



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 048 025 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.11.2003 Patentblatt 2003/45

(21) Anmeldenummer: **99942871.7**

(22) Anmeldetag: **14.08.1999**

(51) Int Cl.7: **G10L 19/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/05972

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/013173 (09.03.2000 Gazette 2000/10)

(54) **VERFAHREN ZUR INSTRUMENTELLEN SPRACHQUALITÄTSBESTIMMUNG**
METHOD FOR OBJECTIVE VOICE QUALITY EVALUATION
PROCEDE DE DETERMINATION INSTRUMENTALE DE LA QUALITE VOCALE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **27.08.1998 DE 19840548**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(73) Patentinhaber: **Deutsche Telekom AG
53113 Bonn (DE)**

(72) Erfinder: **BERGER, Jens
D-10405 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 621 854

EP 1 048 025 B1

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).

Beschreibung

Vorbemerkung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur instrumentellen ("objektiven") Sprachqualitätsbestimmung, bei dem durch Vergleich von Eigenschaften eines zu bewertenden Sprachsignals mit Eigenschaften eines Referenzsprachsignals (ungestörtes Signal) Kennwerte zur Bestimmung der Sprachqualität (Sprachgüte) abgeleitet werden.

[0002] Sprachqualitätsbestimmungen von Sprachsignalen werden in der Regel mittels auditiver ("subjektiver") Untersuchungen mit Versuchspersonen vorgenommen.

[0003] Das Ziel von instrumentellen ("objektiven") Verfahren zur Sprachqualitätsbestimmung ist es, aus Eigenschaften des zu bewertenden Sprachsignals mittels geeigneter Rechenverfahren Kennwerte zu ermitteln, die die Sprachqualität des zu bewertenden Sprachsignals beschreiben, ohne auf Urteile von Versuchspersonen zurückgreifen zu müssen.

[0004] Die berechneten Kennwerte und das zugrunde gelegte Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung gelten als anerkannt, wenn eine hohe Korrelation zu Ergebnissen auditiver Vergleichsuntersuchungen erreicht wird. Die mittels auditiver Untersuchungen gewonnenen Sprachqualitätswerte stellen somit die Zielwerte dar, die durch instrumentelle Verfahren erreicht werden sollen.

Stand der Technik

[0005] Bekannte Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung beruhen auf einem Vergleich eines Referenzsprachsignals mit dem zu bewertenden Sprachsignal. Dabei werden das Referenzsprachsignal und das zu bewertende Sprachsignal in kurze Zeitabschnitte segmentiert. In diesen Segmenten werden die spektralen Eigenschaften der beiden Signale verglichen.

Für die Berechnung der spektralen Kurzzeiteigenschaften kommen verschiedene Ansätze und Modelle zur Anwendung. In der Regel erfolgt die Berechnung der Signalintensität in Frequenzbändern, deren Breite mit zunehmender Mittenfrequenz größer wird. Beispiele für solche Frequenzbänder sind die bekannten Terzbänder oder Frequenzgruppen nach Zwicker (veröffentlicht in Zwicker, E.: "Psychoakustik", Berlin: Springer-Verlag, 1982).

[0006] Die derart berechnete spektrale Intensitätsabbildung für jeden betrachteten Zeitabschnitt läßt sich als Reihe von Zahlenwerten auffassen, in der die Anzahl der Einzelwerte der Anzahl der verwendeten Frequenzbänder entspricht, die Zahlenwerte selbst die berechneten Intensitätswerte darstellen und ein fortlaufender Index der Frequenzbänder die Reihenfolge der Zahlenwerte beschreibt.

[0007] Bei den derzeit bekannten Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung werden die Grenzen der benutzten Frequenzbänder auf der Frequenzachse konstant gehalten.

[0008] In jedem betrachteten Zeitsegment werden die berechneten Intensitäten von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal in jedem Band miteinander verglichen. Die Differenz beider Werte, bzw. die Ähnlichkeit der beiden entstehenden spektralen Intensitätsabbildungen, stellt die Grundlage für die Berechnung eines Qualitätswertes dar (Fig. 1).

