(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 32 896 T2** 2005.07.14

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 767 570 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 32 896.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 660 049.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **16.08.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.04.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.07.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.07.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H04M 9/08**
H04M 1/60

(30) Unionspriorität:
954737 **05.10.1995** **FI**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, SE

(73) Patentinhaber:
Nokia Corp., Espoo, FI

(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR Patentanwälte, 81679 München

(72) Erfinder:
Koski, Ari, 33100 Tampere, FI; Uitto, Janne, 33720 Tampere, FI; Sjöberg, Jari, 33840 Tampere, FI

(54) Bezeichnung: **Entzerrung von Sprachsignalen in einem Mobiltelefon**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf die Sprachsignalverarbeitung und insbesondere auf die Entzerrung eines Sprachsignals in einem Mobiltelephon, um die Sinnverständlichkeit der übertragenen Sprache zu verbessern.

[0002] Die Verbesserung der Hörwirkung von Schall und von Sprache, die ein Spezialfall von Schall ist, mit einem Entzerrer ist ein weithin bekanntes und verwendetes Verfahren. Das Frequenzspektrum von Schall kann entzerrt werden, wodurch Spitzen oder Löcher des Frequenzgangs, die bestimmten Frequenzen entsprechen, näher an den Durchschnittspegel entzerrt werden oder wodurch bestimmte Frequenzen oder Frequenzbereiche bewusst verstärkt oder gedämpft werden können, so dass sie von dem mittleren Pegel abweichen. Außer der Verbesserung der Hörwirkung kann die Entzerrung außerdem Menschen, die an bestimmten Arten von Hörfehlern leiden, Schall besser zu erkennen helfen.

[0003] Die Entzerrung kann elektrisch oder mechanisch ausgeführt werden. Die elektrische Entzerrung erfordert die Verwendung verschiedener Filterschaltungen in der Vorrichtung, die den Schall verarbeitet. Bekannte Lösungen auf dem Gebiet der analogen Signalverarbeitung umfassen passive RC-Filter, aktive Filter, die auf Operationsverstärkern und Spezialentzerrchips beruhen, und auf digitalem Gebiet digitale Signalprozessoren, die zur Realisierung sehr komplizierter Filteranordnungen programmiert werden können. Die mechanische Entzerrung wird dadurch ausgeführt, dass die mechanischen Eigenschaften des Lautsprechers, der den Schall wiedergibt, und seiner unmittelbaren Umgebung in der Weise ausgewählt werden, dass ein gewünschter Frequenzgang erzielt wird.

[0004] In Mobiltelephonen ist die Entzerrung erforderlich, um die Qualität und Sinnverständlichkeit des Schalls zu verbessern, der von dem Lautsprecher zum Ohr des Anwenders läuft. Da der Lautsprecher üblicherweise nicht alle Frequenzen auf die gleiche Weise wiedergibt und da zwischen dem Lautsprecher und dem Ohr des Anwenders ein akustischer Leckverlust auftritt, der verschiedene Frequenzen auf verschiedene Weise beeinflusst, erscheint der Schall aus dem Lautsprecher verzerrt. Fig. 1 ist eine graphische Darstellung, die zwei Frequenzgangmessungen veranschaulicht: Bei dem Messaufbau, der der oberen Kurve entspricht, sind der Lautsprecher und das Instrument, das einem Ohr entspricht, vor akustischem Leckverlust geschützt (starke akustische Kopplung), während der akustische Leckverlust in dem Aufbau, der der unteren Kurve entspricht, der normalen Nutzung eines Mobiltelephons entspricht. Die Figur zeigt deutlich, dass sich besonders die Wiedergabe niedriger Frequenzen (< 1 kHz) wegen des Leckverlusts verschlechtert, während die akustische Kopplung schwächer wird.

[0005] Ein bekanntes Verfahren, das bei dem Versuch verwendet worden ist, die Verzerrung des Schalls zu entzerren, ist die Verwendung von Speziallautsprechern, die eine akustische Rückkopplung anwenden. Da in dem Verfahren ein Versuch unternommen wird, den Lautsprecher so zu bauen, dass seine mechanischen Eigenschaften die Dämpfung niedriger Frequenzen kompensieren, ist es von mechanischem Wesen. Zwischen dem Lautsprecher und seinem Anbringungskörper wird ein Luftzwischenraum gelassen, wobei die Breite des Luftzwischenraums ein wesentlicher Faktor hinsichtlich der akustischen Rückkopplung ist. Um eine genaue Bemessung und einen genauen Betrieb zu erzielen, müssen bei der Montage des Lautsprechers strenge mechanische Toleranzen eingehalten werden, was die Herstellungskosten erhöht. Der Frequenzgang der mechanischen Anordnung kann später nicht geändert werden, was die Anordnung unflexibel macht. Ferner kann das Verfahren nicht bei der Realisierung eines Freisprechlautsprechers angewendet werden, der eine umfassend verwendete Option bei Mobiltelephonen ist.

[0006] Durch geeignete Konstruktion der elektromechanischen Eigenschaften kann ein Lautsprecher realisiert werden, der dem Wesen nach Niederfrequenzsignale verstärkt. Auch diese Anordnung ist unflexibel, da der Frequenzgang in dem Herstellungsprozess des Lautsprechers bestimmt wird und nicht z. B. mit einem elektrischen Steuersignal geändert werden kann.

[0007] Üblicherweise können elektrische Filterlösungen den Frequenzgang einer Schallwiedergabeanordnung auf vielseitigere und flexiblere Weise als mechanische oder elektromechanische Lösungen beeinflussen. Allerdings sind in einem Mobiltelephon der Platz, der Leistungsverbrauch, die Rechenkapazität und die Leiterplattenfläche sehr entscheidende Faktoren, an die das elektrische Filter eine so niedrige Anforderung wie möglich stellen sollte. Sowohl passive als auch aktive analoge Filter erhöhen die Komponentenkosten und verbrauchen elektrische Leistung sowie Leiterplattenfläche. Wenn diese verwendet werden sollen, um einen einstellbaren Entzerrer zu bauen, dessen Betrieb mit einem Steuersignal gemäß dem Bedarf geändert werden kann, wird die Anordnung leicht kompliziert und teuer herzustellen. Außerdem haben analoge Filter häufig einen be-

stimmten recht begrenzten Betriebsbereich, z. B. eine feste Mittenfrequenz oder eine ungenügende Verstärkungsfähigkeit.

[0008] Digitale Filteranordnungen, die im Prinzip als getrennte digitale Schaltungen realisiert werden können, vorteilhaft aber in Prozesse programmiert werden, die von einem digitalen Signalprozessor ausgeführt werden, haben sich ihren analogen Gegenstücken in vieler Hinsicht als überlegen erwiesen. Da die am weitesten verbreiteten Mobiltelephonkonstruktionen bereits einen digitalen Signalprozessor oder DSP enthalten, erhöht die programmierbare Filteranordnung die Anzahl der Komponenten in einem Mobiltelephon nicht wesentlich. Gleichzeitig werden der Leistungsverbrauch und die Platzanforderungen in vernünftigen Grenzen gehalten. Außerdem kann der Betrieb der in einem DSP programmierten Prozesse leicht auf gewünschte Weise geändert werden, indem bestimmte Steuersignale zu dem Prozessor gebracht werden.

[0009] Allerdings funktionieren frühere Entzerreranordnungen des Standes der Technik in Mobiltelephonen auf DSP-Grundlage nicht in allen Situationen auf optimale Weise. Es ist bekannt, dass die Wiedergabe von Sprache auf bestmögliche Weise unmöglich ist, falls die Entzerrung immer auf die gleiche Weise ausgeführt wird, da Mobiltelephone in einem breiten Bereich von Bedingungen verwendet werden, in denen z. B. der Umgebungsrauschpegel sowohl in der Sprech- als auch in der Hörumgebung variiert. Außer den Umgebungsbedingungen beeinflusst die Verwendung verschiedener Zusatzgeräte wie etwa eines Freisprechlautsprechers, eines Ohrhörers oder eines Zusatzlautsprechers den von dem Entzerrer geforderten Betrieb.

[0010] Es ist ein Dokument EP-A-0 674 415 bekannt, das die Überwachung des Umgebungsrauschpegels in einem Mobiltelephon und die Auswahl von einem von zwei möglichen Frequenzgängen zur Filterung des Sprachsignals vor dessen Wiedergabe offenbart.

[0011] Es ist ein Dokument US-A-5 027 410 bekannt, das die Ausübung einer Art Entzerrung des Sprachsignals über digitale Signalverarbeitung in einer tragbaren elektronischen Vorrichtung offenbart.

[0012] Es ist ein Dokument US-A-5 450 442 bekannt, das die steuerbare Verwendung eines digitalen Entzerrers zwischen einem Demodulator und einem Kanaldecodierer zur Korrektur von Verzerrungen in einem empfangenen Funksignal offenbart.

