



(11) **EP 1 649 719 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.05.2013 Patentblatt 2013/20**

(21) Anmeldenummer: **04740501.4**

(22) Anmeldetag: **30.06.2004**

(51) Int Cl.:  
**H04R 3/02 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2004/007129**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2005/018277 (24.02.2005 Gazette 2005/08)**

(54) **EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB VON SPRACHUNTERSTÜTZTEN SYSTEMEN IN KRAFTFAHRZEUGEN**

DEVICE AND METHOD FOR OPERATING VOICE-ASSISTED SYSTEMS IN MOTOR VEHICLES

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR EXPLOITER DES SYSTÈMES À ASSISTANCE VOCALE DANS DES AUTOMOBILES

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

(30) Priorität: **18.07.2003 US 623286**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.04.2006 Patentblatt 2006/17**

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft 38440 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **FINN, Brian, Michael Palo Alto, CA 94304 (US)**

• **STEENHAGEN, Shawn, K. Cottage Grove, WI 53527 (US)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bressel und Partner Park Kolonnaden Potsdamer Platz 10 10785 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 599 450 EP-A- 1 445 761**  
**WO-A-02/21817 WO-A-03/079721**  
**US-A- 5 245 665 US-A- 5 677 987**  
**US-B1- 6 385 176 US-B1- 6 535 609**

**EP 1 649 719 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen, wie Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtungen in Kraftfahrzeugen, bei welchen über eine Mikrofonanordnung Sprachsignale aufgenommen und an mindestens einen Lautsprecher weitergegeben werden.

**[0002]** Verfahren dieser Art werden in Kraftfahrzeugen zum sprachunterstützten Gegensprechbetrieb oder zur Unterstützung von spracheingabegesteuerten elektronischen oder elektrischen Baugruppen eingesetzt. Die grundsätzliche Problematik hierbei ist, dass im Kraftfahrzeug je nach Betriebszustand eine entsprechende Geräuschkulisse vorhanden ist. Diese überdeckt die Sprachbefehle. Sprech- und Gegensprechanlagen in Kraftfahrzeugen sind überwiegend bei großen Fahrzeugen, Minibussen und dergleichen vorteilhaft. Sie können jedoch auch bei normalen Personenkraftwagen eingesetzt werden. Bei der Verwendung von sprachgesteuerten Eingabeeinheiten für elektrische Komponenten im Fahrzeug ist die Unterdrückung der Geräuschkulisse bzw. das Herausfiltern des Sprachbefehles noch von besonderer Bedeutung.

**[0003]** So ist aus der EP 0078014 B1 eine Spracherkennungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei welchem in das Verstärkersystem der Spracherkennungseinrichtung über Sensoren gemeldet bzw. eingespeist wird, ob der Motor in Betrieb ist und/oder sich das Fahrzeug bewegt. Danach richtet sich sodann eine Pegelbeeinflussung mit der versucht wird, den Sprachbefehl aus der Geräuschkulisse herauszufiltern.

**[0004]** Aus der WO 97/34290 ist eine Filterung bekannt, bei der periodische Störsignale ausgefiltert werden, indem deren Periode ermittelt und mittels Generator herausinterferiert wird, so dass das Sprachsignal übrig bleibt.

**[0005]** Aus der DE 197 05 471 A1 ist bekannt, eine Spracherkennung mit Hilfe einer Transversalfilterung zu unterstützen.

**[0006]** Aus der DE 41 06 405 C2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine Geräuschsubtraktion vom Sprachsignal erfolgt, wobei eine Mehrzahl von Mikrofonen verwendet wird. Eine Gegensprecheinrichtung mit mehreren Mikrofonen offenbart ebenfalls die DE 199 58 836 A1.

**[0007]** Aus der DE 39 25 589 A1 ist die Verwendung einer Mehrfachmikrofonanordnung bekannt, wobei bei Anwendung im Kraftfahrzeug eines der Mikrofone im Motorraum und ein weiteres im Fahrgastraum angeordnet ist. Sodann erfolgt eine Subtraktion beider Signale. Nachteilig ist hierbei, dass lediglich das Motorgeräusch bzw. das eigentliche Betriebsgeräusch des Fahrzeuges selbst vom Gesamtsignal im Fahrgastraum abgezogen wird. Spezifische Nebengeräusche werden hierbei unberücksichtigt gelassen. Ebenso fehlt eine Rückkopplungsunterdrückung. Überall dort, wo Mikrofone und Lautsprecher in akustisch ankoppelbarer Nähe angeordnet sind, kommt es vor, dass das am Lautsprecher angekoppelte akustische Signal wiederum in das Mikrofon rückerneuert. Es kommt zu einer sogenannten Rückkopplung und einer darauf folgenden Übersteuerung. Lösungen zur Vermeidung einer solchen Übersteuerung sind aus der EP 1 077 013 B1, der WO 02/069487 A1 sowie der WO 02/21817 A2 bekannt.

**[0008]** Aus der US-B1 6 353 609 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug, bekannt, mit zumindest einem Mikrofon und zumindest einem Lautsprecher zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons erzeugten Signals sowie mit einem zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher angeordneten Notchfilter, wobei eine von einer Frequenz abhängige Leistung des Signals ermittelt wird.

**[0009]** Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung der gattungsgemäßen Art dahingehend weiterzubilden, dass die verbale Kommunikation der Insassen eines Fahrzeug verbessert wird.

**[0010]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Mikrofon und zumindest einem Lautsprecher zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons erzeugten Signals sowie mit einem zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher angeordneten Bandpass-Filter eine von einer Frequenz abhängige Leistung des Signals ermittelt und das Bandpass-Filter in Abhängigkeit zumindest eines lokalen Maximums der Leistung des Signals über der Frequenz eingestellt wird.

**[0011]** Ein lokales Maximum der Leistung des Signals über der Frequenz kann selbstverständlich das globale Maximum der Leistung des Signals über der Frequenz mit umfassen.

**[0012]** Dabei wird mittels der ersten Ableitung der Leistung des Signals nach der Frequenz ein Flankensignal gebildet, das einen ersten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals nach der Frequenz größer gleich Null ist, und das einen zweiten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals nach der Frequenz kleiner als Null ist, wobei das lokale Maximum der Leistung des Signals in Abhängigkeit der ersten Ableitung des Flankensignals ermittelt wird.

**[0013]** In der Erfindung ist das Bandpass-Filter ein Notchfilter oder eine Filterbank mit zumindest einem Notchfilter. Die Filterbank kann z.B. 10 Notchfilter umfassen.

**[0014]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen eines lokalen Maximums der Leistung des Signals nur dann angenommen, wenn die erste Ableitung des Flankensignals kleiner als Null ist.

**[0015]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter in Abhängigkeit zumindest

## EP 1 649 719 B1

zweier lokaler Maxima der Leistung des Signals über der Frequenz eingestellt.

**[0016]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden in einem Frequenzbereich alle lokalen Maxima bestimmt. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird in dem Frequenzbereich das globale Maximum bestimmt.

