

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2376/94

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **H04R 25/02**

(22) Anmeldetag: 21.12.1994

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1995

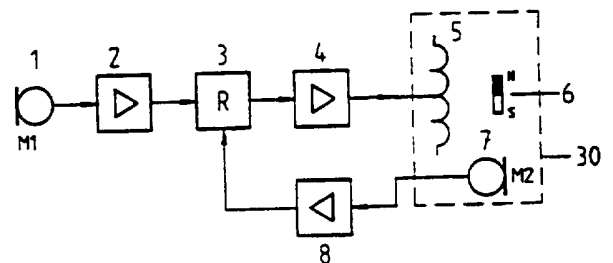
(45) Ausgabetag: 25. 6.1996

(73) Patentinhaber:

VIENNATONE GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-1164 WIEN (AT).

(54) HÖRGERÄT

(57) Hörgerät mit einem in einem Gehäuse angeordneten Mikrofon, das mit einer Serienschaltung verbunden ist, die mindestens einen Verstärker, eine Signalbearbeitungsschaltung, z.B. einen spannungsgesteuerten Verstärker und bzw. oder ein spannungsgesteuertes Filter, und einen Ausgangswandler aufweist, der durch eine ein magnetisches Wechselfeld erzeugende Spule gebildet ist, die mit einem im Ohr, z.B. am Trommelfell oder zwischen Trommelfell und Hammergriff, befestigten, bzw. implantierten Permanentmagnet zusammenwirkt. Um eine optimale Anpassung des Hörgerätes an die jeweiligen Erfordernisse zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß vor dem Trommelfell ein Referenzmikrofon (7) angeordnet ist, das mit der Signalbearbeitungsschaltung (3) in Verbindung steht.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Hörgerät mit einem ein magnetisches Wechselfeld erzeugenden Ausgangswandler, der mit einem im Ohr befestigten oder implantierten Permanentmagneten zusammenwirkt, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Für die Versorgung hörbehinderter Menschen sind bisher besonders zwei Typen von Hörhilfen bekannt geworden. Die meist verwendete Art ist zweifellos das Luftschall-Hörgerät. Dabei wird der Umweltschall (Sprache, Musik ect.) durch ein Mikrofon aufgenommen und dessen Ausgangssignal elektronisch verstärkt und das verstärkte Signal durch einen Hörer bzw. Lautsprecher in ein akustisches Signal zurückgewandelt. Der so verstärkte Schall wird durch eine in den Gehörgang eingesetzte Otoplastik wieder dem Trommelfell zugeführt. Neuerdings kann auch das ganze Hörgerät in die Otoplastik eingebaut sein, in welchem Fall von einem Im-Ohr-Hörgerät gesprochen wird. Etwas seltener und nur in speziellen Fällen werden Knochenleitungs-Hörgeräte verwendet. Bei diesen wird das Ausgangssignal des Hörgeräte-Verstärkers nicht wieder in Schall zurückgewandelt, sondern über einen Knochenhörer bzw. Vibrator in eine mechanische Vibration gewandelt. Diese Vibration des meist am Mastoid anliegenden Knochenhörers gelangt als mechanische Schwingung über den Schädelknochen direkt zum Innenohr, wo sie einen entsprechenden Nervenreiz, d.h. eine entsprechende Schall-Sensation, hervorruft.

Durch die WO 92/038393 wurde ein Hörgerät der eingangs erwähnten Art bekannt, bei dem der Ausgangswandler durch eine Spule gebildet ist, die ein dem akustischen Eingangssignal entsprechendes reziprokes magnetisches Wechselfeld erzeugt. Dieses Feld wirkt mit einem kleinen mit biologisch verträglichem Klebstoff direkt auf das Trommelfell geklebten oder an einem der "Gehörknöchelchen (Hammer, Amboß, Steigbügel) befestigten Permanentmagneten zusammen. Dabei versetzt der Magnet unter dem Einfluß des Wechselfeldes den ganzen Gehörapparat in Schwingungen und ruft so wieder einen Höreindruck hervor.

Dieses Prinzip der elektromagnetischen Schallverstärkung bewirkt eine signifikante Steigerung des Hörgewinns im Vergleich zur Leistungsmöglichkeit der konventionellen Hörgeräteversorgung, wie etwa ein besonders natürlicher Klangeindruck, geringere Verzerrungen und die Vermeidung einer akustischen Rückkopplungsgefahr.

