

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 703 771 A2

(51) Int. Cl.: H04S 5/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

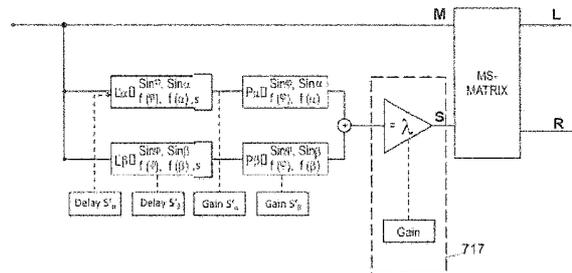
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

<p>(21) Anmeldenummer: 01468/10</p>	<p>(71) Anmelder: StormingSwiss GmbH, c/o Fidacor Sàrl Av. de la Gottaz 30 1110 Morges (CH)</p>
<p>(22) Anmeldedatum: 10.09.2010</p>	<p>(72) Erfinder: Clemens Par c/o Melanie Grümmer, 7526 Cinnos-chel (CH)</p>
<p>(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2012</p>	<p>(74) Vertreter: P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848 2001 Neuchâtel (CH)</p>

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur zeitlichen Auswertung und Optimierung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Stereophonisierung eines Monosignals (M). Laufzeitdifferenzen werden mit einem optimierten zeitlichen Parameter (S) multipliziert. Resultat ist ein Stereosignal (L,R).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Signale (beispielsweise Audiosignale) und Vorrichtungen oder Verfahren zu deren Erzeugung, Übertragung, Auswertung, Umformung und Wiedergabe.

[0002] Insbesondere werden die Laufzeit- bzw. Phasendifferenzen dieser Signale näher betrachtet, um einerseits auf deren akustische Eigenschaften Rückschlüsse ziehen zu können, und um andererseits stereophone oder pseudostereophone Signale (in diesen Begriff werden Signale mit mehr als zwei Kanälen eingeschlossen) zu synthetisieren, die ebendiese oder sonstige akustische Eigenschaften in idealer Form aufweisen.

[0003] Insbesondere werden stereophone oder pseudostereophone Signale betrachtet, die gemäss Vorrichtungen oder Verfahren gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 erzeugt werden, die entweder hinsichtlich ihrer psychoakustischen Eigenschaften optimiert werden sollen, oder hinsichtlich ihrer psychoakustischen Eigenschaften an bestehende stereophone oder pseudostereophone Signale angeglichen werden sollen.

[0004] Bisherige Methoden in Zusammenhang mit EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 optimieren die Parameter ausschliesslich hinsichtlich einer winkelabhängigen Virtualisierung einer klassischen MS-Anordnung, die im folgenden zusätzlich einer zeitabhängigen Virtualisierung unterworfen werden soll.

[0005] Vorliegendes Dokument lotet nicht nur sämtliche Möglichkeiten einer solchen Virtualisierung aus - teilweise durch die radikale Vereinfachung der mit EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 bestehenden Systeme - sondern vermag durch die unerwartete Umformulierung des für Rausch- und Störfilter bekannten sogenannter inversen Problems diese sogar zu automatisieren.

[0006] Im Folgenden wird der Stand der Technik, insbesondere hinsichtlich Vorrichtungen oder Verfahren zur Gewinnung, Verbesserung oder Optimierung stereophoner oder pseudostereophoner Audiosignale, dargestellt.

[0007] EP0825800 (Thomson Brandt GmbH) schlägt die Bildung verschiedenartiger Signale aus einem Mono-Eingangssignal durch Filterung vor, aus denen - etwa mit einem von Lauridsen vorgeschlagenem Verfahren auf der Basis von Amplituden- und Laufzeitkorrekturen, dies abhängig von der Aufnahmesituation - separat virtuelle Single-Band-Stereosignale generiert werden, die in der Folge zu zwei Ausgangssignalen kombiniert werden.

[0008] EP2124486 als auch EP1850639 beschreiben zum Beispiel ein Verfahren zur methodischen Evaluierung des Einfallswinkels für das abzubildende Schallereignis, der von der Mikrofonhauptachse und der Peilachse für die Schallquelle eingeschlossen wird, dies unter Anwendung von Laufzeitdifferenzen und Amplitudenkorrekturen, die von der ursprünglichen Aufnahmesituation (die sich anhand des Systems interpolieren lässt) funktional abhängig sind. Der Inhalt von EP2124486 als auch von EP1850639 wird hiermit als Referenz eingeführt.

[0009] US5173944 (Begault Durand) wendet HRTF (Head Related Transfer Functions), welche mit 90, 120, 240, und 270 Grad Azimut korrelieren, jeweils auf das unterschiedlich verzögerte jedoch einheitlich verstärkte monophone Eingangssignal an, wobei die gebildeten Signale abschliessend wiederum den ursprünglichen Monosignal überlagert werden. Die Amplitudenkorrektur als auch die Laufzeitkorrekturen werden dabei unabhängig von der Aufnahmesituation gewählt.

[0010] US5671287 (Michael A. Gerzon) schlägt u.a. kaskadierte All-pass-Filter zur Bildung eines pseudostereophonen Signals vor. Ein weiterer Vorschlag betrifft die Anwendung von All-pass-Filtern in beiden Kanälen, denen eine frequenzabhängige Rotationsmatrix nachgeschaltet ist; diese Methode vermag zwar Schallquellen gleicher Frequenz zu dispergieren, jedoch findet keine wahrnehmbare räumliche Trennung dieser Schallquellen statt, wie dies eigene Anmeldungen EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 leisten.

[0011] CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 schlägt die vordergründig nicht zweckmässige Nachschaltung eines oder mehrerer Panorama-Potentiometer oder äquivalenter Hilfsmittel bei einer Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639 nach erfolgter Stereoumsetzung (nach erfolgtem Durchlaufen einer MS-Matrix, für die die Beziehung

$$L = (M + S) * 1/\sqrt{2}$$

und

$$R = (M - S) * 1/\sqrt{2}$$

gilt) vor, die nicht wie bei intensitätsstereophonen Signalen, das heisst für Stereosignale, die sich ausschliesslich durch ihre Pegel, jedoch nicht durch Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede oder unterschiedliche Frequenzspektren unterscheiden, zu einer bestimmungsgemässen Einschränkung der Abbildungsbreite oder einer Verschiebung der Abbildungsrichtung der gewonnenen Stereosignale führen, sondern vielmehr zu einer Erhöhung oder Herabsetzung des Korrelationsgrades. Nachdem der Inhalt dieser Dokumente zum Zeitpunkt vorliegender Anmeldung nicht veröffentlicht ist, wird dieser, siehe unten, vollständig wiedergegeben.

[0012] CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 gestattet eine optimale Wahl jener Parameter, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrundeliegen. Dem Benutzer werden Mittel an die Hand gelegt, den Korrelationsgrad, den Definitionsbereich, die Lautheit sowie weitere Parameter der resultierenden Signale nach psy-

choakustischen Gesichtspunkten festzulegen, und somit Artefakte zu verhindern. Nachdem der Inhalt dieser Dokumente zum Zeitpunkt vorliegender Anmeldung nicht veröffentlicht ist, wird dieser, siehe unten, vollständig wiedergegeben.

[0013] CH01264/10 gestattet erstmals die Betrachtung von Invarianten der Verknüpfung von zwei oder mehrerer wenigstens teilweise leicht dekorrelierten Signalen oder deren Transferfunktionen, wobei diese Signale oder Transferfunktionen völlig dem Zufallsprinzip zu unterliegen scheinen (wie beispielsweise Audiosignale) sodass für zwei oder mehrere unterschiedliche Signalabschnitte Rückschlüsse auf deren Eigenschaften gezogen werden können (beispielsweise der Summe der Transferfunktionen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

für ein stereophones Audiosignal $x(t)$, $y(t)$, wobei $x(t)$ den Funktionswert des linken Eingangssignals zum Zeitpunkt t , $y(t)$ der Funktionswert des rechten Eingangssignals zum Zeitpunkt t darstellt), und somit beispielsweise Vorrichtungen oder Verfahren zur Gewinnung, Verbesserung oder Optimierung stereophoner oder pseudostereophoner Audiosignale entsprechend kalibriert werden können. Nachdem der Inhalt dieses Dokuments zum Zeitpunkt vorliegender Anmeldung nicht veröffentlicht ist, wird dieser, siehe unten, vollständig wiedergegeben.

Offenbarung der Erfindung

[0014] Neben den Parametern f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, dem manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, dem fiktiven linken Öffnungswinkel α , den fiktiven rechten Öffnungswinkel β , den Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. dem Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen sowie der Dämpfung λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP1850639 wird ein weiterer zeitlicher Parameter s eingeführt. Dieser bestimmt, multipliziert mit den Laufzeitdifferenzen L_α und L_β (in Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205) bzw. mit den Laufzeitdifferenzen L_A und L_B (in Falle von EP1850639) die neuen Laufzeitdifferenzen L'_α und L'_β (in Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205) bzw. die neuen Laufzeitdifferenzen L'_A und L'_B (in Falle von EP1850639), welche die alten Laufzeitdifferenzen L_α und L_β bzw. L_A und L_B ersetzen (siehe FIG. 3A, FIG. 4A, FIG. 5A, FIG. 6A, FIG. 7A vorliegender Anmeldung sowie FIG. 2, FIG. 10, FIG. 15, FIG. 16, FIG. 17 der Anmeldungen EP2124486 bzw. WO2009138205, welche zugleich das in EP1850639 beschriebenen Systeme beinhaltet). Demnach gilt für grundsätzlich beliebiges $s > 0$ zunächst

$$(1D) \quad L'_\alpha = L_\alpha * s = \{-f(\alpha)/2\sin\alpha + \sqrt{[f^2(\alpha)/4\sin^2\alpha + f^2(\varphi) - f(\alpha) * f(\varphi) * \sin\varphi / \sin\alpha]}\} * s$$

und

$$(2D) \quad L'_\beta = L_\beta * s = \{-f(\beta)/2\sin\beta + \sqrt{[f^2(\beta)/4\sin^2\beta + f^2(\varphi) + f(\beta) * f(\varphi) * \sin\varphi / \sin\beta]}\} * s$$

(in Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205) bzw.

$$(3D) \quad L'_A = L_A * s = [\sqrt{(5/4 - \sin\varphi)} - 1/2] * s$$

und

$$(4D) \quad L'_B = L_B * s = [\sqrt{(5/4 + \sin\varphi)} - 1/2] * s$$

(in Falle von EP1850639).

[0015] Die Auswahl von s ist, wie die Praxis zeigt nicht trivial. Wird s zu klein gewählt verschwindet der zu erzielende pseudostereophone Effekt, wird s zu gross gewählt, ergeben sich störende Artefakte. Beträgt etwa s 100 Millisekunden, ergeben sich für eine Vorrichtung oder Methodik gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 ideale pseudostereophone Signale, die gleiche Güte wie eine klassische MS-Aufnahmetechnik zeigen.

[0016] Eine für den Benutzer vorteilhafte Variante der Erfindung stellt die Möglichkeit dar $s > 0$ frei zu wählen. Ebenso lassen die in EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 dargestellten Vorrichtungen oder Verfahren die automatisierte oder interaktive Bestimmung des neuen Parameters zu. Beipielsweise wird in FIG. 1D1B neben f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, dem manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, dem fiktiven linken Öffnungswinkel α und den fiktiven rechten Öffnungswinkel β in gleicher Weise auch der neue Parameter s , der einen unmittelbaren Einfluss auf die Summe der Transferfunktionen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

für ein stereophones Audiosignal $x(t)$, $y(t)$ (wobei $x(t)$ den Funktionswert des linken Eingangssignals zum Zeitpunkt t , $y(t)$ der Funktionswert des rechten Eingangssignals zum Zeitpunkt t darstellt) hat, in gleicher Weise wie f (bzw. n), ϕ , α , β iterativ optimiert.

[0017] Im Einzelnen bedeutet dies, automatisch und optimal jene Parameter auszuwählen, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrunde liegen, bzw. ein Verfahren und eine Vorrichtung, um insbesondere die Parameter (ϕ , λ , ρ bzw. f (bzw. n), α , β - und nunmehr neu s) bei dieser Gewinnung optimal und automatisch zu bestimmen.

[0018] Mit einem solchen Verfahren bzw. einer solchen Vorrichtung sollen aus mehreren dekorrelierten, insbesondere pseudostereophonen, Signalvarianten jene ausgewählt werden, deren Dekorrelation sich als besonders günstig erweist.

[0019] Insbesondere sollen die Auswahlkriterien selbst in möglichst effizienter und kompakter Form beeinflusst werden können, um Signale unterschiedlicher Beschaffenheit (etwa Sprach- im Gegensatz zu Musikaufnahmen) in deren optimierte Wiedergabe überführen zu können.

[0020] Gemäss einem Aspekt wird in CHO1776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Stereoumsetzers vorgeschlagen, wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t , und $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, in welcher die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb eines vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

[0021] Wenn es Drop-outs oder ähnlichen Defekten gibt, können jedoch in unbedeutender Menge einzelne Punkte ausserhalb des Definitionsbereichs liegen. In diesem Fall wird die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis ein Teil von $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

[0022] Der gewünschte Definitionsbereich wird vorzugsweise durch einen einzigen numerischen Parameter a festgelegt, wobei vorzugsweise $0 \leq a \leq 1$. Dieser Parameter und somit der Definitionsbereich können beispielsweise durch die Ungleichung

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

sinnvoll festgelegt werden, wobei für die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ die Beziehungen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

gelten.

[0023] Der Benutzer kann einen solchen Definitionsbereich, ausgehend vom Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der imaginären Achse (sofern der maximale Pegel des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ am Einheitskreis normiert wurde), anhand des Parameters a , $0 \leq a \leq 1$, beliebig festlegen.

[0024] Dieses Prinzip bleibt auch gültig wenn ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der komplexen Zahlenebene gewählt wird, und ein anderer neuer Definitionsbereich definiert wird. Unter «Definitionsbereich» wird somit generell ein zulässiger Wertebereich für $\langle x(t), y(t) \rangle$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ verstanden, der insgesamt $\langle x(t), y(t) \rangle$ ganz oder teilweise (etwa im Falle defekter Tonaufnahmen, die sogenannte Drop-outs aufweisen) enthalten soll.

[0025] In einer bevorzugten Variante wird der Korrelationsgrad der Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ normiert. In einer bevorzugten Variante wird der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals normiert. Auf diese Weise können gewisse Parameter iterativ optimiert werden, um den gewünschten Definitionsbereich zu erzielen, ohne dass diese den Korrelationsgrad oder den den Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals beeinflussen.

[0026] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von ϕ bzw. f (bzw. n), α , β und nunmehr neu s anhand von, von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss ein von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängiger entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter darstellt.

[0027] In einer Ausführungsform wird somit ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Umsetzers vorgeschlagen, wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, wobei $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, wobei die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ der Ausgangssignale definiert werden:

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

in welchem die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis folgendes Kriterium erfüllt ist:

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t) + g^*[y(t)]]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t) + g^*[y(t)]]\} < 1,$$

wobei $0 \leq a \leq 1$ den gewünschten Definitionsbereich festlegt.

[0028] Auffallend bei den Verfahren zur Gewinnung von pseudostereophonen Signalen gemäss EP2124486 oder gemäss EP1850639 ist die Tatsache, dass diese stets ein einwandfreies Mittensignal liefern. Es wird deshalb hier die Kurzzeit-Kreuzkorrelation

$$(1B) \quad r = (1/2T) * \int_{-T}^T x(t)y(t) dt * (1/x(t)_{eff}Y(t)_{eff})$$

für das Zeitintervall $[-T, T]$ sowie die Ausgangssignale $x(t)$ des linken bzw. $y(t)$ des rechten Kanals eingeführt.

[0029] Wie bereits erwähnt ist es sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von ϕ bzw. f (bzw. n), α , β und nunmehr neu s ein einheitlicher Korrelationsgrad erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss der Korrelationsgrad der Ausgangssignale ($x(t)$ und $y(t)$) normiert. Diese Normierung kann vorzugsweise durch die gezielte Variation von λ (linke Dämpfung) bzw. ρ (rechte Dämpfung) festgelegt werden.

[0030] Aufgrund des einheitlichen Korrelationsgrades lässt sich das erzielte Signal nunmehr systematisch, vom Benutzer beeinflussbaren Beurteilungskriterien unterwerfen.

[0031] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von ϕ bzw. f (bzw. n), α , β und nunmehr neu s ein einheitlicher Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb in dargelegtem System der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals normiert, so dass dieser Pegel nicht durch die Optimierung der Parameter beeinflusst wird.

[0032] Es ist zum Beispiel sinnvoll, dass zuerst die Aussteuerung für das Maximum des linken Signals L und des rechten Signals R einheitlich auf beispielsweise 0 dB mittels eines ersten Logikelements festgelegt wird.

[0033] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von ϕ bzw. f (bzw. n), α , β und nunmehr neu s anhand von, von $\langle x(t), y(t) \rangle$ oder von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss jeweils ein entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter darstellt.

[0034] $x(t)$ und $y(t)$ werden innerhalb des Einheitskreises der komplexen Zahlenebene abgebildet. Es ist nunmehr die Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ näher zu untersuchen, um Rückschlüsse auf die Qualität des jeweiligen Ausgangssignals etwa einer Vorrichtung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 oder EP1850639 zu ziehen. Jegliche Dekorrelation der beiden Signale $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ kommt hier bei Betrachtung der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ einem Ausschlag auf der reellen Achse gleich.

[0035] Die Optimierung des Stereoumsetzers erfolgt somit beispielsweise gemäss den benannten Kriterien für $|\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$ und für $|\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$.

[0036] Dieses Verfahren erweist sich als besonders günstig, da mit einem einzelnen Parameter, nämlich a , insbesondere der unterschiedlichen Beschaffenheit der Ausgangssignale einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss EP2124486 oder EP1850639 optimal Rechnung getragen wird. Der Parameter kann vorzugsweise vom Typ des Audiosignals abhängig sein, etwa um Sprache oder Musik manuell oder automatisch unterschiedlich zu bearbeiten. Bei Sprache ist der durch a bestimmte Definitionsbereich aufgrund störender Artefakte wie etwa hochfrequenten Nebengeräuschen bei der Artikulation, anders als bei Musikaufnahmen, vorzugsweise deutlich einzuschränken.

[0037] Zudem lässt sich, unter Beschränkung auf einen einzigen Parameter a , vom Einheitskreis bzw. der imaginären Achse ausgehend jeder optimale Abbildungsbereich für $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ wählen.

[0038] Erfüllen die Signale $x(t)$, $y(t)$ nicht die oben erwähnten Bedingungen, werden erfindungsgemäss im Sinne einer Optimierung die Parameter ϕ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bzw. neu s - gemäss einem an die Funktionswerte $x[t(\phi, f, \alpha, \beta, s)]$ und $y[t(\phi, f, \alpha, \beta, s)]$ bzw. $x[t(\phi, n, \alpha, \beta, s)]$ und $y[t(\phi, n, \alpha, \beta, s)]$ angepassten iterativen Vorgehen - neu bestimmt, und bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis $x(t)$ und $y(t)$ die oben erwähnten Bedingungen erfüllen.

[0039] In einem weiteren Schritt wird nunmehr beispielsweise das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren Funktionswerten betrachtet. Es kann gezeigt werden, dass dieses Vorgehen der Maximierung von

$$(6B) \quad \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

gleichkommt; dieser Ausdruck bleibt seinerseits kleiner oder gleich dem Wert von

$$(7aB) \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{[1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}]\}} dt.$$

Auch hier wird dem Benutzer ein Werkzeug an die Hand gegeben, insofern er den Grenzwert R* (bzw. die durch die Ungleichung (8aB) definierte Abweichung Δ, siehe unten) für diese Maximierung im Rahmen von (8aB) frei wählen kann. Insgesamt muss für die Gesamtzahl möglicher Signalvarianten x_j(t), y_j(t) die Bedingung

$$(8aB) 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt$$

$$\leq R^* + \Delta$$

$$\leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{[1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}]\}} dt$$

ersetzen.

[0040] R* und Δ stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Lautheit des zu erzielenden Ausgangssignals (also jenen Parametern, nach denen auch der Zuhörer die Gültigkeit einer stereophonen Abbildung beurteilt).

[0041] Wird die durch Δ definierte Umgebung des Grenzwertes R* bzw. das Maximum aller möglichen integrierten Reliefs nicht erreicht, werden im Sinne einer Optimierung in Hinblick auf den Grenzwert R* und die Abweichung Δ bzw. auf erwähntes Maximum - gemäss einem auf die Funktionswerte x[t(φ, f, α, β, s)] und y[t(φ, f, α, β, s)] bzw. x[t(φ, n, α, β, s)] und y[t(φ, n, α, β, s)] angepassten iterativen Vorgehen - neue Parameter φ bzw. f bzw. α bzw. β bzw. neu s bestimmt, und sämtliche bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis Signale x(t), y(t) bzw. Parameter φ bzw. λ bzw. ρ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bzw. neu s resultieren, die einer optimalen Stereophonisierung entsprechen.

[0042] Unter entsprechender Wahl des Korrelationsgrades r, des - den gewünschten jeweiligen Definitionsbereich festlegenden - Parameters a und des Grenzwertes R* sowie dessen Abweichung Δ lassen sich für die jeweilige Beschaffenheit der Eingangssignale optimale Systeme für den jeweiligen Anwendungsbereich (zum Beispiel Sprach- oder Musikwiedergabe) konfigurieren.

[0043] Anhand, siehe unten, in CH01264/10 dargestellten algebraischer Invarianten lässt sich, Teil des Erfindungsgegenstands, eine neue Gewichtung wie folgt definieren:

[0044] Hierzu wird eine erste Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt der Länge tx durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden beispielsweise einem Modul 6001 gemäss FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ^hi der Summe der komplexen Transferfunktionen f*[x(t_i)] = [x(t_i)/√2] * (-1 + i) und g*[y(t_i)] = [y(t_i)/√2] * (1 + i) mit der - die Achse von x₁ u₁ des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x₂, u₂ mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung

lung betrachtet. Sämtliche ξ_{hi} von der Gesamtzahl k_1 werden in einem in einem für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Speicher («Stack») abgelegt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi^{\circ}_1 := \left(\sum \xi_{h1} \right) / k_1$$

$$h_1 = 1$$

errechnet. Dieser wird gemeinsam mit der anhand der genannten ersten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1, s_1 in einem weiteren, für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Dictionary abgelegt.

[0045] Gemäss dem Funktionsbefehl 6004 wird nunmehr in einem zweiten Schritt eine zweite Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t_2 , der gleiche Länge wie t_1 aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 der FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{h2} der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{h2} von der Gesamtzahl k_2 werden den ξ_{h1} im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi^{\circ}_2 := \left(\sum \xi_{h2} \right) / k_2$$

$$h_2 = 1$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten zweiten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_2, f_2 (bzw. n_2), α_2, β_2, s_2 dem ersten Mittelwert sowie dessen Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1, s_1 im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird nunmehr das Modul 6002 der FIG. 1D6C aktiviert.

[0046] Dieses berechnet den Mittelwert ξ^{*}_2 aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte ξ_{h1}, ξ_{h2} :

$$\xi^{*}_2 := \left(\sum_{k_1} \xi_{h1} + \sum_{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2)$$

$$h_1 = 1 \quad h_2 = 1$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte ξ°_1 , mit dessen zugehöriger Parametrisierung aus, der ξ^{*}_2 am nächsten liegt. Trifft dies für beide Mittelwerte zu $\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2$ zu, wird ξ°_1 bzw. die Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1, s_1 aus dem Dictionary ausgewählt. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit ξ^{*}_2 an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^{*}_2/\xi^{*}_2 + \sigma]$, liegt, wobei $\sigma > 0$ die beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung der fiktiv in als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{(2\pi)} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_2^* - \xi^{*}_2)^2 / \sigma^2)}$$

darstellt.

[0047] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^{*}_2, \xi^{*}_2 + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 1D7A bzw. FIG. 1D1B (welche den Verstärker 717 und die MS-Matrix, die beide nur einmal zu durchlaufen sind, der Anschaulichkeit willen nochmals abbildet) bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1D1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B. Der Ausgang 6006 mündet in den Eingang 6006 der FIG. 1D6C, der Ausgang 6007 mündet in den Eingang 6007 der FIG. 1D6C, der Ausgang 6008 mündet in den Eingang 6008 der FIG. 1D6C, und der Ausgang 6009 mündet in den Eingang 6009 der FIG. 1D6C. 6006 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 dar, 6008 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal. Im $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 1D6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0048] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^{*}_2, \xi^{*}_2 + \sigma]$ wird in einem m-ten Schritt eine m-te Optimierung gemäss der hier beschriebenen Erweiterung von CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t_m , der gleiche Länge wie t_1 aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 der FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t_m)] = [x(t_m)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_m)] = [y(t_m)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen

Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{hm} der Gesamtzahl k_m werden den $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hm-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi_m^\circ := \left(\sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / k_m$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten m-ten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_m, f_m (bzw. n_m), α_m, β_m , den Mittelwerten $\xi_m^\circ, \xi_{m-1}^\circ, \dots, \xi_1^\circ$ und deren zugehörigen Parametrisierungen φ_1, f_1 (bzw. n_1), $\alpha_1, \beta_1, s_1; \varphi_2, f_2$ (bzw. n_2), $\alpha_2, \beta_2, s_2; \dots; \varphi_{m-1}, f_{m-1}$ (bzw. n_{m-1}), $\alpha_{m-1}, \beta_{m-1}, s_{m-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird das Modul 6002 der FIG. 1D6C aktiviert.

[0049] Dieses berechnet den Mittelwert ξ_m^* aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \xi_{hm}$

$$\xi_m^* := \left(\sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_m)$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \dots, \xi_m^\circ$ mit dessen zugehöriger Parametrisierung von φ, f (bzw. n), α, β und nunmehr neu s aus, der ξ_m^* am nächsten liegt. Bei gleichem Mittelwert für verschiedene Parametrisierungen wird jene Parametrisierung ausgewählt, die am häufigsten im Dictionary vorkommt. Treten mehrere Parametrisierungen in gleicher Häufigkeit auf, wird jene gewählt, die im dem Dictionary die breiteste Streuung zeigt, d.h. für die die Differenz $d - c$ maximal wird, wobei d die letzte, c die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt. Trifft auch dies für mehrere Parametrisierungen zu, wird die zuerst auftretende ausgewählt. Liegen zwei Mittelwerte aus $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \xi_m^\circ$ nächst, wird, sofern im $m - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Parametrisierung aus dem Dictionary ausgewählt wurde, ebendieser bzw. seine zugehörige Parametrisierung beibehalten. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit ξ_m° an das Modul 6003 der FIG. 1D6C übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\varphi + \xi_m^*, +\sigma]$ liegt, wobei $\sigma > 0$ die - zu Beginn des gesamten hier dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare - Standardabweichung der fiktiv in ξ_m^* als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_m^*) = \left(1 / \left(\sqrt{(2\pi) * \sigma} \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_m^* - \xi_m^*)^2 / \sigma^2)}$$

darstellt.

[0050] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 1D7A bzw. FIG. 1D1B bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1D1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B sowie die zugehörigen Ein- und Ausgänge der FIG. 1D6C. 6006 der FIG. 1D6C stellt somit wiederum unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6007 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6008 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6009 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Im } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar. Diese Signale sind wiederum in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 1D6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0051] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$ wird in einem $m + 1$ -ten Schritt eine $m + 1$ -te Optimierung in gleicher Form, wie für den m -ten Schritt und die m -te Optimierung dargestellt, durchgeführt. Der Vorgang wird solange fortgesetzt, bis ein Element des Dictionary obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

[0052] Das Konvergenzverhalten der soeben etablierten Gewichtsfunktion zeigt FIG. 5C für drei Optimierungsschritte: 5001 stellt hierbei den ersten Mittelwert 5002 den zweiten Mittelwert ξ_2° , 5003 die erste fiktiv in ξ_2^* als Nullpunkt errichtete Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{(2\pi) * \sigma} \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_2^* - \xi_2^*)^2 / \sigma^2)}$$

wobei $\sigma > 0$ die zu Beginn des gesamten dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung darstellt, 5004 den dritten Mittelwert ξ_3° , der innerhalb der durch a definierten Wendepunkte der in ξ_3^* als Nullpunkt errichtete fiktiven Gaussverteilung 5005 gleicher Standardabweichung verbleibt, und somit das Konvergenzkriterium erfüllt.

[0053] In jedem Falle resultiert eine Parametrisierung φ, f (bzw. n), α, β und nunmehr neu s , die im Mittel eine in Bezug auf alle algebraischen Invarianten optimale pseudostereophone Abbildung liefert.

[0054] Mit zunehmender Anzahl gleichlanger Signalabschnitte nähert sich die Verteilung der Schnittpunkte der algebraischen Invarianten auf der jeweils betrachteten Halbebene mit der komplexen Zahlenebene der Gaussschen Verteilung an.

Je kleiner die Standardabweichung σ gewählt wird, desto idealer wird die resultierende Parametrisierung. Nachdem eine nur endliche Zahl von gleichlangen Signalabschnitten zur Verfügung steht, sollte allerdings a nicht zu klein gewählt werden.

[0055] Dennoch ist das in FIG. 1D6C dargestellte Verfahren hinsichtlich seiner Konvergenz für ausreichend lange Signalabschnitte deutlich rascher als erwähnte Simulationsmodelle, da erstmals algebraische Invarianten als gültige «Anhaltspunkte» für eine Gewichtung bereits eruiert Parametrisierungen zur Verfügung stehen.

[0056] Werden in einer erfindungsgemässen Anordnung gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 nur der Sonderfall $\varphi = 0$ (für EP1850639 sind in nachstehenden Figuren die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$) bzw. der Sonderfall $L_\alpha = L_\beta$ (für EP2124486 bzw. WO2009138205) betrachtet, ergeben sich die vereinfachten Schaltungen der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3. Im Falle von EP1850639 hängt das pseudostereophone Signal somit hinsichtlich der Laufzeitdifferenzen nur noch von einer Konstanten $(\sqrt{5} - 1)/2$ bzw. von s ab bzw. hinsichtlich der Verstärkungen von Konstanten bzw. der Dämpfung $\lambda = \rho$ (siehe unten) ab, im Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205 neben neu s von $L_\alpha = L_\beta$ bzw. hinsichtlich der Verstärkungen von P_α bzw. P_β oder auch P_α' bzw. P_β' oder auch P_M'' bzw. P'_α (siehe EP2124486 bzw. WO2009138205) bzw. der Dämpfung $\lambda = \rho$ (siehe unten).

[0057] Für eine erfindungsgemässe Anordnung gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 oder auch eben dargelegte Anordnungen der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 lassen sich zu CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 alternative Systeme zur Bestimmung der optimalen Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bzw. λ bzw. ρ bzw. s bzw. der optimalen Verzögerung bzw. deren Kombination innerhalb der Systeme der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 bilden. Wird etwa $\varphi = 0$ gesetzt und $\alpha = \beta$ angenommen, lassen sich für gegebene Richtcharakteristik f optimale Werte für α , β und λ , wie folgt ermitteln: Definiere eine Gewichtung, die für möglichst geringe Werte von $0 \leq \lambda \leq 1$ sorgt (da die Virtualisierung mehrerer Mikrophone natürlich wirken soll), und Sorge mit derselben Gewichtung gleichfalls für möglichst kurze Verzögerungszeiten (um Artefakte zu vermeiden). Beide Kriterien schliessen sich wechselseitig aus: So favorisieren geringe Werte von λ grosse fiktive Öffnungswinkel α und β ; und umgekehrt bedeuten kurze Verzögerungszeiten geringe fiktive Öffnungswinkel α und β .

[0058] Es lassen sich demnach eine zuvor festgelegte oder vom Benutzer beliebig gewählte Zielkorrelation k ein zuvor festgelegtes oder vom Benutzer beliebig gewähltes Gewicht p (beispielsweise $0 \leq p \leq 10$) bzw. eine Variable $g(\alpha)$ einführen, die dieses antagonistische Verhalten balancieren. Aufgrund der hohen Stabilität des Gesamtsystems lassen sich die fiktiven Öffnungswinkel $\alpha = \beta$ beispielsweise in Schritten von jeweils 5° betrachten, was für einen entsprechend implementierten Algorithmus deutlich herabgesetzte Rechenzeiten bedeutet.

[0059] $g(\alpha)$ lässt sich unter Zugrundelegen der Laufzeitdifferenzen L_α und L_β (die beide identisch sind, siehe oben) beispielsweise wie folgt definieren:
 $g(\alpha) := 2^{(-20 * (L_\alpha + L_\beta))}$

[0060] Eine zugehörige von a abhängige Gewichtsfunktion $h(\alpha)$ liesse sich dann beispielsweise folgendermassen festlegen:

$h(\alpha) := \lambda(\alpha)^p * g(\alpha)^{(10 - p)}$,
wobei $\lambda(\alpha)$ dem jeweils etwa gemäss dem Logikelement 125 bzw. der Rückkopplung 126 der FIG. 1B bestimmten Wert entspricht, der für einen bestimmten fiktiven Öffnungswinkel $\alpha = \beta$ ein Stereosignal mit der Zielkorrelation k liefert.

[0061] Für $p = 0$ hat ausschliesslich $g(\alpha)$ einen Einfluss auf die nachfolgende Berechnung der anhand de; zuvor festgelegten oder vom Benutzer beliebig gewählte] Gewichts p bestimmten optimalen fiktiven Öffnungswinkel; $\alpha_{opt} - \beta_{opt}$; für $p = 10$ übt denselben Einfluss ausschliesslich $\lambda(\alpha)$ aus.

[0062] Die optimalen Öffnungswinkel α_{opt} und β_{opt} errechnen sich nunmehr im vorliegenden Beispiel gemäss folgender Formel, wobei im vorliegenden praktischen Anwendungsbeispiel über das Intervall $[5^\circ; 90^\circ]$ oder im Bogenmass über das Intervall $[\pi/36; \pi/2]$ wie folgt integriert wird (wobei aus praktischen Überlegungen die unten genannte Integrale als in 5° -Schritten berechnete Summen aufgefasst werden):

$$\alpha_{opt} = \frac{\int_{\pi/36}^{\pi/2} \alpha * h(\alpha) \, d\alpha * \pi/36}{\int_{\pi/36}^{\pi/2} h(\alpha) \, d\alpha}$$

[0063] N.B. $h(\alpha)$ lässt sich aufgrund der Symmetrie von α und β und der Tatsache, dass φ gleich 0 ist, ausschliesslich als Funktion von α darstellen.

[0064] Es wird nunmehr abschliessend für $\alpha_{\text{opt}} = \beta_{\text{opt}}$, die auch einen Zwischenwert annehmen können, nochmals der Wert $\lambda(\alpha_{\text{opt}})$ etwa gemäss dem Logikelement 125 bzw. der Rückkopplung 126 der FIG. 1B bestimmt, der für $\alpha_{\text{opt}} = \beta_{\text{opt}}$ ein Stereosignal mit der exakten Zielkorrelation k liefert.

[0065] Gleiches Prinzip (das eine Unzahl möglicher definierter Gewichtungen zulässt, und sich demnach nicht umfassend darstellen lässt) lässt sich auch auf den Parameter s ausdehnen, der im Gesamtsystem die optimale Räumlichkeit bestimmt, in weiteren auf übrige Parameter in Zusammenhang mit einer erfindungsgemässen Anordnung gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 oder auch eben dargelegte Anordnungen der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3.

[0066] Das Zusammenspiel der Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, des fiktiven linken Öffnungswinkels α , des fiktiven rechten Öffnungswinkels β , sowie der Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. des Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen sowie der Dämpfung λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP1850639 oder auch der Parameter der hier dargelegte Anordnungen der Form FIG. FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 und insgesamt des zeitlichen Parameters s bewirken insgesamt einen räumlichen Eindruck, der einerseits an den räumlichen Eindruck (die akustischen Parameter) eines bestehenden stereophonen oder pseudostereophonen Signals angeglichen werden kann, andererseits genau anhand des räumlichen Eindrucks (der akustischen Parameter) präzise festgelegt werden soll. Im Wesentlichen hängt dieser räumliche Eindruck von der 1. bzw. 2. Hauptreflexion bzw. dem Diffusschall ab. Insbesondere dem Parameter s kommt hier eine eminente Bedeutung zu.

[0067] Aus der Theorie mathematischer Filter, insbesondere im Zusammenhang mit sogenannten Wavelets, sind sogenannte inverse Probleme als auch deren Lösungen bekannt. Es handelt sich dabei um Systeme, die trotz dem Rauschen eines Messsystems (etwa einer optischen Kamera oder einem Magnetresonanz-System zur Erzeugung von Bildern) ein hochauflösendes Signal zu gewinnen vermögen. Das resultierende gemessene Signal lässt sich wie folgt festschreiben:
 $Y[q] = Uf[q] + W[q]$

[0068] Der Operator U enthält dabei die spezifische Transferfunktion des Messsystems, f stellt unser hochauflösendes Signal dar, W das Rauschen des gemessenen Signals, q die Zeit. Liegt die Anzahl vorhandener Messungen deutlich unterhalb der Dimension n des betrachteten komplexen Raumes (dessen Element das zu gewinnende hochauflösende Signal ist) spricht man von einem schlecht gestelltem inversen Problem.

[0069] Hauptreflexionen lassen sich aus dem Grundsignal ableiten, das in unserem Falle das zu stereophonisierende Eingangssignal darstellt. Interessanterweise lässt sich die Theorie inverser Probleme, unter Abänderung einiger Elemente, auf das oben dargestellte Problem der Bestimmung der räumlichen Parameter einer stereophonen Abbildung übertragen; es handelt sich dabei (da das Grundsignal bekannt ist) keinesfalls um ein schlecht gestelltes neues inverses Problem, und kennt somit eindeutige Lösungen.

[0070] Wir deuten zunächst obige Gleichung in die Gleichung

$$Y[q] = UY[q - t^*] + W[q] + D[q]$$

um: $Y[q]$ stellt dabei das resultierende Stereosignal zum Zeitpunkt q dar, $Y[q - t^*]$ dasselbe Stereosignal zum Zeitpunkt $q - t^*$, $t^* \geq 0$, wobei t^* die Verzögerung darstellt, mit der die 1. Hauptreflexion einsetzt, $W[q]$ das Signal ohne Nachhall und $D[q]$ den Nachhall ohne 1. Hauptreflexion, die sich im übrigen statistisch unschwer abschätzen lässt. Der Operator U enthält nunmehr die spezifische Transferfunktionen für das Stereosignal $Y[q - t^*]$, sodass dieses die akustischen Eigenschaften der 1. Hauptreflexion aufweist.

[0071] Diese Zerlegung erweist sich als optimal, da der Zuhörer die akustischen Parameter in erster Linie anhand der 1. Hauptreflexion beurteilt.

