



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 052 881 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2000 Patentblatt 2000/46

(51) Int. Cl.⁷: **H04R 25/00**

(21) Anmeldenummer: **00109229.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **12.05.1999 DE 19922133**
12.05.1999 DE 19922132

(71) Anmelder:
Siemens Audiologische Technik GmbH
91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hamacher, Volkmar, Dipl.-Ing.**
91077 Neunkirchen (DE)
• **Arndt, Georg-Erwin, Dipl.-Ing.**
91056 Erlangen (DE)
• **Weidner, Tom, Dipl.-Ing. (FH)**
90461 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter:
Zedlitz, Peter, Dipl.-Inf. et al
Patentanwalt,
Postfach 22 13 17
80503 München (DE)

(54) **Hörhilfsgerät mit Oszillationsdetektor sowie Verfahren zur Feststellung von Oszillationen in einem Hörhilfsgerät**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hörhilfsgerät mit einem Mikrofon (1), einer Signalverarbeitungseinrichtung (2), einem Hörer (3) und einem Oszillationsdetektor (4), durch den sinusförmige Eingangssignale (11) erkannt und damit vorliegende Oszillationen detektiert werden können. Hierzu werden die Anzahl digitalisierter Abtastwerte in aufeinanderfolgenden

den Perioden des Eingangssignals (11) ermittelt und ein Langzeitmittelwert N_L und ein Kurzzeitmittelwert N_K hiervon gebildet. Wenn N_L und N_K im wesentlichen identisch sind, wird das Vorliegen von Oszillationen detektiert. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Detektion von Oszillationen.

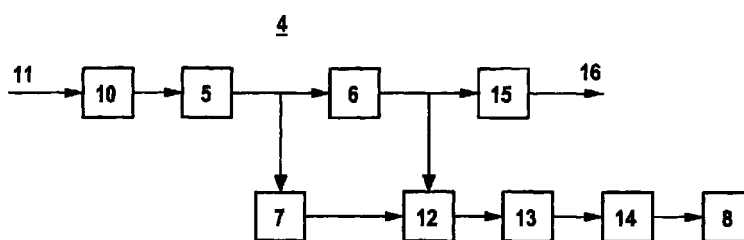


FIG 1

EP 1 052 881 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hörhilfsgerät mit einem Oszillationsdetektor sowie ein Verfahren zur Detektion von Oszillation in einem Hörhilfsgerät.

[0002] Als Stand der Technik sind grundsätzlich Verfahren zur Detektion von Oszillationen und damit von akustischen Rückkopplungserscheinungen bekannt. In der Regel stützen sich diese Verfahren auf relativ komplexe Algorithmen oder aufwendige Frequenzanalysen (z.B. mittels Fouriertransformation). Ein derartiges Verfahren zur Oszillationsdetektion, wie es beispielsweise aus der EP 0 656 737 A1 bekannt ist, ist schaltungstechnisch relativ aufwendig zu realisieren und eignet sich daher nur bedingt für die Anwendung in einem Hörhilfsgerät.

[0003] Aus der WO 96/35314 A1 ist eine Rückkopplungsunterdrückung bei einer Hörhilfe bekannt, bei der das Auftreten von Rückkopplungen ermittelt wird. Wenn Rückkopplungen festgestellt werden, wird die Verstärkung in mindestens einem Frequenzband vermindert und in allen anderen Frequenzbändern unverändert gelassen. Um die Hörhilfe endgültig einzustellen, wird schließlich ein Satz entsprechender Parameter generiert und gespeichert. Nachteilig bei dieser Rückkopplungsunterdrückung ist, daß dabei das Auftreten von Rückkopplungen nur während der Anpassung der Hörhilfe erkannt wird und Rückkopplungen während des normalen Betriebs der Hörhilfe nicht erkannt und beseitigt werden.

[0004] Aus der DE 37 33 983 A1 ist ein Verfahren zum Dämpfen von Störschall gegenüber Sprache in Hörgeräten bekannt, welches auch die Neigung zu Rückkopplungen vermindert. Bei diesem Verfahren wird die Spektralverteilung von erfaßten Schallsignalen mittels Fourieranalyse in einer Mehrzahl von Frequenzfenstern ermittelt und mit vorgegebenen Grenzwerten verglichen. Die Rückkopplungsunterdrückung basiert auf einer Frequenztransposition des Mikrofonsignals, so daß Rückkopplungen erst gar nicht entstehen. Dieses Verfahren führt jedoch zu einer Verfälschung des Eingangssignals und beeinträchtigt damit den Klang des Hörgeräts.

[0005] Aus der DE 39 27 765 C2 ist ein Hörgerät mit einer Signalverarbeitungseinheit zur verbesserten Abtrennung von Sprachsignalen gegenüber Rauschsignalen bekannt. Dabei werden niederfrequente Rauschsignale erkannt und gedämpft. Akustische Rückkopplungen werden dabei nicht erkannt und unterdrückt.

