

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 794 686 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
10.09.1997 Patentblatt 1997/37(51) Int Cl.⁶: **H04R 1/04**, H04R 3/00(21) Anmeldenummer: **97250020.1**(22) Anmeldetag: **02.02.1997**(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DK FR GB LI(72) Erfinder: **Jahne, Helmut, Dr.**
10409 Berlin (DE)(30) Priorität: **06.02.1996 DE 19606261**(74) Vertreter: **Burghardt, Dieter, Dipl.-Ing. et al**
Anwaltskanzlei Burghardt & Burghardt,
Postfach 800116
12491 Berlin (DE)(71) Anmelder: **Stage Tec Entwicklungsgesellschaft**
für professionelle Audiotechnik mbH
D-12487 Berlin (DE)(54) **Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker**

(57) Die Aufgabe der Erfindung, ein Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker zu entwickeln, das eine bessere Dynamik als die analogen Mikrofone aufweist, einen geringen Platzbedarf beansprucht, gegen analoge Mikrofone durch Verwendung vorhandener Kabel austauschbar ist und über einen kostengünstigen Aufbau verfügt, wird dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß das Mikrofon mit einen Schallwandler, zwei Analog-Digital-Wandlern, zwei mit dem Ausgang des Schallwandlers einerseits und andererseits mit jeweils einem Analog-Digital-

Wandler verbundenen Vorverstärkern und mit einer mit den Analog-Digital-Wandlern verbundenen Treiberstufe für ein zweikanaliges digitales Audioformat aufgebaut ist, und daß der Verstärker mit einen Empfänger für ein zweikanaliges digitales Audioformat und einen Signalprozessor aufgebaut ist, welcher aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat ein einkanaliges Signal als Abbild des Signals des Schallwandlers generiert.

Das Anwendungsgebiet liegt bei der Musikproduktion.

Die Erfindung ist durch Fig. 1 und 2 wiedergegeben.

