

(19)



(11)

EP 1 445 761 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(51) Int Cl.:
G10L 21/0208^(2013.01) H04R 3/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04000822.9**

(22) Anmeldetag: **16.01.2004**

(54) **Einrichtung und Verfahren zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen in Kraftfahrzeugen**

Apparatus and method for operating voice controlled systems in vehicles

Appareil et méthode pour le fonctionnement de systèmes assistés par la parole dans des véhicules 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 PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.02.2003 US 360889**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.08.2004 Patentblatt 2004/33

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

(72) Erfinder:

- **Finn, Brian Michael
94304 Palo Alto, California (US)**
- **Steenhagen, Shawn K.
Cottage Grove, WI 53527 (US)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 903 726 WO-A-02/32356
WO-A-98/56208**

EP 1 445 761 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 EP 0 903 726 A2 ist ein aktives Störgeräusch- und Echowunderdrückungssystem bekannt, wobei aus einem Mikrofonsignal eine Sinuswelle oder eine mehrfache Sinuswelle erzeugt wird, mittels derer die Filterfrequenzen eines Filters eingestellt unmittelbar eingestellt werden.

[0009] Aus der WO 02/21817 A2 ist eine Methode und ein System zur Eliminierung einer akustischen Rückkopplung bekannt, wobei ein von einem Mikrofon aufgenommenener aktueller Wert bei einer bestimmten Untersuchungsfrequenz mit einem vorhergehend aufgenommenen Wert derselben Untersuchungsfrequenz verglichen wird. Das Ergebnis dieses Vergleichs bestimmt die Parameter eines Band-Passfilters.

[0010] 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.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und eine Einrichtung gemäß Patentanspruch 28 gelöst. Dabei wird 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 einem zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher angeordneten Bandpass-Filter das Bandpass-Filter in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen, also einer im wesentlichen Harmonischen, der Untersuchungsfrequenz eingestellt. Als Untersuchungsfrequenz kommen eine oder mehrere Frequenzen des mittels des Mikrofons erzeugten Signals in Frage. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dabei die Frequenz als Untersuchungsfrequenz ausgewählt, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals im wesentlichen maximal ist. Alternativ werden mehrere Frequenzanteile mit großen Leistungen als Untersuchungsfrequenzen ausgewählt.

[0012] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter sowohl in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz als auch in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungs-

frequenz zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt.

[0013] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit einer Sperrfrequenz (nur dann) sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als einen oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz. Sperrfrequenz im Sinne der Erfindung kann auch ein Frequenzbereich und nicht nur eine einzelne Frequenz sein.

[0014] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der obere Grenzwert zwischen 20 und 40dB. Vorteilhafterweise beträgt der obere Grenzwert im wesentlichen 30dB.

[0015] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz nicht sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um weniger als einen unteren Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz.

[0016] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung liegt der untere Grenzwert zwischen 5 und 20dB. Vorteilhafterweise beträgt der untere Grenzwert im wesentlichen 12dB.

[0017] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird mittels eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest früheren Zeitpunkten entschieden, ob die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

[0018] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Sperrfrequenz sperrt, wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

[0019] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz (nur dann) sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist, wobei die erste Ansprechzeit vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms ist.

[0020] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Leistung bei mehr als einer Untersuchungsfrequenz ermittelt und das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einer Untersuchungsfrequenz länger als eine zweite Ansprechzeit größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz, wobei die zweite Ansprechzeit vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms ist.

[0021] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Einstellung des Bandpass-Filters bezüglich der Untersuchungsfrequenz frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt. Die Mindest-Totzeit beträgt vorteilhafterweise 200ms bis 300ms.

[0022] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als den oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der im wesentlichen ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

[0023] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz um mehr als den oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der im wesentlichen ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

[0024] Sperrfrequenz Im Sinne der Erfindung kann die Untersuchungsfrequenz sein, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Sperrfrequenz jedoch die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, d.h. zu der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, wird eine Korrekturfrequenz addiert. Diese Korrekturfrequenz wird vorteilhafterweise in

[0025] 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, insbesondere unmittelbar, neben dieser Untersuchungsfrequenz liegenden Untersuchungsfrequenz gebildet.

[0026] So kann die Korrekturfrequenz beispielsweise gemäß

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

gebildet werden, wobei

- 5 - f_{korr} die Korrekturfrequenz,
- f_{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,
- 10 - P_{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_{max} ist also die Leistung bei der Untersuchungsfrequenz, die größer ist als die Leistung jeder anderen Untersuchungsfrequenz),
- P_{maxneigh} die 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 Mikro-
- 15 fons 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.

[0027] Dies ist anhand von folgendem Beispiel näher erläutert:

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

$$30 \quad P(f_1, f_2, \dots, f_{94}) = 1$$

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

$$35 \quad P(f_{96}) = 16$$

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

$$40 \quad P(f_{98}, f_{99}, \dots, f_{192}) = 1$$

[0028] Dann gilt:

$$45 \quad f_{\text{korr}} = (-) \cdot 40\text{Hz} \cdot 4 / (16 + 2) = -8\text{Hz}$$

[0029] Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3832Hz.

[0030] Es hat sich zumindest bei bestimmten Ausführungsformen als vorteilhaft erwiesen, die Korrekturfrequenz gemäß

$$55 \quad f_{\text{korr}} = \Delta f \cdot (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|)$$

zu bilden, wobei

- f_{kor} die Korrekturfrequenz,
- Δf der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen,
- P_{max} die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- 5 - $P_{\text{neighright}}$ die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz unmittelbar oberhalb (also rechts' neben) 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 (also links' neben) der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,

ist.

[0031] Unter Zugrundelegung obigen Zahlenbeispiels gilt somit in diesem Fall:

15

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

[0032] Die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, ist somit 3840Hz und die Sperrfrequenz 3835,56Hz.

20 **[0033]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Abstände zwischen zumindest einem Teil der Untersuchungsfrequenzen oder allen Untersuchungsfrequenzen äquidistant.

[0034] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung nur dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, um mehr als einen oberen Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz, wobei der obere Grenzwert vorteilhafterweise zwischen 20 und 40dB, insbesondere bei im wesentlichen 30dB, liegt.

25 **[0035]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird Nichtvorliegen von Rückkopplung festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, um weniger als einen unteren Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der ersten Harmonischen dieser Untersuchungsfrequenz, wobei der untere Grenzwert vorteilhafterweise zwischen 5 und 20dB, insbesondere bei im wesentlichen 12dB, liegt.

30 **[0036]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, zumindest näherungsweise, exponentiell ansteigt.

35 **[0037]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist. Die erste Ansprechzeit ist vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms. Die Ansprechschwelle kann abhängig von der Leistung des Signals S bzw. von der Summe der Leistungen aller Untersuchungsfrequenzen gewählt werden.

40 **[0038]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein Vorliegen von Rückkopplung (nur) dann festgestellt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest einer Untersuchungsfrequenz länger als eine erste Ansprechzeit größer als die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz ist. Die zweite Ansprechzeit ist vorteilhafterweise größer als im wesentlichen 750ms.

[0039] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Einstellung des Bandpass-Filters frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt, die vorteilhafterweise zwischen 100ms bis 300ms beträgt.

45 **[0040]** In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei zumindest 50, insbesondere bei 150 bis 300, Untersuchungsfrequenzen bestimmt.

[0041] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das Bandpass-Filter ein Notchfilter oder eine Filterbank mit zumindest einem Notchfilter. Die Filterbank kann z.B. 10 Notchfilter umfassen.

50 **[0042]** 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,
- 55 Fig. 3 ein Notchfilter,
- Fig. 4 eine Filterbank,
- 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,
 Fig. 8 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,
 Fig. 9 ein Leistung-Frequenz-Diagramm,
 5 Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel für Abfrage 41 in Fig. 5,
 Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik implementierten Ablaufplan,
 Fig. 12 ein Ausführungsbeispiel für die Abfragen 41 und 82,

10 **[0043]** 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 sind teilweise zu einer Musikanlage und teilweise zu einer Kommunikations- bzw. Sprech-/Gegensprecheinrichtung. Sie können auch von beiden Systemen genutzt werden.

15 **[0044]** 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 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.

25 **[0045]** 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.

30 **[0046]** 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.