[0009] Solche Verfahren wurden insbesondere für die qualitative Bewertung der Sprache in der Telefonieanwendung entwickelt. Beispiele hierfür sind US-A-5,621,854 (HOLLIER MICHAEL P), die als nächstliegender Stand der Technik zitiert wird, und die Veröffentlichungen:

"A perceptual speech-quality measure based on a psychacoustic sound representation" (Beerends, J. G.; Stemerding, J. A., J. Audio Eng. Soc. 42(1994) 3, S. 115-123)

"Auditory distortion measure for speech coding" (Wang, S; Sekey, A.; Gersho, A.: IEEE Proc. Int. Conf. acoust., speech and signalprocessing (1991), S.493-496).

[0010] Der derzeit gültige ITU-T Standard P.861 beschreibt ebenfalls ein derartiges Verfahren: "Objective quality measurement of telephone-band speech codecs" (ITU-T Rec. P.861, Genf 1996).

Nachteile bekannter instrumenteller Sprachqualitätsmeßverfahren

[0011] Der Einsatz von bekannten Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung scheitert an der Zuverlässigkeit der berechneten Qualitätswerte für bestimmte zu bewertende Signaleigenschaften. Insbesondere bei Beeinträchtigungen im zu bewertenden Sprachsignal, wie sie z.B. durch Sprachcodierverfahren mit niedrigen Bitraten oder Kombinationen von unterschiedlichen Störungen hervorgerufen werden, liefern derzeit bekannte Verfahren nur unsichere Qualitätswerte.

[0012] Nachteilig bei den heute bekannten Verfahren ist in solchen Fällen, daß bei einem Vergleich zwischen dem zu bewertenden Sprachsignal mit einem Referenzsprachsignal Unterschiede zwischen beiden Signalabschnitten in der gewählten Darstellungsebene in den zu berechnenden Qualitätskennwert einfließen, die nicht oder kaum zu einer - auch im auditiven Test wahrnehmbaren - qualitativen Beeinträchtigung führen.

[0013] Im Rahmen der hier betrachteten Sprachübertragung in Telefonanwendungen tragen Frequenzbandbegrenzungen und spektrale Verformungen des zu bewertenden Sprachsignals (z.B. hervorgerufen durch Fil-

tereigenschaften des Telefongerätes oder des Übertragungskanal) nur begrenzt zu einer empfundenen qualitativen Beeinträchtigung bei.

[0014] Um diese Mängel teilweise zu vermeiden, wird in einem anderen Ansatz versucht, die linearen Verzerrungen (Frequenzgang) durch ein Korrekturfilter bzw. eine Leistungsübertragungsfunktion zu kompensieren (veröffentlicht in: "A new approach to objective quality-measures based on attribute-matching", Halka, U.; Heute, U., Speech communication, 11(1992)1, S. 15-30). Die Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch bei nicht-linearer und zeitinvarianter Übertragung nachteilig, da die so berechnete Kompensationsfunktion nicht mehr ausschließlich die spektralen Verformungen des zu bewertenden Signals beschreibt.

Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima ("Formantverschiebungen") im zu testenden Signal gegenüber dem Referenzsprachsignal, z.B. verursacht durch Codiersysteme mit niedriger Bitrate, führen bei bekannten Verfahren zu großen Unterschieden in den spektralen Intensitätsabbildungen und gehen damit stark in den berechneten Qualitätswert ein. Untersuchungen haben ergeben, daß in einer auditiven Sprachqualitätsuntersuchung diese Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima jedoch nur begrenzten Einfluß auf das Qualitätssurteil haben.

Aufgabe

[0015] Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, den Einfluß von spektralen Begrenzungen und Verformungen des zu bewertenden Sprachsignals sowie von Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima vor dem Vergleich der spektralen Eigenschaften eines zu testenden Signals mit einem Referenzsprachsignal und der Berechnung eines Qualitätswertes in instrumentellen Verfahren zu reduzieren.

Lösung

[0016] Die obengenannte Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0017] Im Gegensatz zu bekannten Ansätzen wird in der hier beschriebenen Erfindung eine spektrale Wichtungsfunktion generiert, die auf mittleren spektralen Einhüllenden, z.B. der mittleren spektralen Leistungsdichte, von zu bewertendem Sprachsignal und Referenzsprachsignal beruht. Dies ermöglicht den Einsatz des Verfahrens ebenfalls bei nichtlinearer und zeitvarianter Übertragung.

