

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 269 576 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:

**09.03.2005 Patentblatt 2005/10**

(51) Int Cl.7: **H01R 3/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/CH2000/000190**

(21) Anmeldenummer: **00912317.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **31.03.2000**

**WO 2000/033634 (15.06.2000 Gazette 2000/24)**

(54) **VERFAHREN ZUR VORGABE DER ÜBERTRAGUNGSSCHARAKTERISTIK EINER  
MIKROPHONANORDNUNG UND MIKROPHONANORDNUNG**

METHOD FOR PROVIDING THE TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF A MICROPHONE  
ARRANGEMENT AND MICROPHONE ARRANGEMENT

PROCEDE POUR PREDETERMINER LA CARACTERISTIQUE DE TRANSMISSION D'UN  
ENSEMBLE MICROPHONE ET ENSEMBLE MICROPHONE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE DK FR GB IT LI**

(74) Vertreter: **Troesch, Jacques J., Dr. sc. nat.**  
**Troesch Scheidegger Werner AG,**  
**Schwäntenmos 14**  
**8126 Zumikon (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.01.2003 Patentblatt 2003/01**

(56) Entgegenhaltungen:

(73) Patentinhaber: **PHONAK AG**  
**8712 Stäfa (CH)**

**DE-A- 2 242 790**

**DE-A- 19 730 878**

**GB-A- 2 076 152**

**US-A- 4 752 961**

**US-A- 5 289 544**

(72) Erfinder: **ROECK, Hans-Ueli**  
**CH-8634 Hombrechtikon (CH)**

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

**EP 1 269 576 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Mikrophonanordnung nach demjenigen von Anspruch 9.

**[0002]** Bei der Empfangs- und Verarbeitungstechnik akustischer Signale besteht oft das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit einer Übertragungscharakteristik zu realisieren, welche in vorgegebener oder vorgebbarer Funktion der Einfallrichtung der akustischen Signale das elektrische Ausgangssignal erzeugen. Insbesondere besteht dabei das Bedürfnis, Mikrophonanordnungen mit vorgegeben oder vorgebbare gerichteter Charakteristik zu realisieren, bei denen akustische Signale aus vorgegebenen Richtungsbereichen mehr, aus andern Richtungsbereichen weniger verstärkt auf das Ausgangssignal wirken, bis hin zu Anordnungen mit praktisch in eine Richtung fokussierter Empfangscharakteristik.

**[0003]** Zur Realisierung solcher Übertragungscharakteristiken sind vielfältige Vorgehensweisen bekannt. Nur beispielsweise sei diesbezüglich auf die W099/04598 bzw. die US 09/146784 ( $\phi$ -Multiplikation) oder die WO99/09786 bzw. die US 09/168184 ( $\phi$ -Filterführung) derselben Anmelderin verwiesen, wonach grundsätzlich aus der Phasenverschiebung auf Mikrophonanordnungen eintreffender akustischer Signale und deren gezielter Verarbeitung, erwünschte Übertragungscharakteristiken von Mikrophonanordnungen erwirkt werden.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein weiteres Vorgehen vorzuschlagen, um eine erwünschte Übertragungscharakteristik in obgenanntem Sinne zu realisieren.

**[0005]** Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch ein Verfahren eingangs genannter Art gelöst, bei dem an der Mikrophonanordnung mindestens zwei Submikrophonanordnungen vorgesehen werden, deren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrophonanordnungen als einer der Faktoren bildet.

**[0006]** Wenn wir im Rahmen der vorliegenden Anmeldung von "Saturierung" sprechen, so bedeutet dies, dass der Wert einer betrachteten mathematischen Funktion ab Erreichen eines vorgegebenen Wertes geklippt wird, so dass er entgegen dem Verlauf der mathematischen Funktion, ab Erreichen dieses Wertes konstant bleibt.

**[0007]** Obwohl eine Saturierung des erwähnten Produktes, d.h. des gewichteten Quotienten, auf einen minimalen Wert durchaus sinnvoll sein kann, wird bevorzugterweise vorgeschlagen, dass man das Produkt, jedenfalls auch, auf einen maximalen Wert saturiert.

**[0008]** Im weiteren kann der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebigen Wert ungleich Null einnehmen, somit durchaus auch den Wert 1.

**[0009]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die erwähnte Funktion eine Differenz aus einer gegebenenfalls einstellbaren Konstanten und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten mindestens genähert gleich dem Saturierungswert gewählt wird.

**[0010]** Im weiteren wird bevorzugterweise der erwähnte Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt, ohne Berücksichtigung ihrer Phasenlage.

**[0011]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der erwähnte Quotient im Rahmen folgender Funktion eingesetzt:

$$S = C_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|C_2|}{|C_N|} \right]_{\text{SAT} B} \right\}$$

worin bedeuten

S: Ausgangssignal der Mikrophonanordnung

A: Ein vorgegebener oder vorgebbarer Signalwert

$|C_N|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikrophonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen soll

$|c_z|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikrofonanordnung

satB: Saturierung des Quotienten auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren maximalen Signalwert B

$\alpha$ : Vorgebbarer oder vorgegebener Faktor.

**[0012]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, insbesondere im Rahmen des Einsatzes der erfindungsgemässen Verfahrens für Hörgeräte, werden die Übertragungscharakteristiken der Submikrofonanordnungen so gewählt, dass sie jeweils maximale Signalverstärkungen aufweisen für aus im wesentlichen inversen Richtungen einfallende akustische Signale.

**[0013]** Eine erfindungsgemässe Mikrofonanordnung eingangs genannter Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Verarbeitungseinheit eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang sowie einem Gewichtungseingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit je einem der Eingänge der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen und/oder einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ihrem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

**[0014]** Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Mikrofonanordnung sind in den Ansprüchen 10 bis 18 spezifiziert.

**[0015]** Das erfindungsgemässe Verfahren sowie die erfindungsgemässe Mikrofonanordnung eignen sich insbesondere für den Einsatz an Hörgeräten.

**[0016]** Obwohl es durchaus möglich ist, das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Mikrofonanordnung mittels Signalverarbeitung im Zeitbereich zu realisieren, wird in einer bevorzugten Ausführungsform die Signalverarbeitung im Frequenzbereich vorgenommen, unter Einsatz von Zeitbereich/Frequenzbereich-Wandlern bzw. Frequenzbereich/Zeitbereich-Wandlern.

**[0017]** Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1a und b      beispielsweise, die Übertragungscharakteristiken von zwei (a und b) erfindungsgemäss eingesetzten Submikrofonanordnungen;

Fig. 2              über der Winkelachse  $\varphi$  gemäss den Fig. 1a bzw. 1b, in dB die Bildung einer Quotientenfunktion Q aus den Charakteristika gemäss den Fig. 1a und 1b sowie der Saturierung dieser Quotientenfunktion auf den maximalen Wert 0 dB;

Fig. 3              ausgehend von der anhand von Fig. 2 erläuterten saturierten Quotientenfunktion, dieselbe saturierte Quotientenfunktion in linearer Verstärkungs-Skalierung und die Bildung einer Funktion F aus der Differenz besagter saturierter Quotientenfunktion bezüglich eines Festwertes;

Fig. 4              in Darstellung analog zu den Fig. 1a und 1b, schattiert, eine erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik;

Fig. 5              in Darstellung analog zu Fig. 4, eine weitere erfindungsgemäss realisierte Übertragungscharakteristik, und

Fig. 6              in Form eines vereinfachten Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes, die Realisation einer erfindungsgemässen Mikrofonanordnung.

