



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 650 606 A5

⑤① Int. Cl. 4: G 09 B 21/04  
A 61 F 11/04

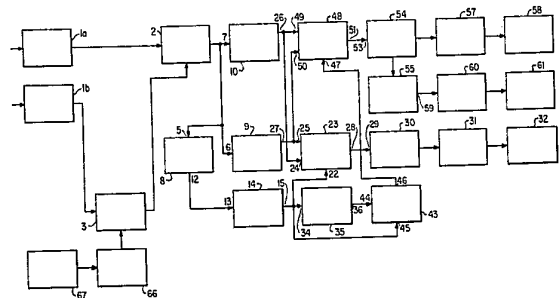
**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 447/81</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 22.01.1981</p> <p>③⑩ Priorität(en): 08.02.1980 CA 345300</p> <p>㉔ Patent erteilt: 31.07.1985</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1985</p>	<p>⑦③ Inhaber: Alfred Ange Auguste Antoine Tomatis, Paris (FR)</p> <p>⑦② Erfinder: Tomatis, Alfred Ange Auguste Antoine, Paris (FR)</p> <p>⑦④ Vertreter: E. Blum &amp; Co., Zürich</p>
--	--

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zum Schülen des Gehörs eines Patienten.**

⑤⑦ Ein Signalpegel-Detektor (8) stellt fest, ob ein ankommendes Tonsignal über oder unter einem Schwellenwertpegel ist, um das Tonsignal zum einen oder anderen Kanal von 2 parallelen Kanälen zu tasten. Der erste Kanal (9) hat eine Frequenzgang-Kurve, in der hohe Frequenzen unterdrückt sind, und er ist somit der Kanal, der verwendet wird, wenn das Tonsignal unter dem Schwellenwert liegt. Der andere Kanal (10) hat eine Frequenzgang-Kurve, in der niedere Frequenzen unterdrückt werden, und dies ist der Kanal, der verwendet wird, wenn das Tonsignal den Schwellenwert überschreitet. Zwei parallele Ausgangsstufen sind vorgesehen, von denen eine einen elektromechanischen Vibrator (32) umfasst, der auf dem Schädel des Patienten liegt, und von denen der andere Kopfhörer (54) aufweist, die durch den Patienten getragen werden. Ein Zeitverzögerungs-Modul (14) ist ebenfalls vorhanden, so dass beim Schalten vom einen Kanal zum anderen Kanal der Vibrator zum anderen Kanal eine vorbestimmte Zeit vor den Kopfhörern geschaltet wird, was die Leitung von Schwingungen durch den Schädel des Patienten der Leitung von Schallwellen in Luft vorangehen lässt. Dies hat die Wirkung, dass der Patient auf den Empfang von Luftschallwellen vorbereitet wird und sein Sprechen verbessern kann.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Schülen des Gehörs eines Patienten mit

einer Eingangsstufe, die aus akustischen Signalen erzeugte elektrische Tonfrequenzsignale liefert, einen Hüllkurven-Pegeldetektor, der mit einem Ausgang der Eingangsstufe verbunden ist, um den Hüllkurven-Pegel der elektrischen Tonfrequenzsignale zu bestimmen,

wobei der Hüllkurven-Pegeldetektor den Hüllkurven-Pegel mit einem vorbestimmten Schwellenwert-Pegel vergleicht und erzeugt ein erstes Logik-Signal, wenn der Hüllkurven-Pegel unter dem vorbestimmten Schwellenwert-Pegel liegt, und ein zweites Logik-Signal, wenn der Hüllkurven-Pegel über dem vorbestimmten Schwellenwert-Pegel liegt,

zwei Kanälen, die parallel mit dem Ausgang der Eingangsstufe verbunden sind, von denen der erste Kanal ein erstes Filter aufweist, das eine erste Ansprechkurve über dem Tonfrequenzspektrum festlegt, und von denen der zweite Kanal ein zweites Filter aufweist, das eine zweite Ansprechkurve über dem Tonfrequenzspektrum festlegt,

einem Kanalwähler, der zwischen den beiden Kanälen liegt, und

einer Ausgangsstufe einschliesslich einer Lautsprecheranordnung zum Anlegen akustischer Luftwellen an das Patienten-Ohr,

wobei der Kanalwähler unter der Steuerung des Hüllkurven-Pegeldetektors betreibbar ist, um einen vorbestimmten Kanal der beiden Kanäle mit der Ausgangsstufe zu verbinden, nachdem das erste Logik-Signal erzeugt ist, und um den anderen Kanal mit der Ausgangsstufe zu verbinden, nachdem das zweite Logik-Signal erzeugt ist,

gekennzeichnet durch einen weiteren Kanalwähler (23), der parallel zum ersten Kanalwähler (48) und zwischen den beiden Kanälen (9, 10) liegt,

eine weitere Ausgangsstufe (30, 31, 32) aus einem elektromechanischen Vibrator (32) zum Anlegen von Schwingungen an den Patienten-Schädel und einen ersten Zeitverzögerungs-Modul (35), der mit dem ersten Kanalwähler (48) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Kanalwähler (23) unter der Steuerung des Hüllkurven-Pegeldetektors (8) betreibbar ist, um den vorbestimmten einen Kanal der beiden Kanäle (9, 10) mit der weiteren Ausgangsstufe (30, 31, 32) zu verbinden, wenn das erste Logik-Signal erzeugt wird, und um den anderen Kanal mit der weiteren Ausgangsstufe (30, 31, 32) zu verbinden, wenn das zweite Logik-Signal erzeugt wird,

dass der erste Zeitverzögerungs-Modul (35) betreibbar ist, um aus den am weiteren Kanalwähler (23) liegenden Logik-Signalen verzögerte Logik-Signale zu erzeugen, die um einen vorbestimmten Betrag bezüglich der zuerst genannten Logik-Signale verzögert sind, und

dass der erste Kanalwähler (48) unter der Steuerung der verzögerten Logik-Signale betreibbar ist, um den vorbestimmten Kanal der beiden Kanäle mit der ersten Ausgangsstufe (54, 57, 58; 55, 60, 61) zu verbinden, wenn ein verzögerter erster Logik-Zustand erhalten wird, und um den anderen Kanal mit der ersten Ausgangsstufe (54, 57, 58; 55, 60, 61) zu verbinden, wenn der verzögerte zweite Logik-Zustand erhalten wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen weiteren Zeitverzögerungs-Modul (14), dessen Eingang (13) mit dem Ausgang (12) des Hüllkurven-Pegeldetektors (8) verbunden ist, um eine vorbestimmte Zeitverzögerung des vom Hüllkurven-Pegeldetektor erzeugten Logiksignals zu bewirken, wobei der weitere Zeitverzögerungs-Modul (14) einen Ausgang (15) aufweist, der sowohl mit einem Steuereingang des weiteren Kanalwählers (23) als auch mit einem

Eingang des ersten Zeitverzögerungsmoduls (35) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Handeinstellknopf auf dem ersten Zeitverzögerungs-Modul (35) zum Einstellen der vorbestimmten Zeitverzögerung des ersten Zeitverzögerungs-Moduls (35).