[0018] Die spektrale Wichtungsfunktion wird aus den Quotienten der Stützwerte der mittleren spektralen Leistungsdichte des zu bewertenden Signals $\Phi_{\gamma}(f)$ und der des Eingangssignals des Übertragungssystems $\Phi_{\chi}(f)$ derart berechnet, daß die Wichtungsfunktion über

$$W_T(f) = a(f) \cdot (\Phi_{\gamma}(f) / \Phi_{\chi}(f))$$

zu beschreiben ist. Die Bewertungsfunktion $a(f)$ kann die Wichtungsfunktion $W_T(f)$ an über den Wirkungsbereich unterschiedlich gewichten, sie ist im einfachsten Falle konstant 1.

[0019] Die derart berechnete spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ nähert die mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal einander an, so daß Unterschiede der beiden spektralen Einhüllenden nur noch vermindert in den berechneten Qualitätswert einfließen.

[0020] Die spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ kann zum einen auf das Referenzsprachsignal angewendet werden. Dabei wird das Referenzsprachsignal in seiner mittleren spektralen Leistungsdichte dem zu bewertenden Signal angenähert (Fig. 2a).

[0021] Zum anderen kann die spektrale Wichtungsfunktion invertiert auf das zu bewertende Signal angewendet werden. Dieses wird dadurch entzerrt und, hinsichtlich seiner mittleren spektralen Leistungsdichte, an das Referenzsprachsignal angenähert (Fig. 2b).

[0022] Ein weiterer Teil der Erfindung bezieht sich auf die Korrektur von Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima, die durch die Übertragungssysteme verursacht werden.

[0023] Die Intensität wird für jeden Zeitabschnitt in Frequenzbändern integriert. Resultat ist eine Reihe von Intensitätswerten für jede spektrale Darstellung eines Signalabschnitts, wobei jeder Einzelwert die Intensität in einem Frequenzband repräsentiert. Die Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima können hierbei zu abweichenden berechneten Intensitäten in den Frequenzbändern von Referenzsprachsignal und zu bewertenden Sprachsignal führen.

[0024] Diese Abweichungen in den spektralen Intensitätsabbildungen - verursacht Verschiebungen spektraler Kurzzeit-Maxima - können durch eine variable Anordnung der Frequenzbänder auf der Frequenzachse reduziert werden. Im Gegensatz zu den konstanten Bandgrenzen bei bekannten Verfahren werden die Bandgrenzen auf der Frequenzachse verschoben. Die Zahl der Frequenzbänder und deren Index bleibt aber konstant. In einer Optimierungsschleife werden dann diejenigen Bandgrenzen akzeptiert, bei denen die beiden entstehenden spektralen Abbildungen von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal maximale Ähnlichkeit aufweisen bzw. deren Abstand minimal ist. Diese Optimierung wird für alle Bänder in allen betrachteten Zeitsegmenten durchgeführt.

[0025] Der Einsatz variabler Bandgrenzen zur Berechnung der spektralen Intensitätsabbildung ist nicht nur auf das Signal, in dem auch die beschriebene spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ zum Einsatz kommt, beschränkt, sondern kann auch auf das jeweils andere Signal und sogar auf beide Signale angewendet werden. (vgl. Fig. 2a und 2b).

Ausführungsbeispiel:

[0026] Ein spezielles Ausführungsbeispiel zeigt eine Realisierung gemäß Fig. 3, die als TOSQA (Telecommunication Objective Speech Quality Assessment) bezeichnet wird. Hierbei erfolgt eine erweiterte Vorverarbeitung des Referenzsprachsignals.

[0027] In Spezifikation der allgemeinen Realisierungen nach Fig. 2a und 2b werden hier Sprachpausen mittels eines Sprachpausenerkenners erkannt und gehen nicht in das Qualitätsmaß ein. Ebenfalls erfolgt eine Filterung von Referenzsprachsignal und zu bewertendem Sprachsignal mit einem Bandpaß 300...3400 Hz sowie eine Filterung auf den Frequenzgang eines Telefonhandapparates. Die Integration der spektralen Leistungsdichte erfolgt in Frequenzgruppen, die die Basis für die Berechnung der spezifischen Lautheit darstellen.

[0028] Die Integration in Frequenzgruppen erfolgt jedoch *nicht* in festen Frequenzgruppengrenzen, sondern mit den in dieser Erfindung beschriebenen variablen Frequenzgruppengrenzen. Die berechneten Signalleistungen in den so modifizierten Frequenzgruppen bilden die Basis für die Intensitätsberechnung. Hier wurde auf ein Modell zur Berechnung der spezifischen Lautheit nach Zwicker, einer gehörrichtigen Intensitätsabbildung, zurückgegriffen (veröffentlicht in Zwicker, E.: "Psychoakustik", Berlin: Springer-Verlag, 1982).

