

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 898 441 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.02.1999 Patentblatt 1999/08

(51) Int. Cl.⁶: **H04R 3/00, H04R 1/08**

(21) Anmeldenummer: **98114705.1**

(22) Anmeldetag: **05.08.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

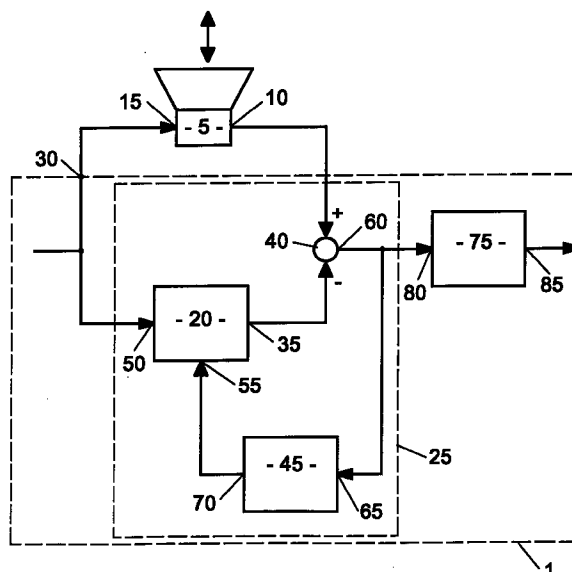
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Wietzke, Joachim**
31141 Hildesheim (DE)
• **Cornelius, Rainer**
31199 Diekhofen (DE)

(30) Priorität: **16.08.1997 DE 19735450**

(54) **Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät und elektrisches Gerät**

(57) Es wird ein Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät (1) und ein elektrisches Gerät (1) vorgeschlagen, bei dem kein Mikrofon erforderlich ist. Dabei wird einem dem Gerät (1) zugeordneten Lautsprecher (5) ein akustisches Signal, insbesondere ein Sprachsignal, zugeführt. Das akustische Signal wird vom Lautsprecher (5) in ein elektrisches Signal umgewandelt und einem Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) zugeführt. Ein Verknüpfungssignal wird durch Vergleich eines Ausgangssignals des Lautsprechers (5) mit einem Bewertungssignal gebildet. Das Bewertungssignal wird aus einem Eingangssignal an einem Signaleingang (15) des Lautsprechers (5) in Abhängigkeit einer Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang (15) und dem Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) so abgeleitet, daß der Einfluß des Eingangssignals auf das Verknüpfungssignal reduziert wird.



EP 0 898 441 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs 1 und von einem elektrischen Gerät nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs 5 aus.

[0002] Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät sind bereits bekannt. So erfolgt beispielsweise die Spracheingabe bei einem Telefonendgerät über ein Mikrofon im Handapparat.

[0003] Es sind weiterhin elektrische Geräte, beispielsweise Autoradios bekannt, die über einen Signalausgang an einen Signaleingang eines Lautsprechers anschließbar sind.

Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 und das elektrische Gerät mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 5 haben demgegenüber den Vorteil, daß die Funktionalität des Lautsprechers erhöht wird, indem der Lautsprecher zusätzlich zur akustischen Wiedergabe von elektrischen Signalen auch eine Umwandlung von ihm zugeführten akustischen Signalen in elektrische Signale durchführt und somit gleichzeitig als Mikrofon wirkt. Auf diese Weise ist ein separates Mikrofon nicht erforderlich, so daß Aufwand, Platz und Kosten eingespart werden.

[0005] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch 1 angegebenen Verfahrens, beziehungsweise des im unabhängigen Anspruch 5 angegebenen elektrischen Gerätes möglich.

[0006] Besonders vorteilhaft ist dabei die Verwendung eines adaptiven Filters, dessen Koeffizienten in Abhängigkeit des Verknüpfungssignals über einen Regelkreis so eingestellt werden, daß die Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang und dem Signalausgang des Lautsprechers durch das adaptive Filter angenähert wird. Auf diese Weise paßt sich die Übertragungsfunktion des adaptiven Filters automatisch an die durch äußere Einflüsse veränderbare Übertragungsfunktion des Lautsprechers, beispielsweise in Bezug auf Schall- und Echoerscheinungen, an. Aufwendige Einmeßvorgänge des Lautsprechers zur Ermittlung der aktuellen Übertragungsfunktion des Lautsprechers für die Ableitung des Bewertungssignals aus dem Eingangssignal können somit entfallen, so daß Aufwand, Zeit und Kosten eingespart werden.