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Handeinstellknopf auf dem weiteren Zeitverzögerungs-Modul (14) zum Einstellen der vorbestimmten Zeitverzögerung des weiteren Zeitverzögerungs-Moduls (14).

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch ein UND-Gatter (43) zwischen dem weiteren Zeitverzögerungs-Modul (14) und dem ersten Kanalwähler (48) und einschliesslich eines mit einem Ausgang (36) des ersten Zeitverzögerungs-Moduls (35) verbundenen ersten Einganges (44), eines mit einem Ausgang des weiteren Zeitverzögerungs-Moduls (14) verbundenen zweiten Einganges (45) sowie eines mit einem Steuereingang (47) des ersten Kanalwählers (48) verbundenen Ausganges (46).

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zeitverzögerungs-Modul (45) eine Zeitverzögerung bis zu 1,00 s liefert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsstufe einen ersten Eingangsabschnitt zum Anschluss an einen Mikrophonausgang (1a) aufweist und einen zweiten Eingangsabschnitt zum Anschluss an einen Bandgerät-Ausgang (1b), wobei der erste und der zweite Eingangsabschnitt beide Ausgänge besitzen, die mit Eingängen eines Mischers (2) verbunden sind, dessen Ausgang als der Ausgang der Eingangsstufe dient.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hochpass-Filterabschnitt (3) zwischen dem Ausgang des zweiten Eingangsabschnittes (1b) und dem jeweiligen Eingang des Mischers (2) liegt und mehrere Hochpassfilter mit verschiedenen Werten aufweist, und dass ein Abtaster (66, 67) mit dem Hochpass-Filterabschnitt (3) verbunden ist, um gemäss einer gewünschten Folge und für gewünschte Zeitdauern verschiedene Hochpassfilter anzuregen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochpassfilter Durchlassfrequenzen aufweisen, die in einem vorbestimmten Bereich abgestuft sind, und dass der Abtaster (66, 67) vorgesehen ist, um entlang des Bereiches abzutasten.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zeitverzögerungs-Modul (35) derart ausgelegt ist, um Änderungen des ihm zugeführten Logiksignals nicht zu registrieren, falls diese Änderungen weniger lange dauern als die vorbestimmte Zeitverzögerung des ersten Zeitverzögerungs-Moduls (35).

12. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Zeitverzögerungs-Modul (14) derart ausgelegt ist, um Änderungen des ihm zugeführten Logiksignals nicht zu registrieren, falls diese Änderungen weniger lange dauern als die vorbestimmte Zeitverzögerung des weiteren Zeitverzögerungs-Moduls (14).

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der erste Kanalwähler (48) als auch der weitere Kanalwähler (23) so ausgelegt sind, um beim Umschalten auf den einen der beiden Kanäle diesen graduell einzublenden und den anderen graduell auszublenden.

14. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Schülung des Gehörs, nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Umschaltung der auf das Gehör einwirkenden Frequenzen von hohen zu niederen Werten und umgekehrt, die durch den Schädel des Patienten verlaufenden Schwingungen der Luftleitung der Schallwellen im Gehörgang vorauslaufen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zum Schülen oder Formen des Gehörs bzw. des Hörvermögens eines Patienten nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 14. Eine derartige Vorrichtung ist insbesondere zum Heilen von Sprechproblemen bzw. Sprachstörungen verwendbar.

Es gibt bereits Systeme (vgl. US-PS 3 043 913 und US-PS 3 101 390), in denen Tonfrequenzsignale, die von der Stimme eines Patienten oder einer anderen Quelle erhalten sind, durch zwei parallele Filterkanäle zu einer Ausgangsstufe in der Form von Kopfhörern bzw. Hörkapseln geschickt werden. Jeder Kanal hat eine charakteristische Frequenzgang-Kurve, die bei Bedarf von Hand eingestellt werden kann. Insbesondere hat ein Kanal eine Frequenzgang-Kurve, die den Ruhezustand darstellt, der für das Gehör am meisten gewünscht wird, wobei dieser Ruhezustand durch Unterdrücken von Hochfrequenzkomponenten erhalten wird. Der andere Kanal hat eine Frequenzgang-Kurve, in der niedere Frequenzen unterdrückt sind. Ein Signalpegel-Detektor stellt fest, ob das ankommende Signal über oder unter einem einstellbaren vorbestimmten Schwellenwertpegel ist, und ein Gatter ist betreibbar, um die Tonfrequenzsignale durch den einen oder anderen Kanal zur Ausgangsstufe zu schicken, wenn der Schwellenwert nicht reicht bzw. überschritten wird.

Beide Systeme (vgl. US-PS 3 043 913 und US-PS 3 101 390) beschreiben vorteilhafte Wirkungen, die auf diese Technik zurückgehen. Das Gehör eines Patienten wird im wesentlichen geschult oder trainiert mittels der beiden verschiedenen Hörzustände, und dies führt zu einer Verbesserung zahlreicher Sprechprobleme. Diese Technik ist inzwischen als ein praktisches Hilfsmittel zur Sprechtherapie gut eingeführt.

Weiterhin wurde auch bereits an die Verwendung elektro-mechanischer Vibratoren oder Schwinger in Tonschulgeräten gedacht (vgl. US-PS 4 021 611). Derartige Vibratoren sind seit längerer Zeit üblich, um das Gehör eines Patienten zu unterstützen, indem Schwingungen durch den Schädel des Patienten geleitet werden; auch die Kombination einer derartigen «Knochenleitung» mit der durch einen Kopfhörer erzeugten «Luftleitung» wurde bereits angeregt (vgl. US-PS 1 969 559).

Im folgenden werden theoretische Überlegungen näher erläutert, von denen die Erfindung ausgeht.

Im Vergleich zum Hören, das eine passive Tätigkeit bleibt, ist das Zuhören als eine Tätigkeit festgelegt, in der die Willensäußerung eine Rolle spielt. Zuhören bedeutet der Wunsch zu hören oder sich selbst anzubieten. Es bedeutet, das Hörgerät in seinen geeignetsten Zustand zu bringen, um zu erfassen, was empfangen werden soll. Es hängt im wesentlichen mit dem Übergang vom Wahrnehmungs- zum Auffassungsvermögen zusammen.

Im wörtlichsten und bildlichen Sinn des Ausdrucks bedeutet es, «jemandem das Ohr zuzuwenden». Hierzu ist es erforderlich, alle Hilfsmittel voll anzupassen, die für diese Tätigkeit dem sensiblen/sensorischen Organ zugehörig sind: d.h. das Cochlea-Vestibulum, die Muskulatur des Mittelohres und die Muskulatur des äusseren Ohres. Es ist auch erforderlich, eine gesamte neurologische Struktur abhängig von dieser dynamischen Funktion zu organisieren, die wir als Zuhören bezeichnen.