[0013] Es ist eine Aufgabe dieser Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbesserung der Qualität und Sinnverständlichkeit des von einem Mobiltelephon in mehreren verschiedenen Situationen wiedergegebenen Schalls zu schaffen. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Qualität und Sinnverständlichkeit des von einem Mobiltelephon wiedergegebenen Schalls zu schaffen, wenn verschiedene Zusatzgeräte verwendet werden. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbesserung der Schallwiedergabe in einem Mobiltelephon zu schaffen, die keine Verwendung komplizierter und teurer Speziallautsprecher erfordert. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, dass das Verfahren und die ihm entsprechende Vorrichtung den Verbrauch der entscheidenden Betriebsmittel in einem Mobiltelephon nicht wesentlich erhöhen.

[0014] Die Aufgaben der Erfindung werden mit einer Anordnung gelöst, in der ein von einem Mobiltelephon empfangenes Signal nach der Sprachdecodierung, aber vor der D/A-Umsetzung des Signals, adaptiv entzerrt wird. 'Adaptiv' bedeutet, dass die Wirkung der Entzerrung geändert wird, wenn sich bestimmte Steuerparameter ändern. Die Steuerparameter und ihre Wirkungen werden später ausführlicher beschrieben.

[0015] Das Verfahren gemäß der Erfindung ist zur Verbesserung der Schallwiedergabe in einem Telephonapparat anwendbar, der einen Entzerrer enthält, der einen bestimmten variablen Frequenzgang besitzt. Die kennzeichnenden Merkmale des Verfahrens sind in dem kennzeichnenden Teil des auf ein Verfahren gerichteten unabhängigen Anspruchs beschrieben.

[0016] Außerdem ist die Erfindung auf ein Telephon gerichtet, in dem das Verfahren gemäß der Erfindung angewendet wird. Der Telephonapparat gemäß der Erfindung enthält einen Lautsprecher zur Schallwiedergabe und ein digitales Signalverarbeitungsmittel zur digitalen Verarbeitung des wiederzugebenden Schalls, wobei das digitale Signalverarbeitungsmittel einen Entzerrer mit einem bestimmten Frequenzgang enthält. Die kennzeichnenden Merkmale des Telephons sind in dem kennzeichnenden Teil des entsprechenden unabhängigen Anspruchs beschrieben.

[0017] Die vorliegende Erfindung ist zur Verwendung in einem digitalen Telephon, vorteilhaft in einem Mobiltelephon, bestimmt. Die Anwendbarkeit der Erfindung erfordert, dass das Telephon den Schall als Signal in

digitaler Form behandelt. In einem herkömmlichen Mobiltelephon sind die empfangenen Schallinformationen in digitaler Form, bevor sie in eine analoge Form umgesetzt werden (PCM-Decodierung), um sie über einen Lautsprecher wiederzugeben. Außerdem sind die zu übertragenden Schallinformationen in digitaler Form, wenn sie zunächst über ein Mikrophon aufgezeichnet und A/D-umgesetzt wurden (PCM-Codierung). Es wird angenommen, dass der Betrieb eines digitalen Mobiltelephons dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt ist, wobei er in diesem Dokument nicht ausführlicher diskutiert wird.

[0018] Während der Forschung, die zu der Erfindung führte, wurde beobachtet, dass es vom Standpunkt der Sinnverständlichkeit der empfangenen Sprache aus nicht immer zu empfehlen ist, lediglich niedrige Frequenzen zu verstärken. Falls ein Mobiltelephon in einer stark verrauschten Umgebung verwendet wird, kann die Verstärkung niedriger Frequenzen die Sinnverständlichkeit der Sprache sogar verschlechtern, da sie in dem vom Ohr wahrgenommenen Signal den Anteil höherfrequenter Komponenten verringert, die, soweit es die Sinnverständlichkeit betrifft, die wesentlichsten sind. Dadurch ist es vorteilhaft, die Entzerrung auf den Umgebungsrauschpegel zu dimensionieren. Da die Zusatzgeräte von Mobiltelephonen verschiedene Lautsprecher verwenden, ist außerdem beobachtet worden, dass die Entzerrung in der Weise eingestellt werden muss, dass sie auf verschiedene Weise in Verbindung mit ihnen funktioniert.

[0019] In Übereinstimmung mit der Erfindung können bei der Einstellung der Entzerrung mehrere verschiedene Steuerparameter verwendet werden, wobei der einfachste die durch den Anwender einzustellende Telephonlautstärke ist. Weitere mögliche Steuerparameter umfassen das durch das Telephonmikrophon gemessene Messergebnis für den Umgebungsrauschpegel, Informationen über mit dem Telephon verbundene Zusatzgeräte sowie Messergebnisse, die die Qualität der Funkverbindung beschreiben. Der endgültige vom Anwender wahrgenommene Schall ist das Ergebnis der gemeinsamen Wirkung des ursprünglichen Signals, der Entzerrung, der möglichen Bandpassfilterung in Verbindung mit der D/A-Umsetzung, der Größe des Verstärkungsfaktors, der akustischen Reaktion des Lautsprechers und im normalen Telephonbetrieb des akustischen Leckverlusts zwischen dem Lautsprecher und dem Ohr oder im Freisprechbetrieb der akustischen Übertragungsfunktion des Hörraums.

[0020] In dem Verfahren und in der Vorrichtung gemäß der Erfindung findet das Mobiltelephon heraus und bestimmt es anhand der Steuerparameter und der in dem Speicher gespeicherten Daten, welches der Entzerrungsverstärkungsfaktor und der Frequenzbereich sind, die für die Umgebungs- und Betriebsbedingungen in einer gegebenen Zeitspanne am besten geeignet sind. Anhand dieser Entscheidung wird das empfangene Signal vorteilhaft in demselben digitalen Signalprozessor, der auf eine bekannte Weise zur Ausführung der Sprachdecodierung verwendet wird, entzerrt.

[0021] Im Vergleich zum Stand der Technik umfassen die Vorteile der Erfindung die Verbesserung der Sinnverständlichkeit des Schalls unabhängig von der Lautsprecherkonstruktion und dem akustischen Leckverlust zwischen dem Lautsprecher und dem Ohr, die gute Reaktion auf die Spezialanforderungen von Mobiltelephonen, die Anpassung der Entzerrung an das Hintergrundrauschen und auf die durch den Anwender eingestellte Telephonlautstärke, das Gleichgewicht zwischen der Qualität des gehörten Schalls und der Sinnverständlichkeit der Sprache und die Anpassung der Entzerrung an Zusatzgeräte des Mobiltelephons.

[0022] Die Erfindung wird anhand der vorteilhaften Ausführungsformen, die als Beispiele dargestellt werden, und anhand der beigefügten Zeichnung ausführlicher beschrieben, in der:

[0023] Fig. 1 graphisch Frequenzgangmessungen veranschaulicht, wenn es eine starke und eine schwache akustische Kopplung zwischen dem Lautsprecher und dem Messinstrument gibt,

[0024] Fig. 2 ein Blockschaltplan ist, der das Prinzip der Erfindung und seine Anwendbarkeit in einem Mobiltelephon veranschaulicht,

[0025] Fig. 3 bis Fig. 5 graphisch verschiedene Frequenzgangkurven veranschaulichen, die mit der Anordnung gemäß der Erfindung erzeugt werden können,

[0026] Fig. 6 ein Blockschaltplan eines Filters ist, das in dem Entzerrer gemäß der Erfindung verwendet werden kann,

[0027] Fig. 7 graphisch die Frequenzgangskalierung in einer Anordnung gemäß der Erfindung der veranschaulicht,

[0028] Fig. 8 graphisch bestimmte Steuerkurven veranschaulicht, die in der Anordnung gemäß der Erfindung angewendet werden können, und

[0029] Fig. 9 ein Blockschaltplan ist, der die Schätzung des Umgebungsrauschens zur Verwendung in der Anordnung gemäß der Erfindung zeigt.

[0030] Oben wurde in Verbindung mit der Beschreibung des Standes der Technik auf Fig. 1 Bezug genommen, während im Folgenden in der Beschreibung der Erfindung und ihrer vorteilhaften Ausführungsformen hauptsächlich auf die Fig. 2 bis Fig. 9 Bezug genommen wird. Gleiche Teile sind in den Figuren durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet.