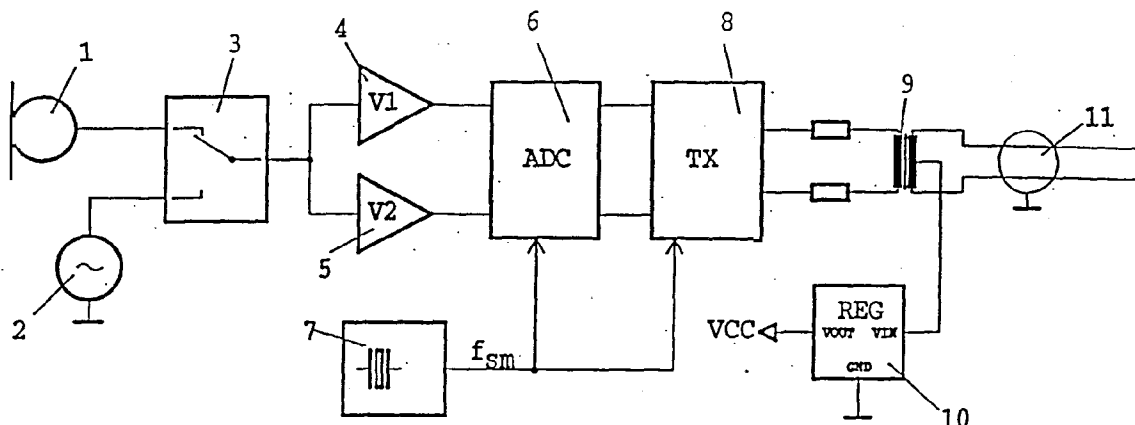


Fig.1

EP 0 794 686 A2

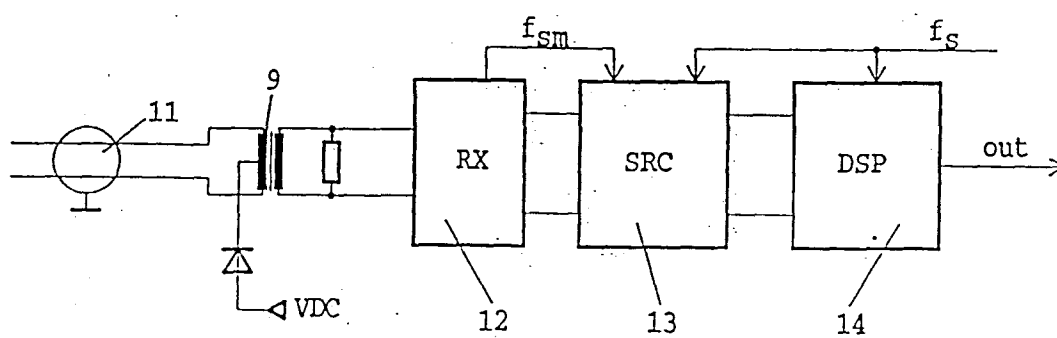


Fig. 2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker, wobei diese digital aufgebaut sind. Das Anwendungsgebiet der Erfindung liegt in der Studioteknik, der Rundfunk- und Fernsehtechnik, sowie der Theater- und Musikproduktion.

Es ist bekannt, daß Tonsignale zunehmend digital gespeichert und verarbeitet werden. Dies ist verbunden mit Vorteilen in der Qualität und im Preis der verwendeten Geräte gegenüber entsprechenden analogen Geräten. Jedoch gelingt es bisher nicht, direkt die Signale von Mikrofonen in ausreichender Qualität zu digitalisieren, da im Gegensatz z.B. zur Telekommunikation die Dynamik der zur Verfügung stehenden Analog-Digital-Wandler teilweise erheblich kleiner ist, als die nutzbare Dynamik analoger Mikrofone. Es ist daher gängige Praxis, die Mikrofone mit ihren teilweise kleinen analogen Signalen über lange Kabel an steuerbare Mikrofonverstärker anzuschließen, welche vom Tonmeister derartig eingestellt werden, daß nachfolgend angeschlossene Analog-Digital-Wandler optimal angesteuert werden. Hieraus ergeben sich zwei große Probleme.

Erstens: in die Kabel zwischen Mikrofon und Mikrofonverstärker können leicht Störungen eingekoppelt werden, so daß besondere Verlegevorschriften beachtet werden müssen, insbesondere wenn Netz- oder gar Lichtsteuerleitungen parallel verlaufen.

Zweitens: ist ein großer Erfahrungsschatz zur Einstellung des Mikrofonverstärkers notwendig, um einerseits genügend Reserve zur Clippinggrenze des Analog-Digital-Wandler zu lassen und andererseits das Quantisierungsrauschen des Analog-Digital-Wandlers ausreichend klein, bezogen auf das Nutzsignal, zu halten. Eine Fehleinschätzung kann hier eine ganze Aufnahme unbrauchbar machen.

Ein Versuch, das Signal eines Mikrofons zu digitalisieren, ist von einem Mikrofonhersteller bereits unternommen worden. Hierbei ist trotz Verwendung des besten verfügbaren Analog-Digital-Wandler-Schaltkreises nur eine Dynamik erreicht worden, die etwa 10 dB kleiner ist als die des entsprechenden analogen Mikrofons. Bei Mikrofonen mit sehr großer Dynamik muß mit einer Verschlechterung um ca. 25 dB gerechnet werden. Es wurde bereits ein Analog-Digital-Wandler vorgeschlagen und aus der DE-OS 4420713 A1 ist auch ein Analog-Digital-Wandler bekannt geworden. Diese lassen eine wesentlich größere Dynamik zu. Eine Verwendung derartiger Analog-Digital-Wandler in Mikrofonen ist jedoch bisher nicht erfolgt.