[0072] Es lassen sich nunmehr zwei Anwendungsfälle unterscheiden:

[0073] Der erste Fall ist ein Optimierungsproblem, bei dem ein pseudostereophones Signal $Y^*[q]$ anhand der akustischen Parameter eines bereits existenten Stereosignals $Y[q]$ neu gebildet werden soll. Gesucht wird also in einem ersten Schritt jenes t^* , welches unser «hochauflösendes Signal», tatsächlich die 1. Hauptreflexion des Signals $Y[q]$, maximiert, und anschliessend jene Parametrisierung von f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, des fiktiven linken Öffnungswinkels α , des fiktiven rechten Öffnungswinkels β , sowie der Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. des Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen sowie der Dämpfung λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals im Falle von EP1850639 oder auch die Parametrisierungen der eben dargelegte Anordnungen der Form

FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 als insgesamt den zeitlichen Koeffizienten s gemäss folgender Überlegung optimiert:

$$Y^*[q] = U^*Y^*[q - t^*] + W^*[q] + D^*[q]$$

stellt unser zweites eindeutig lösbares inverses Problem für das zu bildende pseudostereophone Signal $Y^*[q]$ dar, wobei U^* bzw. D^* in direkter funktioneller Abhängigkeit von genannten Parameter f (bzw. n) bzw. φ bzw. α bzw. β bzw. λ bzw. ρ bzw. s bzw. den Parametern der eben dargelegte Anordnungen der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 steht. Substituiert man nunmehr in der ursprünglichen Gleichung

$$Y[q] = UY[q - t^*] + W[q] + D[q]$$

U durch U^* bzw. D durch D^* , lassen sich die gesuchten optimierten Parameter f (bzw. n) bzw. φ bzw. α bzw. β bzw. λ bzw. ρ ideal oder näherungsweise anhand folgender Gleichung ermitteln

$$Y[q] - U^*Y[q - t^*] - W^*[q] - D^*[q] = 0$$

[0074] Im zweiten Fall liegt kein stereophones Signal $Y[q]$ zur Optimierung des pseudostereophonen Signals $Y^*[q]$ vor. Vielmehr soll dem Benutzer ein Werkzeug an die Hand gelegt werden, die Parameter f (bzw. n) bzw. φ bzw. α bzw. β bzw. λ bzw. ρ bzw. s bzw. die Parameter der eben dargelegte Anordnungen der Form FIG. 2D3A1 bzw. FIG. 2D7A2 oder vereinfacht FIG. 2D7A3 oder auch FIG. 2D4A1 bzw. FIG. 2D4A2 oder vereinfacht FIG. 2D4A3 oder auch FIG. 2D5A1 bzw. FIG. 2D5A2 oder vereinfacht FIG. 2D5A3 direkt zu optimieren, de facto also die räumlichen Parameter der pseudostereophonen Abbildung unmittelbar zu beeinflussen. Dies geschieht durch die unmittelbare Beeinflussung der Parameter t^* bzw. U^* bzw. D^* , die gemäss der Gleichung

$$Y^*[q] - U^*Y^*[q - t^*] - W^*[q] - D^*[q] = 0$$

solange optimiert werden, bis ideal oder näherungsweise ein befriedigendes Ergebnis erreicht ist. Insbesondere kann $W^*[q]$ unmittelbar durch das zu stereophonisierende monophone Grundsignal ausgedrückt werden.

[0075] Soll U^* bzw. D^* einem bestehenden Dictionary verfügbarer Operatoren U bzw. D angeglichen werden, liegt wiederum der beschriebene lösbare erste Fall unseres Optimierungsproblems mit der Gleichung

$$Y^*[q] - UY^*[q - t^*] - W^*[q] - D[q] = 0$$

vor.

[0076] Es ist Stand der Technik, dass sich sogenannte All-pass-Filter zur Eliminierung der in einem Monosignal um 3dB angehobenen Mittenschallquellen als auch zur Variation eines stereophonen oder pseudostereophonen Klangbildes einsetzen lassen, indem sie dem linken und/oder rechten Kanal eines stereophonen oder pseudostereophonen Ausgangssignals nachgeschaltet werden. Auch liessen sich grundsätzlich, siehe etwa US5671287 (Gerzon) die Ausgangssignale solcher All-pass-Filter, beispielsweise durch Summenoder Differenzbildung, zu neuen stereophonen oder pseudostereophonen Signalen kombinieren. Ihre Anwendung auf stereophone bzw. pseudostereophone Signale mit mehr als zwei Kanälen ist gleichfalls möglich. Solche Allpass-Filter, die in der Literatur als All-pass-Filter erster, zweiter oder n -ter Ordnung beschrieben werden, deren insgesamt Anwendung auf monophone, stereophone oder pseudostereophone Signale ebenfalls Stand der Technik darstellen, arbeiten hervorragend mit hier dargelegten bzw. hier zitierten eigenen Systemen zusammen. Sie lassen sich nicht nur zur Nachbearbeitung der anhand eigener hier dargestellten oder zitierten Schaltschemata gewonnenen stereophonen oder pseudostereophonen Signale heranziehen sondern gestatten darüber hinaus ihre unmittelbare vielfältige Integration in die dargestellten oder zitierten eigenen Schaltschemata und Optimierungsprozesse, dies ebenfalls gemäss dem Stand der Technik. Das Schaltungsprinzip eines All-pass-Filters erster Ordnung ist in FIG. 3D1 beispielhaft dargestellt, das Schaltungsprinzip eines All-pass-Filters zweiter Ordnung ist in FIG. 3D2 beispielhaft dargestellt.

[0077] All-pass-Filter lassen sich vorteilhaft mit Phasenreglern verbinden, die zusätzlich eine Verstellung der Phasendifferenz des stereophonen oder pseudostereophonen Signals ermöglichen. Auch solche Phasenregler eignen sich nicht nur zur Nachbearbeitung der anhand eigener hier dargestellten oder zitierten Schaltschemata gewonnenen stereophonen oder pseudostereophonen Signale, sondern sie gestatten darüber hinaus ihre unmittelbare vielfältige Integration in die dargestellten oder zitierten eigenen Schaltschemata und Optimierungsprozesse, dies ebenfalls gemäss dem Stand der Technik. Ihre Anwendung auf stereophone bzw. pseudostereophone Signale mit mehr als zwei Kanälen ist gleichfalls möglich. Das grundlegende Schaltungsprinzip eines Phasenreglers, hier vereinfacht für sinoide Signale dargestellt, ist in FIG. 3D3 beispielhaft dargestellt.

[0078] Das einfachste Beispiel zahlloser Möglichkeiten stellt etwa FIG. 3D4 dar, bei dem ein All-pass-Filter und anschliessend ein Phasenregler beispielsweise dem linken Kanal des pseudostereophonen Ausgangssignals eines Systems nach EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 nachgeschaltet sind. Während das pseudostereophone Ausgangssignal eines Systems nach EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 eine gute Betonung der Mittenschallquellen aufweist, sorgt etwa FIG. 3D4 für eine entsprechende Dispergierung.

Kurzbeschreibung der Abbildungen

[0079] Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden beispielhaft beschrieben, wobei auf folgende Zeichnungen Bezug genommen wird:

- FIG. 1A zeigt das Schaltungsprinzip eines bekannten Panorama-Potentiometers.
- FIG. 2A ist der Dämpfungsverlauf des linken und rechten Kanals eines Panorama-Potentiometers ohne Überbasisbereich und entsprechende Abbildungswinkel zu entnehmen.
- FIG. 3A zeigt eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, in welcher aus der Stereoumsetzung resultierende linke Kanal L' bzw. rechte Kanal R' je einem Panorama-Potentiometer bei gemeinsamen Sammelschienen L und R zugeführt wird.
- FIG. 4A zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876.
- FIG. 5A zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876.
- FIG. 6A zeigt eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 mit einer zu FIG. 3A äquivalenten Schaltung mit leicht modifizierter MS-Matrix, die eine unmittelbare Nachschaltung von Panorama-Potentiometern entbehrlich macht.
- FIG. 7A zeigt eine zu FIG. 3A bzw. FIG. 6A äquivalente Schaltung, sofern für die umgekehrt proportionalen Dämpfungen λ und ρ der in FIG. 3A dargestellten Panorama-Potentiometer die Beziehung $\lambda = \rho$ gilt.
- FIG. 8A zeigt eine erweiterte Schaltung gemäss FIG. 7A zur Normierung des Pegels der Ausgangssignale des Stereoumsetzers.
- FIG. 9A zeigt ein Beispiel einer Schaltung, welches als Erweiterung der FIG. 8A gegebene Signale $x(t)$, $y(t)$ als Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet.
- FIG. 10A zeigt das Beispiel einer Schaltung, welches als Erweiterung der FIG. 9A die Abbildungsbreite eines Stereosignals festlegt.
- FIG. 11A zeigt ein Beispiel einer Eingangsschaltung für ein bereits vorhandenes Stereosignal L° , R° vor Übergabe an eine Schaltung gemäss FIG. 12A (zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals), welche L° , also $l(t)$, und R° , also $r(t)$ als Summe der Transferfunktionen $f^*[l(t)] = [l(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[r(t)] = [r(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet.
- FIG. 12A zeigt eine Schaltung zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals, deren Eingänge mit den Ausgängen der FIG. 10A bzw. den Ausgängen der FIG. 11A verbunden sein können.
- FIG. 1B zeigt ein Beispiel einer Schaltung für zwei Logikelemente zur Normierung des Pegels und zur Normierung des Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines Stereoumsetzers (beispielsweise ein Stereoumsetzer gemäss EP2124486 oder EP1850639), wobei das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers) optional einer Schaltung gemäss FIG. 7B zugeführt werden kann, die optional auch der FIG. 6bB nachgeschaltet ist.
- FIG. 2B zeigt ein Beispiel einer Schaltung, welches gegebene Signale $x(t)$, $y(t)$ mittels der Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet bzw. das Argument von deren Summe $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt.
- FIG. 3aB zeigt ein Beispiel einer Schaltung für die Wahl des Definitionsbereichs mittels des Parameters a.
- FIG. 4aB zeigt ein Beispiel einer Schaltung für ein drittes Logikelement, welches die in FIG. 1B erzeugten, gemäss FIG. 2B auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale hinsichtlich des gemäss FIG. 3aB neu durch den Parameter a definierten zulässigen Definitionsbereichs gemäss der Bedingung $\text{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \text{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$ überprüft.
- FIG. 5aB zeigt ein Beispiel einer Schaltung für ein viertes Logikelement, das abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren Funktionswerten betrachtet, wobei der Benutzer den durch die Ungleichung (8aB) definierten Grenzwert R^* (bzw. die durch die Ungleichung (8aB) ebenfalls definierte Abweichung A) für diese Maximierung frei wählen kann.
- FIG. 6aB zeigt eine Eingangsschaltung für ein bereits vorhandenes Stereosignal vor Übergabe an eine Schaltung gemäss FIG. 6bB zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals.
- FIG. 6bB zeigt eine Schaltung zur Bestimmung der Lokalisierung des Signals, deren Eingänge mit den Ausgängen der FIG. 5aB bzw. den Ausgängen der FIG. 6aB verbunden sind.
- FIG. 7B zeigt ein weiteres Beispiel einer Schaltung zur Normierung stereophoner oder pseudostereophoner Signale, die, sofern der FIG. 6bB nachgeschaltet, aktiviert wird, sobald der Parameter z als Eingangssignal vorliegt. Der Anfangswert des Verstärkungsfaktors λ entspricht dabei dem Endwert des Verstärkungsfaktors λ , der FIG. 1B bei Übergabe des Parameters z.
- FIG. 8B zeigt ein Beispiel einer Schaltung, welches gegebene Signale $x(t)$, $y(t)$ mittels der Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet.
- FIG. 9B zeigt ein Beispiel einer Schaltung zur Anpassung der Abbildungsbreite eines Audiosignales.
- FIG. 1C zeigt die Apolaritätsbedingung für die Abbildungen S, S' und Σ' .
- FIG. 2C zeigt die Abbildungen s, s' und Σ' für das kartesische Koordinatensystem $x_1 = u_1$, $x_2 = u_2$, $x_3 = u_3$ aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene.
- FIG. 3C zeigt die Abbildungen s, s' und Σ' für das kartesische Koordinatensystem $x_1 = u_1$, $x_2 = u_2$, $x_3 = u_3$ gleichfalls aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene.

- FIG. 4C zeigt die Abbildungen s , s' und Σ für das kartesische Koordinatensystem $x_1 = u_1$, $x_2 = u_2$, $x_3 = u_3$ aus der Perspektive des 4. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene.
- FIG. 5C zeigt das Konvergenzverhalten einer Gewichtsfunktion, die hier beispielsweise anhand der Mittelwerte der Schnittpunkte im 1. oder auch 3. Quadranten dreier gleich langer, auf der komplexen Zahlenebene abgebildeter pseudostereophoner Signalabschnitte mit der durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannten Ebene die Parameter φ , f (bzw. n), α , β optimiert.
- FIG. 6C zeigt ein Beispiel der unten beschriebenen Schaltung zur Optimierung von pseudostereophonen Signalen auf der Basis algebraischer Invarianten, die der FIG. 5aB unmittelbar nachgeschaltet werden kann, und mit dieser dann eine im vorliegenden Beispiel untrennbare Einheit bildet. Die Ausgänge von FIG. 6C sind innerhalb des gesamten Schaltschemas in diesem Falle so zu behandeln, als wären sie jene von FIG. 5aB. Die Schaltung der FIG. 6C bewirkt, dass deren vorgeschaltete Elemente nunmehr für verschiedene gleich lange Abschnitte von Audiosignalen durchlaufen werden. Das Resultat ist eine anhand der Mittelwerte der Schnittpunkte im 1. oder auch 3. Quadranten dieser gleich langen, auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signalabschnitte mit der durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannten Ebene optimierte Parametrisierung φ , f , α , β .
- FIG. 2D2 zeigt eine Schaltung gemäss EP1850639, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D3A zeigt eine erste Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D4A zeigt eine zweite Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D5A zeigt eine dritte Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D6A zeigt eine erste Variante zur ersten Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D7A zeigt eine zweite Variante zur ersten Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, die erfindungsgemäss um den Parameter s erweitert wurde.
- FIG. 1D1B zeigt das nunmehr erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte Beispiel einer Schaltung für zwei Logikelemente zur Normierung des Pegels und zur Normierung des Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines Stereoumsetzers (beispielsweise ein Stereoumsetzer gemäss EP2124486 oder EP1850639), wobei das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers) optional einer Schaltung gemäss FIG. 7B zugeführt werden kann, die optional auch der FIG. 6bB nachgeschaltet ist.
- FIG. 1D6C zeigt ein nunmehr erfindungsgemäss um den Parameter s erweitertes Beispiel der unten beschriebenen Schaltung zur Optimierung von pseudostereophonen Signalen auf der Basis algebraischer Invarianten, die der FIG. 5aB unmittelbar nachgeschaltet werden kann, und mit dieser dann eine im vorliegenden Beispiel untrennbare Einheit bildet. Die Ausgänge von FIG. 6C sind innerhalb des gesamten Schaltschemas in diesem Falle so zu behandeln, als wären sie jene von FIG. 5aB. Die Schaltung der FIG. 6C bewirkt, dass deren vorgeschaltete Elemente nunmehr für verschiedene gleich lange Abschnitte von Audiosignalen durchlaufen werden. Das Resultat ist eine anhand der Mittelwerte der Schnittpunkte im 1. oder auch 3. Quadranten dieser gleich langen, auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signalabschnitte mit der durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannten Ebene optimierte Parametrisierung φ , f , α , β , s .
- FIG. 2D3A1 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte erste Vereinfachung einer Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$.
- FIG. 2D7A2 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte vereinfachte erste Variante zur Schaltung FIG. 1D7A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$.
- FIG. 2D7A2 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte, durch Einbindung des Parameters λ nochmals vereinfachte zweite Variante zur Schaltung FIG. 1D7A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$.
- FIG. 2D4A1 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte zweite Vereinfachung einer Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$. Für EP1850639 sind die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$.
- FIG. 2D4A2 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte vereinfachte erste Variante zur Schaltung FIG. 1D4A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$. Für EP1850639 sind die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$.
- FIG. 2D4A3 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte, durch Einbindung des Parameters λ nochmals vereinfachte zweite Variante zur Schaltung FIG. 1D4A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$. Für EP1850639 sind die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$.
- FIG. 2D5A1 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte dritte Vereinfachung einer Schaltung gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$.
- FIG. 2D5A2 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte vereinfachte erste Variante zur Schaltung FIG. 1D5A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$. Für EP1850639 sind die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$.

- FIG. 2D5A3 zeigt die erfindungsgemäss um den Parameter s erweiterte, durch Einbindung des Parameters λ nochmals vereinfachte zweite Variante zur Schaltung FIG. 1D5A gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 bzw. CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 für einheitliche Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$. Für EP1850639 sind die Parameter wie folgt zu setzen: $f(\varphi) = f(\alpha) = f(\beta) = 1$, $\sin \varphi = 0$, $\sin \alpha = \sin \beta = 1$.
- FIG. 3D1 zeigt das Schaltschema eines zum Stand der Technik gehörenden All-pass-Filters 1. Ordnung.
- FIG. 3D2 zeigt das Schaltschema eines zum Stand der Technik gehörenden All-pass-Filters 2. Ordnung.
- FIG. 3D3 zeigt das Schaltschema eines zum Stand der Technik gehörenden Phasenschiebers.
- FIG. 3D4 zeigt ein einfaches Beispiel der Nachschaltung eines einzelnen All-pass-Filters im linken Kanal eines stereophonen oder pseudostereophonen Ausgangssignals einer erfindungsgemässen Anordnung nach EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 sowie der anschliessenden Nachschaltung eines Phasenschiebers, dessen Eingangssignal das Ausgangssignal des All-pass-Filters darstellt. Das rechte Eingangssignal wird ohne Beeinflussung als Ausgangssignal beibehalten. Es resultiert ein modifiziertes stereophones oder pseudostereophones Signal.

Detaillierte Beschreibung

[0080] Allgemein ist bekannt, dass Audiosignale, die über zwei oder mehrere Lautsprecher abgestrahlt werden, beim Zuhörer einen räumlichen Eindruck erwecken, sofern sie unterschiedliche Amplituden, Frequenzen, Laufzeit oder Phasendifferenzen aufweisen oder entsprechend verhalten werden.

[0081] Solche dekorrelierten Signale lassen sich einerseits durch unterschiedlich platzierte Schallwandelsysteme erzeugen, deren Signale optional nachbearbeitet werden, oder mittels sogenannter pseudostereophoner Techniken, die eine solche geeignete Dekorrelation - ausgehend von einem Monosignal - erzeugen.

[0082] CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 sind zum Zeitpunkt der vorliegenden Anmeldung nicht veröffentlicht. Im Folgenden wird deshalb deren Inhalt zum Verständnis der folgenden Anwendungsbeispiele vorliegender Erfindung vollständig wiedergegeben:

[0083] Manche pseudostereophone Signale weisen eine erhöhte «Phasigkeit» auf, das heisst deutlich wahrnehmbare Laufzeitdifferenzen zwischen beiden Kanälen. Häufig ist auch der Korrelationsgrad zwischen beiden Kanälen zu gering (mangelnde Kompatibilität) oder zu hoch (unerwünschte Annäherung an ein Monoklangbild). Pseudostereophone, aber auch stereophone Signale, können somit Defizienzen aufweisen, die auf mangelnde oder übergrösse Dekorrelationen der abgestrahlten Signale zurückzuführen sind.

[0084] Es ist somit ein Ziel von CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876, dieses Problem zu lösen und stereophone (einschliesslich pseudostereophone) Signale abzugleichen oder umgekehrt stärker zu differenzieren.

[0085] Ein anderes Ziel ist es, stereophone und pseudostereophone Audiosignale zu verbessern, zu erzeugen, zu übertragen, umzuformen oder wiederzugeben.

[0086] In CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 werden diese Probleme unter anderem durch die vordergründig nicht zweckmässigen Nachschaltung eines Panorama-Potentiometers bei einer Vorrichtung zur Pseudostereoumsetzung gelöst.

[0087] Panorama-Potentiometer (auch Pan-Pot, Panoramaregler oder Panoramasteller genannt) sind an sich bekannt und werden für intensitätsstereophone Signale verwendet, das heisst für Stereosignale, die sich ausschliesslich durch ihre Pegel, jedoch nicht durch Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede oder unterschiedliche Frequenzspektren unterscheiden. Das Schaltungsprinzip eines bekannten Panorama-Potentiometers wird in Fig. 1A dargestellt. Das Gerät besitzt einen Eingang 101 und zwei Ausgänge 202, 203, die auf die Sammelschienen 204, 205 der Gruppenkanäle L (linker Audiokanal) und R (rechter Audiokanal) gelegt sind. In Mittenstellung (M) erhalten beide Sammelschienen denselben Pegel, in den Seitenstellungen Links (L) und Rechts (R) wird das Signal nur auf die linke bzw. rechte Sammelschiene weitergeführt. In den Zwischenstellungen erzeugt ein Panorama-Potentiometer Pegeldifferenzen, die den verschiedenen Positionen der Phantomschallquelle auf der Lautsprecherbasis entsprechen.

[0088] FIG. 2A ist der Dämpfungsverlauf des linken und rechten Kanals eines Panorama-Potentiometers ohne Überbereich und entsprechende Abbildungswinkel zu entnehmen. In Mittenstellung beträgt die Dämpfung in jedem Kanal 3 dB, durch die akustische Überlagerung entsteht dadurch derselbe Lautstärkeindruck, wie wenn nur ein Kanal in Stellung L oder R vorhanden wäre.

[0089] Panorama-Potentiometer können etwa als Spannungsteiler den linken Kanal in unterschiedlichem, wählbarem Verhältnis auf den resultierenden linken bzw. rechten Ausgang (diese Ausgänge werden auch als Sammelschienen bezeichnet) verteilen bzw. in gleicher Weise den rechten Kanal in unterschiedlichem, wählbarem Verhältnis auf denselben linken bzw. rechten Ausgang (dieselben Sammelschienen). Somit können bei intensitätsstereophonen Signalen die Abbildungsbreite eingengt und deren Richtung verschoben werden.

[0090] Bei pseudostereophonen Signalen, die sich Laufzeit- bzw. Phasenunterschiede, unterschiedliche Frequenzspektren oder Verhallung zunutze machen (als auch bei so beschaffenen Stereosignalen im Allgemeinen) ist eine solche Einengung der Abbildungsbreite bzw. Verschiebung der Abbildungsrichtung anhand eines Panorama-Potentiometers nicht

möglich. Von einer Anwendung von Panorama-Potentiometern auf derartige Signale wird deshalb bestimmungsgemäss grundsätzlich abgesehen.

[0091] Wie in CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 dargestellt, wurde jedoch unerwartet und entgegen bisheriger Erfahrung festgestellt, dass die vorher nicht bekannte Nachschaltung eines Panorama-Potentiometers nach einer Schaltung zur Pseudostereokonvertierung unerwartete Vorteile bringt. Zwar kann eine solche Nachschaltung nicht zur oben erwähnten Einschränkung der Abbildungsbreite oder zur Verschiebung der Abbildungsrichtung der gewonnenen Stereosignale führen. Jedoch lässt sich der Korrelationsgrad zwischen dem linken und dem rechten Signal mit einem solchen Panorama-Potentiometer auf diesem Wege erhöhen oder auch herabsetzen.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform wird je ein Panorama-Potentiometer im linken und rechten Ausgang der Schaltung zur Gewinnung eines pseudostereophonen Signals nachgeschaltet. Dabei werden vorzugsweise die Sammelschienen beider Panorama-Potentiometer gemeinsam und vorzugsweise gleichlautend genutzt.

[0093] Dabei besitzt jeder Panorama-Potentiometer einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Eingang eines ersten Panorama-Potentiometers ist mit einem ersten Ausgang der Schaltung verbunden, und der Eingang eines zweiten Panorama-Potentiometers ist mit einem zweiten Ausgang dieser Schaltung verbunden. Der erste Ausgang des ersten Panorama-Potentiometers ist mit dem ersten Ausgang des zweiten Panorama-Potentiometers verbunden. Der zweite Ausgang des ersten Panorama-Potentiometers ist mit dem zweiten Ausgang des zweiten Panorama-Potentiometers verbunden.

[0094] Alternativ und äquivalent lässt sich der Korrelationsgrad statt mit Panorama-Potentiometern auch anhand einer ersten Schaltung zur Pseudostereokonvertierung mit einem Stereoomsetzer und einem dem Stereoomsetzer vorgeschalteten Verstärker zur Verstärkung eines Eingangssignals des Stereoomsetzers anpassen, und dies ohne Panorama-Potentiometer. Eine äquivalente Korrelationsgradanpassung lässt sich dadurch mit weniger Komponenten realisieren.

[0095] Alternativ und äquivalent lässt sich der Korrelationsgrad statt mit Panorama-Potentiometer auch anhand einer zweiten Schaltung variieren, dies mit einem modifizierten Stereoomsetzer, der einen Addierer und einen Subtraktor enthält, um, um vorbestimmte Faktoren jeweilig verstärkte, Eingangssignale (M, S) zu addieren beziehungsweise zu subtrahieren, um Signale, die identisch mit den Sammelschiensignalen der Panorama-Potentiometer sind, zu erzeugen. Eine äquivalente Korrelationsgradanpassung lässt sich dadurch mit noch weniger Komponenten realisieren.

[0096] Diese Sachverhalte lassen sich auch auf Vorrichtungen oder Methoden anwenden, welche Signale erzeugen, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden (beispielsweise zum Stand der Technik gehörende Surround-Anlagen).

[0097] Die Fig. 3A bis 5A zeigen verschiedene Ausführungsformen eben dargelegten Schaltungsprinzips, bei welcher je ein Panorama-Potentiometer 311 und 312, 411 und 412, 511 und 512 unmittelbar auf eine Pseudokonvertierungsschaltung 309, 409 bzw. 509 folgend nachgeschaltet wird. In jedem hier dargestellten Beispiel besteht die Pseudokonvertierungsschaltung 309, 409 bzw. 509 aus einer Schaltung mit einer MS-Matrix 310, 410, bzw. 510, wie in EP2124486 als auch in EP1850639 beschrieben.

[0098] Mit diesem Panorama-Potentiometer 311 und 312, 411 und 412, 511 und 512 lässt sich der Korrelationsgrad der resultierenden Sammelschienen L 304, 404, 504 und R 305, 405, 505 erhöhen oder erniedrigen. Es wird demnach der aus der Stereoomsetzung (nach Durchlaufen der MS-Matrix) resultierende linke Kanal L' 302, 402, 502 bzw. rechte Kanal R' 303, 403, 503 je einem Panorama-Potentiometer bei gemeinsam genutzten Sammelschienen L und R zugeführt.

[0099] Werden die Dämpfung λ für das linke Eingangssignal L' des Panorama-Potentiometers 311, 411 oder 511 und die Dämpfung ρ für das rechte Eingangssignal R' des Panorama-Potentiometers 312, 412, 512 eines aus einer Vorrichtung 309, 409 oder 509 resultierenden Stereosignals 302 und 303, 402 und 403, 502 und 503 auf den Bereich zwischen 0 und 3 dB eingeengt, lassen sich umgekehrt proportional die Beziehungen

$$1 \geq \lambda \geq 0 \text{ und}$$

$$1 \geq \rho \geq 0$$

(wobei 1 dem Wert 0 dB entspricht und 0 dem Wert 3 dB) einführen.

[0100] λ und ρ entsprechen somit den umgekehrt proportionalen Dämpfungen der in FIG. 3A bis Fig. 5A dargestellten Panorama-Potentiometer, eingeengt auf den Bereich zwischen 0 und 3 dB.

[0101] Es ergeben sich somit für die resultierenden Stereosignale (Sammelschienen) L und R (304 und 305, 404 und 405, 504 und 505) bzw. die Ausgangssignale L'' 313, 413, 513 und R'' 314, 414, 514 des Panorama-Potentiometers 311, 411, 511 und die Ausgangssignale L''' 315, 415, 515 und R''' 316, 416, 516 des Panorama-Potentiometers 312, 412, 512 die Beziehungen

$$(1A) L = L'' + L''' = \frac{1}{2} * L' (1 + \lambda) + \frac{1}{2} * R' (1 - \rho) \text{ und}$$

$$(2A) R = R'' + R''' = \frac{1}{2} * L' (1 - \lambda) + \frac{1}{2} * R' (1 + \rho)$$

[0102] Die Fig. 6A zeigt eine weitere Ausführungsform mit einer zu FIG. 3A äquivalente Schaltung mit leicht modifizierter MS-Matrix, die eine unmittelbare Nachschaltung von Panorama-Potentiometern entbehrlich macht. Unter der Berücksichtigung der Äquivalenzen der Stereoomsetzung (MS-Matrizierung)

$$L' = (M + S) * 1/\sqrt{2}$$

und

$$R' = (M - S) * 1/\sqrt{2}$$

ergeben sich die Beziehungen

$$(1A) L = [M (2 + \lambda - \rho) + S (\lambda + \rho)] * 1/2\sqrt{2}$$

$$(2A) R = [M (2 - \lambda + \rho) - S (\lambda + \rho)] * 1/2\sqrt{2}$$

[0103] Dadurch lassen sich die Signale der Sammelschienen L und R auch unmittelbar aus den Eingangssignalen M und S der Stereoumsetzungsschaltung ableiten.

[0104] Für den Fall $\lambda = \rho$ (gleiche Dämpfung im linken und rechten Kanal) gelten:

$$(3A) L = (M + \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

$$(4A) R = (M - \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

d.h. die Variation der Amplitude des Signals S ist äquivalent mit der Nachschaltung je eines Panorama-Potentiometers bei identischer Dämpfung im linken und rechten Kanal. Die Ausgangssignale L und R entsprechen unter diesen Voraussetzungen den Sammelschienen-Signalen L und R der Fig. 3A.

[0105] Es ergibt sich somit eine Schaltung oder ein Verfahren etwa der Form FIG. 6A (wobei triviale Abwandlungen möglich sind), die ein Summensignal aus dem um den Faktor $(2 + \lambda - \rho)$ verstärkten M-Signal und dem um den Faktor $(\lambda + \rho)$ verstärkten S-Signal bildet, sowie ein Differenzsignal, das sich aus dem um den Faktor $(2 - \lambda + \rho)$ verstärkten M-Signal minus dem um den Faktor $(\lambda + \rho)$ verstärkten S-Signal zusammensetzt, wobei insgesamt eine Korrektur um den Faktor $1/2\sqrt{2}$ vorzunehmen ist, um zu Formeln (1A) und (2B) äquivalente Signale L und R zu erhalten.

[0106] Die FIG. 7A zeigt eine zu FIG. 3A bzw. FIG. 6A äquivalente Schaltung, sofern für die umgekehrt proportionalen Dämpfungen λ und ρ der in FIG. 3A dargestellten Panorama-Potentiometer die Beziehung $\lambda = \rho$ gilt. Diese Schaltung ist nicht zu verwechseln mit der aus der Intensitätsstereophonie (MS-Mikrophonverfahren) bekannten Anordnung zur Veränderung des Aufnahme- oder Öffnungswinkels (die hier nicht stattfindet).

[0107] Es wird dabei davon ausgegangen, dass häufig für die Angleichung oder Differenzierung von Stereosignalen eine für vorgeschlagene Panorama-Potentiometer oder eben dargestellte modifizierte MS-Matrix einheitliche Dämpfung ausreichend ist. Mit $\lambda = \rho$ vereinfacht sich die soeben dargestellte Vorrichtung dann gemäss den obigen Formeln (3A) und (4A) zu:

$$(3A) L = (M + \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

$$(4A) R = (M - \lambda * S) * 1/\sqrt{2}$$

was einer simplen Amplitudenkorrektur des S-Signals (717) gleichkommt.

[0108] Eine solche Amplitudenkorrektur des S-Signals ist bislang nur für das klassische MS-Mikrophonverfahren bekannt, und führt dort im idealen Bereich zu einer Veränderung des Aufnahme- oder Öffnungswinkels, die hier nicht stattfindet. Eine Übertragung gleichen Wirkungsprinzips ist nicht möglich (und eine Anwendung der MS-Mikrophontechnik auf vorliegende Schaltung demnach nicht naheliegend).

[0109] In der FIG. 7A kommt es somit zur ergänzenden Verstärkung des S-Signals um den Faktor λ , ($1 \geq \lambda \geq 0$) vor abschliessendem Durchlaufen der MS-Matrix. Das resultierende Stereosignal ist äquivalent mit den Sammelschienen-Signalen 304 und 305 der FIG. 3A, 404 und 405 der FIG. 4A und 504 und 505 der FIG. 5A bei einheitlicher Dämpfung als auch mit dem Ausgangssignal L und R der FIG. 6A, sofern dort $\lambda = \rho$ gilt.

[0110] In der Praxis lässt sich mit dieser Schaltung bzw. Verfahren der Korrelationsgrad exakt festlegen, d.h. es besteht ein unmittelbarer funktionaler Zusammenhang zwischen der Dämpfung λ und dem Korrelationsgrad r , für den idealerweise $0,2 \leq r \leq 0,7$

gilt. Für X hat sich in einer Versuchsreihe

$$0,07 \leq \lambda \leq 0,46$$

als günstig für die meisten Anwendungen erwiesen.

[0111] Insbesondere lassen sich Artefakte (wie störende Laufzeitdifferenzen, Phasenverschiebungen o.a.) mit dieser Vorrichtung oder Verfahren unschwer ausmerzen, sei dies manuell oder auch automatisiert (algorithmisch).

[0112] Es lässt sich somit aufgrund der Äquivalenz von nachgeschalteten Panorama-Potentiometern mit einheitlicher Dämpfung und einer Amplitudenkorrektur des S-Signals um den Faktor λ ($1 \geq \lambda \geq 0$) vor abschliessender MS-Matrizierung eine überzeugende Pseudostereophonie erzielen, die, vom ursprünglichen Monosignal ausgehend, dem Zuhörer eine umfassende, wenngleich höchst einfache Nachbearbeitungsmöglichkeit einräumt, dies unter grundsätzlicher Wahrung der Kompatibilität und Vermeidung störender Artefakte.

[0113] Diese Vorrichtung kann beispielsweise in der Telephonie eingesetzt werden, im Bereich der professionellen Nachbearbeitung von Audiosignalen oder auch im Bereich hochwertiger elektronischer Konsumgüter, die auf einfachste, jedoch effiziente Handhabung abzielen.

[0114] Zur Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite:

[0115] Es empfiehlt sich für diese Anwendung der zusätzliche Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima

oder Maxima für die gewonnenen pseudostereophonen Signale, dies für deren erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung.

[0116] Von besonderem Interesse (etwa für die Wiedergabe stereophoner Signale in Automobilen) ist die nachträgliche Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite des gewonnenen Stereosignals anhand der gezielten Variation des Korrelationsgrades r des resultierenden Stereosignals bzw. der Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals). Die zuvor eruierten Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, der manuell oder messtechnisch zu ermittelnde Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, der fiktiver linken Öffnungswinkel α und der fiktive rechte Öffnungswinkel β können dabei beibehalten werden, und es ist sinnvollerweise nur noch eine abschliessende Amplitudenkorrektur etwa gemäss dem Logikelement 120 der Fig. 8A notwendig, sofern diese Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite manuell erfolgt.

[0117] Soll diese automatisiert werden, zeigen psychoakustische Versuchsreihen, dass eine konstante Abbildungsbreite für stereophone Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$ bzw. deren komplexe Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

im Wesentlichen vom Kriterium

$$(7A) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max \left\{ \operatorname{Re} \left\{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \right\} \right\}$$

$< S^* + \varepsilon \leq 1$

sowie vom Kriterium

T

$$(8A) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int \left\{ \operatorname{Re} \left\{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \right\} \right\} dt \leq U^* + \kappa$$

-T

abhängt (wobei S^* und ε bzw. U^* und κ beispielsweise für Telefonsignale anders festzulegen sind als für Musikaufnahmen). Zu bestimmen sind demnach nur noch vom Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals bzw. von den Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bzw. von einem Logikelement 120 der Fig. 8A abhängige geeignete Funktionswerte $x(t)$, $y(t)$ gemäss einem iterativen, auf Rückkopplung basierenden Funktionsprinzip.

[0118] Die dargestellte Anordnung lässt sich demnach im Sinne einer Anordnung etwa der in Fig. 8A bis 10A dargestellten Form wie folgt erweitern:

[0119] Ein aus einer Anordnung gemäss Fig. 1A bis 7A resultierendes Ausgangssignal wird dabei einheitlich um einen Faktor p^* so verstärkt (Verstärker 118, 119 der Fig. 8), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, welches den Verstärkungsfaktor p^* der Verstärker 118 und 119 solange über die Rückkopplungen 121 und 122 variiert bzw. korrigiert, bis der maximale Pegel für den linken bzw. für den rechten Kanal 0 dB beträgt.

[0120] In einem weiteren Schritt werden nunmehr die resultierenden Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) einer Matrix zugeführt, in der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor $1/\sqrt{2}$ (Verstärker 229, 230 der Figur 9A) diese in je einen gleichlautenden Real- und Imaginärteil zerlegt werden, wobei der aus dem mittels 229 verstärkten Signal $x(t)$ gebildete Realteil noch den Verstärker 231 mit dem Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t) / \sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t) / \sqrt{2}] * (1 + i) .$$

[0121] Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und ergeben somit den Real- bzw. Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$.

[0122] Es ist nunmehr eine Anordnung beispielsweise gemäss dem Logikelement 640 der FIG. 10A nachzuschalten, die für einen vom Benutzer in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet gewählten Grenzwert S^* bzw. eine geeignet gewählte Abweichung ε , beide definiert durch die Ungleichung (7A), prüft, ob die Bedingung

$$(7A) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max \left\{ \operatorname{Re} \left\{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \right\} \right\}$$

$$\leq S^* + \varepsilon \leq 1$$

erfüllt ist. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 641 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 8A bis 10A dargestellt, solange durchlaufen, bis obige Bedingung (7A) erfüllt ist.

[0123] Die Eingangssignale für das Logikelement 640 werden nunmehr an eine Anordnung etwa gemäss dem Logikelement 642 der FIG. 10A übergeben. Diese betrachtet abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals, wobei der Benutzer

den Grenzwert U^* sowie die Abweichung κ , beide definiert durch die Ungleichung (8A), in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet wählen kann. Insgesamt muss die Bedingung

$$(8A) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa$$

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 643 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 8A bis 10A dargestellt, solange durchlaufen, bis das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite unter Berücksichtigung des Grenzwertes U^* bzw. der Abweichung κ , beide durch den Benutzer geeignet gewählt, erfüllt.

[0124] Die Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) entsprechen somit hinsichtlich der Abbildungsbreite -bestimmt durch den Korrelationsgrad r bzw. die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) - den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale L^{**} und R^{**} der eben beschriebenen Anordnung dar.

[0125] Die hier angestellten Überlegungen bleiben insgesamt auch gültig, sofern ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der imaginären Ebene gewählt wird. Beispielsweise lässt sich anstelle einzelner Funktionswerte auch die Achsenlänge normieren, um den Rechenaufwand entsprechend herabzusetzen.