[0031] Fig. 2 zeigt einen Blockschaltplan, dessen zwei Hauptblöcke ein digitaler Signalprozessor (DSP) **1**, der für die digitale Verarbeitung eines Sprachsignals in einem Mobiltelephon verantwortlich ist, und der PCM-Codec-Block **2**, der für die PCM-Codierung und -Decodierung eines Signals und für die analoge Signalverarbeitung verantwortlich ist, sind. Im oberen Teil der Figur verläuft ein so genannter Fernkanal von links nach rechts; er ist der Signalpfad von dem Empfänger und von der (nicht gezeigten) Kanaldecodierung eines Mobiltelephons über einen Sprachdecodierer **3**, einen Entzerrerblock **4**, einen D/A-Umsetzer **5**, ein Filter **6** und einen Verstärker/Dämpfer **7** zu einem Lautsprecher **8**. Im unteren Teil der Figur befindet sich ein so genannter Nahkanal oder Signalpfad von einem Mikrophon **9** über einen Verstärker **10**, ein Filter **11**, einen A/D-Umsetzer **12**, einen Hintergrundrauschmessblock **13** und einen Sprachcodierer **14** zu der (nicht gezeigten) Kanalcodierung und zur Übertragung zu dem Funkpfad. Da entsprechende Teile umfassend in Mobiltelephonen des Standes der Technik verwendet werden, sind die Konstruktion und der Betrieb sämtlicher aufgeführter Teile mit Ausnahme des Entzerrerblocks **4** und des Hintergrundrauschmessblocks **13** gemäß der Erfindung dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt. Außerdem umfassen die Blöcke gemäß der Erfindung Teile, die dem Fachmann auf dem Gebiet bekannt sind, während ihre gemeinsame Verwendung in einem Mobiltelephon zum Umfang der vorliegenden Erfindung gehört.

[0032] Der DSP-Block **1** enthält einen Steuerblock **15**, dessen Hauptaufgabe hinsichtlich der vorliegenden Erfindung darin besteht, den Entzerrer **4** in der Weise zu steuern, dass die Signalkomponenten bei bestimmten Frequenzen gemäß bestehenden Umgebungs- und Betriebsbedingungen verstärkt oder gedämpft werden. Der Betrieb des Steuerblocks **15** beruht auf Steuerparametern, die als Eingangsdaten zu dem Steuerblock **15** gebracht werden. Sämtliche Steuerparameter beschreiben auf irgendeine Weise die Umgebungs- und Betriebsbedingungen des Mobiltelephons. Fig. 2 zeigt als Eingangsdaten für den Steuerblock **15** vier Steuerparameter, die folgende sind: Informationen **16**, die die Qualität der Funkverbindung darstellen, eine Hintergrundrauschschätzung **17**, die auf der Messung des Umgebungsrauschpegels beruht, Informationen **18**, die die mit dem Telephon verbundenen Zusatzgeräte beschreiben, und die durch den Anwender eingestellte Telephonlautstärke **19**. Außerdem zeigt Fig. 2 Speichermittel, d. h. die Nachschlagtabellen **4a** und **13d**, deren Verwendung später diskutiert wird.

[0033] Der Frequenzgang des Entzerrers **4** kann sich auf viele Arten ändern. Fig. 3 zeigt beispielhaft den variablen Verstärkungsfaktor, wenn die Mittenfrequenz und die Bandbreite konstant sind. Ähnlich zeigt Fig. 4 beispielhaft die variable Mittenfrequenz, wenn der Verstärkungsfaktor und die Bandbreite konstant sind, und Fig. 5 beispielhaft die variable Bandbreite, wenn die Mittenfrequenz und der Verstärkungsfaktor konstant sind. Die Änderungen der Mittenfrequenz, des Verstärkungsfaktors und der Bandbreite können auf viele Arten kombiniert werden, um das bestmögliche Endergebnis, d. h. den klarsten und sinnverständlichsten Schall, zu erzeugen. Vorteilhaft werden die Operationen in dem normalen Stimmfrequenzbereich, d. h. etwa 300 bis 3400 Hz, ausgeführt. Ein konstanter Entzerrer, der nicht adaptiv ist, sondern immer auf die gleiche Weise arbeitet, kann als ein Spezialfall der Erfindung betrachtet werden.

[0034] Der Entzerrerblock **4** kann z. B. eines oder mehrere Filter mit unendlicher Impulsantwort (IIR), Filter mit endlicher Impulsantwort (FIR) oder Prozesse, die im Frequenzbereich arbeiten, umfassen. Im letzteren Fall muss der Block 4 außerdem Zeit-Frequenz- sowie Frequenz-Zeit-Transformationen enthalten, die vorteilhaft unter Verwendung der Funktionen der schnellen Fourier-Transformation (FFT) und der inversen schnellen Fourier-Transformation (IFFT) ausgeführt werden.

[0035] Fig. 6 zeigt eine vorteilhafte Implementierung des Entzerrerblocks. In dieser bekannten Filterkonstruktion stellen die mit Z gekennzeichneten Blöcke Verzögerungen einer Zeiteinheit dar, sind a1 und a2 Faktoren, die die Mittenfrequenz und die Bandbreite des Frequenzgangs beeinflussen, und entspricht der Faktor K dem Entzererverstärkungsfaktor. Da die ausführliche Implementierung des Verzerrerblocks **4** vom Standpunkt der Erfindung aus nicht wesentlich ist, ist das Filter lediglich beispielhaft dargestellt. Die Vorteile der Filteranord-

nung in Fig. 6 sind: nur drei variable Faktoren (a1, a2 und K), kleine Wirkung auf die Signalphase, gute und klare Variabilitätkeit und gute Stabilität. Die Filterübertragungsfunktion entspricht der Formel:

$$H = \frac{\left(\frac{1}{2}(a1 + 1 + K(a1 - 1)) + (a2 \cdot Z^{-1}) + \frac{1}{2}(1 + a1 + K(1 - a))Z^{-2}\right)}{1 + (a2 \cdot Z^{-1}) + (a1 \cdot Z^{-2})}.$$

[0036] Nachfolgend wird der Betrieb des Verfahrens und der Vorrichtung gemäß der Erfindung beschrieben. Die Grundidee ist, dass Informationen in Form von Steuerparametern, die die Betriebsbedingungen des Telephons und die mit ihm verbundene Ausrüstung angeben, zu dem Steuerblock **15** gebracht werden, wobei der Steuerblock **15** den Entzerrerblock **4** in der Weise steuert, dass die bestmögliche Signalqualität und Sinnverständlichkeit erzielt werden.

[0037] Der einfachste der Steuerparameter sind die Informationen über die durch den Anwender eingestellte Telephonlautstärke. Die meisten modernen Mobiltelephone enthalten eine Einstellvorrichtung, mit der der Anwender die Lautstärke des von dem Lautsprecher des Telephons kommenden Schalls erhöhen oder verringern kann. Im Normalbetrieb erhöht der Anwender die Lautstärke, wenn viel Rauschen in der Arbeitsumgebung ist, während er sie verringert, falls die Arbeitsumgebung ruhig ist. Wie oben festgestellt wurde, ist es vom Standpunkt der Qualität des empfangenen Schalls aus vorteilhaft, in einer ruhigen Arbeitsumgebung niedrige (etwa < 1 kHz) Frequenzen hervorzuheben, während es vom Standpunkt der Sprachsinnverständlichkeit vorteilhaft ist, sie in einer verrauschten Arbeitsumgebung zu dämpfen. Der Steuerblock **15** empfängt auf bekannte Weise die Informationen über die Stellung der Schalllautstärkesteuerung, wobei er die Steuerinformationen des Entzerrerblocks **4** ändert. Falls ein Entzerrerblock gemäß Fig. 6 verwendet wird, bewirkt eine laute Lautstärkeeinstellung, dass der Steuerblock **15** den Faktor K verringert, während eine leise Lautstärkeeinstellung dementsprechend bewirkt, dass der Steuerblock denselben Faktor erhöht. In einer vorteilhaften Ausführungsform entspricht der größtmögliche Wert des Faktors K der größten ganzen Zahl in der Zahlendarstellung des Signalsprozessors **1**, wodurch der Verstärkungsfaktor nicht in dem Umfang erhöht werden kann, in dem er zu einem zahlenmäßigen Überlauf in dem Prozessor führen würde. Fig. 7 zeigt graphisch den Verstärkungsfaktor des Entzerrerblocks **4** in Abhängigkeit von der Frequenz, wenn der größtmögliche Wert des Faktors K verwendet wird.

[0038] Ein genaueres Bild des Hintergrundrauschens wird erzielt, indem es über das Mikrophon **9** gemessen wird. Viele moderne Mobiltelephone enthalten eine so genannte Stimmaktivitätserfassungsfunktion (VAD-Funktion), deren Aufgabe während eines Anrufs darin besteht, festzustellen, wann der Anwender an dem Telephon spricht und wann er ruhig ist. Die normale Verwendung dieser Funktion ist so, dass das Telephon lediglich die Mindestmenge an Steuerinformationen sendet, wenn der Anwender ruhig ist, was den Leistungsverbrauch des Telephons und die Last an die Funkfrequenzen verringert. Da das Mikrophon **9** lediglich Hintergrundrauschen aufzeichnet, wenn ein Anwender ruhig ist, kann die VAD-Funktion auf das Verfahren und auf die Vorrichtung gemäß der Erfindung angewendet werden. Dadurch, dass der Pegel des Hintergrundrauschens in jenen Zeitspannen gemessen wird, wenn die (nicht gezeigte) VAD-Einheit für den Steuerblock **15** angibt, dass der Anwender nicht spricht, sowie dadurch, dass das als eine Schätzung für den Pegel des Hintergrundrauschens zu verwendende Messergebnis bis zum Abschluss des nächsten Messergebnisses gespeichert wird, kann der Entzerrerblock **4** auf dieselbe Weise gesteuert werden, wie es oben in Verbindung mit der durch den Anwender eingestellten Schalllautstärke beschrieben wurde. Dies erfordert, dass das Telephon, vorteilhaft sein digitaler Signalprozessor, einen Hintergrundrauschmessblock **13** enthält, von dem der Steuerblock **15** die Messergebnisse erhält. Außerdem muss es eine Verbindung von der (nicht gezeigten) VAD-Einheit zu dem Steuerblock **15** geben, so dass der letztere weiß, wann die Messergebnisse zu empfangen sind. Außerdem können die Informationen von der VAD-Einheit als eine Ein/Aus-Steuerung zu dem Hintergrundrauschmessblock **13** gebracht werden, wodurch er nur dann Messergebnisse an den Steuerblock **15** gibt, wenn der Anwender gemäß dem VAD-Block ruhig ist.

