



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 712 262 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.1996 Patentblatt 1996/20(51) Int. Cl.⁶: H04R 25/00

(21) Anmeldenummer: 94117796.6

(22) Anmeldetag: 10.11.1994

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE DK(72) Erfinder: Weinfurtner, Oliver, Dipl.-Ing.
D-91052 Erlangen (DE)(71) Anmelder: Siemens Audiologische Technik
GmbH
D-91058 Erlangen (DE)(74) Vertreter: Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing. et al
Postfach 22 13 17
D-80503 München (DE)

(54) Hörgerät

(57) Das Hörgerät (1) zeichnet sich durch ein vereinfachtes und zugleich optimiertes Regelungssystem dadurch aus, daß im Verstärker- und Übertragungsteil (4) Regelfunktionen vorgesehen sind, die ganz oder teilweise nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen (5)

realisiert sind. Auf besonders vorteilhafte Weise kann dabei einer AGC (31) des Hörgerätes ein Regler (5') nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeordnet sein.

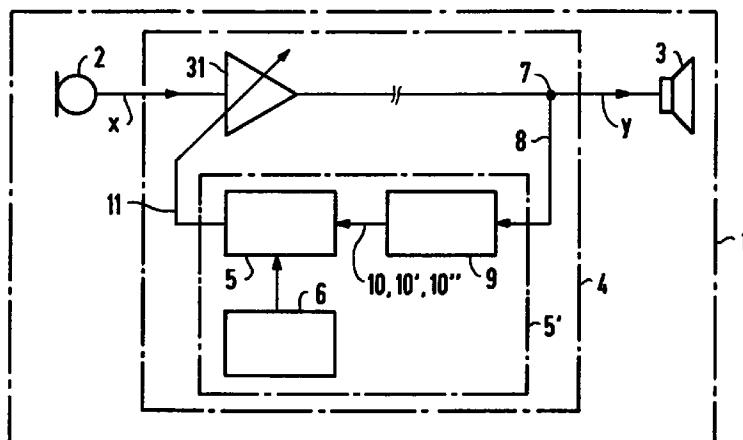


FIG 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Hörgerät mit einem in seinen Übertragungseigenschaften zwischen Mikrofon und Hörer auf verschiedene Übertragungscharakteristika einstellbaren Verstärker- und Übertragungsteil.

Ein programmierbares Hörgerät in Mehrkanalausführung, bei dem hinter dem die Eingangsschallsignale aufnehmenden Mikrofon eine Anordnung aus mehreren Signalzweigen angeordnet ist, von welchen jeder aus jeweils einem frequenzselektiven Filter, einer pegelabhängigen Verstärkungsregelung und einer Anordnung zur nichtlinearen Signalverformung besteht, gefolgt von einem die Teilsignale zusammenfassenden Summierverstärker, der über einen Endverstärker mit einem Ausgangssignalwandler (Hörer) verbunden ist, ist aus der EP-B-0 071 845 bekannt. Bei diesem bekannten Mehrkanal-Hörgerät ist jedem Frequenzkanal eine automatische Verstärkungsreglerschaltung (AGC = automatic gain control) zugeordnet, wobei diese AGC-Schaltungen unabhängig voneinander arbeiten und wobei ihre Schwellenwerte verschieden einstellbar sind. Diese Schwellenwerte können mit einem Programmiergerät abgerufen oder verändert werden. Die jeweils gewählten Einstellwerte der Kanaltrennfrequenzen, der AGC-Schwellenwerte je Kanal und der individuellen Verstärkungseinstellung je Kanal befinden sich in einem digitalen Speicher des Hörgerätes.

Aus der DE-A-27 16 336 ist ferner ein Hörgerät bekannt, bei dem das analoge, vom Mikrofon kommende Schallsignal nach Durchlaufen eines Tiefpaßfilters in einem A/D-Wandler in ein digitales Signal umgesetzt und einer diskreten Signalverarbeitungsschaltung zugeführt wird, deren Übertragungsfunktion n-ter Ordnung aus in einem elektrisch programmierbaren Festwertspeicher (EPROM) gespeicherten Parametern mittels eines Mikroprozessors mit arithmetischer Einheit zur Anpassung an die Gehörschädigung steuerbar ist. Die Programmierung kann durch Löschen des Festwertspeichers und erneutes Programmieren geändert werden. Das so modifizierte Digitalsignal wird dann in einem D/A-Wandler in ein entsprechendes Analogsignal umgesetzt, verstärkt und dem Hörer zugeführt.

Ferner ist aus der EP-B-0 064 042 eine Schaltungsanordnung für ein Hörgerät bekannt, bei dem in dem Hörgerät selbst in einem Speicher beispielsweise die Parameter mehrerer verschiedener Umgebungssituationen abgespeichert sind. Durch Betätigen eines Schalters wird eine erste Gruppe von Parametern abgerufen und steuert über eine Steuereinheit einen zwischen Mikrofon und Hörer eingeschalteten Signalprozessor, der dann eine erste, für eine vorgesehene Umgebungs situation bestimmte Übertragungsfunktion einstellt. Über einen Schalter können so die Übertragungsfunktionen mehrerer gespeicherter Signalübertragungsprogramme nacheinander abgerufen werden, bis die gerade zur gegebenen Umgebungssituation passende Übertragungsfunktion gefunden ist.

Folglich ist es bekannt, Hörgeräte an den individuellen Hörverlust des zu versorgenden Hörgeräterträgers anzupassen. Dabei wird auch eine Einstellung des Hörgerätes für verschiedene Hörsituationen vorgesehen. Programmierbare Hörgeräte bieten eine Vielzahl von einstellbaren Parametern, welche die möglichst optimale Anpassung des elektroakustischen Verhaltens des Hörgerätes an den zu kompensierenden Gehörschaden ermöglichen sollen.

Wünschenswert ist nun eine weitgehend automatische Regelung von Signalverarbeitungsfunktionen im Hörgerät durch Auswertung des Eingangssignals und unter Anwendung eines vereinfachten, optimierten Regelungssystems.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Hörgerät zu schaffen, das sich durch ein vereinfachtes, optimiertes Regelungssystem auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Hörgerät der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß im Verstärker- und Übertragungsteil Regelfunktionen vorgesehen sind, die ganz oder teilweise nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen realisiert sind. In modernen Hörgeräten findet neben anderen Signalverarbeitungsfunktionen auch eine Anpassung des Dynamikbereichs des Eingangssignals an den im allgemeinen eingeschränkten Dynamikbereich des Hör geschädigten statt. Hierzu sind spezifische Regelungsfunktionen nötig. Diese lassen sich durch Komponenten realisieren, welche nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen arbeiten und ein einfaches Einstellen der notwendigen Reglercharakteristik erlauben. Unter anderem wird damit auch das gezielte Einbringen von nichtlinearen Anteilen in die Reglercharakteristik möglich, sowie unter Umständen die kontinuierliche Optimierung des Regelverhaltens im laufenden Betrieb.