Dies bedingt:

1. dass das Labyrinth oder der gesamte Cochlea-Vestibulumbereich spontan vorbereitet wird, und

2. dass dieser «einleitende Akt», der dem tatsächlichen Hören vorangeht, in der folgenden Weise durchgeführt wird:

a) durch die Spannung des Hammermuskels (Mittelohr), der sich selbst an die Spannung des Steigbügelmuskels anpassen muss, der die Tätigkeit des Labyrinth (Innenohr) steuert. Und so ist es ein vorbereitender, also einleitender Akt der

Steigbügelspannung bezüglich der Gesamtheit aller Elemente, die die Funktion des Mittelohres beherrschen: Hammermuskeln, die Muskeln der Eustachischen Röhre, das Zwischenspiel von Innenluftdrücken,

b) durch Innspielbringen des gesamten Nervensystems, so dass der gesamte neurologische Baum, d.h. die medullaren, pontinen, cerebellaren und extrapyramidalen corticalen Bereiche für diesen spontanen Akt verfügbar sein müssen, der durch die motorische pyramidale «Wegstrecke» («Spur») ausgeführt wird.

Durch dieses neurologische Zwischenspiel und durch dieses allein beherrscht nunmehr das Cochlea-Vestibulum-Labyrinth

– die Muskelspannung des Körpers in statischer oder stationärer Stellung,

– die Dynamik (Wechselwirkung),

– die relative Stellung der Gliedmassen und deren Segmente,

oder in anderen Worten die gesamte Haltung und Gebärde.

Tatsächlich führt das Labyrinth die funktionelle und strukturelle Organisation des Nervensystems aus, so dass der Akt des Sprechens sich als Folge des Zuhörens entfaltet.

Dagegen ist es die Rolle des Nervensystems, kybernetisch das Ansprechen des Gehörs zu organisieren, so dass dieses sich wendet, anpasst, vorbereitet zum Zuhören oder sich selbst in einen vorbereitenden Zustand der Bereitschaft zum Erfassen oder in einen Zustand der cochlea-vestibularen Vorbereitung bringt. Die vestibulare Funktion wird angeregt durch Knochenleitung, die der Luftleitung vorangehen muss, da sonst das Labyrinth nicht zum Hören bereit ist.

Demgemäss sieht die Erfindung zwei Filterkanäle (vgl. US-PS 3 043 913) vor, wobei zusätzlich zu den Kopfhörern eine parallele Ausgangsstufe mit einem Vibrator vorhanden ist. Die Vorrichtung hat eine Zeitverzögerungseinrichtung, die das Schalten der Kopfhörer zum «hohen» Filterkanal um eine einstellbare, vorbestimmte Zeit verzögert, nachdem der Vibrator zum «hohen» Kanal geschaltet wurde.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Vorrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass sie einen Patienten auf den Empfang von Luftschallwellen vorbereiten und dessen Sprechweise verbessern kann.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 erfindungsgemäss durch die in dessen kennzeichnendem Teil angegebenen Merkmale gelöst.

Es hat sich gezeigt, dass die durch die bestehenden Systeme erzielten Vorteile noch gesteigert werden, indem die verzögerte Luftleitung vorgesehen wird, was insbesondere darauf zurückzuführen ist, dass das Gehör durch die vorhergehende Knochenleitung geschult wurde, um zu hören oder – genauer ausgedrückt – zuzuhören. Die tatsächliche Verzögerungsdauer ist individuell verschieden und liegt vorzugsweise im Bereich von 0 bis 0,25 s, wobei sie in Intervallen von 15 ms einstellbar ist. Diese Werte geben lediglich Beispiele an, und die Verzögerungsdauer kann bis zu 1 s in kontinuierlich veränderlicher Weise anstelle einer stufenartigen Grundlage beitragen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist auch die Knochenleitung einer Zeitverzögerung bezüglich des Empfanges eines Eingangspegels unterworfen, der höher als der Schwellenwert ist. Wiederum liegt die Verzögerungsdauer insbesondere im Bereich von 0 bis 0,25 s, wobei sie in Intervallen von 15 ms einstellbar und sich wiederum der Bereich bis zu 1 s auf einer kontinuierlich veränderlichen Grundlage ausdehnen kann. Wenn eine Knochenleitung-Verzögerung vorliegt, beginnt die Luftleitung-Verzögerungsdauer am Ende der Knochenleitung-Verzögerungszeit. Die

tatsächliche Verzögerung zur gewählten Knochenleitung hängt von der verwendeten Sprache ab, da verschiedene Sprachen jeweils eine verschiedene eigene Verzögerung zwischen dem Ruhezustand und dem Einsetzen eines hörbaren Tones, wie beispielsweise am Beginn eines Wortes oder einer Silbe, zeigen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Verarbeiten akustischer Signale,

Fig. 2 den Verlauf eines typischen Eingangssignales in die Vorrichtung zusammen mit dem Hüllkurven-Stärkepegel dieses Signales,

Fig. 3 das Ausgangssignal eines Schwellenwert-Detektors der Fig. 1 in Abhängigkeit vom Eingangssignal der Fig. 2,

Fig. 4 die Verarbeitung des Ausgangssignales des Schwellenwert-Detektors, und

Fig. 5 in grösseren Einzelheiten die durch die Blöcke in Fig. 1 dargestellten Komponenten.

In Fig. 1 umfassen parallele Eingangsabschnitte 1a, 1b, die jeweils von einem (nicht gezeigten) Mikrophon oder einem (nicht gezeigten) Magnetbandgerät gespeist sind, eine Schaltungsanordnung zum Verstärken und Einstellen des Pegels oder Volumens des ankommenden elektrischen Signales. Der Ausgangsanschluss des Eingangsabschnittes 1a ist direkt mit einem Mischer 2 verbunden, während der Ausgang des Eingangsabschnittes 1b an den Mischer 2 über einen Hochpass-Filterabschnitt 3 angeschlossen ist. Ein Tonfrequenzsignal wird am Ausgang des Mixers 2 erhalten, und Fig. 2 zeigt den typischen Verlauf eines erhaltenen Tonfrequenzsignales.

Der Ausgang des Mixers 2 liegt parallel zu Eingängen 5, 6 und 7 eines Hüllkurven-Pegeldetektors 8, eines «Nieder»-Filterkanales 9 bzw. eines «Hoch»-Filterkanales 10. Der Pegeldetektor 8 bestimmt, wenn der von einem Signal a erhaltene Hüllkurven-Pegel b einen vorbestimmten Schwellenwert-Pegel c (vgl. Fig. 2) überschreitet, und er erzeugt ein Ausgangssignal d (vgl. Fig. 3), das bei einer logischen «1» liegt, während der Schwellenwert c durch das Hüllkurven-Signal b überschritten wird, und bei einer logischen «0», wenn der Schwellenwert c nicht überschritten wird. Der Schwellenwert-Pegel ist über den Umgebungsräuschpegel eingestellt, so dass das Vorliegen einer logischen «1» im Signal d das Auftreten eines richtigen Eingangssignales a bedeutet, wie wenn jemand in das Mikrophon spricht.

Der Ausgang 12 des Pegeldetektors 8 ist mit dem Eingang 13 eines ersten Zeitverzögerungsmoduls 14 verbunden, der eine Zeitverzögerung zwischen dem Zeitpunkt, in dem der Pegeldetektor 8 eine Änderung von einem Wert unter dem Schwellenwert auf einen Wert über dem Schwellenwert c (d.h. ein Schalten von einer logischen «0» in eine logische «1») erfasst, und der Leitung eines akustischen Signales durch den Schädel eines Patienten, was als Knochenleitung bezeichnet wird, wobei wiederum der Pegel von einem hohen auf einen niederen Wert übergeht, aufbaut. Der erste Zeitverzögerungsmodul 14 kann daher als Knochenleitungs-Verzögerungsmodul bezeichnet werden. Die Zeitverzögerung ist vorzugsweise in Intervallen von 15 ms bis hinauf zu 0,25 s einstellbar.