35 **[0047]** 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, wie in Fig. 4 dargestellt, ausgeführt. Die Filterbank umfasst vorteilhafterweise bis zu 10 Notchfilter.

40 **[0048]** Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen in einer Entscheidungslogik 33 implementierten Ablaufplan. Dabei wird zunächst in einem Schritt 40 eine Untersuchungsfrequenz bestimmt. Dazu wird 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. Für die Untersuchungsfrequenz f_{n+5} , bei der die Leistung maximal ist, wird nachfolgender Ablauf durchlaufen. Es ist jedoch auch möglich, den folgenden Ablauf für mehr als eine Untersuchungsfrequenz zu durchlaufen.

45 **[0049]** 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 der Erfindung sollen auch weitere Abwandlungen der Leistung, der Amplitude oder deren zeitlichen 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.

50 **[0050]** Dem Schritt 40 folgt eine Abfrage 41, ob die Gefahr der Rückkopplung besteht. Einzelheiten dieser Abfrage sind bezüglich Fig. 7 und 10 ausgeführt. Sofern 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 die Untersuchungsfrequenz herum reduziert worden ist.

55 **[0051]** 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 ein Schritt 43, in dem 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.

5 **[0052]** Die Mittenfrequenz f_c kann z.B. gleich der Untersuchungsfrequenz gesetzt werden. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Mittenfrequenz f_c jedoch die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, d.h. zu der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist, wird eine Korrekturfrequenz addiert. Diese Korrekturfrequenz wird vorteilhafterweise in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei 10 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

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

15 gebildet werden, wobei

- f_{korr} die Korrekturfrequenz,
- 20 - f_{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_{max} die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- 25 - P_{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

30 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.

[0053] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Korrekturfrequenz gemäß

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

35 gebildet, wobei

- 40 - f_{korr} die Korrekturfrequenz,
- Δf der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen,
- P_{max} die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist,
- 45 - $P_{\text{neighright}}$ 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,

50 ist.

[0054] Die Güte Q wird auf einen vorgegebenen Wert von z.B. 1/40Hz eingestellt.

[0055] Dem Schritt 43 folgt die Abfrage 45, ob das Programm beendet werden soll. Soll das Programm nicht beendet werden, so folgt der Abfrage 45 der Schritt 40. Andernfalls wird das Programm beendet.

55 **[0056]** Wird das von dem Mikrofon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 43 ein Schritt 44, in dem die Güte Q verringert wird. Dadurch wird das Bandpass-Filter derart eingestellt, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Mittenfrequenz f_c herum sperrt. Dem Schritt 44 folgt der Schritt 40.

EP 1 445 761 B1

[0057] Sofern keine Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 41 die Abfrage 45 oder optional ein Schritt 46, in dem das Filtern des von dem Mikrophon 30 erzeugten Signals S um die Untersuchungsfrequenz herum beendet wird.

[0058] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Abfrage 41 frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt wird, wobei die Mindest-Totzeit im vorliegenden Ausführungsbeispiel 200ms bis 300ms beträgt.

[0059] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Abfrage 41. Dabei ist zunächst eine Abfrage 50 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein unterer Grenzwert größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen (also dem Zweifachen) der Untersuchungsfrequenz. Der untere Grenzwert $\Delta 1$ liegt beispielsweise zwischen 5 und 20dB. Vorteilhafterweise beträgt der untere Grenzwert $\Delta 1$ im wesentlichen 12dB. Diese Abfrage verdeutlicht beispielhaft Fig. 8, wobei f_{H0} die Untersuchungsfrequenz, f_{H1} , f_{H2} , f_{H3} und f_{H4} die erste, zweite, dritte und vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz und $f_{H\frac{1}{2}}$ die erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz bezeichnen. Mit P ist die Leistung bei einer Frequenz f bezeichnet. Mit Abfrage 50 wird somit abgefragt, ob

$$P(f_{H0}) - P(f_{H1}) \geq \Delta 1$$

[0060] Gegebenenfalls kann vorgesehen werden, Abfrage 50 um eine oder mehrere der Abfragen

$$P(f_{H0}) - P(f_{H\frac{1}{2}}) \geq \Delta 1$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H2}) \geq \Delta 1$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H3}) \geq \Delta 1$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H4}) \geq \Delta 1$$

zu ergänzen, wobei gegebenenfalls auch andere Grenzwerte gewählt werden können.

[0061] Die 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} in Fig. 6 sind von den Subharmonischen/Harmonischen $f_{H\frac{1}{2}}$, f_{H1} , f_{H2} , f_{H3} und f_{H4} in Fig. 8 bzw. Fig. 9 zu unterscheiden. Werden z.B. 192 Untersuchungsfrequenzen f_1 , f_2 , ..., f_{192} angenommen, die 40Hz auseinanderliegen, wobei f_1 gleich 40Hz ist, und ist $f_{44} = f_{H0}$, also die Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S maximal ist, so ist $f_{H1} = f_{88}$ und $f_{H2} = f_{122}$.

[0062] Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein unterer Grenzwert $\Delta 1$ größer als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 50 eine Abfrage 51. Mittels der Abfrage 51 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als ein oberer Grenzwert $\Delta 2$ größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz. Der obere Grenzwert $\Delta 2$ liegt beispielsweise zwischen 20 und 40dB. Vorteilhafterweise beträgt der obere Grenzwert $\Delta 2$ im wesentlichen 30dB. Diese Abfrage verdeutlicht beispielhaft Fig. 9, wobei wiederum f_{H0} die Untersuchungsfrequenz, f_{H1} , f_{H2} , f_{H3} und f_{H4} die erste, zweite, dritte und vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz und $f_{H\frac{1}{2}}$ die erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz bezeichnen. Mit P ist wiederum die Leistung bei einer Frequenz f bezeichnet. Mit Abfrage 51 wird somit abgefragt, ob

$$P(f_{H0}) - P(f_{H1}) \geq \Delta 2$$

[0063] Gegebenenfalls kann vorgesehen werden, Abfrage 51 um eine oder mehrere der Abfragen

$$P(f_{H0}) - P(f_{H\frac{1}{2}}) \geq \Delta 2$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H2}) \geq \Delta 2$$

5

$$P(f_{H0}) - P(f_{H3}) \geq \Delta 2$$

$$P(f_{H0}) - P(f_{H4}) \geq \Delta 2$$

10 zu ergänzen, wobei gegebenenfalls auch andere Grenzwerte gewählt werden können.

[0064] Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz nicht um mehr als einen oberen Grenzwert $\Delta 2$ größer als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 51 eine Abfrage 52, mittels der durch Vergleich der Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz mit der Leistung des
15 mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz zu zumindest einem früheren Zeitpunkt abgefragt wird, ob die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz exponentiell ansteigt.

[0065] Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Abfrage 41. Dabei ist zunächst eine Abfrage 60 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz größer ist als ein vorgegebener Grenzwert. In diesem Fall folgt eine Abfrage 61, die der Abfrage 50 entspricht. Die Abfragen 62 und
20 63 entsprechen den Abfragen 51 und 52.

[0066] Fig. 11 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen in der Entscheidungslogik 33 implementierten Ablaufplan. Der Ablauf beginnt mit einem Schritt 81, der dem Schritt 40 in Fig. 5 entspricht. Dem Schritt 81 folgt eine der Abfrage 41 in Fig. 5 entsprechende Abfrage 82, ob die Gefahr der Rückkopplung besteht. Ausführungsbeispiele für die
25 Abfrage 82 zeigen Fig. 7 und Fig. 10. Im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel in Fig. 11 hat sich eine Implementierung einer Rückkopplungs-Erkennung (Abfrage 82), wie in Fig. 12 näher erläutert ist, als vorteilhaft herausgestellt.

[0067] Sofern nicht die Gefahr der Rückkopplung besteht bzw. festgestellt wird, folgt der Abfrage 82 eine der Abfrage 45 entsprechende Abfrage 83, ob das Programm beendet werden soll. Soll das Programm nicht beendet werden, so folgt der Abfrage 93 der Schritt 81. Andernfalls wird das Programm beendet.