[0039] Vorteilhaft wird der Leistungspegel des von dem A/D-Umsetzer **12** in den PCM-Block **2** kommenden Signals in der Hintergrundrauschmessung überwacht. Es ist vorteilhaft, bei der Leistungspegelmessung eine Art Mittelung zu verwenden, da plötzliche Änderungen des Leistungspegels, insbesondere schnelle Leistungsspitzen, ansonsten zu Entzerrungsänderungen führen könnten, die so schnell sind, dass sie sich negativ auf einen Höreindruck auswirken würden. Die Messtechnologie verwendet Konzepte, die die Ein- und Ausschwingzeit genannt werden, die die Geschwindigkeit beschreiben, mit der ein System auf die Tatsache reagiert, dass das gemessene Signal einen bestimmten Grenzwert übersteigt (Einschwingen) oder unter ihn geht (Ausschwingen). Bei der Leistungspegelmessung ist es vorteilhaft, eine verhältnismäßig lange Einschwingzeit

zu verwenden, um durch schnelle Leistungsspitzen verursachte Störungen zu vermeiden, und eine verhältnismäßig kurze Ausschwingzeit zu verwenden, so dass das System schnell genug auf eine plötzliche Verringerung des Hintergrundrauschens reagiert, wenn z. B. das Auto, das als Arbeitsumgebung dient, angehalten wird.

[0040] Vom Standpunkt des Anwenders aus wäre die beste Art, anstelle des Leistungspegels die Lautheit zu messen, d. h. eine Größe, die die menschliche Hörwahrnehmung in Bezug auf Leistungspegeländerungen beschreibt. Allerdings erfordert die Lautheitsmessung komplizierte Filteranordnungen und frequenzabhängige Berechnungen, wodurch die Leistung des digitalen Signalprozessors **1** zu einem begrenzenden Faktor werden kann. Allerdings können in Zukunft neue, effizientere Prozessoren die geforderte Fähigkeit haben, wodurch bekannte A- oder F-Gewichtungsfilter verwendet werden könnten.

[0041] Außerdem kann der Hintergrundrauschmessblock **13** Frequenzanalysemittel enthalten, die außer der Stärke des Hintergrundrauschens ebenfalls sein Frequenzspektrum messen. Anhand dieser Messdaten kann der Frequenzgang des Entzerrerblocks **4** geändert werden, so dass die Entzerrung des Sprachsignals die Wirkung des Rauschens bei einer besonderen Frequenz kompensiert. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, wenn es in der Arbeitsumgebung eine Maschine gibt, die, wenn sie läuft, Rauschen erzeugt, das bei einer besonderen Frequenz akzentuiert ist.

[0042] Außerdem enthalten Mobiltelephone Funktionen, die die Qualität der Funkverbindung messen und gemäß denen eine Gesprächsweiterleitung von einer Basisstation zu einer anderen ausgeführt wird. Diese Messergebnisse können in dem Verfahren und in der Vorrichtung gemäß der Erfindung ebenfalls zur Steuerung des Betriebs des Entzerrers verwendet werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Hauptprinzip, dass die Entzerrung erhöht wird, wenn sich die Qualität der Verbindung verschlechtert, was sich in Form einer verringerten Feldstärke oder erfolglos empfangener aufeinander folgender Rahmen zeigt. Andere Entzerrungsstrategien sind ebenfalls möglich, wobei der beste Zugang experimentell ermittelt werden kann. Die Verwendung eines Steuerparameters oder von Steuerparametern, die die Qualität der Funkverbindung beschreiben, erfordert, dass es eine Verbindung von dem Mobiltelephonteil, das die Qualität der Funkverbindung misst, zu dem Steuerblock **15** geht. Da in bekannten Implementierungen viele der Parameter, die die Verbindungsqualität beschreiben, in demselben digitalen Signalprozessor berechnet werden, der die Sprachdecodierung ausführt und in dem sich die adaptive Entzerrung gemäß der Erfindung vorteilhaft befindet, ist dies leicht einzurichten.

[0043] Das Bezugszeichen **18** stellt in Fig. 2 einen Steuerparametereingang dar, der mit dem Telephon verbundene Zusatzgeräte beschreibt. Bestimmte Zusatzgeräte wie etwa Kopfhörer und Freisprechlautsprecher erfordern eine andere Entzerrung, um die bestmögliche Schallqualität zu erzielen. Außerdem ist die Wirkung der Lautstärkesteuerung des Mobiltelephons z. B. bei Verwendung eines Freisprechlautsprechers stärker als im Normalgebrauch des Mobiltelephons, was zu berücksichtigen ist, wenn die Entzerrungssteuerung lediglich auf der Lautstärkeeinstellung beruht, während der Steuerblock **15** außerdem Informationen über das verbundene Zusatzgerät empfängt. In einer vorteilhaften Ausführungsform werden die optimalen Steuerinformationswerte des Entzerrerblocks **4** für jedes Zusatzgerät von dem Hersteller des Telephons gemessen und in Verbindung mit der Programmierung in den Speichermitteln als eine Nachschlagtabelle **4a** gespeichert, die von dem Steuerblock **15** oder von dem Entzerrerblock **4** direkt verwendet wird. Wenn der Steuerblock **15** einen Steuerparameter empfängt, der angibt, dass mit dem Mobiltelephon ein bestimmtes Zusatzgerät verbunden ist, liest er die entsprechenden Steuerinformationswerte aus den Speichermitteln und sendet sie an den Entzerrerblock **4**.

[0044] Außer den oben dargestellten Steuerparametern können in dem Verfahren und in der Vorrichtung gemäß der Erfindung außerdem weitere Steuerparameter oder entsprechende Techniken angewendet werden, um den Betrieb des Entzerrerblocks **4** zu ändern. Wenn der Anwender beispielsweise einen Hörfehler hat, der eine bestimmte Art der Entzerrung erfordert, kann veranlasst werden, dass der Entzerrerblock **4** die richtige Entzerrung ausführt. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung, in der die Funktionen in dem DSP-Block **1** als programmierbare Prozesse realisiert sind, ist es selbst auf der Anwenderebene leicht, ihren Betrieb zu beeinflussen, indem der digitale Signalprozessor auf die richtige Weise programmiert wird.

[0045] Die Zusammenarbeit der oben erwähnten Steuerparameter muss angepasst werden, so dass sie logisch ist und sich für die variablen Betriebssituationen eignet und die Kapazität des digitalen Signalprozessors **1** nicht übersteigt. In einer vorteilhaften Ausführungsform hängt die durch den Anwender eingestellte Telephonlautstärke direkt mit dem K-Faktor des Entzerrers oder mit dem Verstärkungsfaktor zusammen, so dass selbst eine kleine Erhöhung der Lautstärke den Faktor K verringert und umgekehrt. In Fig. 8 beschreibt jede der Kur-

ven A, B und C graphisch die Änderung des Verstärkungsfaktors, wenn die Schalllautstärkeeinstellung geändert wird, während die anderen Bedingungen konstant bleiben. Die Hintergrundrauschmessung in Block **13** wird schrittweise ausgeführt, d. h., der gemessene Hintergrund-Rauschleistungspegel wird mit bestimmten Schwellenwerten verglichen. Falls ein Schwellenwert überschritten wird, wird der Faktor K um einen konstanten Faktor skaliert, was in Fig. 8 dem Überspringen von der Kurve A, B oder C zu einer anderen Kurve entspricht. Beispielsweise kann ein Überspringen von der Kurve B zur Kurve C auftreten, wenn das Hintergrundrauschen einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, während dementsprechend ein Überspringen von der Kurve A zurück zur Kurve B oder sogar direkt zur Kurve C auftreten kann, wenn das Hintergrundrauschen leiser wird. Die Ein- und Ausschwingzeitfaktoren im Zusammenhang mit dem Überspringen sind oben diskutiert.