Das Signal d ist daher bis zu 0,25 s verzögert, und dieses verzögerte Signal liegt am Ausgang 15 des Moduls 14 vor. Es sei darauf hingewiesen, dass die Verzögerungszeit beginnt, sobald das Signal d am Eingang 13 empfangen wird, und dieses Signal d liegt am Ausgang 15 nur dann, wenn das Eingangssignal während der Verzögerungsdauer stabil war. Wenn sich während der Verzögerungsdauer das Signal d von 0 nach 1 oder umgekehrt ändert, wird die Zeitverzögerung rückgestellt. Somit werden Änderungen ausgefiltert, die kürzer als die Verzögerungszeit andauern. Fig. 4 gibt hierfür eine Darstellung. In Fig. 4 stellt die obere Kurve ein typisches Aus-

gangssignal d des Pegeldetektors 8 dar. Die nächste Kurve d' stellt das Signal d dar, nachdem dieses um einen vorbestimmten Betrag zeitlich verzögert wurde. Es ist klar zu ersehen, dass die Änderungen im Signal d, die weniger als die Zeitverzögerung t andauern, im Signal d' nicht beachtet werden und weggelassen sind. Teile 19 und 20 des Signales d stellen nicht beachtete Änderungen dar.

Der Ausgang 15 des Moduls 14 ist mit einem Steuereingang 22 eines Kanalwählers 23 verbunden, der bestimmt, ob der «hohe» oder der «niedere» Filterkanal gewählt ist. Hierzu hat der Kanalwähler 23 einen hohen Eingang oder einen logischen «1»-Eingang 24 und einen niederen oder logischen «0»-Eingang 25, die mit dem Ausgang 26 des «hohen» Filterkanales 10 bzw. mit dem Ausgang 27 des «niederen» Filterkanales 9 verbunden sind. Der Kanalwähler 23 arbeitet unter der Steuerung des an seinem Steuereingang auftretenden Signales d'. Wenn eine logische «0» am Steuereingang 22 vorliegt, d.h. wenn das Signal kleiner als der voreingestellte Schwellenwertpegel ist, bewirkt der Wähler 23, dass das Signal am Eingang 25 auch am Ausgang 28 des Kanalwählers auftritt. Somit wird der «niedere» Filterkanal 9 gewählt, und die niederen Frequenzkomponenten des Signales a treten am Ausgang 28 auf. Wenn eine logische «1» am Steuereingang 22 vorliegt, d.h. wenn das Signal grösser als der Schwellenwertpegel ist, wird der «hohe» Filterkanal 10 gewählt, und hohe Frequenzkomponenten des Signales a werden am Ausgang 28 abgeführt.

Der Ausgang 28 ist mit dem Eingang 29 eines Pegel- oder Volumen-Steuergliedes 30 verbunden, das einen Knochenleitungs-Leistungsverstärker 31 versorgt, dem wiederum ein Wandler 32 nachgeschaltet ist. Der Wandler ist insbesondere ein elektromechanischer Vibrator oder Schwinger, der an der Stirn eines Patienten angebracht wird und eine Leitung von auf dem Signal a beruhenden Schwingungen von der Stirn durch den Schädel zu dem Knochen des Innenohres bewirkt.

Der Ausgang des Verzögerungsmoduls 14 ist ebenfalls mit dem Eingang 34 eines zweiten Verzögerungsmoduls 35 verbunden, der als Luftleitungs-Verzögerungsmodul aus Gründen bezeichnet wird, die weiter unten näher erläutert werden. Der Luftleitungs-Verzögerungsmodul 35 ist ähnlich zu oder gleich mit dem Knochenleitungs-Verzögerungsmodul 14, und wiederum ist die Zeitverzögerung in Intervallen von 15 ms bis hinauf zu 0,25 s wählbar. Das Signal d' liegt am Eingang 34 des Moduls 35, und nach der weiteren Zeitverzögerung wird ein Signal d'' (vgl. Fig. 4) am Ausgang 36 des Moduls 35 erhalten. Wenn wie beim Knochenleitungs-Verzögerungsmodul 14 eine Änderung im Pegel des Eingangssignales (d' in diesem Fall) nicht länger als für die vorbestimmte Zeitverzögerung (t' in diesem Fall) zurückbleibt, wird die Änderung im Ausgangssignal d'' nicht registriert. D.h., einige der Knochenleitungs-Übergänge werden im Signal d'' weggelassen, wenn die Luftleitungs-Verzögerung grösser als die Knochenleitungs-Verzögerung ist. Teile 40, 41 und 42 sind Beispiele für derartige kurzzeitige Übergänge.

Dies könnte die unerwünschte Wirkung haben, dass eine Luftleitung im «hohen» Kanal vorliegt, während eine Knochenleitung im «niederen» Kanal vorhanden ist, und um dies zu vermeiden, ist ein UND-Gatter 43 vorgesehen. Der Eingang 44 des UND-Gatters 43 ist mit dem Ausgang 36 des Luftleitungs-Verzögerungsmoduls 35 verbunden, und der Eingang 45 ist an den Ausgang 15 des Knochenleitungs-Verzögerungsmoduls 14 angeschlossen. Wenn jeweils die Signale d' und d'' am Eingang 45 bzw. 44 vorliegen, wird ein Ausgangssignal d''' (vgl. Fig. 4) am Ausgang 46 des UND-Gatters 43 erhalten. Es sei darauf hingewiesen, dass das UND-Gatter Übergänge von einer logischen «1» zu einer logischen «0» wieder herstellen soll, wie die für die Teile 41 und 42 gilt.

Der Ausgang 46 des UND-Gatters 43 ist mit einem Steu-

ereingang 47 eines weiteren Kanalwählers 48 verbunden, der bestimmt, ob der «hohe» oder «niedere» Filterkanal für die Luftleitung gewählt ist. Der Wähler 48 hat einen logischen «1»-Eingang 49, der mit dem Ausgang 26 des «hohen» Filterkanals 10 verbunden ist, und einen logischen «0»-Eingang 50, der an den Ausgang 27 des «niederen» Filterkanals 9 angeschlossen ist. Der Kanalwähler 48 arbeitet in der gleichen Weise wie der Kanalwähler 23, so dass – wenn das Signal  $d'''$  bei einer logischen «1» ist, der Wähler bewirkt, dass das Signal am Eingang 49 am Ausgang 51 des Wählers 48 auftritt und hohe Frequenzkomponenten des Signales a am Ausgang 51 liegen. Wenn das Signal  $d'''$  bei einer logischen «0» ist, bewirkt der Wähler 48, dass niedere Frequenzkomponenten des Signales a vom Eingang 50 zum Ausgang 51 verlaufen.