[0068] Sofern die Gefahr der Rückkopplung besteht, folgt der Abfrage 82 eine der Abfrage 42 entsprechende Abfrage 83, ob das von dem Mikrophon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Unter-
30 suchungsfrequenz herum reduziert wird. Wird das von dem Mikrophon 30 erzeugte Signal S bereits mittels des Bandpass-Filters um Signalanteile um die Untersuchungsfrequenz herum reduziert, so folgt der Abfrage 83 eine Abfrage 85 andernfalls eine Abfrage 84.

[0069] Mittels der Abfrage 84 wird abgefragt, ob ein Notchfilter zur Verfügung steht. Steht ein Notchfilter zur Verfügung, so folgt der Abfrage 84 ein dem Schritt 43 entsprechender Schritt 88, in dem die Filterparameter, d.h. für das konkrete
35 Ausführungsbeispiel die Mittenfrequenz f_c und die Güte Q des Bandpass-Filters, erzeugt werden. Ergibt die Abfrage 84 dagegen, dass kein Notchfilter zur Verfügung steht, so folgt der Abfrage 84 ein Schritt 86, in dem die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen 2dB und 5dB, insbesondere bei im wesentlichen
40 3dB, liegt, verringert wird. Dem Schritt 86 folgt ein Schritt 87, in dem der gesamte Durchlauf für eine Anhaltezeit von im wesentlichen 3s gestoppt wird. Dieser Schritt soll jedoch nur einmal pro Durchlauf ausgeführt werden.

[0070] Mittels der Abfrage 85 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
45 werden würde. Würde durch eine weitere Aufweitung des Frequenzbereichs eine vorbestimmte Minimalgüte unterschritten werden, so folgt der Abfrage 85 ein Schritt 89, andernfalls ein Schritt 91. Im Schritt 91, der dem Schritt 44 entspricht, wird die Güte Q verringert.

[0071] Den Schritten 87, 88 und 91 folgt ein Schritt 92, in dem der Ablauf eine Mindest-Totzeit lang angehalten wird, wobei die Mindest-Totzeit im vorliegenden Ausführungsbeispiel 100ms beträgt.

[0072] In dem Schritt 89 wird die Leistung des Signals S um einen Verringerungsfaktor, der vorteilhafterweise zwischen
50 2dB und 5dB, insbesondere bei im wesentlichen 3dB, liegt, verringert. Dem Schritt 89 folgt ein Schritt 90, in dem der gesamte Durchlauf für eine Anhaltezeit von im wesentlichen 3s gestoppt wird.

[0073] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Abfrage 82, gemäß dem auch Abfrage 41 implementiert werden kann. Dabei ist zunächst eine Abfrage 95 vorgesehen, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten
55 Signals S jeder anderen Untersuchungsfrequenz ist. Ist die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S jeder anderen Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 95 eine Abfrage 96. Andernfalls folgt der Abfrage

95 die Abfrage 93.

[0074] Mittels der Abfrage 96 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als 12dB größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen (also dem Zweifachen) der Untersuchungsfrequenz. Ist die Leistung des
5 mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz um nicht weniger als 12dB größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz, so folgt der Abfrage 96 eine Abfrage 97. Andernfalls folgt der Abfrage 96 die Abfrage 93.

[0075] Mittels der Abfrage 97 wird abgefragt, ob die Leistung des mittels des Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer als eine Ansprechschwelle ist. Ist die Leistung des mittels des
10 Mikrofons 30 erzeugten Signals S bei der Untersuchungsfrequenz länger als 750ms größer als eine Ansprechschwelle so folgt der Abfrage 97 die Abfrage 83. Andernfalls folgt der Abfrage 95 die Abfrage 93.

[0076] Die erfindungsgemäße Rückkopplungserkennung ist nicht auf die Ausführungsformen gemäß Fig. 7, Fig. 10 und Fig. 12 beschränkt. Es kann z.B. vorgesehen werden, dass die Abfragen 52 bzw. 63 den nein-Ausgängen der
15 Abfragen 50 bzw. 61 folgen. Zudem kann vorgesehen werden, die Ausführungsformen gemäß Fig. 7, Fig. 10 und Fig. 12 mit ihrer binären Entscheidungslogik durch eine unscharfe Entscheidungslogik, also Fuzzy-Logik oder neuronale Netze zu ersetzen.

BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Kraftfahrzeug
20	2, 3	Vordersitze
	4, 5, 6	Rücksitze
	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,	
25	18, 19, 20, 31	Lautsprecher
	21, 22, 23, 24, 30	Mikrofone
	32	Bandpass-Filter
	33	Entscheidungslogik
30	40, 41, 43, 44, 46, 81,	
	84, 86, 87, 88, 89, 90	
	91, 92	Schritte
35	41, 42, 45, 50, 51, 52,	
	60, 61, 62, 63, 82, 83,	
	84, 85, 93, 95, 96, 97	Abfragen
40		
	f	Frequenz
	f_{H0}	Untersuchungsfrequenz
45	f_{H1}	erste Harmonische der Untersuchungsfrequenz
	f_{H2}	zweite Harmonische der Untersuchungsfrequenz
	f_{H3}	dritte Harmonische der Untersuchungsfrequenz
	f_{H4}	vierte Harmonische der Untersuchungsfrequenz
	$f_{H\frac{1}{2}}$	erste Subharmonische der Untersuchungsfrequenz
50	$f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3},$ $f_{n+4},$ $f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7},$ $f_{n+8}, f_1,$ $f_2, f_{44}, f_{88}, f_{94},$ $f_{95},$ $f_{97}, f_{98}, f_{122},$ f_{192}	Frequenzpunkte
55	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
	fkorr	Korrekturfrequenz
	Q	Güte
	P	Leistung
10	Pmax	Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals bei der Untersuchungsfrequenz, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals maximal ist
	Pmaxneigh	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
15	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
	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
20	S	Signal
	S'	gefiltertes Signal
	sign	Vorzeichen
25	V	Verstärkung
	$\Delta 1$	unterer Grenzwert
	$\Delta 2$	oberer Grenzwert
	Δf	Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen

30

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines sprachunterstützten Systems, wie eine Kommunikations- und/oder Sprech-/Gegensprecheinrichtung in einem Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Mikrophon (30) und zumindest einem Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie einem zwischen dem Mikrophon (30) und dem Lautsprecher (31) angeordneten Bandpass-Filter (32),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bandpass-Filter (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals im Wesentlichen maximal ist, mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im Wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei, der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) zu zumindest einem früheren Zeitpunkt eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Sperrfrequenz sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) um mehr als einen oberen Grenzwert ($\Delta 2$) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}).
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ($\Delta 2$) zwischen 20 und 40dB liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Grenzwert ($\Delta 2$) im wesentlichen 30dB beträgt.

55

EP 1 445 761 B1

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nicht sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) um weniger als einen unteren Grenzwert ($\Delta 1$) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}).
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ($\Delta 1$) zwischen 5 und 20dB liegt.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere Grenzwert ($\Delta 1$) im wesentlichen 12dB beträgt.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) zu zumindest früheren Zeitpunkten entschieden wird, ob die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) exponentiell ansteigt.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Sperrfrequenz sperrt, wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) exponentiell ansteigt.
- 30 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) länger als eine erste Ansprechzeit größer als eine Ansprechschwelle ist.
- 35 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die erste Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 40 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistung bei mehr als einer Untersuchungsfrequenz ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$) ermittelt wird und dass das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) mit der Sperrfrequenz nur sperrt, wenn die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) länger als eine zweite Ansprechzeit größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei jeder anderen Untersuchungsfrequenz ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$).
- 45 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die zweite Ansprechzeit größer als im wesentlichen 750ms ist.
- 50 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Bandpass-Filters (32) bezüglich der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) frühestens nach Ablauf einer Mindest-Totzeit wiederholt wird.
- 55 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mindest-Totzeit 100ms bis 300ms beträgt.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einem Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) um mehr als den oberen Grenzwert ($\Delta 2$) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) exponentiell ansteigt.
18. Verfahren nach Anspruch 15, 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) derart eingestellt wird, dass es den Anteil des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einem vergrößerten Frequenzbereich um die Sperrfrequenz sperrt, wenn nach Ablauf einer Wiederholungszeit, die größer als die Mindest-Totzeit ist, die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) um

EP 1 445 761 B1

mehr als den oberen Grenzwert ($\Delta 2$) größer ist als die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der ersten Harmonischen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) und/oder wenn entschieden wird, dass die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) exponentiell ansteigt.