In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung ist bei einem programmierbaren Hörgerät in wenigstens einem Signalpfad zwischen Mikrofon und Hörer wenigstens ein automatischer Verstärkungsregler - AGC = automatic gain control - zur individuellen Anpassung des Dynamikbereiches eines Eingangssignales an einen eingeschränkten Dynamikbereich des Hörbehinderten vorgesehen und diesem Verstärkungsregler ein Regler nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeordnet.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Patentansprüche gekennzeichnet.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfundungsgemäßen Hörgerätes,

Figur 2 ein Blockschaltbild einer neuronalen Struktur mit Signalaufbereitung, zugeordnetem Konfigurationspeicher sowie Mittel zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes,

Figur 3 ein Modul zur Signalaufbereitung nach Figur 1,

Figur 4 ein Blockschaltbild eines einzelnen Neurons,

Figuren 5a, 5b, 5c Beispiele für mögliche Schwellenwertverläufe der Ausgabefunktion W gemäß Figur 4,

Figur 6 ein einlagiges, rückgekoppeltes Netz mit beispielhafter Verschaltung von drei Neuronen,

Figur 7 ein mehrlagiges, rückkopplungsfreies Netz mit beispielhafter Verschaltung von elf Neuronen in drei Lagen,

Figur 8 ein Schaltungsbeispiel für die schaltungstechnische Realisierung eines einlagigen rückgekoppelten Netzes gemäß Figur 6,

Figur 9 eine mögliche Schaltung zur Realisierung einer Synapse mit programmierbarer Verbindungsstärke,

Figur 10 eine Ausführung einer Schaltung für eine Synapse mit programmierbarer variabler Verbindungsstärke,

Figur 11 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hörgerätes, bei dem die aus dem Signalpfad zwischen dem Mikrofon und dem Hörer abgegriffenen Signale über die Signalaufbereitung und über ein Fuzzy-Logik-System dem Regler nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeführt werden.

Das in Figur 1 schematisch dargestellte erfindungsgemäße Hörgerät 1 nimmt über ein Mikrofon 2 Schallsignale x auf. Diese akustische Information (Eingangssignal) wird im Mikrofon in elektrische Signale umgesetzt. Nach einer Signalbearbeitung in einem Verstärkungs- und Übertragungsteil 4 wird das elektrische Signal y einem Hörer 3 als Ausgangswandler zugeführt. Im Ausführungsbeispiel wird das Prinzip der Regelung von Signalverarbeitungsfunktionen durch neuronale Strukturen 5 am Beispiel einer AGC (Verstärkungsregler 31 = automatic gain control) aufgezeigt. Figur 1 zeigt die Grundstruktur eines AGC-Regelkreises. Die zu regelnde Ausgangsgröße y wird abgegriffen und aufbereitet (z.B. durch Gleichrichtung und Bildung eines geeigneten zeitlichen Mittelwerts) und einem Regler 5' zugeführt. Dieser Regler 5' steuert die Verstärkung des Nutzsignals durch einen Verstärker mit variabler Verstärkung und bestimmt durch seine Regelcharakteristik das Verhalten der AGC 31 (unter anderem die sogenannte Ein- und Ausschwingzeit).

Aus dem Signalpfad des Hörgerätes 1 zwischen seinem Mikrofon 2 und seinem Hörer 3 werden an bestimmten gewünschten Abgriffstellen 7 Signale 8 abgegriffen.

Diese Signale 8 werden einem im Hörgerät vorgesehenen Regler 5' zugeführt, welcher nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen 5 ausgelegt ist. Dabei gelangen die Signale 8 zuerst zu einem Modul 9 zur Signalaufbereitung und von dessen Ausgängen werden aufbereitete Signale 10, 10', 10'' der neuronalen Struktur 5 zugeführt. Der neuronalen Struktur 5 ist ein Datenträger 6 zugeordnet, in dem Konfigurationsinformation der neuronalen Struktur abgespeichert ist. Unter Berücksichtigung der Konfigurationsinformation des Datenträgers 6 erzeugt die neuronale Struktur 5 aus den aufbereiteten Signalen 10, 10', 10'' Steuersignale 11, welche dem Verstärker- und Übertragungsteil 4 zur Anpassung seiner Übertragungscharakteristika zuführbar sind. Gemäß Ausführungsbeispiel beeinflussen diese erzeugten Steuersignale 11 die Verarbeitung der zu regelnden Größe (Nutzsignale).

Wie sich aus Figur 2 ergibt, werden aus dem Signalpfad des Hörgerätes an allen relevanten Punkten bzw. 20 Abgriffstellen 7 Signale abgegriffen und in geeigneter Weise aufbereitet. Diese aufbereiteten Signale sowie eventuelle weitere Systeminformationen, z.B. ob Mikrofon- oder Telefonbetrieb gewünscht ist, werden der neuronalen Struktur zugeführt. Die erzeugten Signale 11 25 beeinflussen somit die Signalbearbeitung des Eingangssignales x zum Ausgangssignal y. Dabei muß das Verhalten der neuronalen Strukturen nicht notwendigerweise unveränderlich (also durch die Hardware-Struktur vollständig beschrieben) sein, sondern kann konfigurierbar sein (z.B. durch Programmierung). Wie bereits erwähnt, kann in dem Speicher 6 im Hörgerät 1 Konfigurationsinformation gespeichert sein.

Figur 3 zeigt die prinzipielle Struktur der Signalaufbereitung und des Reglers nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen für die AGC. Im Block Signalaufbereitung werden aus dem Eingangssignal z.B. durch Gleichrichtung, Bildung eines zeitlichen Mittelwerts sowie eventuell dessen Ableitung die benötigten Eingangsgrößen des Neuro-Reglers gewonnen. Dem Neuro-Regler selbst kann hierbei noch ein Speicher mit Konfigurationsinformation zugeordnet sein, so daß eine Anpassung des Regelverhaltens an unterschiedliche Anforderungen möglich ist. Folgende mögliche Verallgemeinerungen sind in Figuren 2,3 angedeutet:

- Die Bildung des zeitlichen Mittelwerts (sowie eventuell der zugehörigen Ableitung) kann mehrfach mit unterschiedlichen Zeitkonstanten geschehen, um auf verschiedenen schnellen Änderungen des Signalpegels spezifisch reagieren zu können.
- Gleichermassen kann auch das Signal direkt (also ohne Bildung eines zeitlichen Mittelwertes) dem Neuro-Regler zugeführt werden, um auf Signalspitzen reagieren zu können.
- Weitere Systeminformationen 14 (z.B. über die momentan eingestellte Hörsituation oder Mikrofon-/Telefonposition) können dem Regler zugeführt werden.

den, um diese ebenfalls in das Reglerverhalten mit einbeziehen zu können.

- Sowohl mehrere Eingangsgrößen 8 als auch Ausgangsgrößen 11 sind möglich, so daß der Signalpegel an unterschiedlichen Stellen des gesamten Signalpfads in die Regelung mit einbezogen werden kann bzw. die Regelung an mehreren Stellen im Signalpfad eingreifen kann.

In weiterer Ausbildung des Hörgerätes nach der Erfindung sind Mittel 13 zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes 1 vorgesehen, deren Ausgangssignale 14 dem Modul 9 zur Signalaufbereitung und/oder der neuronalen Struktur 5 zuführbar sind, wobei diese Ausgangssignale bei der Erzeugung der Steuersignale 11 berücksichtigt werden.