5 **[0017]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- zumindest der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

10

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

15

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

**[0018]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- 20
- zumindest der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

zu

- 25
- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

30 **[0019]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus/oder der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer der mehr Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, benachbart sind,

35

zu

- 40
- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

45 **[0020]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus/oder der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer der mehr Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, benachbart sind,

50

zu

- 55
- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

## EP 1 649 719 B1

**[0021]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus/oder der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz des mittels des Mikrofons erzeugten Signals,
  - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und
  - bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

**[0022]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus/oder der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz des mittels des Mikrofons erzeugten Signals,
  - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und
  - bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

**[0023]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz des mittels des Mikrofons erzeugten Signals,
  - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und
  - bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals aller, zumindest wesentlichen, weiteren (untersuchten) Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

**[0024]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

## EP 1 649 719 B1

- der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz des mittels des Mikrofons erzeugten Signals,

- 5 - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und
- bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

10 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals aller, zumindest wesentlichen, weiteren (untersuchten) Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals

15 länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

**[0025]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) in Abhängigkeit eines Ausgangssignals des Bandpass-Filters festgelegt.

20 **[0026]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) zwischen 20 und 50.

**[0027]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- 25 - der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

zu

- 30 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei weiteren Frequenzen, bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals ein lokales Maximum aufweist,

größer ist als ein Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThreshold).

**[0028]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- 35 - der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

zu

- 40 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei allen weiteren (untersuchten) Frequenzen, bei denen die Leistung des

mittels des Mikrofons erzeugten Signals ein lokales Maximum aufweist,

45 größer ist als ein Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThreshold).

**[0029]** Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und/oder Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals ein lokales Maximum aufweist, im Sinne vorgenannter Erfindung soll alternativ oder zusätzlich auch die Leistung umfassen, die das Signal bei einer eng benachbarten Frequenz vorgenannter Frequenz aufweist und die (noch) eine ähnlich hohe Leistung aufweist, wie das jeweilige Maximum.

**[0030]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThreshold) zwischen 20 und 50, in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung zwischen 30 und 40.

**[0031]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter in Abhängigkeit seines Ausgangssignals des eingestellt.

55 **[0032]** Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Einrichtung,

5 Fig. 3 ein Notchfilter,

Fig. 4 eine Filterbank,

10 Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik implementierten Ablaufplan,

Fig. 6 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,

Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel für Abfrage 41 in Fig. 5,

15 Fig. 8 ein Leistung-Frequenz-Diagramm und

Fig. 9 ein Leistung-Frequenz-Diagramm.

20 **[0033]** Fig. 1 zeigt die Innenansicht eines Kraftfahrzeugs 1 von oben. Dabei bezeichnen Bezugszeichen 2 und 3 die Vordersitze und Bezugszeichen 4, 5 und 6 die Rücksitze des Kraftfahrzeugs. Bezugszeichen 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 bezeichnen Lautsprecher. Bezugszeichen 21, 22, 23 und 24 bezeichnen Mikrofone. Die Lautsprecher 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 und 20 gehören teilweise zu einer Musikanlage und teilweise zu einer Kommunikations- bzw. Sprech-/Gegensprecheinrichtung. Sie können auch von beiden Systemen genutzt werden.

25 **[0034]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel geben die Lautsprecher 9, 17, 18, 19, 20 ein von dem Mikrofon 21 erzeugtes Signal, die Lautsprecher 7, 17, 18, 19, 20 ein von dem Mikrofon 22 erzeugtes Signal, die Lautsprecher 7, 9, 19, 20 ein von dem Mikrofon 23 erzeugtes Signal und die Lautsprecher 7, 9, 17, 18 ein von dem Mikrofon 24 erzeugtes Signal aus. Auf diese Weise wird die Möglichkeit verbaler Kommunikation in einem Kraftfahrzeug unterstützt. Dabei ist die Kommunikation prinzipiell umso besser, je stärker ein Signal zwischen einem der Mikrofone 21, 22, 23, 24 und einem  
30 der Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 verstärkt wird. Begrenzt wird die Möglichkeit einer solchen Verstärkung jedoch durch mögliche Rückkopplungseffekte bedingt durch mittels eines Lautsprechers 7, 9, 17, 18, 19, 20 ausgestrahlten Schalls, der durch ein Mikrofon 21, 22, 23, 24 empfangen und anschließend verstärkt und durch den Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 ausgestrahlt wird.

35 **[0035]** Zur Verminderung einer solchen Rückkopplung ist gemäß Fig. 2 zwischen einem Mikrofon 30, das eines der Mikrofone 21, 22, 23, 24 sein kann, und einem Lautsprecher 31, der einer der Lautsprecher 7, 9, 17, 18, 19, 20 sein kann, ein Bandpass-Filter 32 vorgesehen. Dieses filtert ein von dem Mikrofon 30 erzeugtes Signal  $S$  und liefert ein gefiltertes Signal  $S'$ , bei dem bestimmte Frequenzbereiche herausgefiltert sind, für die eine Entscheidungslogik 33 die Gefahr von Rückkopplungen erkannt hat. Dazu ermittelt die Entscheidungslogik 33 Filterparameter  $f_c$  und  $Q$  mittels derer das Bandpass-Filter 32 eingestellt wird.

40 **[0036]** Zur Verstärkung des Signals  $S$  und/oder des Signals  $S'$  können nicht dargestellte Verstärker vorgesehen werden. Die Verstärkerfunktion kann jedoch auch durch das Bandpass-Filter übernommen werden.

**[0037]** Fig. 3 zeigt die Kennlinie eines als Notchfilter ausgeführten Bandpass-Filters, wobei die Verstärkung  $V$  des Bandpass-Filters über die Frequenz  $f$  aufgetragen ist. Dabei bezeichnet  $f_c$  die Mittenfrequenz des Bandpass-Filters und  $Q$  dessen Güte. Zum Filtern mehrerer Frequenzbereiche ist das Bandpass-Filter 32 in vorteilhafter Weise als Filterbank,  
45 wie in Fig. 4 dargestellt, ausgeführt. Die Filterbank umfasst vorteilhafterweise bis zu 10 Notchfilter.

**[0038]** Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik 33 implementierten Ablaufplan. Dabei wird zunächst in einem Schritt 40 die Frequenz  $f$  des Signals  $S$  analysiert und, wie beispielhaft in Fig. 6 dargestellt, die Leistung  $P$  des Signals  $S$  an, z.B. 192, verschiedenen Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  ermittelt, die z.B. 40Hz auseinander liegen.

50 **[0039]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Leistung bei den Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zeitlich zu mitteln, d.h. einen Mittelwert über die Zeit zu bilden, und diesen zeitlichen Mittelwert der Leistung anstelle der aktuellen Leistung des Signals  $S$  an den Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zu untersuchen. Sofern in der Beschreibung und den Ansprüchen die Leistung des Signals  $S$  erwähnt ist, kann dieses somit auch den über einen gewissen Zeitraum gebildeten Mittelwert der Leistung umfassen. Ferner kann der Begriff der Leistung im Sinne der Erfindung die Amplitude oder deren zeitlichen Mittelwert umfassen. Umfasst im Sinne  
55 der Erfindung sollen auch weitere Abwandlungen der Leistung, der Amplitude oder deren zeitliche Mittelwerte sein, wie etwa normierte Größen. So kann z.B. unter der Leistung des Signals  $S$  bei einer Untersuchungsfrequenz  $f_n$  im Sinne der Erfindung der Wert der Leistung des Signals  $S$  bei dieser Untersuchungsfrequenz  $f_n$  geteilt durch die Summe der

Leistung des Signals S bei allen Untersuchungsfrequenzen  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  zu verstehen sein.