Ein weiteres Problem stellen die zum Betrieb eines digitalen Mikrofons notwendigen Kabel dar. Im oben genannten Versuch wurden drei Kabel verwendet:

Ein Kabel zur Übertragung der digitalen Audiowerte, ein zweites Kabel zur Übertragung eines Abtasttaktes zum Mikrofon und ein drittes Kabel zur Stromversorgung. Der Abtasttakt ist zur synchronen Abtastung der Audiowerte mit den anderen angeschlossenen digitalen

Verarbeitungsgeräten notwendig. Ein Betrieb des Mikrofons als Abtasttaktquelle mit festem Quarzor ist nicht möglich, da der Anschluß mehrerer Mikrofone möglich sein muß und sich daher nicht das angeschlossene Gerät auf das Mikrofon synchronisieren kann. Das separate Stromversorgungskabel ist auf Grund der benötigten Leistung von ca. 0,5...1 Watt notwendig. Für den Anwender von Mikrofonen stellen mehrere Mikrofonkabel oder ein Spezialkabel ein großes Problem dar, da bei der Umrüstung von analoger auf digitale Technik nicht nur das Mikrofon und der zugehörige Verstärker ausgetauscht werden müssen, sondern auch noch die Installationen in den jeweiligen Häusern. Zusätzlich ist eine weitere Art von Reserve-Kabeln erforderlich und eine Kompatibilität oder ein schnelles Umrüsten ist nicht möglich. Eine Modulation der benötigten Signale auf das digitale Audiokabel, welches steckkompatibel zum analogen Audiokabel sein kann, scheitert am hohen Aufwand und dem hierzu erforderlichen Platz im Mikrofon. Allein der Aufwand zur Gewinnung des jitterarmen Abtasttaktes, der im allgemeinen mit einer PLL zusätzlich auf ein Vielfaches des Abtasttaktes heraufgesetzt wird, um die Analog-Digital-Wandler zu betreiben, stellt bei der Vielzahl der genormten Abtastfrequenzen ein großes technisches Problem dar.

Eine (theoretische) Möglichkeit das Abtasttaktkabel einzusparen stellt die Verwendung von sogenannten Abtasttaktratenwandlern dar, die zwischen Mikrofon und den zugeordneten Verstärker geschaltet werden können. Zur Zeit besitzen derartige Abtasttaktratenwandler eine geringere nutzbare Dynamik als verfügbare Analog-Digital-Wandler-Schaltkreise, so daß dies zu einer weiteren Verschlechterung der Eigenschaften eines digitalen Mikrofons führen würde.

Die Aufgabe der Erfindung liegt in der Entwicklung einer Mikrofons mit zugeordnetem Verstärker in digitaler Schaltungstechnik, bei der die Dynamik des Mikrofons nicht durch den Analog-Digital-Wandler eingeschränkt wird, bei dem ein Betrieb mit den Mikrofonkabeln eines analogen Mikrofons möglich ist und bei dem die Kosten für den Aufbau und den Platzbedarf gering sind.

Diese Aufgabe, ein Mikrofon mit zugehörigem Verstärker zu entwickeln, das eine bessere Dynamik als die analogen Mikrofone aufweist, einen geringen Platzbedarf in Anspruch nimmt, gegen analoge Mikrofone durch Verwendung vorhandener Kabel austauschbar ist und über einen kostengünstigen Aufbau verfügt, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Mikrofon und der zugeordnete Verstärker je eine digitale Schaltungsanordnung aufweisen, welche über ein abgeschirmtes symmetrisches Kabel miteinander verbunden sind, wobei die Schaltungsanordnung für das Mikrofon einen Schallwandler, zwei Vorverstärker, zwei Analog-Digital-Wandler und eine Treiberstufe für ein zweikanaliges digitales Audioformat enthält, wobei die Vorverstärker an den Ausgang des Schallwandlers angeschlossen sind, welche ihrerseits mit jeweils einem Analog-Digital-Wandler verbunden sind, und wobei die Analog-Digital-

