

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 809 412 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(51) Int. Cl.⁶: **H04R 1/00**, H04R 3/00,
H04R 9/04, H04R 9/06

(21) Anmeldenummer: **97108105.4**

(22) Anmeldetag: **20.05.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **22.05.1996 DE 19620689**

(71) Anmelder: **BECKER GmbH**
D-76307 Karlsbad (DE)

(72) Erfinder:
Smedegaard Pedersen, Michael
75334 Straubenhardt (DE)

(74) Vertreter: **Straub, Bernd**
Becker GmbH,
Abteilung Patente und Lizenzen,
Im Stöckmädle 1
76307 Karlsbad (DE)

(54) **Lautsprechersystem**

(57) Ein Lautsprecher (5), ein Verstärker (4), der im Schalterbetrieb arbeitet und ein pulsbreitenmoduliertes Ausgangssignal erzeugt, das unmittelbar dem Lautsprecher (5) zugeführt wird, und gegebenenfalls ein digitaler Signalprozessor (1), der Ursprungsdaten (2) und Steuerdaten (3) empfängt und daraus ein pulsbreitenmoduliertes Signal erzeugt, das dem Verstärker (4) zugeführt wird, bilden eine integrale Einheit. Ein solches voll digitalisiertes Lautsprechersystem kann sehr kompakt und kostengünstig hergestellt werden.

EP 0 809 412 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Lautsprechersystem mit integriertem Verstärker, einen sogenannten Aktivlautsprecher.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen besonders kompakten und kostengünstig herstellbaren Aktivlautsprecher zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch ein Lautsprechersystem nach Anspruch 1 gelöst.

Da der Verstärker unstetig im Schalterbetrieb arbeitet, kann er wesentlich größere Leistungen als in einem stetigen Verstärkerbetrieb verarbeiten bzw. wesentlich kleiner als ein amplitudenanaloger Verstärker aufgebaut sein. Das pulsbreitenmodulierte Ausgangssignal des Verstärkers wird im Lautsprecher selbst demoduliert. Dies ist möglich, da der Lautsprecher den relativ hochfrequenten Rechteckimpulsen nicht unmittelbar folgen kann, sondern sich auf den Mittelwert einer Anzahl von aufeinanderfolgenden Impulsen einstellt, der dem Augenblickswert der Signalamplitude entspricht. Das elektromechanische System des Lautsprechers bildet somit einen Digital-Analog-Wandler. Auf Grund der vollständigen Digitalisierung ist das Lautsprechersystem äußerst kompakt und kostengünstig herstellbar.

In der bevorzugten Ausführungsform wird in dem Gehäuse außerdem ein digitaler Signalprozessor untergebracht, der digitale Ursprungsdaten und Steuerdaten empfängt und daraus pulsbreitenmodulierte Daten erzeugt, die dem Verstärker zugeführt werden. Dadurch, daß dem Lautsprechersystem lediglich digitale Daten (und eine Versorgungsspannung) zugeführt werden, ist es erstens äußerst unempfindlich gegen von außen eingestreute Störsignale und seitens praktisch rückwirkungsfrei. Der Signalprozessor kann außerdem Überwachungsfunktionen für den Verstärker durchführen.

Bei einem frei programmierbaren digitalen Signalprozessor kann das Lautsprechersystem auf einfache Weise individuell an seinen Verwendungszweck angepaßt werden. Falls es als Einbausystem für Fahrzeuge verwendet wird, können beispielsweise die Einbauverhältnisse im jeweiligen Fahrzeugtyp berücksichtigt werden.

Da das Lautsprechersystem vollständig auf Grund von digitalen Daten betrieben und gesteuert wird, können Lichtleiter verwendet werden, um die Daten in das Lautsprechersystem einzuspeisen. Insbesondere bei einer Verwendung als Fahrzeuglautsprecher ergeben sich erhebliche Kosten- und Gewichtsvorteile.