[0126] Zur Festlegung der Abbildungsrichtung:

[0127] Mitunter ist es auch von Bedeutung, die gewonnene stereophone Abbildung um die Hauptachse der der Stereophonisierung zugrundeliegenden Richtcharakteristik zu spiegeln, da beispielsweise eine in Bezug auf die Hauptachse spiegelverkehrte Abbildung vorliegt. Dies kann manuell durch die Vertauschung des linken und rechten Kanals geschehen.

[0128] Soll ein bereits vorhandenes Stereosignal L° , R° durch vorliegendes System abgebildet werden, lässt sich die korrekte Abbildungsrichtung mittels dargestellter pseudostereophonen Methodik gebildeten Phantomschallquellen auch beispielsweise gemäss FIG. 12A automatisch ermitteln (die FIG. 10A unmittelbar nachgeschaltet wird, wobei die FIG. 11A für die Bestimmung der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des bereits vorhandenen Stereosignals L° , R° der FIG. 12A gleichfalls zugeschaltet werden kann; vergleiche die Erläuterungen zu FIG. 9A). Hierbei wird zu geeignet gewählten Zeitpunkten t_i (für die nicht alle im folgenden genannten korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ bzw. $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ in wenigstens einem Falle gleich Null sein dürfen) die bereits gemäss FIG. 9A ermittelte Transferfunktion $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ mit der Transferfunktion $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des linken Signals $l(t)$ bzw. des rechten Signals $r(t)$ des ursprünglichen Stereosignals L° , R° verglichen. Bewegen sich diese Transferfunktionen im gleichen oder diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene, erhöht die Gesamtzahl m der Funktionswerte der genannten Transferfunktionen, die im gleichen bzw. diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene liegen, sich jeweils um 1.

[0129] Eine empirisch (oder statistisch eruierte) festlegbare Zahl b , die kleiner oder gleich der Anzahl der korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ bzw. $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ ungleich Null sein sollte, legt nunmehr die Anzahl notwendiger Treffer fest. Unterhalb dieser Anzahl werden der linke Kanal $x(t)$ und der rechte Kanal $y(t)$ des etwa aus einer Anordnung gemäss FIG. 8A - 10A resultierenden Stereosignals vertauscht.

[0130] Soll ein ursprünglich stereophones Signal in ein Monosignal zuzüglich der die Richtcharakteristik beschreibenden Funktion f (bzw. deren vereinfachenden Parameter n) sowie der Parameter φ , α , β , λ oder ρ (etwa zum Zwecke der Datenkompression) umkodiert werden (Beispiel für einen Output 640a, der um den Parameter z , siehe unten, erweitert werden kann), ist sinnvollerweise die Information mitzukodieren, ob der resultierende linke Kanal mit dem resultierenden rechten Kanal zu vertauschen ist (beispielsweise ausgedrückt durch den Parameter z , der die Zahlen 0 oder 1 annimmt).

[0131] Unter leichten Modifikationen lassen sich zu den Schaltungen gemäss FIG. 11A und 12A analoge Schaltungen konstruieren, die sich unmittelbar den FIG. 3A oder 4A oder 5A oder 6A oder 7A nachschalten lassen oder auch an anderer Stelle innerhalb des elektrischen Kreises oder Algorithmus einsetzen lassen.

[0132] Zur Gewinnung stabiler FM-Stereosignale anhand von CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 als Beispiel für die Auswertung eines vorhandenen Stereosignals, das durch zwei oder mehrere Lautsprecher wiedergegeben werden kann:

[0133] CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 ist auch von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Gewinnung stabiler FM-Stereosignale unter ungünstigen Empfangsbedingungen (etwa in Automobilen). Hierbei lässt sich eine stabile Stereophonie unter reiner Zuhilfenahme des Main-channel-Signals ($L + R$) als Eingangssignal, das die Summe des linken und rechten Kanals des ursprünglichen Stereosignals darstellt, erzielen. Das vollständig oder unvollständige Sub-channel-Signal ($L - R$), das das Ergebnis der Subtraktion des rechten von linken Kanal des ursprünglichen Stereosignals darstellt, kann dabei mit verwendet werden, um ein verwertbares S-Signal zu bilden bzw. um die Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, den manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, den fiktiven linken Öffnungswinkel α , den fiktiven rechten Öffnungswinkel β , die Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder daraus resultierend den Verstärkungsfaktor p^* für die Normierung des aus der MS-Matrizierung (etwa analog zum Logikelement 120 der Figur 8A bestimmt) oder aus einer sonstigen erfindungsgemässen Anordnung resultierenden linken und rechten Kanals am Einheitskreis (1 entspricht dabei dem mittels p^* normierten maximalen Pegel von 0 dB, wobei $x(t)$ das aus dieser Normierung resultierende linke Ausgangssignal und $y(t)$ das aus dieser Normierung resultierende rechte Aus-

gangssignal darstellt) oder den Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals oder den etwa durch nachstehende Ungleichung (9aA) definierten Parameter a für die Definition des zulässigen Wertebereichs für die Summe der Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale (beispielsweise die genannten komplexen Transferfunktionen

$$(5A) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(6A) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

wobei etwa für $0 \leq a \leq 1$ gilt

$$(9aA) \quad \operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1,$$

oder den durch nachstehende Ungleichung (11aA) definierten Grenzwert R^* oder die ebenfalls durch nachstehende Ungleichung (11aA) definierte Abweichung Δ zur Festlegung bzw. Maximierung des absoluten Betrags der Funktionswerte der Summe dieser Transferfunktionen (wobei für diese Festlegung bzw. Maximierung und das Zeitintervall $[-T, T]$ bzw. die Gesamtzahl möglicher Ausgangssignale $x_j(t), y_j(t)$ beispielsweise gilt

$$(11aA) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt$$

$+ g^*[y_j(t)]| dt$
 $\leq R^* + \Delta$

$$\leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{[1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}]} dt$$

oder den oben definierten Grenzwert S^* oder die oben definierte Abweichung ε (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$(7A) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max \{ \operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} \}$$

$$\leq S^* + \varepsilon \leq 1)$$

oder den oben definierten Grenzwert U^* oder die oben definierte Abweichung κ (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$(8A) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \leq U^* + \kappa,$$

sämtliche zur Bestimmung der Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals, oder die Abbildungsrichtung der reproduzierten Schallquellen gemäss oben beschriebener Anordnung zu bestimmen bzw. zu optimieren. Das Resultat ist in jedem Falle eine in Hinblick auf das FM-Signal konstante stereophone Abbildung.

[0134] Insbesondere empfiehlt sich auch hier der Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima, um die Evalierung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen gemäss oben beschriebenen Kriterien zu beschleunigen.

[0135] CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 sind zum Zeitpunkt der vorliegenden Anmeldung nicht veröffentlicht. Im folgenden wird deshalb deren Inhalt zum Verständnis der folgenden Anwendungsbeispiele vorliegender Erfindung vollständig wiedergegeben:

[0136] Bei der Anordnung gemäss EP2124486, gemäss EP1850639 und/oder gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 können verschiedene Parameter im Stereoumsetzer gewählt werden, mit welchen pseudostereophone Signale erzeugt werden. Obwohl häufig mehrere Parameter oder Sets von Parametern möglich sind, mit welchen pseudostereophone Audiosignale gewonnen werden können, hat die Auswahl dieser Parameter einen Einfluss auf das empfundene

räumliche Klangbild. Die Auswahl der Parameter, die in einer bestimmten Lage oder für ein bestimmtes Audiosignal optimal sind, ist aber nicht trivial.

[0137] Ausserdem hat die Anpassung der Parameter auch häufig einen Einfluss auf den Korrelationsgrad zwischen dem linken und dem rechten Kanal. Im Rahmen von CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 wurde jedoch festgestellt, dass es sinnvoll wäre, für die Bewertung unterschiedlicher Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. dem vereinfachenden Parameter n), α , β einen einheitlichen Korrelationsgrad festzulegen.

[0138] Ein Ziel ist dort ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung zur Gewinnung pseudostereophoner Signale anzubieten bzw. ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung, um automatisch und optimal jene Parameter auszuwählen, welche der Erzeugung von stereophonen oder pseudostereophonen Signalen zugrunde liegen, bzw. ein Verfahren und eine Vorrichtung, um insbesondere die Parameter (φ , λ , ρ bzw. f (bzw. n), α , β) bei dieser Gewinnung optimal und automatisch zu bestimmen.

[0139] Mit einem solchen Verfahren bzw. einer solchen Vorrichtung sollen aus mehreren dekorrelierten, insbesondere pseudostereophonen, Signalvarianten jene ausgewählt werden, deren Dekorrelation sich als besonders günstig erweist.

[0140] Insbesondere sollen die Auswahlkriterien selbst in möglichst effizienter und kompakter Form beeinflusst werden können, um Signale unterschiedlicher Beschaffenheit (etwa Sprach- im Gegensatz zu Musikaufnahmen) in deren optimierte Wiedergabe überführen zu können.

[0141] Gemäss einem Aspekt wird in CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Stereoumsetzers vorgeschlagen, wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t , und $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, in welcher die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb eines vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

[0142] Wenn es Drop-outs oder ähnlichen Defekten gibt, können jedoch in unbedeutender Menge einzelne Punkte ausserhalb des Definitionsbereichs liegen. In diesem Fall wird die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis ein Teil von $\langle x(t), y(t) \rangle$ innerhalb des vorbestimmten Definitionsbereichs liegt.

[0143] Der gewünschte Definitionsbereich wird vorzugsweise durch einen einzigen numerischen Parameter a festgelegt, wobei vorzugsweise $0 \leq a \leq 1$. Dieser Parameter und somit der Definitionsbereich können beispielsweise durch die Ungleichung

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t) + g^*[y(t)]]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t) + g^*[y(t)]]\} \leq 1$$

sinnvoll festgelegt werden, wobei für die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ die Beziehungen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

gelten.

[0144] Der Benutzer kann einen solchen Definitionsbereich, ausgehend vom Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der imaginären Achse (sofern der maximale Pegel des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ am Einheitskreis normiert wurde), anhand des Parameters a , $0 \leq a \leq 1$, beliebig festlegen.

[0145] Dieses Prinzip bleibt auch gültig wenn ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der komplexen Zahlenebene gewählt wird, und ein anderer neuer Definitionsbereich definiert wird. Unter «Definitionsbereich» wird somit generell ein zulässiger Wertebereich für $\langle x(t), y(t) \rangle$ des Ausgangssignals $x(t)$, $y(t)$ verstanden, der insgesamt $\langle x(t), y(t) \rangle$ ganz oder teilweise (etwa im Falle defekter Tonaufnahmen, die sogenannte Drop-outs aufweisen) enthalten soll.

[0146] In einer bevorzugten Variante wird der Korrelationsgrad der Ausgangssignale ($x(t)$ und $y(t)$) normiert. In einer bevorzugten Variante wird der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals normiert. Auf diese Weise können gewisse Parameter iterativ optimiert werden, um den gewünschten Definitionsbereich zu erzielen, ohne dass diese den Korrelationsgrad oder den den Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals beeinflussen.

[0147] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β anhand von, von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss ein von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängiger entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter darstellt.

[0148] In einer Ausführungsform wird somit ein Verfahren zur Gewinnung pseudostereophoner Ausgangssignale $x(t)$ und $y(t)$ anhand eines Umsetzers vorgeschlagen, wobei $x(t)$ den Funktionswert resultierenden linken Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, wobei $y(t)$ den Funktionswert resultierenden rechten Ausgangskanals zum Zeitpunkt t darstellt, wobei die komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ der Ausgangssignale definiert werden:

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

in welchem die Gewinnung iterativ optimiert wird, bis folgendes Kriterium erfüllt ist:

$$\operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} < 1,$$

wobei $0 \leq a \leq 1$ den gewünschten Definitionsbereich festlegt.

[0149] Auffallend bei den Verfahren zur Gewinnung von pseudostereophonen Signalen gemäss EP2124486 oder gemäss EP1850639 ist die Tatsache, dass diese stets ein einwandfreies Mittensignal liefern. Es wird deshalb hier die Kurzzeit-Kreuzkorrelation

$$(1B) \quad r = (1/2T) * \int_{-T}^T x(t)y(t) dt$$

$$* (1/x(t))_{\text{eff}} y(t)_{\text{eff}}$$

für das Zeitintervall $[-T, T]$ sowie die Ausgangssignale $x(t)$ des linken bzw. $y(t)$ des rechten Kanals eingeführt.

[0150] Wie bereits erwähnt ist es sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β ein einheitlicher Korrelationsgrad erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss der Korrelationsgrad der Ausgangssignale ($x(t)$ und $y(t)$) normiert. Diese Normierung kann vorzugsweise durch die gezielte Variation von λ (linke Dämpfung) bzw. ρ (rechte Dämpfung) festgelegt werden.

[0151] Aufgrund des einheitlichen Korrelationsgrades lässt sich das erzielte Signal nunmehr systematisch, vom Benutzer beeinflussbaren Beurteilungskriterien unterwerfen.

[0152] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β ein einheitlicher Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals erzielt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb in dargelegtem System der Pegel des Maximums des resultierenden linken und rechten Kanals normiert, so dass dieser Pegel nicht durch die Optimierung der Parameter beeinflusst wird.

[0153] Es ist zum Beispiel sinnvoll, dass zuerst die Aussteuerung für das Maximum des linken Signals L und des rechten Signals R einheitlich auf beispielsweise 0 dB mittels eines ersten Logikelements festgelegt wird.

[0154] Es ist auch sinnvoll, wenn für unterschiedlichste Parametrisierungen von φ bzw. f (bzw. n), α , β anhand von, von $\langle x(t), y(t) \rangle$ oder von $|\langle x(t), y(t) \rangle|$ abhängigen, Kriterien festgelegt wird. Zu diesem Zweck wird deshalb erfindungsgemäss jeweils ein entsprechender Wertebereich normiert, so dass dieser ein Kriterium für die Optimierung der Parameter darstellt.

[0155] $x(t)$ und $y(t)$ werden innerhalb des Einheitskreises der komplexen Zahlenebene abgebildet. Es ist nunmehr die Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ näher zu untersuchen, um Rückschlüsse auf die Qualität des jeweiligen Ausgangssignals etwa einer Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639 zu ziehen. Jegliche Dekorrelation der beiden Signale $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$ kommt hier bei Betrachtung der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ einem Ausschlag auf der reellen Achse gleich.

[0156] Die Optimierung des Stereoumsetzers erfolgt somit beispielsweise gemäss den benannten Kriterien für $|\operatorname{Re}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$ und für $|\operatorname{Im}\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}|$

[0157] Dieses Verfahren erweist sich als besonders günstig, da mit einem einzelnen Parameter, nämlich a , insbesondere der unterschiedlichen Beschaffenheit der Ausgangssignale einer Vorrichtung oder eines Verfahrens gemäss EP2124486 oder EP1850639 optimal Rechnung getragen wird. Der Parameter kann vorzugsweise vom Typ des Audiosignals abhängig sein, etwa um Sprache oder Musik manuell oder automatisch unterschiedlich zu bearbeiten. Bei Sprache ist der durch a bestimmte Definitionsbereich aufgrund störender Artefakte wie etwa hochfrequenten Nebengeräuschen bei der Artikulation, anders als bei Musikaufnahmen, vorzugsweise deutlich einzuschränken.

[0158] Zudem lässt sich, unter Beschränkung auf einen einzigen Parameter a , vom Einheitskreis bzw. der imaginären Achse ausgehend jeder optimale Abbildungsbereich für $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ wählen.

[0159] Erfüllen die Signale $x(t)$, $y(t)$ nicht die oben erwähnten Bedingungen, werden erfindungsgemäss im Sinne einer Optimierung die Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β - gemäss einem an die Funktionswerte $x[t(\varphi, f, \alpha, \beta)]$ und $y[t(\varphi, f, \alpha, \beta)]$ bzw. $x[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ und $y[t(\varphi, n, \alpha, \beta)]$ angepassten iterativen Vorgehen - neu bestimmt, und bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis $x(t)$ und $y(t)$ die oben erwähnten Bedingungen erfüllen.

[0160] In einem weiteren Schritt wird nunmehr beispielsweise das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Maximierung von deren Funktionswerten betrachtet. Es kann gezeigt werden, dass dieses Vorgehen der Maximierung von

$$(6B) \quad \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

gleichkommt; dieser Ausdruck bleibt seinerseits kleiner oder gleich dem Wert von

$$(7aB) \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{[1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}]\}} dt.$$

[0161] Auch hier wird dem Benutzer ein Werkzeug an die Hand gegeben, insofern er den Grenzwert R* (bzw. die durch die Ungleichung (8aB) definierte Abweichung Δ, siehe unten) für diese Maximierung im Rahmen von (8aB) frei wählen kann. Insgesamt muss für die Gesamtzahl möglicher Signalvarianten X_j(t), y_j(t) die Bedingung

$$(8aB) 0 \leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt$$

$$\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt$$

$$\leq R^* + \Delta$$

$$\leq \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{[1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}]\}} dt$$

ersetzen.

[0162] R* und Δ stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Lautheit des zu erzielenden Ausgangssignals (also jenen Parametern, nach denen auch der Zuhörer die Gültigkeit einer stereophonen Abbildung beurteilt).

[0163] Wird die durch Δ definierte Umgebung des Grenzwerts R* bzw. das Maximum aller möglichen integrierten Reliefs nicht erreicht, werden im Sinne einer Optimierung in Hinblick auf den Grenzwert R* und die Abweichung A bzw. auf erwähntes Maximum - gemäss einem auf die Funktionswerte x[t(φ, f, α, β)] und y[t(φ, f, α, β)] bzw. x[t(φ, n, α, β)] und y[t(φ, n, α, β)] angepassten iterativen Vorgehen - neue Parameter φ bzw. f bzw. α bzw. β bestimmt, und sämtliche bislang dargestellte Schritte solange durchlaufen, bis Signale x(t), y(t) bzw. Parameter φ bzw. λ bzw. ρ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β resultieren, die einer optimalen Stereophonisierung entsprechen.

[0164] Unter entsprechender Wahl des Korrelationsgrades r, des - den gewünschten jeweiligen Definitionsbereich festlegenden - Parameters a und des Grenzwertes R* sowie dessen Abweichung A lassen sich für die jeweilige Beschaffenheit der Eingangssignale optimale Systeme für den jeweiligen Anwendungsbereich (zum Beispiel Sprach- oder Musikwiedergabe) konfigurieren.

[0165] Die hier angestellten Überlegungen bleiben insgesamt auch gültig, sofern ein anderes Bezugssystem als der Einheitskreis der imaginären Ebene gewählt wird. Beispielsweise lässt sich anstelle einzelner Funktionswerte auch die Achsenlänge normieren, um den Rechenaufwand entsprechend herabzusetzen.

[0166] Gemäss einem Aspekt empfiehlt sich der Einsatz von (an sich bekannten) Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima für die gemäss EP2124486 oder EP1850639 gewonnenen pseudostereophonen Signale, dies für deren beschleunigte Evaluierung.

[0167] Auch lässt sich anstelle vorgeschlagener Betrachtung von |<x(t), y(t)>| |<x(t), y(t)>|² für die Optimierung der Stereophonisierung heranziehen. Der Rechenaufwand wird dadurch deutlich herabgesetzt.

[0168] CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 lässt sich im Übrigen auf Vorrichtungen oder Verfahren anwenden, welche stereophone Signale erzeugen, die durch mehr als zwei Lautsprecher wiedergegeben werden (beispielsweise zum Stand der Technik gehörende Surround-Anlagen).

[0169] Gemäss einem Aspekt schlägt CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 die kaskadierte Nachschaltung mehrerer, teilweise hinsichtlich ihrer Parameter justierbarer Mittel (zum Beispiel Logikelemente) bei einer Stereoomsetzer (zum Beispiel gemäss EP2124486 oder EP1850639) vor, wobei eine Rückkopplung hinsichtlich genannter Vorrichtungen oder Verfahren dahingehend besteht, dass eine optimierte Änderung der Parameter ϕ bzw. λ bzw. ρ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β solange erfolgt, bis sämtliche Bedingungen der Logikelemente erfüllt sind.

[0170] Diese Mittel (Logikelemente) lassen sich im Übrigen anders anordnen, und können - unter Einschränkungen - ganz oder teilweise auch weggelassen werden.

[0171] Für einen Stereoomsetzer, zum Beispiel in einer Vorrichtung gemäss EP2124486 oder EP1850639, sollen für den Fall identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen λ und ρ optimierte Parameter ϕ , λ , f (bzw. der vereinfachende Parameter n), α , β bestimmt werden, um ein Monosignal in entsprechende pseudostereophone Signale zu überführen, welche eine optimale Dekorrelation und Lautheit aufweisen (jene beiden Kriterien, nach denen der Zuhörer die Güte eines Stereosignals beurteilt). Eine solche Bestimmung soll mit möglichst wenigen technischen Mitteln erreicht werden.

[0172] FIG. 1B zeigt das Schaltungsprinzip für die beiden ersten beschriebenen Logikelemente zur Normierung des Pegels und zur Normierung des Korrelationsgrades der Ausgangssignale eines Stereoomsetzers mit einer MS-Matrix 110 (zum Beispiel ein Stereoomsetzer gemäss EP2124486 oder EP1850639)), wobei das Eingangssignal M und S (vor Durchlaufen eines der MS-Matrix vorgelagerten Verstärkers) optional einer Schaltung gemäss FIG. 7B zugeführt werden kann, die optional und idealerweise der FIG. 6bB nachgeschaltet ist, und aktiviert wird, sobald der aus FIG. 6bB resultierende Parameter z bestimmt wurde (siehe unten).

[0173] Das erste Logikelement 120 zur Normierung des Pegels ist dabei mit zwei identischen Verstärkern mit dem Verstärkungsfaktor ρ^* verkoppelt und sorgt für eine auf 0 dB maximierte Aussteuerung des linken Kanals L und rechten Kanals R.

[0174] Die aus der Anordnung 110 (zum Beispiel eine MS-Matrix gemäss EP2124486 oder EP1850639) resultierenden Signale L und R werden einheitlich um den Faktor ρ^* so verstärkt (Verstärker 118, 119), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, das über die Rückkopplungen 121 und 122 und Variation bzw. Korrektur des Verstärkungsfaktors ρ^* der Verstärker 118 und 119 eine Aussteuerung des Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt.

[0175] Die resultierenden Stereosignale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124), die hinsichtlich ihrer Amplituden zu L und R direkt proportional sind, werden in einem zweiten Schritt einem weiteren Logikelement 125 zugeführt, das den Korrelationsgrad r mittels der Kurzzeit-Kreuzrelation

$$(1B) \quad r = \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t)y(t) dt \quad * \quad (1/x(t))_{\text{eff}} Y(t)_{\text{eff}}$$

bestimmt, r kann von Benutzer im Bereich $-1 \leq r \leq 1$ festgelegt werden und bewegt sich idealerweise im Bereich von $0,2 \leq r \leq 0,7$.

[0176] Jede Abweichung von r führt über die Rückkopplung 126 zu einer optimierten Anpassung des Verstärkungsfaktors λ des Verstärkers 117 für das S-Signal.

[0177] Die resultierenden Signale L und R durchlaufen neuerlich die Verstärker 118 und 119 sowie das Logikelement 120, das wiederum über die Rückkopplungen 121 und 122 eine neuerliche Aussteuerung des Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt, und werden dann erneut dem Logikelement 125 zugeführt.

[0178] Dieser Vorgang wird solange optimiert durchgeführt, bis der vom Benutzer festgelegte Korrelationsgrad r erreicht ist.

[0179] Es resultiert ein in Bezug auf den Einheitskreis der komplexen Zahlenebene normiertes Stereosignal $x(t)$, $y(t)$.

[0180] FIG. 2B verdeutlicht das Schaltungsprinzip, welches die Eingangssignale $x(t)$, $y(t)$ auf der komplexen Zahlenebene abbildet bzw. das Argument von deren Summe $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt. Mit dieser Schaltung werden die resultierenden Signale $x(t)$ und $y(t)$ am Ausgang der Fig. 1B einer Matrix zugeführt, in der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor $1/\sqrt{2}$ (Verstärker 229, 230) diese in je einen gleichlautenden Real- und Imaginärteil zerlegt werden, wobei der aus dem mittels 229 verstärkten Signal $x(t)$ gebildete Realteil noch den Verstärker 231 mit dem Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die Transferfunktionen

$$(2B) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(3B) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i).$$

[0181] Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und ergeben somit den Real- bzw. Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$.

[0182] Durch das Element 232 wird das Argument von $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ bestimmt.

[0183] FIG. 3aB ermöglicht über den Parameter a , $0 \leq a \leq 1$, die Wahl des Definitionsbereichs, wobei über a eine stufenlose Regulierung, ausgehend von Einheitskreis der komplexen Zahlenebene bzw. der imaginären Achse, ermöglicht wird. Somit kann der Benutzer den durch a bestimmten Definitionsbereich auf der komplexen Zahlenebene innerhalb des Einheitskreises frei festlegen. Hierzu werden der quadrierte Realteil (333a) bzw. quadrierte Imaginärteil (334a) von $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ errechnet. Das aus 333a resultierende Signal wird anschliessend einem Verstärker 335a zugeführt und um den vom Benutzer frei wählbaren Verstärkungsfaktor $1/a^2$ verstärkt. Zusätzlich wird der quadrierte Sinus des Arguments der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ errechnet.

[0184] FIG. 4aB, die am Ausgang der Figur 3aB nachgeschaltet werden soll, zeigt das Schaltungsprinzip für ein neues drittes Logikelement, welches die in FIG. 1B erzeugten, gemäss FIG. 2B auf der komplexen Zahlenebene abgebildeten Signale gemäss der Bedingung

$$(4aB) \quad \text{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \text{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1$$

überprüft.

[0185] Der quadrierte Realteil und quadrierte Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ sowie die aus 334a und 335a resultierenden Signale werden hier einem weiteren Logikelement 436a zugeführt, das prüft, ob obiges Kriterium erfüllt ist, somit, ob die Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten neuen Wertebereichs liegen.

[0186] Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 437a neue optimierte Werte ϕ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System erneut solange durchlaufen, bis die Werte der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ innerhalb des vom Benutzer mittels a definierten neuen Wertebereichs liegen. Die Ausgangssignale für das Logikelement 436a werden nunmehr an das letzte Logikelement 538a (Fig. 5aB) übergeben.

[0187] Dieses betrachtet abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne der Maximierung der Funktionswerte, wobei der Benutzer den durch die Ungleichung (8aB) bestimmten Grenzwert R^* (sowie die ebenfalls durch die Ungleichung (8aB) bestimmte Abweichung Δ) für diese Maximierung frei wählen kann. Insgesamt muss die Bedingung

$$\begin{aligned} & \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \\ (8aB) \quad 0 \leq R^* - \Delta \leq & \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt \\ & \leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] \\ & + g^*[y_j(t)]| dt \\ & \leq R^* + \Delta \\ & \int_{-T}^T a * \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) * \sin^2 \arg \{f^*[x(t)] \\ & + g^*[y(t)]\}}\} dt \end{aligned}$$

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, werden über eine Rückkopplung 539a neue optimierte Werte ϕ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ bestimmt, und wird das gesamte bislang beschriebene System solange erneut durchlaufen, bis das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Maximierung der Funktionswerte unter Berücksichtigung des Grenzwertes R^* bzw. der Abweichung Δ , beide definiert durch den Benutzer, erfüllt.

[0188] Es werden somit mit dem ursprünglichen Pseudostereoumsetzer, zum Beispiel gemäss einer der Ausführungsformen in EP2124486 oder EP1850639 (hier unter Annahme des Falles identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen λ und ρ) neue Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ bestimmt, bis $x(t)$ und $y(t)$ die oben erwähnten Bedingungen (4aB) und (8aB) erfüllen.

[0189] Die Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) entsprechen somit hinsichtlich Kompatibilität (bestimmt durch den wählbaren Korrelationsgrad r), Definitionsbereich (bestimmt durch den wählbaren Verstärkungsfaktor a) und Lautheit (bestimmt durch den wählbaren Grenzwert R^* bzw. die wählbare Abweichung A) den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale L^* und R^* der beschriebenen Anordnung dar.

[0190] Zur Festlegung der Abbildungsrichtung:

[0191] Mitunter ist es auch von Bedeutung, die gewonnene stereophone Abbildung um die Hauptachse der der Stereophonisierung zugrundeliegenden Richtcharakteristik zu spiegeln, da beispielsweise eine in Bezug auf die Hauptachse spiegelverkehrte Abbildung vorliegt. Dies kann manuell durch die Vertauschung des linken und rechten Kanals geschehen.

[0192] Soll ein bereits vorhandenes Stereosignal L°, R° durch vorliegendes System abgebildet werden, lässt sich die korrekte Abbildungsrichtung mittels dargestellter pseudostereophonon Methodik gebildeten Phantomschallquellen auch beispielsweise gemäss FIG. 6bB automatisch ermitteln (die FIG. 5aB unmittelbar nachgeschaltet wird, wobei die FIG. 6aB für die Bestimmung der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des bereits vorhandenen Stereosignals L°, R° der FIG. 6bB gleichfalls zugeschaltet werden kann). Hierbei wird zu geeignet gewählten Zeitpunkten t_i (für die nicht alle im Folgenden genannten korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ bzw. $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ in wenigstens einem Falle gleich Null sein dürfen) die bereits gemäss FIG. 2B ermittelte Transferfunktion $f^*(x(t_i)) + g^*(y(t_i))$ mit der Transferfunktion $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ des linken Signals $l(t)$ bzw. des rechten Signals $r(t)$ des ursprünglichen Stereosignals L°, R° verglichen (die anhand der Schaltung gemäss FIG. 6aB ermittelt wird, deren Aufbau dem ersten Teil der Schaltung für die Eingangssignale $x(t), y(t)$ der FIG. 2B entspricht). Bewegen sich diese Transferfunktionen im gleichen oder diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene, erhöht die Gesamtzahl m der Funktionswerte der genannten Transferfunktionen, die im gleichen bzw. diagonal entgegengesetzten Quadranten der komplexen Zahlenebene liegen, sich jeweils um 1.

[0193] Eine empirisch (oder statistisch eruierte) festlegbare Zahl b , die kleiner oder gleich der Anzahl der korrelierenden Funktionswerte der Transferfunktionen $f^*(x(t_i)) + g^*(Y(t_i))$ bzw. $f^*(l(t_i)) + g^*(r(t_i))$ ungleich Null sein sollte, legt nunmehr die Anzahl notwendiger Treffer fest. Unterhalb dieser Anzahl werden der linke Kanal $x(t)$ und der rechte Kanal $y(t)$ des etwa aus einer Anordnung gemäss FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB resultierenden Stereosignals vertauscht.

[0194] Soll ein ursprünglich stereophonon Signal in ein Monosignal zuzüglich der die Richtcharakteristik beschreibenden Funktion f (bzw. deren vereinfachenden Parameter n) sowie der Parameter $\varphi, \alpha, \beta, \lambda$ oder ρ (etwa zum Zwecke der Datenkompression) umkodiert werden (Beispiel für einen Output 640a, der um den Parameter z , siehe unten, erweitert werden kann), ist sinnvollerweise die Information mitzukodieren, ob der resultierende linke Kanal mit dem resultierenden rechten Kanal zu vertauschen ist (beispielsweise ausgedrückt durch den Parameter z , der die Zahlen 0 oder 1 annimmt, und, sofern gewünscht, zugleich eine Schaltung gemäss FIG. 7B aktivieren kann).

[0195] Unter leichten Modifikationen lassen sich zu den Schaltungen gemäss FIG. 6aB und 6bB analoge Schaltungen konstruieren, die sich auch an anderer Stelle innerhalb des elektrischen Kreises oder Algorithmus einsetzen lassen.

[0196] Zur Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite:

[0197] Es empfiehlt sich auch für diese Anwendung der zusätzliche Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kompressionsalgorithmen oder Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima oder Maxima für die gewonnenen pseudostereophonon Signale, dies für deren erfindungsgemässe beschleunigte Evaluierung.

[0198] Von besonderem Interesse (etwa für die Wiedergabe stereophonon Signale in Automobilen) ist die nachträgliche Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite des gewonnenen Stereosignals anhand der gezielten Variation des Korrelationsgrades r des resultierenden Stereosignals bzw. der Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals). Die zuvor eruierten Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, der manuell oder messtechnisch zu ermittelnde Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, der fiktiven linken Öffnungswinkel α und der fiktive rechte Öffnungswinkel β können dabei beibehalten werden, und es ist sinnvollerweise nur noch eine abschliessende Amplitudenkorrektur etwa gemäss dem Logikelement 120 der Fig. 1B notwendig, sofern diese Einschränkung oder Erweiterung der Abbildungsbreite manuell erfolgt.

[0199] Soll diese automatisiert werden, zeigen psychoakustische Versuchsreihen, dass eine konstante Abbildungsbreite im Wesentlichen vom Kriterium

$$(9B) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max \left| \operatorname{Re} \left\{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \right\} \right| \leq S^* + \varepsilon \leq 1$$

sowie vom Kriterium

$$(10B) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} dt \leq U^* + \kappa$$

abhängt (wobei S^* und e . bzw. U^* und K beispielsweise für Telefonsignale anders festzulegen sind als für Musikaufnahmen). Zu bestimmen sind demnach nur noch vom Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals bzw. von den Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bzw. gegebenenfalls von einem mit dem Logikelement 120 der Figur 1B identischen Logikelement abhängige geeignete Funktionswerte $x(t)$, $y(t)$ gemäss einem iterativen, auf Rückkopplung basierenden Funktionsprinzip.

[0200] Die Anordnung der FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB, 6aB, 6bB lässt sich demnach im Sinne einer Anordnung etwa der in FIG. 7B, 8B und/oder 9B dargestellten Form erweitern. FIG. 7B zeigt dabei ein weiteres Beispiel einer Schaltung zur Normierung stereophoner oder pseudostereophoner Signale, die, sofern der FIG. 6bB nachgeschaltet, aktiviert wird, sobald der Parameter z als Eingangssignal vorliegt. Der Anfangswert des Verstärkungsfaktors λ . entspricht dabei dem Endwert des Verstärkungsfaktors λ . der FIG. 1B bei Übergabe des Parameters z , und die Eingangssignale der FIG. 1B werden zum Zeitpunkt dieser Übergabe unmittelbar als Eingangssignale an die FIG. 7B übergeben.

[0201] Die Schaltungen gemäss FIG. 7B bis 9B können im Übrigen auch autonom in sonstigen Schaltkreisen oder Algorithmen Anwendung finden.

[0202] In der vorliegenden Anordnung werden in der MS-Matrix 110 anhand eines Logikelements 110a (das zugleich, sobald der Parameter z als Eingangssignal vorliegt, diese MS-Matrix aktiviert) der linke und der rechte Kanal vertauscht sofern der Parameter z gleich 1 ist, andernfalls unterbleibt eine solche Vertauschung.

[0203] Die resultierenden Ausgangssignale L und R der MS-Matrix 110 werden nunmehr einheitlich um den Faktor ρ^* so verstärkt (Verstärker 118, 119), dass das Maximum beider Signale einen Pegel von exakt 0 dB aufweist (Normierung am Einheitskreis der komplexen Zahlenebene). Dies wird beispielsweise durch Nachschaltung eines Logikelements 120 erreicht, das über die Rückkopplungen 121 und 122 und Variation bzw. Korrektur des Verstärkungsfaktors ρ^* der Verstärker 118 und 119 eine Aussteuerung des Maximalwerts von L und R auf 0 dB bewirkt.

[0204] In einem weiteren Schritt werden nunmehr die resultierenden Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) einer Matrix gemäss FIG. 8B zugeführt, in der nach jeweiliger Verstärkung um den Faktor $1/\sqrt{2}$ (Verstärker 229, 230) diese in je einen gleichlautenden Real- und Imaginärteil zerlegt werden, wobei der aus dem mittels 229 verstärkten Signal $x(t)$ gebildete, Realteil noch den Verstärker 231 mit dem Verstärkungsfaktor -1 durchläuft. Es ergeben sich somit die bereits in Zusammenhang mit Figur 2B erwähnten komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t)]$ und $g^*[y(t)]$. Die jeweiligen Real- bzw. Imaginärteile werden nunmehr summiert und ergeben somit den Real- bzw. Imaginärteil der Summe der Transferfunktionen $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$.

[0205] Es ist nunmehr eine Anordnung beispielsweise gemäss dem Logikelement 640 der FIG. 9B nachzuschalten, die für einen vom Benutzer in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet gewählten Grenzwert S^* bzw. eine geeignet gewählte Abweichung ε , beide definiert durch die Ungleichung (9B), prüft, ob die Bedingung

$$(9B) \quad 0 \leq S^* - \varepsilon \leq \max \{ \text{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} \} \leq S^* + \varepsilon \leq 1$$

erfüllt ist. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 641 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 7B bis 9B dargestellt, solange durchlaufen, bis obige Bedingung (9B) erfüllt ist.

[0206] Die Ausgangssignale für das Logikelement 64 werden nunmehr an eine Anordnung etwa gemäss dem Logikelement 642 der FIG. 9B übergeben. Diese betrachtet abschliessend das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ im Sinne einer Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite des erzielenden Stereosignals, wobei der Benutzer den Grenzwert U^* sowie die Abweichung κ , beide definiert durch die Ungleichung (10B), in Bezug auf die Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals geeignet wählen kann. Insgesamt muss die Bedingung

$$(10B) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} dt \leq U^* + \kappa$$

erfüllt sein. Trifft dies nicht zu, wird über eine Rückkopplung 643 ein neuer optimierter Wert für den Korrelationsgrad r bzw. für die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) bestimmt, und werden die bisherigen soeben beschriebenen Schritte, wie in FIG. 7B bis 9B dargestellt, solange durchlaufen, bis das Relief der Funktion $f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ die angestrebte Optimierung der Funktionswerte hinsichtlich der Abbildungsbreite unter Berücksichtigung des Grenzwertes U^* bzw. der Abweichung κ , beide durch den Benutzer geeignet gewählt, erfüllt.

[0207] Die Signale $x(t)$ (123) und $y(t)$ (124) entsprechen somit hinsichtlich der Abbildungsbreite -bestimmt durch den Korrelationsgrad r bzw. die Dämpfungen λ oder auch ρ (für die Bildung des resultierenden Stereosignals) - den Vorgaben des Benutzers und stellen die Ausgangssignale L^{**} und R^{**} der eben beschriebenen Anordnung dar.

[0208] Die eben beschriebene Anordnung oder Teile dieser Anordnung lassen sich als Encoder für ein auf ein Monosignal zuzüglich der Parameter φ , f (bzw. dem vereinfachenden Parameter n), α , β , λ bzw. ρ beschränktes vollwertiges Stereosignal verwenden.

[0209] Ein bereits existentes Stereosignal kann hinsichtlich r bzw. a bzw. R^* bzw. A bzw. der Abbildungsrichtung (bzw. nachstehend beschriebenen Parametern S^* bzw. s oder U^* bzw. k) evaluiert und anschliessend in Hinblick auf eine Vorrichtung oder ein Verfahren gemäss EP2124486 oder EP1850639 ebenfalls neu als Monosignal anhand der Parameter φ , f (bzw. n), α , β , λ bzw. ρ codiert werden.