5

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frequenzbereich um die Sperrfrequenz nur bis zu einer Minimalgüte vergrößert wird.

10

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mittels des Mikrofons (30) erzeugte Signal (S) für eine Unterbrechungsdauer unterbrochen wird, wenn Frequenzbereich um die Sperrfrequenz bis zu der Minimalgüte vergrößert wird.

15

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungsdauer größer als im wesentlichen 1s bis 5s ist.

20

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterbrechungsdauer größer als im wesentlichen 3s ist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.

25

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrfrequenz die mit einer Korrekturfrequenz addierte Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) ist, bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist.

30

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz in Abhängigkeit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, sowie der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer neben dieser Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) liegenden Untersuchungsfrequenz (f_{n+4}) gebildet wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

35

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

gebildet wird, wobei

40

- f_{korr} die Korrekturfrequenz,
- f_{dist} der Abstand zwischen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und einer die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz (f_{n+4}) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

45

- P_{max} die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

- P_{maxneigh} die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der die größte Leistung aufweisenden Untersuchungsfrequenz (f_{n+4}) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und

50

- sign ein Vorzeichen

ist, wobei sign positiv ist, wenn die die größte Leistung aufweisende Untersuchungsfrequenz (f_{n+4}) unmittelbar neben der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, größer ist als die Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und wobei sign sonst negativ ist.

55

27. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturfrequenz gemäß

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

5 bebildet wird, wobei

- f_{korr} die Korrekturfrequenz,
- Δf der Abstand zwischen zwei Untersuchungsfrequenzen ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$),
- P_{max} die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,
- $P_{\text{neighright}}$ die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+6}) unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist, und
- $P_{\text{neighleft}}$ die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei der Untersuchungsfrequenz (f_{n+4}) unmittelbar unterhalb der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) maximal ist,

ist.

20 **28.** Einrichtung zum Betrieb von sprachunterstützten Systemen gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zumindest ein Mikrofon (30) und zumindest einen Lautsprecher (31) zur Wiedergabe eines mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) sowie ein zwischen dem Mikrofon (30) und dem Lautsprecher angeordnetes Bandpass-Filter (32) aufweist und wobei die Einrichtung eine Entscheidungslogik zur Einstellung des Bandpass-Filters (32) in Abhängigkeit eines Vergleichs der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei einer Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}), bei der die Leistung des mittels des Mikrofons erzeugten Signals im Wesentlichen maximal ist, mit der Leistung des mittels des Mikrofons (30) erzeugten Signals (S) bei zumindest einer im wesentlichen ganzzahligen Vielfachen der Untersuchungsfrequenz (f_{n+5}) aufweist.

25 **29.** Einrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bandpass-Filter (32) eine Filterbank mit zumindest einem Notchfilter ist.

30 Claims

- 35 **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 (S) generated using the microphone (30) and having a bandpass filter (32) arranged between the microphone (30) and the loudspeaker (31),
- characterized in that**
- 40 the bandpass filter (32) is set on the basis of a comparison of the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at an investigation frequency (f_{n+5}), at which the power of the signal generated using the microphone is substantially at a maximum, with the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at at least a substantially integer multiple of the investigation frequency (f_{n+5}).
- 45 **2.** Method according to Claim 1, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set on the basis of a comparison of the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) with the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) at at least one earlier time.
- 50 **3.** Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) at a blocking frequency if the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) is greater than the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the first harmonic of the investigation frequency (f_{n+5}) by more than an upper limit value ($\Delta 2$).
- 55 **4.** Method according to Claim 3, **characterized in that** the upper limit value ($\Delta 2$) is between 20 and 40 dB.
- 5.** Method according to Claim 4, **characterized in that** the upper limit value ($\Delta 2$) is substantially 30 dB.

- 5 6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it does not block the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) at the blocking frequency if the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) is greater than the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the first harmonic of the investigation frequency (f_{n+5}) by less than a lower limit value ($\Delta 1$).
- 10 7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the lower limit value ($\Delta 1$) is between 5 and 20 dB.
8. Method according to Claim 7, **characterized in that** the lower limit value ($\Delta 1$) is substantially 12 dB.
- 15 9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a comparison of the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) with the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) at at least earlier times is used to decide whether the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) rises exponentially.
- 20 10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) at the blocking frequency if it is decided that the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) rises exponentially.
- 25 11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) at the blocking frequency only if the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) is greater than a response threshold for longer than a first response time.
- 30 12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the first response time is greater than substantially 750 ms.
- 35 13. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the power is determined at more than one investigation frequency ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$), and **in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) at the blocking frequency only if the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at an investigation frequency (f_{n+5}) is greater than the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at every other investigation frequency ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$) for a longer than a second response time.
- 40 14. Method according to Claim 13, **characterized in that** the second response time is greater than substantially 750 ms.
- 45 15. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the setting of the bandpass filter (32) with respect to the investigation frequency (f_{n+5}) is repeated at the earliest after expiry of a minimum dead time.
- 50 16. Method according to Claim 15, **characterized in that** the minimum dead time is 100 ms to 300 ms.
- 55 17. Method according to Claim 15 or 16, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) in a frequency range around the blocking frequency if, after expiry of a repetition time which is greater than the minimum dead time, the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) is greater than the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the first harmonic of the investigation frequency (f_{n+5}) by more than the upper limit value ($\Delta 2$) and/or if it is decided that the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) rises exponentially.
18. Method according to Claim 15, 16 or 17, **characterized in that** the bandpass filter (32) is set in such a manner that it blocks the proportion of the signal (S) generated using the microphone (30) in an increased frequency range around the blocking frequency if, after expiry of a repetition time which is greater than the minimum dead time, the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) is greater than the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the first harmonic of the investigation frequency (f_{n+5}) by more than the upper limit value ($\Delta 2$) and/or if it is decided that the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) rises exponentially.

19. Method according to Claim 18, **characterized in that** the frequency range around the blocking frequency is increased only to a minimum quality.

5 20. Method according to Claim 19, **characterized in that** the signal (S) generated using the microphone (30) is interrupted for an interruption period if the frequency range around the blocking frequency is increased to the minimum quality.

21. Method according to Claim 20, **characterized in that** the interruption period is greater than substantially 1 s to 5 s.

10 22. Method according to Claim 21, **characterized in that** the interruption period is greater than substantially 3 s.

23. Method according to one of Claims 3 to 22, **characterized in that** the blocking frequency is the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum.

15 24. Method according to one of Claims 3 to 22, **characterized in that** the blocking frequency is the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum and to which a correction frequency has been added.

20 25. Method according to Claim 24, **characterized in that** the correction frequency is formed on the basis of the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}), at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, and the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at at least one investigation frequency (f_{n+4}) beside this investigation frequency (f_{n+5}).

26. Method according to Claim 25, **characterized in that** the correction frequency is formed according to

25
$$f_{korr} = \text{sign} * f_{dist} * P_{\text{maxneigh}} / (P_{\text{max}} + P_{\text{maxneigh}}), \text{ where}$$

where

- 30 - f_{korr} is the correction frequency,
 - f_{dist} is the distance between the investigation frequency (f_{n+5}), at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, and an investigation frequency (f_{n+4}) having the greatest power directly beside the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum,
 35 - P_{max} is the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum,
 - P_{maxneigh} is the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+4}) having the greatest power directly beside the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, and
 40 - sign is a mathematical sign,

where sign is positive if the investigation frequency (f_{n+4}) having the greatest power directly beside the investigation frequency (f_{n+5}), at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, is greater than the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, and where sign is otherwise negative.

27. Method according to Claim 25, **characterized in that** the correction frequency is formed according to

50
$$f_{korr} = \Delta f * (P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}) / (P_{\text{max}} + |P_{\text{neighright}} - P_{\text{neighleft}}|),$$

where

- 55 - f_{korr} is the correction frequency,
 - Δf is the distance between two investigation frequencies ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$),
 - P_{max} is the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+5})

at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum,

- P_{neighright} is the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+6}) directly above the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum, and

- P_{neighleft} is the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at the investigation frequency (f_{n+4}) directly below the investigation frequency (f_{n+5}) at which the power of the signal (S) generated using the microphone (30) is at a maximum.

