



 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

 Anmeldenummer : **91890266.9**

 Int. Cl.<sup>5</sup> : **H04R 25/00**

 Anmeldetag : **06.11.91**

 Priorität : **07.11.90 AT 2237/90**

 Erfinder : **Ribic, Zlatan, Dipl.-Ing. Dr. Anton Baumgartner-Strasse 44/A8/52 A-1230 Wien (AT)**

 Veröffentlichungstag der Anmeldung : **13.05.92 Patentblatt 92/20**

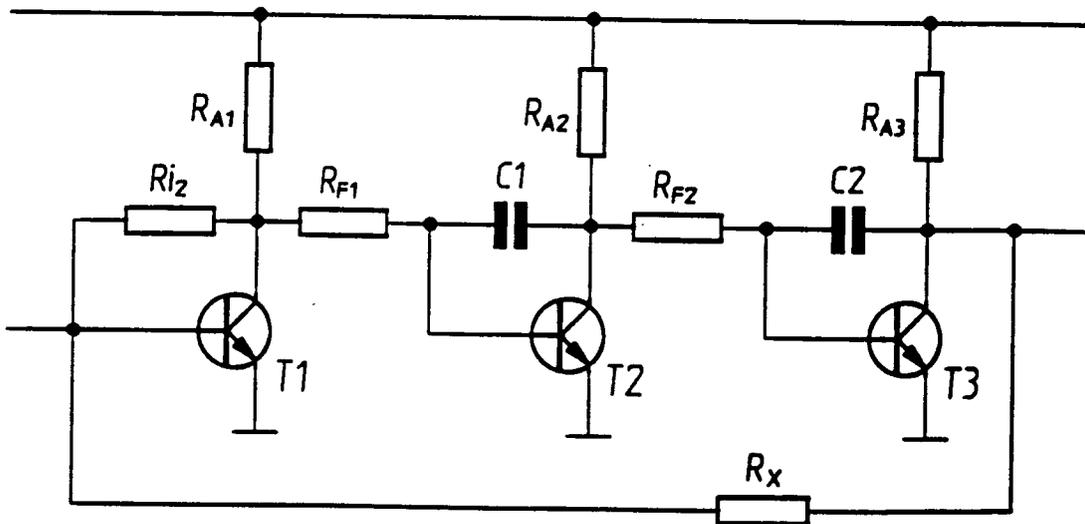
 Vertreter : **Kliment, Peter, Dipl.-Ing. Mag.-jur. Singerstrasse 8/3/8 A-1010 Wien (AT)**

 Benannte Vertragsstaaten : **CH DE DK GB IT LI**

 Anmelder : **VIENNATONE Gesellschaft m.b.H. Fröbelgasse 28-32 A-1164 Wien (AT)**

 **Hörgerät mit Filterschaltung.**

 Hörgerät mit einem Mikrofon, mindestens einem von dessen Signalen beaufschlagten Verstärker, der zur Beeinflussung des Frequenzganges mit einem Filter höherer Ordnung zusammenwirkt und einem Lautsprecher, der die verstärkten Signale in Schallwellen umwandelt. Dieses Filter (3) kann auf konventionelle Weise zwischen zwei Verstärkerstufen oder in der Rückkopplungsschleife des Verstärkers (6) angeordnet sein. Um bei einem solchen Hörgerät eine optimale Anpassung des Frequenzganges an die jeweiligen Erfordernisse zu ermöglichen, ist es vorgesehen, daß das Filter (3) als Mehrfachfilter mit biquadratischer Struktur aufgebaut ist und mindestens zwei Integratoren und einen invertierenden Verstärker aufweist, bei welchen Bauteilen die aktiven Elemente durch Transistoren, vorzugsweise Einzel-Transistoren (T1, T2, T3) gebildet sind. Dabei ist die Rückkopplungsschleife des Verstärkers (6) über ein einstellbares Potentiometer ( $R_A$ ) zur Einstellung der Filteranhebung oder -absenkung geführt und im Filterkreis (3) ist ein einstellbares Potentiometer ( $R_F$ ) zur Einstellung der Mittenfrequenz des Filters (3) angeordnet.



**Fig. 3**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hörgerät mit einem Mikrofon, mindestens einem von dessen Signal beaufschlagten Verstärker, der zur Beeinflussung des Frequenzganges mit einem Filter höherer Ordnung, das als Mehrfachfilter ausgebildet ist, zusammenwirkt und einem Lautsprecher, der die verstärkten Signale in Schallwellen umwandelt.