[0210] Ebenso lässt sich die eben beschriebene, eventuell durch nachstehende Elemente ergänzte Anordnung als Decoder für Monosignale einsetzen. Sind φ , f (bzw. n), α , β , λ bzw. ρ bzw. die Abbildungsrichtung (beispielsweise ausgedrückt durch den Parameter z , der den Wert 0 oder 1 annehmen kann) bekannt, reduziert sich ein solcher Decoder auf eine Anordnung gemäss EP2124486 oder EP1850639.

[0211] Insgesamt lassen sich solche Encoder oder Decoder überall dort einsetzen, wo Audiosignale aufgezeichnet, gewandelt, übertragen oder wiedergegeben werden. Sie stellen eine ausgezeichnete Alternative zu mehrkanaligen stereophonen Techniken dar.

[0212] Konkrete Anwendungsbereiche sind die Telekommunikation (Freisprecheinrichtungen), globale Netzwerke, Computersysteme, Sende- und Übertragungseinrichtungen, insbesondere Satellitenübertragungseinrichtungen, professionelle Audiotechnik, Fernsehen, Film und Rundfunk sowie elektronische Konsumgüter.

[0213] Die Erfindung ist auch von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Gewinnung stabiler FM-Stereosignale unter ungünstigen Empfangsbedingungen (etwa in Automobilen). Hierbei lässt sich eine stabile Stereophonie unter reiner Zuhilfenahme des Mainchannel-Signals ($L + R$) als Eingangssignal, das die Summe des linken und rechten Kanals des ursprünglichen Stereosignals darstellt, erzielen. Das vollständig oder unvollständige Subchannel-Signal ($L - R$), das das Ergebnis der Subtraktion des rechten von linken Kanal des ursprünglichen Stereosignals darstellt, kann dabei mit verwendet werden, um ein verwertbares S-Signal zu bilden bzw. um die Parameter f (bzw. n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, den manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkel φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, den fiktiven linken Öffnungswinkel α , den fiktiven rechten Öffnungswinkel β , die Dämpfungen λ oder auch ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder daraus resultierend den Verstärkungsfaktor ρ^* der FIG. 1B für die Normierung des aus der MS-Matrixierung oder aus einer sonstigen erfindungsgemässen Anordnung resultierenden linken und rechten Kanals am Einheitskreis (1 entspricht dabei zum Beispiel dem vermittels ρ^* normierten maximalen Pegel von 0 dB, wobei $x(t)$ das aus dieser Normierung resultierende linke Ausgangssignal und $y(t)$ das aus dieser Normierung resultierende rechte Ausgangssignal darstellt) oder den Korrelationsgrad r des resultierenden Stereosignals oder den Verstärkungsfaktor a für die Definition des zulässigen Wertebereichs für die Summe der Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale (beispielsweise die komplexen Transferfunktionen

$$(2B) \quad f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$(3B) \quad g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i),$$

wobei etwa für $0.5 < a < 1$ gilt

$$(4aB) \quad \operatorname{Re}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} * 1/a^2 + \operatorname{Im}^2\{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\} \leq 1,$$

oder den Grenzwert R^* oder die Abweichung A zur Festlegung bzw. Maximierung des absoluten Betrags der Funktionswerte der Summe dieser Transferfunktionen (wobei für diese Festlegung bzw. Maximierung und das Zeitintervall $[-T, T]$ bzw. die Gesamtzahl möglicher Ausgangssignale $x_j(t)$, $y_j(t)$ beispielsweise gilt

$$\begin{aligned} (8aB) \quad 0 &\leq R^* - \Delta \leq \int_{-T}^T |f^*[x(t)] + g^*[y(t)]| dt \\ &\leq \max_{\{f^*[x_j(t)], g^*[y_j(t)]\} \in \Phi} \int_{-T}^T |f^*[x_j(t)] + g^*[y_j(t)]| dt \\ &\leq R^* + \Delta \end{aligned}$$

$$\int_{-T}^T a \cdot \{1 / \sqrt{1 - (1 - a^2) \cdot \sin^2 \cdot \arg \{f^*[x(t)] + g^*[y(t)]\}}\} dt$$

oder die Abbildungsrichtung der reproduzierten Schallquellen, etwa durch Bestimmung der zugehörigen Quadranten für die Funktionswerte der oben genannten Transferfunktionen (2) und (3) für das ursprüngliche Stereosignal (die etwa durch anschliessende Vertauschung des resultierenden linken bzw. rechten Kanals optimiert werden kann, siehe oben), oder den Grenzwert S^* oder die Abweichung ϵ (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$(9B) \quad 0 \leq S^* - \epsilon \leq \max | \operatorname{Re} \{ f^*[x(t)] + g^*[y(t)] \} | \leq S^* + \epsilon \leq 1$$

oder den Grenzwert U^* oder die Abweichung κ (für die beispielsweise gelten muss, dass

$$(10B) \quad 0 \leq U^* - \kappa \leq \int_{-T}^T | f^*[x(t)] + g^*[y(t)] | dt \leq U^* + \kappa,$$

sämtliche zur Bestimmung der Abbildungsbreite des zu erzielenden Stereosignals, zu bestimmen bzw. zu optimieren. Das Resultat ist in jedem Falle eine in Hinblick auf das FM-Signal konstante stereophone Abbildung.

[0214] Auch hier lassen sich zusätzlich zum Stand der Technik gehörende Kompressionsalgorithmen, Datenreduktionsverfahren bzw. die Betrachtung charakteristischer Merkmale wie etwa der Minima und Maxima für die beschleunigte Evaluierung bestehender oder gewonnener Signale oder Signalanteile einsetzen.

[0215] In jeder Ausführungsform und bei jeder Figur beziehungsweise jedem Element können die dargelegten Schaltungen, Umsetzer, Anordnungen oder Logikelemente etwa durch äquivalente Softwareprogramme und programmierte Prozessoren bzw. DSP- oder FPGA-Lösungen realisiert werden.

[0216] Zu verwendeten Symbolen:

- φ (Phi) Aufnahmewinkel
- α (Alpha) linker fiktiver Öffnungswinkel
- β (Beta) rechter fiktiver Öffnungswinkel
- λ Dämpfung für das linke Eingangssignal
- ρ Dämpfung für das rechte Eingangssignal

Mittels der Dämpfungen λ und ρ lässt sich der Korrelationsgrad des Stereosignals anpassen.

- ψ Polarwinkel
- f Polarabstand, der die Richtcharakteristik des M-Signals beschreibt
- P_α, P_β Verstärkungsfaktor für α bzw. β
- L_α, L_β Verzögerungszeit für α bzw. β
- S_α simulierter linker Signalanteil des S-Signals
- S_β simulierter rechter Signalanteil des S-Signals
- $x(t)$ linkes Ausgangssignal
- $y(t)$ rechtes Ausgangssignal
- $f^*[x(t)]$ komplexe Transferfunktion
- $g^*[y(t)]$ komplexe Transferfunktion
- a

Verstärkungsfaktor für die Definition des zulässigen Wertebereichs für die Summe der Transferfunktionen der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$

- r Korrelationsgrad, abgeleitet aus der Kurzzeit-Kreuzkorrelation
- R* Grenzwert für die Lautheit der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
- Δ Abweichung
- S* 1. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
- ε Abweichung
- U* 2. Grenzwert für die Abbildungsbreite der resultierenden Ausgangssignale $x(t)$, $y(t)$
- κ Abweichung

[0217] CH01264/10 ist zum Zeitpunkt der vorliegenden Anmeldung nicht veröffentlicht. Im Folgenden wird deshalb dessen Inhalt zum Verständnis der folgenden Anwendungsbeispiele vorliegender Erfindung vollständig wiedergegeben:

[0218] Auch CH01264/10 bezieht sich auf Signale (beispielsweise Audiosignale) und Vorrichtungen im allgemeinen oder Verfahren zu deren Erzeugung, Übertragung, Auswertung, Umformung und Wiedergabe.

[0219] Insbesondere werden Verknüpfungen dieser Signale betrachtet, um auf deren Eigenschaften Rückschlüsse ziehen zu können (beispielsweise die Summe der Transferfunktionen

$$f^*[x(t)] = [x(t)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

$$g^*[y(t)] = [y(t)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

für ein stereophones Audiosignal $x(t)$, $y(t)$, wobei $x(t)$ den Funktionswert des linken Eingangssignals zum Zeitpunkt t , $y(t)$ der Funktionswert des rechten Eingangssignals zum Zeitpunkt t darstellt). Diese Rückschlüsse sollen insbesondere auf gemeinsame Eigenschaften zweier verschiedener Signale gezogen werden können, die völlig dem Zufallsprinzip zu unterliegen scheinen (wie beispielsweise Audiosignale).

[0220] Bisherige Methoden versuchen dieses Zufallsprinzip - unter entsprechend grossen Schwierigkeiten - zu simulieren und so für die betrachteten Signale nutzbar zu machen. Etwa bei DAB (Digital Audio Broadcasting) wird ein Gausscher Prozess mit dem sogenannten Tapped Delay Line Modell simuliert, oder auch für die Simulation des Mobilfunkkanals eine Monte Carlo Methode (farbiges, komplexes Gaussrauschen in zwei Dimensionen) angewandt.

[0221] Obwohl seit David Hilberts bahnbrechenden Arbeiten zu algebraischen Invarianten seit über 100 Jahren grundsätzlich vermutet wurde, dass derartige algebraische Invarianten auch für eben beschriebene Prozesse existieren (insbesondere für Audiosignale), ist deren Nachweis niemals gelungen.

[0222] CH01264/10 weist solche algebraischen Invarianten nicht nur nach, sondern macht diese auch praktisch gewerblich (beispielsweise zur Kalibrierung von Vorrichtungen oder Verfahren zur Gewinnung, Verbesserung oder Optimierung stereophoner oder pseudostereophoner Audiosignale) nutzbar.

[0223] Insgesamt lässt sich zum Stand der Technik sagen, dass bislang algebraische Invarianten ermangels entsprechender Grundlagen niemals zur Analyse oder Optimierung von Schallereignissen oder ähnlichen Prozessen herangezogen worden sind.

[0224] In CH01264/10 wird zunächst eine Verknüpfung $f \sim(t)$ von zwei oder mehreren Signalen $s_1(t)$, $s_2(t)$, ..., $s_m(t)$ bzw. von deren Transferfunktionen $t_1(s_1(t))$, $t_2(s_2(t))$, ..., $t_m(s_m(t))$ auf der komplexen Zahlenebene betrachtet bzw. deren Projektion auf das Relief, das durch die Norm aller Punkte der komplexen Zahlenebene definiert ist (den Einheitskegel, dessen Spitze im Ursprung der komplexen Zahlenebene liegt und dessen Symmetrieachse lotrecht zur komplexen Zahlenebene liegt).

[0225] Die reelle Achse, die imaginäre Achse und die Symmetrieachse des Kegels werden nunmehr als ein kartesisches Koordinatensystem mit Koordinaten (x_1, x_2, x_3) aufgefasst. Die Veränderung des Öffnungswinkels des Kegels führt zur Kegelgleichung

$$x_1^2 + x_2^2 - 1/g^2 * x_3^2 = 0$$

bzw. den Koeffizienten $[1 \ 1 \ -1/g^2]$. Betrachtet werden nunmehr zwei Kegelgleichungen

$$S := a_x^2 := 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 1/g^2 * x_3^2 = 0$$

und

$$S' := a'_x^2 := 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 1/g'^2 * x_3^2 = 0.$$

[0226] Eine Invariante ist somit bekanntlich

$$a_{a_1}^2 := 1 * 1^2 + 1 * 1^2 - 1/g^2 * 1/g^4.$$

[0227] Beide Kegel S , S' sind apolar, wenn gilt

$$1/g^2 * 1/g^4 = 2.$$

[0228] S' ist also in S harmonisch eingeschrieben.

[0229] Betrachten wir nun obige Verknüpfung für zwei gleichlange Zeitabschnitte t_1, t_2 sowie die Abbildungen S, S' und Σ' mit

$$\begin{aligned} \Sigma' &:= u_{a_1}{}^2 := A'u_1^2 + B'u_2^2 + C'u_3^2 + 2F'u_2u_3 + 2G'u_3u_1 + 2H'u_1u_2 \\ &= 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1/g^{''2} * u_3^2 + 2 * 1 * u_2u_3 + 2*1 * u_3u_1 + 2*1 * u_1u_2 = 0 \end{aligned}$$

[0230] Es soll gelten

$$aA' + bB' + cC + 2fF' + 2gG' + 2hH' = 0, \text{ demnach S und } \Sigma' \text{ apolar sein:}$$

$$1*1 + 1*1 - 1/g^2 * 1/g^{''2} = 0$$

oder

$$1/g^2 * 1/g^{''2} = 2.$$

[0231] Somit ist, sofern $g' = g'' = 1$ und $g = 1/\sqrt{2}$ gilt, die Apolarität von S mit S' und Σ' gewährleistet.

[0232] Die Betrachtung des Einheitskegels

$S' = 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 1 * x_3^2 = 0$ gestattet somit zugleich die Betrachtung identisch verschwindender Invarianten auf S

$$S = 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 2 * x_3^2 = 0 \text{ bzw.}$$

$$\Sigma' = 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2u_3 + 2*1 * u_3u_1 + 2*1 * u_1u_2 = 0.$$

[0233] Somit ist

$$a_{a_1}{}^2 := 1 * 1^2 + 1 * 1^2 - 2 * 1^2$$

die gesuchte Invariante beider Abbildungen, wobei diese Relation linear in den Koeffizienten der Gleichungen

$$S = 1 * x_1^2 + 1 * x_2^2 - 2 * x_3^2 = 0$$

$$\Sigma' = 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2u_3 + 2*1 * u_3u_1 + 2*1 * u_1u_2 = 0$$

ist.

[0234] Gemäss Hilberts berühmten Satz über den Invariantenkörper stellt in unserem System die Linearkombination

$$\Phi [1 \ 1 \ -2] * [1, 1, -2] +$$

$$\Theta [11 \ -2] * [1, 1, 1]$$

wiederum eine Invariante dar. Somit sind die auf der von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene betrachteten Durchstossungsgeraden von $f^\wedge(t_1)$ und $f^\wedge(t_2)$, ξ_1 und ξ_2 Invarianten von S und S' bzw. von S und Σ' .

[0235] Bei Betrachtung des an der komplexen Zahlenebene gespiegelten Einheitskegels führt die Veränderung des Öffnungswinkels des Kegels zur Kegelmessung

$$-x_1^2 - x_2^2 + 1/g^{''2} * x_3^2$$

bzw. den Koeffizienten $[-1 \ -1 \ 1/g^{''2}]$. Betrachtet werden nunmehr zwei Kegelmessungen

$$S := a_x^2 := -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 1/g^2 * x_3^2 = 0$$

und

$$S' := a'_x{}^2 := -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 1/g'^2 * x_3^2 = 0.$$

[0236] Eine Invariante ist somit bekanntlich

$$a_{a_1}{}^2 := -1 * (-1)^2 - 1 * (-1)^2 + 1/g^2 * 1/g^4.$$

[0237] Beide Kegel S, S' sind apolar, wenn gilt

$$1/g^2 * 1/g^4 = 2.$$

[0238] S' ist also in S harmonisch eingeschrieben.

[0239] Betrachten wir nun obige Verknüpfung für zwei gleichlange Zeitabschnitte t_1, t_2 sowie die Abbildungen S, S' und Σ' mit

$$\begin{aligned} \Sigma' &:= u_{a_1}{}^2 := A'u_1^2 + B'u_2^2 + C'u_3^2 + 2F'u_2u_3 + 2G'u_3u_1 + 2H'u_1u_2 = 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1/g^{''2} * u_3^2 + 2 * 1 * u_2u_3 + 2*1 * u_3u_1 \\ &+ 2*1 * u_1u_2 = 0 \end{aligned}$$

[0240] Es soll gelten

$$aA' + bB' + cC' + 2fF' + 2gG' + 2hH' = 0, \text{ demnach S und } \Sigma' \text{ polar sein:}$$

$$-1*1-1*1 + 1/g^2 * 1/g^{''2} = 0$$

oder

$$1/g^2 * 1/g^{''2} = 2.$$

[0241] Somit ist wiederum, sofern $g' = g'' = 1$ und $g = 1/\sqrt{2}$ gilt, die Apolarität von S mit S' und Σ' gewährleistet.

[0242] Die Betrachtung des Einheitskegels

$S' = 1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 1 * x_3^2 = 0$ gestattet somit zugleich die Betrachtung identisch verschwindender Invarianten auf S

$$S = -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 2 * x_3^2 = 0$$

bzw.

$$\Sigma' = 1 * U_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2u_3 + 2*1 * u_3u_1 + 2*1 * u_1u_2 = 0.$$

[0243] Somit ist

$$a_{a_1}{}^2 := -1 * (-1)^2 - 1 * (-1)^2 + 2 * 1^2 = -1*1-1*1+2*1$$

die gesuchte Invariante beider Abbildungen, wobei diese Relation linear in den Koeffizienten der Gleichungen

$$S = -1 * x_1^2 - 1 * x_2^2 + 2 * x_3^2 = 0$$

$$\Sigma' = 1 * u_1^2 + 1 * u_2^2 + 1 * u_3^2 + 2 * 1 * u_2 u_3 + 2 * 1 * u_3 u_1 + 2 * 1 * u_1 u_2 = 0 \text{ ist.}$$

[0244] Gemäss Hilberts Satz über den Invariantenkörper stellt in unserem System die Linearkombination

$$\phi [-1 -12] * [-1, -1, 2] +$$

$$\Theta [-1 -12] * [1, 1, 1]$$

wiederum eine Invariante dar. Somit sind die auf der von den Vektoren (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene betrachteten Durchstossungsgeraden von $f^\wedge(t_1)$ und $f^\wedge(t_2)$, ξ_1 und ξ_2 Invarianten von S und S' bzw. von S und Σ' .

[0245] Sämtliche kombinatorische Möglichkeiten für die Lage von S, S' und Σ' , wie unschwer einzusehen ist, erschöpfen sich somit hinsichtlich des Resultats in derselben Ebene.

[0246] Die praktische Anwendung dieses Sachverhalts in der Signaltechnik gestattet den Vergleich der Verknüpfungen von zwei oder mehreren gleich langen Signalabschnitten oder deren Transferfunktionen durch die Bestimmung genannter Invarianten. Hierbei werden diese Verknüpfungen auf der komplexen Zahlenebene abgebildet - die x_1 -Achse fällt hier mit der reellen Achse, die x_2 -Achse mit der imaginären Achse zusammen -und anschliessend die Durchstossungspunkte dieser Abbildungen mit der durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, -1) oder (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene betrachtet, die nunmehr absolut oder auch hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung präzise Anhaltspunkte für die weitere Analyse oder Optimierung darstellen. Beispielsweise lässt sich, siehe unten, anhand der Invarianten eine Gewichtsfunktion zur Optimierung von stereophonen oder pseudostereophonen Audiosignalen definieren.

[0247] Zunächst werden die algebraischen Grundlagen nochmals anhand der FIG. 1C bis 4C veranschaulicht:

[0248] FIG. 1C stellt die Apolaritätsbedingung für S, und S' bzw. S und Σ' dar. 1001 veranschaulicht jene für S und S', ausgedrückt durch $f^\wedge(g')$, 1002 jene für S und Σ' , ausgedrückt durch $f^\wedge(g'')$. Der Schnittpunkt 1004 von 1001 mit der Diagonalen des 1. Quadranten veranschaulicht das Zusammenfallen von S und S', der Schnittpunkt 1005 von 1001 und 1002 stellt die gesuchte Apolaritätsbedingung selbst dar; $g' = g'' = 1$ ist unmittelbar abzulesen.

[0249] FIG. 2C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und Σ' (2003) sowie die von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und Σ' liegen, aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene. 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom kartesischen Koordinatensystem $x_1 = u_1, x_2 = u_2, x_3 = u_3$ aufgespannten Ebenen.

[0250] FIG. 3C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und Σ' (2003) sowie die von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und Σ' liegen, ebenfalls aus der Perspektive des 1. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene. 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom kartesischen Koordinatensystem $x_1 = u_1, x_2 = u_2, x_3 = u_3$ aufgespannten Ebenen.

[0251] FIG. 4C zeigt die Abbildungen S (2001), S' (2002) und Σ' (2003) sowie die von den Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) aufgespannten Ebene 2004, auf der die gesuchten algebraischen Invarianten von S und S' bzw. von S und Σ' liegen, nunmehr aus der Perspektive des 4. Quadranten der zugehörigen komplexen Zahlenebene. 2005, 2006 und 2007 zeigen die vom kartesischen Koordinatensystem $x_1 = u_1, x_2 = u_2, x_3 = u_3$ aufgespannten Ebenen.

[0252] Die praktisch-gewerbliche Anwendung der eben erschlossenen algebraischen Invarianten erstreckt sich auf nahezu die gesamte Signalverarbeitung. Insbesondere ist die stochastische Betrachtung von Audiosignalen von Interesse, wie sie etwa im Digital Audio Broadcasting (DAB) üblich ist; bislang wurden dort zur Simulation Gaussscher Prozesse etwa Methodiken wie das sogenannte Tapped Delay Line Modell oder Monte Carlo Methoden (farbiges komplexes Gaussschen in zwei Dimensionen) herangezogen, siehe Literaturnachweis. Eine Übertragung dort angewandter Funktionsprinzipien auf die Stabilisierung von Optimierungsprozessen, wie in CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 beschrieben, wäre zwar denkbar, aber in der Praxis wenig effizient.

[0253] Anhand vorliegender algebraischer Invarianten lässt sich eine Gewichtung wie folgt definieren:

[0254] Hierzu wird eine erste Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt der Länge tx durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden beispielsweise einem Modul 6001 gemäss FIG. 6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{h1} der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^\wedge[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^\wedge[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{h2} von der Gesamtzahl k_2 werden den ξ_{h1} im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Speicher («Stack») abgelegt; ebenso wird der Mittelwert

$$k_1$$

$$\xi^{\circ}_1 := (\sum \xi_{h1}) / k_1$$

$$h_1 = 1$$

errechnet. Dieser wird gemeinsam mit der anhand der genannten ersten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_2, f_2 (bzw. n_2), α_1, β_1 in einem weiteren, für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Dictionary abgelegt.

[0255] Gemäss dem Funktionsbefehl 6004 wird nunmehr in einem zweiten Schritt eine zweite Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t_2 , der gleiche Länge wie t_1 , aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{h2} der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{h2} von der Gesamtzahl k_2 werden den ξ_{h1} im für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi^{\circ}_2 := \left(\sum \xi_{h2} \right) / k_2$$

$$h_2 = 1$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten zweiten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_2, f_2 (bzw. n_2), α_2, β_2 dem ersten Mittelwert sowie dessen Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1 im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird nunmehr das Modul 6002 aktiviert.

[0256] Dieses berechnet den Mittelwert ξ^*_2 aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte ξ_{h1}, ξ_{h2} :

$$\xi^*_2 := \left(\sum \xi_{h1} + \sum \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2)$$

$$h_1 = 1 \quad h_2 = 1$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte $\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2$ mit dessen zugehöriger Parametrisierung aus, der ξ^*_2 am nächsten liegt. Trifft dies für beide Mittelwerte $\xi^{\circ}_1, \xi^{\circ}_2$ zu, wird ξ°_1 bzw. die Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1, α_1, β_1 aus dem Dictionary ausgewählt. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit ξ^*_2 an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$, liegt, wobei $\sigma > 0$ die beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung der fiktiv in ξ^*_2 als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{2\pi} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_2^* - \xi^*_2)^2 / \sigma^2)}$$

darstellt.

[0257] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 7A bzw. FIG. 1B (welche den Verstärker 717 und die MS-Matrix, die beide nur einmal zu durchlaufen sind, der Anschaulichkeit willen nochmals abbildet) bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B. Der Ausgang 6006 mündet in den Eingang 6006 der FIG. 6C, der Ausgang 6007 mündet in den Eingang 6007 der FIG. 6C, der Ausgang 6008 mündet in den Eingang 6008 der FIG. 6C, und der Ausgang 6009 mündet in den Eingang 6009 der FIG. 6C. 6006 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 dar, 6008 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Im } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0258] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi^*_2, \xi^*_2 + \sigma]$ wird in einem m-ten Schritt eine m-te Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t_m , der gleiche Länge wie t_1 aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{hm} der Summe der komplexen Transferfunktionen

$$f^*[x(t_m)] = [x(t_m)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$$

und

$$g^*[y(t_m)] = [y(t_m)/\sqrt{2}] * (1 + i)$$

mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{hm} von der Gesamtzahl k_m werden den $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hm-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi_m^\circ := \left(\sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / k_m$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten m-ten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_m, f_m (bzw. n_m), α_m, β_m , den Mittelwerten $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \dots, \xi_{m-1}^\circ$ und deren zugehörigen Parametrisierungen φ_1, f_1 (bzw. n_1), $\alpha_1, \beta_1; \varphi_2, f_2$ (bzw. n_2), $\alpha_2, \beta_2, \dots; \varphi_{m-1}, f_{m-1}$ (bzw. n_{m-1}), $\alpha_{m-1}, \beta_{m-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird das Modul 6002 aktiviert.

[0259] Dieses berechnet den Mittelwert aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hm}$:

$$\xi_m^* := \left(\sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_m)$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \dots, \xi_m^\circ$ mit dessen zugehöriger Parametrisierung von φ, f (bzw. n), α, β aus, der ξ_m^* am nächsten liegt. Bei gleichem Mittelwert für verschiedene Parametrisierungen wird jene Parametrisierung ausgewählt, die am häufigsten im Dictionary vorkommt. Treten mehrere Parametrisierungen in gleicher Häufigkeit auf, wird jene gewählt, die im dem Dictionary die breiteste Streuung zeigt, d.h. für die die Differenz $d - c$ maximal wird, wobei d die letzte, c die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt. Trifft auch dies für mehrere Parametrisierungen zu, wird die zuerst auftretende ausgewählt. Liegen zwei Mittelwerte aus $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \dots, \xi_m^\circ$ nächst ξ_m^* wird, sofern im $m - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Parametrisierung aus dem Dictionary ausgewählt wurde, ebendieser bzw. seine zugehörige Parametrisierung beibehalten. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit ξ_m^* an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$, liegt, wobei $\sigma > 0$ die - zu Beginn des gesamten hier dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare - Standardabweichung der fiktiv in als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_m^*) = \left(1 / \left(\sqrt{2\pi} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * \left((z_m^* - \xi_m^*)^2 / \sigma^2 \right)}$$

darstellt.

[0260] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 7A bzw. FIG. 1B bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B sowie die zugehörigen Ein- und Ausgänge der FIG. 6C. 6006 stellt somit wiederum unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 dar, 6008 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Im } f^*[x(t)] + q^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind wiederum in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0261] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$ wird in einem $m + 1$ -ten Schritt eine $m + 1$ -te Optimierung in gleicher Form, wie für den m -ten Schritt und die m -te Optimierung dargestellt, durchgeführt. Der Vorgang wird solange fortgesetzt, bis ein Element des Dictionary obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

[0262] Das Konvergenzverhalten der soeben etablierten Gewichtsfunktion zeigt FIG. 5C für drei Optimierungsschritte: 5001 stellt hierbei den ersten Mittelwert ξ_1° , 5002 den zweiten Mittelwert ξ_2° , 5003 die erste fiktiv in ξ_2° als Nullpunkt errichtete Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{2\pi} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * \left((z_2^* - \xi_2^*)^2 / \sigma^2 \right)}$$

wobei $\sigma > 0$ die zu Beginn des gesamten dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung darstellt, 5004 den dritten Mittelwert ξ_3° , der innerhalb der durch a definierten Wendepunkte der in als Nullpunkt errichtete fiktiven Gaussverteilung 5005 gleicher Standardabweichung verbleibt, und somit das Konvergenzkriterium erfüllt.

[0263] In jedem Falle resultiert eine Parametrisierung φ, f (bzw. n), α, β , die im Mittel eine in Bezug auf alle algebraischen Invarianten optimale pseudostereophone Abbildung liefert.

[0264] Mit zunehmender Anzahl gleichlanger Signalabschnitte nähert sich die Verteilung der Schnittpunkte der algebraischen Invarianten auf der jeweils betrachteten Halbebene mit der komplexen Zahlenebene der Gausssschen Verteilung an. Je kleiner die Standardabweichung a gewählt wird, desto idealer wird die resultierende Parametrisierung. Nachdem eine nur endliche Zahl von gleichlangen Signalabschnitten zur Verfügung steht, sollte allerdings c nicht zu klein gewählt werden.

[0265] Dennoch ist das Verfahren hinsichtlich seiner Konvergenz für ausreichend lange Signalabschnitte deutlich rascher als erwähnte Simulationsmodelle, da erstmals algebraische Invarianten als gültige «Anhaltspunkte» für eine Gewichtung bereits eruiert Parametrisierungen zur Verfügung stehen.

[0266] Literaturhinweise zu CH01264/10: 1. David Hilbert: Über die vollen Invariantensysteme. - Mathematische Annalen Bd.42, S. 313 - 373 (1893). 2. Henrik Schulze: Digital Audio Broadcasting. Das Übertragungssystem im Mobilfunkkanal. — Seminarskriptum der Universität-Gesamthochschule Paderborn (2002).

[0267] Ein erstes erfindungsgemässes Anwendungsbeispiel zeigt FIG. 2D2. Die Grundschialtung von EP1850639 wird um einen weiteren zeitlichen Parameter s erweitert, der sich jeweils mit den Laufzeitdifferenzen L_A bzw. L_B multipliziert, und somit die neuen Laufzeitdifferenzen L'A bzw. L'B wie folgt ergibt:

$$(3D) \quad L'_A = L_A * s = [\sqrt{(5/4 - \sin\varphi)} - 1/2] * s$$

und

$$(4D) \quad L'_B = L_B * s = [\sqrt{(5/4 + \sin\varphi)} - 1/2] * s$$

[0268] Das neue Schaltschema ist unmittelbar der FIG. 2D2 zu entnehmen, s > 0 kann sowohl eine Konstante darstellen (ein idealer Wert für s für vorliegende Anordnung stellt beispielsweise 100 ms dar) oder auch vom Benutzer frei gewählt werden. In der Praxis sind die Werte von Delay A' bzw. Delay B' der FIG. 2D2 wesentlich für die Festlegung des räumlichen Empfindens des Zuhörers.

[0269] Die Übertragung dieses Wirkungsprinzips auf EP2124486 bzw. WO2009138205 führt beispielsweise zu den erfindungsgemässen Anordnungen FIG. 1D3A, 1D4A, 1D5A, 1D6A, 1D7A (denen zur besseren Veranschaulichung Elemente gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 hinzugefügt wurden). Wiederum werden die Laufzeitdifferenzen L_α' und L_β' jeweils mit gleichem Parameter s > 0 multipliziert und ergeben die neuen Laufzeitdifferenzen L_α' und L_β'. Demnach gelten neu die Beziehungen

$$(1D) \quad L'_\alpha = L_\alpha * s = \{- f(\alpha)/2\sin\alpha + \sqrt{[f^2(\alpha)/4\sin^2\alpha + f^2(\varphi) - f(\alpha) * f(\varphi) * \sin\varphi / \sin\alpha]}\} * s$$

und

$$(2D) \quad L'_\beta = L_\beta * s = \{- f(\beta)/2\sin\beta + \sqrt{[f^2(\beta)/4\sin^2\beta + f^2(\varphi) + f(\beta) * f(\varphi) * \sin\varphi / \sin\beta]}\} * s$$

[0270] Das neue Schaltschema ist unmittelbar den FIG. 1D3A, 1D4A, 1D5A, 1D6A, 1D7A (denen zur besseren Veranschaulichung Elemente gemäss CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 hinzugefügt wurden) zu entnehmen.

[0271] Auch hier ist die Auswahl von s, wie die Praxis zeigt nicht trivial. Wird s zu klein gewählt verschwindet der zu erzielende pseudostereophone Effekt, wird s zu gross gewählt, ergeben sich störende Artefakte. Beträgt etwa s beispielsweise 100 Millisekunden, ergeben sich für eine erfindungsgemäss modifizierte Vorrichtung oder Methodik gemäss EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 ideale pseudostereophone Signale, die gleiche Güte wie eine klassische MS-Aufnahmetechnik zeigen.

[0272] Wird der Erfindungsgegenstand auf CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, insbesondere FIG. 1B sowie FIG.4aB (Rückkopplung 437a) und FIG. 5aB (Rückkopplung 539a), angewandt, werden neu, wie in FIG. 1D1B dargestellt, in oben beschriebener Weise nicht nur die Parameter φ bzw. f (bzw. n) bzw. α bzw. β iterativ optimiert sondern bei gleichen, oben beschriebenen Evaluierungsverfahren nunmehr neu auch der erfindungsgemäss eingeführte Parameter s > 0. Das in CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 bzw. CH01264/10 dargestellte Gesamtsystem bleibt dabei unter Hinzufügen des eben genannten Elements vollinhaltlich erhalten (wobei FIG. 1B demnach durch FIG. 1D1B zu ersetzen ist).

[0273] Soll ein System gemäss CH01264/10 erfindungsgemäss hinzugefügt werden, ist die FIG. 6C durch die FIG. 1D6C zu ersetzen. Im Einzelnen wird eine erste Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt der Länge tx durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden beispielsweise einem Modul 6001 gemäss FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten der Summe der komplexen Transferfunktionen $\varepsilon^*[x(t_1)] = [x(t_1)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_1)] = [y(t_1)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x₁, u₁ des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x₂, u₂ mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren (1, 1, -2) und (1, 1, 1) oder auch (-1, -1, 2) und (1, 1, 1) aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{h1} von der Gesamtzahl k₁ werden in einem in einem für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Speicher («Stack») abgelegt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi^{\circ}_1 := (\sum \xi_{h1}) / k_1$$

$$h_1 = 1$$

errechnet. Dieser wird gemeinsam mit der anhand der genannten ersten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ₁, f₁ (bzw. n₁), α₁, β₁, s₁ in einem weiteren, für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen Dictionary abgelegt.

[0274] Gemäss dem Funktionsbefehl 6004 wird nunmehr in einem zweiten Schritt eine zweite Optimierung gemäss CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t₂, der gleiche Län-

ge wie t_1 aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 der FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{h2} der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t_2)] = [x(t_2)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_2)] = [y(t_2)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_1, u_1 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{h2} von der Gesamtzahl k_2 werden den ξ_{h1} im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi_2^\circ := \left(\sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / k_2$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten zweiten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_2, f_2 (bzw. n_2), α_2, β_2, s_2 dem ersten Mittelwert sowie dessen Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1, s_1 im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird nunmehr das Modul 6002 der FIG. 1D6C aktiviert.

[0275] Dieses berechnet den Mittelwert ξ_2^* aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte ξ_{h1}, ξ_{h2} :

$$\xi_2^* := \left(\sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} \right) / (k_1 + k_2)$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte ξ_1°, ξ_2° mit dessen zugehöriger Parametrisierung aus, der ξ_2^* am nächsten liegt. Trifft dies für beide Mittelwerte ξ_1°, ξ_2° zu, wird ξ_1° bzw. die Parametrisierung φ_1, f_1 (bzw. n_1), α_1, β_1, s_1 aus dem Dictionary ausgewählt. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit an das Modul 6003 übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$, liegt, wobei $\sigma > 0$ die beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung der fiktiv in als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{2\pi} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_2^* - \xi_2^*)^2) / \sigma^2}$$

darstellt.

[0276] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 1D7A bzw. FIG. 1D1B (welche den Verstärker 717 und die MS-Matrix, die beide nur einmal zu durchlaufen sind, der Anschaulichkeit willen nochmals abbildet) bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1D1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B. Der Ausgang 6006 mündet in den Eingang 6006 der FIG. 1D6C, der Ausgang 6007 mündet in den Eingang 6007 der FIG. 1D6C, der Ausgang 6008 mündet in den Eingang 6008 der FIG. 1D6C, und der Ausgang 6009 mündet in den Eingang 6009 der FIG. 1D6C. 6006 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 dar, 6007 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 dar, 6008 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar, 6009 stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Im } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 dar. Diese Signale sind in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 1D6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0277] Liegt der vom Modul 6002 gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_2^*, \xi_2^* + \sigma]$ wird in einem m-ten Schritt eine m-te Optimierung gemäss der hier beschriebenen Erweiterung von CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877, FIG. 1D1B, 2B, 3aB bis 5aB auf einem Signalabschnitt t_m , der gleiche Länge wie t_1 aufweist, durchgeführt. Die Ausgänge von FIG. 5aB werden wiederum dem Modul 6001 der FIG. 1D6C zugeführt, und werden die Invarianten (errichtet in den Schnittpunkten ξ_{hm} der Summe der komplexen Transferfunktionen $f^*[x(t_m)] = [x(t_m)/\sqrt{2}] * (-1 + i)$ und $g^*[y(t_m)] = [y(t_m)/\sqrt{2}] * (1 + i)$ mit der - die Achse von x_2, u_2 des dargestellten algebraischen Modells fällt hier mit der reellen Achse zusammen, die Achse x_2, u_2 mit der imaginären Achse - im 1. oder auch 3. Quadranten der komplexen Zahlenebene gelegenen Halbebene, die durch die Vektoren $(1, 1, -2)$ und $(1, 1, 1)$ oder auch $(-1, -1, 2)$ und $(1, 1, 1)$ aufgespannt wird, hinsichtlich ihrer statistischen Verteilung betrachtet. Sämtliche ξ_{hm} von der Gesamtzahl k_m werden den $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hm-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen Funktionsabläufe gültigen - Speicher («Stack») hinzugefügt; ebenso wird der Mittelwert

$$\xi_m^\circ := \left(\sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / k_m$$

errechnet. Dieser wird wiederum gemeinsam mit der anhand der genannten m-ten Optimierung bestimmten Parametrisierung φ_m, f_m (bzw. n_m), α_m, β_m , den Mittelwerten $\xi_1^\circ, \xi_2^\circ, \dots, \xi_{m-1}^\circ$ und deren zugehörigen Parametrisierungen φ_1, f_1 (bzw. n_1), $\alpha_1, \beta_1, s_1; \varphi_2, f_2$ (bzw. n_2), $\alpha_2, \beta_2, s_2; \dots; \varphi_{m-1}, f_{m-1}$ (bzw. n_{m-1}), $\alpha_{m-1}, \beta_{m-1}, s_{m-1}$ im - für sämtliche weiteren beschriebenen

Funktionsabläufe gültigen - Dictionary hinzugefügt. Da der Speicher («Stack») nunmehr mehr als einen Mittelwert enthält, wird das Modul 6002 der FIG. 1D6C aktiviert.