[0006] In Maxwell/Zurek „Reducing Acoustic Feedback in Hearing Aids“ (IEEE TRANSACTION ON SPEECH AND AUDIO PROCESSING, VOL. 3, NO 4, July 1995) wird ein adaptives Filter verwendet, dessen Frequenzgang immer dem invertierten Signalfrequenzgang entspricht. Weist das Eingangssignal stark tonale Komponenten auf, so bildet sich deshalb eine Art Sperrfilter aus, dessen Sperrband auf der größten Frequenz-

komponente des Mikrofonsignals liegt. Wenn die Energie des Mikrofonsignals im Sperrbereich einen Schwellenwert überschreitet, ist das Ausgangssignal das Ausgangssignal des Sperrfilters. Andernfalls bleibt das Mikrofonsignal unverändert. Es findet damit keine zuverlässige Feedbackdetektion statt. Diese Signalverarbeitung reduziert nicht nur etwaige Rückkopplungen sondern generell alle dominanten spektralen Komponenten des Eingangssignals. Daher werden auch Sprachsignale, die eine ausgeprägte Frequenzstruktur besitzen, angegriffen. Dies führt wie in Maxwell/Zurek berichtet zu einer deutlichen Verschlechterung der Klangqualität.

[0007] Schließlich ist aus der DE 38 02 903 C2 ein Hörgerät mit einer Parallelschaltung aus mehreren Frequenzselektierkanälen bekannt. Zur Unterdrückung von Störsignalen in solchen Bereichen, in denen diese Störsignale nicht durch Spektralanteile der Sprache verdeckt werden, befinden sich in jedem dieser Kanäle Schwellwertschalter mit einem Steuersignalerzeuger. Dabei wird dem akustischen Ausgangswandler die Summe der Ausgangssignale der einzelnen Schwellwertschalter zugeführt. Auch diese Schaltungsanordnung ist nicht zur Unterdrückung von Rückkopplungen geeignet.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Hörhilfsgerät mit einem Oszillationsdetektor sowie ein Verfahren zur Detektion von Oszillationen anzubieten, welches mit geringem schaltungstechnischen Aufwand in einem Hörhilfsgerät verwirklicht werden kann.

[0009] Die Aufgabe wird für das Hörhilfsgerät durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen des Hörhilfsgeräts werden in den weiteren Ansprüchen 2 - 13 beschrieben. Für das Verfahren wird die Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 14 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst. Vorteilhafte Verfahrensvarianten finden sich in den weiteren Patentansprüchen 15 - 23.

[0010] Unter Hörhilfsgerät wird im folgenden sowohl ein separates Hörhilfsgerät, z.B. HdO- oder IdO-Gerät, oder ein implantierbares Hörgerät verstanden.

[0011] Das erfindungsgemäße Hörhilfsgerät zeichnet sich durch einen besonders einfach aufgebauten Oszillationsdetektor aus, der nur geringen Bauraum benötigt und mit einem geringen Schaltungsaufwand realisiert werden kann.

[0012] Der Oszillationsdetektor des erfindungsgemäßen Hörhilfsgeräts umfaßt ein Periodenmeßelement zur Ermittlung der jeweiligen Anzahl digitalisierter Abtastwerte aufeinanderfolgender Perioden eines Eingangssignals des Mikrofons des Hörhilfsgeräts.

[0013] Dabei wird das Eingangssignal durch einen A/D-Wandler digitalisiert, welcher dem Oszillationsdetektor vorgeschaltet oder in diesen integriert sein kann.

[0014] Die Ausgangswerte des Periodenmeßele-

ments durchlaufen nachgeordnete Mittelungselemente, um einen Langzeitmittelwert und einen Kurzzeitmittelwert, die jeweils auf einen längeren und einen kürzeren Zeitraum bezogen sind, zu ermitteln.

[0015] Wenn nun in einem Vergleichselement festgestellt wird, daß die korrespondierenden Langzeit- und Kurzzeitmittelwerte im wesentlichen identisch sind, wird das Vorhandensein einer Oszillation und damit einer akustischen Rückkopplung detektiert.

[0016] Beim erfindungsgemäßen Hörhilfsgerät wird somit berücksichtigt, daß zu detektierende Oszillationen meistens in Form von sinusförmigen Eingangssignalen auftreten und daß bei derartigen sinusförmigen Eingangssignalen der Langzeit- und Kurzzeitmittelwert der Anzahl digitalisierter Abtastwerte in aufeinanderfolgenden Signalperioden im wesentlichen identisch ist. Hierdurch können sinusförmige Signale von nicht-sinusförmigen Eingangssignalen unterschieden werden.

[0017] Konkret können die Mittelungselemente des erfindungsgemäßen Hörhilfsgeräts als Tiefpässe ausgebildet werden. Zur Verringerung des Schaltungsaufwandes werden Tiefpässe erster Ordnung verwendet, wobei ein Tiefpaß mit einer längeren Zeitkonstante zur Ermittlung des Langzeitmittelwertes und ein weiterer Tiefpaß mit einer kürzeren Zeitkonstante zur Ermittlung des Kurzzeitmittelwertes betrieben werden.