28. Device for operating voice-assisted systems in accordance with a method according to one of the preceding claims, the device having at least one microphone (30) and at least one loudspeaker (31) for reproducing a signal (S) generated using the microphone (30) and a bandpass filter (32) arranged between the microphone (30) and the loudspeaker, and the device having decision logic for setting the bandpass filter (32) on the basis of a comparison of the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at an investigation frequency (f_{n+5}), at which the power of the signal generated using the microphone is substantially at a maximum, with the power of the signal (S) generated using the microphone (30) at at least a substantially integer multiple of the investigation frequency ($fn+5$).

29. Device according to Claim 28, **characterized in that** the bandpass filter (32) is a filter bank having at least one notch filter.

Revendications

1. Procédé pour le fonctionnement d'un système assisté par la parole, comme un appareil de communication et/ou d'interphone/d'intercommunication dans un véhicule automobile (1), avec au moins un microphone (30) et au moins un haut-parleur (31) pour restituer un signal (S) produit au moyen d'un microphone (30) ainsi qu'un filtre passe-bande (32) disposé entre le microphone (30) et le haut-parleur (31),

caractérisé en ce que

le filtre passe-bande (32) est réglé à au moins un multiple pour l'essentiel entier de la fréquence d'analyse ($fn+5$) en fonction d'une comparaison de la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à une fréquence d'analyse ($fn+5$), à laquelle la puissance du signal produit au moyen du microphone est pour l'essentiel maximale, avec la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé à au moins un moment précoce en fonction d'une comparaison de la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse ($fn+5$) avec la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse ($fn+5$).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de telle manière qu'il bloque la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à une fréquence de blocage, lorsque la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) est plus grande de plus d'une valeur limite supérieure ($\Delta 2$) que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la première harmonique de la fréquence d'analyse (f_{n+5}).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur limite supérieure ($\Delta 2$) se situe entre 20 et 40 dB.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la valeur limite supérieure ($\Delta 2$) est pour l'essentiel de 30 dB.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de telle manière qu'il ne bloque pas avec la fréquence de blocage la partie du signal (S) produit à l'aide du microphone (30), lorsque la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) est plus grande d'une valeur limite inférieure ($\Delta 1$) que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la première harmonique de la fréquence d'analyse (f_{n+5}).

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la valeur limite inférieure ($\Delta 1$) se situe entre 5 et 20 dB.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la valeur limite inférieure ($\Delta 1$) est pour l'essentiel de 12 dB.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moyen d'une compa-

raison de la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) avec la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}), il est décidé à des moments au moins précoces, si la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) augmente de manière exponentielle.

- 5
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de manière qu'il bloque à la fréquence de blocage la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30), lorsqu'il est décidé que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) augmente de manière exponentielle.
- 10
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de manière à ce qu'il ne bloque avec la fréquence de blocage la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30) que lorsque la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) plus longue qu'un premier temps de réponse est plus grande qu'un seuil de réponse.
- 15
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le premier temps de réponse est supérieur pour l'essentiel à 750 ms.
- 20
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la puissance est déterminée à plus d'une fréquence d'analyse ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$) et **en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de manière qu'il ne bloque avec la fréquence de blocage la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30) que lorsque la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à une fréquence d'analyse (f_{n+5}) plus longue qu'un deuxième temps de réponse est plus grande que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) pour chaque autre fréquence d'analyse ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$).
- 25
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le deuxième temps de réponse est supérieur pour l'essentiel à 750 ms.
- 30
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage du filtre passe-bande (32) concernant la fréquence d'analyse (f_{n+5}) est répétée au plus tôt après expiration d'un temps mort minimal.
- 35
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** le temps mort minimal est de 100 ms à 300 ms.
- 40
17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisée en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de manière qu'il bloque la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30) autour de la fréquence de blocage, lorsqu'après expiration d'un temps de répétition qui est plus grand que le temps mort minimal, la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) est plus grande de plus de la valeur limite supérieure ($\Delta 2$) que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la première harmonique de la fréquence d'analyse (f_{n+5}) et/ou lorsqu'il est décidé que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) augmente de manière exponentielle.
- 45
18. Procédé selon la revendication 15, 16 ou 17, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est réglé de manière qu'il bloque autour de la fréquence de blocage, la partie du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à une gamme de fréquences agrandie, lorsqu'après expiration d'un temps de répétition, qui est plus grand que le temps mort minimal, la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) est plus grande de plus de la valeur limite supérieure ($\Delta 2$) que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la première harmonique de la fréquence d'analyse (f_{n+5}) et/ou lorsqu'il est décidé que la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) augmente de manière exponentielle.
- 50
19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la gamme de fréquences autour de la fréquence de blocage n'est agrandie que jusqu'à une qualité minimale.
- 55
20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** le signal (S) produit au moyen du microphone (30) est interrompu pour une durée d'interruption, lorsque la gamme de fréquences autour de la fréquence de blocage est augmentée jusqu'à la qualité minimale.
21. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la durée d'interruption est supérieure pour l'essentiel à

1 s à 5 s.

22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** la durée d'interruption est supérieure pour l'essentiel à 3 s.

5 23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 22, **caractérisé en ce que** la fréquence de blocage est la fréquence d'interruption (f_{n+5}) à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale.

10 24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 22, **caractérisé en ce que** la fréquence de blocage est la fréquence d'analyse (f_{n+5}) additionnée d'une fréquence de correction à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale.

15 25. Procédé selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** la fréquence de correction est formée à au moins une fréquence d'analyse (f_{n+4}) se situant près de cette fréquence d'analyse (f_{n+5}) en fonction de la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale, ainsi que de la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30).

20 26. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** la fréquence de correction est formée conformément à

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

- 25 - f_{korr} , étant la fréquence de correction,
 - f_{dist} , étant l'intervalle entre la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale et une fréquence d'analyse (f_{n+4}) comportant la puissance maximale directement près de la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale,
 - P_{max} , étant la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}) à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale,
 - P_{maxneigh} , étant la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30), à laquelle la fréquence d'analyse (f_{n+4}) comportant la puissance maximale directement près de la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale, et
 - sign, étant un signe,
- 30
35

sign étant positif lorsque la fréquence d'analyse (f_{n+4}) comportant la puissance maximale directement près de la fréquence d'analyse (f_{n+5}) à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale, est plus grande que la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale et sign étant autrement négatif.

40

27. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** la fréquence de correction est formée conformément à

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

- 45 - f_{korr} , étant la fréquence de correction,
 - Δf , étant l'intervalle entre deux fréquences d'analyse ($f_n, f_{n+1}, f_{n+2}, f_{n+3}, f_{n+4}, f_{n+5}, f_{n+6}, f_{n+7}, f_{n+8}$),
 - P_{max} , étant la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale,
 - $P_{\text{neighright}}$, étant la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+6}) directement au-dessus de la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale, et
 - $P_{\text{neighleft}}$, étant la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) à la fréquence d'analyse (f_{n+4}) directement en dessous de la fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal (S) produit au moyen du microphone (30) est maximale.
- 50
55

EP 1 445 761 B1

- 5
28. Appareil pour le fonctionnement de systèmes assistés par la parole selon un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'appareil comportant au moins un microphone (30) et au moins un haut-parleur (31) pour restituer un signal (S) produit au moyen du microphone (30) ainsi qu'un filtre passe-bande (32) disposé entre le microphone (30) et le haut-parleur et l'appareil comportant un système logique de décision pour le réglage du filtre passe-bande (32) en fonction d'une comparaison de la puissance du signal (S) produit par le microphone (30) à une fréquence d'analyse (f_{n+5}), à laquelle la puissance du signal produit par le microphone est pour l'essentiel maximale, avec la puissance du signal (S) produit par le microphone (30) à au moins un multiple pour l'essentiel entier de la fréquence d'analyse (f_{n+5}).
- 10
29. Appareil selon la revendication 28, **caractérisé en ce que** le filtre passe-bande (32) est un banc de filtres avec au moins un filtre coupe-bande.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