[0029] Die berechneten Lautheitsmuster werden in Ergänzung des allgemeinen Ansatzes noch durch eine Fehlerbewertungsfunktion ergänzt. Der berechnete Qualitätswert wird über einen Mittelwert der Korrelationskoeffizienten der spezifischen Lautheiten für jedes betrachtete kurze Zeitsegment über die Zahl der ausgewerteten Sprachsegmente gebildet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur instrumentellen Sprachqualitätsbestimmung, bei dem durch Vergleich von spektralen Kurzzeiteigenschaften eines zu bewertenden Sprachsignals mit einem Referenzsprachsignal Kennwerte zur Bestimmung der Sprachqualität berechnet werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor dem Vergleich der Eigenschaften der Sprachsignale, Unterschiede in mittleren spektralen Einhüllenden verringert werden, indem aus diesen zuerst eine spektrale Wichtungsfunktion berechnet wird, mit der die spektralen Kurzzeiteigenschaften der Sprachsignale in allen betrachteten Zeitsegmenten gewichtet werden, so daß die Unterschiede in den mittleren spektralen Einhüllenden dadurch nur begrenzt in den zu berechnenden Qualitätskennwert einfließen, und **daß** für die Berechnung der Signalintensität die Grenzen der benutzten Frequenzbänder variabel gestaltet werden, so daß für jeden betrachteten Signalabschnitt in jeweils allen ausgewerteten Fre-

quenzbändern die berechneten Intensitäten von Referenzsprachsignal und zu bewertendem Signal zueinander möglichst geringe Unterschiede aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zuerst die mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal in Form eines mittleren Leistungsdichtespektrums berechnet werden und aus dem Quotienten beider Spektren eine spektrale Wichtungsfunktion $W_T(f)$ berechnet wird, mit der die Kurzzeit-Leistungsdichtespektren des Referenzsprachsignals vor der Berechnung eines Qualitätskennwertes gewichtet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zu berechnende Wichtungsfunktion $W_T(f)$ nur aus Teilbereichen der berechneten mittleren spektralen Einhüllenden von zu bewertenden Sprachsignal und Referenzsprachsignal berechnet wird und damit die Unterschiede in mittleren spektralen Einhüllenden zwischen beiden Signalen nur in spektralen Teilbereichen verringert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor Berechnung der Qualitätskennwerte eine Integration der Signalintensität für jeden ausgewerteten kurzen Zeitabschnitt in Frequenzgruppen erfolgt, wobei die Grenzen der Frequenzgruppen auf der Frequenzachse variabel sind, aber die Breite der Frequenzgruppen auf der Tonheitskala konstant bleibt, und daß aus den Signalintensitäten in den Frequenzgruppen eine Berechnung der spezifischen Lautheit erfolgt, wobei die Grenzen der Frequenzgruppen benutzt werden, bei denen die berechneten Unterschiede in der spezifischen Lautheit zwischen dem zu bewertenden Signal und dem Referenzsprachsignal im jeweils betrachteten Band und Zeitsegment den geringsten Unterschied aufweisen.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Qualitätskennwert aus der Ähnlichkeit der spektralen Darstellungen in jedem betrachteten Zeitabschnitt berechnet wird, wobei die Ähnlichkeit einen über alle betrachteten Zeitabschnitte gemittelten Korrelationskoeffizienten zwischen der spektralen Darstellung des zu bewertenden Sprachsignals und der spektralen Darstellung des Referenzsprachsignals im jeweiligen Zeitsegment darstellt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Korrelationskoeffizient zwischen der spektralen Darstellung des zu bewertenden Sprachsignals und der spektralen Darstellung

des Referenzsprachsignals im jeweiligen Zeitsegment nur von einem Teilbereich der spektralen Darstellung berechnet wird, d.h. für die Berechnung des Qualitätskennwertes nicht alle berechneten Spektralwerte berücksichtigt werden.