[0018] Der Oszillationsdetektor weist ein Betragelement auf, um eine Vorzeichenkorrektur der Differenz zwischen Langzeit- und Kurzzeitmittelwert herbeizuführen, so daß sämtliche Beurteilungswerte mit positiven Vorzeichen vorliegen. Hierdurch kann ein Vergleich mit einem ebenfalls positiven Schwellwert erfolgen, ohne daß ein Schwellwertbereich mit sowohl negativen als auch positiven Werten überwacht werden muß.

[0019] Schließlich besitzt der Oszillationsdetektor ein weiteres Mittelungselement, z.B. einen weiteren Tiefpaß, um die im Vergleichselement festgestellte Differenz zwischen Langzeit- und Kurzzeitmittelwert nochmals auszumitteln und zu glätten.

[0020] Beim Vergleich des Langzeitmittelwerts mit dem Kurzzeitmittelwert besitzt das hierzu verwendete Vergleichselement des Oszillationsdetektors vorteilhafterweise einen einstellbaren Schwellwert um die Empfindlichkeit des Oszillationsdetektors regulieren zu können. Der Schwellwert kann zum einen manuell eingestellt werden oder aber sich automatisch in Abhängigkeit von erfaßten Umgebungs- oder Störschallsituationen von selbst einstellen.

[0021] Ein Ziel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Oszillationserkennung besteht darin, im wesentlichen sinusförmige Eingangssignale des Mikrofons zu detektieren, da beim Vorliegen derartiger Signale üblicherweise von Oszillation und damit vorliegender Rückkopplung auszugehen ist.

[0022] Zunächst wird dabei die Anzahl digitalisierter Abtastwerte in aufeinanderfolgenden Perioden des Eingangssignals des Mikrofons festgestellt. Nun geht es

darum, festzustellen, ob die Anzahl der ermittelten Abtastwerte in aufeinanderfolgenden Perioden sich verändert oder im wesentlichen identisch ist. Dazu werden ein Langzeitmittelwert N_L und ein Kurzzeitmittelwert N_K der Anzahl der ermittelten Abtastwerte gebildet.

[0023] Im folgenden wird eine Differenz von N_L und N_K gebildet, das Vorzeichen der Differenz durch Betragsbildung gegebenenfalls korrigiert und schließlich der Differenzwert von N_L und N_K noch geglättet.

[0024] Bei einem darauffolgenden Vergleich des Langzeitmittelwerts mit dem Kurzzeitmittelwert durch Differenzbildung kann festgestellt werden, ob beide Mittelwerte im wesentlichen identisch sind. Wenn dies der Fall ist, ist davon auszugehen, daß die Periodendauern aufeinanderfolgender Signalperioden des Eingangssignals im wesentlichen identisch sind und somit ein im wesentlichen sinusförmiges Signal vorliegt und damit das Vorhandensein von Oszillation festzustellen ist.

[0025] Insgesamt ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren, mit einer geringen Anzahl schaltungstechnisch einfach zu realisierender Verfahrensschritte das Vorhandensein von im wesentlichen sinusförmigen Signalen und damit von Oszillation zu detektieren.

[0026] Bei festgestellter Oszillation wird ein Filterelement auf die entsprechende Sperrfrequenz eingestellt und aktiviert, um frequenzspezifisch (schmalbandig) die Verstärkung zu reduzieren und den Rückkopplungseffekt zu unterdrücken. Hierdurch wird erreicht, daß eine Verstärkungsreduktion erst dann eingestellt wird, wenn tatsächlich ein zu unterdrückender Rückkopplungseffekt auftritt. Ferner konzentriert sich die Störungsunterdrückung durch das aktivierte Filterelement nur auf diejenige Frequenz oder denjenigen Frequenzbereich, in dem die Rückkopplung auch tatsächlich auftritt. Die verbleibenden Frequenzbereiche des zu verarbeitenden Signals werden in ihrer Verstärkung nicht reduziert.

[0027] Durch den Oszillationsdetektor werden Rückkopplungseffekte detektiert, die durch sinusförmige Signale gekennzeichnet sind.

[0028] Mit dem Oszillationsdetektor wird es dem erfindungsgemäßen Hörhilfsgerät auch ermöglicht, zeitlich fluktuierende Rückkopplungseffekte zu erkennen und die jeweilige zur Unterdrückung geeignete Frequenz zu ermitteln und über Aktivierung des Filterelements einzustellen. Damit können auch wechselnde Rückkopplungssituationen erfaßt und behoben werden.

[0029] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann das Hörhilfsgerät mehrere Filterelemente (Sperrfilter, z.B. Notchfilter) aufweisen. Falls bei Aktivierung eines ersten Filterelements festgestellt wird, daß die Rückkopplungseffekte weiterbestehen, können somit weitere Filterelemente aktiviert werden, um an den jeweiligen weiteren Frequenzen eine Verstärkungsreduktion zu erreichen.