Der Ausgang 51 ist mit einem Eingang 53 eines Volumen-Steuerliedes 54 und mit einem Abgleich-Steuerlied 55 verbunden. Der Ausgang 56 des Volumen-Steuerliedes 54 ist über einen Leistungsverstärker 57 an eine rechte Hörkapsel 58 eines Kopfhörers angeschlossen, und der Ausgang 59 des Abgleich-Steuerliedes 55 ist über einen Leistungsverstärker 60 an eine linke Hörkapsel 61 des Kopfhörers angeschlossen. Der Kopfhörer sendet Schall in die Ohren des Patienten aufgrund des Signales a, und dieser Schall wird in das Innenohr durch Luft im Gehörgang geleitet, worauf der Ausdruck «Luftleitung» beruht.

Der Hochpass-Filterabschnitt 3 umfasst eine Gruppe verschiedener Hochpassfilter, beispielsweise ein 1 kHz-Hochpassfilter, ein 2 kHz-Hochpassfilter . . . bis hinauf zu einem 8 kHz-Hochpassfilter. Der Hochpass-Filterabschnitt 3 wird durch einen Folge-Logik-Abschnitt 66 gesteuert, der die Filtergruppe nach einer gewünschten Folge abtastet, die durch eine Schaltergruppe 67 einstellbar ist.

Die oben erläuterte Vorrichtung arbeitet auf die folgende Weise: Ein Band mit der Stimme der Person wird auf dem Bandgerät abgespielt und abhängig von der Einstellung der Schalter 67 werden die Filter im Abschnitt 3 nach einer vorbestimmten Folge abgetastet. So kann beispielsweise das 8 kHz-Hochpassfilter anfänglich für eine Zeitdauer von 5 Minuten betätigt werden, wonach dieses durch das 7 kHz-Hochpassfilter für 5 Minuten ersetzt wird usw., und auf diese Weise tritt eine Reihe gefilterter Signale a am Ausgang des Mischers 2 auf. Die Person wird unterwiesen, mit den vom Band erhaltenen Signalen in Wechselwirkung zu treten, indem zu gewissen Zeiten in das Mikrophon gesprochen wird, und ungefilterte Signale a werden daher auch vom Mikrophon erhalten.

Beim Einsetzen eines gesprochenen Wortes entweder vom Bandgerät oder vom Mikrophon, das ein Eingangssignal a am Ausgang des Mischers 3 auftreten lässt, erfasst der Pegeldetektor 8 einen Hüllkurvenpegel grösser als der voreingestellte Wert, und nach einer im Modul 14 voreingestellten Zeitverzögerung bewirkt der Kanalwähler 23 ein Umschalten vom «niederen» Kanal 9 zum «hohen» Kanal 10, was dazu führt, dass hohe Frequenzkomponenten des Signales a am Knochenleitungs-Verstärker 31 und am Wandler 32 liegen. Inzwischen werden die niederen Frequenzkomponenten des Signales «a» durch den Wähler 48 zum Verstärker und Kopfhörer 54 gespeist. Nach einer weiteren Zeitverzögerung, die im Modul 35 voreingestellt ist, bewirkt der Kanalwähler 48 ein Umschalten vom «niederen» Kanal 9 zum «hohen» Kanal 10, was dazu führt, dass hohe Frequenzkomponenten des Signales a am Kopfhörer-Verstärker und am Kopfhörer 54 auftreten. Somit wird eine Luftleitung der hohen Frequenzkomponenten des Signales a bezüglich einer Knochenleitung derselben hohen Frequenzkomponenten verzögert.

Wenn der Hüllkurven-Pegel beispielsweise am Ende einer Silbe oder eines Wortes abfällt, gehen die Signale  $d'$  und  $d'''$  gleichzeitig auf eine logische «0» zurück (Teile 41 und 42), und somit schalten die Wähler 23 und 48 gleichzeitig, damit

die niederen Frequenzkomponenten des Signales a zum Knochenleitungs-Verstärker und zum Wandler 30 sowie zum Kopfhörer-Verstärker und zum Kopfhörer 54 verlaufen. Jedoch tritt dieses gleichzeitige Schalten der Knochenleitung und der Luftleitung am Ende einer Silbe nur auf, wenn die Zeit zwischen den Silben kleiner als die durch den Luftleitungs-Modul 35 erzeugte Zeitverzögerung ist.

Im folgenden wird die Fig. 5 näher erläutert, die bevorzugte Bandedemente zeigt, die die verschiedenen Moduln und Blöcke in Fig. 1 bilden.

Die meisten Widerstände und Kondensatoren in Fig. 5 werden nicht näher erläutert, da deren Funktion und Betrieb von üblicher Art sind. Ein Mikrophon-Eingangsabschnitt 1a umfasst einen Vorverstärker 81, der mit einem Pegel-Steuerlied 82 verbunden ist, das einen Ausgangsanschluss 83 aufweist, der an den Mischer angeschlossen ist, der als ein Verstärker 84 ausgeführt ist.

Ein Band-Eingangsabschnitt 1b umfasst auch einen Vorverstärker 85, der über einen Anschluss 86 den (in Fig. 5 nicht gezeigten) Hochpass-Filterabschnitt 3 speist. Ein Pegel-Steuerlied 87 ist mit dem Ausgang des Hochpass-Filterabschnittes verbunden, und ein Ausgangsanschluss 88 ist zusammen mit dem Anschluss 83 an den Verstärker 84 angeschlossen.

Der Hüllkurven-Detektor 8 ist mit seinem Eingang 5 an den Ausgang des Mischers 2 angeschlossen, und das ankommende Tonfrequenzsignal 92 richtet das Signal gleich, und ein RC-Glied 93 filtert die Tonkomponenten aus, die das Hüllkurven-Signal 6 verlassen, das am Eingang 94 eines Vergleichers/Pegel-Anzeigers 95 liegt, der fünf Spannungsvergleicher und Lampen- bzw. Leuchtdioden-Ansteuerglieder enthält.

Jeder Vergleichler prüft den Eingangssignalpegel mit dem Bezugspegel c, wobei dies fünf gleiche Schritte von 0 bis 1 V sind, d.h., der Vergleichler 1 bestimmt, ob das Eingangssignal grösser als 0,2 V ist, während der Vergleichler 2 gegenüber 0,4 V prüft, usw., so dass – wenn der Eingangssignalpegel 1,0 V überschreitet – alle fünf Vergleichler ihre jeweiligen Leuchtdioden L 1 bis L 5 über Widerstands/Leuchtdioden-Leitungen 96 einschalten. Diese Vorrichtung liefert so eine Festkörper-Anzeige des Signalpegels. Der Ausgang 97 des Vergleichers 1 (0,2 V) wird auch als der Schwellenwert-Pegeldetektor für die Zeitverzögerungen verwendet. Wenn der Schwellenwert überschritten wird, wird das am Ausgang 97 auftretende Signal d klein. D.h., wenn der Vergleichler einen Pegel des Eingangssignales erfasst, der grösser ist als der Schwellenwert, so gibt er ein logisches «0»-Signal ab, das zur Erläuterung der Beschreibung als der wirkliche oder wahre Zustand für das Signal d angesehen wird.