Wandler mit der digitalen Treiberstufe verbunden sind und der zugeordnete Verstärker einen Empfänger für ein zweikanaliges digitales Audioformat und einen Signalprozessor enthält, welcher aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat ein einkanaliges Signal generiert, welches ein Abbild des Signals des Schallwandlers darstellt, und welches zur Berechnung der bei Mikrofonen üblichen Verstärkung und Filterung verwendet wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Mikrofons besitzt zusätzlich einen Umschalter und einen Abgleichoszillator, die derart verschaltet sind, daß der Schallwandler alternativ mit den beiden Vorverstärkern oder der Abgleichoszillator mit den beiden Vorverstärkern verbunden ist, wobei der Umschalter selbständig eine vorgegebene Zeit nach dem Einschalten des Mikrofons oder ferngesteuert den Abgleichoszillator abtrennt und den Schallwandler mit den Vorverstärkern verbindet, und wobei die vorgegebene Zeit derart bemessen ist, daß der Signalprozessor die Koeffizienten ermitteln kann, die zur Generierung des einkanaligen Signals aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat erforderlich sind.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann über das Mikrofon eine Kennung in das zweikanalige digitale Audioformat eingebracht werden, die den Schaltzustand des Umschalters anzeigt, wodurch im zugeordneten digitalen Verstärker eine Stummschaltung des Signals des Abgleichoszillators mit Hilfe des Signalprozessors erfolgt.

Zur Vermeidung der Synchronisationsprobleme oder des externen Abtasttaktanschlusses kann das Mikrofon einen eigenen Audioabtasttaktoszillator besitzen. Die notwendige Abtasttaktsynchronisation mittels eines zweikanaligen Abtastratenwandlers erfolgt im zugeordneten digitalen Verstärker, der zwischen dem Empfänger des digitalen Audioformates und dem Signalprozessor angeordnet ist.

Das zweikanalige digitale Audioformat entspricht vorteilhafterweise der AES/EBU-Norm, welche die Übertragung von digitalen Audioinformationen über Kabel und Steckverbinder, die zur Übertragung analoger Mikrofonsignale verwendet werden, gestattet.

Der Mittelwert des differentiellen AES/EBU-Signals kann eine Spannung gegenüber dem Schirm aufweisen, welche zur Stromversorgung des digitalen Mikrofons ohne zusätzliche Kabel dient.

Im zugeordneten Verstärker können auf die Spannung zur Stromversorgung des Mikrofons Impulse aufmoduliert sein, welche der Fernbedienung von Mikrofoneinstellungen dienen.

Die Aufgabe ein Mikrofon mit zugeordneten Verstärker zu entwickeln, das eine bessere Dynamik als die analogen Mikrofone aufweist, wird weiterhin dadurch gelöst, daß zwischen beiden Analog-Digital-Wandlern und die digitale Treiberstufe ein zusätzlicher Signalprozessor geschaltet ist, welcher einen Teil der Aufgaben des Signalprozessors des zugeordneten Verstärkers übernimmt, und zwar aus dem zweikanaligen digitalen

Audioformat ein einkanaliges digitales Audioformat generiert, welches ein Abbild des Signals des Schallwandlers darstellt.

Bei diesem Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker ist zwischen dem Empfänger für ein digitales Audioformat und dem zweikanaligen Abtastratenwandler ein digitaler Verstärker eingefügt, welcher aus dem einkanaligen digitalen Audioformat ein zusätzliches, verstärktes Signal generiert, wodurch der zweikanalige Abtastratenwandler zum einen mit dem einkanaligen Audiosignal und zum anderen mit dem zusätzlichen, verstärkten Signal angesteuert wird.

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig.1 eine Schaltungsanordnung eines erfindungsgemäß aufgebauten digitalen Mikrofons und

Fig.2 eine Schaltungsanordnung eines zugeordneten digitalen Verstärkers.