[0030] Eine allgemeine Einstellbarkeit der Filtercharakteristik der Filterelemente (z.B. Lage und Breite des Sperrfrequenzbereichs, Grad der Verstärkungsre-

duktion) ermöglicht es, nach einer Feststellung des jeweiligen Rückkopplungseffektes durch den Oszillationsdetektor nicht nur den Frequenzbereich der Verstärkungsreduktion, sondern auch weitere geeignete Gegenmaßnahmen (z.B. „Breite“ und „Tiefe“ der Kerbwirkung der Sperrfilter) einzustellen. Bei einer besonders detaillierten Typisierung der Rückkopplungseffekte können genau darauf angepaßte Gegenmaßnahmen durch entsprechende Generierung der Filterelemente ergriffen werden, wodurch eine besonders gezielte und angepaßte Rückkopplungsunterdrückung erreicht wird, ohne daß dies vom Benutzer des Hörhilfsgeräts wahrgenommen wird, da nur einzelne Frequenzbereiche des zu verarbeitenden Mikrofonsignals betroffen sind.

[0031] Die Zuverlässigkeit des Oszillationsdetektors wird erhöht, wenn über eine Pegelmeßeinheit der Pegel des Ausgangssignals festgestellt wird und eine Rückkopplung nur dann detektiert wird, wenn auch ein einstellbarer Pegelschwellwert überschritten wird.

[0032] Über eine Steuereinheit kann der Oszillationsdetektor, die Filterelemente und/oder Pegelmeßeinheit verbunden, angesteuert und aktiviert werden. So kann durch die Steuereinheit erreicht werden, daß bei Detektion von Rückkopplungsbedingungen durch den Oszillationsdetektor eine Aktivierung des Filterelements erst dann erfolgt, wenn ein über die Pegelmeßeinheit erfaßter und über einem einstellbaren Schwellwert liegender Signalpegel vorliegt.

[0033] Die Steuereinheit kann auch programmierbar ausgebildet sein und weitere Funktionen der Signalanalyse des zu verarbeitenden Signals übernehmen, so daß z.B. aufgrund der Signalanalyse ein geeigneter Schwellwert in der Pegelmeßeinheit eingestellt wird und dieser gegebenenfalls verändert wird.

[0034] Im Falle einer detektierten Rückkopplung und einer darauffolgenden geeigneten Aktivierung der Filterelemente wird die angestrebte frequenzspezifische Verstärkungsreduktion im Signalverarbeitungspfad realisiert. Wenn dann das Ziel einer Rückkopplungsunterdrückung erreicht wird, kann auch kein Rückkopplungseffekt mehr festgestellt werden.

[0035] Es kann damit auch nicht mehr festgestellt werden, wenn der z.B. aufgrund bestimmter Umgebungsbedingungen nur vorübergehend aufgetretene Rückkopplungseffekt nun nicht mehr vorliegt. Vorteilhafterweise werden deshalb die Filterelemente nur für eine einstellbare Zeitdauer aktiviert und danach wieder abgeschaltet. Daraufhin kann durch den Oszillationsdetektor festgestellt werden, ob die anfangs festgestellte Rückkopplung noch vorliegt und gegebenenfalls eine erneute Filteraktivierung stattfinden. Durch eine zeitbegrenzte Filteraktivierung wird vermieden, daß die Filter angeschaltet bleiben, obwohl aufgrund veränderter Umweltbedingungen die Ursachen für den Rückkopplungseffekt entfallen sind.

[0036] Eine zeitgesteuerte Aktivierung der Filterelemente kann über ein Zeitschaltelement erfolgen, welches auch in das Steuerelement integriert sein kann.

[0037] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfsgeräts wird zunächst zur Rückkopplungsdetektion festgestellt, ob ein oszillierendes Mikrofonsignal vorliegt und daraufhin - falls dies der Fall ist - eine entsprechende frequenzspezifische Verstärkungsreduktion des zu verarbeitenden Mikrofonsignals eingestellt. Auftretende Rückkopplungseffekte werden frequenzspezifisch und schmalbandig unterdrückt, ohne daß sonstige Frequenzbereiche des zu verarbeitenden Mikrofonsignals berührt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine gezielte und für den Benutzer besonders komfortable Rückkopplungsunterdrückung, da in sämtlichen nicht betroffenen Frequenzbereichen das übliche Verstärkungspotential erhalten bleibt.

[0038] Gemäß einer vorteilhaften Verfahrensvariante wird kontinuierlich festgestellt, ob eine Rückkopplung auftritt und werden daraufhin jeweils geeignete Maßnahmen zur frequenzspezifischen Verstärkungsreduktion ergriffen, die sich zeitlich fortlaufend auch an Änderungen der festgestellten Rückkopplungseffekte anpassen. Über die ständige Beobachtung der Schallsituation werden auch Änderungen von Rückkopplungseffekten festgestellt und es kann entsprechend durch geeignete dynamische Verstärkungsreduktionsmaßnahmen reagiert werden, so daß immer genau die jeweilige festgestellte Rückkopplung unterdrückt wird und Änderungen sowie ein Wegfall der Rückkopplungseffekte Beachtung finden.

