegebene Zeit oder für den Zeitrahmen, in dem Rückkopplung detektiert wird, hochgesetzt. Ansonsten nimmt sie einen kleinen Wert an.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion von Rückkopplungen bei einem Akustiksystem (HG) durch

- Detektion eines Rückkopplungssignals (RS) in einem Eingangssignal (ES),
- Verarbeiten des Eingangssignals (ES) unter Erzeugung in Abhängigkeit von dem detektierten Rückkopplungssignal (RS) eines Ausgangssignals (AS) und
- Modulation (MO) des Ausgangssignals (AS) durch Aufprägen eines Merkmals auf das Ausgangssignal (AS), so dass auch das Rückkopplungssignal (RS) entsprechend moduliert ist, wobei
- das Detektieren des Rückkopplungssignals

(RS) aufgrund des Vorhandenseins des aufgeführten Merkmals erfolgt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Modulieren (MO) durch Phasenmodulation erfolgt und die Phase dabei mit einer vorbestimmten Frequenz zwischen zwei Phasenwerten vor- und zurückgedreht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verarbeiten des Eingangssignals (ES) mit einem adaptierbaren Filter (AF) erfolgt, dessen Adaptionsgeschwindigkeit und/oder Wirkungsstärke von der Quantität des detektierten Rückkopplungssignals (RS) abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Adaptionsgeschwindigkeit und/oder Wirkungsstärke proportional mit der Quantität des detektierten Rückkopplungssignals (RS) steigt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Falle der Detektion eines Rückkopplungssignals mindestens ein Notchfilter für das Verarbeiten des Eingangssignals (ES) aktiviert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Detektieren separat in mehreren Teilbändern durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das adaptive Filter (AF) in den Teilbändern einzeln adaptiert wird.

7. Signalverarbeitungsvorrichtung für ein Akustiksystem (HG) mit

- einer Verarbeitungseinrichtung (V, AF) zum Erzeugen eines Ausgangssignals (AS) aus einem Eingangssignal (ES) unter Berücksichtigung eines Rückkopplungssignals (RS),

- einer Modulationseinrichtung zum Modulieren (MO) des Ausgangssignals (AS) durch Aufprägen eines Merkmals auf das Ausgangssignal (AS), so dass sich bei Rückkopplung ein entsprechend moduliertes Rückkopplungssignal (RS) ergibt,

und

- einer Detektionseinrichtung (RD) zum Detektieren des modulierten Rückkopplungssignals (RS), wobei

- von der Detektionseinrichtung das Rückkopplungssignal aufgrund des Vorhandenseins des aufgeführten Merkmals detektierbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Ausgangssignal (AS) mit der Modulationseinrichtung (MO) durch Phasenmodulation

modulierbar und

- die Phase dabei mit einer vorbestimmten Frequenz zwischen zwei Phasenwerten vor- und zurückdrehbar ist.

8. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Verarbeitungseinrichtung (V, AF) ein adaptierbares Filter (AF) aufweist, dessen Adaptionsgeschwindigkeit und/oder Wirkungsstärke von der Quantität des Rückkopplungssignals (RS) abhängt.

9. Signalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Adaptionsgeschwindigkeit und/oder Wirkungsstärke proportional mit der Quantität des Rückkopplungssignals (RS) steigt.

10. Signalverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei mit der Verarbeitungseinrichtung mindestens ein Notchfilter im Falle der Detektion eines Rückkopplungssignals aktivierbar ist.

11. Signalverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, die für mehrere Teilbänder jeweils eine Detektionseinrichtung (RD) aufweist.

12. Signalverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, welche eine geschlossen Schleife zum Ausprägen einer Signalmodifikation ausnutzt.

Claims

1. Method for reducing feedback in an audio system (HG) by

- detecting a feedback signal (RS) in an input signal (ES),

- processing the input signal (ES) to produce an output signal (AS) on the basis of the detected feedback signal (RS) and

- modulating (MO) the output signal (AS) by impressing a feature onto the output signal (AS), so that the feedback signal (RS) is also correspondingly modulated,

where

- the feedback signal (RS) is detected on the basis that the impressed feature is present

characterized in that

- the modulation (MO) is effected by phase modulation and this involves the phase being shifted forward and back at a predetermined frequency between two phase values.

2. Method according to Claim 1, where the input signal (ES) is processed using an adaptable filter (AF) whose adaptation speed and/or level of action is dependent on the quantity of the detected feedback signal (RS).