**[0040]** Dem Schritt 40 folgt eine Abfrage 41, ob für eine Untersuchungsfrequenz  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  die Gefahr der Rückkopplung besteht. Einzelheiten dieser Abfrage sind bezüglich Fig. 7 ausgeführt. Sofern für keine Untersuchungsfrequenz  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 41 der Schritt 40. Sofern jedoch für eine Untersuchungsfrequenz  $f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$  die Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 41 eine Abfrage 42, ob das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um diese Untersuchungsfrequenz herum reduziert worden ist.

**[0041]** Wird das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S nicht bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 42 eine Abfrage 43, ob ein Bandpass-Filter zur Verfügung steht. Steht ein Bandpass-Filter zur Verfügung, so folgt der Abfrage 43 ein Schritt 47, in dem ein Bandpass-Filter ausgewählt wird und die Filterparameter, d.h. die Mittenfrequenz  $f_c$  und die Güte Q des Bandpass-Filters, erzeugt werden. Die Mittenfrequenz  $f_c$  ist ein Beispiel für die Sperrfrequenz im Sinne der Ansprüche. Die Sperrfrequenz im Sinne der Ansprüche kann aber auch insbesondere der Frequenzbereich um die Mittenfrequenz  $f_c$  sein, den das Bandpass-Filter tatsächlich aus dem von dem Mikrofon 30 erzeugten Signal S herausfiltert.

**[0042]** Die Mittenfrequenz  $f_c$  kann z.B. gleich der Untersuchungsfrequenz gesetzt werden, für die Rückkopplung festgestellt worden ist. In alternativer Ausgestaltung der Erfindung kann die Mittenfrequenz  $f_c$  jedoch auch die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz sein. Diese Korrekturfrequenz wird z.B. in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer neben dieser Untersuchungsfrequenz liegenden Untersuchungsfrequenz gebildet. So kann die Korrekturfrequenz beispielsweise gemäß

$$f_{\text{korr}} = \text{sign} * f_{\text{dist}} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}})$$

gebildet werden, wobei

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $f_{\text{dist}}$  der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{maxneigh}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und
- sign ein Vorzeichen

ist, wobei sign positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und wobei sign sonst negativ ist.

**[0043]** Dies ist anhand von folgendem Beispiel näher erläutert:

Es werden 192 Untersuchungsfrequenzen  $f_1, f_2, \dots, f_{192}$  angenommen.  $f_1$  ist gleich 40Hz.  $f_{\text{dist}}$  ist für alle Untersuchungsfrequenzen 40Hz. Zudem gilt für die Leistungen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei den Untersuchungsfrequenzen  $f_1, f_2, \dots, f_{192}$ :

$$P(f_1, f_2, \dots, f_{94})=1$$

$$P(f_{95})=4$$

$$P(f_{96})=16$$

## EP 1 649 719 B1

$$P(f_{97})=2$$

5

$$P(f_{98}, f_{99}, \dots, f_{192})=1$$

[0044] Dann gilt:

10

$$f_{\text{korr}} = (-) \cdot 40\text{Hz} \cdot 4 / (16+2) = -8\text{Hz}$$

[0045] Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3832Hz.

15

[0046] Die Korrekturfrequenz kann auch gemäß

$$f_{\text{korr}} = \Delta f \cdot (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

20

gebildet werden, wobei

25

- $f_{\text{korr}}$  die Korrekturfrequenz,
- $\Delta f$  der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen,
- $P_{\text{max}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- $P_{\text{neighright}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und
- $P_{\text{neighleft}}$  die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

30

ist.

[0047] Unter Zugrundelegung obigen Zahlenbeispiels gilt somit in diesem Fall:

35

$$f_{\text{korr}} = 40\text{Hz} \cdot (2-4) / (16+|4-2|) = -4,44\text{Hz}$$

Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3835,56Hz.

40

[0048] Die Güte Q wird auf einen vorgegebenen Wert von z.B. 1/40Hz eingestellt.

[0049] Ergibt die Abfrage 43, dass kein Bandpass-Filter zur Verfügung steht, so folgt der Abfrage 43 ein Schritt 48, in dem die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen 2dB und 5dB, insbesondere bei im wesentlichen 3dB, liegt, verringert wird.

45

[0050] Ergibt die Abfrage 42, dass das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert wird, so folgt der Abfrage 42 eine Abfrage 44. Mittels der Abfrage 44 wird abgefragt, ob durch eine weitere Aufweitung des Frequenzbereichs, in dem das Bandpass-Filter sperrt, also durch weitere Verringerung von dessen Güte Q, eine vorbestimmte Minimalgüte unterschritten werden würde.

50

[0051] Würde durch eine weitere Aufweitung des Frequenzbereichs eine vorbestimmte Minimalgüte unterschritten werden, so folgt der Abfrage 44 ein Schritt 45, andernfalls ein Schritt 46. Im Schritt 45, der dem Schritt 48 entspricht, wird die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen 2dB und 5dB, insbesondere bei im wesentlichen 3dB, liegt, verringert. Im Schritt 46, wird die Güte Q verringert, d.h. das Bandpass-Filter aufgeweitet.

55

[0052] Den Schritten 45, 46, 47 und 48 folgt ein Schritt 49, in dem eine Zeit zwischen 0,1s und 3s abgewartet wird.

[0053] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Abfrage 41. Dabei ist zunächst eine Abfrage 61 vorgesehen, ob die Leistung des Ausgangssignals S' des Bandpass-Filters 32 einen Ausgangsgrenzwert überschreitet. Überschreitet die Leistung des Ausgangssignals S' des Bandpass-Filters 32 den Ausgangsgrenzwert, so folgt der Abfrage 61 eine Abfrage 62, ob z.B. das Verhältnis PowerRatio3



## EP 1 649 719 B1

- der Leistung `MaxBinPwrPlusNeighbor` des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungs-  
frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, plus der Leistung des  
mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz des mittels des Mikrofons 30 erzeugten  
Signals S,

- die der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal  
ist, unmittelbar benachbart ist, und
- bei der die Leistung größer ist als bei einer Untersuchungsfrequenz, die der Untersuchungsfrequenz, bei der  
die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

zu

- dem Mittelwert `MeanBinPwrRemainder` der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S aller weiteren  
Untersuchungsfrequenzen des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert `OutGrdRatioThreshold`.

**[0054]** Mittel der Abfrage 62 wird vorteilhafterweise - wie in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen - abgefragt, ob  
das Verhältnis `PowerRatio3`

- der Leistung `MaxBinPwrPlusNeighbor` des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Frequenz, bei der  
die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, plus der Leistung des mittels des  
Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S,

- die der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal  
ist, unmittelbar benachbart ist, und
- bei der die Leistung größer ist als bei einer Untersuchungsfrequenz, die der Untersuchungsfrequenz, bei der  
die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

zu

- dem Mittelwert `MeanBinPwrRemainder` der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S aller weiteren  
Untersuchungsfrequenzen des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S

länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert `OutBinRatioTimeThreshold` größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert  
`OutGrdRatioThreshold`. Der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert `OutGrdRatioThreshold` liegt zwischen 30 und 40.