[0278] Dieses berechnet den Mittelwert ξ_m^* aller im Stack gespeicherten Schnittpunkte $\xi_{h1}, \xi_{h2}, \dots, \xi_{hm}$:

$$\xi_m^* := \left(\sum_{h_1=1}^{k_1} \xi_{h1} + \sum_{h_2=1}^{k_2} \xi_{h2} + \dots + \sum_{h_m=1}^{k_m} \xi_{hm} \right) / (k_1 + k_2 + \dots + k_m)$$

und wählt aus dem Dictionary jenen der Mittelwerte $\xi_1^{\circ}, \xi_2^{\circ}, \dots$, mit dessen zugehöriger Parametrisierung von ϕ, f (bzw. n), α, β und nunmehr neu s aus, der am nächsten liegt. Bei gleichem Mittelwert für verschiedene Parametrisierungen wird jene Parametrisierung ausgewählt, die am häufigsten im Dictionary vorkommt. Treten mehrere Parametrisierungen in gleicher Häufigkeit auf, wird jene gewählt, die im dem Dictionary die breiteste Streuung zeigt, d.h. für die die Differenz $d - c$ maximal wird, wobei d die letzte, c die erste Indexnummer des jeweils durchlaufenen Optimierungsschritts darstellt. Trifft auch dies für mehrere Parametrisierungen zu, wird die zuerst auftretende ausgewählt. Liegen zwei Mittelwerte aus $\xi_1^{\circ}, \xi_2^{\circ}, \dots, \xi_m^{\circ}$ nächst ξ_m° , wird, sofern im $m - 1$ -ten Schritt einer der beiden Mittelwerte bzw. dessen zugehörige Parametrisierung aus dem Dictionary ausgewählt wurde, ebendieser bzw. seine zugehörige Parametrisierung beibehalten. Der aus dem Dictionary ausgewählte Mittelwert wird anschliessend gemeinsam mit ξ_m° an das Modul 6003 der FIG. 1D6C übergeben. Dieses prüft, ob der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$, liegt, wobei $\sigma > 0$ die - zu Beginn des gesamten hier dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare - Standardabweichung der fiktiv in ξ_m° als Nullpunkt errichteten Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_m^*) = \left(1 / \left(\sqrt{(2\pi)} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_m^* - \xi_m^*)^2 / \sigma^2)}$$

darstellt.

[0279] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert innerhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$, wird die vom Modul 6002 ausgewählte Parametrisierung gemäss 6010 in der Anordnung FIG. 1D7A bzw. FIG. 1D1B bzw. die Ausgänge 6006 und 6007 der FIG. 1D1B aktiviert, ebenso die Ausgänge 6008 und 6009 der FIG. 2B sowie die zugehörigen Ein- und Ausgänge der FIG. 1D6C. 6006 der FIG. 1D6C stellt somit wiederum unmittelbar das Ausgangssignal $x(t)$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6007 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $y(t)$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6008 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Re } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar, 6009 der FIG. 1D6C stellt unmittelbar das Ausgangssignal $\text{Im } f^*[x(t)] + g^*[y(t)]$ des Moduls 6003 der FIG. 1D6C dar. Diese Signale sind wiederum in der weiter oben dargestellten Signalverarbeitung so zu behandeln, als stellten diese die Ausgangssignale der FIG. 5aB dar, die mit der FIG. 1D6C im vorliegenden Anwendungsbeispiel eine untrennbare Einheit bildet.

[0280] Liegt der vom Modul 6002 der FIG. 1D6C gewählte Mittelwert ausserhalb des Intervalls $[-\sigma + \xi_m^*, \xi_m^* + \sigma]$ wird in einem $m + 1$ -ten Schritt eine $m + 1$ -te Optimierung in gleicher Form, wie für den m -ten Schritt und die m -te Optimierung dargestellt, durchgeführt. Der Vorgang wird solange fortgesetzt, bis ein Element des Dictionary obige Anforderungen erfüllt oder eine Höchstzahl zulässiger Optimierungsschritte erreicht ist.

[0281] Das Konvergenzverhalten der soeben etablierten Gewichtsfunktion zeigt FIG. 5C für drei Optimierungsschritte: 5001 stellt hierbei den ersten Mittelwert ξ_1° , 5002 den zweiten Mittelwert ξ_2° , 5003 die erste fiktiv in ξ_2° als Nullpunkt errichtete Gaussverteilung

$$f^{\sim}(z_2^*) = \left(1 / \left(\sqrt{(2\pi)} * \sigma \right) \right) * e^{-1/2 * ((z_2^* - \xi_2^{\circ})^2 / \sigma^2)}$$

wobei $\sigma > 0$ die zu Beginn des gesamten dargestellten Prozesses beliebig von Benutzer wählbare Standardabweichung darstellt, 5004 den dritten Mittelwert ξ_3° , der innerhalb der durch σ definierten Wendepunkte der in ξ_2° als Nullpunkt errichtete fiktiven Gaussverteilung 5005 gleicher Standardabweichung verbleibt, und somit das Konvergenzkriterium erfüllt.

[0282] In jedem Falle resultiert eine Parametrisierung ϕ, f (bzw. n), α, β und nunmehr neu s , die im Mittel eine in Bezug auf alle algebraischen Invarianten optimale pseudostereophone Abbildung liefert.

[0283] Mit zunehmender Anzahl gleichlanger Signalabschnitte nähert sich die Verteilung der Schnittpunkte der algebraischen Invarianten auf der jeweils betrachteten Halbebene mit der komplexen Zahlenebene der Gaussschen Verteilung an. Je kleiner die Standardabweichung σ gewählt wird, desto idealer wird die resultierende Parametrisierung. Nachdem eine nur endliche Zahl von gleichlangen Signalabschnitten zur Verfügung steht, sollte allerdings σ nicht zu klein gewählt werden.

[0284] Dennoch ist das in FIG. 1D6C dargestellte Verfahren hinsichtlich seiner Konvergenz für ausreichend lange Signalabschnitte deutlich rascher als erwähnte Simulationsmodelle, da erstmals algebraische Invarianten als gültige «Anhaltspunkte» für eine Gewichtung bereits eruiert Parametrisierungen zur Verfügung stehen.

[0285] Im Folgenden werden zwei Varianten, dargestellt in FIG. 1D4A1 und FIG. 1D45A1, zu den Schaltungen FIG. 1D4A und FIG. 1D45A für den Sonderfall identischer umgekehrt proportionaler Dämpfungen $\lambda = \rho$ dargestellt. Die Panorama-Potentiometer 411 und 412 der FIG. 1D4A werden dabei durch einen Verstärker 717 mit dem Verstärkungsfaktor λ ersetzt; gleiches gilt für die Panoramapotiometer 511 und 512 der FIG. 1D5A.

[0286] FIG. 2D3A1 stellt eine Vereinfachung des Schaltschemas 309 der FIG. 1D3A für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar. Dieser Fall tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt.

[0287] FIG. 2D7A2 stellt eine Vereinfachung der FIG. 1D7A gleichfalls für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar. Dieser Fall tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt. Bereits eine solche Vereinfachung liefert überzeugende Ergebnisse, die einer erstklassigen MS-Aufnahme gleichkommen, und ist somit nicht trivial.

[0288] FIG. 2D7A3 stellt eine äquivalente Schaltung zu FIG. 2D7A2 dar, bei der der Verstärkungsfaktor λ unmittelbar in Gain S'_α einbezogen wird. Sie stellt die einfachste Schaltungsform dar, die in ihrer exakten winkelabhängigen Virtualisierung einer klassischen MS-Anordnung nicht trivial ist.

[0289] FIG. 2D4A1 stellt eine Vereinfachung des Schaltschemas 409 der FIG. 1D4A gleichfalls für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar. Dieser Fall tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\alpha)/4 \sin^2\alpha + f^2(\varphi) - f(\alpha) * f(\varphi) * \sin\varphi/\sin\alpha$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0290] FIG. 2D4A2 stellt eine aus der FIG. 4A abgeleitete erfindungsgemässe Vereinfachung gleichfalls für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar, wobei die Elemente 411 und 412 - unter der Annahme, dass die Dämpfung für das linke Eingangssignal λ gleich der Dämpfung für das rechte Eingangssignal p ist - durch die hier dargestellten Verstärkung des S-Signals um den Faktor λ ersetzt sind (zur Herleitung dieses Sachverhalts, siehe obige Formeln (3A) und (4A)). Der Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt. Auch eine solche Vereinfachung liefert überzeugende Ergebnisse, die einer erstklassigen MS-Aufnahme gleichkommen, und ist somit nicht trivial. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\alpha)/4 \sin^2\alpha + f^2(\varphi) - f(\alpha) * f(\varphi) * \varphi \sin\alpha$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0291] FIG. 2D4A3 stellt eine äquivalente Schaltung zu FIG. 2D4A2 dar, bei der der Verstärkungsfaktor λ unmittelbar in Gain S'_β einbezogen wird. Sie stellt eine einfache Schaltungsform dar, die in ihrer exakten winkelabhängigen Virtualisierung einer klassischen MS-Anordnung jedoch nicht trivial ist. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\alpha)/4 \sin^2\alpha + f^2(\varphi) - f(\alpha) * f(\varphi) * \sin\varphi/\sin\alpha$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0292] FIG. 2D5A1 stellt eine Vereinfachung des Schaltschemas 509 der FIG. 5A gleichfalls für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar. Dieser Fall tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\beta)/4 \sin^2\beta + f^2(\varphi) + f(\beta) * f(\varphi) * \sin\varphi/\sin\beta$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0293] FIG. 2D5A2 stellt eine aus der FIG. 5A abgeleitete erfindungsgemässe Vereinfachung gleichfalls für den Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ dar, wobei die Elemente 511 und 512 - unter der Annahme, dass die Dämpfung für das linke Eingangssignal λ gleich der Dämpfung für das rechte Eingangssignal p ist - durch die hier dargestellten Verstärkung des S-Signals um den Faktor λ ersetzt sind (zur Herleitung dieses Sachverhalts, siehe obige Formeln (3A) und (4A)). Der Fall $L'_\alpha = L'_\beta$ tritt beispielsweise bei zur Hauptachse symmetrischen fiktiven Öffnungswinkeln auf, also für $\alpha = \beta$, wobei $\varphi = 0$ gilt. Auch eine solche Vereinfachung liefert überzeugende Ergebnisse, die einer erstklassigen MS-Aufnahme gleichkommen, und ist somit nicht trivial. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\beta)/4 \sin^2\beta + f^2(\varphi) + f(\beta) * f(\varphi) * \sin\varphi/\sin\beta$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0294] FIG. 2D5A3 stellt eine äquivalente Schaltung zu FIG. 2D5A2 dar, bei der der Verstärkungsfaktor λ unmittelbar in Gain S'_α einbezogen wird. Sie stellt eine einfache Schaltungsform dar, die in ihrer exakten winkelabhängigen Virtualisierung einer klassischen MS-Anordnung jedoch nicht trivial ist. Wie in EP2124486 bzw. WO2009138205 angemerkt, gilt auch für diese Vereinfachung, dass der Ausdruck

$$f^2(\beta)/4 \sin^2\beta + f^2(\varphi) + f(\beta) * f(\varphi) * \sin\varphi/\sin\beta$$

nicht gleich Null oder Element einer Umgebung von Null sein darf.

[0295] FIG. 3D4 stellt die einfachste Anwendungsform von All-pass-Filtern bzw. Phasenschiebern auf den Erfindungsgegenstand dar. Sie sorgt dafür, dass die für erfindungsgemässe Anordnungen nach EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 charakteristische gute Betonung der Mittenschallquellen zugunsten eines dispergierten Klangbildes aufgehoben wird. Hierbei wird beispielsweise dem linken Kanal eines stereophonen oder pseudostereophonen Ausgangssignals einer Anordnung gemäss EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 ein All-pass-Filter beliebiger Ordnung sowie ein Phasenschieber nachgeschaltet. Somit sorgt FIG. 3D4 in Zusammenhang mit dem Erfindungsgegenstand für eine überzeugende Dispergierung der Phantomschallquellen des resultierenden Signals.

[0296] N.B. Eine Reihe von Elementen der beschriebenen Schaltungen lassen sich unschwer vertauschen, anders anordnen, gestatten die Zusammenfassung in ein einzelnes Element oder auch die Aufteilung in mehrere Elemente, denen einzelne Parameter des ursprünglichen Elements zugrundeliegen, im weiteren eine Reihe von trivialen Abwandlungen wie die Kaskadierung mehrerer Verstärker etc. Diese Varianten stellen, auch wenn sie nicht explizite erwähnt sind, Teil des Erfindungsgegenstands dar.

Literaturnachweis

[0297] Stephane Mallat: A Wavelet Tour Of Signal Processing. The Sparse Way - Burlington: Elsevier 2009.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Stereophonisierung eines Monosignals, dadurch gekennzeichnet, dass die in EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 genannten Laufzeitdifferenzen L_A bzw. L_B bzw. L_α bzw. L_β vor ihrer Anwendung auf das zu stereophonisierende Monosignal mit einem zeitlichen Parameter $s > 0$ multipliziert werden und somit die neuen Laufzeitdifferenzen $L'_A = L_A * s$, $L'_B = L_B * s$ bzw. $L'_\alpha = L_\alpha * s$, $L'_\beta = L_\beta * s$ ergeben.
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass s 100 Millisekunden beträgt.
3. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Benutzer s frei wählen kann, wobei sämtliche wählbaren Werte für s im Bereich grösser gleich 0 sein müssen.
4. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter s automatisch oder interaktiv optimiert wird.
5. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
 - der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P_α berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P_β berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel α , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird; oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_β berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal unmittelbar als Hauptsignal verwendet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um die Summe der Verstärkungsfaktoren $P_\alpha + P_\beta$ verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um die Summe der Verstärkungsfaktoren $P_\alpha + P_\beta$ verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P_α verstärkt, um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und um den Verstärkungsfaktor P_β verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P_β verstärkt, um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und um den Verstärkungsfaktor P_α verstärkt wird,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
6. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
 - der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,

- ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - die Bedingung erfüllt ist, dass der quadrierte Polarabstand für den Winkel α , dividiert durch den mit 4 multiplizierten quadrierten Sinus von α , plus dem quadrierten Polarabstand für den Winkel φ , minus dem durch Sinus von α dividierten Produkt aus dem Polarabstand für den Winkel α , dem Polarabstand für den Winkel φ und dem Sinus von φ kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_M berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_β berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit $L'_{\beta\alpha}$ berechnet wird; oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel α , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_M verstärkt wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um den Verstärkungsfaktoren P'_β verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_β verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
7. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
- der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - die Bedingung erfüllt ist, dass der quadrierte Polarabstand für den Winkel β , dividiert durch den mit 4 multiplizierten quadrierten Sinus von β , plus dem quadrierten Polarabstand für den Winkel φ , plus dem durch Sinus von β dividierten Produkt aus dem Polarabstand für den Winkel φ , dem Polarabstand für den Winkel φ und dem Sinus von φ kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P''_M berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_α berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel α , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird; oder alternativ: oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_β berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P''_M verstärkt wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um den Verstärkungsfaktoren P'_α verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_α verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
8. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ durch die Multiplikation der Konstanten $(\sqrt{5} - 1)/2$ mit dem zeitlichen Parameter $s > 0$ berechnet wird oder, sofern s nicht vom Benutzer beeinflusst werden soll, der voreingestellte Wert für s , multipliziert mit eben genannter Konstante, wiederum eine Konstante darstellt,
 - der Verstärkungsfaktor P_M gleich der Konstanten $4/5$ ist,

- das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor $4/5$ multipliziert wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoomsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal.
9. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ durch die Multiplikation der Konstanten $(\sqrt{5} - 1)/2$ mit dem zeitlichen Parameter $s > 0$ berechnet wird oder, sofern s nicht vom Benutzer beeinflusst werden soll, der voreingestellte Wert für s , multipliziert mit eben genannter Konstante, wiederum eine Konstante darstellt,
 - der Verstärkungsfaktor $P_A = P_B$ gleich der Konstanten $5/4$ ist,
 - das zu stereophonisierende Monosignal unmittelbar als Hauptsignal verwendet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten und anschliessend um den Verstärkungsfaktor $P_A + P_B$ verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor $P_A + P_B$ verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten; oder alternativ: das zu stereophonisierende Hauptsignal um den Verstärkungsfaktor P_A verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P_B verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Hauptsignal um den Verstärkungsfaktor P_B verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P_A verstärkt wird,
 - die Stereoomsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
 10. Vorrichtung gemäss Anspruch 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9, gekennzeichnet dadurch, dass das Seitensignal vor Durchlaufen der Stereoomsetzung zusätzlich um die Dämpfung $\lambda = \rho$ verstärkt erscheint.
 11. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10, gekennzeichnet durch eine automatische oder interaktive Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand einer oder mehrerer Gewichtsfunktionen.
 12. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11, gekennzeichnet durch eine automatische oder interaktive Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung k oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand des Nachhalls eines bestehenden stereophonen oder pseudostereophonen Signals oder anhand von vom Benutzer definierten, den Nachhall betreffenden, Charakteristika.
 13. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand der 1. Hauptreflexion eines bestehenden stereophonen oder pseudostereophonen Signals erfolgt.
 14. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s hinsichtlich der Charakteristika des erzielten Nachhalls oder der erzielten 1. Hauptreflexion vorgegeben werden kann oder sich vom Benutzer beeinflussen lässt.
 15. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12 oder 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand eines Operators U oder U^* erfolgt, der die spezifische Transferfunktionen für die Bildung der 1. Hauptreflexion aus dem um die Verzögerungszeit t^* verzögerten stereophonen oder pseudostereophonen Signal enthält.
 16. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12 oder 13 oder 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die

Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand eines oder mehrerer Operatoren erfolgt, welche die spezifische Transferfunktionen für die Bildung des Nachhalls aus dem verzögerten oder unverzögerten stereophonen oder pseudostereophonen Signal enthalten.

17. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12 oder 13 oder 14 oder 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand der technischen Lösung eines sogenannten inversen Problems erfolgt.
18. Vorrichtung gemäss Anspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6 oder 7 oder 8 oder 9 oder 10 oder 11 oder 12 oder 13 oder 14 oder 15 oder 16 oder 17, gekennzeichnet durch die Verwendung von All-pass-Filtern erster, zweiter oder n -ter Ordnung oder die Verwendung von Phasenschiebern.
19. Verfahren zur Stereophonisierung eines Monosignals, dadurch gekennzeichnet, dass die in EP1850639 oder EP2124486 bzw. WO2009138205 oder CH01159/09 bzw. PCT/EP2010/055876 oder CH01776/09 bzw. PCT/EP2010/055877 oder CH01264/10 genannten Laufzeitdifferenzen L_A bzw. L_B bzw. L_α bzw. L_β vor ihrer Anwendung auf das zu stereophonisierende Monosignal mit einem zeitlichen Parameter $s > 0$ multipliziert werden und somit die neuen Laufzeitdifferenzen $L'_A = L_A * s$, $L'_B = L_B * s$ bzw. $L'_\alpha = L_\alpha * s$, $L'_\beta = L_\beta * s$ ergeben.
20. Verfahren gemäss Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass s 100 Millisekunden beträgt.
21. Verfahren gemäss Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Benutzer s frei wählen kann, wobei sämtliche wählbaren Werte für s im Bereich grösser gleich 0 sein müssen.
22. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter s automatisch oder interaktiv optimiert wird.
23. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
 - der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P_α berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P_β berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird; oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_β berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal unmittelbar als Hauptsignal verwendet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um die Summe der Verstärkungsfaktoren $P_\alpha + P_\beta$ verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um die Summe der Verstärkungsfaktoren $P_\alpha + P_\beta$ verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P_α verstärkt, um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und um den Verstärkungsfaktor P_β verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P_β verstärkt, um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und um den Verstärkungsfaktor P_α verstärkt wird,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
24. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
 - der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,

- ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - die Bedingung erfüllt ist, dass der quadrierte Polarabstand für den Winkel α , dividiert durch den mit 4 multiplizierten quadrierten Sinus von α , plus dem quadrierten Polarabstand für den Winkel φ , minus dem durch Sinus von α dividierten Produkt aus dem Polarabstand für den Winkel α , dem Polarabstand für den Winkel φ und dem Sinus von φ kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_M berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_β berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit $L'_{\beta\alpha}$ berechnet wird; oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel α , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_M verstärkt wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P'_β verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_β verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
25. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass für identische Laufzeitdifferenzen $L'_\alpha = L'_\beta$
- der manuell oder messtechnisch ermittelte Winkel φ , den Schallquelle und Mikrofonhauptachse einschliessen, ausgewertet wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel α , der links an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ positiv ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Winkel φ kleiner oder gleich dem Winkel α ist, einbezogen wird,
 - ein willkürlich oder algorithmisch bestimmter fiktiver Öffnungswinkel β , der rechts an die Mikrofonhauptachse anschliesst, kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist, und für den, sofern der Winkel φ negativ ist, die Bedingung erfüllt ist, dass der Betrag des Winkels φ kleiner oder gleich dem Winkel β ist, einbezogen wird,
 - die manuell oder messtechnisch bestimmte Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals, darstellbar in Polarkoordinaten, einbezogen wird,
 - die Bedingung erfüllt ist, dass der quadrierte Polarabstand für den Winkel β , dividiert durch den mit 4 multiplizierten quadrierten Sinus von β , plus dem quadrierten Polarabstand für den Winkel φ , plus dem durch Sinus von β dividierten Produkt aus dem Polarabstand für den Winkel β , dem Polarabstand für den Winkel φ und dem Sinus von φ kein Element einer Umgebung von Null oder gleich Null ist,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P''_M berechnet wird,
 - der vom Winkel φ , vom Winkel α , vom Winkel β sowie der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) abhängigen Verstärkungsfaktors P'_α berechnet wird,
 - die vom Winkel φ , vom Winkel α , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_α berechnet wird; oder alternativ: oder alternativ: die vom Winkel φ , vom Winkel β , von der Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Monosignals (darstellbar in Polarkoordinaten) sowie vom zeitlichen Parameter s abhängigen Verzögerungszeit L'_β berechnet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P''_M verstärkt wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P'_α verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor P'_α verstärkt und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_\alpha = L'_\beta$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
26. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ durch die Multiplikation der Konstanten $(\sqrt{5} - 1)/2$ mit dem zeitlichen Parameter $s > 0$ berechnet wird oder, sofern s nicht vom Benutzer beeinflusst werden soll, der voreingestellte Wert für s , multipliziert mit eben genannter Konstante, wiederum eine Konstante darstellt,
 - der Verstärkungsfaktor P_M gleich der Konstanten $4/5$ ist,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor $4/5$ multipliziert wird, um ein Hauptsignal zu erhalten,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal.
27. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ durch die Multiplikation der Konstanten $(\sqrt{5} - 1)/2$ mit dem zeitlichen Parameter $s > 0$ berechnet wird oder, sofern s nicht vom Benutzer beeinflusst werden soll, der voreingestellte Wert für s , multipliziert mit eben genannter Konstante, wiederum eine Konstante darstellt,
 - der Verstärkungsfaktor $P_A = P_B$ gleich der Konstanten $5/4$ ist,
 - das zu stereophonisierende Monosignal unmittelbar als Hauptsignal verwendet wird,
 - das zu stereophonisierende Monosignal um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten und anschliessend um den Verstärkungsfaktor $P_A + P_B$ verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Monosignal um den Verstärkungsfaktor $P_A + P_B$ verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird, um ein Seitensignal zu erhalten; oder alternativ: das zu stereophonisierende Hauptsignal um den Verstärkungsfaktor P_A verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P_B verstärkt wird; oder alternativ: das zu stereophonisierende Hauptsignal um den Verstärkungsfaktor P_B verstärkt wird und anschliessend um die Verzögerungszeit $L'_A = L'_B$ verzögert wird und anschliessend um den Verstärkungsfaktor P_A verstärkt wird,
 - die Stereoumsetzung des Haupt- und Seitensignals in ein Stereosignal erfolgt.
28. Verfahren gemäss Anspruch 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27, gekennzeichnet dadurch, dass das Seitensignal vor Durchlaufen der Stereoumsetzung zusätzlich um die Dämpfung $\lambda = \rho$ verstärkt erscheint.
29. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28, gekennzeichnet durch eine automatische oder interaktive Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels ϕ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand einer oder mehrerer Gewichtsfunktionen.
30. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29, gekennzeichnet durch eine automatische oder interaktive Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels ϕ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand des Nachhalls eines bestehenden stereophonen oder pseudostereophonen Signals oder anhand von vom Benutzer definierten, den Nachhall betreffenden, Charakteristika.
31. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels ϕ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand der 1. Hauptreflexion eines bestehenden stereophonen oder pseudostereophonen Signals erfolgt.
32. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels ϕ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s hinsichtlich der Charakteristika des erzielten Nachhalls oder der erzielten 1. Hauptreflexion vorgegeben werden kann oder sich vom Benutzer beeinflussen lässt.
33. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30 oder 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels ϕ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand eines Operators U oder U^* erfolgt, der die spezifische

Transferfunktionen für die Bildung der 1. Hauptreflexion aus dem um die Verzögerungszeit t^* verzögerten stereophonen oder pseudostereophonen Signal enthält.

34. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30 oder 31 oder 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ , oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand eines oder mehrerer Operatoren erfolgt, welche die spezifische Transferfunktionen für die Bildung des Nachhalls aus dem verzögerten oder unverzögerten stereophonen oder pseudostereophonen Signal enthalten.
35. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30 oder 31 oder 32 oder 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der Parameter f (oder n), welche die Richtcharakteristik des zu stereophonisierenden Signals beschreiben, oder des manuell oder messtechnisch zu ermittelnden Winkels φ , den Hauptachse und Schallquelle einschliessen, oder des fiktiven linken Öffnungswinkels α oder des fiktiven rechten Öffnungswinkels β oder der Dämpfung λ oder der Dämpfung ρ für die Bildung des resultierenden Stereosignals oder des zeitlichen Parameters s anhand der technischen Lösung eines sogenannten inversen Problems erfolgt.
36. Verfahren gemäss Anspruch 19 oder 20 oder 21 oder 22 oder 23 oder 24 oder 25 oder 26 oder 27 oder 28 oder 29 oder 30 oder 31 oder 32 oder 33 oder 34 oder 35, gekennzeichnet durch die Verwendung von Allpass-Filtern erster, zweiter oder n -ter Ordnung oder die Verwendung von Phasenschiebern.