Bei der bekannten Lösung ergibt sich allerdings ein erhebliches Problem. Treten individuell oder krankheitsbedingt nur an bestimmten Stellen des zu übertragenden Frequenzbereiches Unregelmäßigkeiten in der Impedanz des Gehörapparates des Benutzers des Hörgerätes auf, dann kann die Vibrationsamplitude des Magneten nicht mehr entsprechend dem erzeugten Wechselfeld sein. Die Folge einer solchen Störung ist dann ein Höreindruck, der nicht mehr dem Amplitudenverlauf des Eingangssignales entspricht.

Ziel der Erfindung ist es, diesen Nachteil zu vermeiden und ein Hörgerät der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, bei dem eine allenfalls über den zu übertragenden Frequenzbereich ungleichmäßige Impedanz des Gehörapparates berücksichtigt werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies bei einem Hörgerät der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Mit dem gesamten durch den Permanentmagnet in Schwingung versetzten Gehörapparat wird auch das Trommelfell in Schwingung versetzt und strahlt einen kleinen Teil der übertragenen Energie wie eine Membrane in Form von Schallwellen in den Gehörgang ab. Der so erzeugte Schalldruck vor dem Trommelfell, der vom Referenzmikrofon erfaßt wird, entspricht ungefähr dem Höreindruck und enthält bei Vorliegen einer oben skizzierten Störung auch eine entsprechende Amplitudenänderung, die daher ebenfalls erfaßt wird.

Da das Signal des Referenzmikrofons die Bearbeitung des Eingangssignales beeinflusst, können solche Störungen entsprechend ausgeglichen werden. Dabei ist es nicht nur möglich einen dem Eingangsschallsignal sehr weitgehend entsprechenden Höreindruck sicherzustellen, sondern es ist auch möglich bestimmte Frequenzbereiche anzuheben oder abzusenken, um die Sprachverständlichkeit in Abhängigkeit vom individuellen Hörverlust zu verbessern.

Durch die Merkmale des Anspruchs 2 ergibt sich ein sehr einfacher Aufbau des Hörgerätes.

Durch die Merkmale des Anspruchs 3 ergibt sich der Vorteil, daß eine sehr genau auf die jeweiligen Bedürfnisse des Benutzers abgestimmte Bearbeitung der Eingangssignale möglich ist und bei einem in schaltungstechnischer Hinsicht relativ einfachen Aufbau sehr komplizierte Regelcharakteristika realisiert werden können.

Die Merkmale des Anspruchs 4 ermöglichen die Realisierung sehr komplizierter Bearbeitungen des Eingangssignales, wobei diese durch eine Änderung des in der Logik abgelegten Programms entsprechend geänderter Bedürfnisse angepaßt werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruchs 5 oder 6 wird eine sehr aufwendige Bearbeitung der Eingangssignale auf rein analogem Weg ermöglicht.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert, die in den Fig. 1 bis 3 schematisch verschiedene Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Hörgerätes zeigt.

Die Ausführungsform nach der Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Hörgerätes.

5 Ein solches weist ein Mikrofon 1 auf, an dem ein Vorverstärker 2 angeschlossen ist. Dieser ist ausgangsseitig mit einer Signalbearbeitungsschaltung 3 verbunden. Bei einer solchen kann es sich z.B. um einen spannungsgesteuerten Verstärker, ein spannungsgesteuertes Filter oder einer Kombination solcher Baugruppen, der bzw. die mit einer Ansteuerschaltung, die mit einem Steuereingang verbunden ist, handeln.

10 Der Signalbearbeitungsschaltung 3 ist ausgangsseitig ein Endverstärker 4 nachgeschaltet, der ausgangsseitig mit einem im Ohr 30 befindlichen Wandler 5 verbunden ist, der durch eine Spule gebildet ist.

Dieser Wandler 5 wirkt mit einem am Trommelfell des Benutzers befindlichen oder in das Ohr 30 implantierten Permanentmagneten 6 zusammen, der durch das vom Wandler 5 erzeugte magnetische Wechselfeld in Schwingung versetzt wird, wodurch auch der Gehörapparat in entsprechende Schwingungen

15 versetzt wird. Weiters ist im Ohr 30, z.B. im äußeren Gehörgang, ein Referenzmikrofon 7 angeordnet, das mit einem Verstärker 8 verbunden ist, dessen Ausgang mit einem Steuereingang der Signalbearbeitungsschaltung 3 verbunden ist.