**[0055]** Es kann vorteilhafterweise weiter vorgesehen sein, dass die Abfrage 62 nur dann positiv beantwortet wird,  
wenn das globale Maximum länger als ein Zeit-Grenzwert `OutGrdMaxBinTimeThreshold` bei einer Untersuchungs-  
frequenz liegt.

**[0056]** Zur Durchführung der Abfrage 62, werden zunächst die lokalen Maxima bestimmt. Dazu wird zunächst (für die  
Untersuchungsfrequenzen) die erste Ableitung der Leistung des Signals S nach der Frequenz  $f$  ermittelt. Aus der ersten  
Ableitung der Leistung des Signals S nach der Frequenz  $f$  wird anschließend ein Flankensignal gebildet, das einen  
ersten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals S nach der Frequenz  $f$  größer gleich Null  
ist, und das einen zweiten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals S nach der Frequenz  
 $f$  kleiner als Null ist. Anschließend wird die erste Ableitung des Flankensignals ermittelt. Dabei wird in vorteilhafter  
Ausgestaltung der Erfindung ein Vorliegen eines lokales Maximums der Leistung des Signals S über die Frequenz  $f$  nur  
dann angenommen, wenn die erste Ableitung des Flankensignals kleiner ist als ein Grenzwert.

Tabelle 1

```
funktion idx_vec = FinInflctions(x, flec_thresh)
dtdx = diff (x);
dtdx = dtdx > 0;
dt2dx = diff (dtdx);
idx_vec = find (dt2dx < flec_thresh);
idx_vec = idx_vec + 1;
```

## EP 1 649 719 B1

**[0057]** Tabelle 1 zeigt dabei ein Ausführungsbeispiel eines in der Sprache Matlab™ programmierten Programms, das die Indizes `idx_vec` der Untersuchungsfrequenzen ermittelt, bei denen nach vorgenannten Kriterien lokale Maxima vorliegen. Dabei bezeichnet `x` einen Vektor mit den Leistungen bei den einzelnen Untersuchungsfrequenzen und `flec_thresh` einen Wert zwischen 0 und -1.

5 **[0058]** Das lokale Maximum mit der größten Leistung wird als globales Maximum angesehen.

**[0059]** Wird die Abfrage 62, positiv beantwortet, so folgt der Abfrage 62 eine Abfrage 63 andernfalls ein Schritt 64.

**[0060]** Mittels der Abfrage 63 wird abgefragt, ob das Signal `S` einen starken harmonischen Anteil aufweist. Dazu wird in beispielhafter vorteilhafter Ausgestaltung abgefragt, ob das Verhältnis

10 - der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` maximal ist,

zu

15 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei allen weiteren Untersuchungsfrequenzen, bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` ein lokales Maximum aufweist,

kleiner gleich einem Zusatz-Leistungsgrenzwert `RichContentThreshold` ist.

**[0061]** Ergibt die Abfrage 63, dass das Verhältnis

20 - der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` maximal ist,

zu

25 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei allen weiteren Untersuchungsfrequenzen, bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` ein lokales Maximum aufweist,

kleiner gleich einem Zusatz-Leistungsgrenzwert `RichContentThreshold` ist, dann folgt der Abfrage 63 der Schritt 64.

30 Andernfalls wird eine Rückkopplung angenommen.

**[0062]** In dem Schritt 64 wird der Ablauf für eine vorbestimmte Haltezeit, z.B. 3s, angehalten. Nach Ablauf der Haltezeit wird eine Rückkopplung verneint.

35 **[0063]** Ergibt die Abfrage 61, dass die Leistung des Ausgangssignals `S'` des Bandpass-Filters 32 den Ausgangsgrenzwert nicht überschreitet, so folgt der Abfrage 61 eine im wesentlichen der Abfrage 62 entsprechende Abfrage 65. Dabei wird jedoch ein anderer Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert `RatioThreshold` und nicht `OutGrdRatioThreshold` verwendet. Der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert `RatioThreshold` liegt jedoch vorteilhafterweise ebenfalls zwischen 30 und 40.

**[0064]** Wird die Abfrage 65 positiv beantwortet, so folgt der Abfrage 65 eine der Abfrage 63 entsprechende Abfrage 66. Andernfalls wird das Vorliegen von Rückkopplung verneint.

**[0065]** Ergibt die Abfrage 66, dass das Verhältnis

40 - der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` maximal ist,

zu

45 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` bei allen weiteren Untersuchungsfrequenzen, bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals `S` ein lokales Maximum aufweist,

kleiner gleich einem Zusatz-Leistungsgrenzwert `RichContentThreshold` ist, dann wird das Vorliegen einer Rückkopplung verneint. Andernfalls wird eine Rückkopplung angenommen.

50 **[0066]** Die erfindungsgemäße Rückkopplungserkennung ist nicht auf die vorbeschriebene Ausführungsform beschränkt. Die Rückkopplungserkennung kann z.B. derart ausgestaltet werden, dass nur die Abfrage 65 vorgesehen ist. Die Rückkopplungserkennung kann auch derart ausgestaltet werden, die Ausführungsform gemäß Fig. 7 mit ihrer binären Entscheidungslogik durch eine unscharfe Entscheidungslogik, also Fuzzy-Logik oder neuronale Netze, zu ersetzen.

55 **[0067]** Die Abfrage 63 gemäß Fig. 7 wird im Folgenden anhand zweier in Fig. 8 und Fig. 9 in einem Leistung-Frequenz-Diagramm dargestellter Signale 80 und 90 erläutert. Die Leistung `P` der Signale 80 und 90 ist in dB über dem Index `idx_vec` der Untersuchungsfrequenzen aufgetragen. Es sei angenommen, dass die Abfrage 61 für beide Signale 80 und 90 ergibt, dass die Leistung des Ausgangssignals `S'` des Bandpass-Filters 32 den Ausgangsgrenzwert überschreitet und

dass deshalb der Abfrage 61 die Abfrage 62 folgt. Es sei ferner angenommen, dass die Abfrage 62 positiv beantwortet wird. Die + - Zeichen in Fig. 8 und Fig. 9 bezeichnen alle Untersuchungsfrequenzen, die mittels des Programms gemäß Tabelle 1 als lokale/globale Maxima erkannt worden sind.

[0068] In Fig. 8 bezeichnet Bezugszeichen 81 das globale Maximum des Signals 80. In Fig. 9 bezeichnet Bezugszeichen 91 das globale Maximum des Signals 90. Die Untersuchungsfrequenzen weisen einen Abstand von 40Hz auf. Der Zusatz-Leistungsgrenzwert RichContentThreshold beträgt 37.

[0069] Das Verhältnis

- der Leistung des Signals 80 bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des Signals 80 maximal ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des Signals 80 bei allen weiteren Untersuchungsfrequenzen, bei denen die Leistung des Signals 80 ein lokales Maximum aufweist,

beträgt in etwa 16 und ist damit deutlich kleiner als 37. Die Abfrage 63 würde somit positiv beantwortet und somit das Vorliegen von Rückkopplung verneint.