Das logische Signal d wird zum Verzögerungsmodul 14 gespeist, der ein exklusives ODER-Gatter (XOR) 100, einen Zeitgeber-Chip 101 und ein Flip-Flop 102 aufweist. Der Modul ist so aufgebaut, dass nach einer gegebenen Zeitverzögerung der Zustand der Ausgangsleitung gleich ist mit dem Zustand der Eingangsleitung, d.h., ein wirkliches Eingangssignal verursacht ein wirkliches Ausgangssignal. Es sei darauf hingewiesen, dass eine logische «0» ein wirklicher Wert für das Eingangssignal d ist, während ein wirkliches Ausgangssignal eine logische «1» hat; dies erfolgt durch einen Inverter 111. Das exklusive ODER-Gatter 100 hat einen Eingang 104, der zum Empfang des Signales d angeschlossen ist, und einen Eingang 105, der mit dem nicht-invertierenden Ausgang 153 des Flip-Flops 102 verbunden ist, so dass – wenn an den Eingängen 104 und 105 das gleiche Signal liegt – der Ausgang 106 des exklusiven ODER-Gatters eine logische «0» liefert und sich in eine «1» verändert, wenn das Eingangssignal d nicht gleich ist wie das Signal am Ausgang 153.

Es sei darauf hingewiesen, dass bei einem stabilen Betrieb bei einem unteren Schwellenwert-Signalpegel für eine lange Zeit und einer plötzlichen Steigerung des Signalpegels, die

das Signal d in eine logische «0» verändern lässt, die einen Hüllkurvenpegel grösser als den Schwellenwert darstellt eine logische «1» durch das exklusive ODER-Gatter am Anschluss 106 erzeugt wird (dies zeigt an, dass das Eingangssignal nicht gleich mit dem Ausgangssignal ist). Diese Änderung des Ausgangs 106 von «0» nach «1» am Zeitgeber-Chip-Eingang 110 beginnt eine Zeitverzögerung um einen voreingestellten Faktor, wobei während dieser Zeit der Zeitgeber-Ausgang 150 von «1» in «0» übergeht. Am Ende der Zeitverzögerung kehrt der Ausgang 150 in einen «1»-Zustand zurück und bewirkt, dass das Flip-Flop 102 den logischen Pegel an seinem Dateneingang 152 zu seinem Ausgang 153 überträgt. Dies lässt beide Eingänge des exklusiven ODER-Gatters den Wert «0» annehmen, und somit kehrt der Ausgang 106 in einen «0»-Zustand zurück. Dadurch kann nunmehr der Verzögerungsmodul eine «1» am Eingang 104 annehmen, und eine andere Zeitverzögerung beginnt, die den Eingang 105 (oder 153) so ändert, dass er gleich ist wie der Eingang 104. Der Modul ändert den Ausgang so, dass er nach einer festen Zeitverzögerung gleich ist mit dem Eingang, wie gezeigt werden kann.

Der Zeitgeber-Chip 101 hat auch eine Rückkopplungsschleife 155, die bewirkt, dass er zu der Zeitgeber-Verzögerungsperiode schwingt, um zu gewährleisten, dass unmittelbar nach Ansteigen der Leistung das Ausgangssignal gleich mit dem Eingangssignal wird. Da der Zeitgeber von einer erneut ansteuerbaren oder triggerbaren Art ist, übersteuert die Eingangsänderung am Eingang 110 die Rückkopplungsschleife 155, und somit wird diese Schleife für den normalen Betrieb durchlässig.

Das Ausgangssignal des Flip-Flops 153 wird durch den Inverter 111 umgekehrt, um ein Signal d' am Ausgang 157 zu ergeben, und in den Wähler-Modul eingespeist. Der Inverter korrigiert die Tatsache, dass das Signal d durch den Ausgang 97 des Vergleichers umgekehrt wurde.

Der Luftleitungs-Zeitverzögerungs-Modul 35 ist ähnlich wie der Modul 14 mit einem exklusiven ODER-Gatter 115, einem Zeitgeber 116 und einem Flip-Flop 117 aufgebaut. Eingänge 118 und 119 des exklusiven ODER-Gatters 115 sind mit dem nicht-invertierenden Ausgang 153 des Flip-Flops 102 bzw. mit dem nicht-invertierenden Ausgang des Flip-Flops 117 verbunden. Der Betrieb ist identisch mit dem Betrieb des Moduls 14 mit der Ausnahme, dass anstelle des wirklichen Ausgangs des Flip-Flops 117 der invertierte Ausgang verwendet wird, um den invertierten Zustand des Signals d zu korrigieren, bevor die Signale in das UND-Gatter 43 gespeist werden, um das Steuersignal für das Luftleitungs-Signal d''' am Ausgang 156 hervorzurufen.

Ein Ausgang 157 ist über ein Wähler-Ansteuerglied aus einem RC-Glied bzw. Widerstands/Kondensator-Netzwerk 159 und einem Verstärker 112 an einen Gleichstrom-Kanalwähler 23 angeschlossen, und ein Ausgang 156 ist über ein ähnliches Wähler-Ansteuerglied aus einem Widerstands/Kondensator-Netzwerk 158 und einem Verstärker 120 an einen Wechselstrom-Kanalwähler 48 angeschlossen.

Der Nieder-Filterkanal 9 umfasst ein Widerstands/Kondensator-Netzwerk einschliesslich veränderlicher Wider-

stände 121 und 122, die eingestellt werden können, um einen gewünschten Frequenzgang über dem Tonfrequenzspektrum zu erhalten, und ein Verstärker 123 ist vorgesehen, um die gewählten Frequenzen zu verstärken. Insbesondere sind die Widerstände eingestellt, um eine Frequenzgang-Kurve zu erzielen, in der niedere Frequenzen mit verschiedenen Verstärkungsgraden durchgelassen und hohe Frequenzen gesperrt werden.

Der Hoch-Filterkanal 10 umfasst die gleichen Bauteile, die mit einem Strich versehen sind, und in diesem Fall sind die Widerstände so eingestellt, dass eine Frequenzgang-Kurve erhalten wird, in der hohe Frequenzen mit verschiedenen Verstärkungsgraden durchgelassen und niedere Frequenzen gesperrt werden.

Das Signal a liegt an beiden Filterkanälen von einem Verstärker 84 der Mischerstufe 2 über einen Trennkondensator 124.

Der Kanalwähler 23 umfasst zwei optische Koppler 130 und 131, die jeweils eine Leuchtdiode (LED) 132, 132' und eine Cadmiumsulfid-(CdS-)Zelle 133, 133' aufweisen. Die Zelle 133 ist mit dem Ausgang des Nieder-Kanalfilters 9 am Verstärker 123 verbunden, und die Zelle 133' ist an den Verstärker 123' des Hoch-Kanalfilters 10 angeschlossen. Die Zellen 133 und 133' sind an einem Punkt zusammengeschaltet, der den Ausgang 28 des Kanalwählers 23 darstellt.