[0007] Ein weiterer Vorteil besteht darin, die Koeffizienten des adaptiven Filters im Sinne einer Minimierung des mittleren Fehlerquadrates des Ver-

knüpfungssignals anzupassen. Auf diese Weise läßt sich die Annäherung der Übertragungsfunktion des adaptiven Filters an die Übertragungsfunktion des Lautsprechers mit hoher Genauigkeit realisieren.

[0008] Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das Verknüpfungssignal aus einer Differenz zwischen dem Ausgangssignal des Lautsprechers und dem Bewertungssignal gebildet wird. Auf diese Weise ist eine besonders einfache und aufwandsarme Verknüpfung der beiden Signale mit herkömmlichen Mitteln möglich.

Zeichnung

[0009] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt die einzige Figur ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen elektrischen Gerätes mit einem angeschlossenen Lautsprecher.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0010] In der Figur kennzeichnet 1 ein beispielsweise als Autoradio mit Navigationseinrichtung und/oder Funkeinrichtung ausgebildetes elektrisches Gerät, wobei nur die für die Erfindung erforderlichen Baugruppen in der Figur dargestellt sind. Ein Signalausgang 30 des elektrischen Gerätes 1 ist mit einem Signaleingang 15 eines Lautsprechers 5 verbunden. Das elektrische Gerät 1 umfaßt einen Regelkreis 25, der eine als adaptives Filter ausgebildete Lautsprechersimulationseinheit 20, ein als Subtrahierer ausgebildetes Verknüpfungsglied 40 und eine Schaltung 45 aufweist. Ein erster Eingang 50 des adaptiven Filters 20 ist an den Signalausgang 30 des elektrischen Gerätes 1 angeschlossen. Ein Signalausgang 35 des adaptiven Filters 20 ist mit einem invertierenden Eingang (-) des Subtrahierers 40 verbunden. Ein Ausgang 60 des Subtrahierers 40 ist an einen Eingang 65 der Schaltung 45 angeschlossen. Ein Ausgang 70 der Schaltung 45 ist mit einem zweiten Eingang 55 des adaptiven Filters 20 verbunden. Ein Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 ist an einen nichtinvertierenden Eingang (+) des Subtrahierers 40 angeschlossen. Das elektrische Gerät 1 umfaßt weiterhin eine Signalverarbeitungseinheit 75. Der Ausgang 60 des Subtrahierers 40 ist mit einem Eingang 80 der Signalverarbeitungseinheit 75 verbunden. Ein Ausgang 85 der Signalverarbeitungseinheit 75 ist an weitere, in der Figur nicht dargestellte Baugruppen des elektrischen Gerätes 1 angeschlossen.

[0011] Über den Lautsprecher 5 kann einerseits ein am Signalausgang 30 des elektrischen Gerätes 1 anliegendes Eingangssignal nach elektro-/akustischer Wandlung wiedergegeben werden. Andererseits kann aber auch ein dem Lautsprecher 5 zugeführtes akustisches Signal vom Lautsprecher 5 in ein elektrisches Signal umgewandelt und dem Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 zugeführt werden. Der Lautsprecher 5