[0046] Falls die Qualität der Funkverbindung so schlecht ist, dass der Parameter, der sie beschreibt, einen bestimmten Schwellenwertpegel überschreitet, ist es möglich, einen bestimmten konstanten Verstärkungsfaktor anzuwenden, der weder von der durch den Anwender eingestellten Schalllautstärke noch von dem gemessenen Rauschpegel abhängt. Dies ist in Fig. 8 durch die Gerade D beschrieben. Wie oben erwähnt wurde, kann versucht werden, eine schlechte Verbindungsqualität mit einer anderen Entzerrungsstrategie zu kompensieren, wobei der beste Zugang experimentell ermittelt werden kann. Außer den oben dargestellten Zusammenarbeitsformen enthält die Nachschlagtabelle **4a** ebenfalls Steuerinformationen des Entzerrerblocks **4**, die sich auf bestimmte Zusatzgeräte beziehen, die über die Daten in Bezug auf den normalen Telephonbetrieb hinausgehen, wenn ein Zusatzgerät mit dem Telephon verbunden ist. Daraufhin können sich die Parameter, die die Entzerrung steuern, in beträchtlichem Umfang alle gleichzeitig ändern. Wenn die Entzerrung während eines Anrufs gemäß dem Hintergrundrauschen und der Lautstärkeeinstellung gesteuert wird, werden plötzliche Änderungen des Betriebs des Entzerrerblocks **4** vorzugsweise vermieden, da sie zu wahrnehmbaren und störenden Änderungen des vom Anwender gehörten Schalls führen können.

[0047] Fig. 9 zeigt schematisch eine genauere Implementierung des Hintergrundrauschmessblocks **13**. Die tatsächliche Leistungspegelmessung wird im Block **13a** ausgeführt, dem insbesondere dann, wenn gewünscht ist, die Rauschmessung in Richtung der Lautheit anstelle des Leistungspegels hervorzuheben, ein Gewichtungsfilter **13b** vorausgeht. Der Block **13c** verwendet das Signal von der VAD-Einheit, um zu bestimmen, ob der Anwender spricht oder nicht, wobei er den gemessenen Rauschwert mit dem aus der Nachschlagtabelle **13d** erhaltenen Schwellenwert vergleicht. Die Rauschpegelschätzung kann ein absoluter Wert oder ein Codewert sein, der sich auf einen Bereich zwischen bestimmten Schwellenwerten bezieht.

[0048] Die hier dargestellten Einstellverfahren, die hauptsächlich auf Schwellenwertvergleichen beruhen, erfordern, dass der digitale Signalprozessor **1** Zugriff auf eine ausreichende Speichermenge, vorteilhaft ROM-Speicher, hat, in der die Schwellenwerte und weitere Nachschlagtabellendaten gespeichert sein können. Die Anzahl der verschiedenen Kombinationen und alternativen Einstellstrategien wird üblicherweise durch die Größe des ROM-Speichers im Gebrauch begrenzt. Die Einstellverfahren könnten noch flexibler implementiert werden, falls die Steuerinformationen des Entzerrerblocks **4** in Echtzeit berechnet würden, wobei sämtliche variablen Faktoren kontinuierlich berücksichtigt werden. Allerdings erfordert dies eine verhältnismäßig große Rechenkapazität, wodurch die Kapazität und die Befehlssätze der aktuellen digitalen Signalprozessoren, die auf Ganzzahlarithmetiken beruhen, leicht zu begrenzenden Faktoren werden könnten. In Zukunft werden leistungsfähigere Prozessoren diesbezüglich wahrscheinlich neue Möglichkeiten schaffen.

[0049] Um die Anwendbarkeit der Erfindung zu veranschaulichen, wurde oben ein digitales Mobiltelephon diskutiert. Allerdings ist die Erfindung nicht nur auf Mobiltelephone beschränkt, sondern kann in allen Telephonapparaten verwendet werden, in denen Klang digital behandelt wird und die einen hier dargestellten oder ähnlichen Steuerparameter nutzen können, um die Bedingungen zu beschreiben, an die die Entzerrung des wiedergegebenen Schalls angepasst werden muss. Außer auf Mobiltelephone kann die Erfindung z. B. auf digitale schnurlose Telephone angewendet werden, die genügend Signalverarbeitungsmittel zur Implementierung der Entzerrung und der zu ihrer Steuerung erforderlichen Funktionen besitzen. Die hier diskutierten Steuerparameter sind lediglich Beispiele hinsichtlich dessen, dass irgendeiner oder irgendeine Kombination von ihnen zur Implementierung der adaptiven Entzerrung gemäß der Erfindung verwendet werden können. Außerdem kann der Fachmann auf dem Gebiet weitere funktional ähnliche Steuerparameter vorschlagen.

[0050] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Mobiltelephons gemäß der Erfindung wird bei der Konstruktion des PCM-Blocks **2** berücksichtigt, dass die in dem Entzerrerblock **4** ausgeführten frequenzabhängigen Operationen die von dem Anwender wahrgenommene Lautheit beeinflussen. Insbesondere muss die Verstärker/Dämpfer-Einheit **7** in dem PCM-Block so konstruiert werden, dass sie verwendet werden kann, um eine durch die Entzerrung verursachte mögliche unerwünschte Änderung der Lautheit zu verhindern.

[0051] Da die adaptive Entzerrung sowohl die Qualität als auch die Sinnverständlichkeit des wahrgenommenen Schalls in einer gegebenen Betriebssituation wesentlich verbessert, erfüllen das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung die ihnen gestellten Aufgaben und stellen sie eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum Stand der Technik dar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzielen von Qualität und Sinnverständlichkeit von Schall, der von einem Telephonapparat wiedergegeben wird, in dem der wiedergegebene Schall in digitaler Form verarbeitet und in Übereinstimmung mit einem Frequenzgang entzerrt (**4**) wird, wobei Steuerinformationen erzeugt werden, die die Betriebsbedingungen (**16**; **17**; **18**; **19**) des Telephonapparats beschreiben und wenigstens die Intensität und das Frequenzspektrum des Hintergrundrauschens umfassen, wobei der Frequenzgang der Entzerrung (**4**) anhand dieser Steuerinformationen geändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das eine proportionale Intensität eines Frequenzbereichs in der Entzerrung geändert wird und die Änderung des Frequenzgangs wenigstens eine der folgenden Maßnahmen umfasst: Ändern des Verstärkungsfaktors des Frequenzbereichs, Ändern der Breite des Frequenzbereichs, Ändern der Mittenfrequenz des Frequenzbereichs.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformationen ein erstes Informationselement umfassen, das anhand der von dem Anwender eingestellten Telephonlautstärke (**19**) gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Informationselement den Verstärkungsfaktor eines niederfrequenten Teils des wiedergegebenen Schalls beschreibt, wodurch der Verstärkungsfaktor erhöht wird, wenn der Anwender die Telephonlautstärke (**19**) herunterdreht, und der Verstärkungsfaktor gesenkt wird, wenn der Anwender die Telephonlautstärke (**19**) hochdreht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformationen ein zweites Informationselement umfassen, das anhand des Rauschens (**17**) gebildet wird, das in der Arbeitsumgebung des Telephonapparats gemessen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Informationselement den Verstärkungsfaktor des niederfrequenten Teils des wiedergegebenen Schalls beschreibt, wodurch der Verstärkungsfaktor erhöht wird, wenn die Messung zeigt, dass das Rauschen (**17**) in der Arbeitsumgebung niedrig ist, und der Verstärkungsfaktor gesenkt wird, wenn die Messung zeigt, dass in der Arbeitsumgebung viel Rauschen (**17**) vorhanden ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformationen ein drittes Informationselement umfassen, das anhand der Qualität (**16**) einer Kommunikationsverbindung zwischen dem Telephonapparat und einem Kommunikationsnetz gebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entzerrung anhand des dritten Informationselements geändert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Informationselement den Verstärkungsfaktor des niederfrequenten Teils des wiedergegebenen Schalls beschreibt, wodurch der Verstärkungsfaktor umgekehrt proportional zu einer Zunahme oder Abnahme der Qualität (**16**) der Kommunikationsverbindung erhöht bzw. erniedrigt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es wiederholt die folgenden Schritte umfasst:
a) ohne irgendeine bestimmte zeitliche Reihenfolge
– wird das erste Informationselement in Übereinstimmung mit einer vom Anwender eingestellten Telephonlautstärke (**19**) erzeugt,
– wird überwacht, wann der Anwender während eines Anrufs nicht spricht, wobei das Rauschen (**17**) in der Arbeitsumgebung des Telephons während solcher Zeitspannen gemessen wird und das zweite Informationselement anhand der Rauschmessung erzeugt wird,
– wird die Qualität (**16**) der Verbindung zwischen dem Telephon und dem Kommunikationsnetz, das von dem Telephon verwendet wird, überwacht und wird das dritte Informationselement entsprechend gebildet,

b) in Übereinstimmung mit den gebildeten Informationselementen
– wird der Verstärkungsfaktor des niederfrequenten Teils des wiedergegebenen Schalls umgekehrt proportional zu der von dem Anwender eingestellten Lautstärke (**19**) geändert, wobei Wertepaare, die eine Lautstärke und den entsprechenden Verstärkungsfaktor darstellen, eine monoton fallende Kurve (A; B; C) in einem Koordinatensystem bilden, in dem der Verstärkungsfaktor in Abhängigkeit von der Lautstärkeeinstellung gegeben ist,
– wird der Verstärkungsfaktor umgekehrt proportional zu dem gemessenen Rauschen (**17**) skaliert, wodurch die Kurve in dem Koordinatensystem nach unten verschoben wird (A → B; B → C), wenn das Rauschen zunimmt, oder nach oben verschoben wird (C → B; B → A), wenn das Rauschen abnimmt, und
– wird der Verstärkungsfaktor des niederfrequenten Teils dann, wenn die Verbindung zwischen dem Kommunikationsnetz und dem Telephon schlechter als eine im Voraus definierte Grenze ist, konstant gesetzt, wodurch sie nicht von der Lautstärkeeinstellung abhängt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerinformationen ein viertes Informationselement umfassen, das anhand von mit dem Telephon verbundenen Zusatzgeräten (**18**) gebildet wird.