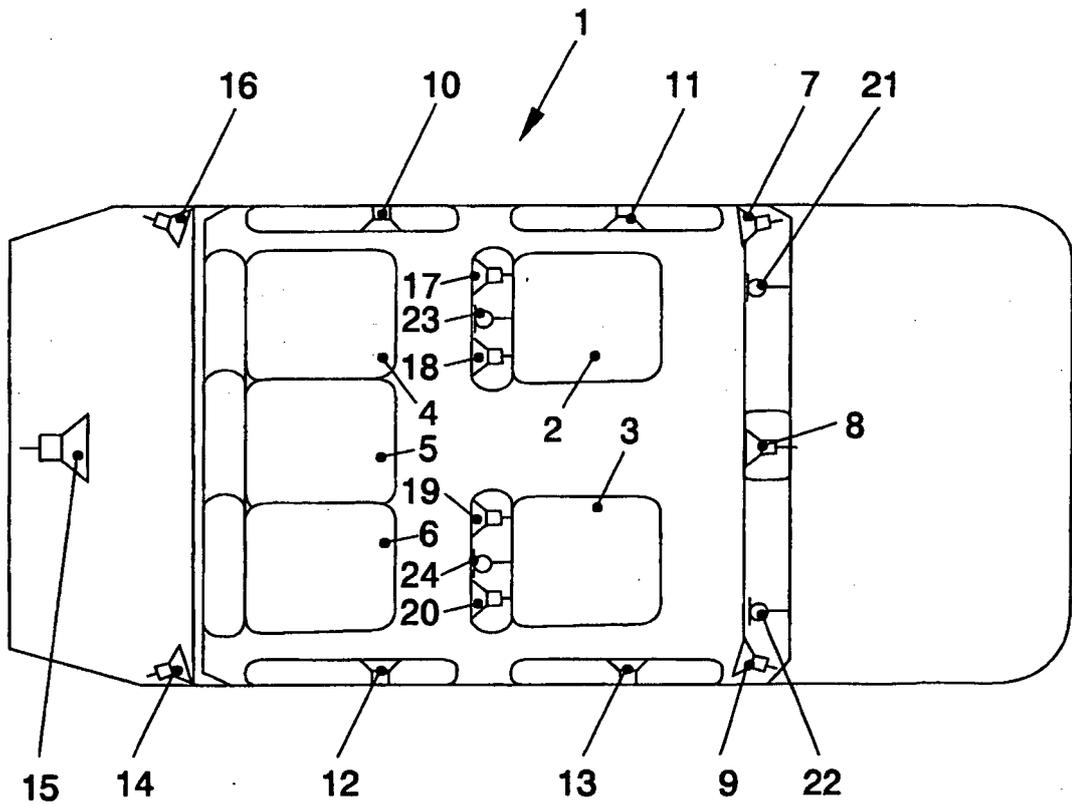


FIG. 1

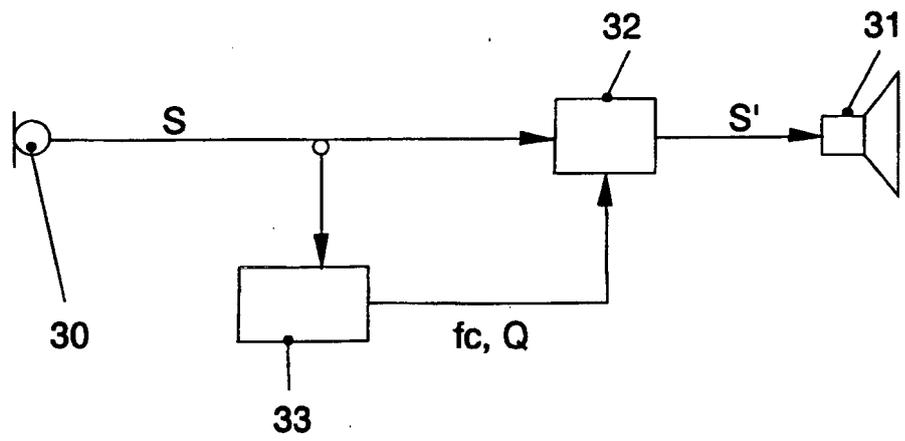


FIG. 2

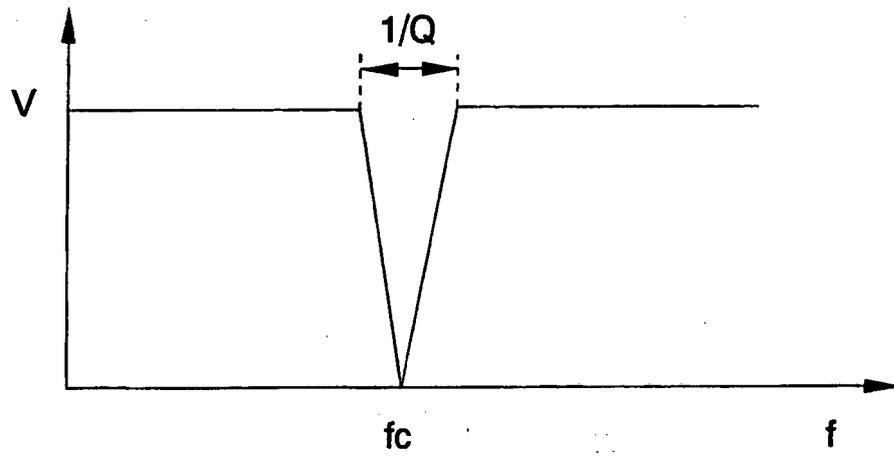


FIG. 3

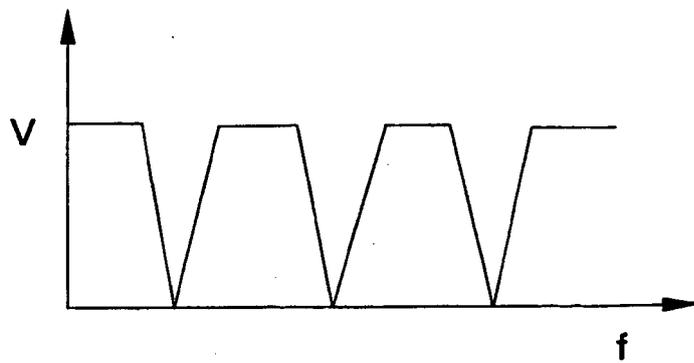


FIG. 4

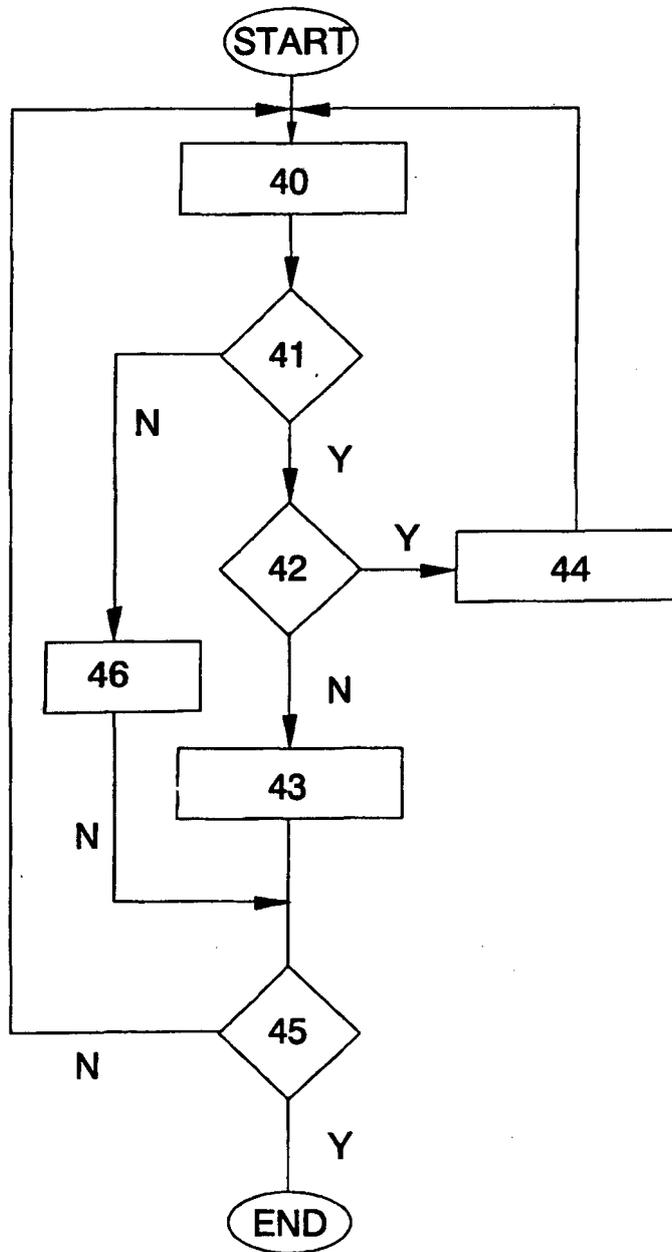