5 Für die Anpassung eines Hörgerätes an die jeweiligen Erfordernisse des Trägers ist es notwendig, den Frequenzgang des Gerätes entsprechend zu wählen und einzustellen. Zu diesem Zweck ist es bekannt, Hoch- und/oder Tiefpaßfilter zu verwenden, welche den Frequenzgang mehr oder weniger beeinflussen. Manchmal werden auch Bandpaßfilter verwendet, die aus jeweils einem Hoch- und einem Tiefpaßfilter gebildet sind ist  
10 ein Fall bekannt, wo ein "Graphic Equalizer" zur Anwendung kommt, eine Parallelschaltung von mehreren Bandpaßfiltern mit festgelegten Frequenzbändern, aber unabhängig regelbaren Amplituden. Allerdings erfordern Filter höherer Ordnung, die eine entsprechend gute Anpassung des Frequenzganges ermöglichen, einen relativ hohen Aufwand an Bauteilen.

Wie zahlreiche Untersuchungen ergaben, genügt es zur Erzielung der meisten in der Praxis angestrebten Frequenzgang-Kurven, eines der bekannten Hoch- und/oder Tiefpaßfilter mit einem Bandedqualizer zu kombi-  
15 nieren, der es ermöglicht, ein relativ schmales Frequenzband mit beliebig wählbarer Mittenfrequenz anzuheben oder abzusenken. Für einen solchen Bandedqualizer bietet sich ein parametrisches Filter an, wie es - mit Operationsverstärkern aufgebaut - in der Studioteknik seit langem in Verwendung steht. Ein solches parametrisches Filter erfordert aber einen hohen Schaltungsaufwand und war deshalb in der bislang üblichen Bauform aufgrund des geringen Platzangebotes und der niedrigen Betriebsspannung in der Hörgerätetechnik nicht ver-  
20 wendbar.

Ziel der Erfindung ist es ein Hörgerät der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, bei dem eine optimale Anpassung des Frequenzganges möglich ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Filter eine biquadratische Struktur aufweist und mindestens zwei Integratoren und einen invertierenden Verstärker, bei welchen Bauteilen die aktiven Elemente  
25 durch diskrete Bauteile, insbesondere Einzel-Transistoren, gebildet sind, aufweist.

Durch diese Maßnahme ergibt sich der Vorteil, daß sich zwei bzw. drei Parameter auf einfache Weise regeln lassen. So können z.B. die Mittenfrequenz, die Filtergüte bzw. die Amplitude der Anhebung bzw. der Absenkung, als auch die Filterart, z.B. Tiefpaß, Hochpaß oder Bandpaß, je nach Anordnung des Filterausgan-  
ges gewählt werden.

Mehrfachfilter mit biquadratischer Struktur sind in der Literatur bekannt, z.B. aus "RC Active Filter design hand-book", J. Wiley & Sons, 1985, doch sind diese Filter stets mit Operationsverstärkern aufgebaut. Ein sol-  
30 cher Aufbau des Filters ist aber für Hörgeräteanwendungen nicht geeignet, da es aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Raumes nicht möglich ist, zusätzlich zu den üblichen Verstärker-Bauteilen, die für das Filter notwendigen Bauteile und die bisher erforderlichen drei Operationsverstärker unterzubringen. Außerdem reicht auch die in der Regel für Hörgeräte vorgesehene Spannungsversorgung mit einer 1,4V-Batterie, durch-  
35 schnittliche Betriebsspannung 1,2 - 1,3V, für den Betrieb von Operationsverstärkern nicht aus. Eine Spannungsquelle mit höherer Spannung läßt sich aber aus Platzgründen in einem Hörgerät (Ausnahme: Kästchenggerät) nicht unterbringen.

Durch die vorgeschlagene Lösung werden diese Probleme vermieden, wobei sich trotz der Verwendung  
40 von Einzeltransistoren oder niedrig integrierter Bauteile eine Art Biquad-Filter ergibt, mit dem sich, wie bereits oben dargelegt, mehrere Parameter auf einfache Weise einstellen lassen und damit der Frequenzgang des Hörgerätes sehr weitgehend an den gewünschten Frequenzgang angepaßt werden kann.