12. Telephonapparat, der einen Lautsprecher (**8**) für die Wiedergabe von Schall und digitale Signalverarbeitungsmittel (**1**) für die digitale Verarbeitung des wiedergegebenen Schalls umfasst, wobei die Signalverarbeitungsmittel einen Entzerrer (**4**) besitzen, der einen bestimmten Frequenzgang hat, und der Telephonapparat Mittel (**13**; **15**; **16**; **17**; **18**; **19**) für die Erzeugung von Steuerinformationen, die Betriebsbedingungen des Telephonapparats beschreiben und wenigstens die Intensität und das Frequenzspektrum des Hintergrundrauschens umfassen, sowie Mittel (**15**) zum Ändern des Frequenzgangs des Entzerrers anhand der Steuerinformationen umfasst.

13. Telephonapparat nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Steuerblock (**15**) zum Sammeln der die Betriebsbedingungen beschreibenden Daten und zum Erzeugen der Steuerinformationen umfasst.

14. Telephonapparat nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Lautstärkeeinstellvorrichtung (**19**), die so beschaffen ist, dass sie von einem Anwender benutzt werden kann, und Mittel zum Transportieren von Informationen über die mit der Einstellvorrichtung eingestellte Lautstärke an den Steuerblock (**15**) zur Erzeugung der Steuerinformationen umfasst.

15. Telephonapparat nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Mikrophon (**9**) zum Aufnehmen des über die Telephonverbindung zu übertragenden Schalls und Rauschmessmittel (**13**; **13a**, **13b**, **13c**) zum Messen des über das Mikrophon aufgenommenen Rauschens sowie Mittel zum Transportieren der das gemessene Rauschen repräsentierenden Daten (**17**) an den Steuerblock (**15**) zur Erzeugung der Steuerinformationen umfasst.

16. Telephonapparat nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass er Sprachaktivität-Erfassungsmittel (VAD) umfasst, die feststellen, ob der Anwender während eines Anrufs am Telephon spricht, und die Rauschmessmittel (**13**; **13a**, **13b**, **13c**) so beschaffen sind, dass sie das Rauschen nur während jeder Zeitspanne messen, in denen der Anwender gemäß den Informationen von den Sprachaktivität-Erfassungsmitteln nicht spricht.

17. Telephonapparat nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Rauschmessmittel (**13**; **13a**, **13b**, **13c**) ein Gewichtungsfilter (**13b**) umfassen, das so beschaffen ist, dass es die Rauschmessung bei im Voraus definierten Frequenzen gewichtet.

18. Telephonapparat nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass er Mittel zum Überwachen der Qualität (**16**) der Kommunikationsverbindung zwischen sich und dem Kommunikationsnetz sowie Mittel zum Transportieren der die Qualität der Verbindung beschreibenden Informationen an den Steuerblock (**15**) zur Erzeugung der Steuerinformationen umfasst.

19. Telephonapparat nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Entzerrer (**4**) so beschaffen ist, dass er eine Übertragungsfunktion verwirklicht:

$$H = \frac{\left(\frac{1}{2}(a1 + 1 + K(a1 - 1)) + \left(a2 \cdot Z^{-1}\right) + \frac{1}{2}(1 + a1 + K(1 - a))Z^{-2}\right)}{1 + \left(a2 \cdot Z^{-1}\right) + \left(a1 \cdot Z^{-2}\right)}$$

wobei die Zs Verzögerungen einer Zeiteinheit repräsentieren und die Steuerinformationen variable Kenngrößen K, a1 und a2 umfassen, wobei K den Verstärkungsfaktor repräsentiert und a1 und a2 die Mittenfrequenz bzw. die Bandbreite repräsentieren.

20. Telephonapparat nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass er einen digitalen Signalprozessor (**1**) umfasst, der den Entzerrer (**4**) enthält.

21. Telephonapparat nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der digitale Signalprozessor (**1**) auch den Steuerblock (**15**) enthält.

22. Telephonapparat nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass der digitale Signalprozessor (**1**) auch die Rauschmessmittel (**13**; **13a**, **13b**, **13c**) enthält.

23. Telephonapparat nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Mobiltelephon in einem digitalen Zellennetz ist.

24. Telephonapparat nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass er Verbindungsmittel für die Verbindung mit Zusatzgeräten sowie Mittel zum Transportieren der die verbundenen Zusatzgeräte beschreibenden Informationen (**18**) an den Steuerblock (**15**) zur Erzeugung der Steuerinformationen umfasst.

25. Telephonapparat nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzgeräte eine Freisprecheinrichtung umfassen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