Für eine Verwendung als Fahrzeuglautsprecher ist es außerdem zweckmäßig, einen Verstärker mit vier Endstufentransistoren, vorzugsweise MOSFET-Transistoren, in Vollbrückenschaltung zu verwenden. Ein solcher Verstärker kann extrem miniaturisiert werden, so daß es möglich ist, sämtliche elektronischen Bauelemente des Lautsprechersystems in integrierten Schaltungen oder sogar auf einem einzigen Chip unterzubringen. Der Halbleiter-Wafer einer solchen

integrierten Schaltung kann direkt, d.h. ohne eigenes Gehäuse, an einem Lautsprecher befestigt werden, z.B. an einer Schwingspule des Lautsprechers, wobei er im Betrieb des Lautsprechers mitschwingt.

Das erfindungsgemäße Lautsprechersystem benötigt kein separates Tiefpaßfilter, wie es herkömmlicherweise NF-Verstärkern nachgeschaltet wird, die im Verstärkerbetrieb arbeiten. Daher entfallen der Aufwand und der Platz für irgendwelche diskreten Induktoren und Kondensatoren eines Tiefpaßfilters. Erforderlichenfalls läßt sich jedoch mit geringem Aufwand eine Tiefpaßwirkung im Lautsprecher selbst erzielen. Dazu werden eine Bahn aus einem leitenden Material und eine Bahn aus einem isolierenden Material übereinandergelegt und gemeinsam aufgewickelt, um einen zylindrischen Schwingspulenkörper zu bilden, auf den dann die Schwingspulenwicklung gelegt wird. Auf diese Weise erhält die Schwingspule eine wesentlich größere Streukapazität als herkömmliche Schwingspulen. Die Streukapazität bildet zusammen mit der Induktivität der Schwingspule ein Tiefpaßfilter zweiter Ordnung. Durch die Integration eines Tiefpaßfilters zweiter Ordnung in die Schwingspule werden keine externen Filterbauelemente benötigt, und es entsteht wesentlich weniger Störstrahlung als bei Verwendung eines externen Tiefpaßfilters aus diskreten Induktoren und Kondensatoren.

Dieses in den Lautsprecher integrierte Tiefpaßfilter verhindert außerdem die Emission von elektromagnetischer Störstrahlung im Radiofrequenzbereich auf Grund der Flankensteilheit der Rechteckimpulse des pulsbreitenmodulierten Signals, da die Schwingspule für diese hohen Frequenzen praktisch einen Kurzschluß darstellt.

In Fällen, in denen sich dennoch ein gewisser Rest an Störstrahlung übrigbleibt, kann dieser durch eine Abschirmung unterdrückt werden, welche den Lautsprecher oder zumindest die Schwingspule nach Art eines Faraday-Käfigs vollständig umgibt. Der maximale Öffnungsdurchmesser bzw. die maximale Maschenweite eines solchen Faraday-Käfigs werden so gewählt, daß sie kleiner als die kleinste Wellenlänge der abzuschirmenden Störstrahlung ist.

Im Falle, daß das Lautsprechersystem mehrere Lautsprecher umfaßt, kann für jeden Lautsprecher eine solche Abschirmung vorgesehen werden. Alternativ kann die Abschirmung durch das Gehäuse gebildet werden, in dem das gesamte System untergebracht ist. Im Falle, daß das System nur einen einzigen Lautsprecher umfaßt, kann das Gehäuse durch das Chassis des Lautsprechers gebildet werden, an dem auch die Daten- und Stromversorgungsanschlüsse angebracht werden können. Man erhält einen integral aufgebauten und gleichzeitig störstrahlungsarmen Aktivlautsprecher.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung, deren einzige Figur ein Blockschaltbild eines digitalen Aktivlautsprechers zeigt.

Ein digitaler Signalprozessor 1 weist einen Eingang

für Ursprungsdaten 2, d.h. ein unverarbeitetes NF-Signal in irgendeinem gebräuchlichen digitalen Datenformat, und einen Eingang für Steuerdaten 3 auf, die Parameter wie die Lautstärke und dergleichen angeben.