Als Mittel 13 zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes 1 können vom Hörgeräteträger betätigbare Steuerelemente, wie Schalter, Taster, Potentiometer, od.dgl., vorgesehen sein. Danach kann das Hörgerät z.B. mit einem Situationsumschalter ausgerüstet sein, der es dem Hörgeräteträger - wie eingangs zur EP-B-0 064 042 beschrieben - ermöglicht, eine seiner Meinung nach zur gegebenen Umgebungssituation passende gespeicherte Übertragungsfunktion zu wählen. Andererseits kann das Hörgerät z.B. einen Schalter zum Umschalten von Mikrofonbetrieb auf Telefonspulenbetrieb aufweisen. Des Weiteren besitzt das Hörgerät regelmäßig einen Lautstärkeregler, mit dem der Hörbehinderte die Lautstärke beeinflußt.

Schließlich kann sich das Hörgerät noch dadurch auszeichnen, daß zusätzlich als Mittel zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes 1 eine den Ladezustand der nicht dargestellten Hörgerätebatterie überwachende Einrichtung 15 vorgesehen ist. Danach ist es möglich, daß der jeweilige Ladezustand der Hörgerätebatterie ebenfalls Berücksichtigung bei der Erzeugung der Ausgangssignale 11 der neuronalen Struktur 5 findet.

Bei den bekannten sogenannten Mehrkanalgeräten, d.h. bei Hörgeräten mit mehreren Frequenzkanälen, werden nach der Erfindung die Signale 8 aus den von den einzelnen Kanälen gebildeten Signalpfaden abgegriffen. Wie in Figur 3 gezeigt ist, werden die Signale 8 aus den Signalpfaden und die Ausgangssignale 14 der Mittel 13, 13' zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes, z.B. durch Gleichrichtung, Bildung geeigneter zeitlicher Mittelwerte sowie eventuell von deren Ableitungen aufbereitet. In der Signalaufbereitung - Modul 9 - werden aus wenigstens einer Eingangsgröße, z.B. Signale 8, 14, durch eine Komponente 16 zur Gleichrichtung und/oder eine Komponente 17 zur Mittelwertbildung (Bildung eines zeitlichen Mittelwertes) und/oder eine Komponente 18 zur zeitlichen Ableitung (Ableitungsblock d/dt) aus den Signalen 8, 14 aufbereitete Signale 10, 10', 10'' gewonnen, die der neuronalen Struktur 5 zugeführt werden. Gleichermaßen können die

Signale 14 auch direkt der neuronalen Struktur zugeführt werden (Figur 2).

Anhand der Figuren 4-10 werden Beispiele zur Realisierung der neuronalen Struktur beschrieben.

Neuronale Strukturen bestehen aus vielen gleichartigen Elementen bzw. Neuronen 19. Die Funktion der neuronalen Struktur als Ganzes hängt im wesentlichen von der Art der Verschaltung dieser Neuronen untereinander ab.

Figur 4 zeigt das Blockschaltbild eines einzelnen Neurons 19. Das Neuron erzeugt das Ausgangssignal $a_j(t+\Delta T)$ zum Zeitpunkt $t+\Delta T$ aus theoretisch beliebig vielen Eingangssignalen $e_i(t)$ zum Zeitpunkt t . Seine Funktion läßt sich in drei Grundfunktionen zerlegen:

- Propagierungsfunktion $U: u(t) = \sum e_i(t) * w_i$
Die Ausgangsgröße dieser Funktion ist die Summe aller, jeweils mit dem individuellen Faktor w_i multiplizierten Eingangssignale.
- Aktivierungsfunktion $V: v(t) = f(u(t))$
Im allgemeinen Fall geht in die Ausgangsgröße auch deren eigene Vorgeschichte ein. In vielen Fällen kann hierauf jedoch verzichtet werden. $v(t)$ zum Zeitpunkt $t=t_0$ ist dann nur noch eine Funktion von $u(t)$ zum Zeitpunkt $t=t_0$.
- Ausgangsfunktion $W: w(t)$
Sie nimmt eine Schwellenwertbildung vor. Dabei sind gemäß Figur 5 zwei grundsätzliche Arten der Schwellenwertbildung möglich.

Nach Figur 5a stellt der Verlauf der Ausgabefunktion W eine Sprungfunktion am Schwellenwert s dar.

Nach den Figuren 5b und 5c besitzt die Ausgabefunktion W einen stetigen Verlauf um den Schwellenwert s . In Figur 5b ist ein stetiger, sogenannter sigmoider Verlauf der Ausgangsgröße mit Begrenzung auf einen maximalen und einen minimalen Ausgangswert dargestellt. Eine häufig verwendete Kennlinie ist hierbei das Sigmoid: $w(t) = 1/(1+exp(-(v(t)-s)))$. Figur 5c zeigt einen linearen Verlauf im Übergangsbereich.

Die Signale, welche von der neuronalen Struktur verarbeitet werden, können als Spannungssignale, Stromsignale oder als frequenzvariable Impulssignale ausgeführt sein. Im letzteren Fall muß das Signal eventuell an manchen Stellen der neuronalen Struktur mit Hilfe geeigneter Schaltungen in ein kontinuierliches Strom- oder Spannungssignal und wieder zurück umgewandelt werden.

Figur 6 zeigt die beispielhafte Verschaltung von drei Neuronen 19 zur typischen Struktur eines einlagigen rückgekoppelten Netzes mit den Eingängen $e_i(t)$ und den Ausgängen $a_j(t+\Delta T)$.

Figur 7 zeigt beispielhaft die Struktur eines mehrlagigen rückgekoppelten Netzes. Je nach zu implementierender Funktion der neuronalen Struktur ist die eine oder andere Netzstruktur anzuwenden. Auch Mischformen aus beiden Strukturen sind dabei möglich.

Die Funktion einer neuronalen Struktur im Ganzen wird im wesentlichen von der Netzstruktur und von den

Gewichtungsfunktionen der Eingangssignale an jedem Neuron 19 bestimmt. Diese Parameter können durch die schaltungstechnische Realisierung fest eingestellt werden, wenn ein immer gleichbleibendes Verhalten erwünscht ist. Soll dagegen eine Veränderung des Verhaltens möglich sein, so sind einige oder alle dieser Parameter programmierbar auszuführen. Ihre jeweiligen Werte müssen dann in einem Konfigurationsspeicher bzw. Datenträger 6 gespeichert werden. Hierbei können die einzelnen Speicherelemente in konzentrierter Form angeordnet sein oder lokal dem jeweiligen Neuron zugeordnet sein.

Die Modifikation der gespeicherten Parameter kann entweder durch externes Programmieren der Speicherelemente geschehen und/oder durch einen in der Schaltung implementierten Algorithmus. Hierbei ist auch die Modifikation während des laufenden Betriebs der neuronalen Struktur möglich.