[0039] In einem weiteren Verfahrensschritt kann festgestellt werden, ob das Ausgangssignal einen bestimmten Pegelschwellwert überschreitet. Damit wird die bei einer Rückkopplungssituation auftretende starke Zunahme der Signalpegel berücksichtigt.

[0040] Vorteilhafterweise wird in einer Verfahrensvariante zusätzlich abgefragt, ob der Signalpegel des sinusförmigen Signals über einem bestimmten Schwellwert liegt. Erst dann, wenn ein oszillierendes Signal und ein erhöhter Pegel kumulativ vorliegen, wird auch tatsächlich eine Rückkopplung detektiert.

[0041] Falls der jeweilige Pegelschwellwert nicht überschritten wird, kann auch ein sinusförmiges weitgehend monofrequentes Eingangssignal vorliegen, ohne daß eine Rückkopplungssituation besteht.

[0042] Durch die Berücksichtigung des Pegelkriteriums können somit zuverlässig Fehldetektionen unterbunden werden.

[0043] Bei der frequenzspezifischen Verstärkungsreduktion kann die jeweilige Maßnahme zur Unterdrückung der Rückkopplung optimiert angepaßt werden und durch Aktivierung einer geeigneten Filtercharakteristik eine Anpassung von z.B. der Lage und der Größe des Sperrfrequenzbereichs und dem Grad der Verstärkungsreduktion eine nochmals verbesserte Rückkopplungsunterdrückung erreicht werden.

[0044] Nach einem weiteren vorteilhaften Verfahrensschritt erfolgt die Verstärkungsreduktion nur für eine bestimmte Zeitdauer und hebt sich dann von selbst

auf, um bei Änderungen der Schallsituation und einem Wegfall des ursprünglich detektierten Rückkopplungseffekts auch die ursprünglich zutreffend eingestellten Verstärkungsreduktionen wieder zurückzunehmen und abzuschalten. Bei erneuter Detektion von Rückkopplungseffekten kann wieder eine erneute Aktivierung von Filtermaßnahmen zur Verstärkungsreduktion eingestellt werden.

[0045] Weitere Einzelheiten und Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Zusammenhang mit der Beschreibung des in den Zeichnungsfiguren dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Ausführungsform des Oszillationsdetektors sowie

FIG 2 eine schematische Darstellung des Hörhilfsgeräts mit dem Oszillationsdetektor.

[0046] Die Arbeitsweise des Oszillationsdetektors 4 geht aus dem Prinzipschaltbild nach FIG 1 hervor. Ein Eingangssignal 11 vom Mikrofon 1 (vgl. FIG 2) wird zunächst im A/D-Wandler 10 mit einer Abtastrate f_S digitalisiert. Der A/D-Wandler 10 kann in den Oszillationsdetektor 4 integriert oder diesem vorgeschaltet sein. Die digitalisierten Abtastwerte des A/D-Wandlers 10 werden dem Periodenmeßelement 5 zugeführt, um dort die Anzahl der Abtastwerte in den jeweiligen aufeinanderfolgenden Perioden des Eingangssignals 11 festzustellen. Bei einer angenommenen Abtastrate $f_S = 20$ kHz des A/D-Wandlers 10 könnte somit durch das Periodenmeßelement 5 festgestellt werden, daß die aufeinanderfolgenden Perioden z.B. 4 - 6 Abtastwerte enthalten.

[0047] Eine derartige Periodenmessung im Periodenmeßelement 5 kann z.B. durch eine Feststellung und Analyse der Nulldurchgänge der digitalisierten Abtastwerte erfolgen. Somit kann ein Vorzeichenwechsel und auch die Richtung des Vorzeichenwechsels (von + nach - oder umgekehrt) erfaßt werden. Insgesamt kann somit der Beginn und das Ende einer Periode des Eingangssignals 11 (Periodendauer) festgestellt werden und kann die Anzahl der digitalen Abtastwerte zwischen Periodenanfang und -ende ermittelt werden.

[0048] Über dem Periodenmeßelement 5 nachgeschaltete Mittelungselemente, nämlich die Tiefpässe 6, 7, werden der Langzeitmittelwert N_L und der Kurzzeitmittelwert N_K der vom Periodenmeßelement ermittelten Anzahl von Abtastwerten in den jeweiligen Signalperioden des Eingangssignals 11 ermittelt.

[0049] Zur Verringerung des Schaltungsaufwandes sind die beiden Tiefpässe 6, 7 als rekursive Systeme erster Ordnung aufgebaut, die nach folgender Verarbeitungsvorschrift die jeweiligen Mittelungswerte N_L und N_K ermitteln:

$$y_t = cy_{t-1} + (1-c)x_t$$

[0050] Die Rekursionskonstante c liegt im Bereich von 0 bis 1 und legt die Zeitkonstante der Tiefpässe 6, 7 fest. Wenn im Tiefpaß 6 der Langzeitmittelwert N_L ermittelt wird, geht in dessen Verarbeitungsvorschrift eine relativ hohe Rekursionskonstante (z.B. $c = 0,99$) ein. Bei Ermittlung des Kurzzeitmittelwertes N_K im Tiefpaß 7 ist dessen Rekursionskonstante relativ klein (z.B. $c = 0,5$). x stellt den Eingangswert (also die Anzahl der ermittelten Abtastwerte pro Periode) und y den jeweiligen Ausgangswert (also N_L oder N_K) der Verarbeitungsvorschrift dar, und zwar jeweils versehen mit den Indices t für das jeweilige Abtastzeitintervall.