Das Mikrofon mit einem zugeordneten Verstärker ist über ein geschirmtes symmetrisches Kabel miteinander verbunden. Im Mikrofon befinden sich der Schallwandler 1, eine Kondensatormikrofonkapsel und ihr Impedanzwandler, der mit dem Umschalter 3 verbunden ist. Der Umschalter 3 kann nach dem Einschalten des Mikrofons an Stelle des Schallwandlersignals das Signal von einem Abgleichoszillator 2 über die Übertragungskette dem Signalprozessor 14 zur Ermittlung von Startwerten einer iterativen Berechnung anbieten. Mit dem Signal des Umschalters 3 werden die beiden unterschiedlichen Vorverstärker 4 und 5 gespeist, welche ihrerseits jeweils einen Kanal des zweikanaligen ADC 6 ansteuern. Der ADC 6 übergibt die beiden digitalisierten Audiowerte dem Transmitterbaustein 8, der nach der verbreiteten AES/EBU-Norm ein zweikanaliges digitales Tonsignal in kodierter Form auf eine symmetrische Zweidrahtleitung gibt. Sowohl der ADC 6 als auch der AES/EBU-Transmitter werden mit dem Abtasttakt fsm eines Quarzoszillators, dem Abtasttaktoszillator 7 versorgt. Die AES/EBU-Norm sieht bei professionellen Anwendungen die Verwendung von Impulsübertragern sowohl auf der Sende- als auch auf der Empfangsseite vor. Diese Impulsübertrager 9 werden hier zusätzlich mit einer Mittelanzapfung für die Stromversorgung versehen. Im Mikrofon ist die Mittelanzapfung des Impulsübertragers 9 mit dem Eingang des Spannungsreglers 10 verbunden, der seinerseits das ganze Mikrofon mit der jeweils erforderlichen Spannung VCC versorgt.

An den Impulsübertrager 9 kann beispielsweise mit den in der Studioteknik üblichen XLR-Steckverbindungen die geschirmte symmetrische Leitung 11 angeschlossen werden.

Im Mikrofonverstärker wird die geschirmte symmetrische Leitung 11, welche vom Mikrofon kommt, angeschlossen an den Impulsübertrager 9. Die Mittelanzap-

fung des Impulsübertragers 9 ist über eine Entkopplungsdiode an die Stromversorgung VDC angeschlossen. Die Entkopplungsdiode gestattet die Verwendung mehrerer Mikrofonverstärker an einem Mikrofon. Die der Leitung 11 abgewandte Seite des Impulsübertragers 9 ist mit den Eingängen eines AES/EBU-Receiverbausteins 12 verbunden, welcher die beiden digitalen Audiosignale dekodiert und den im Mikrofon verwendeten Abtasttakt f_{sm} rückgewinnt. Mit Hilfe des rückgewonnenen Abtasttaktes f_{sm} und dem Mikrofonverstärkertakt f_s , welcher identisch mit dem Takt aller weiteren digitalen audioverarbeitenden Geräte ist, kann der Abtastratenwandler 13 die beiden digitalen Audiosignale des AES/EBU-Receivers 12 in digitale Audiosignale, die synchron zum Abtasttakt f_s sind, umwandeln. Die umgewandelten digitalen Audiosignale werden an den Eingang des Signalprozessors 14 gelegt, der das einkanali- ge digitale Audiosignal, welches dem des Schallwand- lers, abgetastet mit der Abtastfrequenz f_s , entspricht, berechnet. Der Signalprozessor 14 übernimmt weiter- hin Mikrofonsignalverstärkung und Filterung, wie sie ein analoger Mikrofonverstärker vornimmt.

Durch die Anwendung der Erfindung tritt neben einer Verbesserung der Übertragungsqualität der Vorteil ein, daß ein digitales Mikrofon mit den Mikrofonkabeln eines analogen Mikrofons betrieben werden kann. Ferner sind die Kosten für den Aufbau des erfindungsge- mäß gestalteten digitalen Mikrofons und der Platzbedarf desselben gering, wodurch analoge Mikrofone einfach durch digitale Mikrofone ersetzt werden können.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird mit Hilfe eines zusätzlichen Signal-Prozessors das zweikanalige Audioformat noch im Mikrofon in ein ein- kanaliges digitales Audiosignal umgewandelt, wodurch bei Verwendung von geformten zweikanaligen digitalen Audio-Treiber- und Empfängerschaltungen zum einen eine normgerechte Übertragung ermöglicht wird und zum anderen ein anderweitig verwendbarer zweiter Übertragungskanal entsteht.