**[0018]** Anhand der Figuren 1 bis 3 soll das erfindungsgemässe Vorgehen ohne Anspruch auf wissenschaftliche Exaktheit anhand von einfachen Übertragungscharakteristiken dargestellt werden, entsprechend je Kardoiden erster Ordnung. Anhand dieses übersichtlichen und einfachen Vorgehens werden dem Fachmann die Anleitungen gegeben, wie erfindungsgemäss auch ausgehend von komplexeren Übertragungsfunktionen eine erwünschte Übertragungscharakteristik realisiert werden kann.

**[0019]** Eine erste Submikrofonanordnung weise bezüglich ihrer Übertragungs- bzw. Verstärkungscharakteristik bezüglich auf sie einfallender akustischer Signale aus der Richtung  $\varphi$  die in Fig. 1a zweidimensional dargestellte, dreidimensionale Übertragungscharakteristik auf. In Fig. 1b ist, in Darstellung analog zu Fig. 1a, die Übertragungscharakteristik einer zweiten Submikrofonanordnung dargestellt, welche bezüglich der Achse  $\pi/2; 3\pi/2$  spiegelbildlich zur Übertragungscharakteristik der ersten Submikrofonanordnung sei. Die Übertragungscharakteristik gemäss Fig. 1a sei mit  $c_N$ , diejenige gemäss 1b mit  $c_z$  bezeichnet.

**[0020]** In Fig. 2 ist über der Winkelachse  $\varphi$  gemäss den Fig. 1a und 1b der Betrag der Übertragungscharakteristiken

$c_N$  bzw.  $c_Z$  qualitativ und in dB dargestellt.

**[0021]** Bei auf die beiden Submikrophananordnungen eintreffenden akustischen Einheitssignalen entsprechen die in den Fig. 1a und 1b dargestellten Übertragungscharakteristiken gleichzeitig den jeweiligen Signalwerten ausgangs-

seitig der betrachteten Submikrophananordnungen.

**[0022]** Erfindungsgemäss wird nun aus diesen beiden Ausgangssignalwerten, welche ebenfalls mit  $c_N$  bzw.  $c_Z$  bezeichnet seinen, ein Quotient gebildet, beispielsweise

$$Q = \frac{|c_Z|}{|c_N|}.$$

**[0023]** Es ergibt sich bei dieser Quotientenbildung die in Fig. 2 strichpunktiert qualitativ dargestellte Funktion Q mit einer Polstelle bei  $\varphi = \pi$ . Bei realer Quotientenbildung wird der bei der Nullstelle der Nennerfunktion  $|c_N|$  resultierende Pol ohnehin abgefangen, d.h. die Quotientenfunktion Q wird saturiert. Bevorzugterweise wird die Quotientenfunktion auf einem vorgegebenen oder vorgebbaren Wert B saturiert, gemäss Fig. 1 vorzugsweise auf dem Wert "eins", bei Maximalwert der Übertragungsfunktionen gemäss den Figuren 1a, b von "eins".

**[0024]** Geht man nun davon aus, dass die Nennerübertragungscharakteristik, im vorliegenden Fall  $c_N$ , diejenige sei, welche für das zu erzielende Übertragungscharakteristik-Resultat die dominante sei, d.h. eine Übertragungscharakteristik sei, die in einem Winkelbereich eine hohe Signalverstärkung aufweist, in welchem auch die zu realisierende Wunschcharakteristik hohe Signalverstärkung aufweisen soll, so ist bereits jetzt der Vorteil der erfindungsgemässen Quotientenbildung ersichtlich. Von dieser für das anzustrebende Resultat dominanten Übertragungscharakteristik ergibt sich im Nullstellen-Winkelbereich eine Polstelle des Quotienten. Der Nullstellen-Winkelbereich der dominanten Übertragungscharakteristik bzw. diejenigen Winkelbereiche mit verringerter Signalverstärkung werden aber diejenigen sein, die zum Erhalt der Wunsch-Charakteristik zu verändern, d.h. zu "verbessern" sind. Gerade dort besteht nun die Möglichkeit, einfach einzugreifen, nämlich durch Saturierung auf einen vorgebbaren bzw. vorgegebenen konstanten Wert der Quotientenfunktion.

**[0025]** Aus Übersichtsgründen ist nun in Fig. 3 mit linearer Verstärkungsskalierung die auf "1" saturierte Quotientenfunktion  $Q_{sat1}$  eingetragen. Daraus ist nun weiterhin ersichtlich, dass in den nicht saturierten Winkelbereichen, vorliegendenfalls zwischen 0 und  $\pi/2$  sowie zwischen  $3\pi/2$  und  $2\pi$ , die saturierte Quotientenfunktion  $Q_{sat1}$  den Verlauf einer gerichteten Übertragungscharakteristik aufweist. Soll nun für die erwünschte zu realisierende Übertragungscharakteristik ausgesprochene Richtcharakteristik erzielt werden, so wird der erfindungsgemäss auf den vorgegebenen Saturierungswert, am beschriebenen Beispiel "eins" gesetzte Bereich der Quotientenfunktion dazu ausgenützt, dort, d.h. in diesem Winkelbereich, eine definierte minimale Verstärkung der erwünschten Übertragungscharakteristik zu erzielen. Am vorgestellten Beispiel wird dies dadurch erreicht, dass die saturierte Quotientenfunktion von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Festwert A, beispielsweise und vorzugsweise im vorgestellten Beispiel mit dem Wert "eins" subtrahiert wird. Es ergibt sich die in Fig. 3 wiederum ausgezogen dargestellte Funktion

$$F = A - Q_{sat1}$$

bzw. als Spezialfall und bevorzugter Fall, die Funktion

$$F = 1 - Q_{sat1}.$$

**[0026]** Daraus ist ersichtlich, dass eine Übertragungsfunktion erzielt wurde, F, welche ausschliesslich im Winkelbereich

$$0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \text{ und } \frac{3\pi}{2} < \varphi \leq 2\pi$$

eine nicht verschwindende Signalverstärkung aufweist.

**[0027]** Bezüglich des erfindungsgemässen Vorgehens kann nun folgendes ausgeführt werden:

- Grundsätzlich wird die zu realisierende Übertragungscharakteristik ausgangsseitig der erfindungsgemässen Mikrophananordnung als Funktion des auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Maximalwert saturierten Quotienten der Ausgangssignale zweier Submikrophananordnungen mit unterschiedlicher Übertragungscharakteristik realisiert.

Dabei wird bevorzugt, und wie noch gezeigt werden wird, die Quotientenfunktion Q, als Faktor, mit einem weiteren fest vorgegebenen oder einstellbaren Gewichtungsfaktor multipliziert, bevor am resultierenden Produkt die Sättigung erfolgt. In dem anhand der Figuren 1 bis 3 vorgestellten Beispiel ist der erwähnte Gewichtungsfaktor 1.