Weiters kann bei einem Hörgerät mit einem mit einer Rückkopplungsschleife versehenen Verstärker vor-  
gesehen sein, daß das Filter in der Rückkopplungsschleife des Verstärkers angeordnet ist.

45 Auf diese Weise ist es möglich nur einen Frequenzbereich selektiv zu beeinflussen und eine Equalizer-schaltung für ein Hörgerät aufzubauen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die einzelnen Stufen des Filters durch eine oder mehrere Rückkopplungsleitungen miteinander verbunden sind.

Durch diese Maßnahme läßt sich durch Einbau von einstellbaren Bauteilen in die Rückkopplungsleitungen  
50 eine besonders gute Anpassung des Hörgeräte-Frequenzganges erreichen.

Weiters kann vorgesehen sein, daß die Rückkopplungsschleife des Verstärkers über ein Potentiometer zur Einstellung der Filteranhebung oder -absenkung geführt ist und im Filterkreis ein Potentiometer zur Einstellung der Mittenfrequenz des Filters angeordnet ist.

55 Auf diese Weise ergibt sich ein einfacher Aufbau, der aber eine sehr weitgehende Anpassung des Hörgerätes an die jeweils gewünschte Frequenzgang-Kurve ermöglicht.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Hörgerätes, wobei das Filter zwischen zwei Verstärkerstufen angeordnet ist,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Hörgerätes, wobei das Filter in der Rückkopplungsschleife eines Verstärkers angeordnet ist,

Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Filter,

Fig. 4 (a, b und c) die Filtercharakteristika der drei, bei einem erfindungsgemäßen Filter zur Verfügung stehenden Ausgänge,

Fig. 5 eine praktisch ausgeführte Filterschaltung und

Fig. 6 die Funktion der Schaltung von Fig. 5 in einer Frequenzgangdarstellung.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Hörgerätes, wobei das Mikrofon 1 das Schallsignal in ein elektrisches Signal umwandelt, welches im Vorverstärker 2 verstärkt wird, danach zur Frequenzgangbeeinflussung das Filter 3 durchläuft und schließlich, nachdem es im Endverstärker 4 auf den erforderlichen Ausgangspegel verstärkt wurde, von einem Lautsprecher 5 wieder in ein akustisches Schallsignal umgewandelt wird. Bei dieser Schaltungsvariante ist das Filter auf konventionelle Weise zwischen zwei Verstärkerstufen angeordnet.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Hörgerätes, wobei das Filter in der Rückkopplungsschleife eines Verstärkers angeordnet ist. Das Mikrofon 1 wandelt das Schallsignal in ein elektrisches Signal um, welches im Vorverstärker 2 verstärkt wird. Danach durchläuft es den Zwischenverstärker 6, in dessen Rückkopplungsschleife das Filter 3 angeordnet ist, wodurch das Signal frequenzselektiv beeinflusst wird. Danach wird das Signal im Endverstärker 4 auf den erforderlichen Ausgangspegel verstärkt und schließlich vom Lautsprecher 5 wieder in ein akustisches Schallsignal umgewandelt.

Fig. 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Filters 3. Dieses weist eine biquadratische Struktur auf, wobei die Transistoren T2 und T3 in Verbindung mit dem Widerstand  $R_{F1}$  und dem Kondensator C1, bzw. dem Widerstand  $R_{F2}$  und dem Kondensator C2 zwei Integratoren bilden. Die für eine biquadratische Struktur erforderliche Phasenumkehrstufe wird durch den Transistor T1 und die zugehörigen Widerstände  $R_{I2}$ ,  $R_X$ ,  $R_{A1}$  gebildet. Die Arbeitswiderstände der Transistoren T1 bis T3 sind mit  $R_{A1}$ ,  $R_{A2}$  und  $R_{A3}$  bezeichnet.

Weiters ist der Kollektor des Transistors T3 über den Widerstand  $R_X$  auf die Basis des Transistors T1 rückgekoppelt.