kann somit auch gleichzeitig die Funktion eines Mikrofons erfüllen. Dies ist in der Figur durch einen Doppelpfeil dargestellt. Dabei wird der Effekt ausgenutzt, daß ein Lautsprecher, der üblicherweise durch elektrischen Strom angeregt, Schallwellen erzeugt, auch gleichzeitig Schallwellen aufnehmen und in entsprechende elektrische Signale umwandeln kann. Bei dieser Verwendung des Lautsprechers 5 ist zur Auskopplung eines aus dem akustischen Eingangssignal gewonnenen elektrischen Ausgangssignals der Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 erforderlich. Zwischen dem Signaleingang 15 und dem Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 besteht dann jedoch überwiegend eine induktive Kopplung, so daß auch das elektrische Eingangssignal vom Signaleingang 15 auf den Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 gekoppelt wird. Außerdem wirkt die akustische Wiedergabe des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 gleichzeitig als akustisches Eingangssignal, das nach entsprechender akustischer/elektrischer Wandlung ebenfalls dem Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 zugeführt wird. Dasselbe gilt für durch die akustische Wiedergabe des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 erzeugte Schall- und Echoerscheinungen in Abhängigkeit des beschallten Raumes. Zusätzlich werden Hintergrundgeräusche über den Lautsprecher 5 als elektrische Störsignale auf den Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 gebracht. Die vom elektrischen Eingangssignal des Lautsprechers 5 bewirkten Einflüsse auf den Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 lassen sich mittels der Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang 15 und dem Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 mathematisch beschreiben. Die Koeffizienten des adaptiven Filters 20 sind nun so gewählt, daß die Übertragungsfunktion des adaptiven Filters 20 zwischen dem ersten Eingang 50 und dem Ausgang 35 des adaptiven Filters 20 möglichst genau an die Übertragungsfunktion des Lautsprechers 5 angenähert ist. Durch die Differenzbildung beim Subtrahierer 40 werden dann vom elektrischen Ausgangssignal des Lautsprechers 5 die Einflüsse des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 eliminiert, so daß der Signalverarbeitungseinheit 75 ein Signal zugeführt wird, das aus der vom elektrischen Eingangssignal des Lautsprechers 5 unabhängigen akustischen Eingabe in den Lautsprecher 5 abgeleitet ist. In der Signalverarbeitungseinheit 75 lassen sich dann noch vorhandene und ebenfalls vom elektrischen Eingangssignal des Lautsprechers 5 unabhängige Störsignale entfernen. Bei der vom elektrischen Eingangssignal des Lautsprechers 5 unabhängigen akustischen Eingabe in den Lautsprecher 5 kann es sich um Sprachbefehle zum Aufruf von Funktionen oder zur Einstellung von Funktionswerten am elektrischen Gerät 1 handeln. In der Signalverarbeitungseinheit 75 findet dann eine entsprechende Sprachverarbeitung statt, die die eingegebenen Sprachbefehle erkennt und zur Ausführung der gewünschten Funktionen, beziehungsweise der

gewünschten Funktionswerte, weiterleitet. Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit einer Sprachsteuerung des elektrischen Gerätes 1. Bei einer Funkeinrichtung bzw. einem Funktelefon oder generell einer Fernsprecheinrichtung kann über den Lautsprecher 5 die Spracheingabe zur Übertragung über ein Telefonnetz erfolgen.

[0012] In der Schaltung 45 wird das mittlere Fehlerquadrat des Ausgangssignals des Subtrahierers 40 ermittelt. Die Koeffizienten des adaptiven Filters 20 werden daraufhin im Sinne einer Minimierung dieses mittleren Fehlerquadrates angepaßt. Auf diese Weise wird das Signal am Ausgang 35 des adaptiven Filters 20 aus dem elektrischen Eingangssignal des Lautsprechers 5 am Signalausgang 30 des elektrischen Gerätes 1 in Abhängigkeit der Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang 15 und dem Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 so abgeleitet, daß der Einfluß des Eingangssignals auf das Signal am Ausgang 60 des Subtrahierers 40 reduziert oder sogar minimiert wird. Da das elektrische Ausgangssignal des Lautsprechers 5 durch das Signal am Ausgang 35 des adaptiven Filters 20 bewertet wird, kann das Signal am Ausgang 35 des adaptiven Filters 20 auch als Bewertungssignal bezeichnet werden. Durch den Regelkreis 25 wird also auch bei unterschiedlichen, sich ändernden akustischen Bedingungen, beziehungsweise räumlichen Gegebenheiten, die Übertragungsfunktion des adaptiven Filters 20 immer an die jeweils aktuelle Übertragungsfunktion des Lautsprechers 5 angenähert. Um dieses Ziel zu erreichen, kann in Schaltung 45 auch ein anderes Rechenverfahren als das der mittleren Fehlerquadrate verwendet werden.