3. Method according to Claim 2, where the adaptation speed and/or level of action rises in proportion to the quantity of the detected feedback signal (RS).
4. Method according to one of the preceding claims, where if a feedback signal is detected then at least one notch filter for processing the input signal (ES) is activated.
5. Method according to one of the preceding claims, where the detection is performed separately in a plurality of subbands.
6. Method according to Claim 5, where the adaptive filter (AF) is individually adapted in the subbands.
7. Signal processing apparatus for an audio system (HG) having
- a processing device (V, AF) for producing an output signal (AS) from an input signal (ES) by taking into account a feedback signal (RS),
 - a modulation device for modulating (MO) the output signal (AS) by impressing a feature onto the output signal (AS), so that feedback results in a correspondingly modulated feedback signal (RS), and
 - a detection device (RD) for detecting the modulated feedback signal (RS), where
 - the feedback signal can be detected by the detection device on the basis that the impressed feature is present, **characterized in that**
 - the output signal (AS) can be modulated with the modulation device (MO) by phase modulation and
 - this involves the phase being able to be shifted forward and back at a predetermined frequency between two phase values.
8. Signal processing apparatus according to Claim 7, where the processing device (V, AF) has an adaptable filter (AF) whose adaptation speed and/or level of action is dependent on the quantity of the feedback signal (RS).
9. Signal processing apparatus according to Claim 8, where the adaptation speed and/or level of action rises in proportion to the quantity of the feedback signal (RS).
10. Signal processing apparatus according to one of Claims 7 to 9, where the processing device can be used to activate at least one notch filter if a feedback signal is detected.
11. Signal processing apparatus according to one of Claims 7 to 10, which has a respective detection de-

vice (RD) for a plurality of subbands.

12. Signal processing apparatus according to one of Claims 7 to 11, which utilizes a closed loop to produce a signal modification.

Revendications

1. Procédé de réduction de réactions dans un système (HG) acoustique par
- détection d'un signal (RS) de réaction dans un signal (ES) d'entrée,
 - traitement du signal (ES) d'entrée en produisant en fonction du signal (RS) de réaction détecté un signal (AS) de sortie et
 - modulation (MO) du signal (AS) de sortie par application d'une caractéristique au signal (AS) de sortie, de manière à moduler de façon correspondante également le signal (RS) de réaction, dans lequel
 - la détection du signal (RS) de réaction s'effectue sur la base de la présence de la caractéristique appliquée,

caractérisé en ce que

la phase est à cet effet avancée et ramenée d'une fréquence donnée à l'avance entre deux valeurs de phase.

2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel le traitement du signal (ES) d'entrée s'effectue par un filtre (AF) adaptable dont la vitesse d'adaptation et/ou l'intensité d'action dépend de la quantité du signal (RS) de réaction détecté.
3. Procédé suivant la revendication 2, dans lequel la vitesse d'adaptation et/ou l'intensité d'action augmente proportionnellement avec la quantité du signal (RS) de réaction détecté.
4. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel, dans le cas de la détection d'un signal de réaction, au moins un filtre coupe-bande est activé pour le traitement du signal (ES) d'entrée.
5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel la détection est effectuée séparément dans plusieurs bandes partielles.
6. Procédé suivant la revendication 5, dans lequel le filtre (AF) adaptatif est adapté individuellement dans les bandes partielles.
7. Dispositif de traitement du signal pour un système (HG) acoustique comprenant

- un dispositif (V, AF) de traitement pour la production d'un signal (AS) de sortie à partir d'un signal (ES) d'entrée en tenant compte d'un signal (RS) de réaction,
 - un dispositif de modulation pour la modulation (MO) du signal (AS) de sortie par application d'une caractéristique au signal (AS) de sortie, de manière à obtenir, lors d'une réaction, un signal (RS) de réaction modulé d'une manière correspondante, et
 - un dispositif (RD) de détection pour la détection du signal (RS) de réaction modulé, dans lequel le signal de réaction peut être détecté par le dispositif (RD) de détection sur la base de la présence de la caractéristique appliquée,
- caractérisé en ce que**
- le signal (AS) de sortie peut être modulé par le dispositif (MO) de modulation par modulation de phase et
 - la phase est à cet effet avancée et ramenée d'une fréquence donnée à l'avance entre deux valeurs de phase.
8. Dispositif de traitement du signal suivant la revendication 7, dans lequel le dispositif (V, AF) de traitement comporte un filtre (AF) adaptable, dont la vitesse d'adaptation et/ou l'intensité d'action dépend de la quantité du signal (RS) de réaction.
9. Dispositif de traitement du signal suivant la revendication 8, dans lequel la vitesse d'adaptation et/ou l'intensité d'action augmente proportionnellement avec la quantité du signal (RS) de réaction.
10. dispositif de traitement du signal suivant l'une des revendications 7 à 9, dans lequel au moins un filtre coupe-bande peut être activé par le dispositif de traitement dans le cas de la détection d'un signal de réaction.
11. Dispositif de traitement du signal suivant l'une des revendications 7 à 10, qui comporte pour plusieurs bandes partielles respectivement un dispositif (RD) de détection.
12. dispositif de traitement du signal suivant l'une des revendications 7 à 11, qui utilise une boucle fermée pour l'application d'une modification de signal.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1
(Stand der Technik)