20 Die Ansteuerschaltung der Signalbearbeitungsschaltung 3 kann eine Summierstufe zum Einkoppeln eines vom Verstärker 8 kommenden Gegenkopplungssignales des Referenzmikrofons 7 und bzw. oder einen Gleichrichter enthalten.

Durch die Schwingungen des Permanentmagneten gerät auch der Gehörapparat des Benutzers in entsprechende Schwingungen und damit auch das Trommelfell. Dieses wirkt wie eine Membrane und es kommt im Bereich des Trommelfelles zu Schallschwingungen, die vom Referenzmikrofon 7 erfaßt und in

25 elektrische Signale umgesetzt werden. Treten individuell oder krankheitsbedingt in bestimmten Stellen des Hörbereichs Unregelmäßigkeiten in der Impedanz des Gehörapparates des Benutzers auf, so sind diese auch im vom Referenzmikrofon aufgenommenen Signal erkennbar. Nach Verstärkung des Signales des Referenzmikrofones 7 wird dieses der Signalbearbeitungsschaltung 3 zugeführt und die Bearbeitung des vom Mikrofon 1 aufgenommenen

30 Signales entsprechend beeinflußt, um die Unregelmäßigkeiten im Hörbereich möglichst auszugleichen. Bei der Ausführungsform nach der Fig. 2 ist die Signalbearbeitungsschaltung 3 mehrkanalig aufgebaut. Dabei weist jeder Zweig ein mit dem Eingang der Signalbearbeitungsschaltung 3 verbundenes Filter 9 bzw. 10 auf und eine mit diesem in Reihe geschaltete Signalbearbeitungsstufe 11, 12 auf. Die Ausgänge dieser Signalbearbeitungsstufen 11, 12 sind mit den Eingängen einer Summierschaltung 13 verbunden, deren

35 Ausgang mit dem Endverstärker 4 verbunden ist. Bei dieser Ausführungsform ist der Ausgang des mit dem Referenzmikrofon 7 verbundenen Verstärkers 8 mit einer der Anzahl der Zweige der Signalbearbeitungsschaltung 3 entsprechenden Anzahl parallel geschalteter Filter 14, 15 verbunden, deren Ausgänge mit den Steuereingängen der Signalbearbeitungsstufen 11, 12 verbunden sind. Dabei weisen die einem Zweig der Signalbearbeitungsschaltung 3, bzw. einer

40 Signalbearbeitungsstufe 11, 12 zugeordneten Filter 9, 14, bzw. 10, 15 im wesentlichen gleiche Charakteristika auf. Mit einem Hörgerät nach der Fig. 2 ist es möglich auch bei sehr komplexen Hörstörungen einen sehr guten Hörerfolg sicherzustellen.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 3 weist die Signalbearbeitungsschaltung 3 ein spannungsgesteuertes Filter 21, wie es z.B. in der Anmeldung A 228/90 beschrieben ist auf. Bei einem solchen Aufbau

45 der Signalbearbeitungsschaltung 3 werden oft nichtlineare Übertragungsfunktionen benötigt. Die Steuerung dieses spannungsgesteuerten Filters 21 erfolgt daher über ein an den Verstärker 8 angeschaltetes Filter 14, einem diesem nachgeschalteten Gleichrichter 16, einem Tiefpaßfilter 17, sowie einem A/D-Wandler 18, der mit einer programmierbaren Logik 19 verbunden ist, in der ein ankommendes

50 Digital-Signal entsprechend einem eingespeicherten Programm abgearbeitet wird. Der Ausgang der Logik 19 kann entweder direkt mit dem Steuereingang des gesteuerten Filters 21 verbunden sein, wie dies strichliert angedeutet ist, oder über einen D/A-Wandler 20, der den digitalen Ausgang der Logik 19 in ein entsprechendes Analogsignal unwandelt.

Wie in der Fig. 3 dargestellt, weist die Signalbearbeitungsschaltung 3 mehrere Zweige auf, ähnlich wie

55 dies in der Fig. 2 dargestellt ist, wobei in jedem Zweig ein spannungsgesteuertes Filter 21 vorgesehen ist. In diesem Fall können an dem Verstärker 8 eine der Zahl der Zweige der Signalbearbeitungsschaltung 3 entsprechende Anzahl von parallelen Steuerzweigen angeschaltet sein, die alle je ein Filter, einen Gleichrichter 16, ein Tiefpaßfilter 17, einen A/D-Wandler 18 und eine programmierbare Logik 19 aufweisen und

entsprechend dem in der Fig. 3 mit vollen Strichen dargestellten, an den Verstärker 8 angeschalteten Zweig ausgebildet sind. Vor der Endstufe werden die einzelnen Kanäle wieder durch eine Summierstufe 31 zusammengefaßt.