Bei diesem Filter wird die Basis des Transistors T1 als Eingang verwendet, wobei die Kollektorausgänge aller drei Transistoren T1, T2 und T3 als Ausgänge zur Verfügung stehen. Dabei ergibt der Kollektor des Transistors T1 einen Hochpaßausgang (Fig. 4a), der Kollektor des Transistors T2 einen Bandpaßausgang (Fig. 4b) und der Kollektor des Transistors T3 einen Tiefpaßausgang (Fig. 4c). Damit kann dasselbe Filter für verschiedene Anwendungen vorgesehen werden. Die Mittenfrequenz dieses Filters wird dabei durch die Widerstände  $R_{F1}$  und/oder  $R_{F2}$  und die Kondensatoren C1 und C2 festgelegt.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Filter 3 handelt es sich um eine vereinfachte Kerwin-Huelsman-Newcomb-Struktur, die zur Gruppe der biquadratischen Filter zählt. Durch Anordnung einer weiteren Rückkopplung vom Kollektor des Transistors T2 auf den Emitter des Transistors T1 mittels eines Emitterwiderstandes ist es auch möglich den Gütefaktor des Filters zu verändern und das Filter auf eine volle Kerwin-Huelsman-Newcomb-Struktur aufzuwerten.

Weiters können alle drei Basisanschlüsse durch drei hochohmige Widerstände zu einem gemeinsamen Eingang verbunden werden. In einem solchen Fall können die Kollektoren der Transistoren T1 oder T3 als Bandpaßausgang verwendet werden. Es ist dann aber kein Hochpaßausgang vorhanden. Eine solche Schaltung entspricht dann einer Tow-Thomas-Struktur, die ebenfalls zu den biquadratischen Filtern zählt.

Für einen vereinfachten Bandpaß kann die Basis des Transistors T3 allein als Eingang verwendet werden.

Mit dem Filter 3 nach Fig. 3 und den erwähnten Abänderungen desselben können fast alle Equalizerschaltungen durch entsprechende Auswahl der Impedanzen und Rückkopplungen ausgeführt werden.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für einen Verstärker 6 mit diesem Filter 3. Dabei dient der Transistor T4 mit seinem Arbeitswiderstand R5 als Verstärker, wobei zur Arbeitspunktstabilisierung und Verstärkungseinstellung in bekannter Weise eine Basis-Kollektor-Gegenkopplung über die Widerstände R2 und R3 vorgesehen ist.

Über die Widerstände R4 und R6 ist dieser Verstärker 6 mit dem Filter 3 verbunden, das in der Rückkopplungsschleife des Verstärkers 6 liegt. Dabei bilden die Transistoren T1 bis T3 eine biquadratische Struktur, wobei der Transistor T3 mit dem Widerstand  $R_{I2}$  und dem Kondensator C1 als auch der Transistor T2 mit dem Kondensator C2 und dem Widerstand  $R_{I1}$  die beiden Integratoren bilden. Die Phasenumkehrstufe wird durch den Transistor T1 mit den Widerständen  $R_F$  und R7 gebildet. Dabei ist die Verstärkung dieses im Filter 3 angeordneten Verstärkers T1 durch den als Potentiometer geschalteten Widerstand  $R_F$  veränderbar, wobei sich durch die Änderung der Verstärkung auch eine Verschiebung der Resonanzfrequenz des gesamten Filters 3 ergibt. Die Arbeitswiderstände des Filters 3 sind durch die Widerstände R8, R9 und R10 gebildet.

Der Kollektor des Transistors T3 stellt den Bandpaßausgang des Filters 3 dar, wobei am Kollektor des Transistors T1 ein dazu gegenphasiges Signal abgreifbar ist. Durch das Potentiometer  $R_A$  können die Amplitude und die Phase des zum Verstärker 6 zurückgeführten Signals beeinflusst werden. Dadurch kann die Rückkop-

plung des Transistors T4 so gewählt werden, daß, je nach Einstellung des Potentiometers  $R_A$ , durch positive Rückkopplung (Mitkopplung) eine selektive Anhebung oder durch negative Rückkopplung (Gegenkopplung) eine Absenkung des über das Filter 3 laufenden Signals erreicht wird. Dabei wird die Güte des Filters 3 im wesentlichen durch die Dimensionierung der Widerstände R2, R3 und R4 bestimmt.

5 Auf diese Weise lassen sich mit nur zwei Einstell-Organen eine nahezu unbegrenzte Vielzahl von Filterkurven realisieren. Diese Einstell-Organen können z.B. manuell bedienbare Potentiometer oder Trimmer sein, ebensogut aber auch durch elektrisch steuerbare Impedanzen, wie z.B. Transistoren gebildet sein.