Claims

1. Method for instrumental speech quality determination in which characteristic values for determining the speech quality are computed by comparing spectral short-time properties of a speech signal to be evaluated with a reference speech signal, **characterized in that** prior to comparison of the properties of the speech signals, differences in mean spectral envelope curves are reduced **in that** first a spectral weighting function is computed therefrom, said spectral weighting function being used to weight the spectral short-time properties of the speech signals in all time segments under consideration, with the result that the differences in the mean spectral envelope curves are thereby included only to a limited extent in the quality characteristic value to be computed, and **in that**, for computing the signal intensity, the limits of the frequency bands used are made variable, with the result that, for each signal portion under consideration, the computed intensities of reference speech signal and signal to be evaluated have differences as small as possible with respect to each other in all evaluated frequency bands.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** first the mean spectral envelope curves of speech signal to be evaluated and reference speech signal are computed in the form of a mean power density spectrum and a spectral weighting function $W_T(f)$ is computed from the quotient of both spectra, said spectral weighting function $W_T(f)$ being used to weight the short-time power density spectra of the reference speech signal prior to the computation of a quality characteristic value.
3. Method according to claims 1 and 2, **characterized in that** the weighting function $W_T(f)$ to be computed is computed only from partial regions of the computed mean spectral envelope curves of speech signal to be evaluated and reference speech signal and, consequently, the differences in mean spectral envelope curves between both signals are reduced only in spectral partial regions.
4. Method according to claims 1 to 3, **characterized in that**, prior to computation of the quality characteristic values, the signal intensity for each evaluated short time portion is integrated in frequency

groups, the limits of the frequency groups being variable on the frequency axis, but the width of the frequency groups remaining constant on the critical band rate scale, and **in that** from the signal intensities in the frequency groups a computation is made of the specific loudness, use being made of the limits of the frequency groups in which the computed differences in the specific loudness between the signal to be evaluated and the reference speech signal have the smallest difference in the respective band and time segment under consideration.

5. Method according to claims 1 to 4, **characterized in that** the quality characteristic value is computed from the similarity of the spectral representations in each time portion under consideration, the similarity representing a correlation coefficient averaged over all time portions under consideration between the spectral representation of the speech signal to be evaluated and the spectral representation of the reference speech signal in the respective time segment.
6. Method according to claim 5, **characterized in that** the correlation coefficient between the spectral representation of the speech signal to be evaluated and the spectral representation of the reference speech signal in the respective time segment is computed only from a partial region of the spectral representation, i.e. not all the computed spectral values are taken into consideration for the computation of the quality characteristic value.