Im weiteren kann es durchaus vorteilhaft sein, die Sättigung am Produkt aus dem erwähnten Faktor und dem Quotienten, mindestens auch, bei Erreichen vorgegebener Minimalwerte vorzunehmen.

- Die Quotientenbildung kann dabei direkt durch Quotientenbildung der Signalamplitudenwerte, ohne Phasenberücksichtigung erfolgen.
- Obwohl gegebenenfalls das saturierte Produkt in Form einer anderen Funktion eingesetzt werden kann, generell also als  $F = F[(\alpha \cdot Q)_{\text{stab}}]$ , wird weitaus bevorzugt für die Realisierung einer gerichteten Charakteristik das erwähnte saturierte Produkt von einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Festwert subtrahiert.

**[0028]** Wie noch gezeigt werden wird, ergibt sich auf höchst einfache Art und Weise durch Variation des erwähnten Festwertes und/oder des multiplikativen Faktors  $\alpha$  des saturierten Produktes die Möglichkeit, die angestrebte Richtcharakteristik zu variieren.

- Als Submikrophananordnungen können grundsätzlich alle bekannten Mikrophone und deren Kombinationen eingesetzt werden, die, wie gefordert in Einsatzposition und wie gefordert bezüglich Einfallsrichtung  $\varphi$  auftreffender akustischer Signale, unterschiedliche Übertragungscharakteristiken aufweisen.

- Insbesondere für die Realisation gerichteter Charakteristiken werden bevorzugterweise Submikrophananordnungen eingesetzt, deren Übertragungscharakteristiken identisch, aber bezüglich Einfallsrichtung akustischer Signale invers gerichtet sind.

- Die Realisation derartiger Mikrophananordnungen kann insbesondere nach dem bekannten "delay and add"-Prinzip erfolgen.

Die eben genannten, invers wirkenden Mikrophananordnungen können insbesondere auch bei dieser Realisationsform mit zwei Mikrophenen realisiert werden, deren Ausgänge, wie noch gezeigt werden wird, zur Bildung der beiden Submikrophananordnungen jeweils zeitverzögert und entsprechend addiert werden.

- Es versteht sich von selbst, dass durch Weiterbildung des erfindungsgemässen Vorgehens mit drei und mehr Submikrophananordnungen höchst komplexe Übertragungsfunktionen und Übertragungsfunktions-Kombinationen realisierbar werden.

**[0029]** zusammengefasst wird nochmals die erfindungsgemäss bevorzugt eingesetzte Übertragungsfunktion wiedergegeben, nämlich:

$$S = C_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|C_Z|}{|C_N|} \right]_{\text{stab}} \right\}$$

**[0030]** In Fig. 4 ist die Übertragungsfunktion dargestellt, welche aus invers gerichteten, identischen Kardoid-Übertragungscharakteristiken Ca erfindungsgemäss gebildet wurde, entsprechend der Übertragungsfunktion

$$S' = C_N \left\{ 1 - \left[ 1 \cdot \frac{|C_Z|}{|C_N|} \right]_{\text{stab}} \right\}$$

**[0031]** In Fig. 5 ist die resultierende Übertragungscharakteristik dargestellt, wenn gilt:

$$S'' = S_N \left\{ 1 - \left[ 4 \cdot \frac{K_{21}}{|G_N|} \right] \sin \varphi \right\}$$

**[0032]** In Fig. 6 ist anhand eines vereinfachten Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes eine nach dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitende Mikrophonanordnung beispielsweise dargestellt, insbesondere auch für den Einsatz an einem Hörgerät.

**[0033]** Gemäss Fig. 6 ist an der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung eingangsseitig eine Anordnung 1 mit mindestens zwei Submikrophonanordnungen 1a und 1b vorgesehen. An ihren Ausgängen  $A_{1a}$  bzw.  $A_{1b}$  erscheinen Ausgangssignale in Funktion der Richtung  $\varphi$  auf die eingangsseitigen Mikrophone auftreffender akustischer Signale. Wie in Fig. 6 dargestellt, können die beiden Submikrophonanordnungen durchaus mittels eines einzigen Paares von Mikrofonen realisiert werden, deren Ausgänge nach der Technik "delay and add" miteinander verkoppelt sind. Wesentlich ist, dass an den Ausgängen  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  grundsätzlich Signale mit unterschiedlichen Übertragungscharakteristiken bezüglich der Richtung  $\varphi$  eintreffender akustischer Signale erzeugt werden.

**[0034]** vorzugsweise sind die Ausgänge  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  auf Zeitbereich/Frequenzbereich-Wandlereinheiten FFT 3a bzw. 3b geführt, sofern, wie bevorzugt, die nachfolgende Signalverarbeitung im Frequenzbereich erfolgen soll. Es sind die erwähnten Ausgänge mit Eingängen  $E_{5a}$  bzw.  $E_{5b}$  von Betragsbildungseinheiten 5a und 5b wirkverbunden. Die Ausgänge der erwähnten Betragsbildungseinheiten sind, wie dargestellt, auf die Nenner- und Zählereingänge N und Z einer Divisionseinheit 7 geführt. Über eine Gewichtungseinheit 9 mit an einem Steuereingang  $S_g$  vorgebbaren Gewichtungsfaktor  $\alpha$  multipliziert, ist der Ausgang  $A_7$  mit dem einen Eingang  $E_{11a}$  einer Subtraktionseinheit 11 wirkverbunden.

**[0035]** Wie in Fig. 6 gestrichelt umrandet, bilden Divisionseinheit 7 und Gewichtungseinheit 9 eine gewichtete Quotientenbildungseinheit 10. Der beispielsweise in Fig. 6 dargestellte an der Gewichtungseinheit 9 einstellbare Faktor  $\alpha$  kann beliebig von 0 unterschiedliche Werte einnehmen.

**[0036]** Wie weiter in Fig. 6 schematisiert dargestellt, wird das Signal am Ausgang  $A_9$  der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 einer Saturierungseinheit 12 zugeführt, deren Ausgang erst dem Eingang  $E_{11a}$  zugeführt wird. An der Saturierungseinheit 12, welche selbstverständlich integral mit der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 vereinigt sein kann, wird das Ausgangssignal der gewichteten Quotientenbildungseinheit 10 nach unten (im Block 12 von Fig. 6 gestrichelt angedeutet) und/oder nach oben auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert B - wie schematisch dargestellt am Eingang  $\text{sat}_B$  eingestellt - saturiert. Dies dabei bevorzugterweise mindestens auch auf einen Maximalwert. An der Subtraktionseinheit 11 wird das dort anstehende Signal von einem am zweiten Eingang  $E_{11b}$  eingestellten oder einstellbaren Festwert A subtrahiert. Der Ausgang  $A_{11}$  der Subtraktionseinheit 11 ist mit dem einen Eingang  $E_{13a}$  einer Multiplikationseinheit 13 wirkverbunden, mit deren zweitem Eingang  $E_{13b}$  das Ausgangssignal derjenigen Submikrophonanordnung 1a wirkverbunden ist, die auch mit dem Nennereingang N der Divisionseinheit 7 wirkverbunden ist. Gegebenenfalls zur Änderung des anhand der Fig. 1 bis 3 erläuterten Saturierungswinkelbereiches kann, wie bei 15 gestrichelt dargestellt, das Nennersignal, gegebenenfalls auch das Zählersignal, dem Eingang N bzw. dem Eingang Z der Divisionseingang 7 zugeführt, noch gewichtet werden.