[0051] Im Differenzelement 12 wird eine Differenz zwischen N_L und N_K gebildet, welche vorteilhafterweise im Betragselement 13 vorzeichenkorrigiert wird, so daß nur positive Werte auftreten. Schließlich erfolgt noch eine weitere Glättung durch ein weiteres Mittelungselement, hier z.B. ebenfalls einen Tiefpaß 14 erster Ordnung. Danach wird im Vergleichselement 8 die Größe der Differenz zwischen N_L und N_K beurteilt. Falls diese unter einem bestimmten einstellbaren Schwellwert liegt, wird davon ausgegangen, daß ein im wesentlichen sinusförmiges Eingangssignal 11 vorliegt und somit vom Vorhandensein von Oszillation ausgegangen werden kann.

[0052] Bei derartig festgestellter Oszillation wird nun im Frequenzermittler 15 die Oszillationsfrequenz 16 (f_{OSZ}) ermittelt, und zwar als Produkt der Abtastrate f_S mit dem Kehrwert des Langzeitmittelwertes N_L .

[0053] Wenn Oszillation festgestellt wurde und eine Abtastrate $f_S = 20$ kHz vorliegt und der Langzeitmittelwert $N_L = 5$ ermittelt wurde, bedeutet dies, daß eine Oszillationsfrequenz $f_{OSZ} = 4$ kHz vorliegt. Diese Oszillationsfrequenz f_{OSZ} kann vom Oszillationsdetektor 4 an ein Steuerelement 20 weitergegeben werden, so daß geeignete Filterelemente 17, 18, 19 aktiviert werden können, um z.B. durch Filter mit Kerbwirkung die festgestellte Oszillation zu unterbinden (vgl. FIG 2).

[0054] Aus dem Prinzipschaltbild gemäß Figur 2 geht ein Hörhilfsgerät mit mindestens einem Mikrofon 1, einer Signalverarbeitungsvorrichtung 2 mit Mitteln zu Signalverarbeitung und einem Hörer 3 hervor, wobei im Signalverarbeitungspfad zwischen Mikrofon 1 und Hörer 3 Filterelemente 17, 18, 19 zur frequenzspezifischen Verstärkungsreduktion vorgesehen sind.

[0055] Die genannten Filterelemente 17, 18, 19 werden auf eine ermittelte Sperrfrequenz eingestellt und aktiviert, falls durch den Oszillationsdetektor 4 oszillierende Signale ermittelt und damit eine Rückkopplung als vorliegend analysiert wird.

[0056] Falls dies der Fall ist, wird dies von dem Oszillationsdetektor 4 an das Steuerelement 20 gemeldet und es erfolgt die Justierung (Einstellung der Sperrfrequenz) mindestens eines der Filterelemente 17, 18 oder 19. Falls notwendig werden auch mehrere Filterelemente 17, 18, 19 aktiviert. Grundsätzlich kann eine beliebige Anzahl von Filterelementen 17, 18, 19 vorgesehen sein, um eine erforderliche umfangreiche Rück-

kopplungsunterdrückung zu erreichen.

[0057] Über die Pegelmeßeinheit 21 wird dem Steuerelement 20 der Pegel des Ausgangssignals mitgeteilt. Durch das Steuerelement 20 wird erst dann eine Rückkopplung festgestellt, falls vom Oszillationsdetektor 4 das Vorliegen eines oszillierenden Signals registriert wird und gleichzeitig ein den bestimmten Schwellwert des Pegelmeßelements 21 überschreitender Pegel des Ausgangssignals, also des verarbeiteten Mikrofonsignals, durch das Pegelmeßelement 21 festgestellt wird.

[0058] Damit kann der bei Rückkopplungseffekten oftmals auch auftretende erhöhte Pegel mitberücksichtigt werden und es wird eine Detektion von starkmonofrequenten Eingangssignalen in rückkopplungsfreien Situationen vermieden.

[0059] Über das Steuerelement 20 werden die Filterelemente 17, 18 und 19 nicht nur aktiviert, sondern auch hinsichtlich ihrer Filtercharakteristik (z.B. Lage und Größe des Sperrfrequenzbereichs, Grad der Verstärkungsreduktion) entsprechend eingestellt. Hierfür kann das Steuerelement programmierbar sein und z.B. zunächst übliche Grundparameter von Filtercharakteristiken einstellen, um dann - falls die Rückkopplung nicht ausreichend unterdrückt ist - eine entsprechende Anpassung der Filtercharakteristiken nach einem festgelegten oder selbstlernenden Programmablauf vorzunehmen.