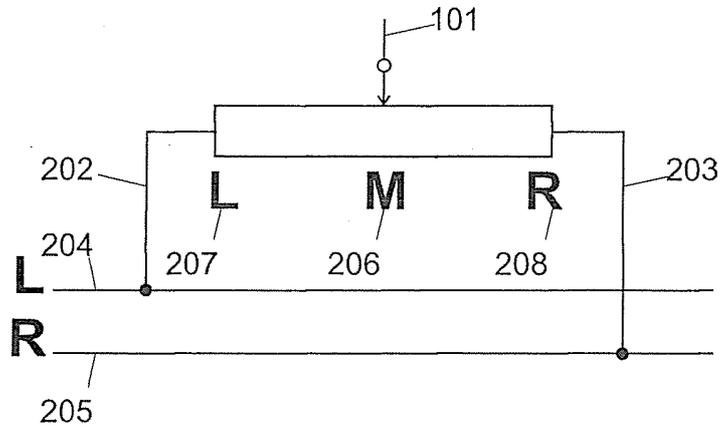


FIG. 1A

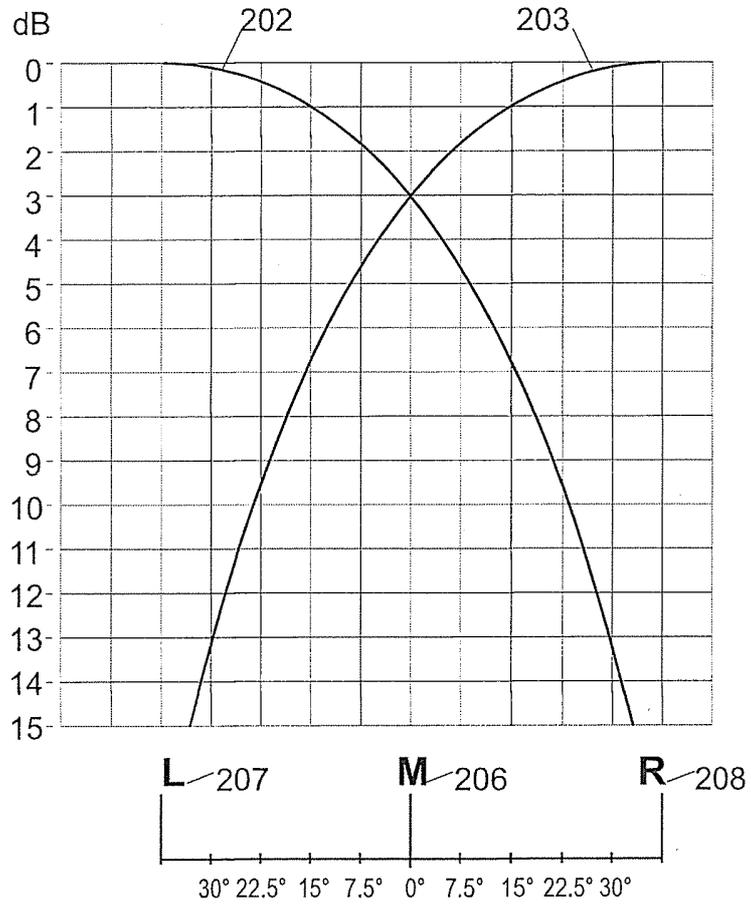


FIG. 2A

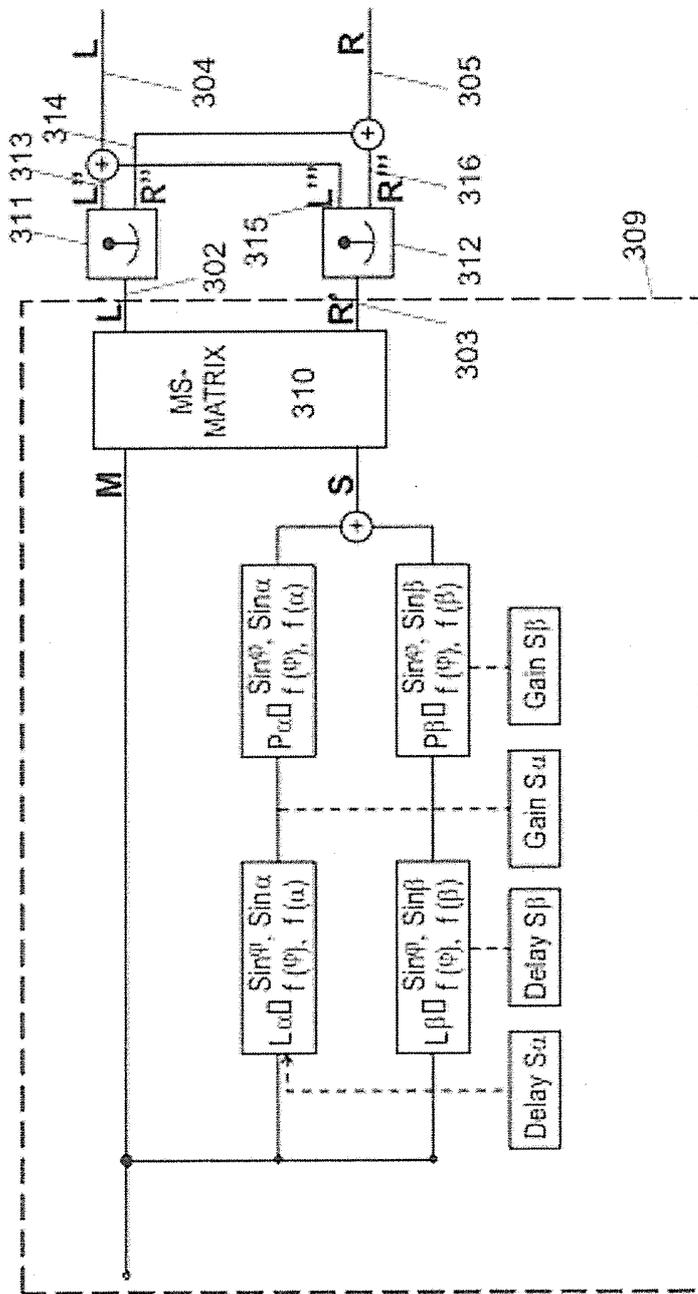


FIG. 3A

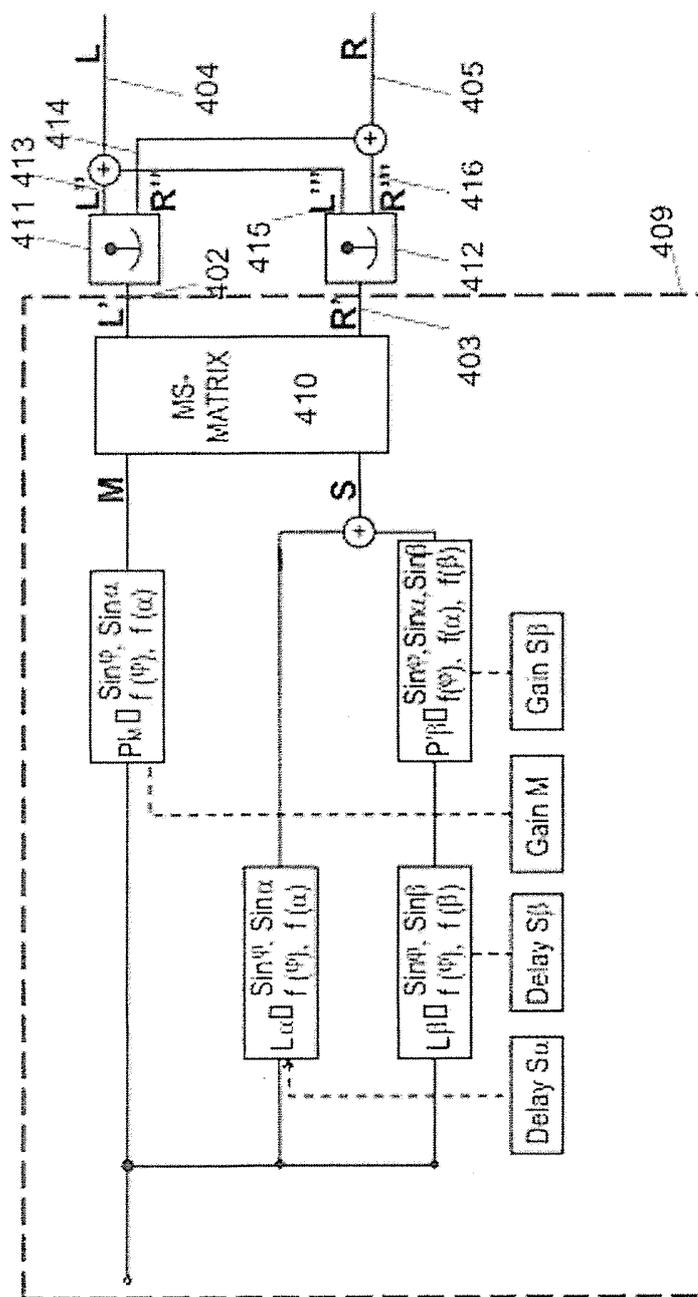


FIG. 4A

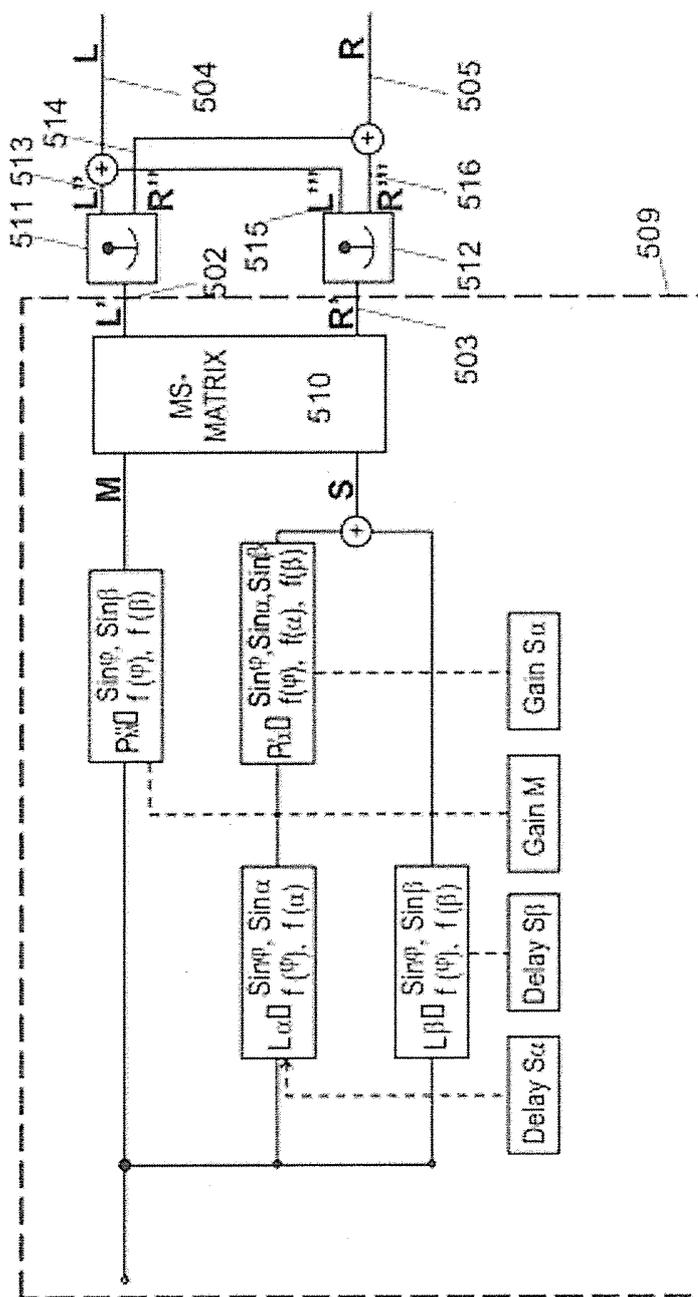


FIG. 5A

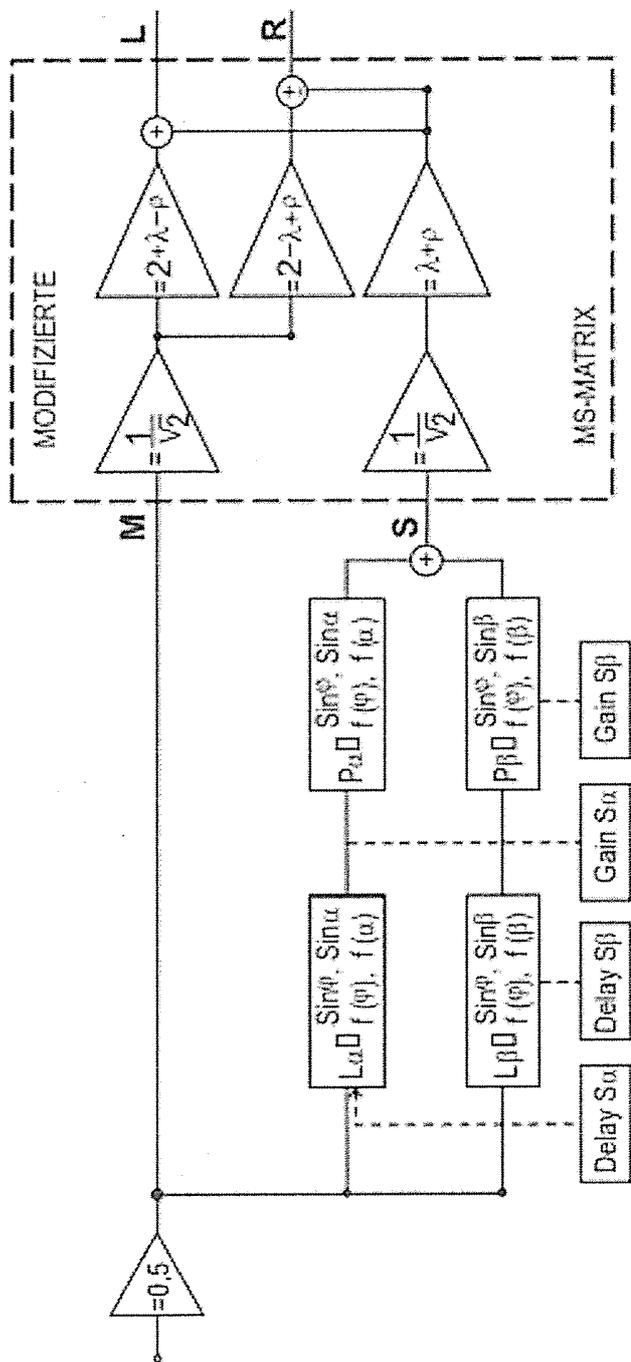


FIG. 6A

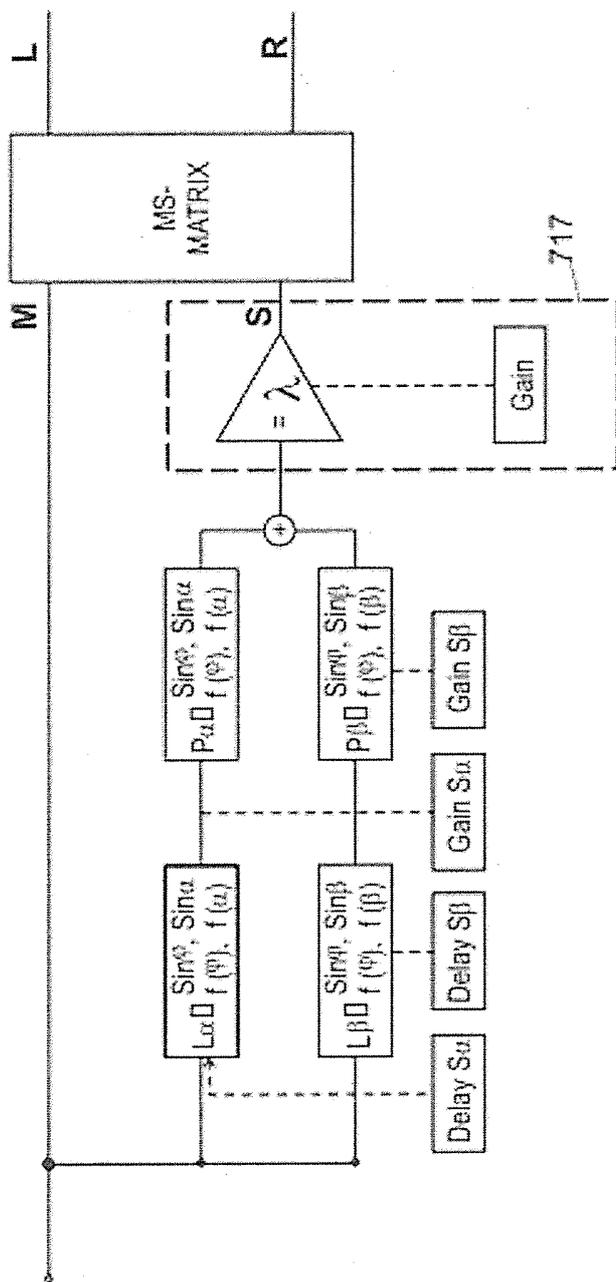


FIG. 7A

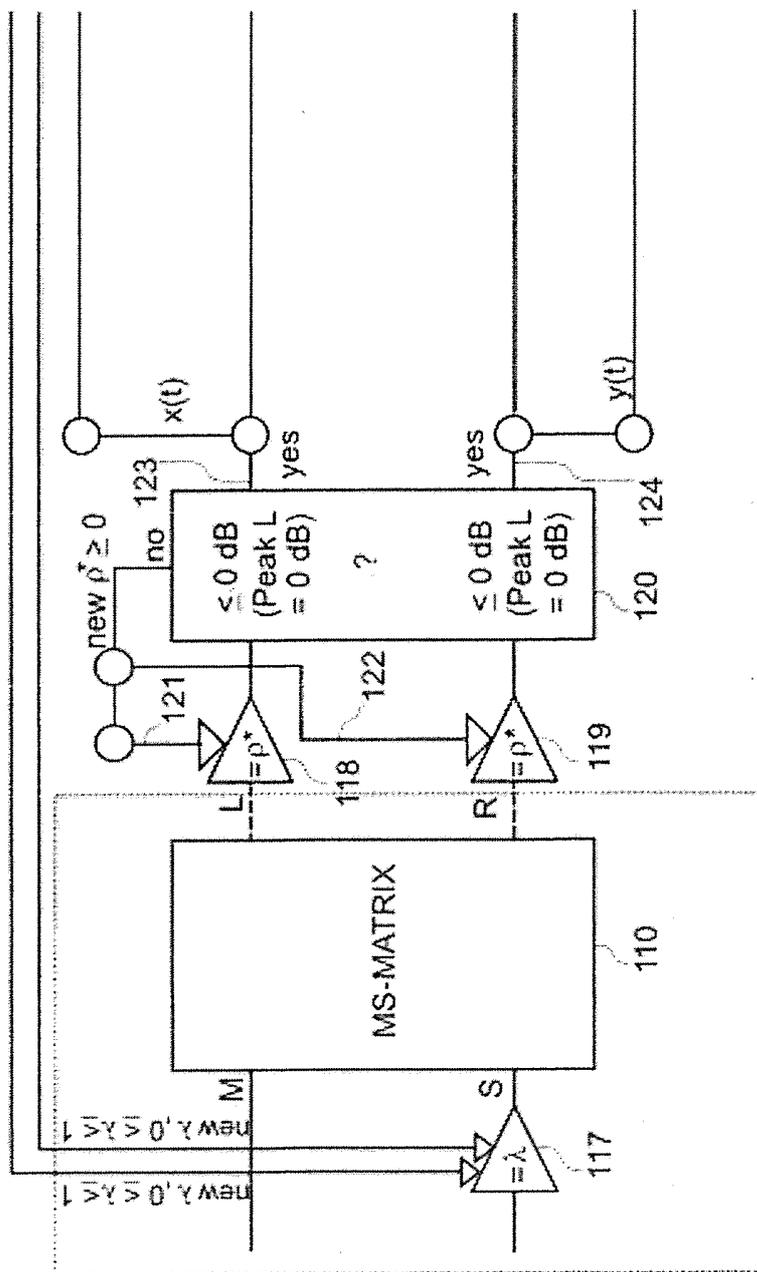


FIG. 8A

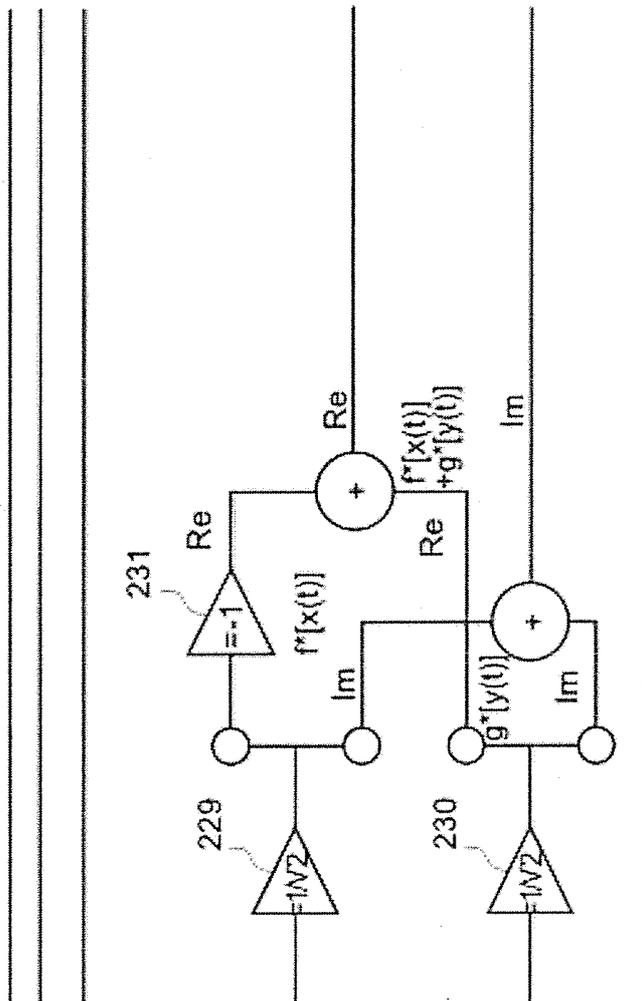


FIG. 9A

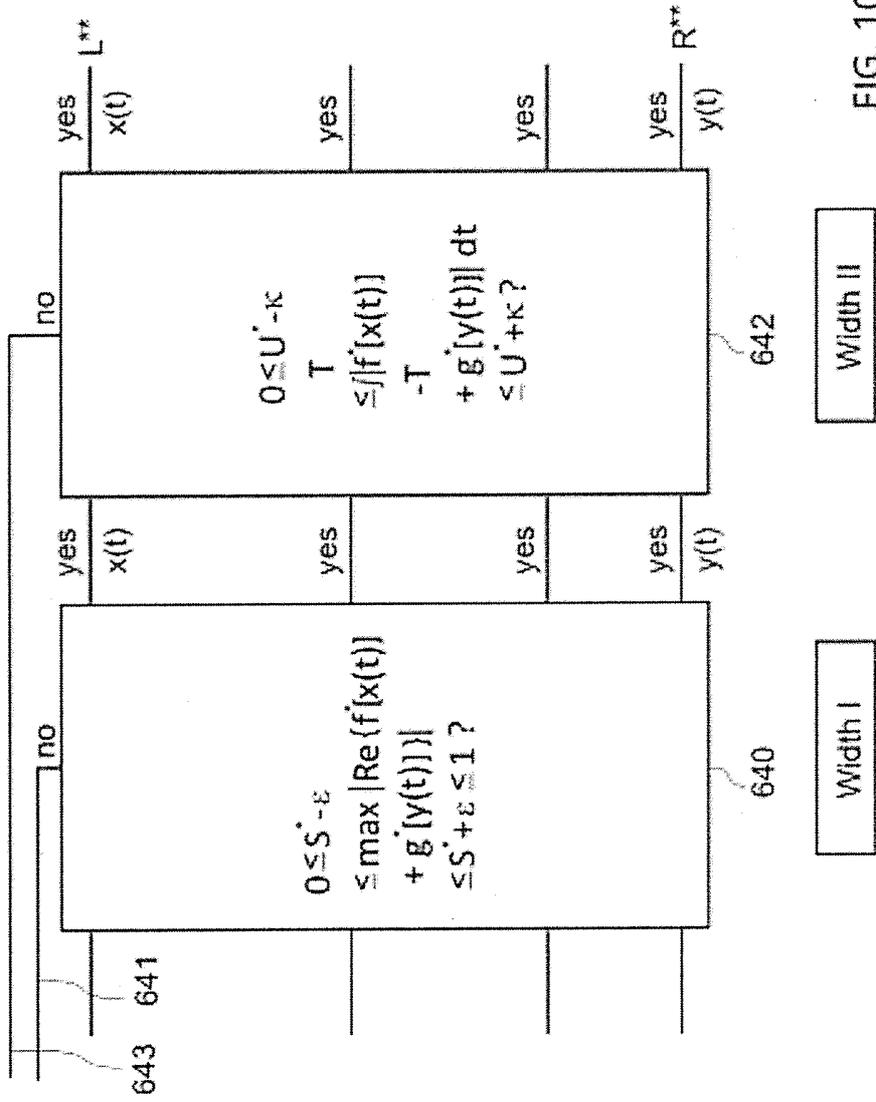


FIG. 10A

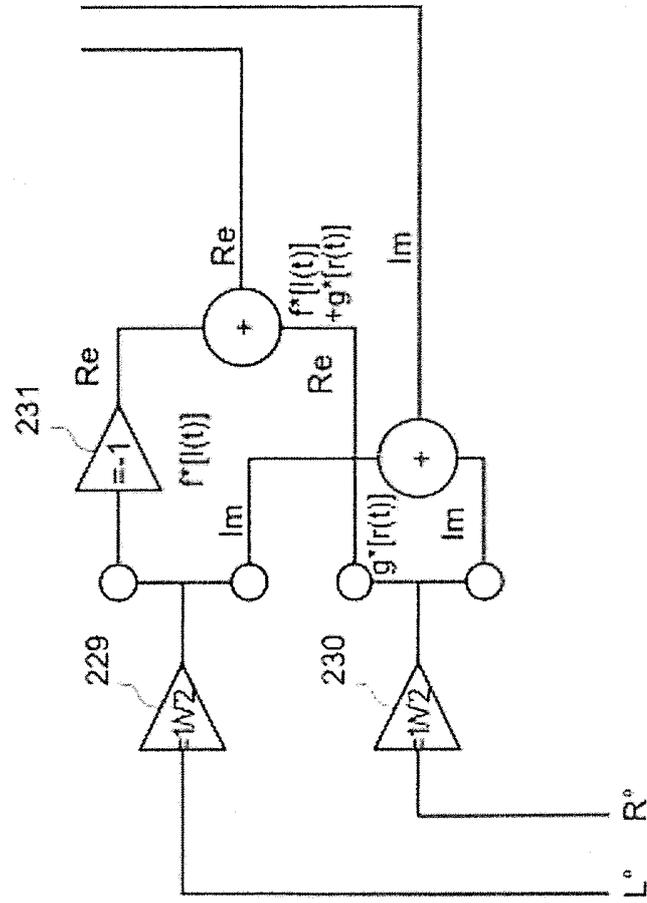


FIG. 11A

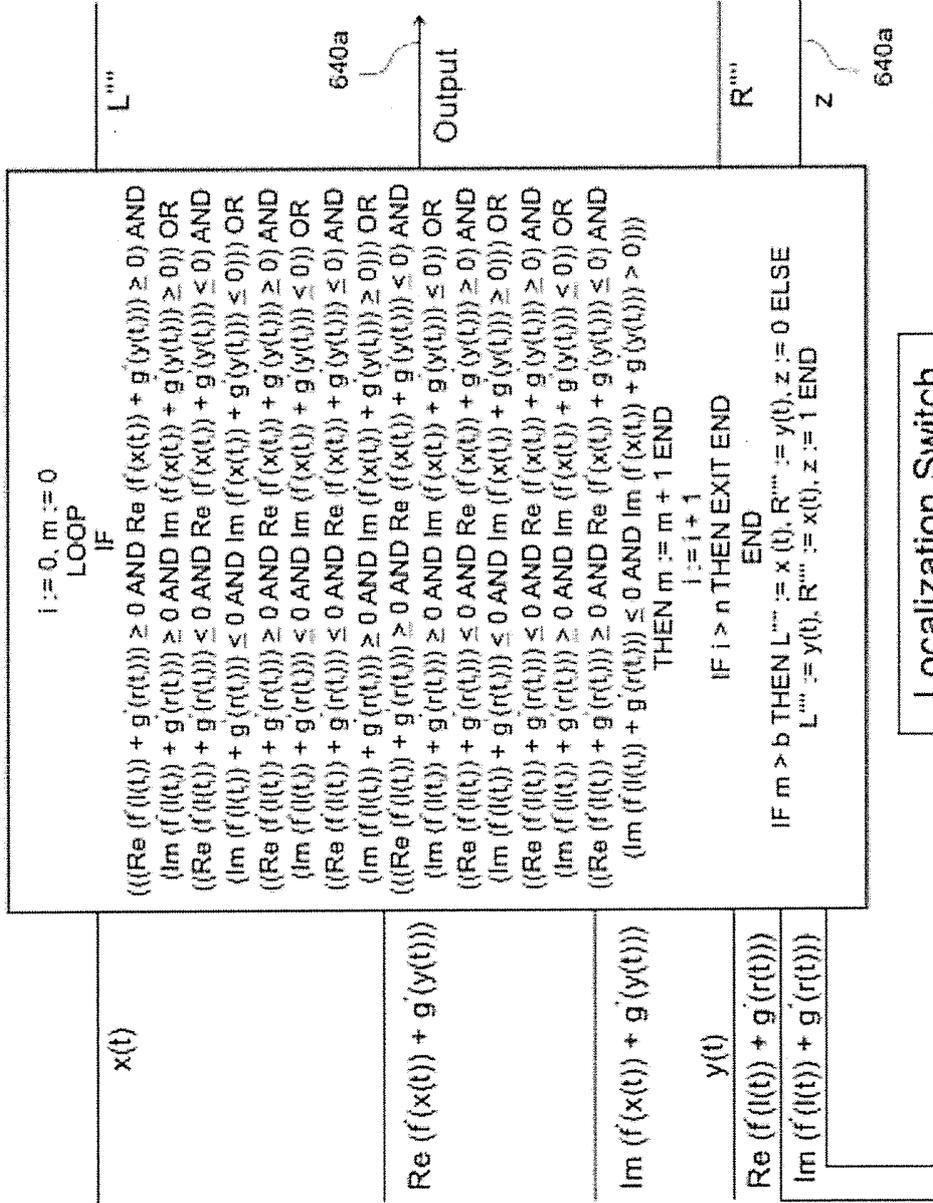


FIG. 12A

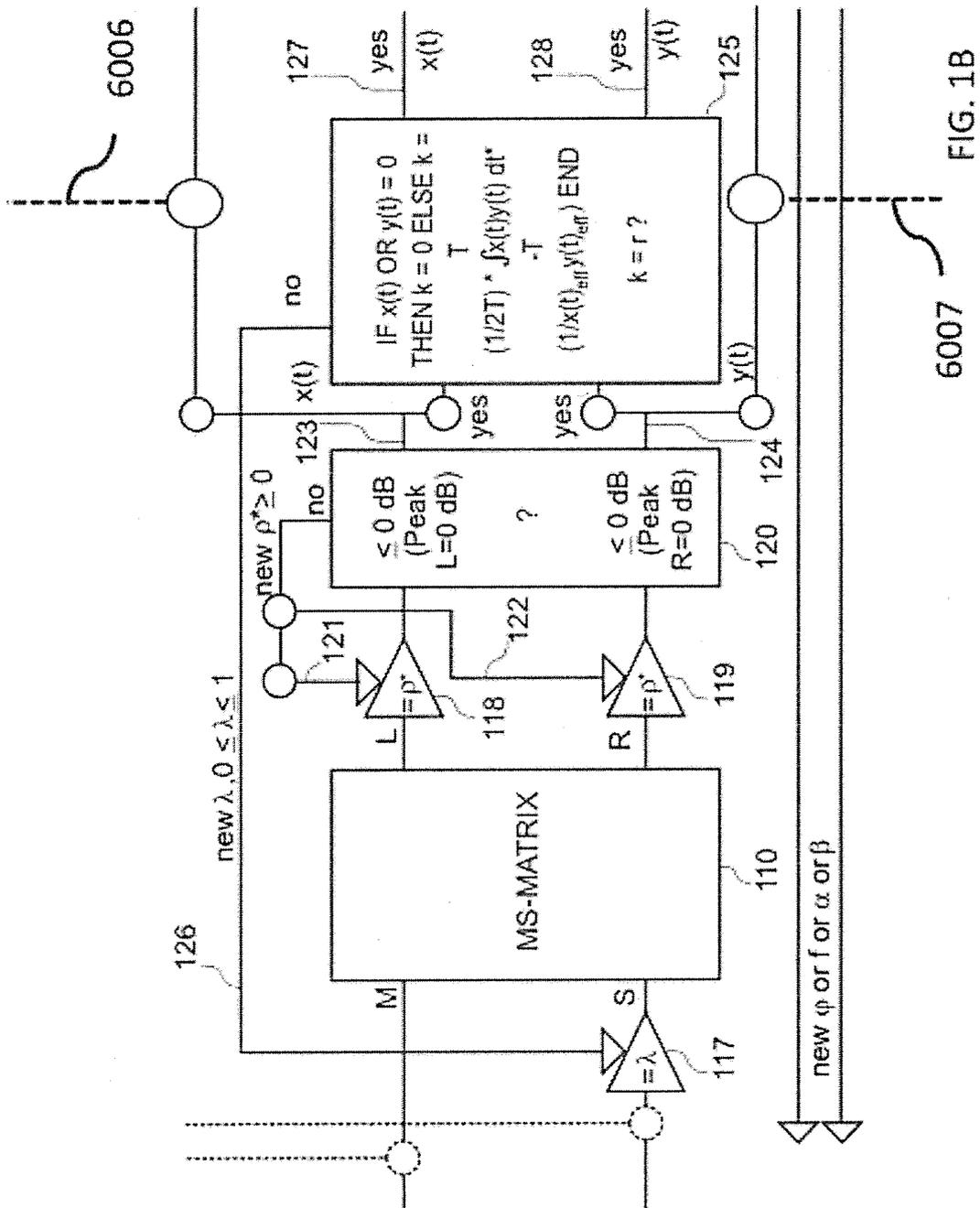


FIG. 1B

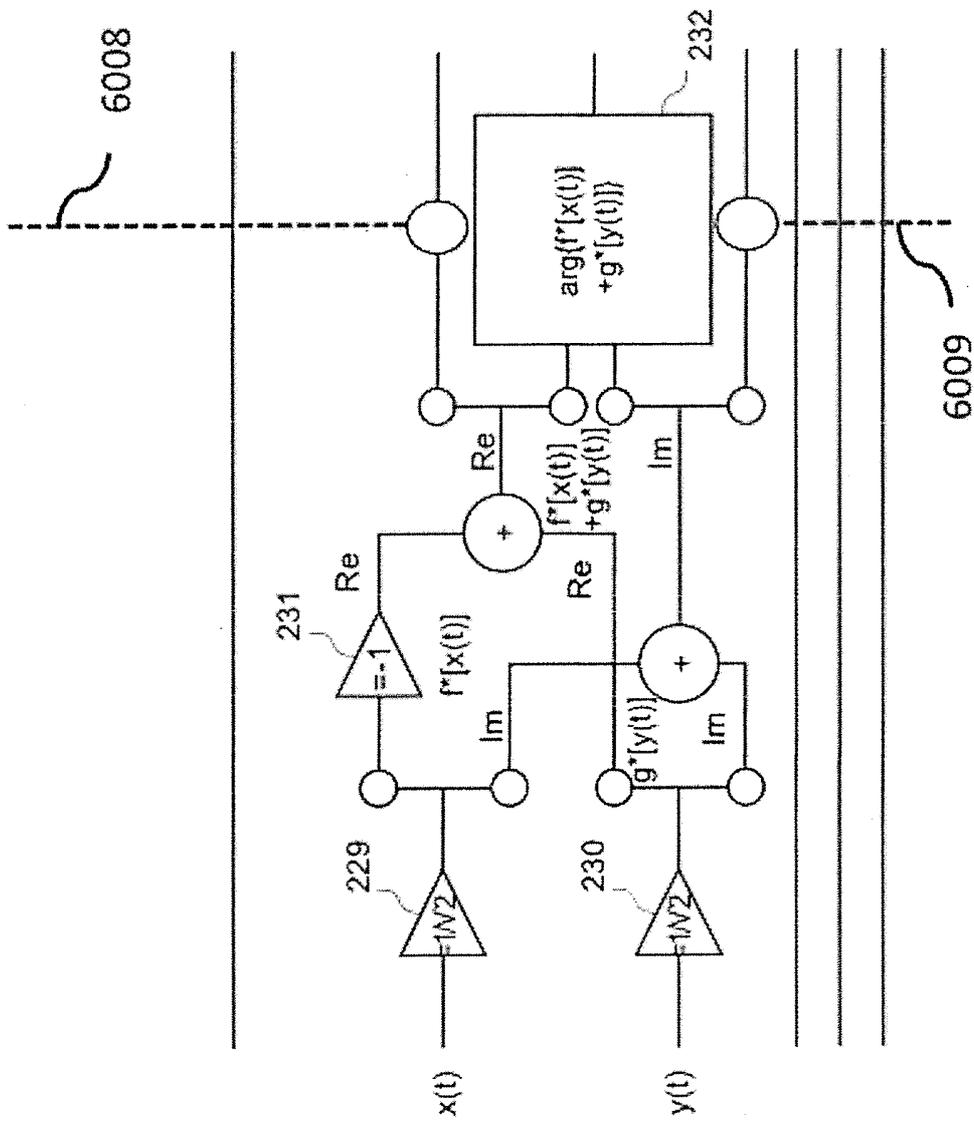


FIG. 2B

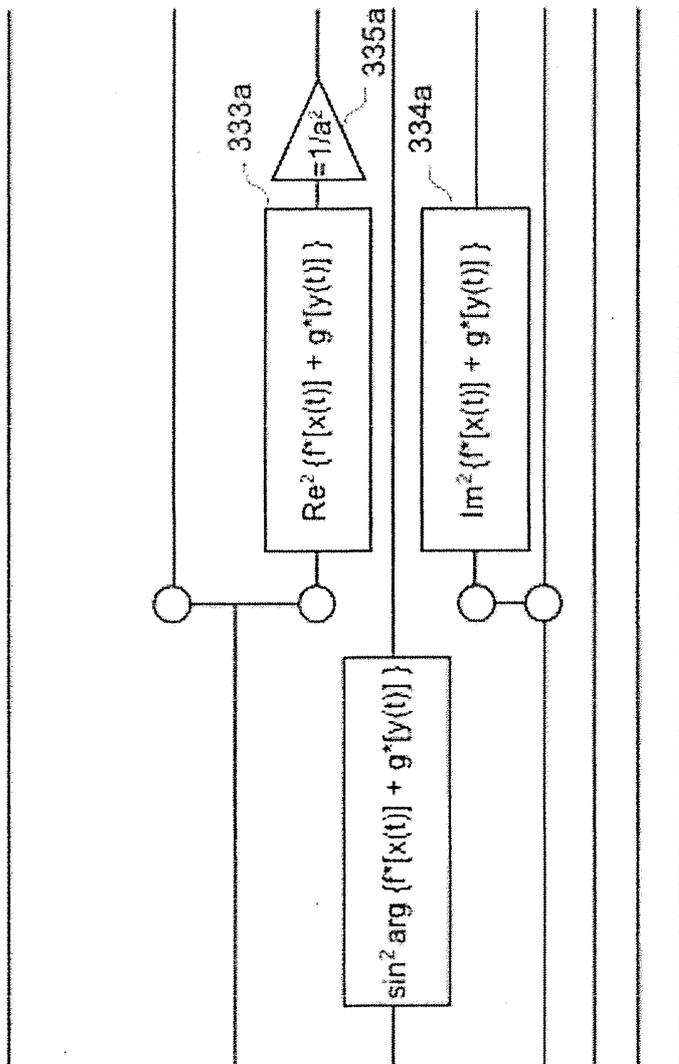


FIG. 3aB