**[0037]** Ausgangsseits der Multiplikationseinheit 13 erscheint das Ausgangssignal  $S_{\text{out}}$  der erfindungsgemässen Mikrophonanordnung. Es weist die erwünschte Übertragungscharakteristik auf in Funktion des räumlichen Winkels  $\varphi$ , mit welchem akustische Signale auf die eingangsseitige Mikrophonanordnung 1 auftreffen.

**[0038]** Wie bereits erwähnt wurde, werden bevorzugterweise für die Übertragungscharakteristiken der Submikrophonanordnungen 1a und 1b identische, zueinander richtungsinvers wirkende Charakteristiken gewählt. Durch Einstellung des Gewichtungsfaktors  $\alpha$ , des Saturierungswertes B, des Fixwertes A, gegebenenfalls weiterer Gewichtungsfaktoren wie  $\beta$ , wird die gewünschte Übertragungscharakteristik am Ausgangssignal  $S_{\text{out}}$  eingestellt.

**[0039]** Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Mikrophonanordnung eignen sich ausgezeichnet für den Einsatz an Hörgeräten, insbesondere auch aufgrund des geringen Signalverarbeitungsaufwandes und der, wie anhand der Fig. 3 und 4 gezeigt wurde, ausgeprägten Möglichkeit, die Signalübertragung aus unerwünschten Einfallrichtungen, wie von hinten bezüglich eines getragenen Hörgerätes, zu unterdrücken. Für Hörgeräte werden bevorzugt anstelle von Submikrophonanordnungen mit Cardoid-Charakteristiken  $C_a$  eher solche mit Hypercardoid-Charakteristiken  $H_{Ca}$  (Fig. 5) eingesetzt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorgabe der Übertragungscharakteristik, mit welcher akustische Signale, die auf eine Mikrophonanordnung einfallen, in Funktion ihrer Einfallrichtung in ein elektrisches Ausgangssignal gewandelt werden, da-

durch gekennzeichnet, dass an der Mikrofonanordnung mindestens zwei Submikrofonanordnungen vorgesehen werden, deren Übertragungscharakteristiken in Funktion besagter Richtung je auf ihre elektrischen Ausgangssignale unterschiedlich sind und dass man das Ausgangssignal als eine Funktion eines auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert saturierten Produktes, mit dem Quotienten der Ausgangssignale der Submikrofonanordnungen als einer der Faktoren, bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt auf einen maximalen Wert saturiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Faktor des saturierten Produktes einen beliebigen Wert ungleich Null einnehmen kann.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Funktion eine Differenz aus einer - gegebenenfalls einstellbaren - Konstanten (A) und dem saturierten Produkt umfasst, wobei bevorzugterweise der Wert der Konstanten (A) mindestens genähert gleich dem Saturierungswert (B) gewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quotient aus den Amplitudenwerten der Ausgangssignale ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgangssignal nach folgender Funktion gebildet wird

$$S = C_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|C_Z|}{|C_N|} \right]_{\text{sat}B} \right\}$$

worin bedeuten

S: Ausgangssignal der Mikrofonanordnung

A: Ein vorgegebener oder vorgebbarer Signalwert

$|C_N|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignals einer ersten Submikrofonanordnung, deren Übertragungscharakteristik bei einem Einfallswinkel maximale Verstärkung aufweist, wo auch die zu bildende Charakteristik maximale Verstärkung aufweisen soll.

$|C_Z|$ : Amplitudenwert des Ausgangssignal der zweiten Submikrofonanordnung

satB: Saturierung des Produktes  $[\ ]$  auf einen vorgegebenen oder vorgebbaren maximalen Signalwert B

$\alpha$ : Vorgebbarer oder vorgegebener Faktor des Produktes.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragungscharakteristiken der Submikrofonanordnungen maximale Verstärkungen für aus im wesentlichen inversen Richtungen einfallende akustische Signale aufweisen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragungscharakteristiken cardoid- oder, bevorzugt, hypercardoid-förmig sind.
9. Mikrofonanordnung mit mindestens zwei Submikrofonanordnungen, deren Übertragungscharakteristiken bezüglich der Richtung auf sie eintreffender Signale unterschiedlich sind und deren Ausgänge auf Eingänge einer Verarbeitungseinheit geführt sind mit einem Ausgang, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitungseinheit eine gewichtete Quotientenbildungseinheit umfasst mit einem Nenner-Eingang, einem Zähler-Eingang sowie einem Gewichtungseingang, wobei Zähler- und Nenner-Eingänge mit je einem der Eingänge der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind, wobei weiter die gewichtete Quotientenbildungseinheit ein auf einen maximalen und/oder

einen minimalen Wert saturiertes Ausgangssignal an ihrem Ausgang erzeugt, welcher Ausgang mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.

- 5 10. Mikrophananordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgangssignal der gewichteten Quotientenbildungseinheit auf einen maximalen Signalwert saturiert ist.
11. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Gewichtungs-  
eingang ein beliebiger Gewichtungsfaktor ungleich Null fest oder einstellbar zugeführt ist.
- 10 12. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit über eine Differenzbildungseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.
- 15 13. Mikrophananordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** einem zweiten Eingang der Differenzbildungseinheit ein fixes oder einstellbares Signal zugeführt ist, dessen Wert bevorzugterweise mindestens genähert gleich einem Saturierungswert des saturierten Ausgangssignals der gewichteten Quotientenbildungseinheit ist.
- 20 14. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingänge der Verarbeitungseinheit je über Betragsbildungseinheiten geführt sind, bevor sie mit den Zähler- bzw. Nenner-Eingängen der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden sind.
- 25 15. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgang der gewichteten Quotientenbildungseinheit mit dem einen Eingang einer Multiplikationseinheit wirkverbunden ist, deren zweiter Eingang mit dem Ausgang derjenigen Submikrophananordnung wirkverbunden ist, welche mit dem Nennereingang der Quotientenbildungseinheit wirkverbunden ist und dass der Ausgang der Multiplikationseinheit mit dem Ausgang der Verarbeitungseinheit wirkverbunden ist.
- 30 16. Mikrophananordnung nach den Ansprüchen 13 und 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgang der Differenzbildungseinheit mit dem einen Eingang der Multiplikationseinheit wirkverbunden ist.
- 35 17. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Ausgängen der Submikrophananordnungen und den Eingängen der Verarbeitungseinheit je Zeit-/Frequenzbereichs-Wandler vorgesehen sind.
- 40 18. Mikrophananordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Submikrophananordnungen Cardoidoder Hypercardoid-Charakteristiken haben, bevorzugt letztere.
19. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 bzw. der Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 18 für Hörgeräte.