FIG. 5

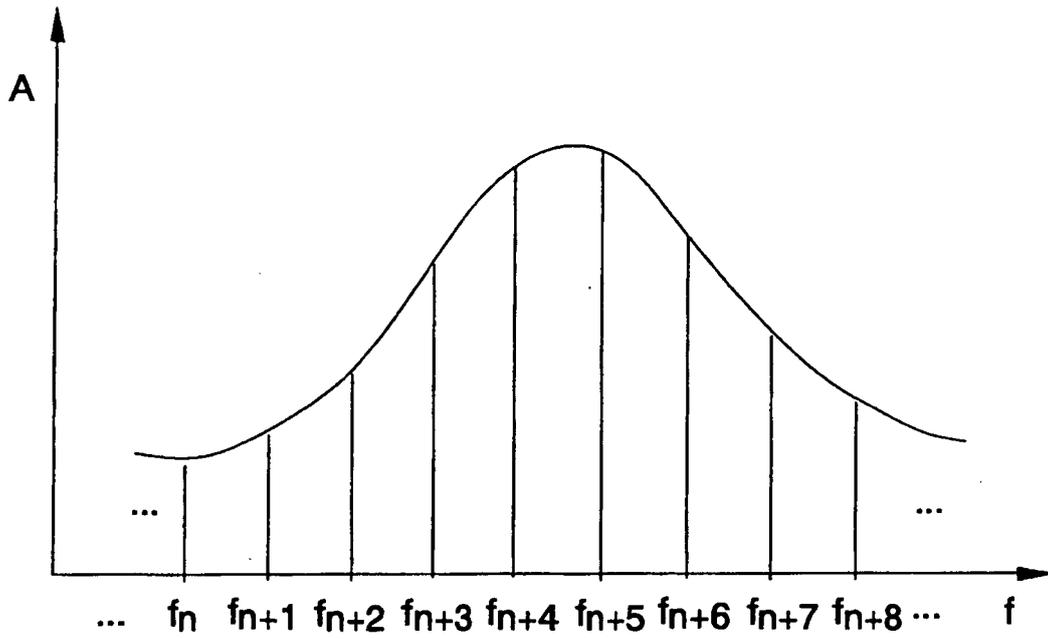


FIG. 6

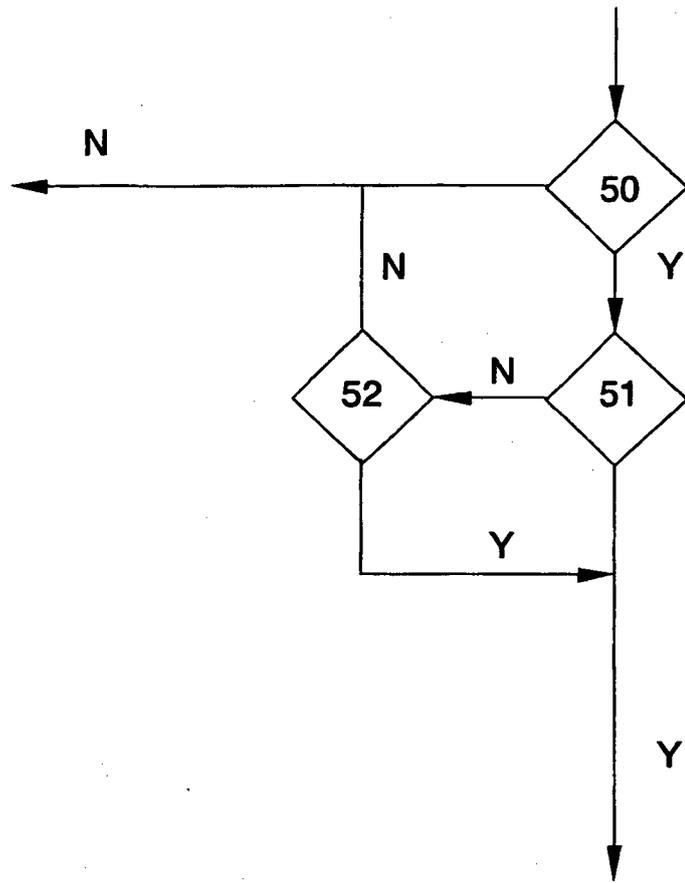


FIG. 7

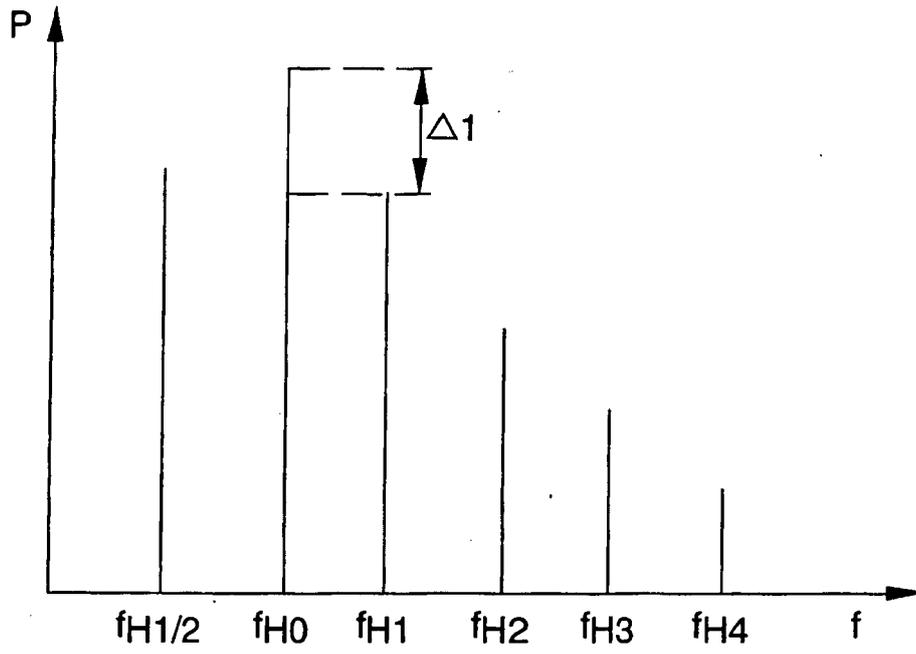


FIG. 8

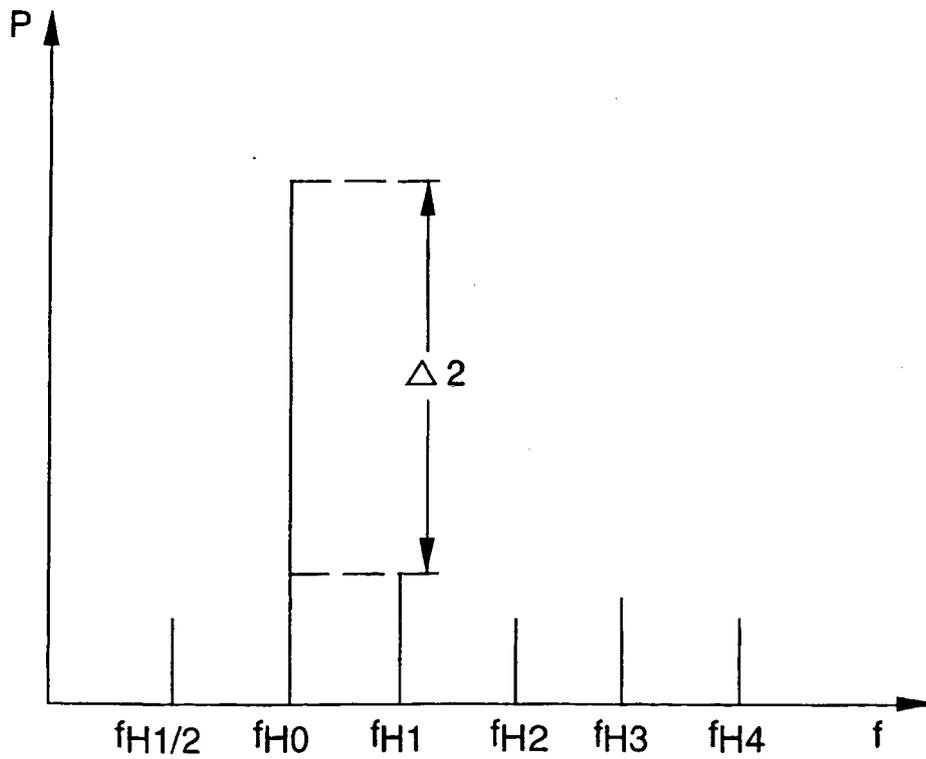


FIG. 9