[0070] Das Verhältnis

- der Leistung des Signals 90 bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des Signals 90 maximal ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des Signals 90 bei allen weiteren Untersuchungsfrequenzen, bei denen die Leistung des Signals 90 ein lokales Maximum aufweist,

beträgt in etwa 73 und ist damit deutlich größer als 37. Die Abfrage 63 würde somit verneint und daher Rückkopplung angenommen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

[0071]

1	Kraftfahrzeug
2, 3	Vordersitze
4, 5, 6	Rücksitze
7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 31	Lautsprecher
21, 22, 23, 24, 30	Mikrofone
32	Bandpass-Filter
33	Entscheidungslogik
40, 45, 46, 47, 48, 49, 64	Schritte
41, 42, 43, 44, 61, 62, 63, 65, 66	Abfragen
80, 90	Signal
81, 91	globales Maximum
BinRatioTimeThreshold	Zeit-Verhältnis-Grenzwert
f	Frequenz
$f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4},$	
$f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}, f_1,$	
$f_2, f_{44}, f_{88}, f_{94}, f_{95},$	
$f_{97}, f_{98}, f_{122}, f_{192}$	Frequenzpunkte
$f_c$	Mittenfrequenz

(fortgesetzt)

5	fdist	Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
10	fkorr MaxBinPwrPlusNeighbor	Korrekturfrequenz Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Frequenz des mittels des Mikrofons erzeugten Signals, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist
15	MeanBinPwrRemainder	Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals aller weiteren (untersuchten) Frequenzen
20	Q	Güte
25	OutGrdRatioThreshold, RatioThreshold P	Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert Leistung
30	Pmax  Pmaxneigh	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist  Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
35	Pneighleft	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
40	Pneighright	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
45	PowerRatio3 RichContentThreshold S S'	Leistungsverhältnis Zusatz-Leistungsgrenzwert Signal gefiltertes Signal
50	sign V $\Delta f$	Vorzeichen Verstärkung Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Mikrofon (30) und zumindest einem Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals sowie mit einem zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher (31) angeordneten Notchfilter, wobei eine von einer Frequenz abhängige Leistung des Signals (S) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter in Abhängigkeit zumindest eines lokalen

## EP 1 649 719 B1

Maximums der Leistung des Signals (S) über der Frequenz (f) eingestellt wird, wobei mittels einer ersten Ableitung der Leistung des Signals (S) nach der Frequenz (f) ein Flankensignal gebildet wird, das einen ersten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals (S) nach der Frequenz (f) größer gleich Null ist, und das einen zweiten Binärwert annimmt, wenn die erste Ableitung der Leistung des Signals (S) nach der Frequenz (f) kleiner als Null ist, wobei das lokale Maximum der Leistung des Signals (S) in Abhängigkeit der ersten Ableitung des Flankensignals ermittelt wird.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Frequenzbereich alle lokalen Maxima bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Frequenzbereich das globale Maximum bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- zumindest der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- zumindest der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

- der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S), die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, benachbart sind,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

5 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S), die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, benachbart sind,

10 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

15 länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

20 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S),

25 - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und

- bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

30 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

35 größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

40 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S),

45 - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und

- bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

50 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

55 länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

5 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S),

10 - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und

- bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

15 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) aller weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

20 größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

25 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, plus der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S),

30 - die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, unmittelbar benachbart ist, und

- bei der die Leistung größer ist als bei einer Frequenz, die der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, ebenfalls unmittelbar benachbart ist,

35 zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) aller weiteren Frequenzen des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S)

40 länger als ein Zeit-Verhältnis-Grenzwert (BinRatioTimeThreshold) größer ist als ein Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) in Abhängigkeit eines Ausgangssignals (S') des Notchfilters festgelegt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückkopplungs-Leistungsgrenzwert (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) zwischen 20 und 50 beträgt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

55 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

zu

- dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei weiteren Frequenzen,

bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) ein lokales Maximum aufweist,  
größer ist als ein Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThreshold).

5 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter derart  
eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz  
nur dann sperrt, wenn das Verhältnis

10 - der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Frequenz, bei der die Leistung des  
mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

zu

15 - dem Mittelwert der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei allen weiteren Frequenzen,  
bei denen die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) ein lokales Maximum aufweist,

größer ist als ein Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThreshold).

20 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zusatz-Leistungsgrenzwert  
(RichContentThreshold) zwischen 20 und 50 beträgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zusatz-Leistungsgrenzwert (RichContentThres-  
hold) zwischen 30 und 40 beträgt.

25 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Notchfilter in Abhän-  
gigkeit seines Ausgangssignals (S') eingestellt wird.

19. Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen, wobei die Einrichtung

30 - zumindest ein Mikrofon (30),  
- zumindest einen Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) und  
- ein zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher angeordnetes Notchfilter

35 aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung eine Entscheidungslogik zur Einstellung des Notchfilters  
gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

## Claims

40 1. Method for operating a voice-assisted system, such as a communication and/or voice/intercom device in a motor  
vehicle (1), having at least one microphone (30) and at least one loudspeaker (31) for reproducing a signal produced  
by means of the microphone (30) and also having a notch filter arranged between the microphone (30) and the  
loudspeaker (31), wherein a frequency-dependent power of the signal (S) is ascertained, **characterized in that** the  
notch filter is set on the basis of at least one local maximum for the power of the signal (S) over the frequency (f),  
45 wherein a first derivation for the power of the signal (S) on the basis of the frequency (f) is used to form an edge  
signal which assumes a first binary value when the first derivation of the power of the signal (S) on the basis of the  
frequency (f) is greater than or equal to zero, and which assumes a second binary value when the first derivation  
of the power of the signal (S) on the basis of the frequency (f) is less than zero, the local maximum of the power of  
the signal (S) being ascertained on the basis of the first derivation of the edge signal.

50 2. Method according to the preceding claim, **characterized in that** all the local maxima in a frequency range are  
determined.

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the global maximum in the frequency range is determined.

55 4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects  
the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio



## EP 1 649 719 B1

- of at least the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

5

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

10

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

15

- of at least the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

20

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) for longer than a time ratio limit value (BinRatioTimeThreshold).

25

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

30

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30) which are adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

35

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

40

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

45

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30) which are adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

50

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

55

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) for longer than a time ratio limit value (BinRatioTimeThreshold).

8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects

the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency of the signal (S) produced by means of the microphone (30)
- which is immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum and
- at which the power is greater than at a frequency which is likewise immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency of the signal (S) produced by means of the microphone (30)
- which is immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum and
- at which the power is greater than at a frequency which is likewise immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) for longer than a time ratio limit value (BinRatioTimeThreshold).

10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency of the signal (S) produced by means of the microphone (30)
- which is immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum and
- at which the power is greater than at a frequency which is likewise immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at all further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects

the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum plus the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

- which is immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum and

- at which the power is greater than at a frequency which is likewise immediately adjacent to the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at all further frequencies of the signal (S) produced by means of the microphone (30)

is greater than a feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) for longer than a time ratio limit value (BinRatioTimeThreshold).

12. Method according to one of Claims 5 to 11, **characterized in that** the feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) is stipulated on the basis of an output signal (S') from the notch filter.

13. Method according to one of Claims 5 to 12, **characterized in that** the feedback power limit value (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) is between 20 and 50.

14. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at further frequencies at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) has a local maximum

is greater than a supplementary power limit value (RichContentThreshold).

15. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set such that it rejects the proportion of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at a stop frequency only if the ratio

- of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at the frequency at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) is at a maximum

to

- the average of the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) at all further frequencies at which the power of the signal (S) produced by means of the microphone (30) has a local maximum

is greater than a supplementary power limit value (RichContentThreshold).

16. Method according to one of Claims 14 to 15, **characterized in that** the supplementary power limit value (RichContentThreshold) is between 20 and 50.

17. Method according to Claim 16, **characterized in that** the supplementary power limit value (RichContentThreshold) is between 30 and 40.

18. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the notch filter is set on the basis of its

output signal (S').

19. Device for operating voice-assisted systems, wherein the device has

- 5
- at least one microphone (30),
  - at least one loudspeaker (31) for reproducing a signal (S) produced by means of the microphone (30), and
  - a notch filter arranged between the microphone (30) and the loudspeaker,

10 **characterized in that** the device has a decision logic unit for setting the notch filter on the basis of a method according to one of the preceding claims.

### Revendications

15 1. Procédé pour exploiter un système à assistance vocale, tel qu'un dispositif de communication et/ou de parlophone/interphone placé dans un véhicule automobile (1), avec au moins un microphone (30) et au moins un haut-parleur (31) permettant de retransmettre un signal produit à l'aide du microphone (30) ainsi qu'avec un filtre coupe-bande disposé entre le microphone (30) et le haut-parleur (31), une puissance du signal (S) étant calculée en fonction de la fréquence, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé en fonction d'au moins un maximum local de la puissance du signal (S) par le biais de la fréquence (f), un signal de pente étant formé à l'aide d'une première dérivée de la puissance du signal (S) par rapport à la fréquence (f), ledit signal prenant une première valeur binaire lorsque la première dérivée de la puissance du signal (S) par rapport à la fréquence (f) est supérieure ou égale à zéro et ledit signal prenant une deuxième valeur binaire lorsque la première dérivée de la puissance du signal (S) par rapport à la fréquence (f) est inférieure à zéro, le maximum local de la puissance du signal (S) étant calculé en fonction de la première dérivée du signal de pente.

20 2. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** tous les maxima locaux sont déterminés dans une plage de fréquences.

30 3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le maximum global est déterminé dans la plage de fréquences.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

- d'au moins la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

40 sur

- la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

45 est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

50 - d'au moins la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

sur

55 - la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

## EP 1 649 719 B1

plus longue qu'une valeur limite durée-rapport (BinRatioTimeThreshold) est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

- 5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

10 - de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) aux fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) proches de la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

sur

15 la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

- 20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

25 - de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) aux fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) proches de la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

sur

30 - la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

plus longue qu'une valeur limite durée-rapport (BinRatioTimeThreshold) est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

- 35 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

40 - de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) :

45 - avoisinant directement la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale ; et

- à laquelle la puissance est supérieure à la fréquence également directement avoisinante à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

sur

50 - la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

est supérieure à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

- 55 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

## EP 1 649 719 B1

- de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) :

- 5
- avoisinant directement la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale ; et
  - à laquelle la puissance est supérieure à la fréquence également directement avoisinante à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

10 sur

- la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

15 plus long qu'une valeur limite durée-rapport (BinRatioTimeThreshold) est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

20 **10.** Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

25 - de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) :

- 25
- avoisinant directement la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale ; et
  - à laquelle la puissance est supérieure à la fréquence également directement avoisinante à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

30 sur

- la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) de toutes les autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

35 est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

40 **11.** Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :

45 - de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale, à laquelle on ajoute la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) :

- 45
- avoisinant directement la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale ; et
  - à laquelle la puissance est supérieure à la fréquence également directement avoisinante à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale

50 sur

- la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) de toutes les autres fréquences du signal (S) produit à l'aide du microphone (30)

55 plus longue qu'une valeur limite durée-rapport (BinRatioTimeThreshold) est supérieur à une valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold).

## EP 1 649 719 B1

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, **caractérisé en ce que** la valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) est déterminée en fonction d'un signal de sortie (S') du filtre coupe-bande.
- 5 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 12, **caractérisé en ce que** la valeur limite de puissance de l'effet Larsen (RatioThreshold, OutGrdRatioThreshold) est comprise entre 20 et 50.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :
- 10
- de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale
- 15 sur  
la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à d'autres fréquences auxquelles la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) présente un maximum local est supérieur à une valeur limite de puissance supplémentaire (RichContentThreshold).
- 20 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé de telle sorte qu'il bloque la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à une fréquence de blocage uniquement lorsque le rapport :
- 25
- de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à la fréquence à laquelle la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) est maximale
- sur
- la valeur moyenne de la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) à toutes les autres fréquences auxquelles la puissance du signal (S) produit à l'aide du microphone (30) présente un maximum local
- 30 est supérieur à une valeur limite de puissance supplémentaire (RichContentThreshold).
- 35 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 15, **caractérisé en ce que** la valeur limite de puissance supplémentaire (RichContentThreshold) est comprise entre 20 et 50.
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la valeur limite de puissance supplémentaire (RichContentThreshold) est comprise entre 30 et 40.
- 40 18. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre coupe-bande est réglé en fonction de son signal de sortie (S').
19. Dispositif pour exploiter des systèmes à assistance vocale, le dispositif comprenant :
- 45
- au moins un microphone (30) ;
  - au moins un haut-parleur (31) permettant de retransmettre un signal produit (S) à l'aide du microphone (30) ;
  - un filtre coupe-bande disposé entre le microphone (30) et le haut-parleur ;
- 50 **caractérisé en ce que** le dispositif comporte une logique de décision servant à régler le filtre coupe-bande selon un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- 55