Figur 8 zeigt ein Beispiel für die schaltungstechnische Realisierung eines einlagigen rückgekoppelten Netzes. Als Schwellenelemente wirken Verstärker 24 mit komplementären Ausgängen. Die Gewichtung der Verbindungen (Synapsen) zwischen den Aus- und Eingängen der Neuronen erfolgt über die Leitwerte R_{ij} . Die Addition der Eingangssignale für jedes Neuron (Ströme $I_{ij} = U_i / R_{ij}$) geschieht in den Schaltungsknoten am Eingang eines jeden Verstärkers. Die Ausgangssignale der Verstärker und damit der neuronalen Struktur sind die Spannungssignale U_i . Mit e1 bis e4 sind die Eingänge der Schaltung und mit a1 bis a4 sind invertierende und nichtinvertierende Ausgänge der Schaltung bezeichnet.

Figur 9 zeigt eine mögliche schaltungstechnische Realisierung einer Synapse (gewichteter Eingang eines Neurons) mit programmierbarer Verbindungsstärke. Hierbei sind nur die Verbindungsstärken +1, -1 und 0 möglich und die von dieser Synapse zu übertragenden Signale können nur die logischen Werte 0 und 1 annehmen. Sind beide Speicherzellen 25, 26 so programmiert, daß sie den jeweiligen zugehörigen Schalttransistor 27 bzw. 28 sperren, so ist der Ausgang a unabhängig vom Eingang e; die Synapse stellt also eine Unterbrechung dar (Verbindungsstärke 0). Ist dagegen die Speicherzelle 25 so programmiert, daß sie den Schalter schließt und die Speicherzelle 26 so, daß sie den zugehörigen Schalter öffnet, so fließt aus dem Ausgang a dann ein Strom (logisch 1), wenn der Eingang logisch 1 ist, und kein Strom (logisch 0), wenn der Eingang logisch 0 ist. Die Synapse wirkt also als Verbindung der Stärke +1. Sind beide Speicherzellen 25, 26 hierzu invers programmiert, so ergibt sich das inverse logische Verhalten. Die Synapse wirkt dann als Verbindung der Stärke -1. V_{dd} gibt in der Zeichnung den Schaltungsanschluß zur Versorgungsspannung an.

Figur 10 zeigt eine mögliche Realisierung einer programmierbaren Synapse mit variabler Verbindungsstärke. Sie arbeitet nach dem Prinzip des Multiplizierers. Die Stärke der synaptischen Verbindung wird als Differenz zweier analoger Spannungswerte auf zwei Kapazitäten 29, 30 gespeichert. Das Ausgangssignal (Strom

I_{out}) ergibt sich als Produkt des Eingangssignals (Spannung V_{in}) multipliziert mit der auf den Kapazitäten gespeicherten Spannungsdifferenz ($V_w = V_{w+} - V_{w-}$). Werden die Spannungen V_{w+} und V_{w-} auf den Floating Gates von entsprechenden EEPROM-Transistoren gespeichert, so ist auch eine dauerhafte Speicherung der Synapsenstärke möglich.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist anhand des Blockschaltbildes nach Figur 11 schematisch dargestellt, wobei eine Kombination des Fuzzy-Logik-Prinzips mit dem Prinzip der neuronalen Strukturen vorgesehen ist. Beispielsweise kann Fuzzy-Logik dazu verwendet werden, die Eingangsgrößen der neuronalen Struktur nach bestimmten vorgebaren Regeln aufzubereiten. Auch können explizit vorgebbare Anteile des Regelverhaltens als Fuzzy-Logik realisiert werden, während zusätzliche und nicht explizit formulierbare Anteile, z.B. im laufenden Betrieb erlernte Anteile des Regelverhaltens, von der neuronalen Struktur realisiert werden. In letzterem Fall ergäbe sich dann bevorzugt eine Parallelschaltung dieser beiden Komponenten des Reglers. Beide Komponenten kann wiederum ein Speicher mit Konfigurationsinformation zugeordnet sein, der das Verhalten der jeweiligen Komponente bestimmt. Die prinzipielle Funktionsweise sowie eine mögliche schaltungstechnische Realisierung der für die Fuzzy-Logik notwendigen Funktionen Fuzzifizierung, Inferenzbildung und Defuzzifizierung ist in der europäischen Patentanmeldung 94104619.5 beschrieben.

Wesentliche Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den verbesserten Möglichkeiten beim Einstellen der gewünschten Regelcharakteristik, unter anderem durch Einbringen von nichtlinearen Anteilen. Ferner durch eine kontinuierliche Optimierung der Regelcharakteristik durch "Lernen" im laufenden Betrieb und schließlich durch einfaches und genau definiertes Miteinbeziehen von unterschiedlichen Eingangsgrößen in die Regelcharakteristik, z.B. von Größen, welche den Zustand des Gesamtsystems charakterisieren.

Patentansprüche

1. Hörgerät(1) mit einem in seinen Übertragungseigenschaften zwischen Mikrofon (2) und Hörer (3) auf verschiedene Übertragungskarakteristika einstellbaren Verstärker- und Übertragungsteil (4), dadurch gekennzeichnet, daß im Verstärker- und Übertragungsteil (4) Regelfunktionen vorgesehen sind, die ganz oder teilweise nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen (5) realisiert sind.
2. Hörgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens einem Signalpfad zwischen Mikrofon (2) und Hörer (3) wenigstens ein automatischer Verstärkungsregler (31) - AGC = automatic gain control - zur individuellen Anpassung des Dynamikbereiches eines Eingangssignals an einen eingeschränkten Dynamikbereich des Hörbehinderten vorgesehen und diesem Verstärkungsregler ein

- Regler (5') nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeordnet ist.
3. Hörgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verstärker- und Übertragungsteil eine Begrenzerschaltung (PC, Peak-Clipping) und/oder eine automatische Lautstärkeregelung aufweist, der ein Regler nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeordnet ist. 5
4. Hörgerät nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem Mehrkanal-Hörgerät in den einzelnen Frequenzkanälen einstellbare Verstärker- und Übertragungsteile vorgesehen und diesen Regler nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeordnet sind. 10
5. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Regler (5') nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen ein Datenträger (6) zugeordnet ist, wobei aus dem Signalpfad aus einer oder mehreren Abgriffstellen (7) Signale (8) abgegriffen und einem Modul (9) zur Signalaufbereitung zugeführt werden und wobei die aufbereiteten Signale (10, 10', 10'') der neuronalen Struktur (5) zuführbar sind, welche Steuersignale (11) erzeugt, die die Verarbeitung der zu regelnden Größe (Nutzsignale) beeinflussen. 15
6. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel (13) zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes (1) vorgesehen sind, deren Ausgangssignale (14) dem Modul (9) zur Signalaufbereitung und/oder der neuronalen Struktur (5) zuführbar sind, wobei diese Ausgangssignale bei der Erzeugung der Steuersignale (11) berücksichtigt werden. 20
7. Hörgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Mittel (13) zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes (1) vom Hörgeräträger betätigbare Stellelemente, wie Schalter, Taster, Potentiometer od.dgl., vorgesehen sind. 25
8. Hörgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Mittel (13, 13') zur Erfassung von Systemzuständen des Hörgerätes (1) eine den Ladezustand der Hörgerätebatterie überwachende Einrichtung (15) vorgesehen ist. 30
9. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Modul (9) zur Signalaufbereitung Komponenten zur Gleichrichtung (16) und/oder zur Mittelwertbildung (17) und/oder zur zeitlichen Ableitung (18) umfaßt. 35
10. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Datenträger (6), der der neuronalen Struktur (5) zugeordnet ist, Kon- 40
- figurationsinformation für die neuronale Struktur abgespeichert ist. 50
11. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die neuronale Struktur (5) entweder als einlagig rückgekoppeltes Netz (Fig. 6) oder als mehrlagig rückkopplungsfreies Netz (Fig. 7) oder als Mischform aus beiden Netzstrukturen ausgeführt ist. 55
12. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Eingang aller Neuronen durch die Schaltungsstruktur fest vorgegeben sind.
13. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Eingang aller Neuronen durch ein externes Steuergerät programmierbar ausgeführt sind, wobei die Programmierdaten in einem gemeinsamen Datenträger (6) oder die jeweiligen Programmierdaten im einzelnen, den Neuronen zugeordneten Teilspeichern gespeichert sind.
14. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Eingang aller Neuronen durch einen in der Schaltungsstruktur implementierten Algorithmus zu bestimmten Zeitpunkten oder fortlaufend modifizierbar sind.
15. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Regler (5') nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zusätzliche Funktionsteile (20) umfaßt, welche nach dem Prinzip der Fuzzy-Logik arbeiten.
16. Hörgerät nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus dem Signalpfad zwischen dem Mikrofon (2) und dem Hörer (3) abgegriffenen Signale (8) über die Signalaufbereitung (9) und über das Fuzzy-Logik-System (20) dem Regler (5') nach dem Prinzip der neuronalen Strukturen zugeführt werden. 45