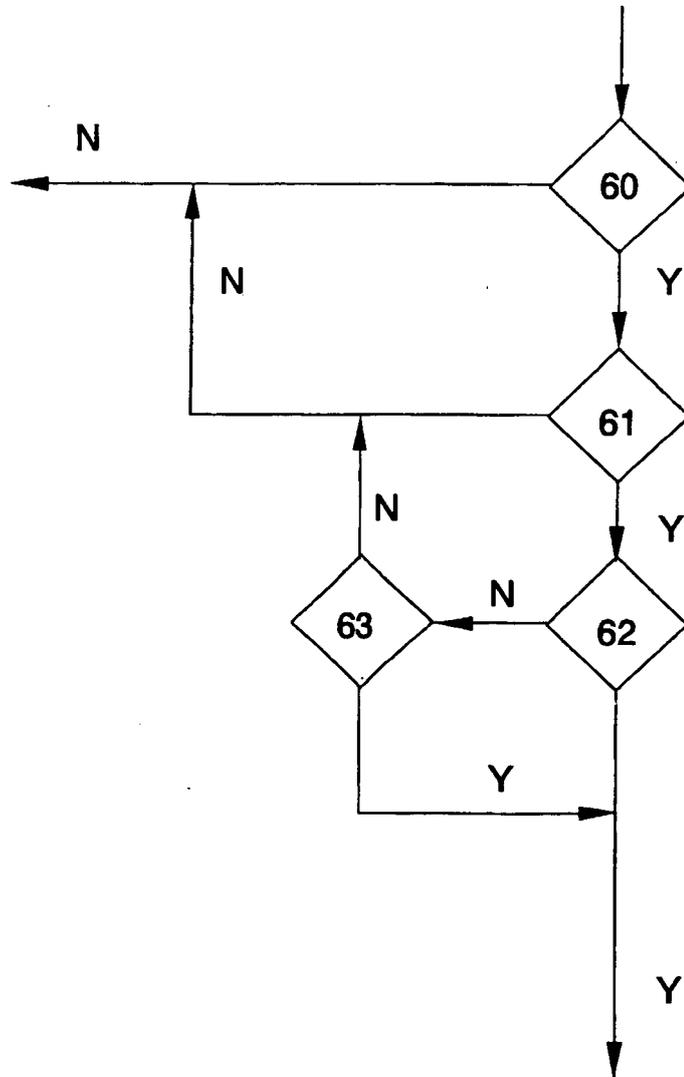


FIG. 10

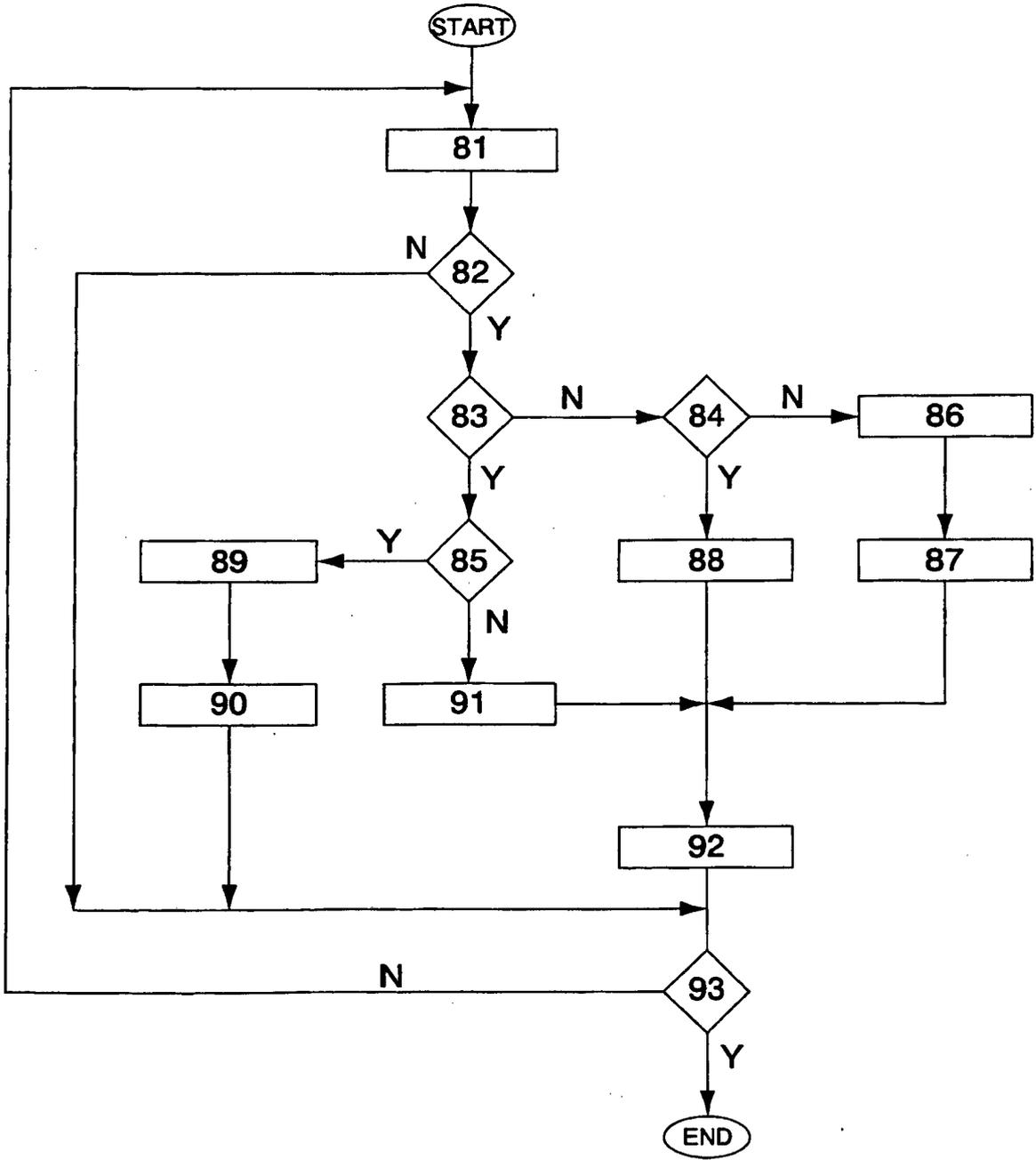


FIG. 11

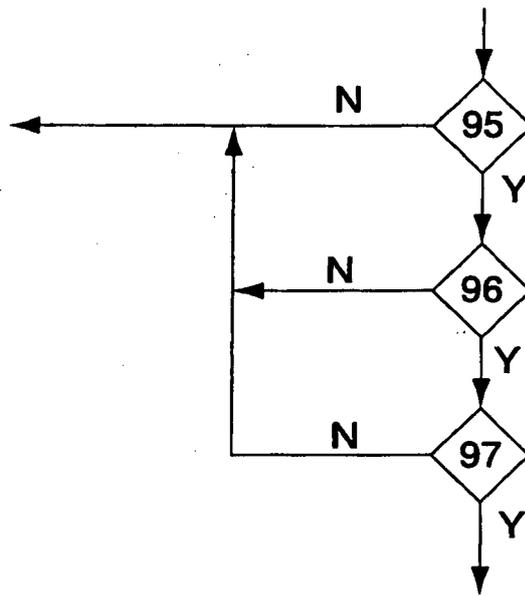


FIG. 12

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] [0009]
- EP 0903726 A2 [0008]