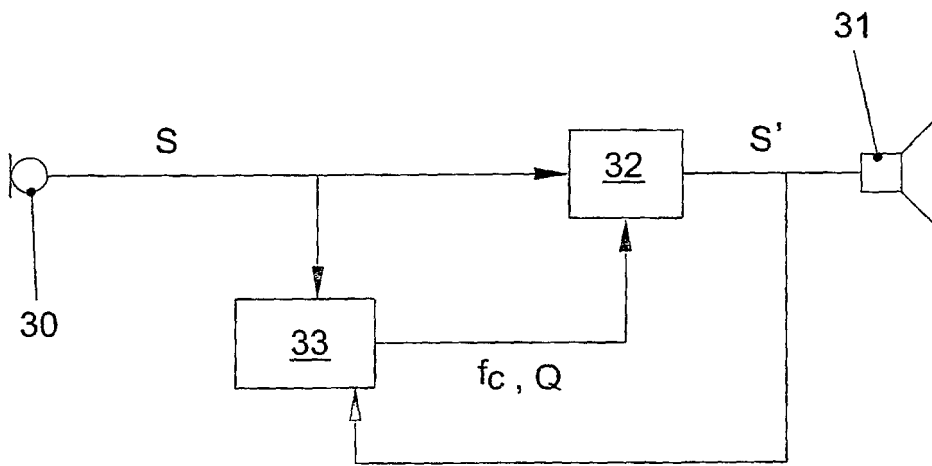


FIG. 2

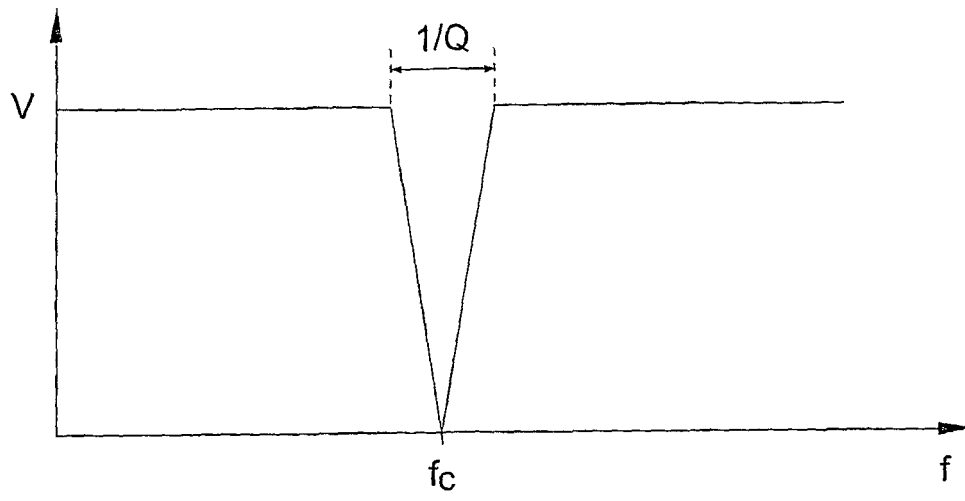


FIG. 3

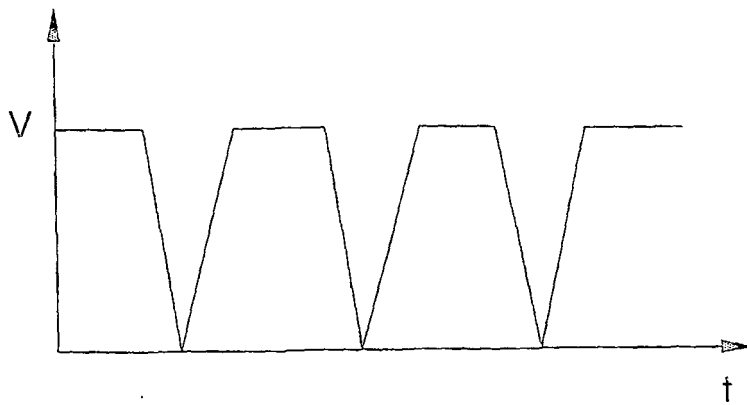


FIG. 4

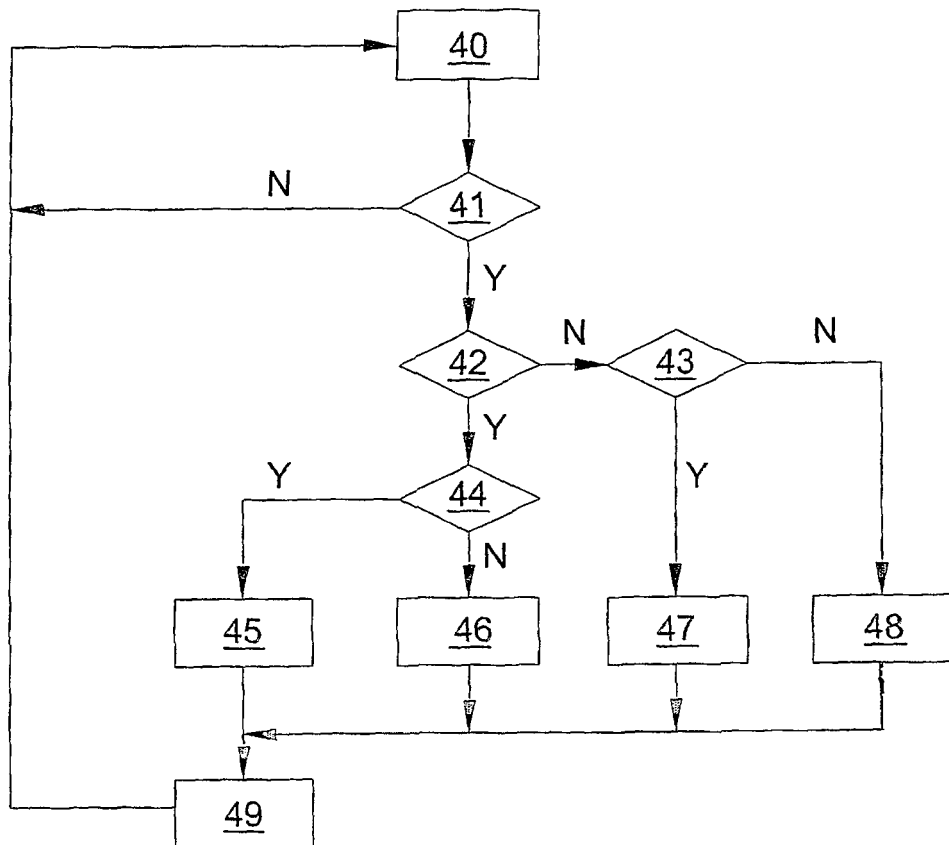


FIG. 5

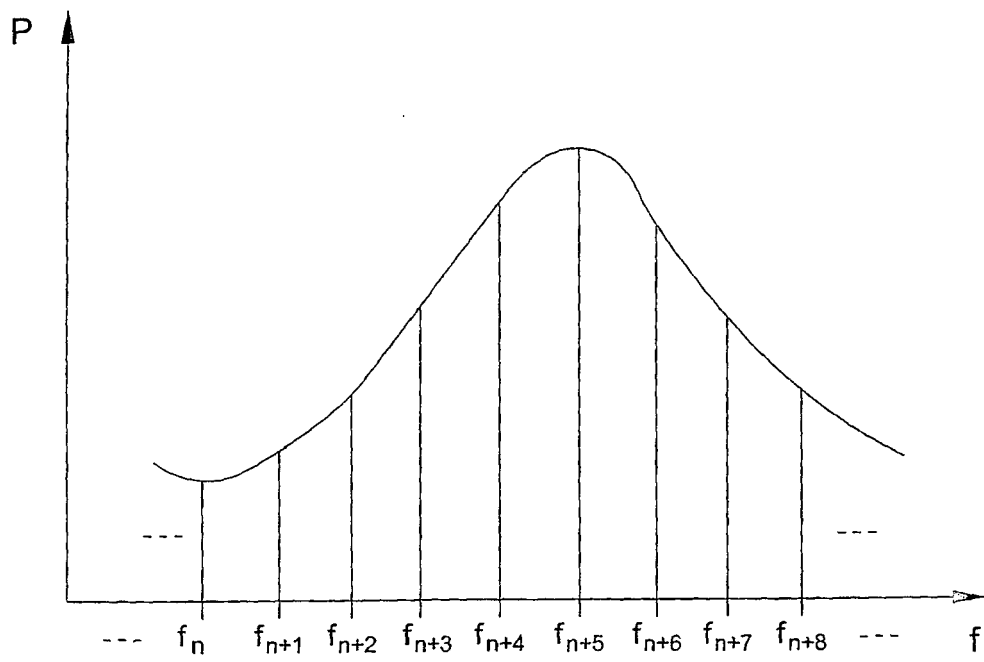


FIG. 6

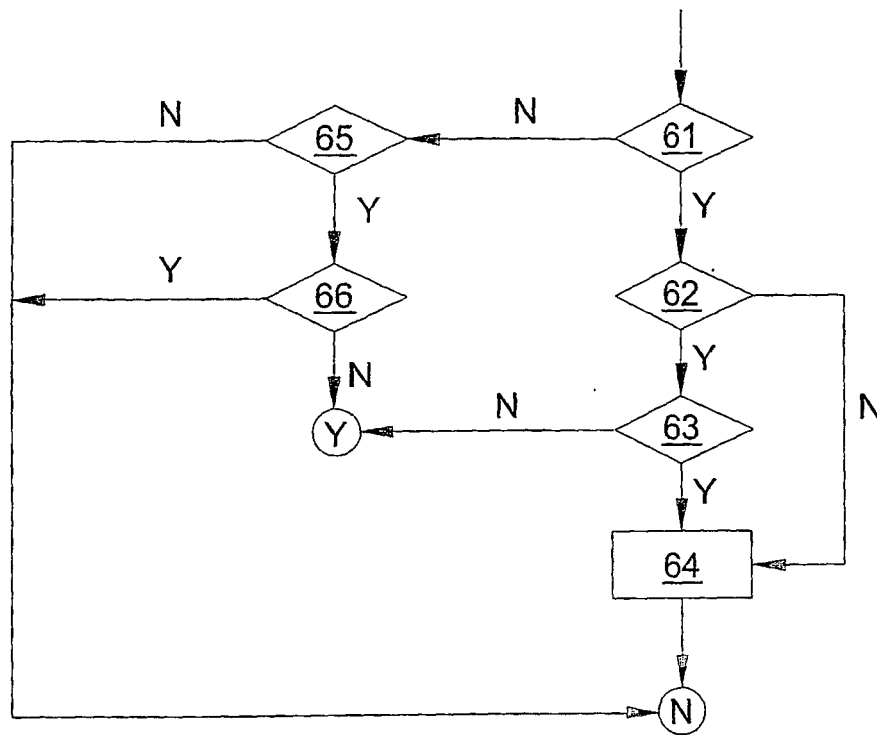


FIG. 7

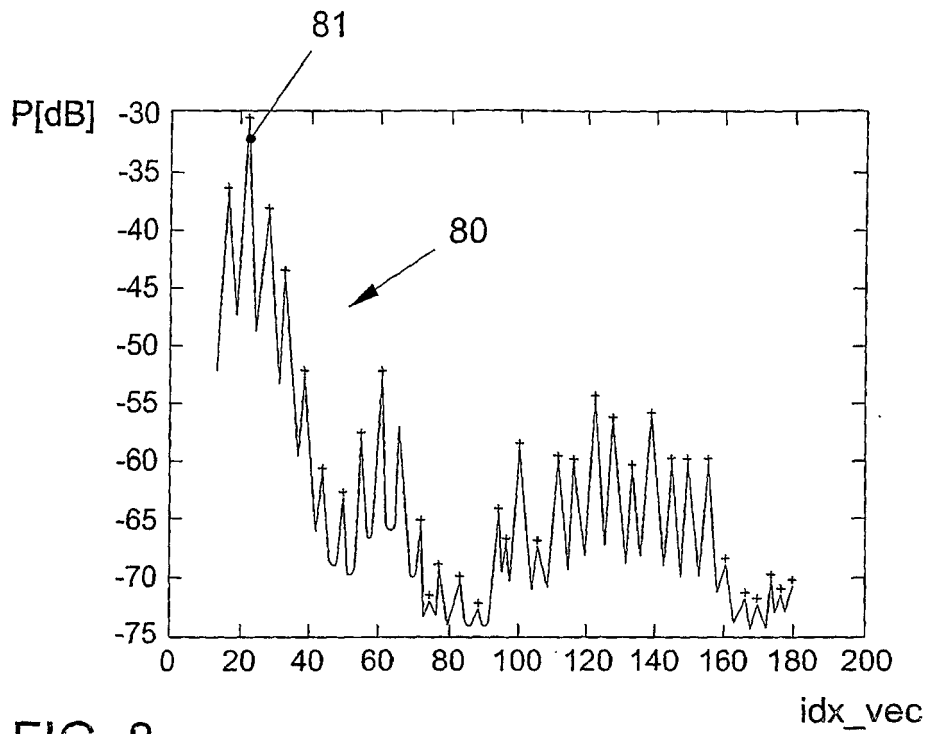