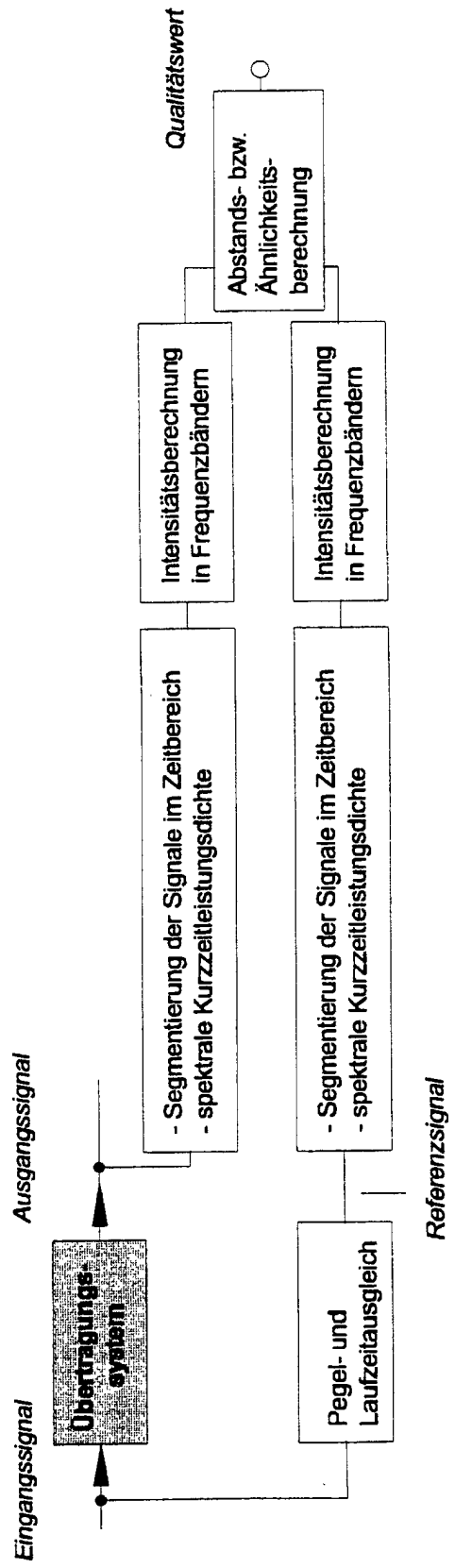
Revendications

1. Procédé de détermination instrumentale de qualité vocale, dans lequel la comparaison des propriétés spectrales temporaires d'un signal vocal à évaluer avec un signal vocal de référence permet de calculer des indicateurs servant à déterminer la qualité vocale, **caractérisé en ce que** avant la comparaison des propriétés des signaux vocaux, les écarts dans les enveloppes spectrales moyennes sont réduits en calculant tout d'abord à partir de celles-ci une fonction de pondération spectrale à l'aide de laquelle les propriétés spectrales temporaires des signaux vocaux sont pondérées dans tous les segments de temps considérés, de sorte que les écarts dans les enveloppes spectrales moyennes ne se répercutent que d'une manière limitée dans l'indicatif de qualité à calculer, et **en ce que** les limites des bandes de fréquence utilisées pour le calcul de l'intensité du signal sont variables, de sorte que pour chaque segment de signal considéré, les intensités calculées du signal vocal de référence et du signal à évaluer accusent entre elles, dans toutes les bandes de fréquence

considérées, des écarts aussi faibles que possible.

ne sont pas toutes prises en considération.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les enveloppes spectrales moyennes du signal vocal à évaluer et du signal vocal de référence sont tout d'abord calculées sous forme d'un spectre de puissance moyen et qu'une fonction de pondération spectrale $W_{\tau}(f)$ est déterminée à partir du quotient des deux spectres, avec laquelle les spectres de puissance temporaires du signal vocal de référence sont pondérés avant le calcul d'un indicateur de qualité. 5
10
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la fonction de pondération $W_{\tau}(f)$ n'est calculée que pour des parties de l'enveloppe spectrale moyenne calculée du signal vocal à évaluer et du signal vocal de référence, de sorte que les écarts dans les enveloppes spectrales moyennes entre les deux signaux ne sont réduits que dans certaines parties du spectre. 15
20
4. Procédé selon les revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, avant le calcul des indicateurs de, qualité, une intégration de l'intensité du signal a lieu en groupes de fréquences pour chaque court intervalle de temps considéré, les limites des groupes de fréquences étant variable sur l'axe des fréquences, alors que la largeur des groupes de fréquences reste constant sur l'échelle de tonie, et **en ce que** le volume sonore spécifique est calculé à partir des intensités de signal dans les groupes de fréquences, avec utilisation des limites des groupes de fréquences pour lesquelles les différences de volume sonore spécifique calculées entre le signal à évaluer et le signal vocal de référence accusent la plus faible différence dans la bande et l'intervalle de temps considérés. 25
30
35
5. Procédé selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'indicateur de qualité est calculé à partir de la similitude des représentations spectrales dans chaque intervalle de temps considéré, la similitude étant exprimée par un coefficient de corrélation moyen pour tous les intervalles de temps considérés entre la représentation spectrale du signal vocal à évaluer et la représentation spectrale du signal vocal de référence dans l'intervalle de temps correspondant. 40
45
50
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le coefficient de corrélation entre la représentation spectrale du signal vocal à évaluer et la représentation spectrale du signal vocal de référence dans l'intervalle de temps correspondant n'est calculé que pour une partie de la représentation spectrale, c'est-à-dire que, pour le calcul de l'indicateur de qualité, les valeurs spectrales calculées 55