## Claims

- 45 1. Method for prescribing the transmission characteristic with the aid of which acoustic signals incident on a microphone arrangement are converted into an electric output signal as a function of their direction of incidence, **characterized in that** at the microphone arrangement there are provided at least two microphone sub-arrangements whose transmission characteristics as a function of said direction upon their electric output signals are different, and **in that** the output signal is formed as a function of a product, saturated to a prescribed or prescribable value,  
50 with the quotient of the output signals of the microphone sub-arrangements as one of the factors.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the product is saturated to a maximum value.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the second factor of the saturated product can assume  
55 an arbitrary non-vanishing value.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the function comprises a difference between a constant (A) - settable, if appropriate - and the saturated product, the value of the constant (A) preferably being



selected to be at least approximately equal to the saturation value (B).

- 5 5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the quotient of the amplitude values of the output signals is determined.

- 10 6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the output signal is formed using the following function

$$S = c_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_2|}{|c_N|} \right] \text{sat} B \right\}$$

15 in which

S signifies the output signal of the microphone arrangement

20 A signifies a prescribed or prescribable signal value

$|c_N|$  signifies the amplitude value of the output signal of a first microphone sub-arrangement whose transmission characteristic exhibits maximum gain for one angle of incidence where the characteristic to be formed is also to exhibit maximum gain,

25  $|c_2|$  signifies the amplitude value of the output signal of the second microphone sub-arrangement

satB signifies a saturation of the product  $[\ ]$  to a prescribed or prescribable maximum signal value B

30  $\alpha$  signifies a prescribable or prescribed factor of the product.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the transmission characteristics of the microphone sub-arrangements exhibit maximum gains for acoustic signals incident from substantially inverse directions.

- 35 8. Method according to Claim 7, **characterized in that** the transmission characteristics are of cardioid or, preferably, hypercardioid shape.

9. Microphone arrangement having at least two microphone sub-arrangements whose transmission characteristics differ with reference to the direction of signals arriving at them, and whose outputs are led to inputs of a processing unit with one output, **characterized in that** the processing unit comprises a weighted quotient forming unit with a denominator input, a numerator input, as well as a weighting input, numerator and denominator inputs being operationally connected to one of the inputs of the processing unit in each case, the weighted quotient forming unit further generating at its output an output signal saturated to a maximum and/or a minimum value, which output is operationally connected to the output of the processing unit.

- 45 10. Microphone arrangement according to Claim 9, **characterized in that** the output signal of the weighted quotient forming unit is saturated to a maximum signal value.

- 50 11. Microphone arrangement according to either Claims 9 and 10, **characterized in that** an arbitrary non-vanishing weighting factor is fed permanently or settable to the weighting input.

12. Microphone arrangement according to one of Claims 9 to 11, **characterized in that** the output of the weighted quotient forming unit is operationally connected to the output of the processing unit via a difference forming unit.

- 55 13. Microphone arrangement according to Claim 12, **characterized in that** a second input of the difference forming unit is fed a fixed or settable signal whose value is preferably at least approximately equal to a saturation value of the saturated output signal of the weighted quotient forming unit.

14. Microphone arrangement according to one of Claims 9 to 13, **characterized in that** the inputs of the processing unit are each led via magnitude forming units before they are operationally connected to the numerator or denominator inputs of the quotient forming unit.

15. Microphone arrangement according to one of Claims 9 to 14, **characterized in that** the output of the weighted quotient forming unit is operationally connected to one input of a multiplication unit whose second input is operationally connected to the output of that microphone sub-arrangement which is operationally connected to the denominator input of the quotient forming unit, and **in that** the output of the multiplication unit is operationally connected to the output of the processing unit.

16. Microphone arrangement according to Claims 13 and 15, **characterized in that** the output of the difference forming unit is operationally connected to one input of the multiplication unit.

17. Microphone arrangement according to one of Claims 9 to 16, **characterized in that** time domain/frequency domain converters are provided in each case between the outputs of the microphone sub-arrangements and the inputs of the processing unit.

18. Microphone arrangement according to one of Claims 9 to 17, **characterized in that** the microphone sub-arrangements have cardoid or hypercardioid characteristics, preferably the latter.

19. Use of the method according to one of Claims 1 to 8 and of the arrangement according to one of Claims 9 to 18 respectively for hearing devices.

## Revendications

1. Procédé pour prédéfinir la caractéristique de transmission, au moyen de laquelle des signaux acoustiques, incidents sur un ensemble microphone, sont transformés en fonction de leur direction d'incidence en un signal de sortie électrique, **caractérisé en ce qu'à** l'ensemble microphone, au moins deux ensembles submicrophones sont prévus dont les caractéristiques de transmission, en fonction de la direction précitée, sont respectivement différentes à leurs signaux de sortie électriques, et **en ce qu'on** forme le signal de sortie comme une fonction d'un produit saturé à une valeur prédéfinie ou prédéfinissable, avec le quotient des signaux de sortie des ensembles submicrophones comme l'un des facteurs.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le produit est saturé à une valeur maximale.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le deuxième facteur du produit saturé peut prendre une valeur sélective inégale à zéro.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la fonction comprend une différence d'une constante (A) - le cas échéant réglable - et du produit saturé, où de préférence la valeur de la constante (A) est sélectionnée pour qu'elle soit au moins approximativement égale à la valeur de saturation (B).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le quotient est déterminé à partir des valeurs d'amplitude des signaux de sortie.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le signal de sortie est formé selon la fonction suivante:

$$\beta = \epsilon_N \left\{ A - \left[ \alpha \cdot \frac{|c_z|}{|\epsilon_N|} \right]_{\text{sat } B} \right\}$$

dans laquelle

S: Signal de sortie de l'ensemble microphone

A: Une valeur de signal prédéfinie ou prédéfinissable

$|C_N|$  : Valeur d'amplitude du signal de sortie d'un premier ensemble submicrophone, dont la caractéristique de transmission présente à un angle d'incidence une amplification maximale, où aussi la caractéristique à former doit présenter une amplification maximale

$|C_z|$  : Valeur d'amplitude du signal de sortie du deuxième ensemble submicrophone

satB: Saturation du produit  $\square$  à une valeur de signal maximal B prédéfinie ou prédéfinissable

$\alpha$ : Facteur prédéfinissable ou prédéfini du produit.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les caractéristiques de transmission des ensembles submicrophones présentent des amplifications maximales pour des signaux acoustiques incidents sensiblement à partir de directions inverses.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les caractéristiques de transmission sont cardioïdes ou bien, de préférence, hypercardioïdes.

9. Ensemble microphone avec au moins deux ensembles submicrophones, dont les caractéristiques de transmission concernant la direction de signaux incidents sur eux sont différentes, et dont les sorties sont guidées sur des entrées d'une unité de traitement, avec une sortie, **caractérisé en ce que** l'unité de traitement comprend une unité de formation de quotient pondérée avec une entrée de dénominateur, une entrée de compteur et une entrée de pondération, où les entrées de compteur et de dénominateur sont fonctionnellement reliées à respectivement l'une des entrées de l'unité de traitement, où en outre l'unité de formation de quotient pondérée produit un signal de sortie à sa sortie, saturé à une valeur maximale et/ou minimale, ladite sortie étant fonctionnellement reliée à la sortie de l'unité de traitement.