Durch die dargestellte Ausbildung der an den Verstärker 8 angeschlossenen Baugruppen wird die zur Ansteuerung des spannungsgesteuerten Filters 21 erforderliche nichtlineare Übertragungsfunktion sichergestellt. Dabei erfolgt durch den Gleichrichter 16 eine Feststellung des Absolutwertes des Signales. Nach der Integration des gleichgerichteten Signales im Tiefpaß 17 wird dieses nach einem in die Logik 19 eingeschriebenen Programm verarbeitet und mit deren Ausgangssignal das spannungsgesteuerte Filter 21 im Nutzsignalzweig gesteuert.

Der Vorteil der Ausführungsform nach der Fig. 3 liegt darin, daß auch sehr komplizierte Regelungen möglich sind und das ganze System trotzdem einen relativ einfachen Aufbau aufweist. Der Nutzsignalweg über das Mikrofon 1, den Vorverstärker 2, die Signalbearbeitungsschaltung 3 und den Endverstärker 4 samt Wandler 5 arbeitet dabei rein analog und weist daher keine durch eine allfällige Digitalisierung bedingte Verzögerungen auf.

Komplizierte Regelungen werden notwendig, wenn der Magnet z.B. an einem Teil des Mittelohres (Hammer, Amboß, Steigbügel) angebracht ist. Die vom Trommelfell an das Referenzmikrofon 7 weitergegebene Information ist in diesem Fall nicht identisch mit der an das Innenohr gelangenden Information, weil die jeweiligen Impedanzen unterschiedlich sind. Auch muß z.B. der Stapedus-Reflex berücksichtigt werden, der ab einer bestimmten Lautstärke-Grenze auftritt und überdies frequenzabhängig ist. Dies erfordert eine entsprechende Einstellung der Regelung, bzw. Signalbearbeitung in der Signalbearbeitungsschaltung 3.

Ist der Magnet 8 am Trommelfell befestigt, so muß die Übertragung vom Trommelfell über das Mittelohr zum Innenohr berücksichtigt werden, die ebenfalls bestimmte Nichtlinearitäten aufweist.

Mit einem Hörgerät nach der Fig. 3 ist es möglich die Signalbearbeitung im Nutzsignalzweig so zu gestalten, daß auch sehr komplizierte Übertragungsfunktionen erfüllt werden können.

Eine weitere Möglichkeit besteht auch darin bei der Schaltung nach der Fig. 3 die Zweige der Signalbearbeitungsschaltung 3 statt durch je einespannungsgesteuertes Filter 21 durch eine Reihenschaltung eines Filters und eines spannungsgesteuerten Verstärkers zu bilden, wobei dann die Filter in den Zweigen der Signalbearbeitungsschaltung 3 eine Charakteristik aufweisen, die jener des an den Verstärker 8 angeschlossenen Filters 14, 15 des entsprechenden Steuerzweiges, (Fig. 3) entspricht.

### Patentansprüche

1. Hörgerät mit einem in einem Gehäuse angeordneten Mikrofon, das mit einer Serienschaltung verbunden ist, die mindestens einen Verstärker, eine Signalbearbeitungsschaltung, z.B. einen spannungsgesteuerten Verstärker und bzw. oder ein spannungsgesteuertes Filter, und einen Ausgangswandler aufweist, der durch eine ein magnetisches Wechselfeld erzeugende Spule gebildet ist, die mit einem im Ohr, z.B. am Trommelfell oder zwischen Trommelfell und Hammergriff, befestigten, bzw. implantierten Permanentmagnet zusammenwirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Trommelfell ein Referenzmikrofon (7) angeordnet ist, das mit der Signalbearbeitungsschaltung (3) in Verbindung steht.
2. Hörgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Referenzmikrofon (7) über einen Gleichrichter (16) mit einem Steuereingang der Signalbearbeitungsschaltung (3), vorzugsweise mit einem Gegenkopplungszweig derselben, verbunden ist.
3. Hörgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Signalbearbeitungsschaltung (3) mehrere Zweige aufweist, die über Filter (9, 10) mit dem Eingang und über eine Summierschaltung (13) mit dem Ausgang derselben verbunden sind, wobei jeder Zweig eine Signalbearbeitungsstufe (11, 12) aufweist, deren Steuereingang über ein Filter (14, 15), dessen Charakteristik jener des der entsprechenden Signalbearbeitungsstufe (11, 12) zugeordneten Filters (9, 10) entspricht, mit dem Referenzmikrofon (7) in Verbindung steht.
4. Hörgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Referenzmikrofon (7) eine Reihenschaltung von einem Gleichrichter (16), einem Tiefpaß (17), einem A/D-Wandler (18) und einer programmierbaren Logik (19) nachgeschaltet ist, die mit einem Steuereingang der Signalbearbeitungsschaltung (3) gegebenenfalls über einen D/A-Wandler (20) verbunden ist.
5. Hörgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine mehrkanalige Signalbearbeitungsschaltung (3) vorgesehen ist, deren Zweige je ein spannungsgesteuertes Filter (21), wobei die