Die Leuchtdioden 132 und 132' sind an einen Verbindungspunkt 135 angeschlossen, und dieser Verbindungspunkt ist mit dem Knochen-Ansteuerungsausgang des Verstärkers 112 verbunden. Die Leuchtdioden liegen in Reihe zwischen zwei Bezugsspannungen + E und - E, und wenn eine logische «0» am Signal d' vorliegt, wird ein negatives Knochen-Ansteuersignal an den Verbindungspunkt 135 gelegt, um wirksam die Leuchtdiode 132' auszuschalten. Der durch die Leuchtdiode 132 verlaufende Strom verursacht einen merklichen Abfall im Widerstandswert der Zelle 133, wodurch das Signal vom Nieder-Filterkanal 9 zu einem Verbindungspunkt 28 verläuft. Somit wählt der Kanalwähler das Signal, das aus dem Nieder-Filterkanal 9 austritt.

Wenn das Signal d' in eine logische «1» schaltet, wird ein positives Knochen-Ansteuersignal am Verstärker 112 erhalten, der in seinem Einstellmass durch das Widerstands/Kondensator-Netzwerk 159 begrenzt ist, und wenn dieses positiv werdende Signal entsteht, nimmt der Strom durch die Leuchtdiode 132' zu, während der Strom durch die Leuchtdiode 132 abnimmt, was zu einer graduellen Verringerung des Widerstandswertes der Zelle 133' und zu einer graduellen Steigerung des Widerstandswertes der Zelle 133 und folglich zu einem glatten Übergang von einem niederen Kanal zu einem hohen Kanal führt. Wenn der Übergang abgeschlossen ist, verläuft das Signal vom Hoch-Filterkanal 10 vollständig zum Verbindungspunkt 28.

Der Kanalwähler 48 ist in genau der gleichen Weise wie der Kanalwähler 23 aufgebaut, wobei er jedoch anstelle durch die Knochenleitungs-Ansteuerung durch die Luftleitungs-Ansteuerung versorgt wird, die tatsächlich bezüglich der Knochenleitungs-Ansteuerung verzögert ist.