Die Ursprungsdaten 2 und die Steuerdaten 3 werden dem Signalprozessor 1 entweder über elektrische Leitungen oder über Lichtleiter zugeführt. Im letzteren Fall werden dem Signalprozessor 1 optoelektronische Wandler vorgeschaltet oder darin integriert.

Der Signalprozessor 1 wandelt die Ursprungsdaten 2 unter Berücksichtigung der Steuerdaten 3 in Echtzeit in ein pulsbreitenmoduliertes Signal (PWM-Signal) um, d.h. Rechteckimpulse mit den beiden Zuständen Ein oder Aus, wobei die Länge der Rechteckimpulse dem Augenblickswert der realen Amplitude des zu verstärkenden NF-Signals entspricht.

Dieses pulsbreitenmodulierte Signal wird vom Signalprozessor 1 an einen Verstärker 4 ausgegeben, der im Schalterbetrieb arbeitet. Der Verstärker 4 enthält vier MOSFET-Transistoren in Vollbrückenschaltung und verstärkt das pulsbreitenmodulierte Signal auf eine solche Weise, daß als Daten betrachtet kein Unterschied zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal des Verstärkers 4 besteht.

Das pulsbreitenmodulierte Ausgangssignal des Verstärkers 4 wird direkt einem Lautsprecher 5 zugeführt. Eine Demodulation des Ausgangssignals des Verstärkers 4 findet erst im Lautsprecher 5 statt, wobei das elektromechanische System des Lautsprechers 5, in der Regel eine Schwingspule und ein Permanentmagnet, als Digital-Analog-Wandler wirkt.

Patentansprüche

1. Lautsprechersystem mit einem oder mehreren Lautsprechern und einem Verstärker, die in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (4) im Schalterbetrieb arbeitet und wenigstens ein pulsbreitenmoduliertes Ausgangssignal erzeugt, das unmittelbar dem Lautsprecher (5) oder mehreren Lautsprechern zugeführt wird.

2. Lautsprechersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuse weiterhin ein digitaler Signalprozessor (1) untergebracht ist, der digitale Ursprungsdaten (2) und Steuerdaten (3) empfängt und daraus wenigstens ein pulsbreitenmoduliertes Signal erzeugt, das dem Verstärker (4) zugeführt wird.

3. Lautsprechersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der digitale Signalprozessor (1) die digitalen Ursprungsdaten (2) in Echtzeit zu dem wenigstens einen pulsbreitenmodulierten Signal verarbeitet.

4. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehen-

den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der digitale Signalprozessor (1) die digitalen Ursprungsdaten (2) und Steuerdaten (3) getrennt empfängt.

5. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuse weiterhin wenigstens ein optoelektronischer Wandler untergebracht ist, der die digitalen Ursprungsdaten (2) und/oder Steuerdaten (3) als optische Signale empfängt und in elektrische Signale umwandelt.

6. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (4) vier Endstufentransistoren in Vollbrückenschaltung umfaßt.

7. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lautsprecher (5) oder die Lautsprecher jeweils eine Schwingspule aufweisen, die einen Schwingspulenkörper enthält, der mehrere einander abwechselnde Lagen aus einem leitenden Material und einem dielektrischen Material aufweist.

8. Lautsprechersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingspulenkörper aus einer Bahn aus einem leitenden Material und einer Bahn aus einem isolierenden Material besteht, die übereinandergelegt und gemeinsam aufgewickelt sind.

9. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine oder mehrere Abschirmungen für elektromagnetische Strahlung im Radiofrequenzbereich, wobei jeder Lautsprecher (5) oder zumindest eine Schwingspule des Lautsprechers vollständig von einer Abschirmung umgeben ist oder die Abschirmung durch das Gehäuse gebildet wird, in dem das gesamte System untergebracht ist.

10. Lautsprechersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmung ein Faraday-Käfig ist, dessen maximale Maschenweite kleiner als die kleinste Wellenlänge der abzuschirmenden elektromagnetischen Strahlung ist.

11. Lautsprechersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lautsprecher (5) vorgesehen ist, dessen Chassis das Gehäuse bildet.

Fig. 1