Das einkanali ge digitale Audioformat muß jedoch durch einen digitalen Verstärker in dem Mikrofon zuge- ordneten Verstärker, wieder gesplittet werden um die Probleme bei der Abtastratenwandlung zu lösen.

Der Vorteil dieser Lösungsvariante besteht darin, daß eine normgerechte Übertragung mit der Einkanal- technik erfolgt.

Patentansprüche

1. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mikrofon und der zuge- ordnete Verstärker je eine digitale Schaltungsan- ordnung aufweisen, die über Kabel (11) miteinander verbunden sind, derart aufgebaut, daß die Schal- tungsanordnung für das Mikrofon einen Schall- wandler (1), zwei Vorverstärker (V1; V2), zwei Ana- log-Digital-Wandler (6) und eine Treiberstufe für ein

zweikanaliges digitales Audioformat enthält, wobei die Vorverstärker an den Ausgang des Schallwand- lers (1) angeschlossen sind, welche ihrerseits mit jeweils einem Analog-Digital-Wandler (6) verbun- den sind und wobei die Analog-Digital-Wandler (6) mit der digitalen Treiberstufe verbunden sind und daß der zugeordnete Verstärker einen Empfänger für ein zweikanaliges digitales Audioformat und ei- nen Signalprozessor (14) enthält, welcher aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat ein einkanali- ges Signal generiert, welches ein Abbild des Si- gnals des Schallwandlers (1) darstellt, und welches zur Berechnung der bei Mikrofonen üblichen Ver- stärkung und Filterung verwendet wird.

2. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker nach An- spruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltungsanordnung des Mikrofons zusätzlich ei- nen Umschalter (3) und einen Abgleichoszillator (2) besitzt, die derart verschaltet sind, daß der Schall- wandler (1) alternativ mit den beiden Vorverstär- kern (V1; V2) verbunden ist oder der Abgleichoszil- lator (2) mit den beiden Vorverstärkern (V1; V2) ver- bunden ist, wobei der Umschalter (3) selbständig eine vorgegebene Zeit nach dem Einschalten des Mikrofons oder ferngesteuert den Abgleichoszilla- tor (2) abtrennt und den Schallwandler (1) mit den Vorverstärkern (V1; V2) verbindet, und wobei die vorgegebene Zeit derart bemessen ist, daß der Si- gnalprozessor (14) die Koeffizienten ermitteln kann, die zur Generierung des einkanaligen Signals aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat erforder- lich sind.

3. Mikrofon mit zugeordneten Verstärker nach An- spruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Schaltungsanordnung des Mikrofons eine Kennung in das zweikanalige digitale Audioformat einge- bracht ist, welche den Schaltzustand des Umschal- ters (3) anzeigt, wodurch im zugeordneten Verstär- ker (12; 13; 14;) eine Stummschaltung des Signals des Abgleichoszillators (2) mit Hilfe des Signalpro- zessors (14) erfolgt.

4. Mikrofon mit zugeordneten Verstärker nach An- spruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltungsanordnung des Mikrofons einen eige- nen Audioabtasttaktoszillator (7) besitzt und die notwendige Abtasttaktsynchronisation mittels ei- nes zweikanaligen Abtastratenwandlers (13) er- folgt, der im zugeordneten Verstärker zwischen dem Empfänger des digitalen Audioformates und dem Signalprozessor (14) angeordnet ist.

5. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker nach An- spruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zwei- kanalige digitale Audioformat der AES/EBU-Norm entspricht, welche die Übertragung von digitalen

Audioinformationen über Kabel und Steckverbinder, die zur Übertragung analoger Mikrofonsignale verwendet werden, gestattet.

6. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittelwert des differentiellen AES/EBU-Signals eine Spannung gegenüber dem Schirm aufweist, welche zur Stromversorgung des Mikrofons ohne zusätzliche Kabel dient. 5
10

7. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im zugeordneten Verstärker auf die Spannung zur Stromversorgung des Mikrofons Impulse aufmoduliert werden, welche der Fernbedienung von Mikrofoneneinstellungen dienen. 15

8. Mikrofon mit zugeordneten Verstärker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen beiden Analog-Digital-Wandlern (6) und die digitale Treiberstufe (8) ein zusätzlicher Signalprozessor geschaltet ist, welcher einen Teil der Aufgaben des Signalprozessors (14) des zugeordneten Verstärkers übernimmt, und zwar aus dem zweikanaligen digitalen Audioformat ein einkanaliges digitales Audioformat generiert, welches ein Abbild des Signals des Schallwandlers (1) darstellt. 20
25

9. Mikrofon mit zugeordnetem Verstärker nach den Ansprüchen 4 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Empfänger für ein digitales Audioformat (12) und dem zweikanaligen Abtastratenwandler (13) ein digitaler Verstärker eingefügt ist, welcher aus dem einkanaligen digitalen Audioformat ein zusätzliches, verstärktes Signal generiert, wodurch der zweikanalige Abtastratenwandler (13) zum einen mit dem einkanaligen Audiosignal und zum anderen mit dem zusätzlichen, verstärkten Signal angesteuert wird. 30
35
40

45

50

55

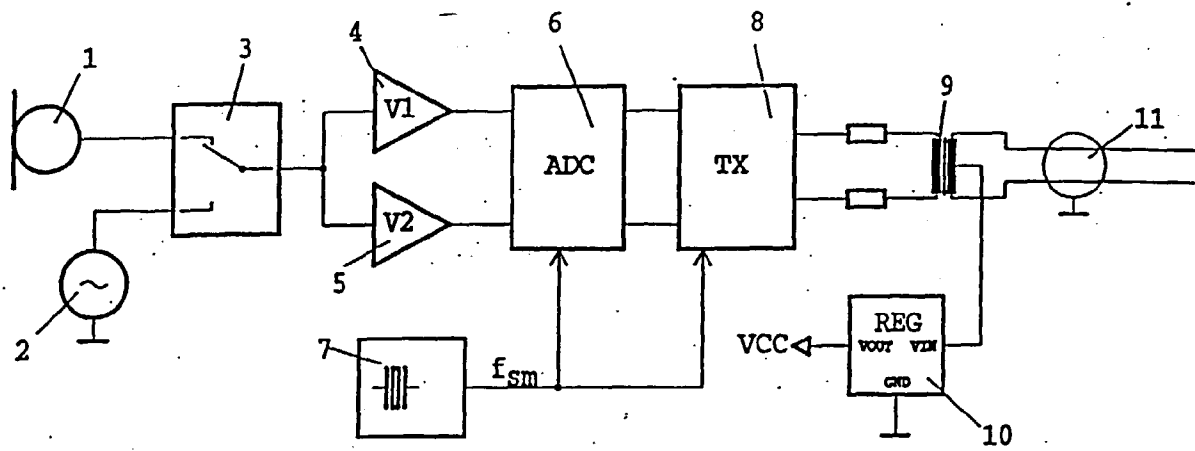


Fig.1

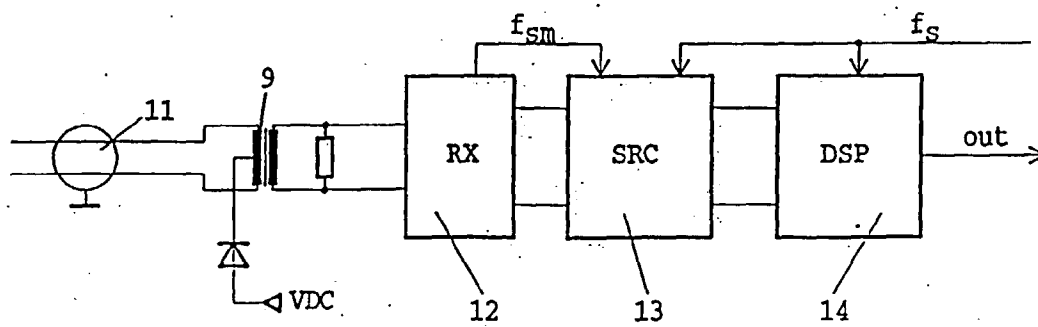


Fig.2