Fig. 6 zeigt beispielsweise die Funktion der Schaltung nach Fig. 5, wobei die Mittenfrequenzen der Anhebungen bzw. Absenkungen durch Verstellen des Widerstandes  $R_F$  gewählt werden können. Die Fig. 6 zeigt 10 nur einige, beliebig herausgegriffene Frequenzgänge, wobei der Verlauf der Kurven oberhalb und unterhalb der Mittellinie angibt, in welchem Umfang bei den einzelnen Frequenzen die Anhebung bzw. Absenkung variiert werden kann.

Dabei zeigt sich, daß nach den tiefen Frequenzen hin die Verstellmöglichkeit der Absenkung zunimmt und umgekehrt. Dieses Verhalten kommt dem Hörverlust der meisten Schwerhörigen sehr entgegen, die in der 15 Regel eine Absenkung der Tiefen zur Störlärmverminderung und eine Anhebung der Höhen zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit benötigen. Fig. 6 zeigt aber auch, daß mit Hilfe der erfindungsgemäß vorgesehenen biquadratischen Filterschaltungen sehr selektive Anhebungen und Absenkungen möglich sind. Durch die Kombination dieses parametrischen Filters mit einem Hoch- und/oder Tiefpaßfilter lassen sich, wie bereits erläutert, alle in der Praxis benötigten Frequenzgänge realisieren.

20

### Patentansprüche

1. Hörgerät mit einem Mikrofon, mindestens einem von dessen Signal beaufschlagten Verstärker, der zur 25 Beeinflussung des Frequenzganges mit einem Filter höherer Ordnung, das als Mehrfachfilter ausgebildet ist, zusammenwirkt und einem Lautsprecher, der die verstärkten Signale in Schallwellen umwandelt, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (3) eine biquadratische Struktur aufweist und mindestens zwei Integratoren und einen invertierenden Verstärker, bei welchen Bauteilen die aktiven Elemente durch diskrete Bauteile, insbesondere Einzel-Transistoren (T1, T2, T3) gebildet sind, aufweist.
- 30 2. Hörgerät nach Anspruch 1 mit einem mit einer Rückkopplungsschleife versehenen Verstärker, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (3) in der Rückkopplungsschleife des Verstärkers (6) angeordnet ist.
3. Hörgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Stufen des Filters (3) durch 35 eine oder mehrere Rückkopplungsleitungen miteinander verbunden sind.
4. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückkopplungsschleife des Verstärkers (6) über ein einstellbares Potentiometer ( $R_A$ ) zur Einstellung der Filteranhebung oder -absenkung geführt ist und im Filterkreis (3) ein einstellbares Potentiometer ( $R_F$ ) zur Einstellüing der Mittenfrequenz des Filters (3) angeordnet ist.