FIG. 8

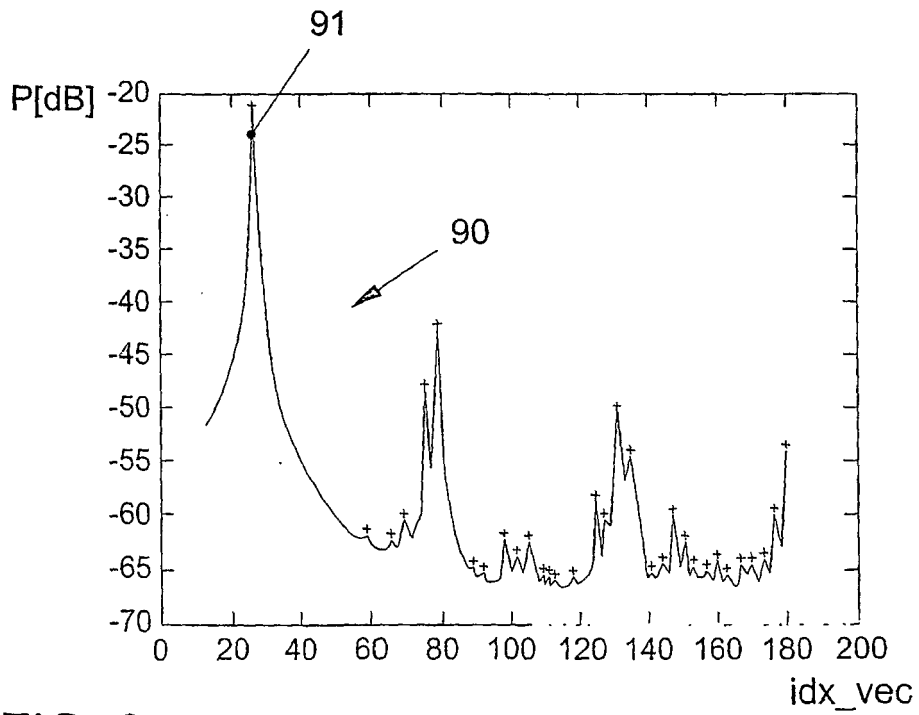


FIG. 9

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0078014 B1 [0003]
- WO 9734290 A [0004]
- DE 19705471 A1 [0005]
- DE 4106405 C2 [0006]
- DE 19958836 A1 [0006]
- DE 3925589 A1 [0007]
- EP 1077013 B1 [0007]
- WO 02069487 A1 [0007]
- WO 0221817 A2 [0007]
- US 6353609 B1 [0008]