Stand der Technik

FIG. 1

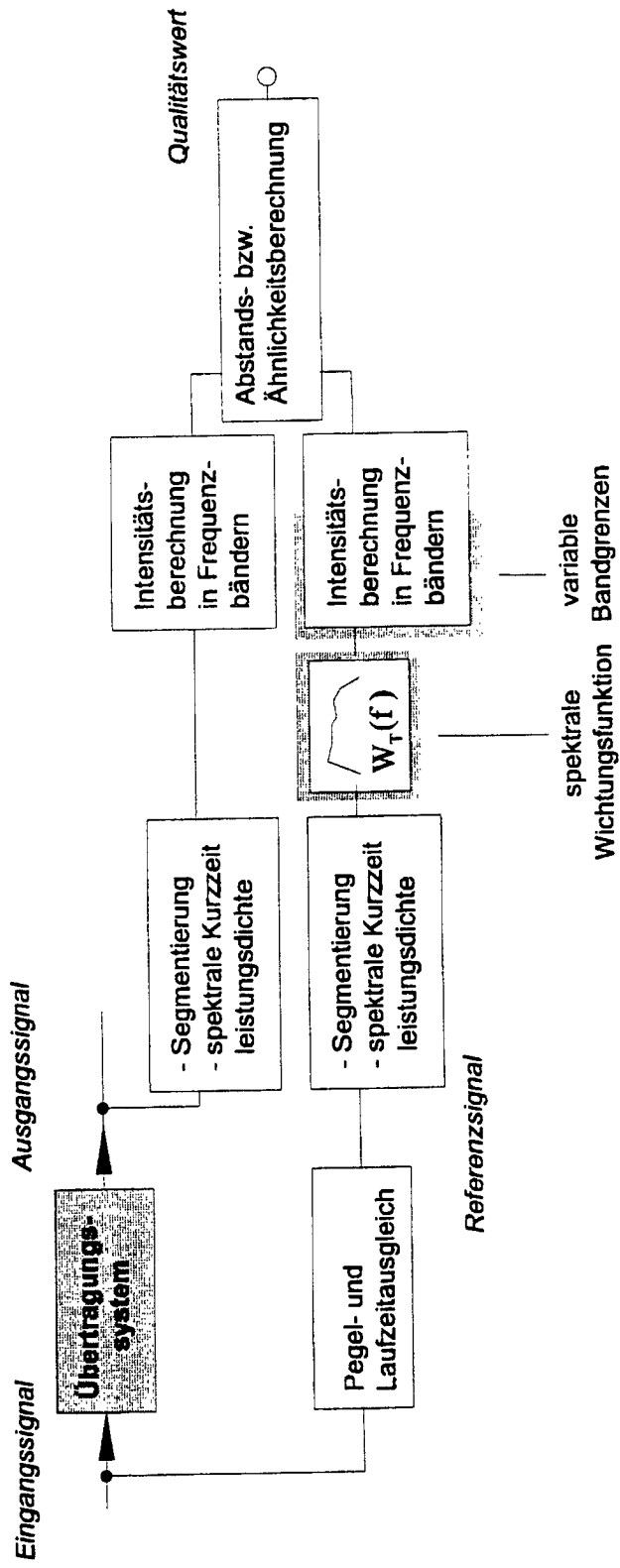


FIG. 2a