40

45

50

55

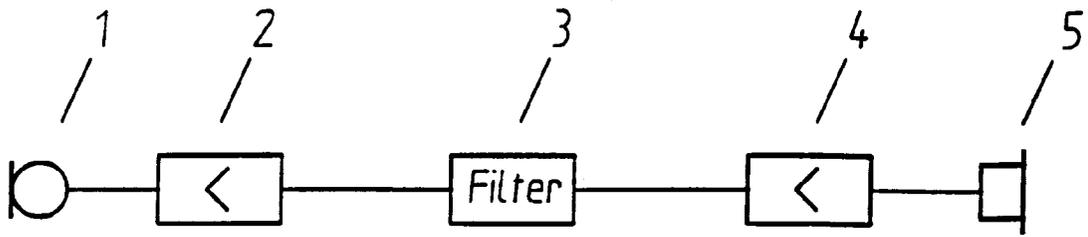


Fig. 1

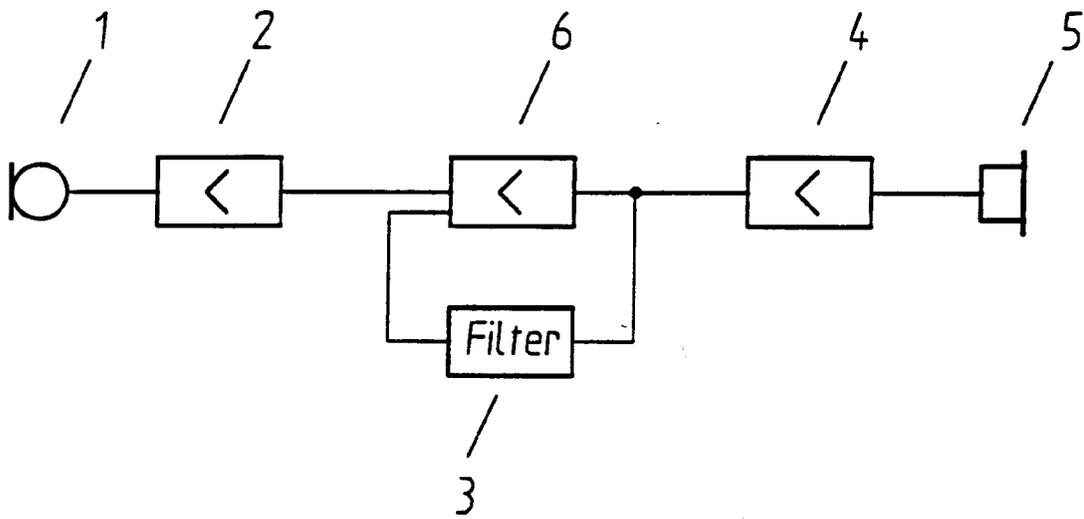


Fig. 2

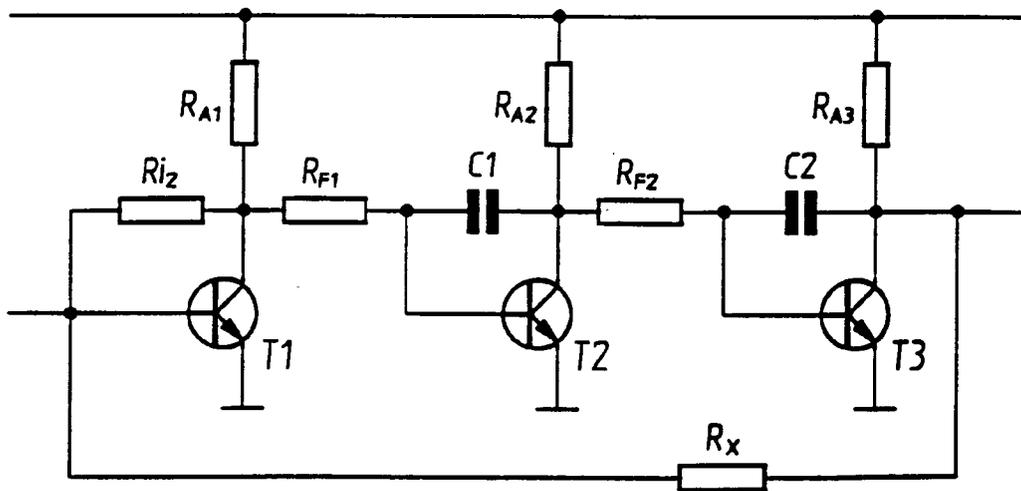