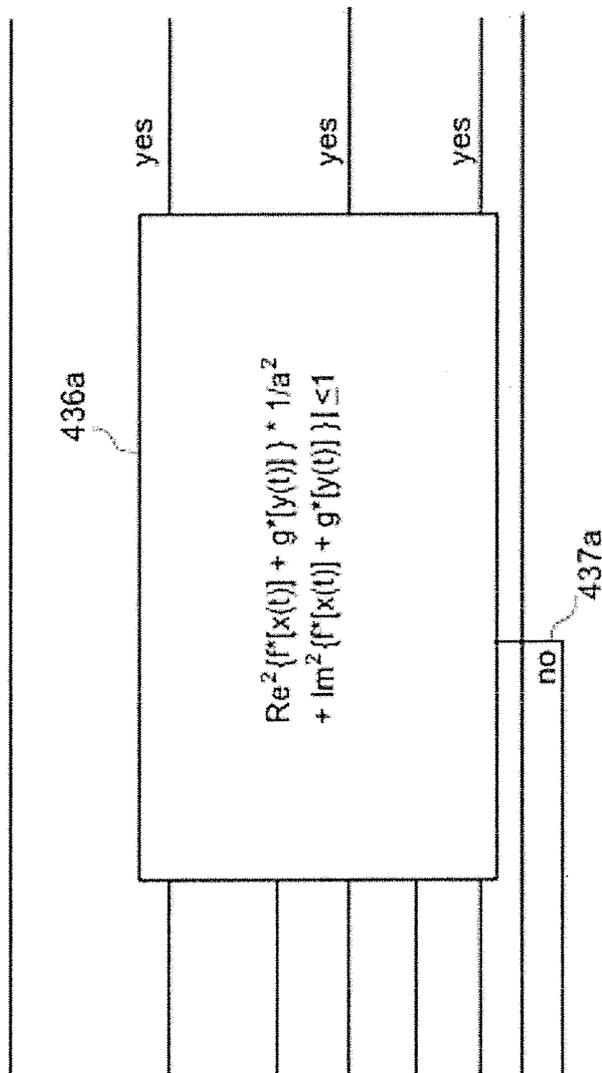


FIG. 4aB

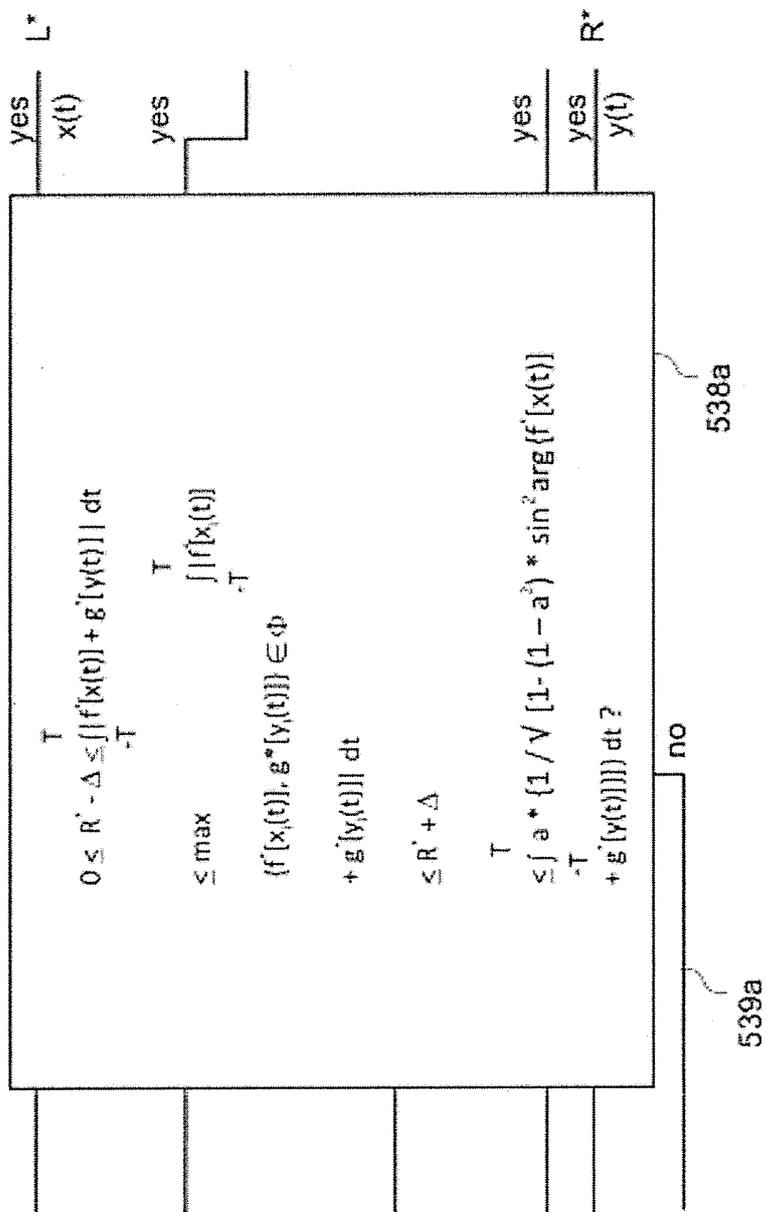


FIG. 5aB

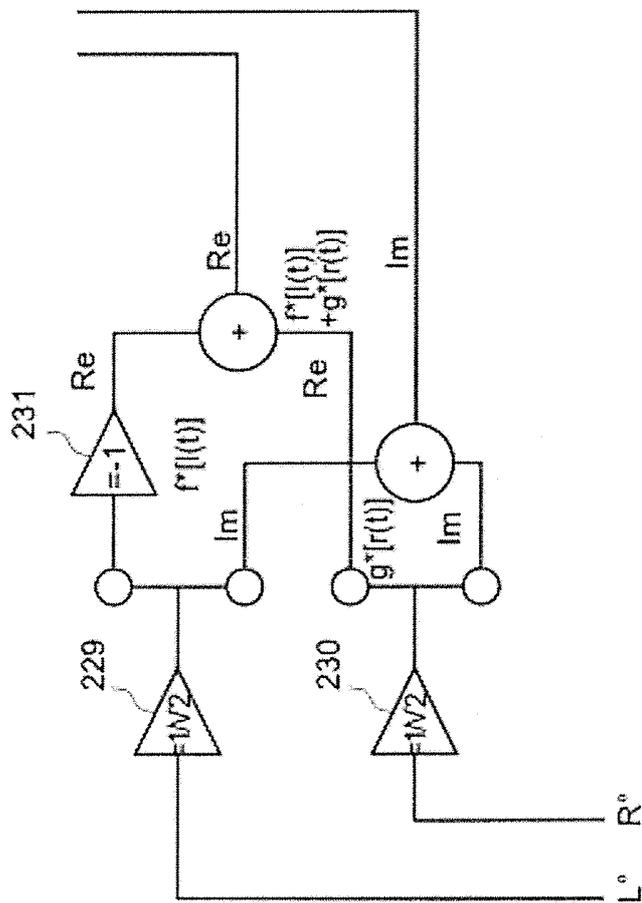


FIG. 6aB

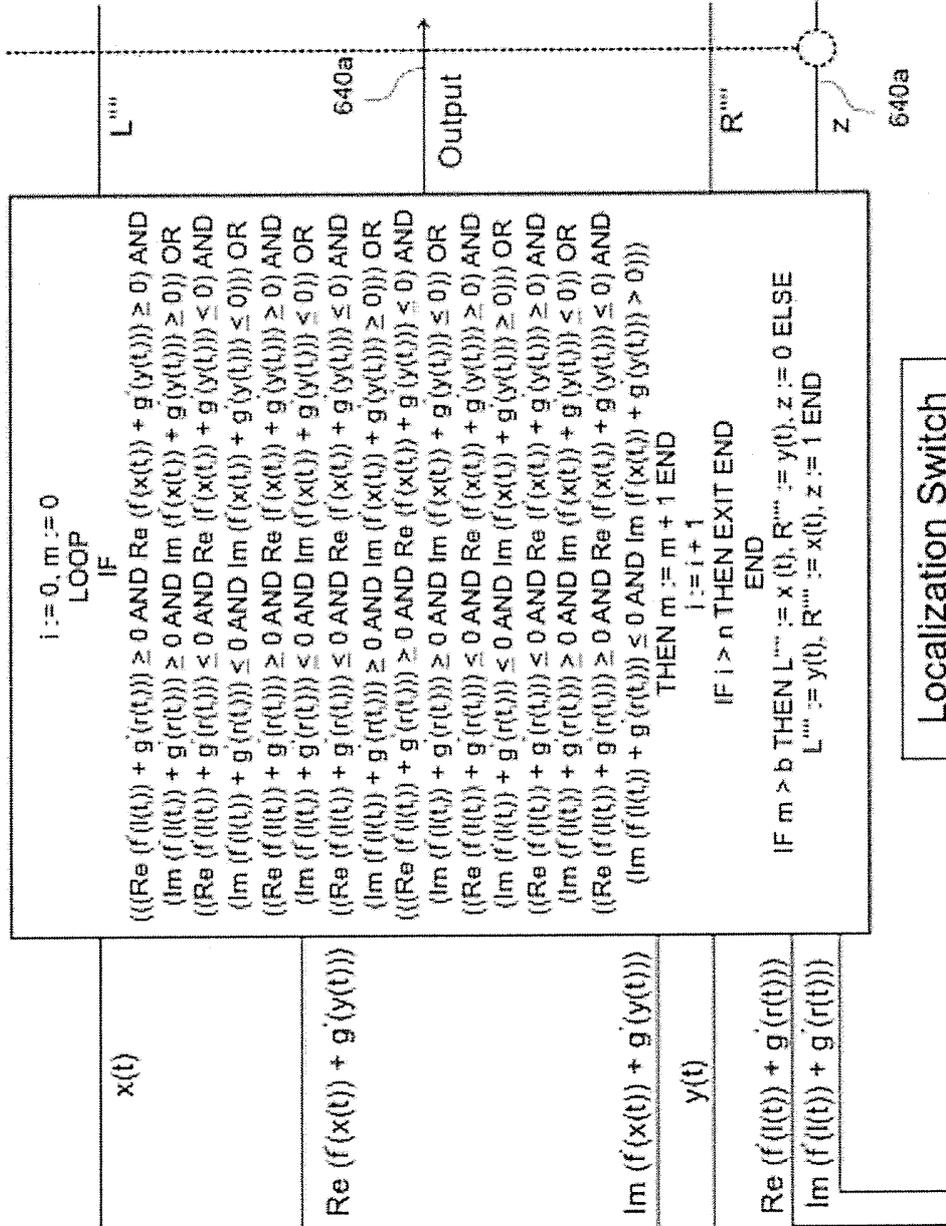


FIG. 6bB

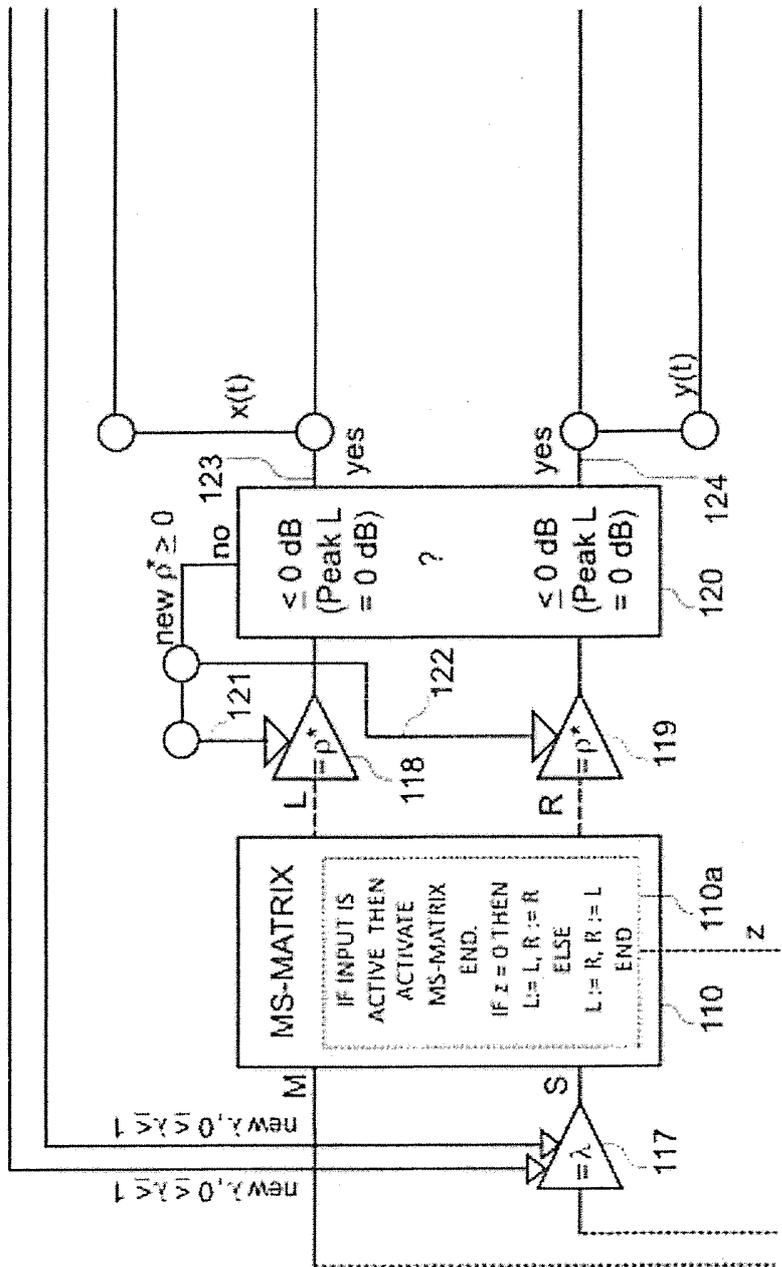


FIG. 7B

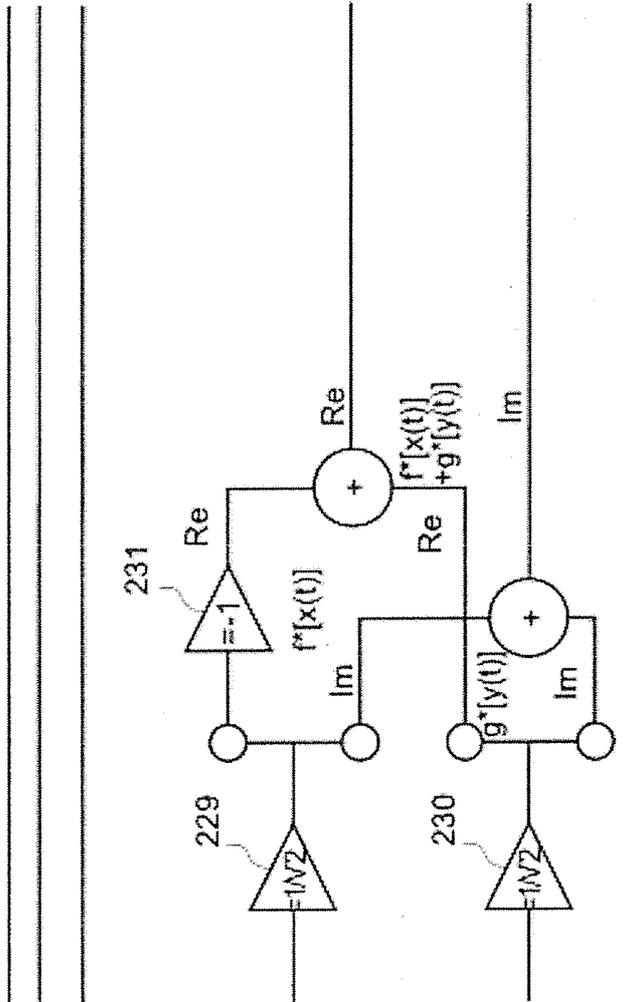


FIG. 8B

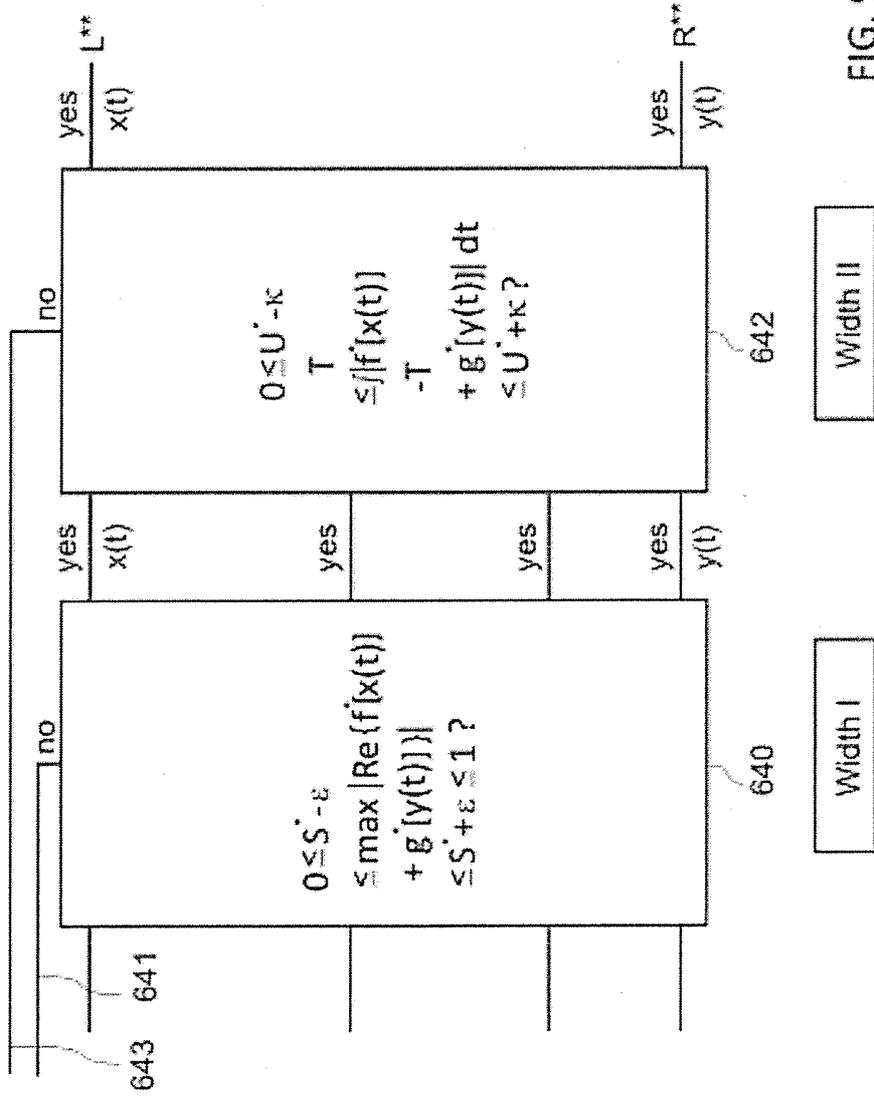


FIG. 9B

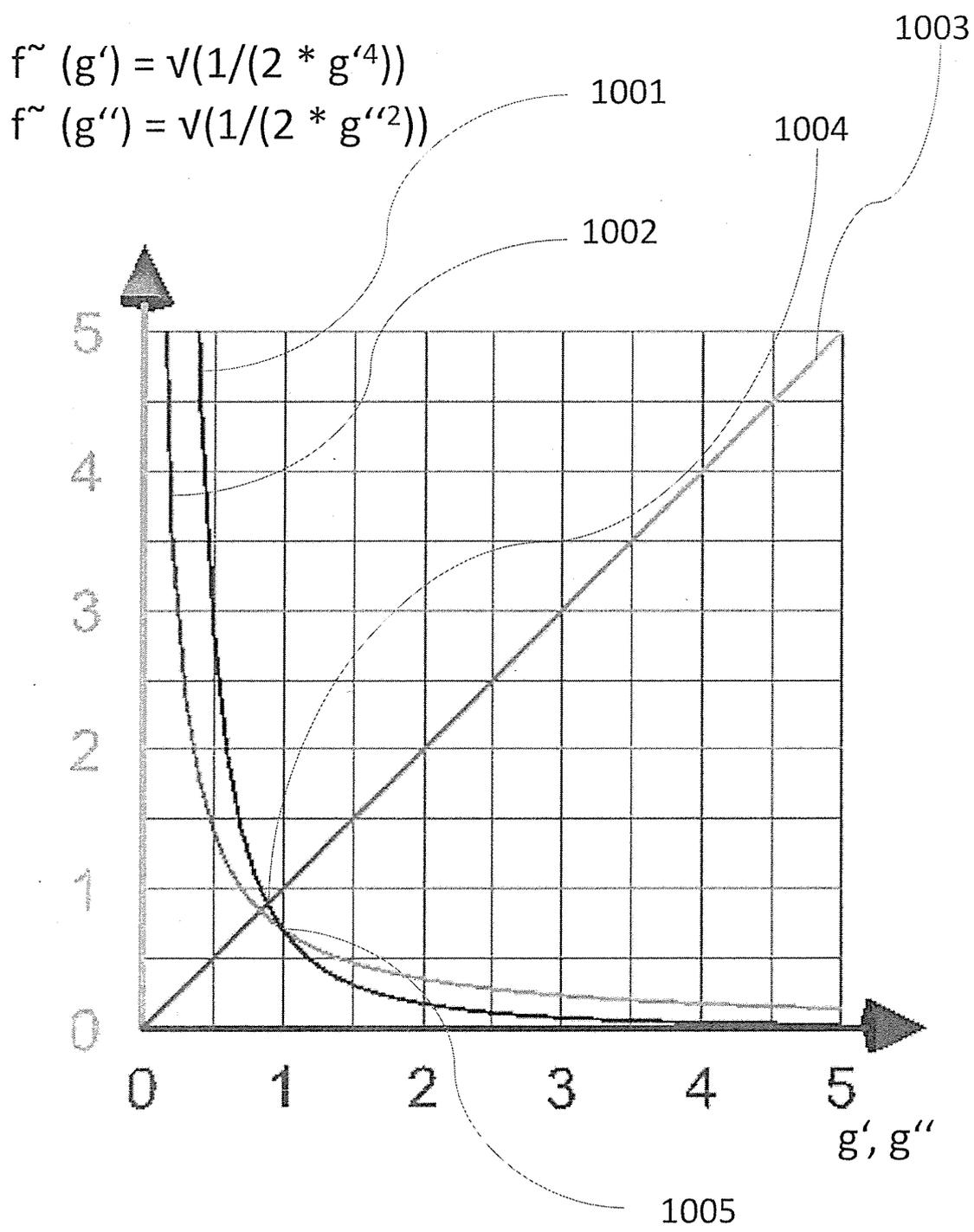
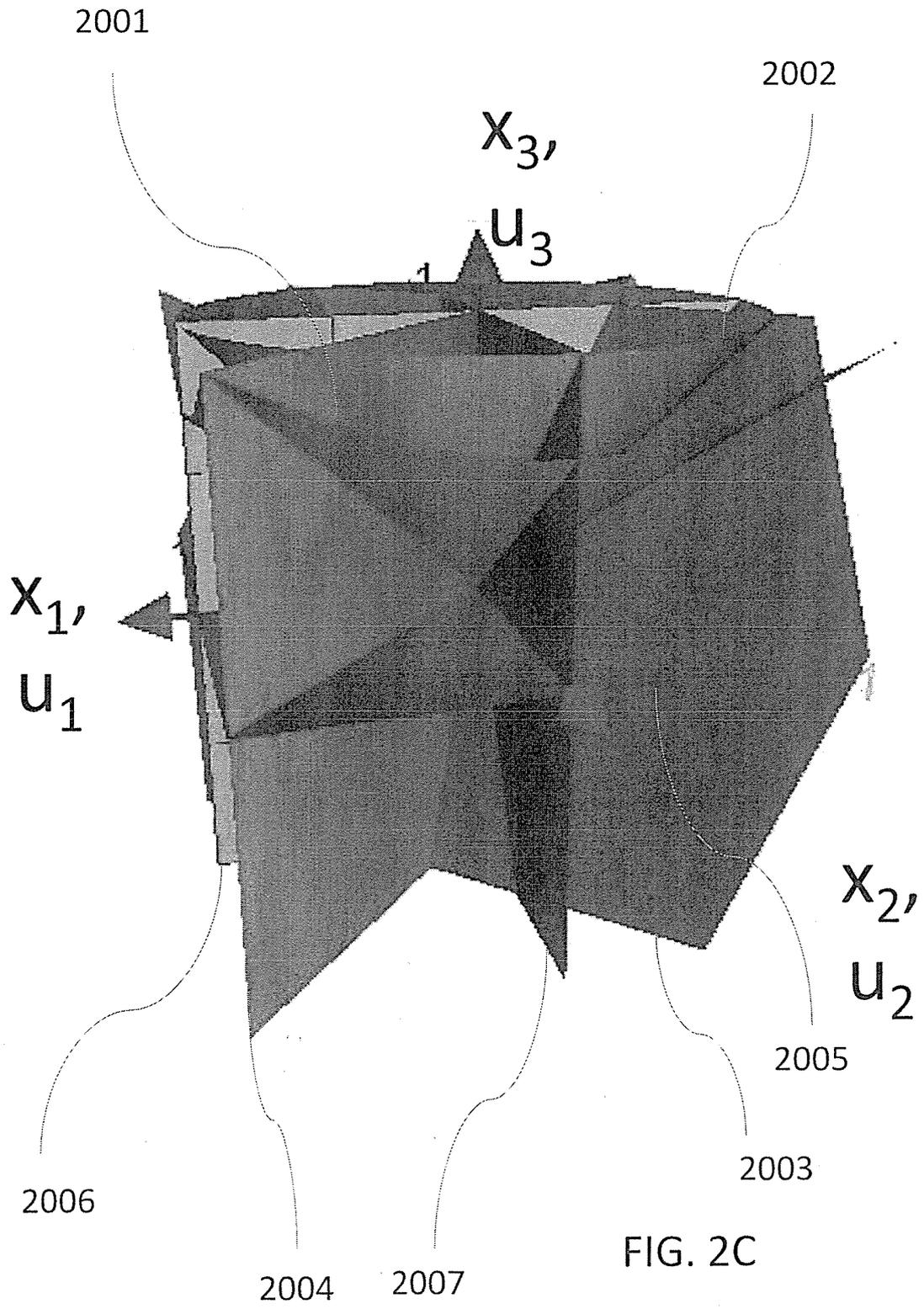


FIG. 1C



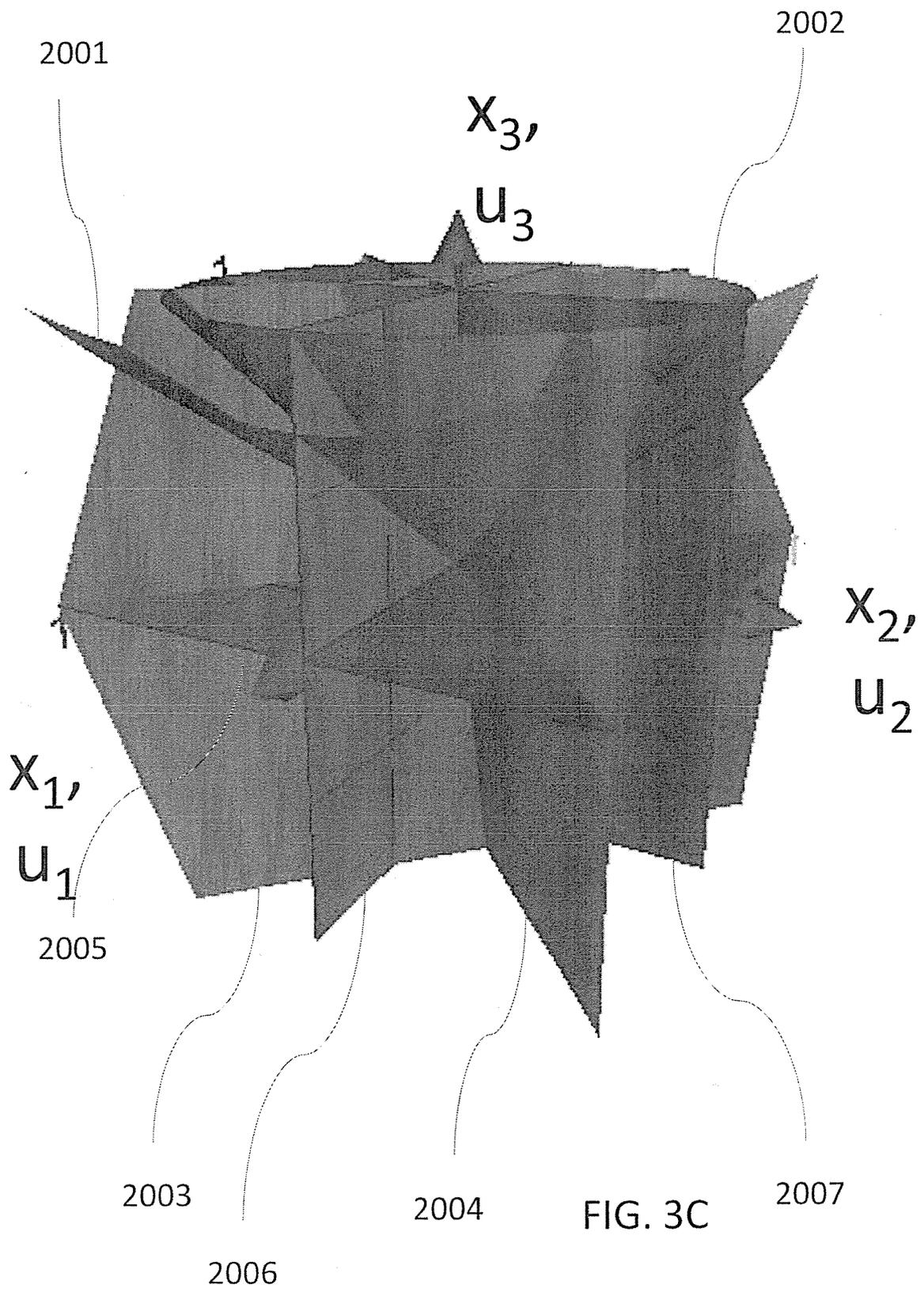
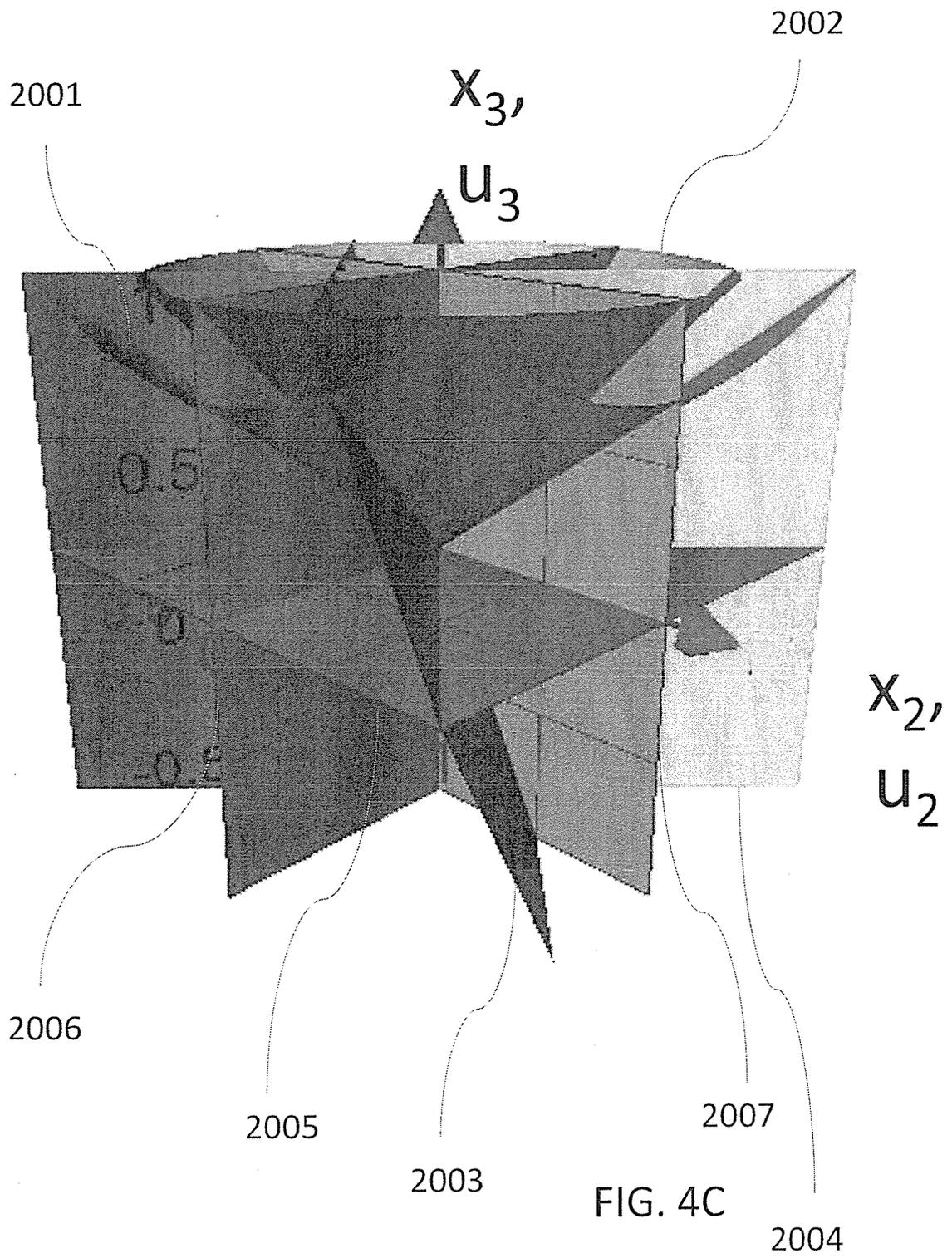


FIG. 3C



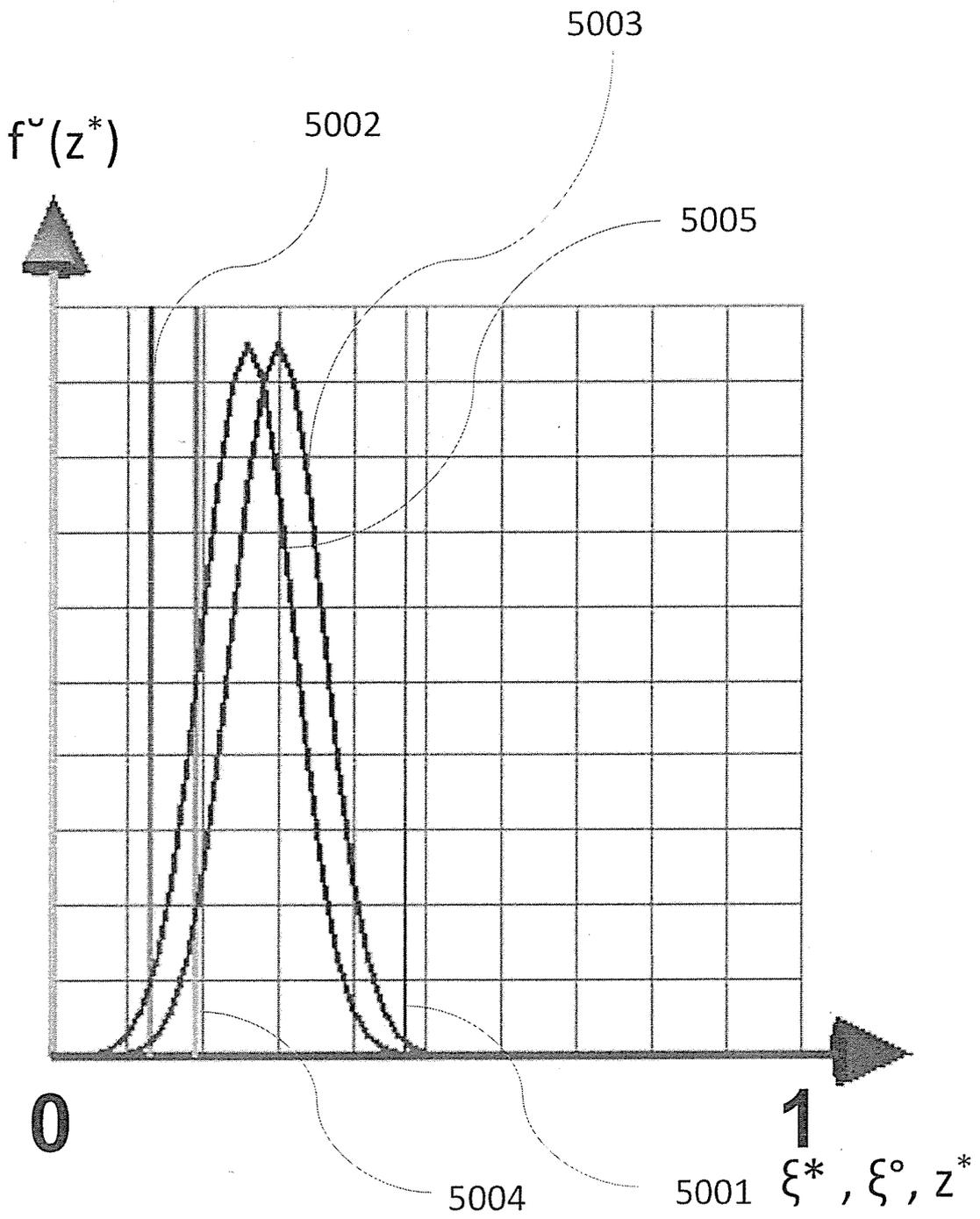
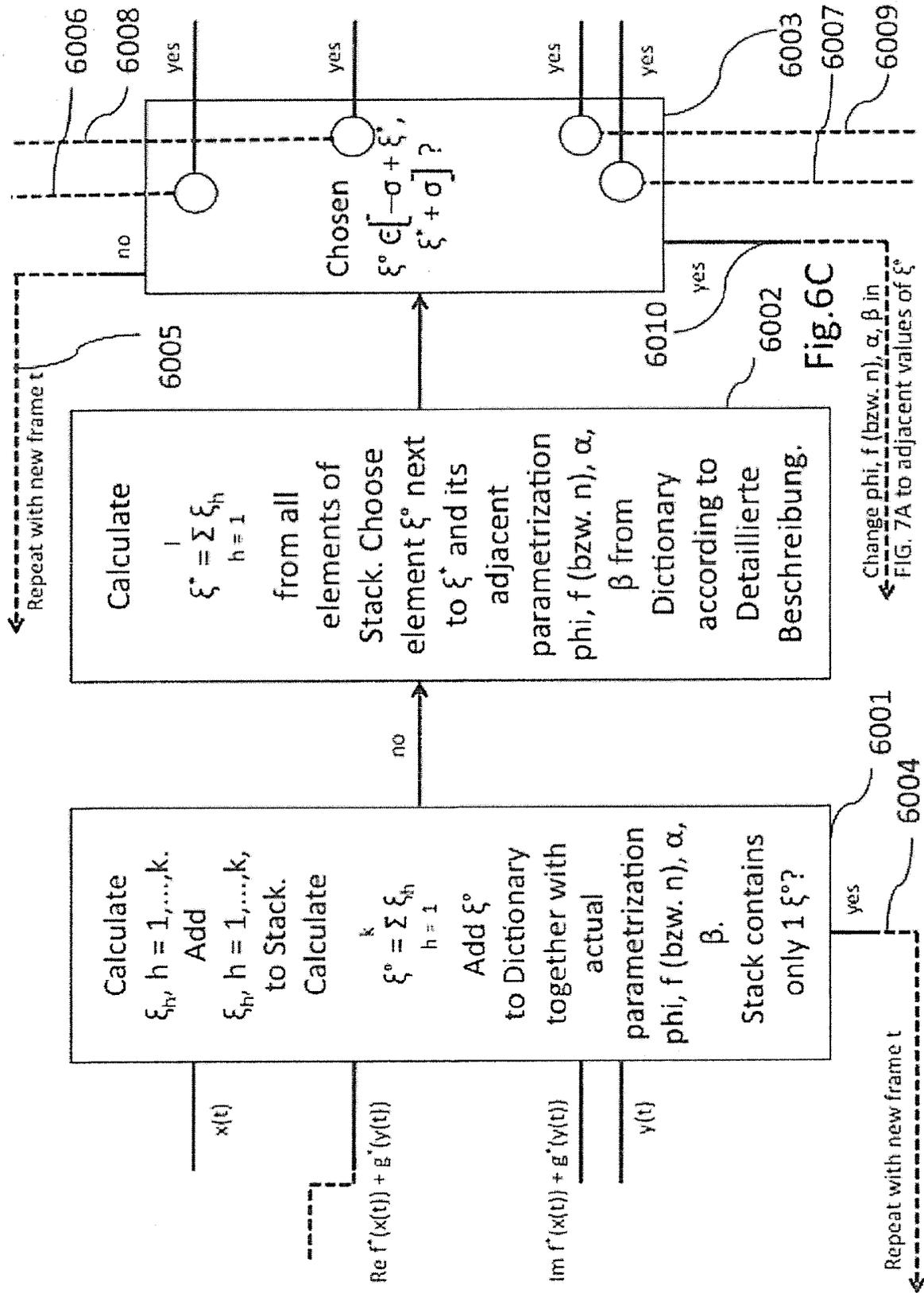


FIG. 5C



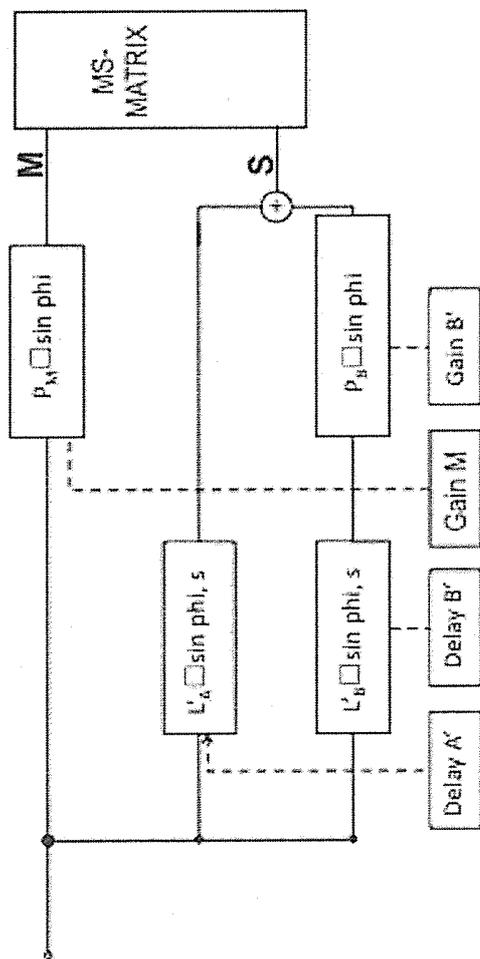


FIG. 2D2

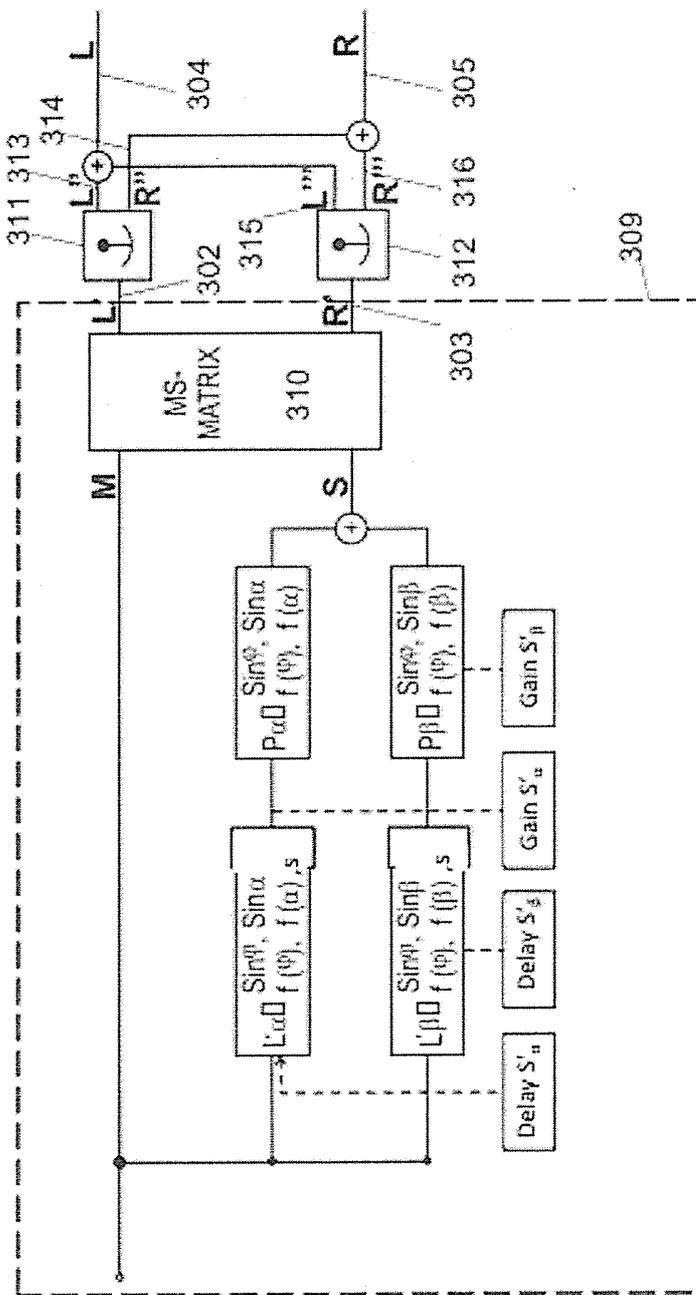
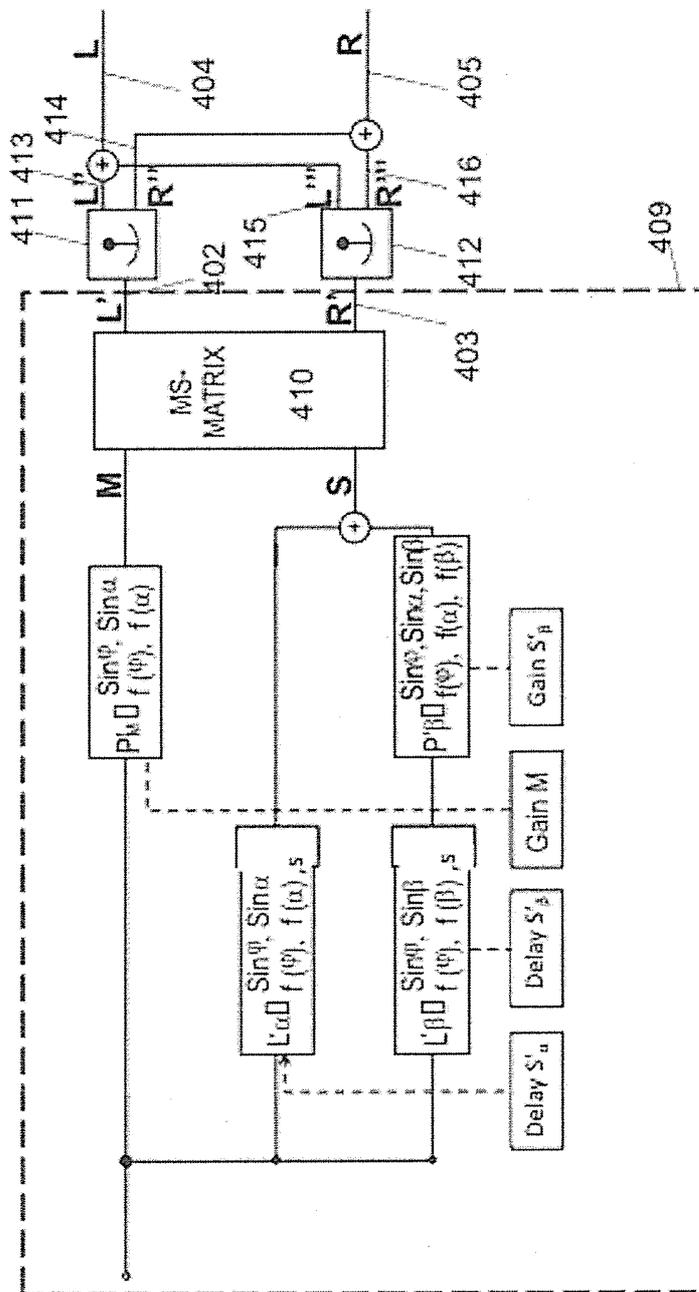