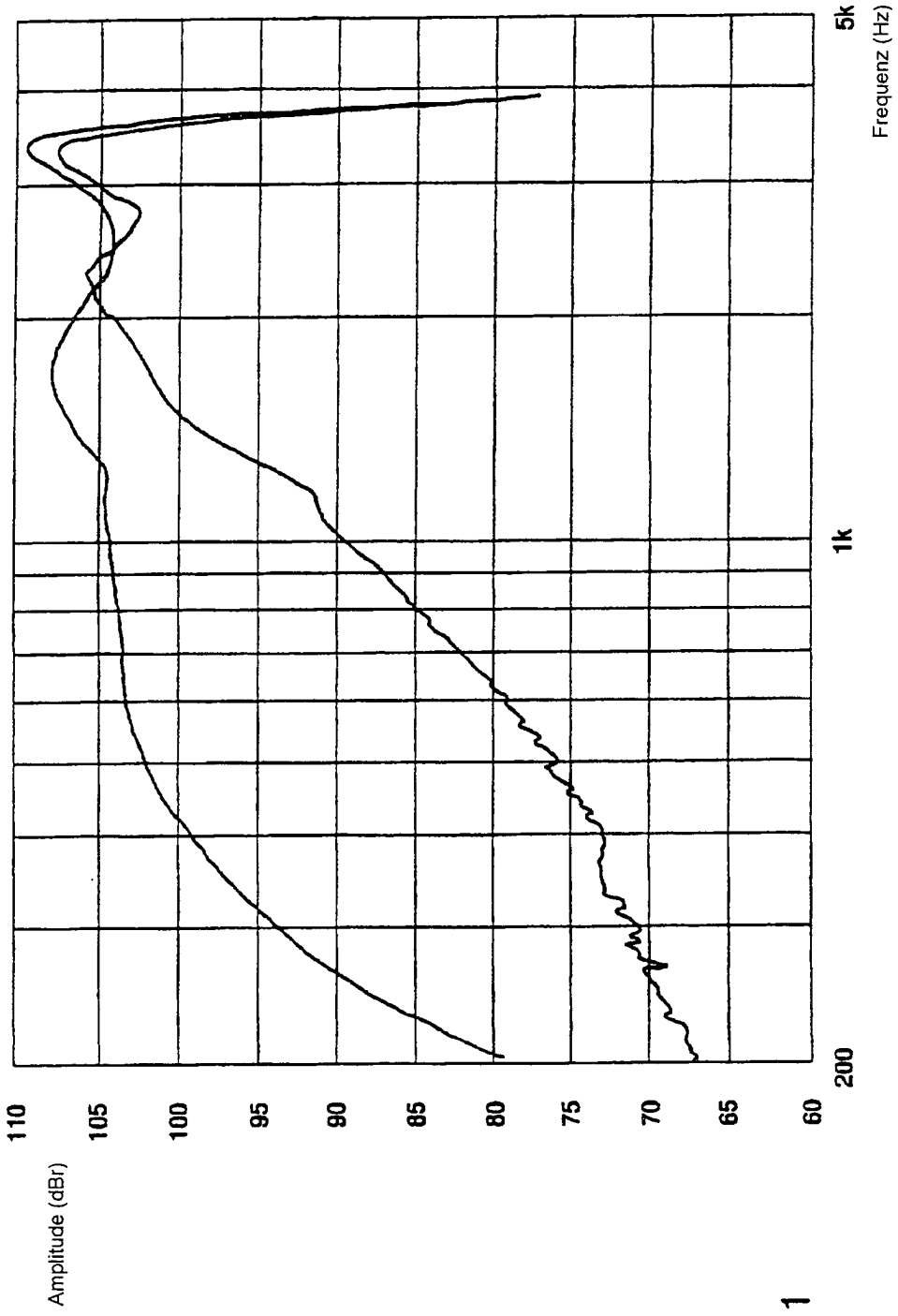

Fig. 1

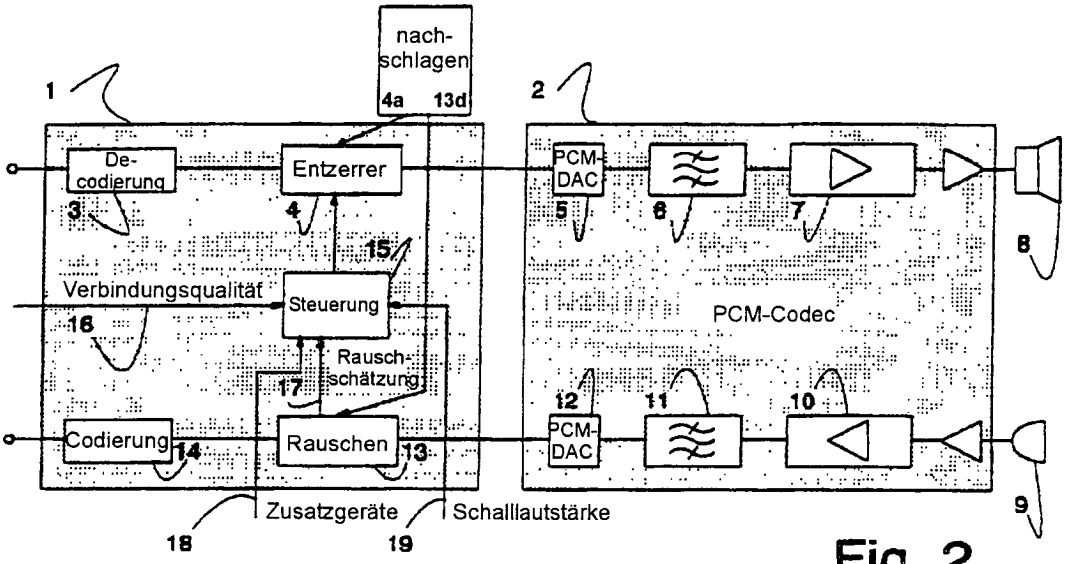
nach-
schlagen
4a
13d
1
2
De-
codierung
3
Entzerrer
4
PCM-
DAC
5
6
7
8
15
Verbindungsqualität
16
Steuerung
PCM-Codec
Rausch-
schätzung
17
12
11
10
Codierung
14
Rauschen
13
PCM-
DAC
9
Zusatzgeräte
18
Schalllautstärke
19

Fig. 2

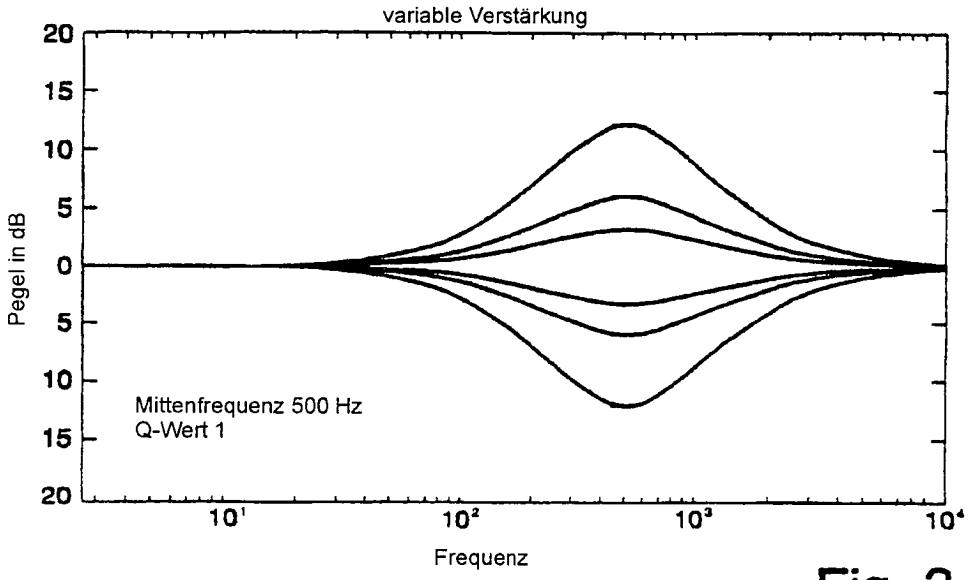
variable Verstärkung
20
15
10
5
0
5
10
15
20
Pegel in dB
Mittenfrequenz 500 Hz
Q-Wert 1
10¹
10²
10³
10⁴
Frequenz

Fig. 3

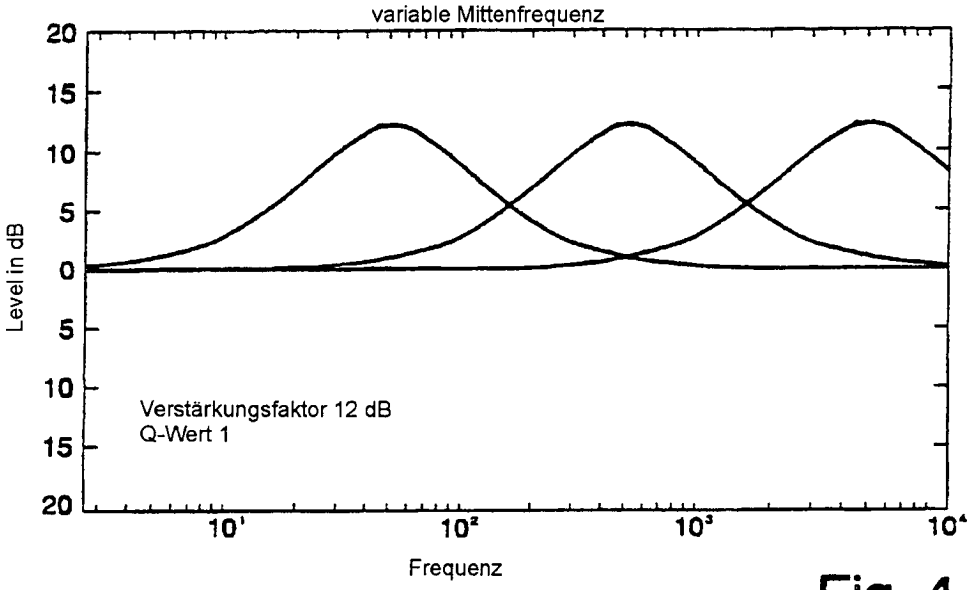
variable Mittenfrequenz
20
15
10
5
0
5
10
15
20
Level in dB
Verstärkungsfaktor 12 dB
Q-Wert 1
10¹
10²
10³
10⁴
Frequenz

Fig. 4

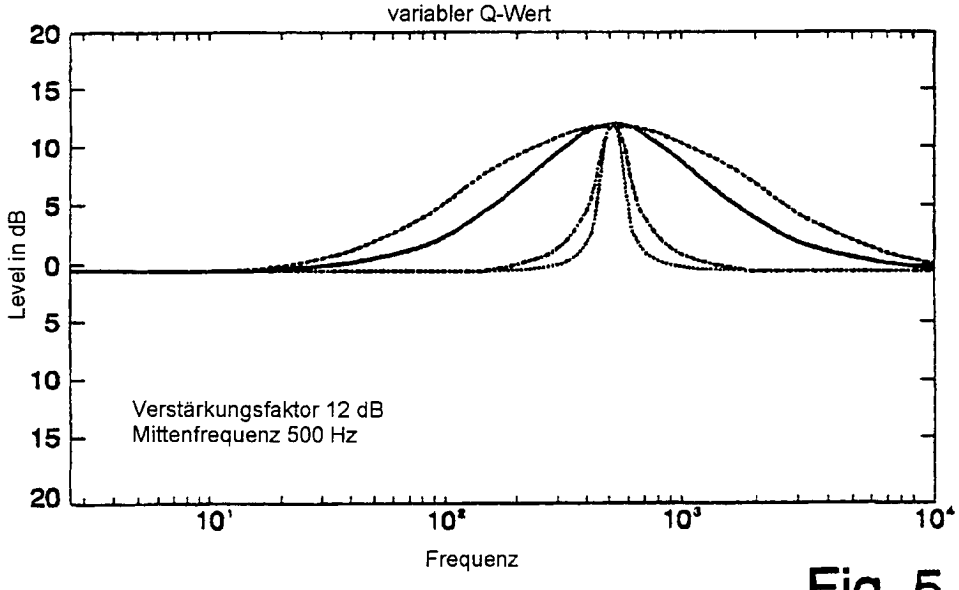
variabler Q-Wert
20
15
10
5
0
5
10
15
20
Level in dB
Verstärkungsfaktor 12 dB
Mittenfrequenz 500 Hz
10¹
10²
10³
10⁴
Frequenz