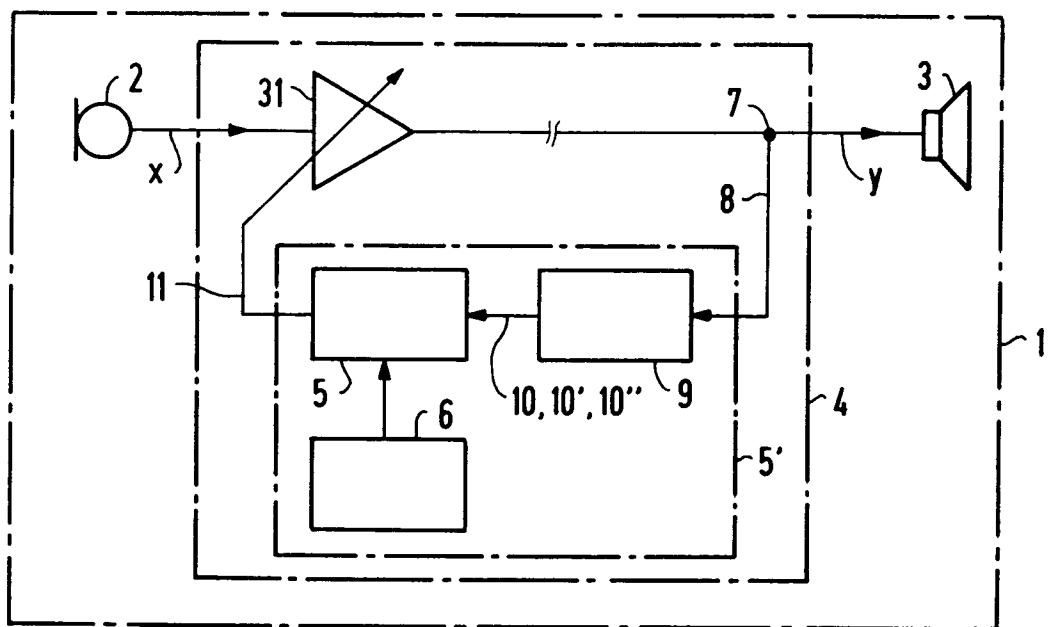


FIG 1

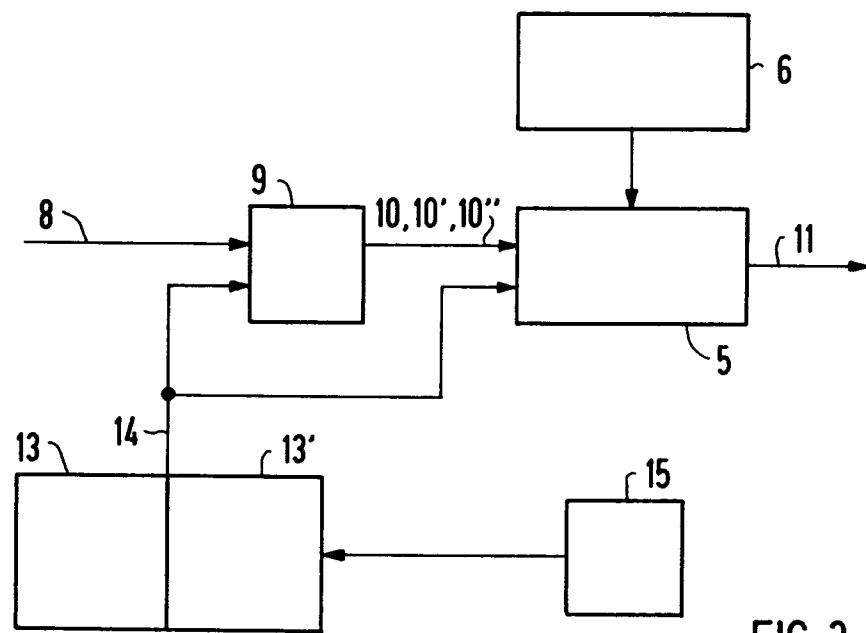


FIG 2

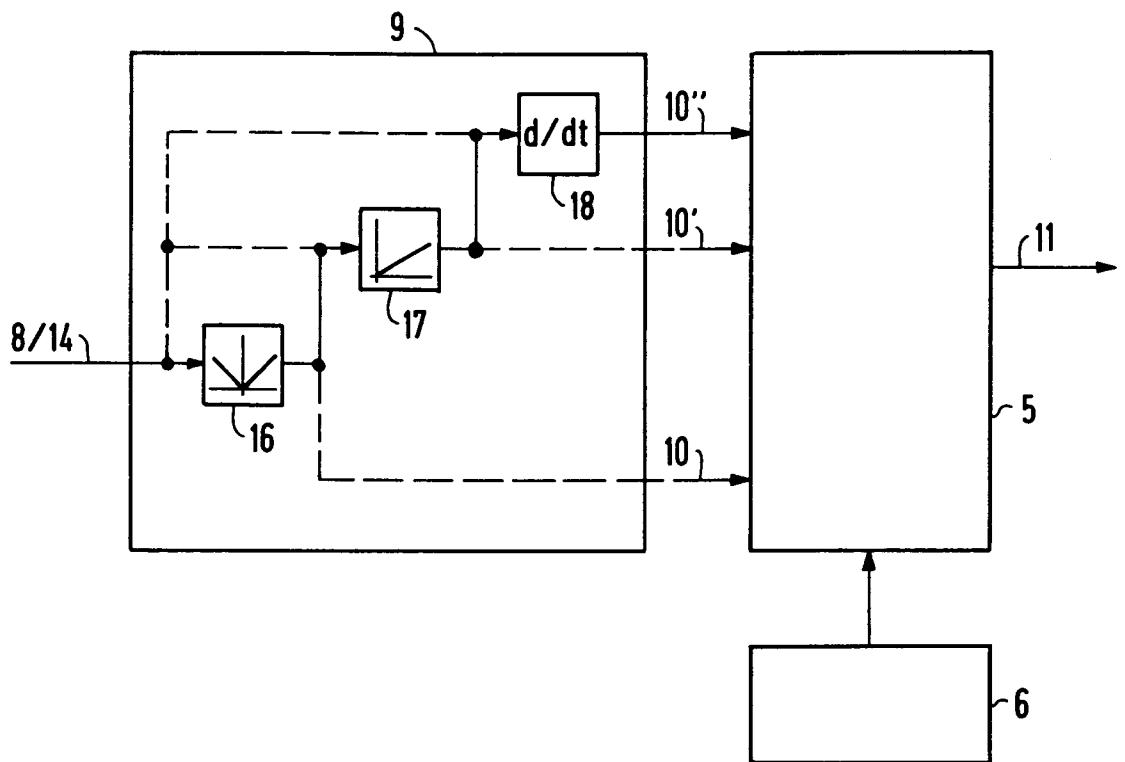


FIG 3

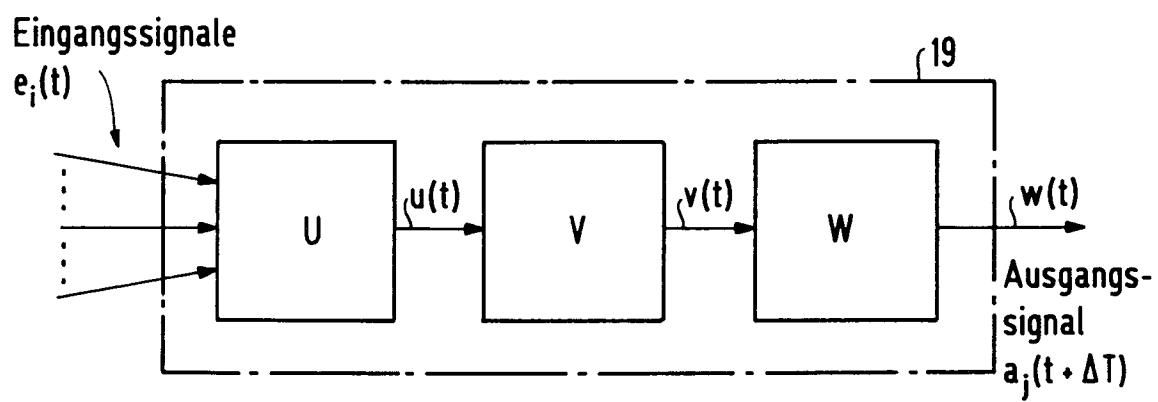


FIG 4

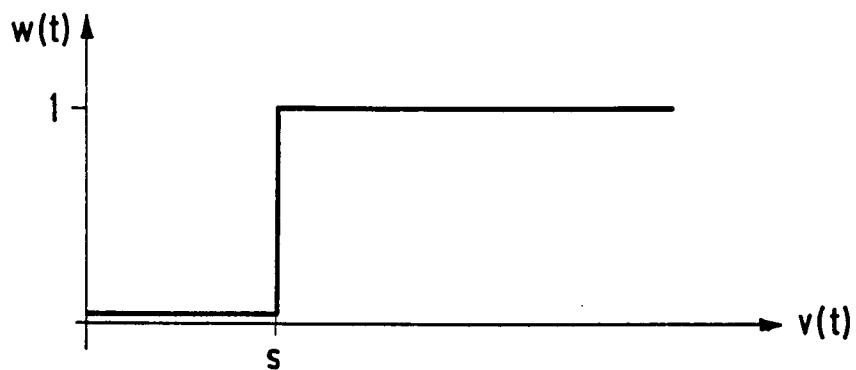


FIG 5a

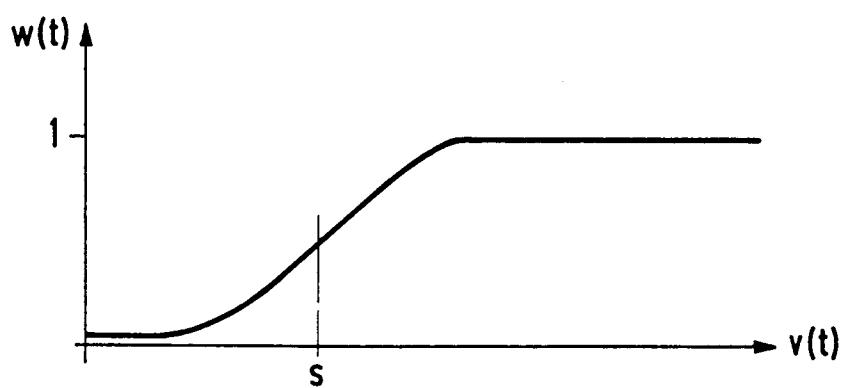


FIG 5b

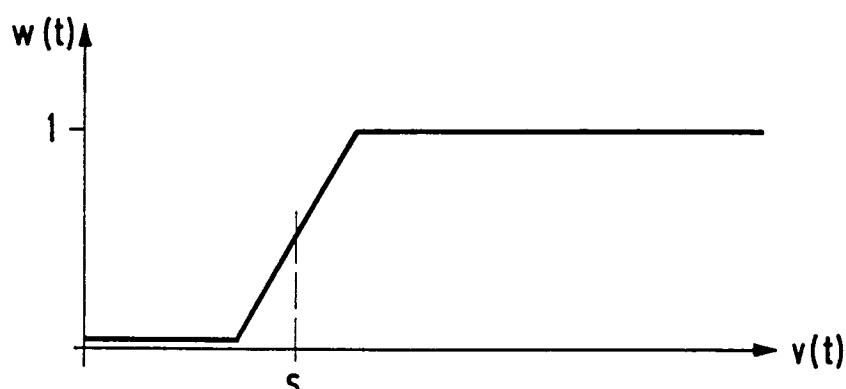


FIG 5c

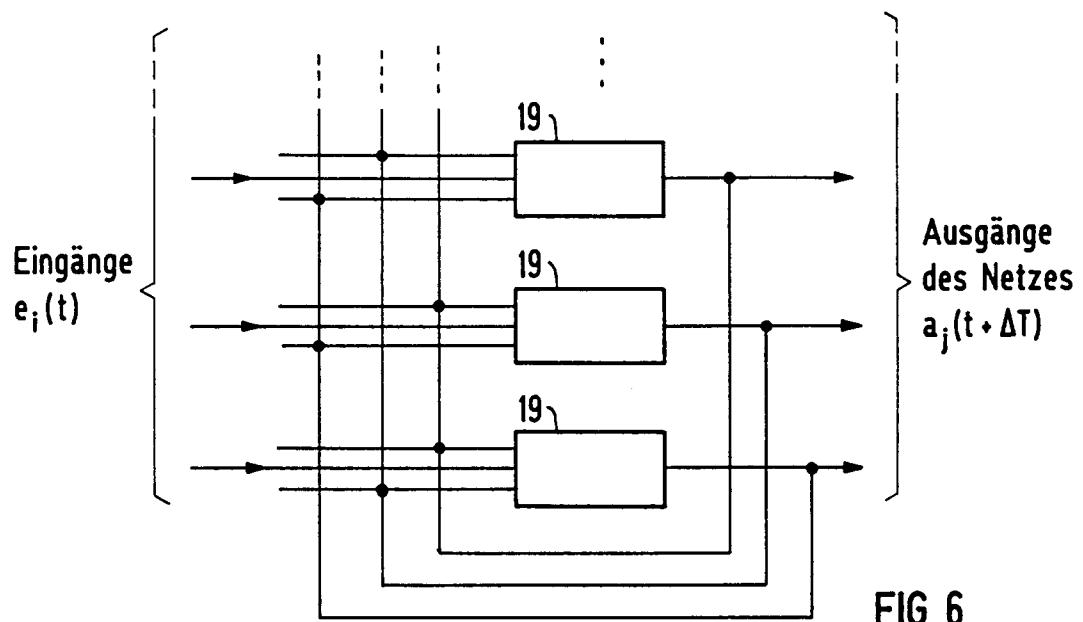


FIG 6

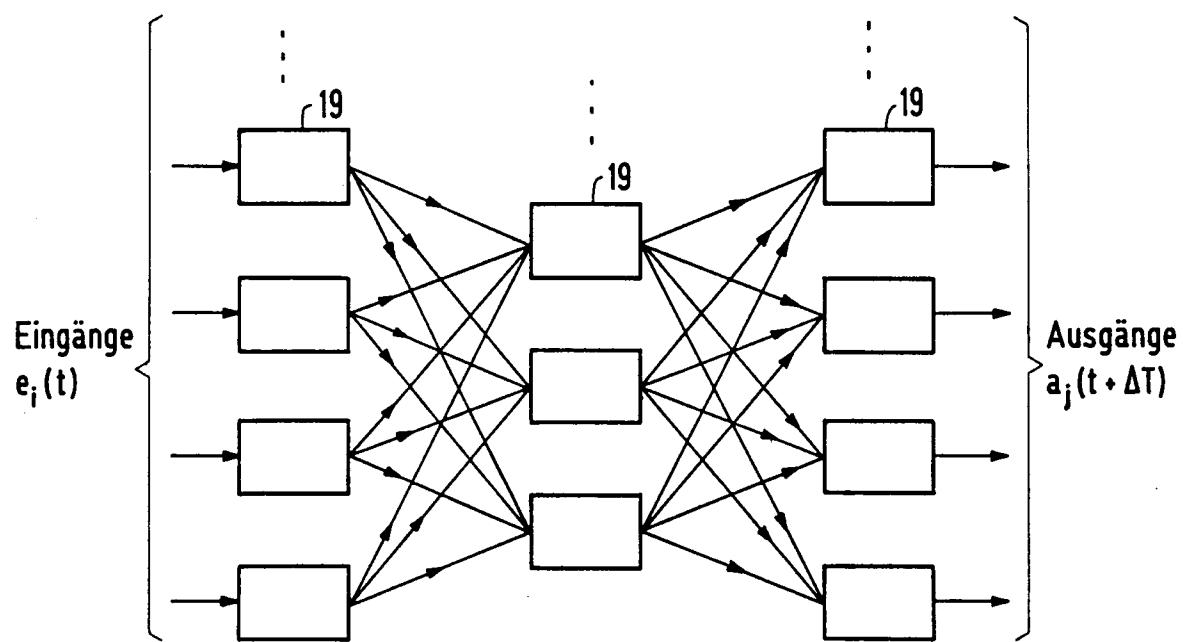


FIG 7