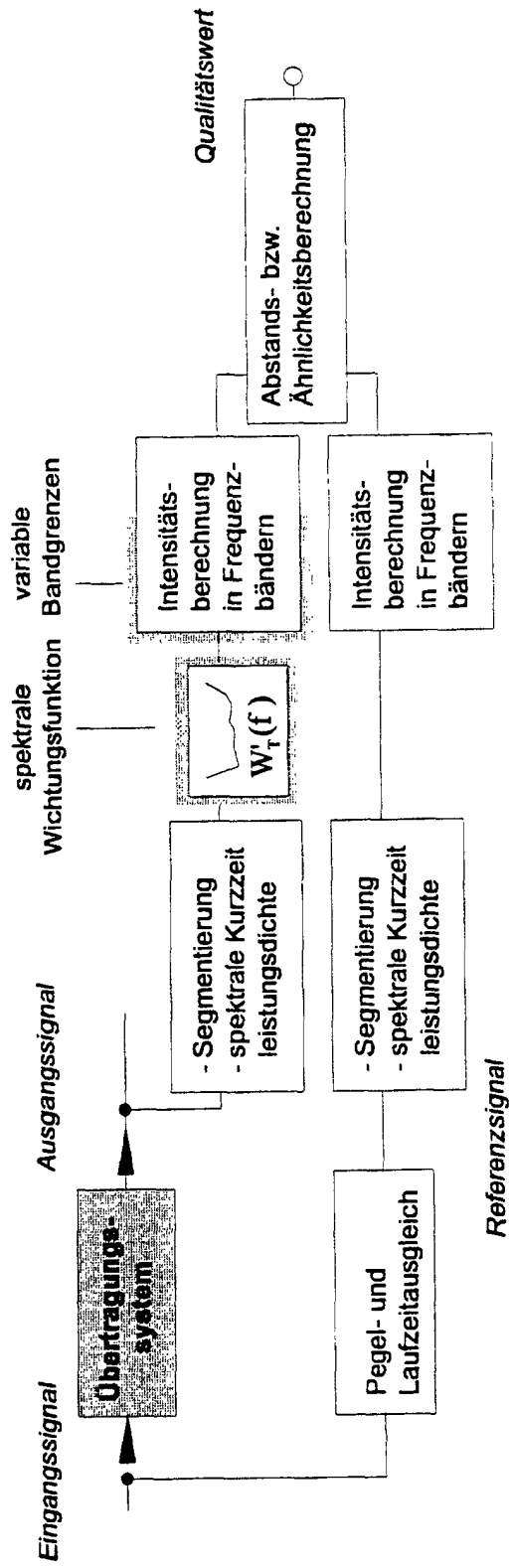


FIG. 2b

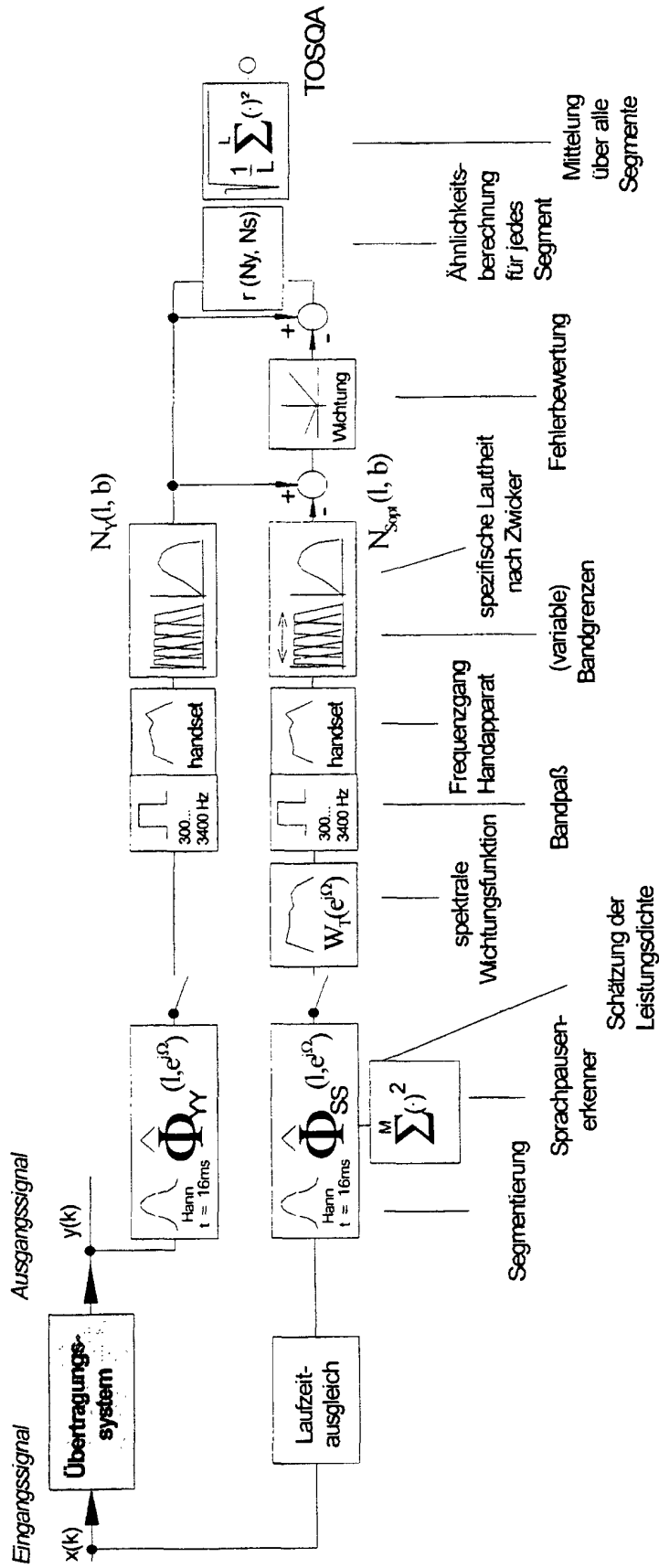


FIG. 3