10. Ensemble microphone selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le signal de sortie de l'unité de formation de quotient pondérée est saturé à une valeur de signal maximale.

11. Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'un** facteur de pondération sélectif différent de zéro est transmis d'une manière fixe ou réglable à l'entrée de pondération.

12. Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la sortie de l'unité de formation de quotient pondérée est fonctionnellement reliée par une unité de formation de différence à la sortie de l'unité de traitement.

13. Ensemble microphone selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'un** signal fixe ou réglable, dont la valeur est de préférence au moins approximativement égale à une valeur de saturation du signal de sortie saturé de l'unité de formation de quotient pondérée, est transmis à une seconde entrée de l'unité de formation de différence.

14. Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** les entrées de l'unité de traitement sont guidées respectivement sur des unités de formation de somme avant d'être fonctionnellement reliées aux entrées de compteur, respectivement de dénominateur de l'unité de formation de quotient.

15. Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** la sortie de l'unité de formation de quotient pondérée est fonctionnellement reliée à une entrée d'une unité de multiplication, dont la seconde entrée est fonctionnellement reliée à la sortie de l'ensemble submicrophone qui est fonctionnellement relié à l'entrée de dénominateur de l'unité de formation de quotient, et **en ce que** la sortie de l'unité de multiplication est fonctionnellement reliée à la sortie de l'unité de traitement.

16. Ensemble microphone selon les revendications 13 et 15, **caractérisé en ce que** la sortie de l'unité de formation de différence est fonctionnellement reliée à une entrée précitée de l'unité de multiplication.

17. Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 à 16, **caractérisé en ce que** sont prévus entre les sorties

## EP 1 269 576 B1

des ensembles submicrophones et les entrées de l'unité de traitement respectivement des convertisseurs de plage de temps/fréquences.

5 **18.** Ensemble microphone selon l'une des revendications 9 à 17, **caractérisé en ce que** les ensembles submicrophones ont des caractéristiques cardioïdes ou hypercardioïdes, de préférence les dernières.

**19.** Utilisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 8, respectivement de l'ensemble selon l'une des revendications 9 à 18 pour des appareils auditifs.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