Fig. 5

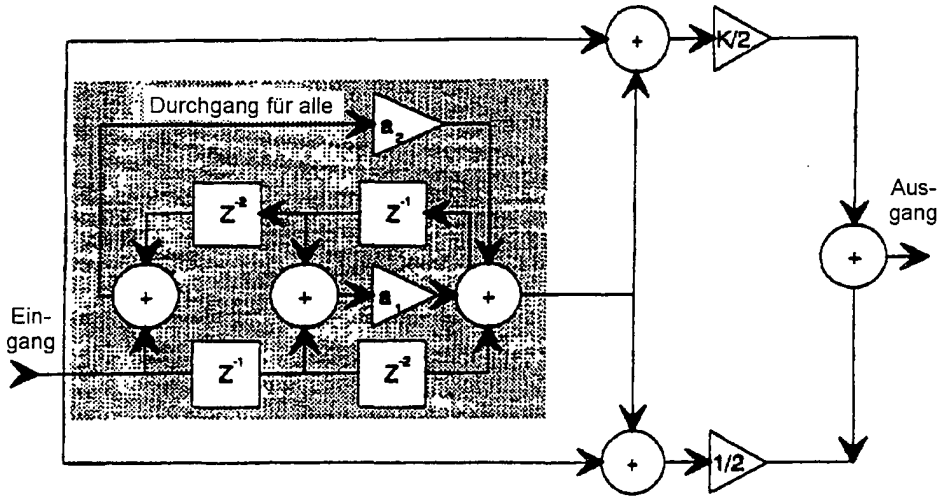
Durchgang für alle
K/2
Aus-
gang
Ein-
gang
1/2

Fig. 6

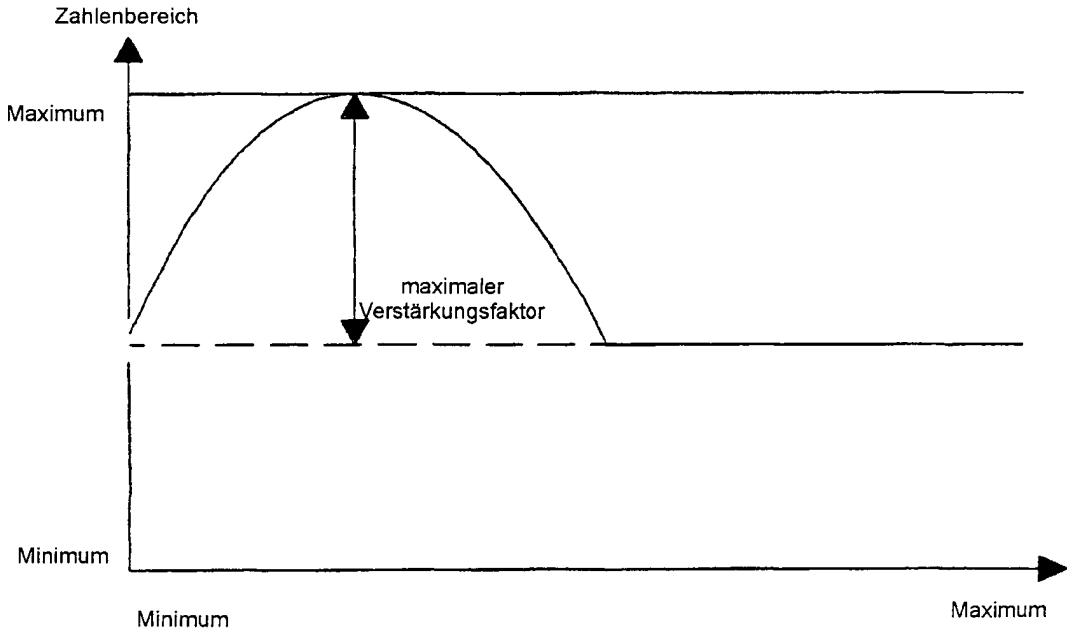
Zahlenbereich
Maximum
maximaler
Verstärkungsfaktor
Minimum
Minimum
Maximum

Fig. 7

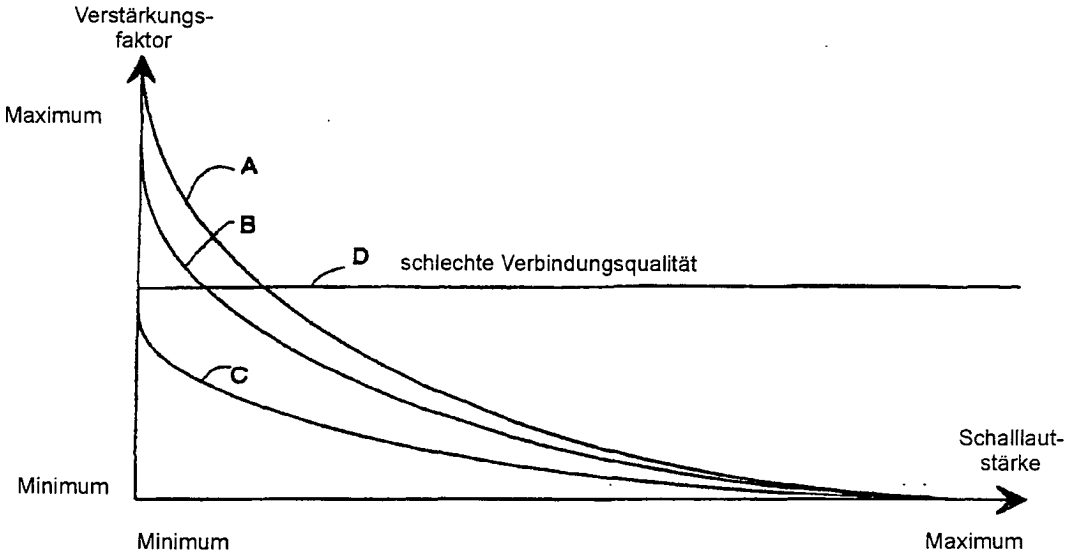
Verstärkungs-
faktor
Maximum
A
B
D
schlechte Verbindungsqualität
C
Schalllaut-
stärke
Minimum
Minimum
Maximum

Fig. 8

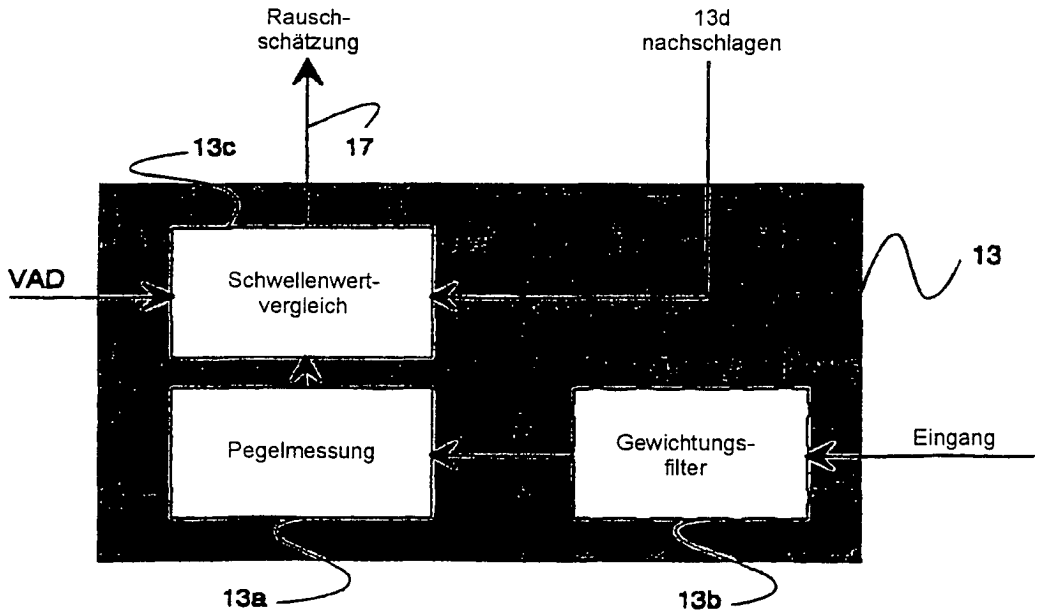
Rausch-
schätzung
13d
nachschlagen
13c
17
VAD
Schwellenwert-
vergleich
13
Pegelmessung
Gewichtungs-
filter
Eingang
13a
13b

Fig. 9