FIG.1D3A



F FIG.1D4A

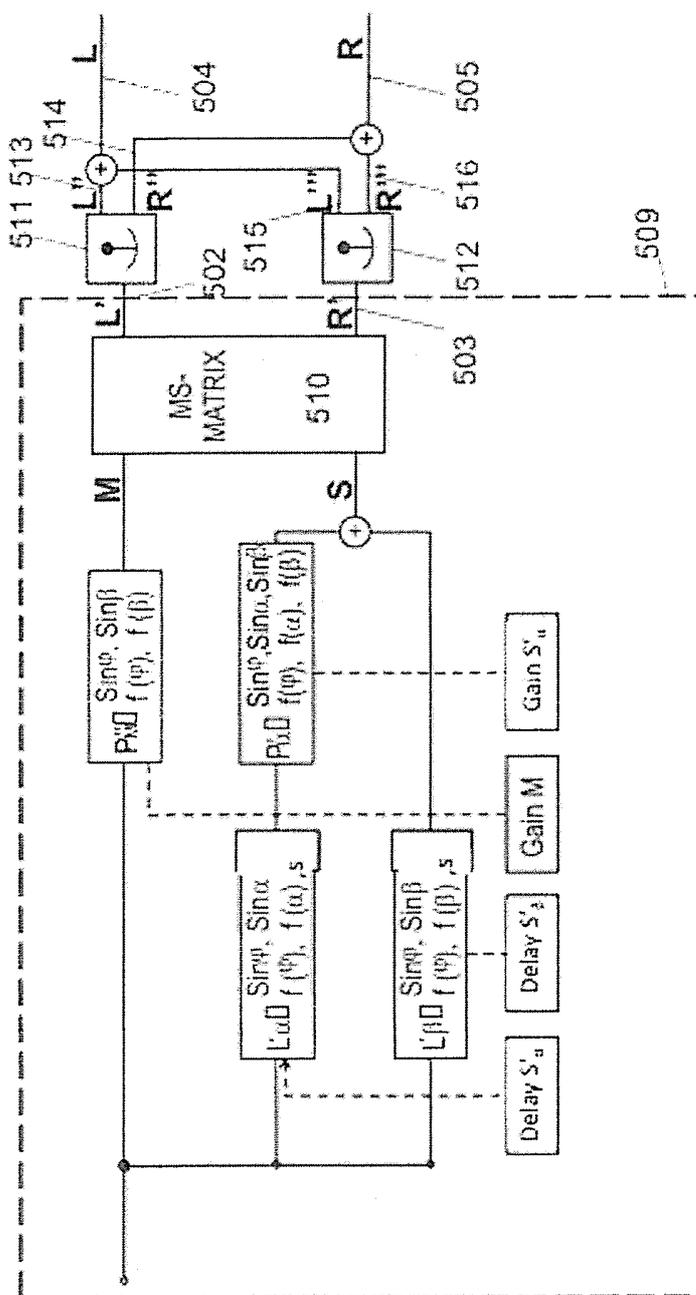


FIG. 1D5A

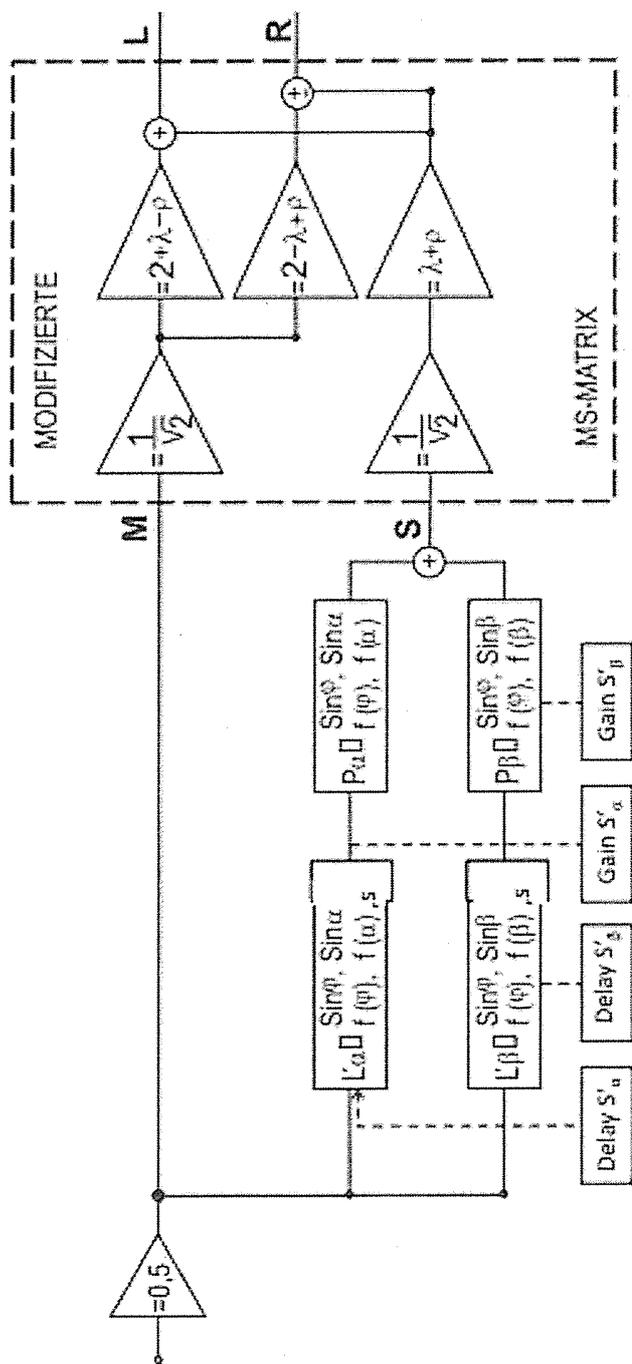


FIG.1D6A

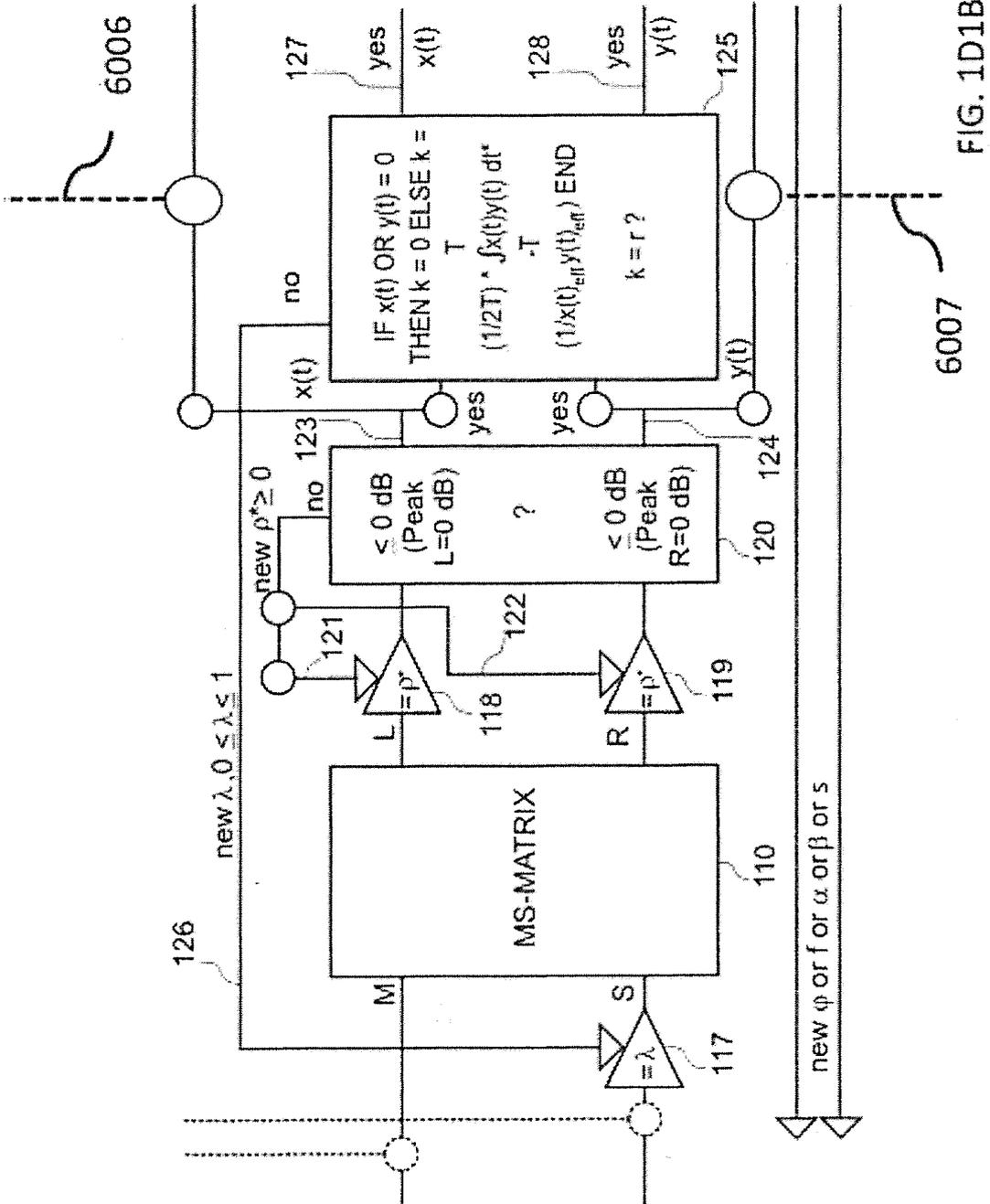
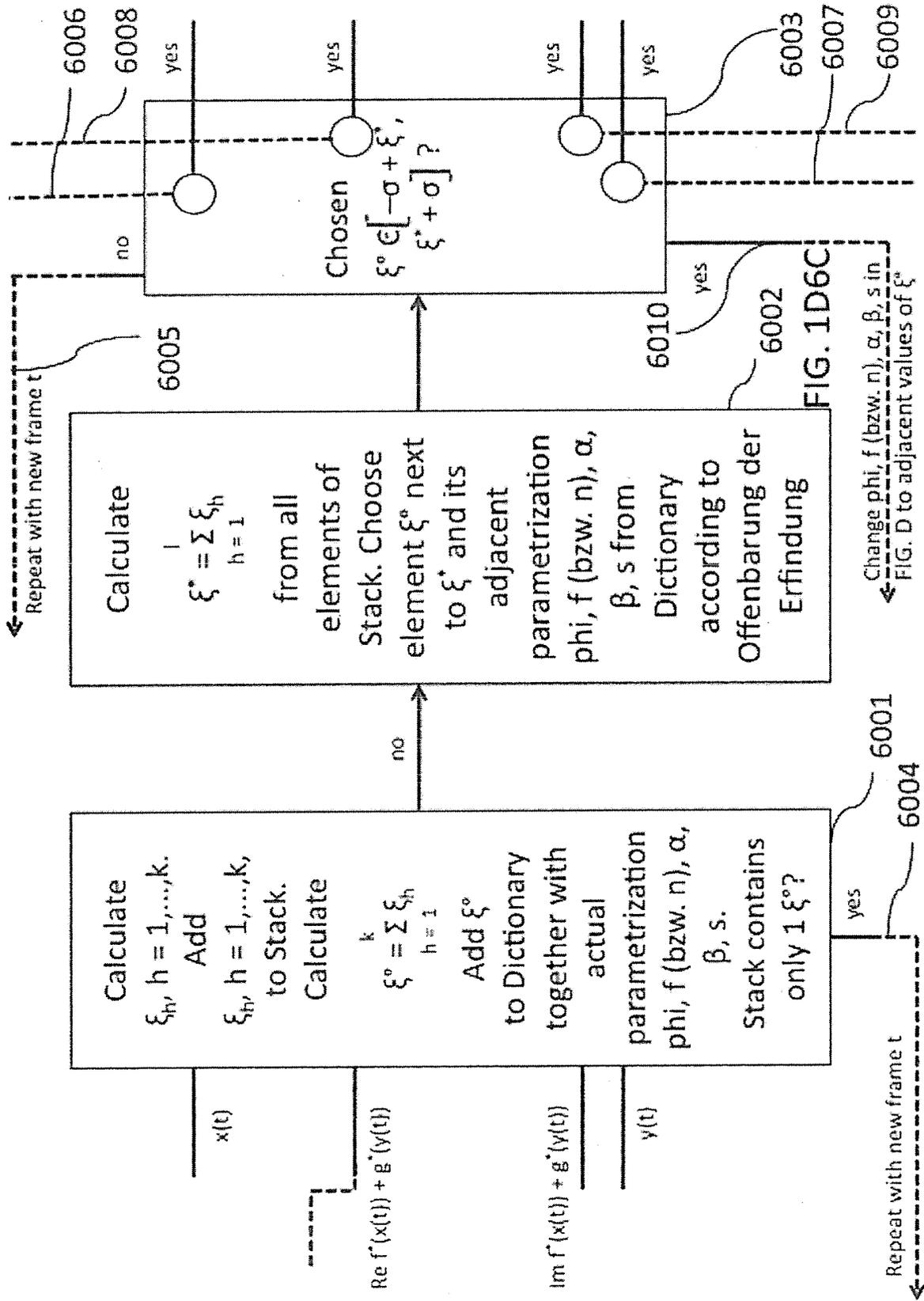


FIG. 1D1B



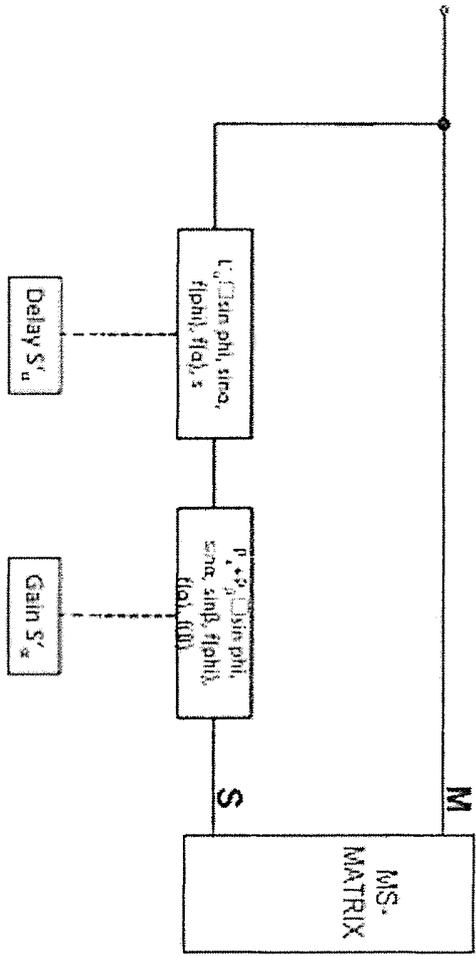


FIG. 2D3A1

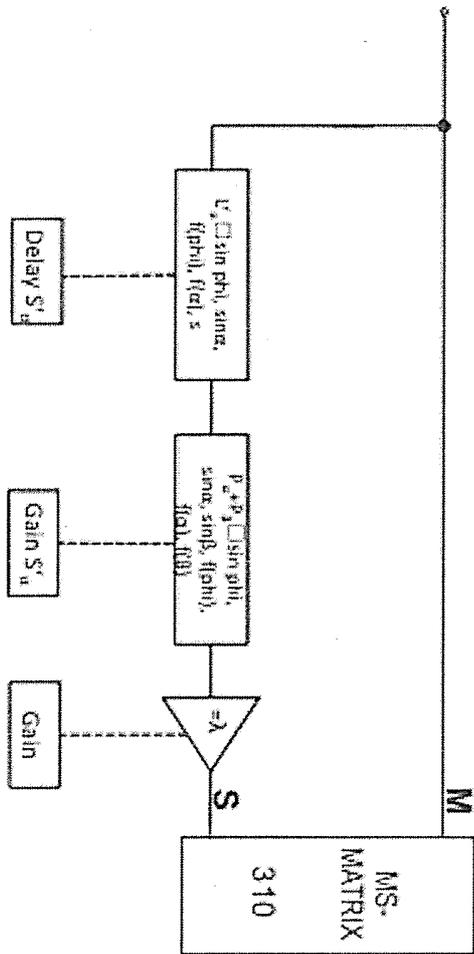


FIG. 2D7A2

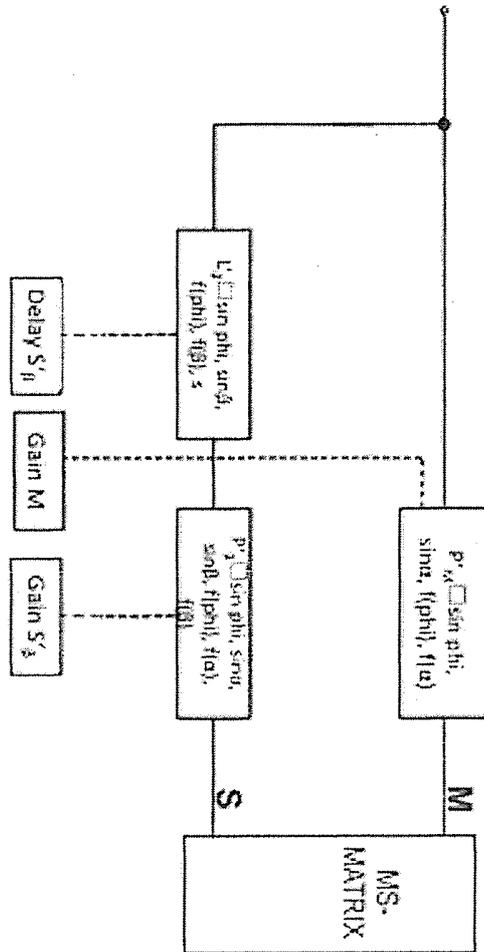


FIG. 2D4A1

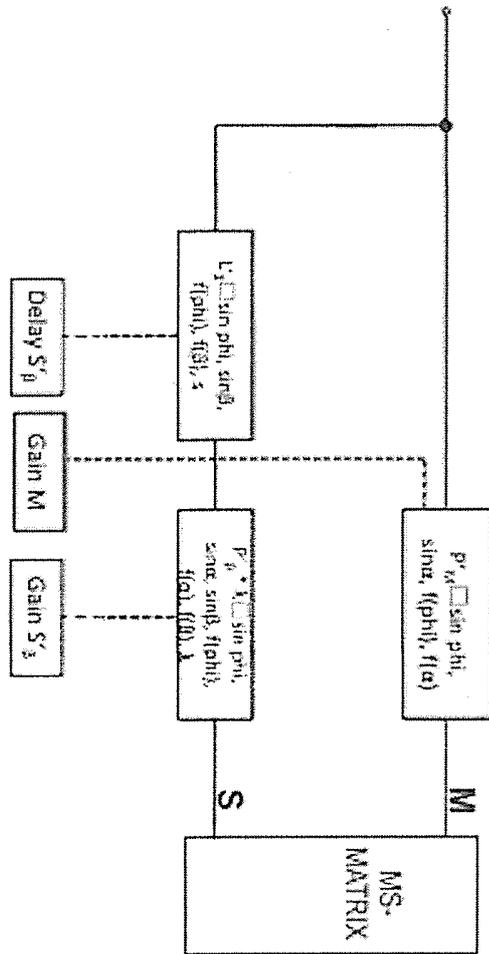


FIG. 2D4A3

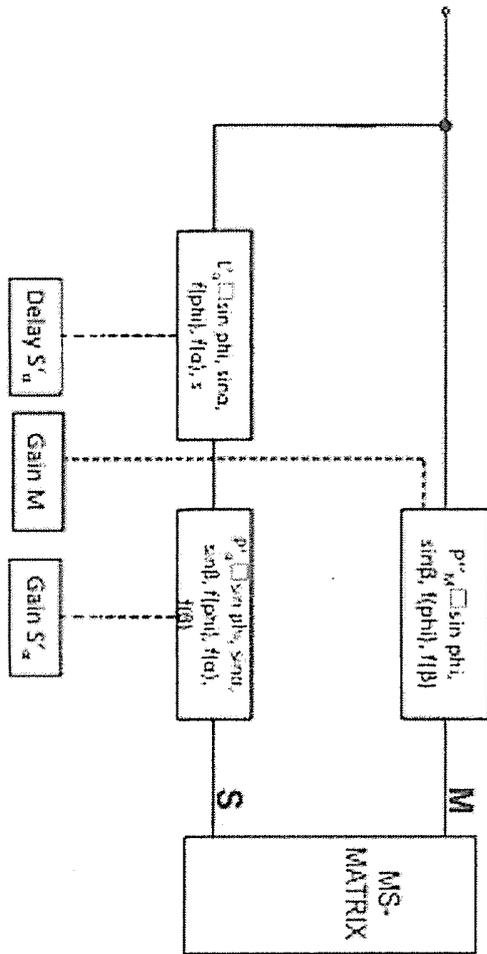


FIG. 2D5A1

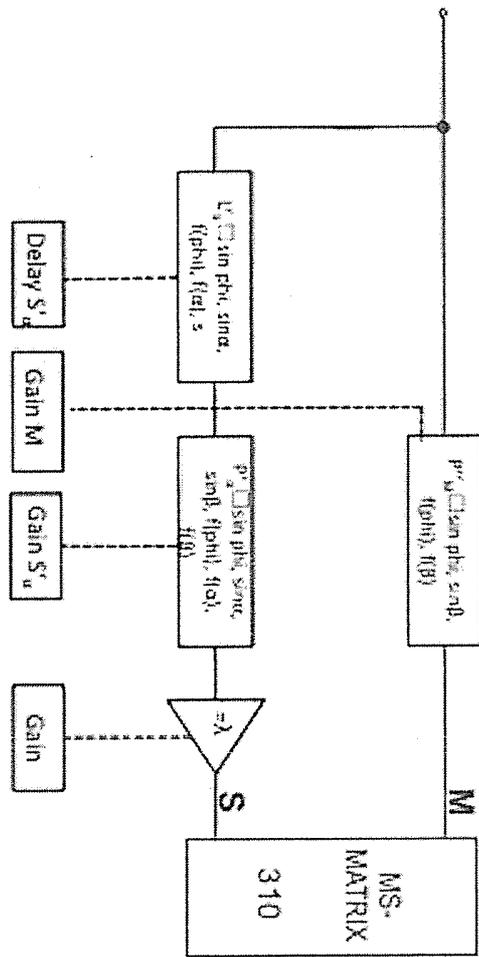


FIG. 2D5A2

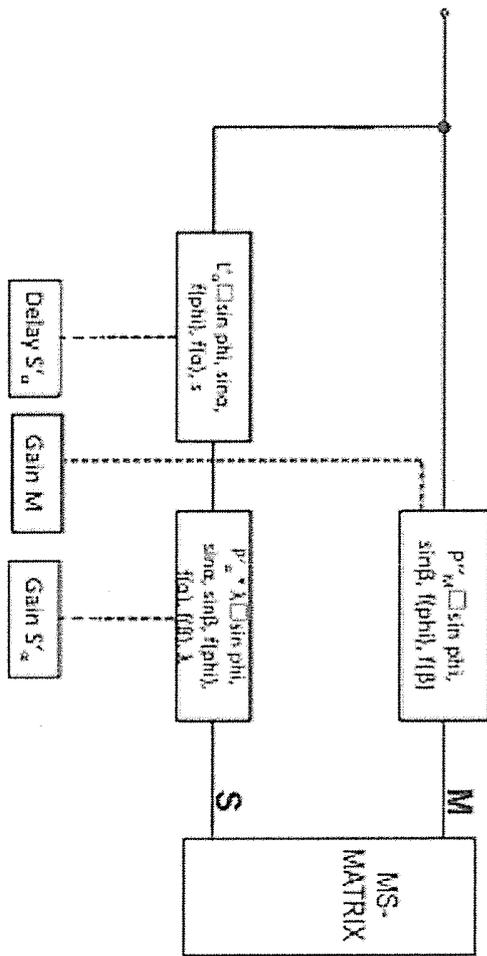


FIG. 2D5A3

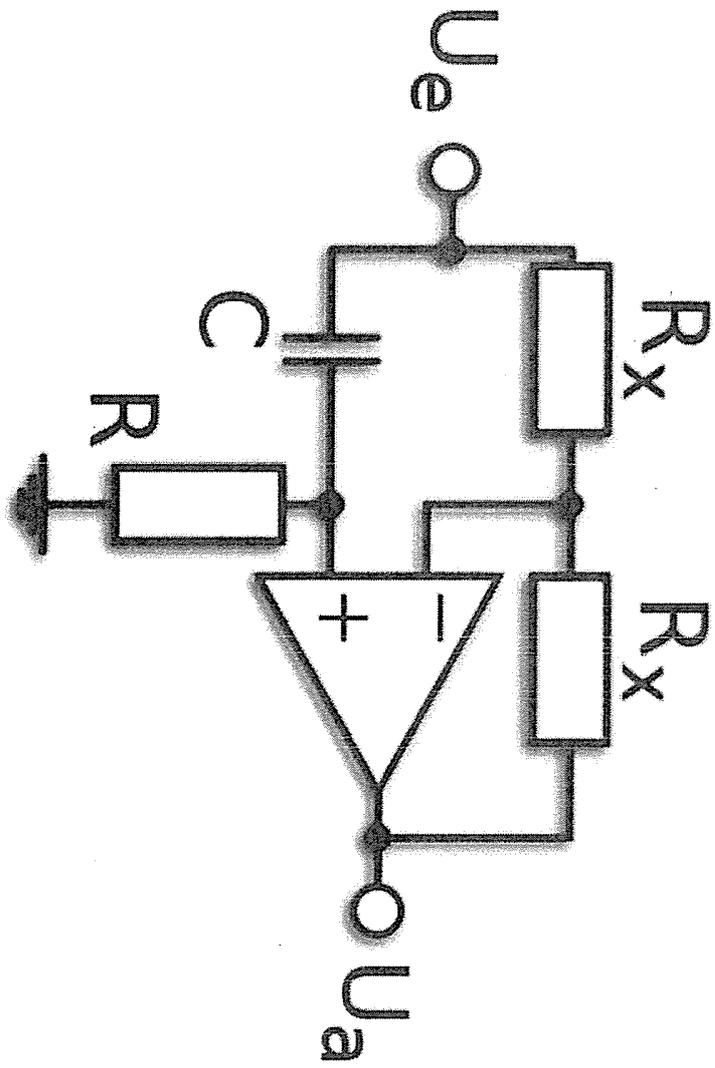


FIG. 3D1

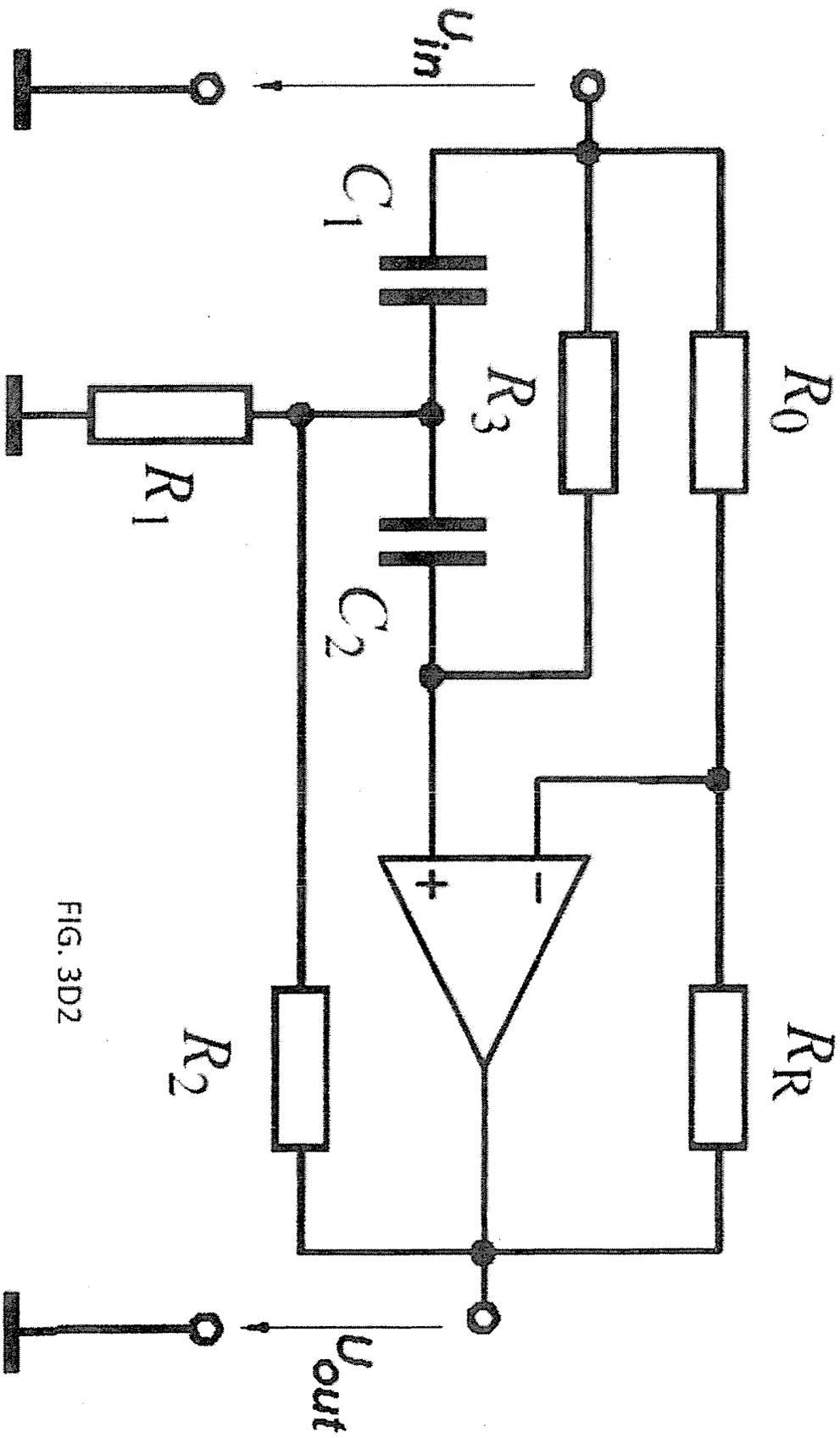


FIG. 3D2

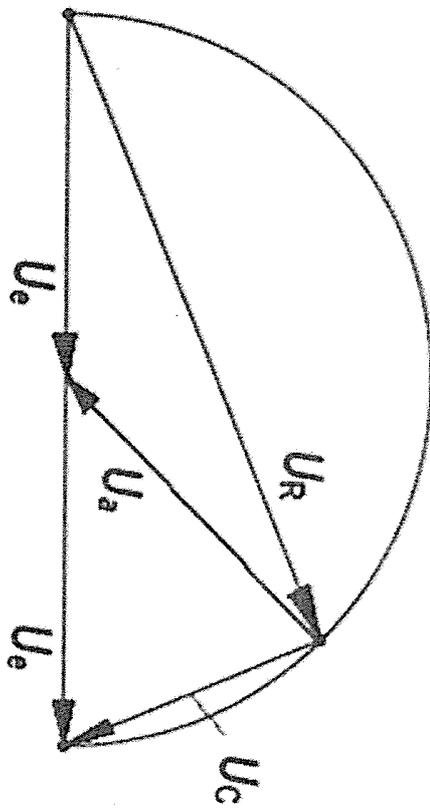
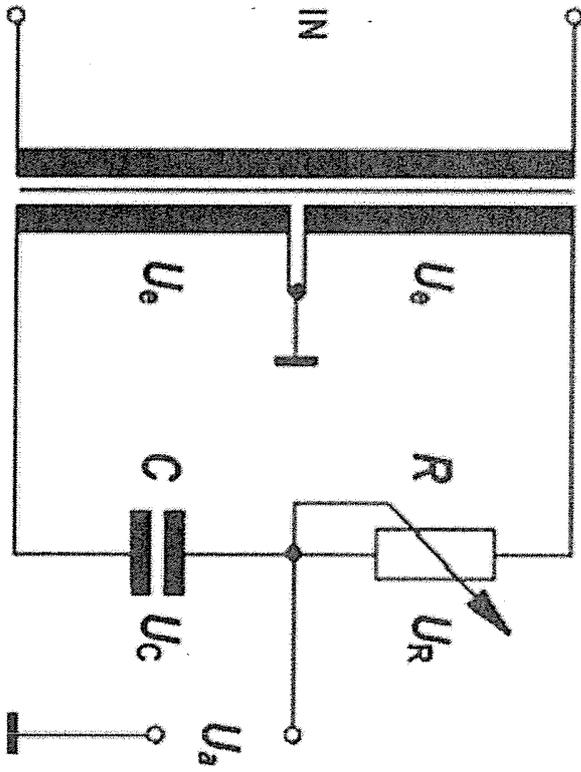


FIG. 3D3

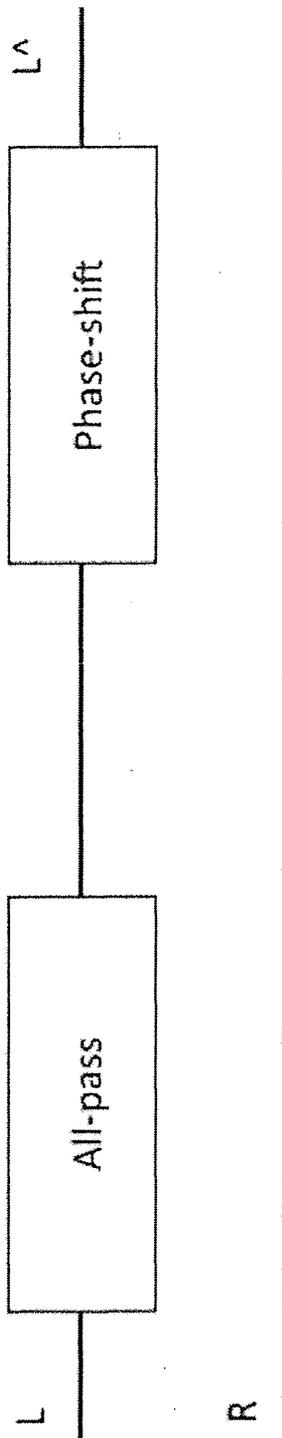


FIG. 3D4

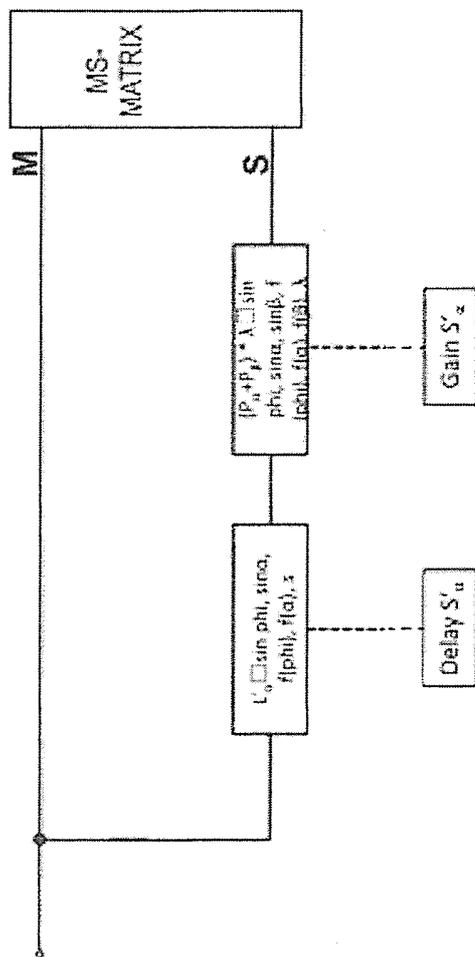


FIG. 2D7A3

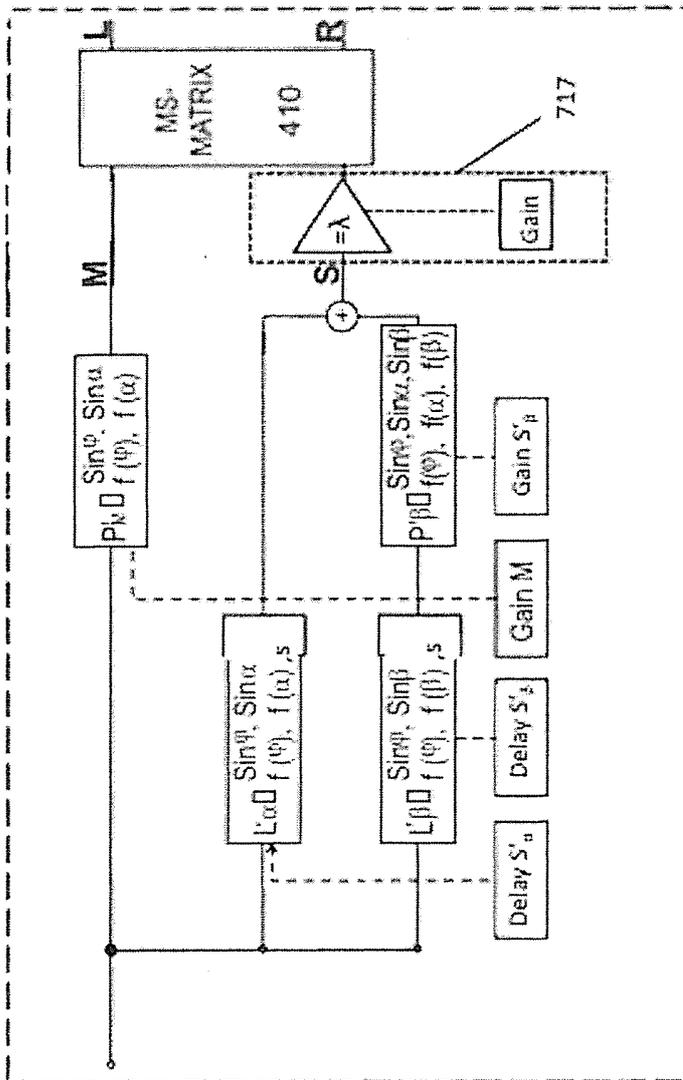


FIG. 1D4A1

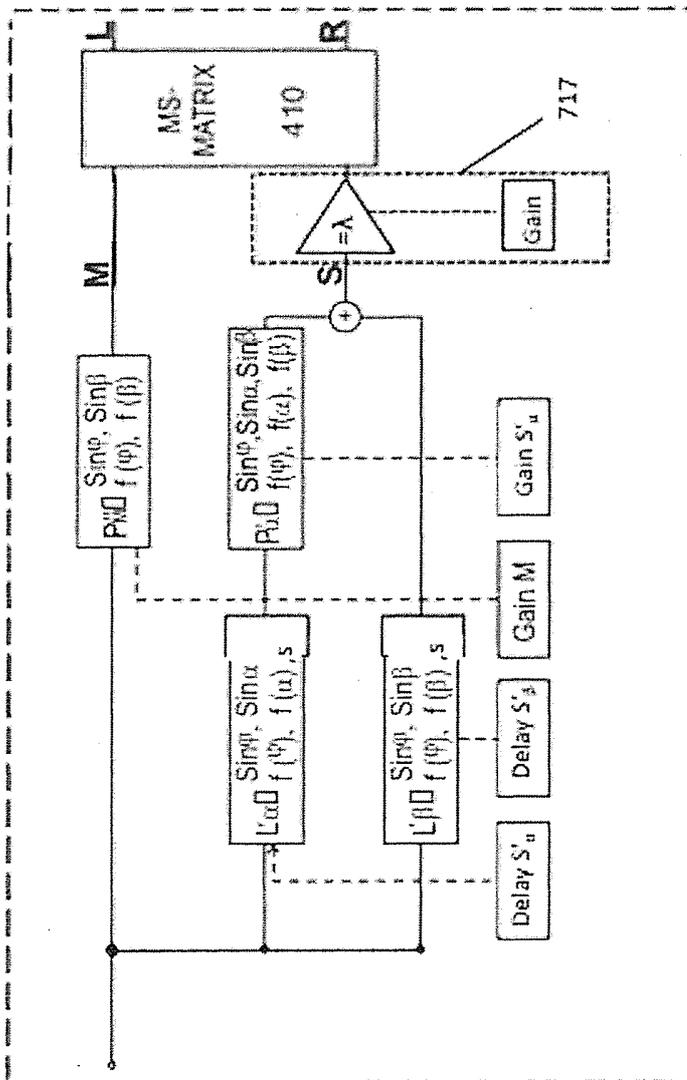


FIG. 1D5A1