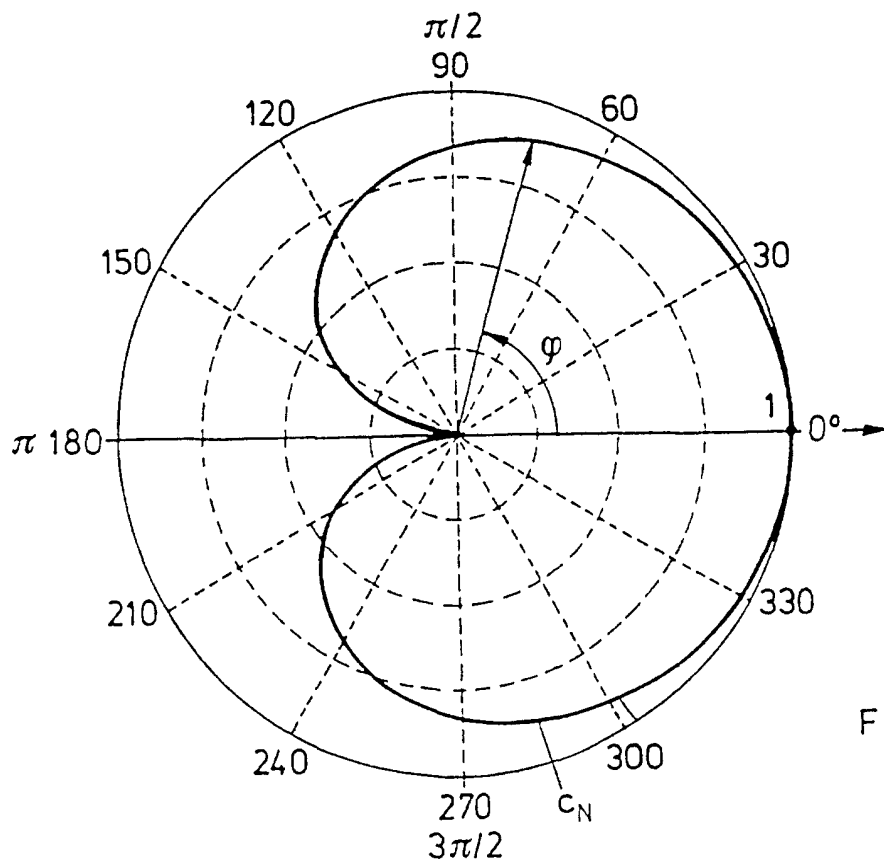


FIG. 1a

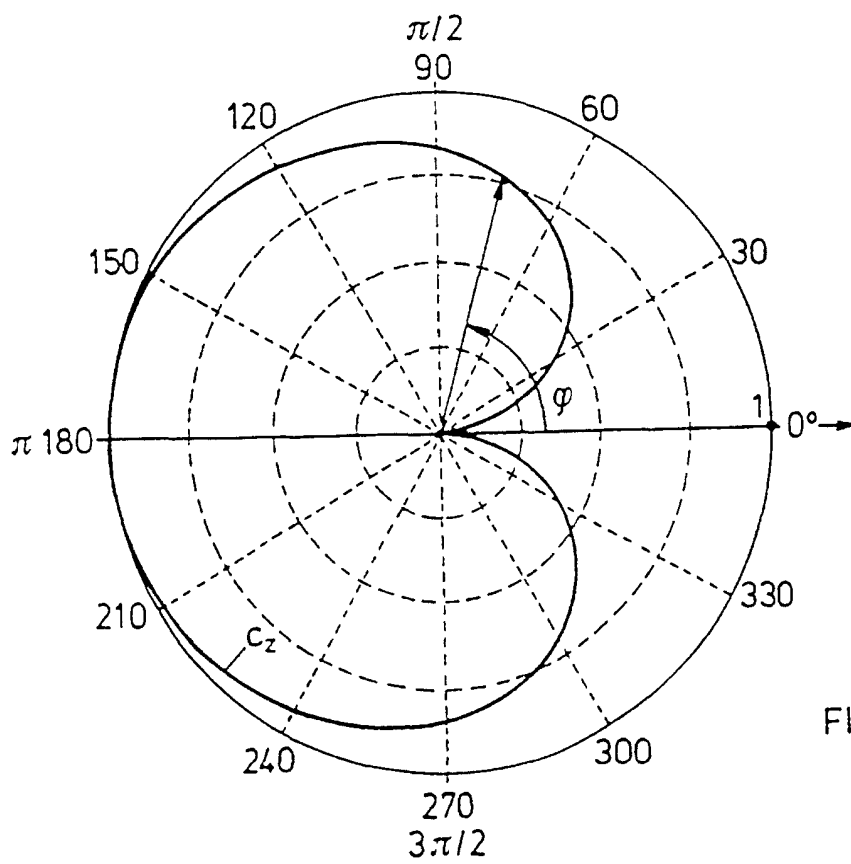
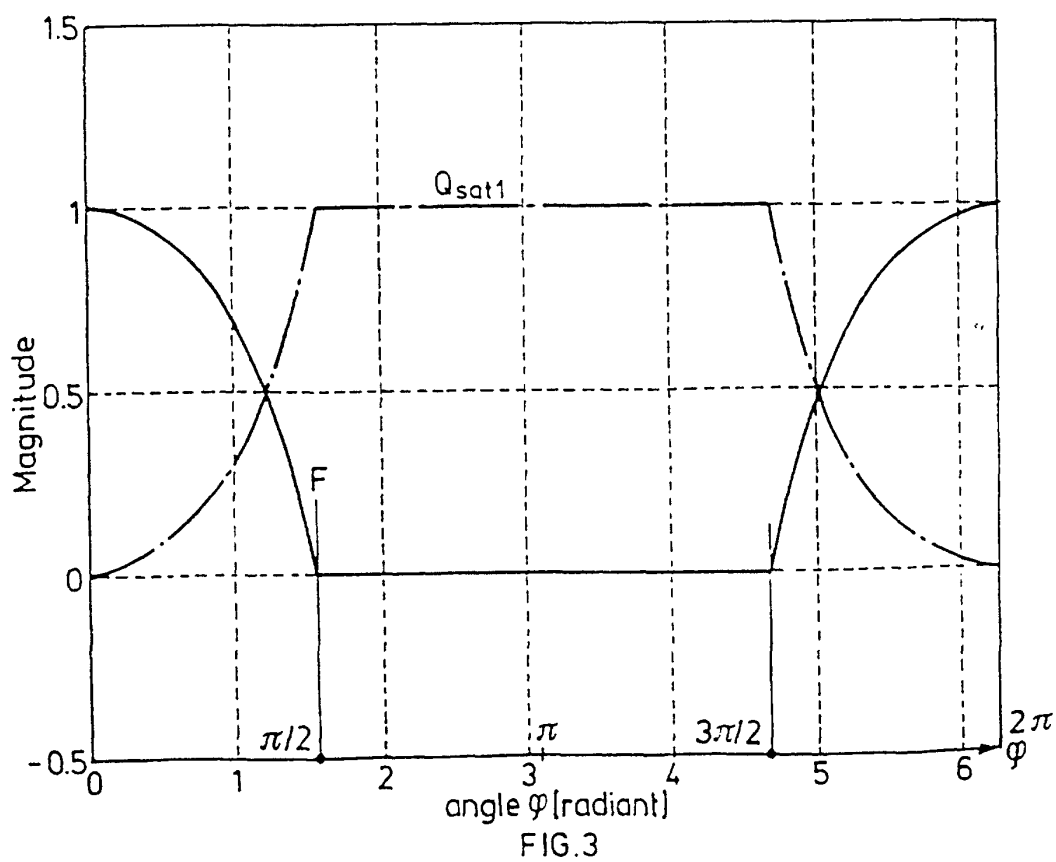
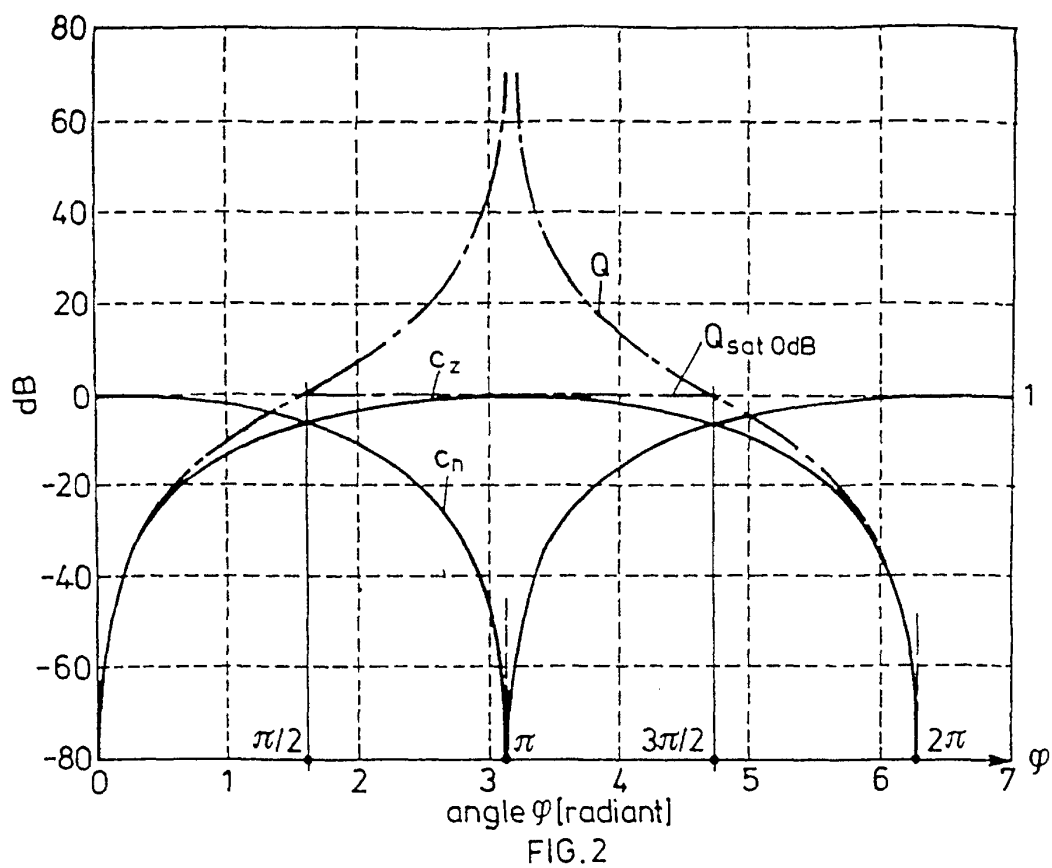
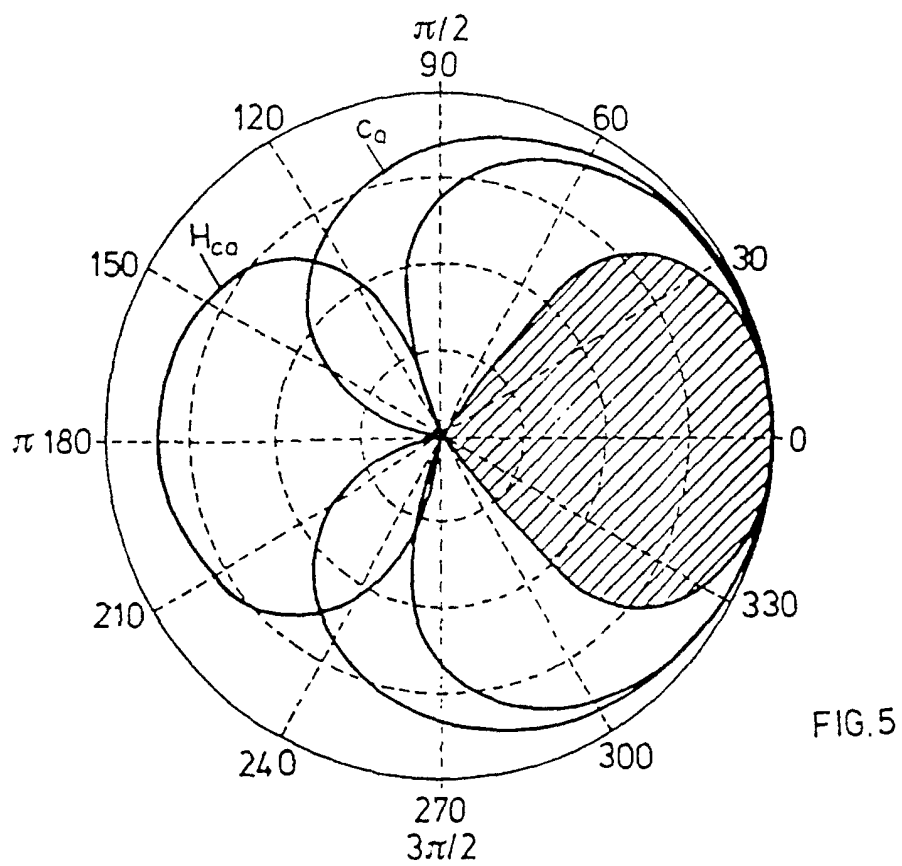
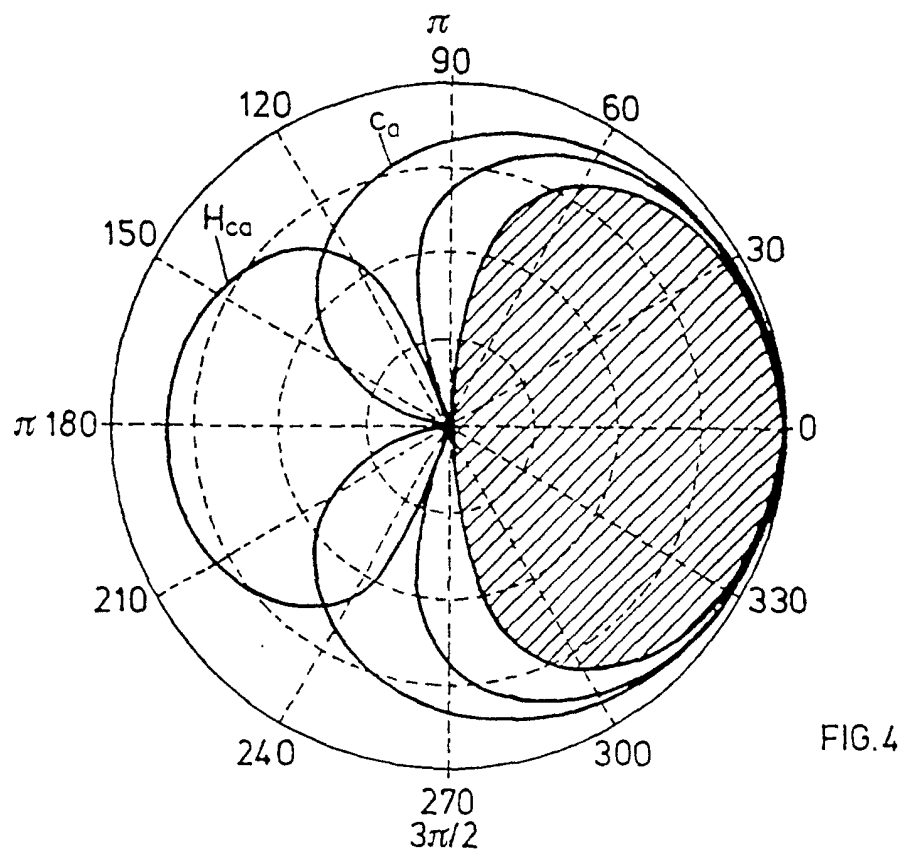