## AT 401 129 B

Steuereingänge dieser Filter (21) mit Reihenschaltungen, die einen Gleichrichter (16), einen Tiefpaß (17), einen A/D-Wandler (18) und eine programmierbare Logik (19) aufweisen, verbunden sind, die über Filter (14, 15) mit dem Referenzmikrofon (7) in Verbindung stehen.

- 5 6. Hörgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine mehrkanalige Signalaufbereitungsschaltung (3) vorgesehen ist, deren Zweige je ein Filter (9, 10) und einen mit diesem in Reihe  
gehalteten spannungsgesteuerten Verstärker aufweisen, die einen Gleichrichter (16), einen Tiefpaß  
(17), einen A/D-Wandler (18) und eine programmierbare Logik (19) aufweisen, verbunden sind, die über  
Filter (14, 15) mit dem Referenzmikrofon (7) in Verbindung stehen, deren Charakteristik jener der Filter  
10 (9, 10) der entsprechenden Zweige der Signalbearbeitungsschaltung (3) entsprechen.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

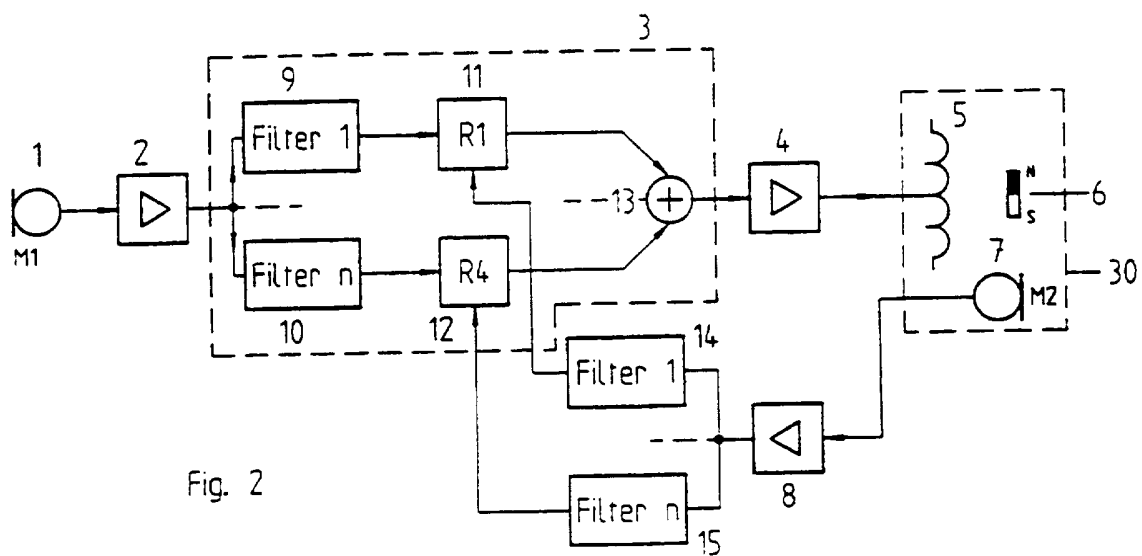
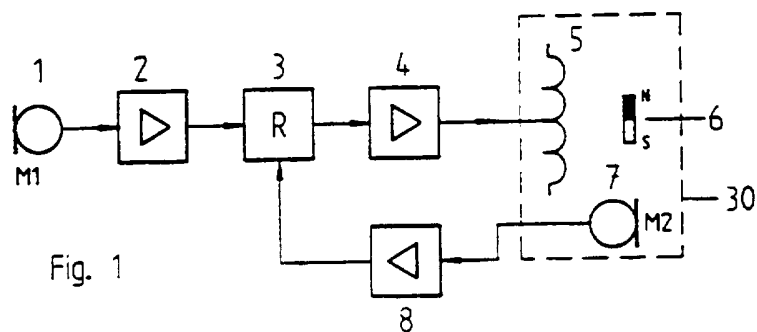
35