Fig. 3

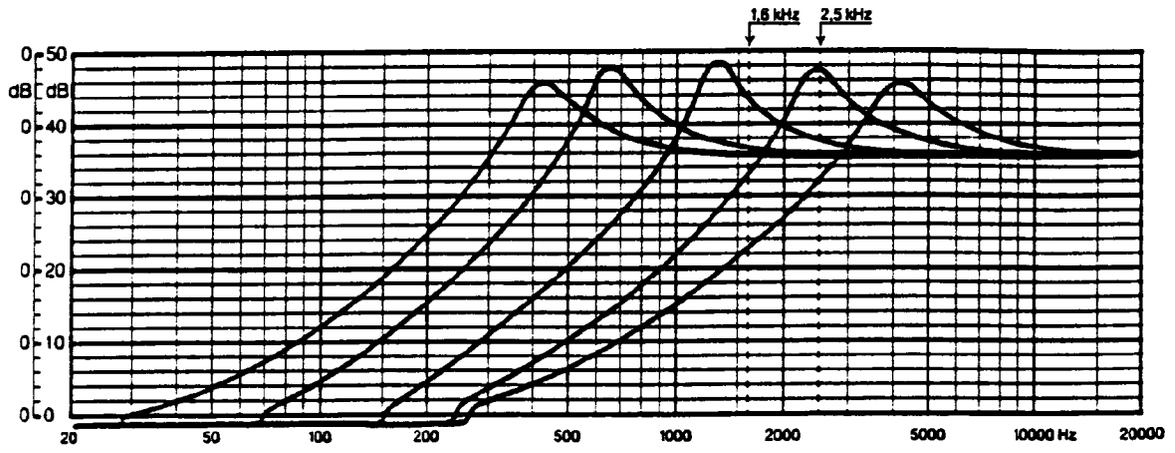


Fig. 4a

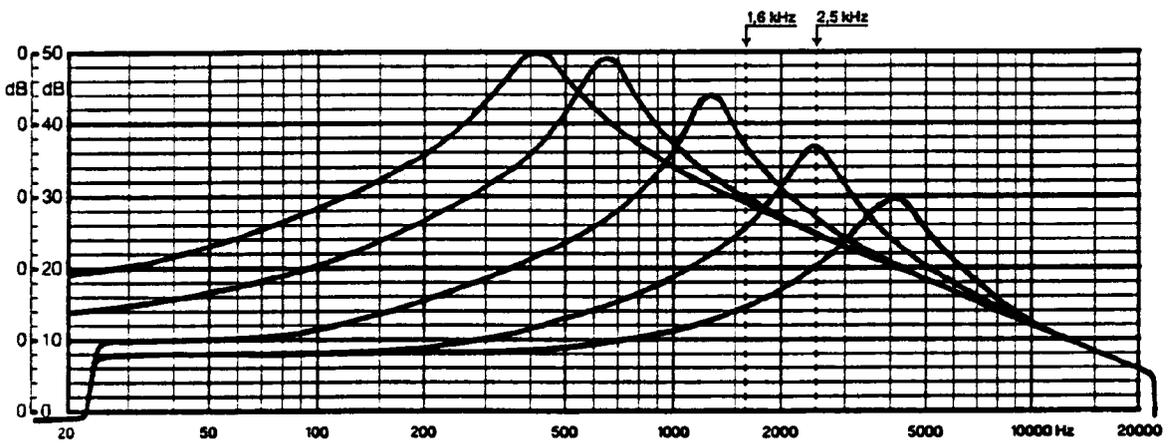


Fig. 4b