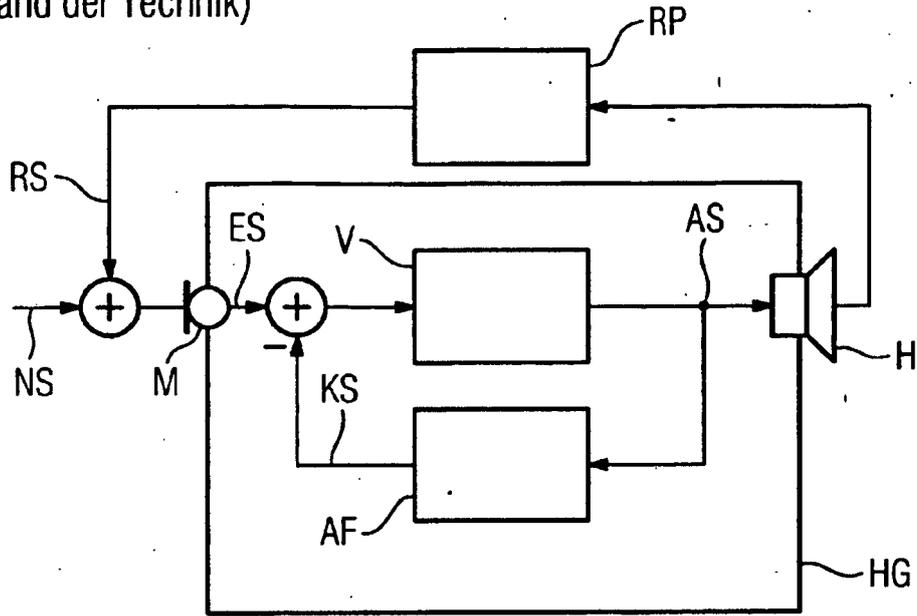


FIG 2

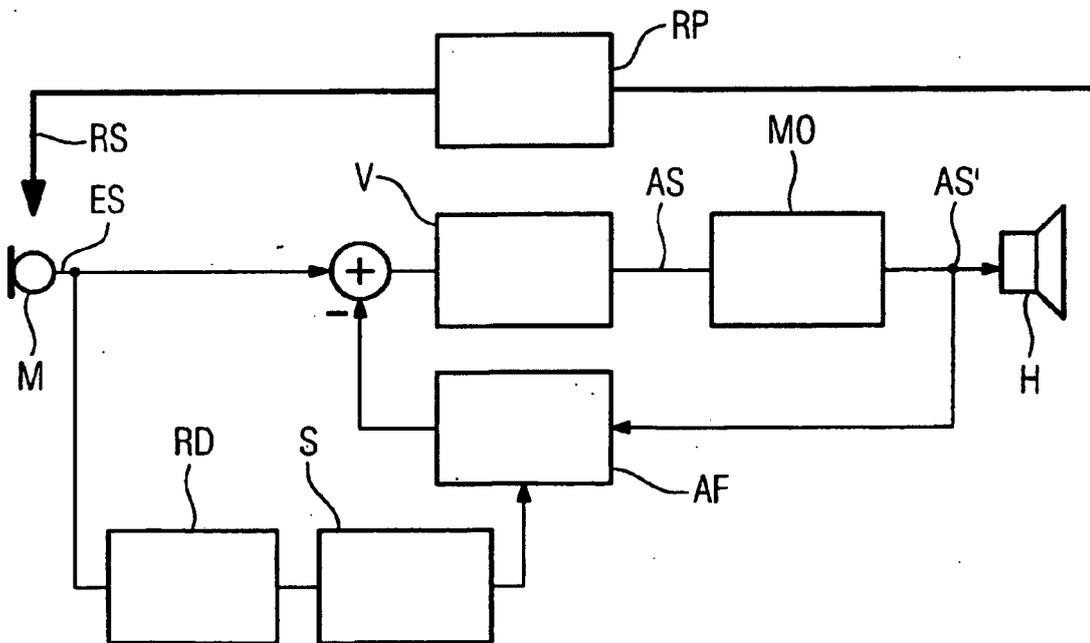


FIG 3

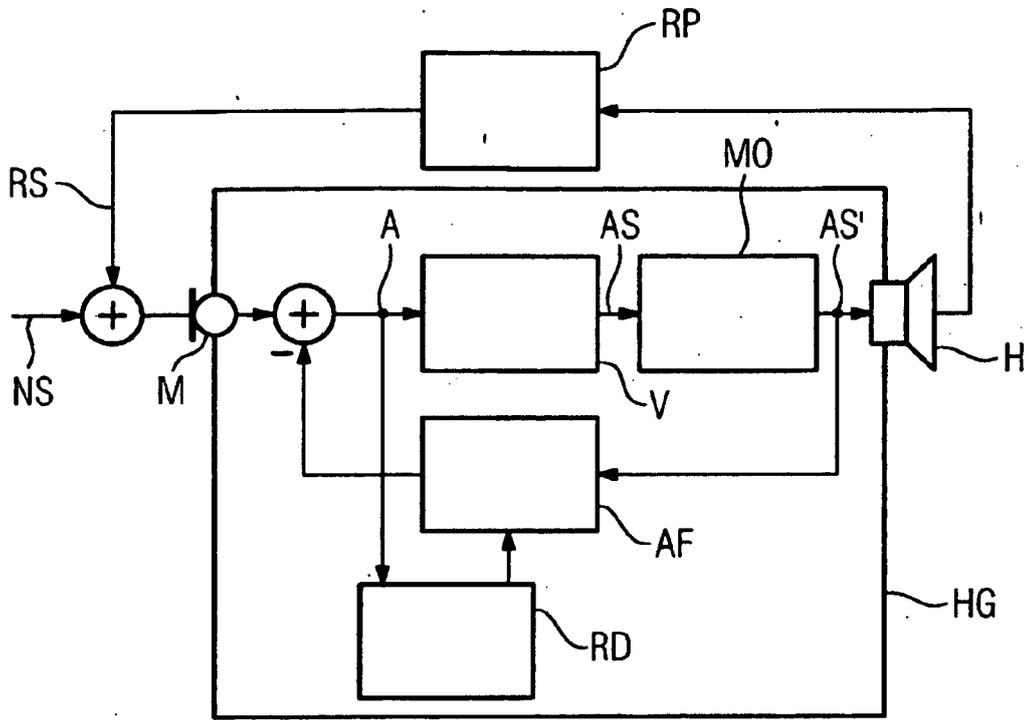
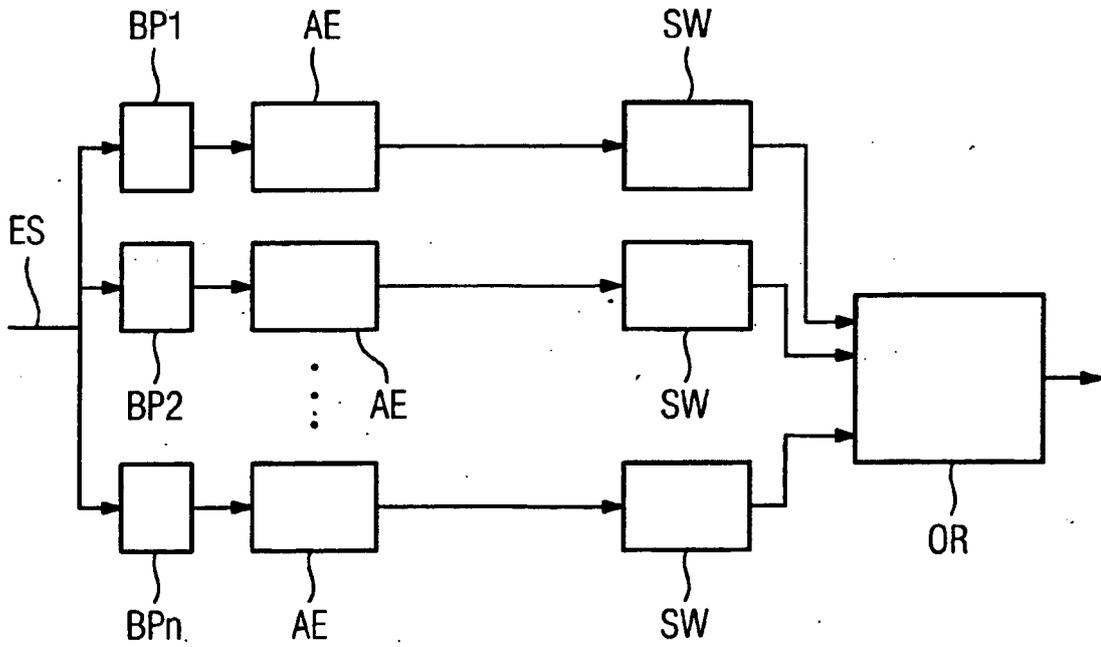


FIG 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 200106746 A2 [0011]
- EP 1052881 A2 [0012]
- WO 200195578 A2 [0013]
- DE 19904538 C1 [0014]
- US 6347148 B1 [0015]
- US 5748751 A [0016]
- US 5412734 A [0017]
- WO 0044113 A1 [0017]