FIG. 1b





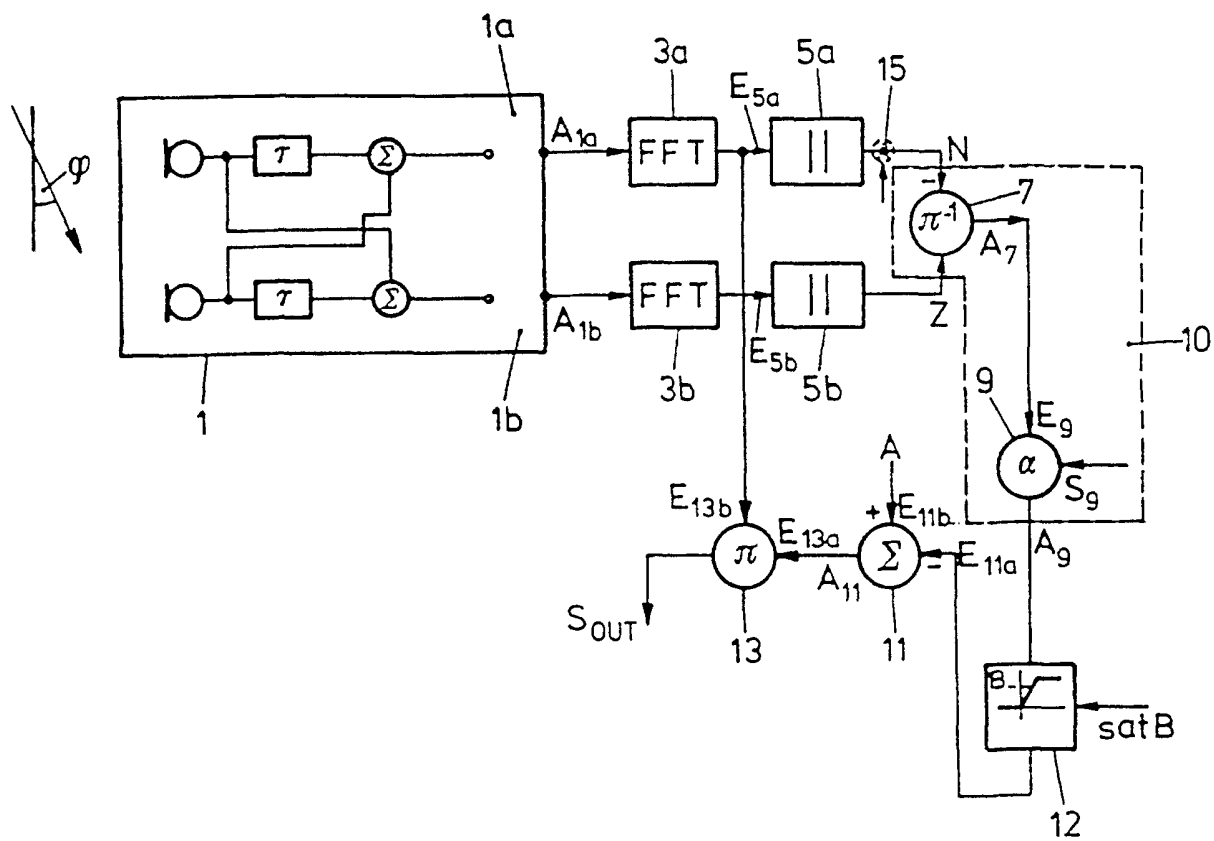


FIG. 6