40

45

50

55



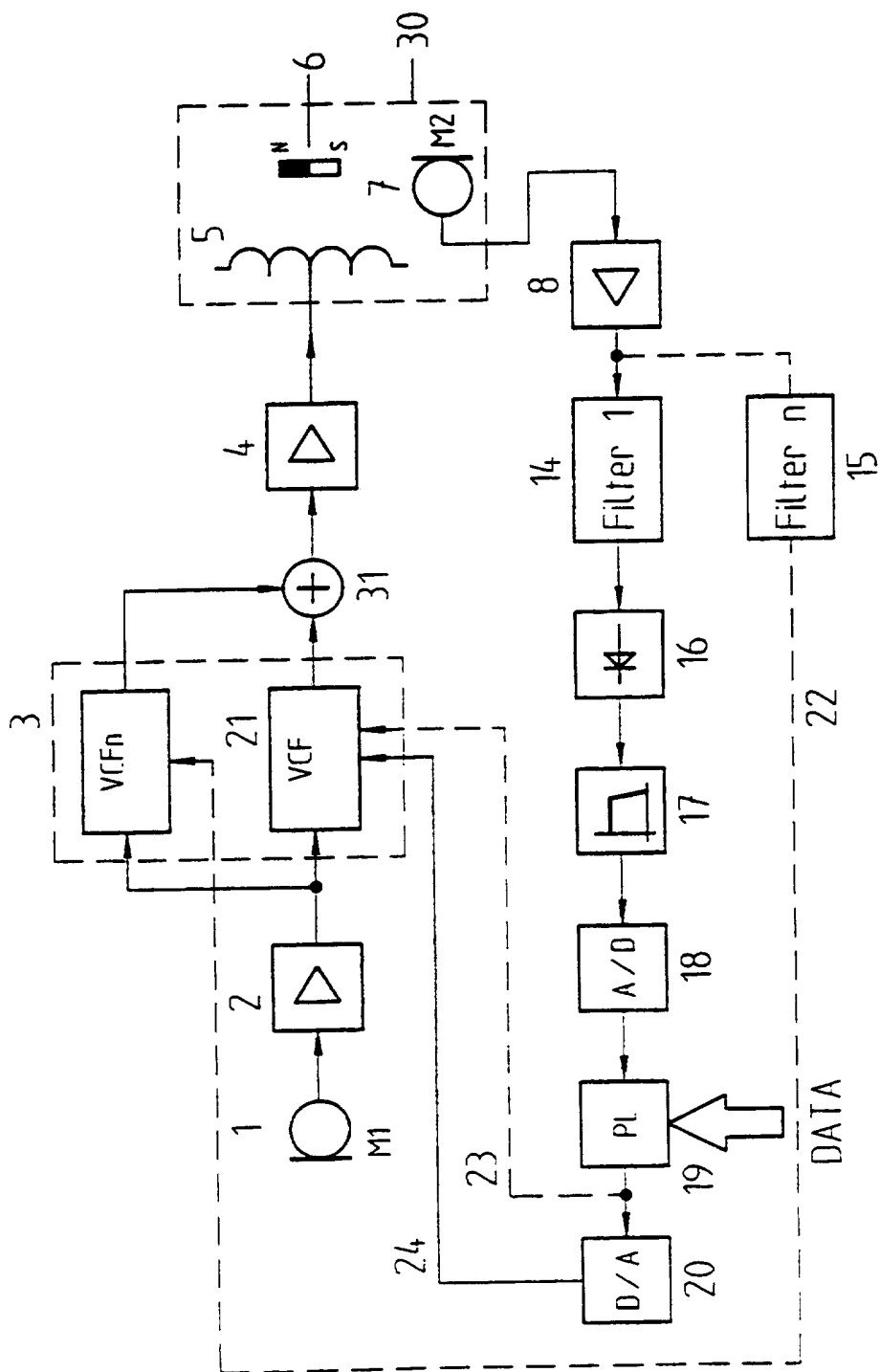


Fig. 3