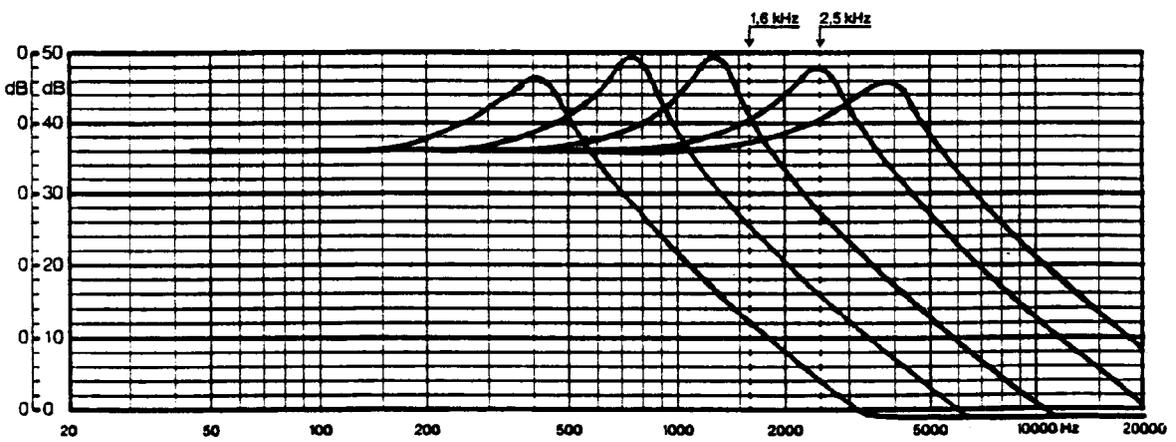


Fig. 4c

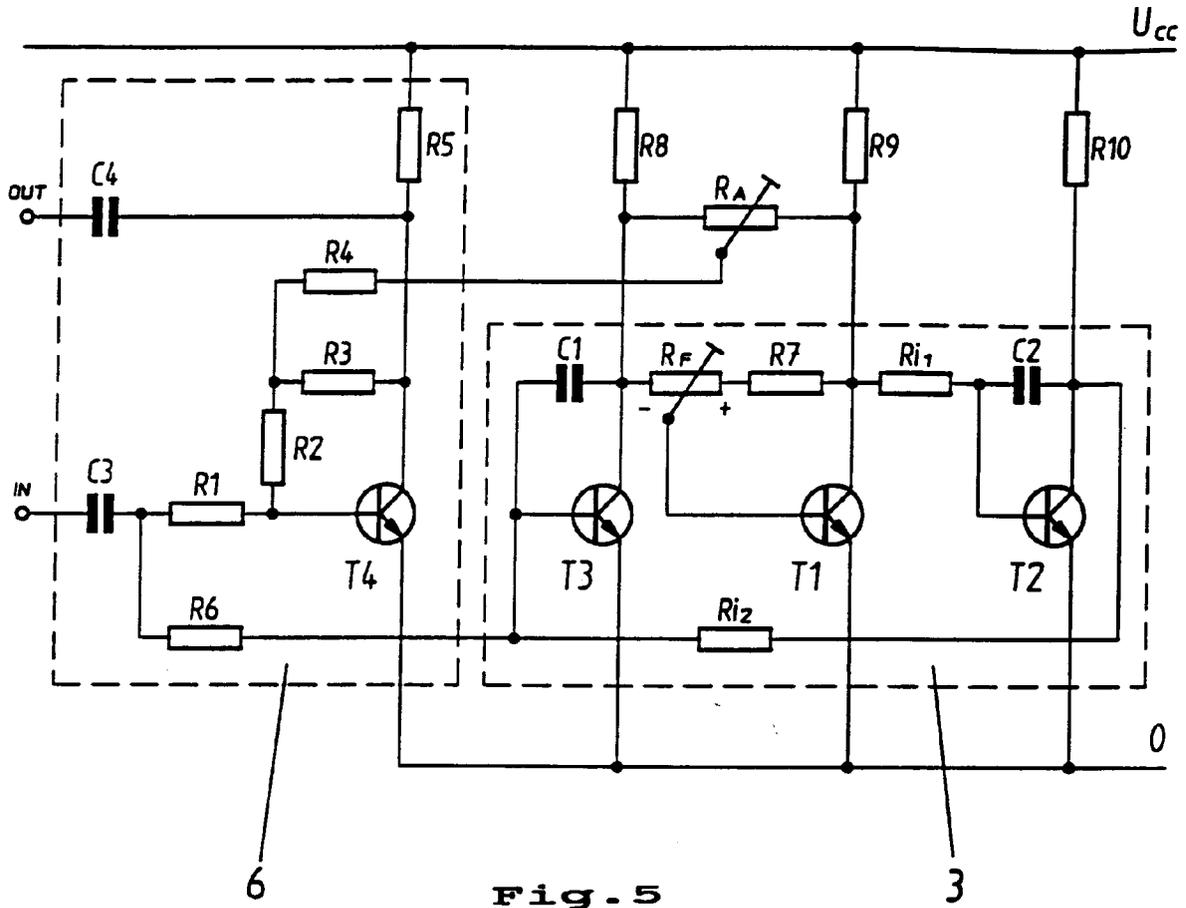


Fig. 5

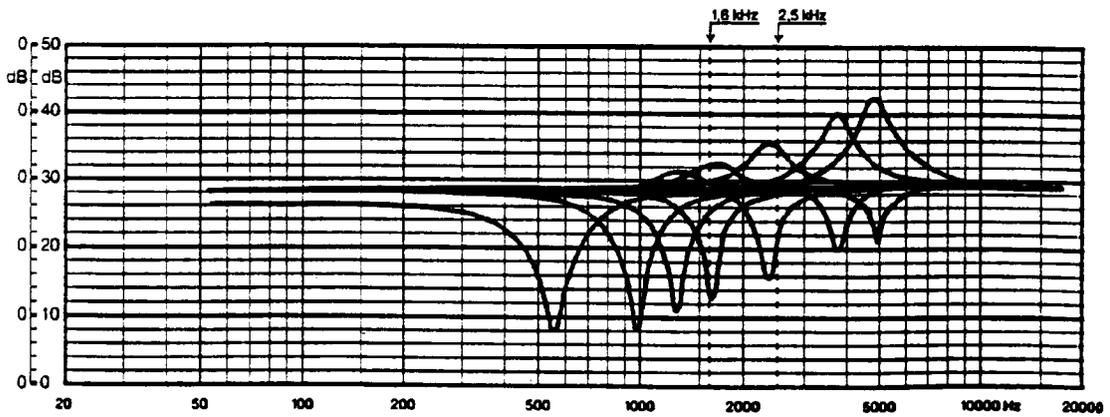


Fig. 6