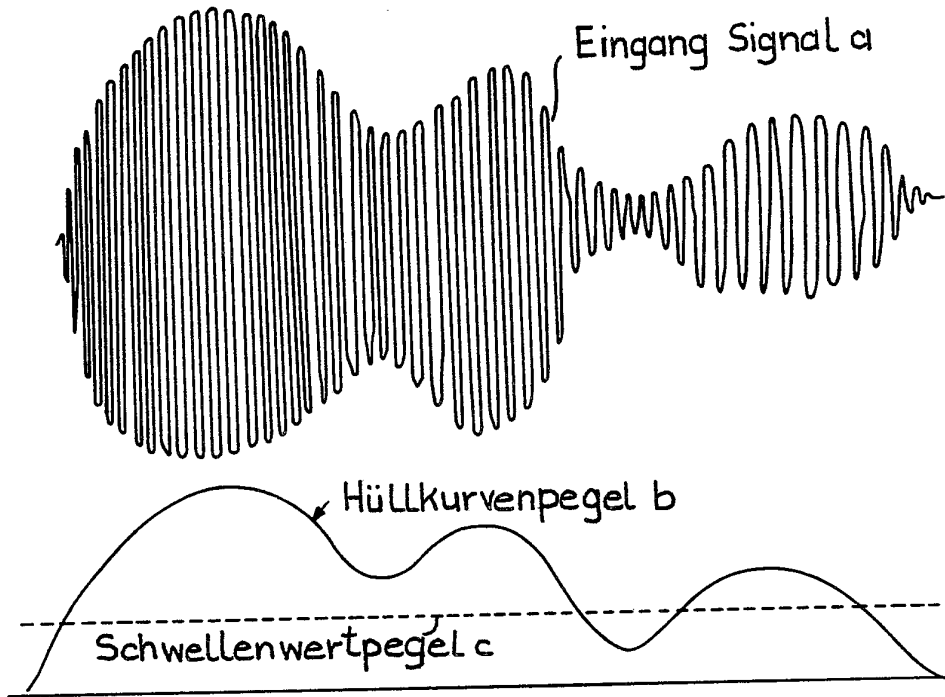


FIG. 2

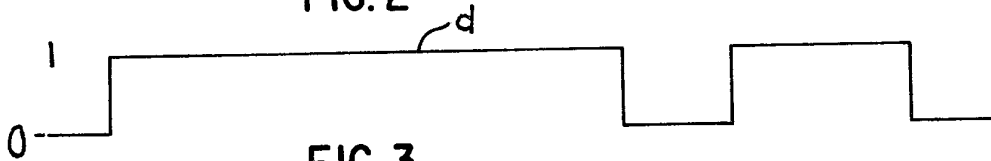


FIG. 3

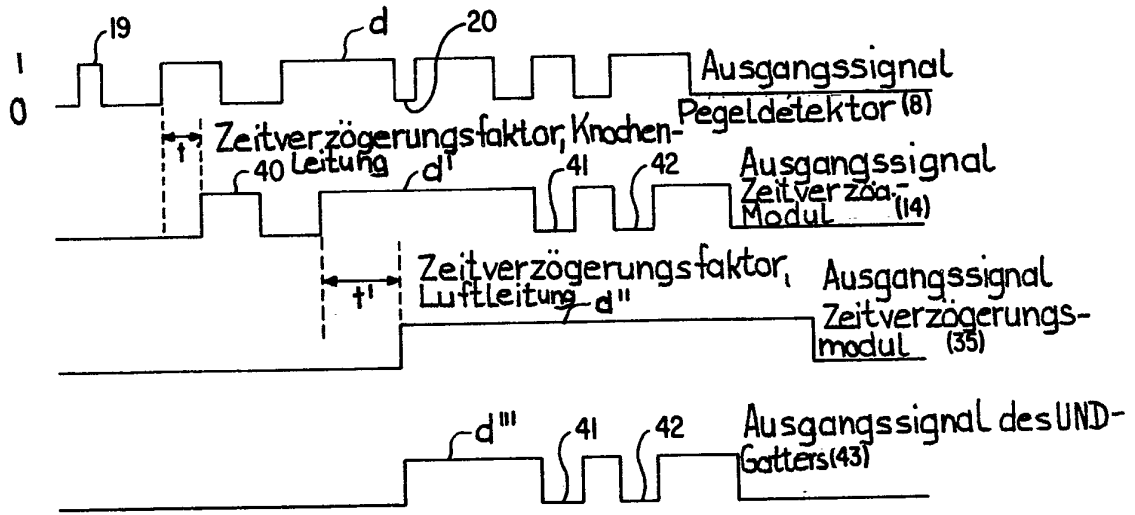


FIG. 4

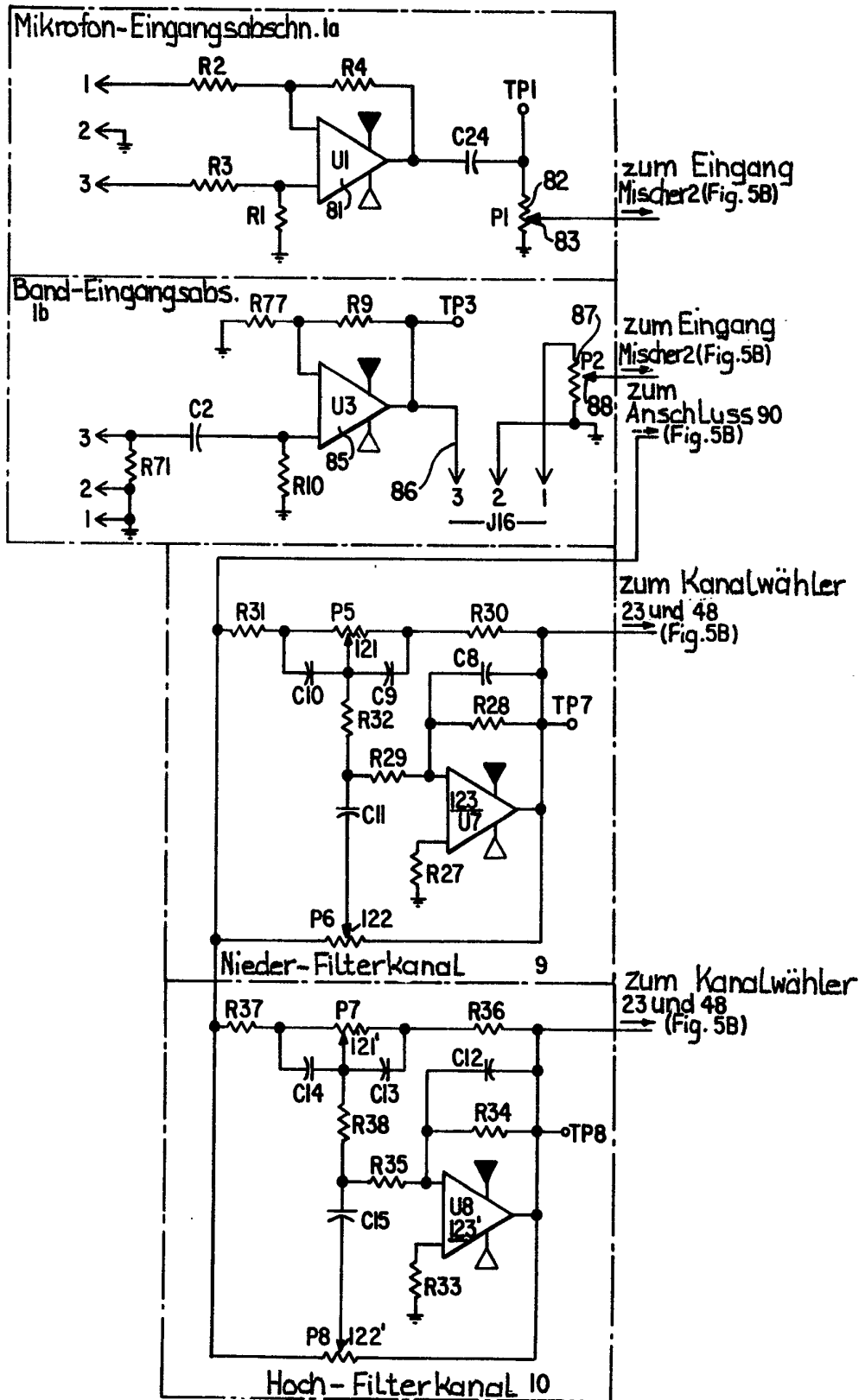


FIG. 5A

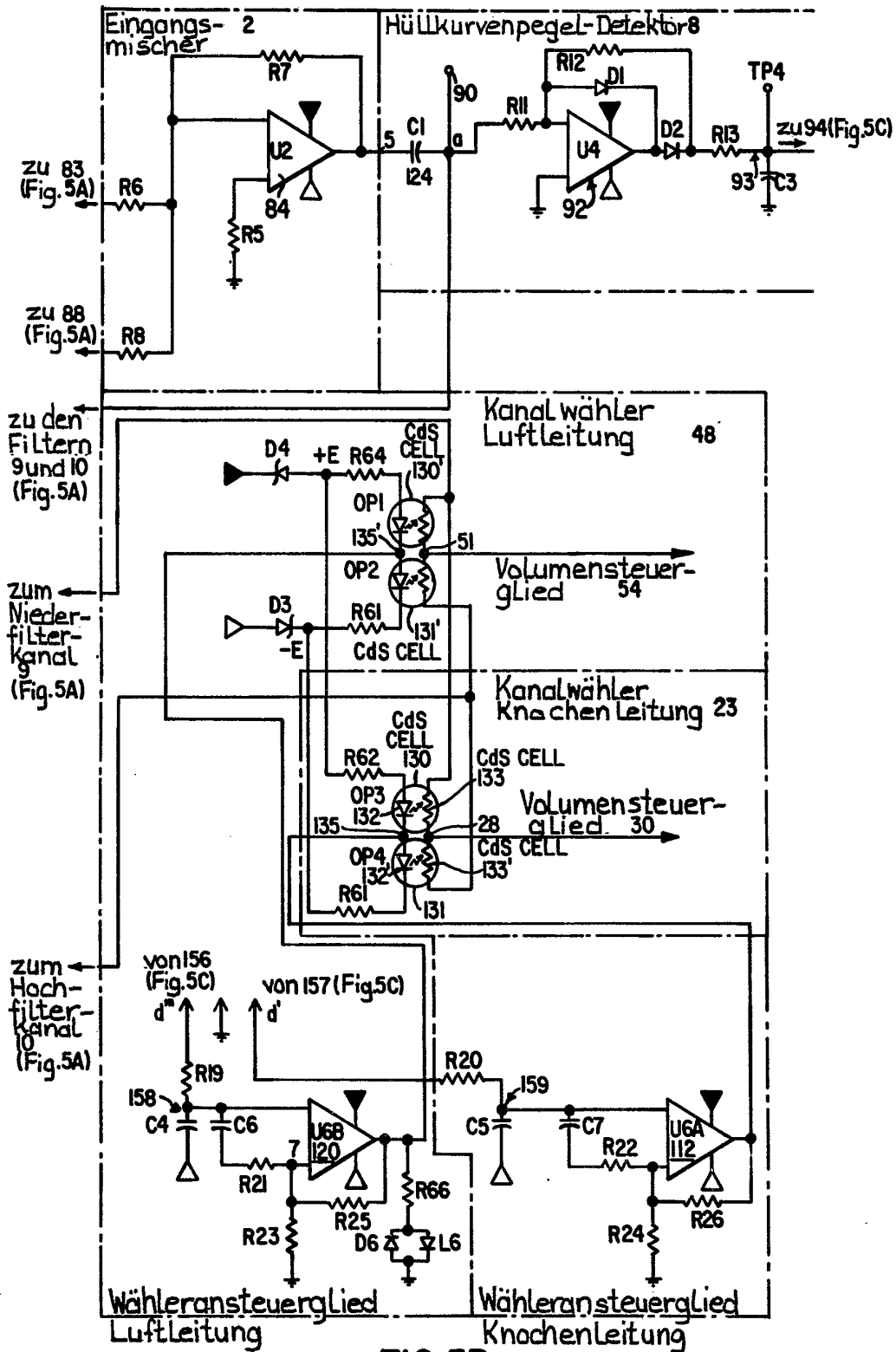


FIG. 5B