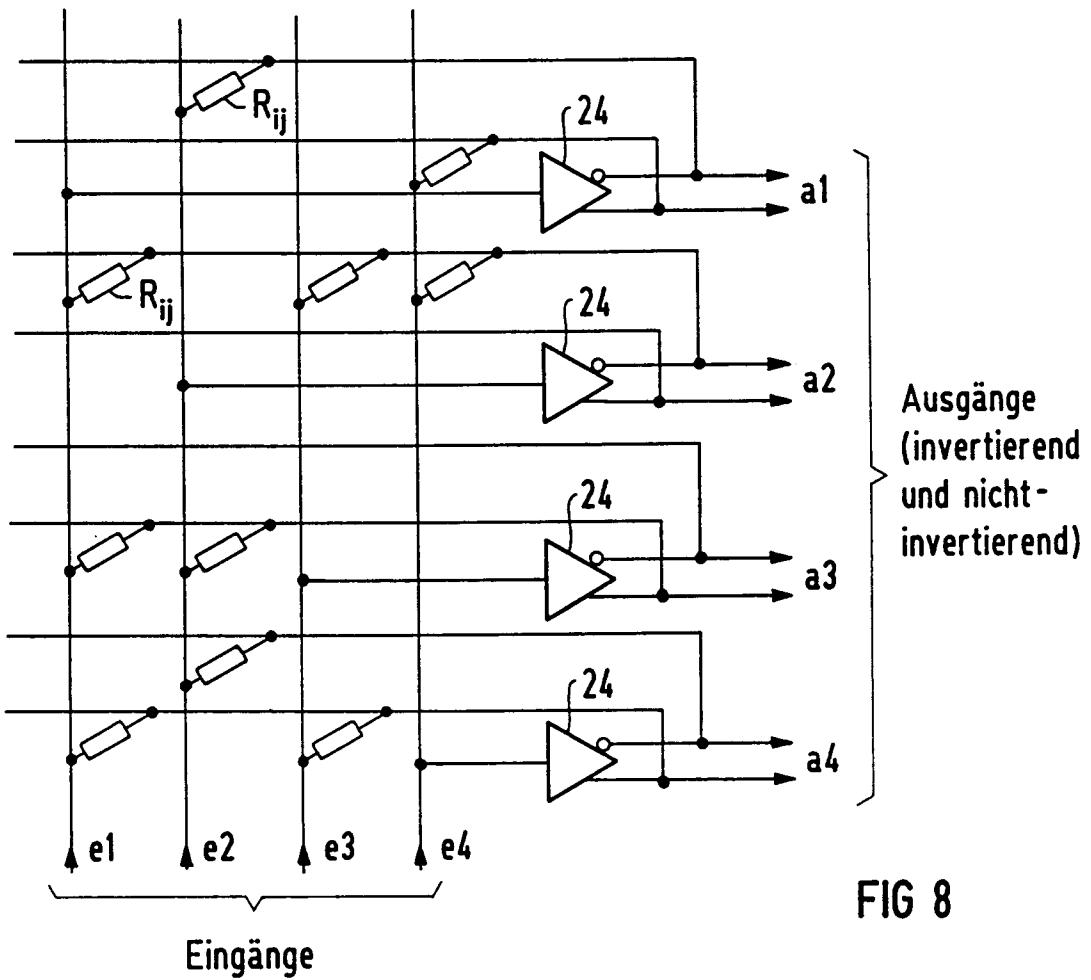


FIG 8

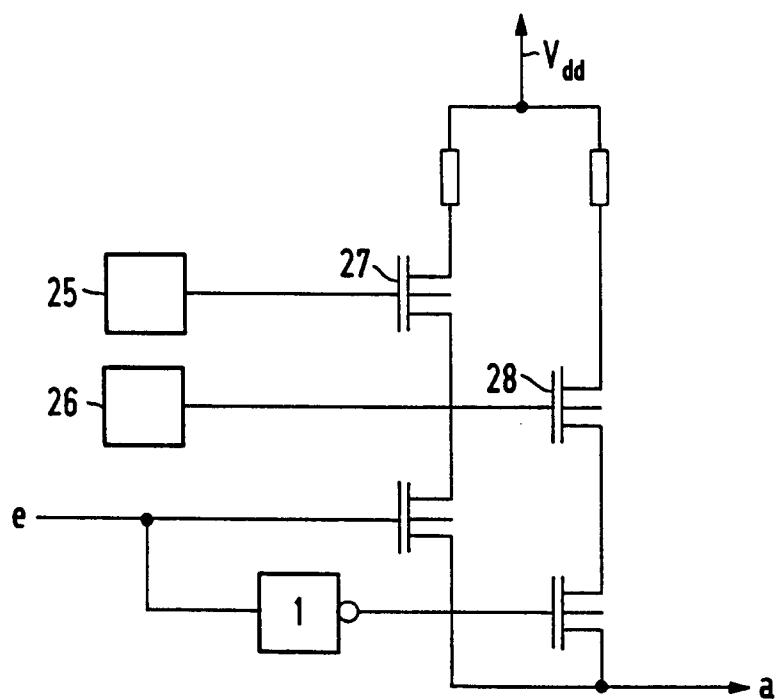


FIG 9

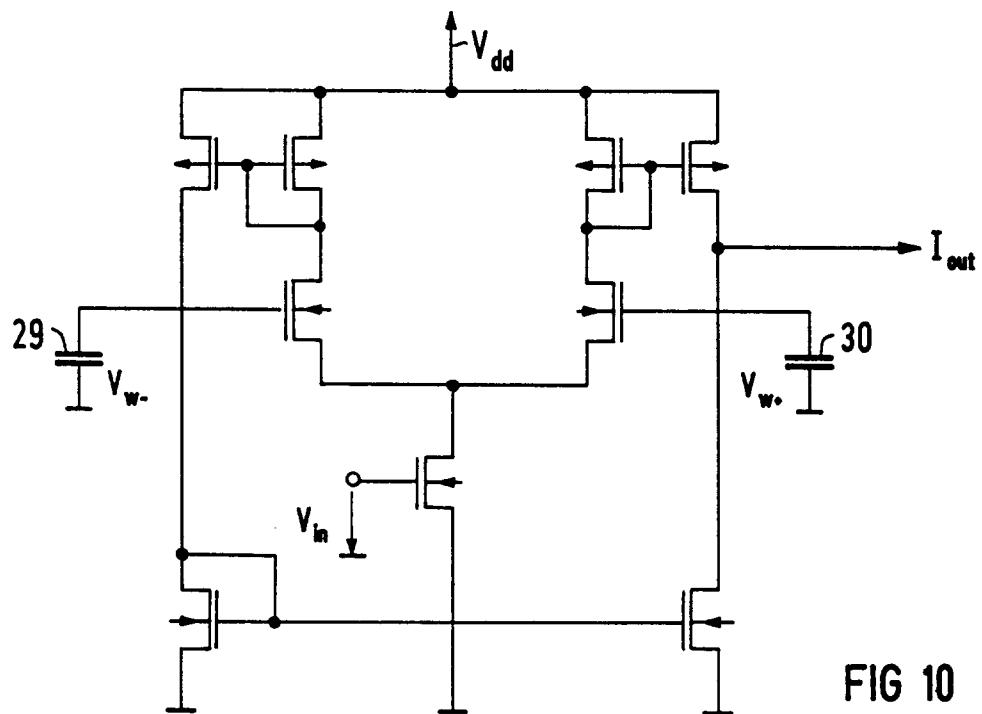


FIG 10

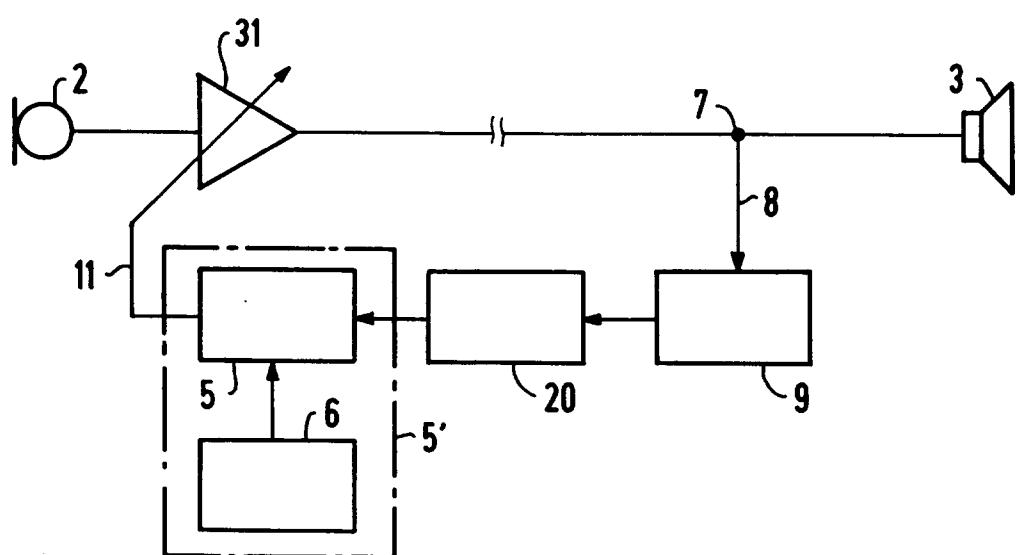


FIG 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 7796

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	WO-A-89 08353 (RESOUND CORP.)	1-6, 10	H04R25/00
A	* Seite 4, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 8 * * Seite 9, Zeile 1 - Seite 10, Zeile 9 * * Seite 12, Zeile 14 - Seite 34, Zeile 10 * * Seite 38, Zeile 4 - Seite 43, Zeile 33 * * Seite 48, Zeile 15 - Seite 55, Zeile 20 * * Seite 59, Zeile 12 - Seite 63, Zeile 16 *	5, 7, 8, 13	
Y	---		
A	EP-A-0 540 168 (TOSHIBA) * Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 10, Zeile 19 *	1-6, 10 9, 11-16	
A	---		
A	US-A-5 101 361 (EBERHARDT) * Spalte 5, Zeile 41 - Spalte 6, Zeile 30 *	1, 11-14	
A	---		
A	US-A-5 253 300 (KNAPP) * Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 57 *	1, 8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Y	---	1-4	H04R G05B G06G G06F H01L
A	ELEKTRONIK, Bd. 41, Nr. 2, 21.Januar 1992 GERMANY, Seiten 100-101, XP 000381757 G.TRAUTZL 'NEURONALE NETZE UNTERSTÜTZEN FUZZY LOGIK TOOL' * Seite 100, Spalte 1, Zeile 1 - Seite 101, Spalte 1, Zeile 27 *	10, 15, 16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	13.April 1995	Zanti, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		