[0060] Über das Steuerelement 20 kann auch eine Analyse oder Typisierung der vom Oszillationsdetektor 4 ermittelten Rückkopplung erfolgen und in die Generierung der Filtercharakteristik der Filterelemente 17, 18 und 19 einfließen oder diese bestimmen.

[0061] Durch ein in das Steuerelement 20 integriertes Zeitschaltelement 22 wird erreicht, daß bei einer ursprünglich detektierten Rückkopplung, welche zu einer Aktivierung der Filterelemente 17, 18, 19 führte, diese Aktivierung nur für eine begrenzte Zeitdauer anhält. Danach wird die Aktivierung der Filterelemente 17, 18, 19 automatisch zurückgenommen und es wird erneut über den Oszillationsdetektor 4 festgestellt, ob die ursprünglich aufgetretene Rückkopplung immer noch vorliegt oder ob sich eine veränderte Rückkopplung (z.B. Frequenzverschiebung) ergeben hat, die eine erneute aber nun mit anders gearteter Filtercharakteristik versehene Aktivierung der Filterelemente 17, 18, 19 als zweckmäßig erscheinen läßt.

Patentansprüche

1. Hörhilfsgerät mit einem Mikrofon, einer Signalverarbeitungseinrichtung und einem Hörer,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Oszillationsdetektor (4) zur Feststellung von akustischer Rückkopplung vorgesehen ist und der Oszillationsdetektor (4)
- ein Periodenmeßelement (5) zur Ermittlung der

jeweiligen Anzahl digitalisierter Abtastwerte in aufeinanderfolgenden Perioden eines Eingangssignals (11) des Mikrofons (1),

- Mittelungselemente (6, 7) zur Ermittlung eines Langzeitmittelwertes N_L und eines Kurzzeitmittelwertes N_K der vom Periodenmeßelement (5) ermittelten Anzahl von Abtastwerten,
 - ein Differenzelement (12) zur Bildung der Differenz zwischen N_L und N_K ,
 - ein Betragselement (13) zur Vorzeichenkorrektur der Differenz von N_L und N_K ,
 - ein weiteres Mittelungselement (14) zur Glättung des Differenzwertes von N_L und N_K und
 - ein Vergleichselement (8) zum Vergleich von N_L und N_K aufweist.
2. Hörhilfsgerät nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillationsdetektor (4) einen A/D-Wandler (10) zur Ermittlung digitalisierter Abtastwerte aus dem analogen Eingangssignal (11) des Mikrofons (1) aufweist.
 3. Hörhilfsgerät nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelungselemente als Tiefpässe (6, 7, 14) ausgebildet sind.
 4. Hörhilfsgerät nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß Tiefpässe erster Ordnung vorgesehen sind.
 5. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet, daß das Vergleichselement (8) einen einstellbaren Schwellwert zum Vergleich mit der Differenz von N_L und N_K aufweist.
 6. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Filterelement (17) mit entsprechend unterschiedlich einstellbaren Sperrfrequenzen zur Unterdrückung der festgestellten Rückkopplung vorgesehen ist.
 7. Hörhilfsgerät nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Filterelemente (17, 18, 19) mit unterschiedlichen Sperrfrequenzbereichen und/oder Filtercharakteristiken vorgesehen sind.
 8. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, daß bei den Filterelementen (17, 18, 19) unterschiedliche Filtercharakteristiken (z.B. Lage und Breite des Sperrfrequenzbereichs, Grad der Verstärkungsreduktion etc.) einstellbar sind.

9. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 6 - 8,
dadurch gekennzeichnet, daß ein mit dem Oszillationsdetektor (4) und den Filterelementen (17, 18, 19) verbundenes Steuerelement (20) vorgesehen ist. 5
10. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 6 - 9,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitschaltelement (22) zur Einstellung der Zeitdauer der Aktivierung der Filterelemente (17, 18, 19) vorgesehen ist. 10
11. Hörhilfsgerät nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitschaltelement (22) in das Steuerelement (20) integriert ist.
12. Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 9 - 11,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Pegelmeßeinheit (21) zur Feststellung des Pegels des Ausgangssignals vorgesehen ist. 20
13. Hörhilfsgerät nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß die Pegelmeßeinheit (21) einen einstellbaren Schwellwert zur Aktivierung des Steuerelements (20) besitzt. 25
14. Verfahren zur Oszillationserkennung in einem Hörhilfsgerät mit einem Mikrofon, einer Signalverarbeitungseinrichtung und einem Hörer, insbesondere einem Hörhilfsgerät nach einem der Ansprüche 1 - 13,
gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte: 30
- a) Ermittlung der jeweiligen Anzahl digitalisierter Abtastwerte in aufeinanderfolgenden Perioden eines Eingangssignals des Mikrofons, 35
 - b) Ermittlung eines Langzeitmittelwertes N_L und eines Kurzzeitmittelwertes N_K , der nach a) ermittelten Anzahl von Abtastwerten, 40
 - c) Bildung der Differenz zwischen N_L und N_K ,
 - d) Betragsbildung der Differenz von N_L und N_K , 45
 - e) Glättung des Differenzwertes von N_L und N_K ,
 - f) Vergleich von N_L und N_K sowie 50
 - g) Feststellung einer Oszillation, wenn N_L und N_K im wesentlichen identisch sind.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß beim Verfahrensschritt a) nach Anspruch 14 eine Feststellung und Analyse der Vorzeichen der digitalisierten Abtastwerte erfolgt. 55
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, daß bei Verfahrensschritt g) nach Anspruch 14 ein einstellbarer Schwellwert vorgesehen ist, bei dessen Überschreitung eine Oszillation detektiert wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 - 16,
dadurch gekennzeichnet, daß bei festgestellter Oszillation nach Verfahrensschritt g) nach Anspruch 14 die Oszillationsfrequenz f_{OSZ} als Produkt aus der Abtastrate f_S , mit der das Eingangssignal des Mikrofons digitalisiert wurde, und dem Kehrwert von N_L ermittelt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 - 17,
dadurch gekennzeichnet, daß bei festgestellter Oszillation eine frequenzspezifische Verstärkungsreduktion des zu verarbeitenden Mikrofonsignals zur Rückkopplungsunterdrückung erfolgt.
19. Verfahren nach Anspruch 18
dadurch gekennzeichnet, daß kontinuierlich festgestellt wird, ob eine Rückkopplung vorliegt und eine entsprechend veränderte frequenzspezifische Verstärkungsreduktion erfolgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 - 19,
dadurch gekennzeichnet, daß zur frequenzspezifischen Verstärkungsreduktion eine Aktivierung von Filterelementen mit entsprechend eingestellten Sperrfrequenzen erfolgt.
21. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, daß die Filterelemente in ihren Filtercharakteristiken (z.B. Lage und Breite des Sperrfrequenzbereichs, Grad der Verstärkungsreduktion etc.) zur optimierten Rückkopplungsunterdrückung verändert werden.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 - 21,
dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsreduktion für eine einstellbare Zeitdauer eingestellt und dann wieder aufgehoben wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 - 22
dadurch gekennzeichnet, daß eine Rückkopplung festgestellt wird, wenn ein oszillierendes Mikrofonsignal vorliegt und das Ausgangssignal einen einstellbaren Mindestpegel überschreitet.

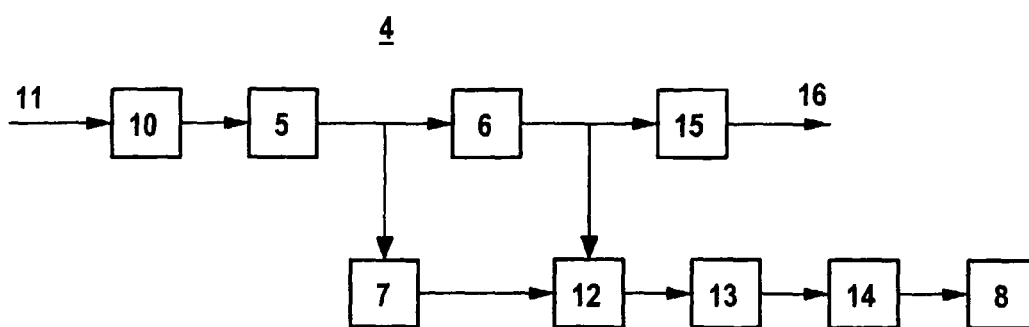


FIG 1

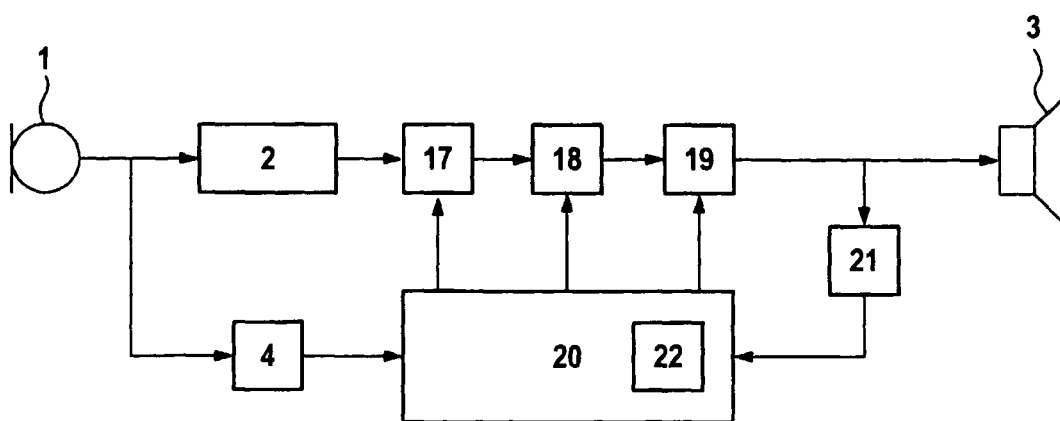


FIG 2