[0013] Für die Annäherung der Übertragungsfunktion des adaptiven Filters 20 über eine entsprechende Einstellung seiner Koeffizienten an die Übertragungsfunktion des Lautsprechers 5 ist der Regelkreis 25 nicht unbedingt erforderlich, so daß die Schaltung 45 auch entfernt werden kann. In diesem Fall muß die Übertragungsfunktion des Lautsprechers 5 jedoch für die entsprechenden räumlichen beziehungsweise akustischen Gegebenheiten gemessen werden. Aus den Meßergebnissen sind dann die entsprechenden Koeffizienten für das adaptive Filter 20 zu ermitteln.

[0014] Die Lautsprechersimulationseinheit 20 muß auch nicht unbedingt als adaptives Filter realisiert sein. Die Lautsprechersimulationseinheit 20 sollte jedoch eine Übertragungsfunktion aufweisen, die der Übertragungsfunktion des Lautsprechers 5 möglichst angenähert ist. Dies kann auch mit Hilfe analoger Schaltungen möglich sein, so daß eine digitale Realisierung mittels adaptivem Filter nicht unbedingt erforderlich ist.

[0015] Für die Eingabe akustischer Signale beziehungsweise von Sprachsignalen können auch mehrere Lautsprecher vorgesehen sein.

[0016] Aufgrund der Verwendung des Bewertungssignales zur Reduzierung des Einflusses des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 auf das

Ausgangssignal des Subtrahierers 40 können die akustische Wiedergabe und die akustische Eingabe von Signalen am Lautsprecher 5 gleichzeitig erfolgen. Die Lautsprechersimulationseinheit 20, die Differenzbildung durch das Subtrahierglied 40 und die Bildung des zum in den Lautsprecher 5 eingegebenen akustischen Signals proportionalen elektrischen Signals am Signalausgang 10 des Lautsprechers 5 läßt sich bei hinreichend linearer Kennlinie des Systems durch einfache analoge elektronische Schaltungen realisieren.

[0017] Das von dem am Lautsprecher 5 eingegebenen akustischen Signal abgeleitete und der Signalverarbeitungseinheit 75 zugeführte Signal kann bei einer digitalen Realisierung durch einen Mikrocomputer oder einen digitalen Signalprozessor berechnet werden. Neben einer digitalen Realisierung der Lautsprechersimulationseinheit 20, beispielsweise als adaptives Filter, ist dann auch das Subtrahierglied 40 und die Signalverarbeitungseinheit 75 digital realisiert. Dasselbe gilt für die Schaltung 45, falls vorhanden, zur Berechnung der mittleren Fehlerquadrate. Die Lautsprechersimulationseinheit 20, das Subtrahierglied 40, die Schaltung 45 und die Signalverarbeitungseinheit 75 sind dann Teil des gegebenenfalls weitere Komponenten aufweisenden digitalen Signalprozessors.

[0018] Das Signal am Ausgang 60 des Verknüpfungsgliedes 40 ist ein Verknüpfungssignal, beziehungsweise bei Ausbildung des Verknüpfungsgliedes 40 als Subtrahierglied ein Differenzsignal.

[0019] Das Verknüpfungsglied 40 muß nicht unbedingt als Subtrahierglied realisiert sein. Es können auch andere Verknüpfungsoperationen durch das Verknüpfungsglied 40 realisiert sein, die den Einfluß des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 auf das Ausgangssignal am Ausgang 60 des Verknüpfungsgliedes 40 reduzieren. Dabei kann beispielsweise auch ein Dividierer oder eine sonstige gegebenenfalls auch aufwendigere Vergleichsschaltung zum Vergleich des elektrischen Ausgangssignals des Lautsprechers 5 mit dem Ausgangssignal der Lautsprechersimulationseinheit 20 verwendet werden, die den Einfluß des elektrischen Eingangssignals des Lautsprechers 5 reduzieren.

[0020] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich vor allem auch für Kommunikationssysteme wie Mobiltelefone mit Freisprecheinrichtung, wobei der bisher für den Mikrofoneinbau erforderliche Platz eingespart und beispielsweise durch eine vergrößerte Bedienoberfläche ersetzt werden kann. Die Freisprechfunktion wird dann durch den Lautsprecher des entsprechenden Mobilfunktelefons realisiert, so daß ein eigenes Mikrofon nicht mehr erforderlich ist.

[0021] Ebenso vorteilhaft läßt sich das Verfahren in Systemen mit Sprachsteuerung einsetzen, wobei die vorhandenen Lautsprecher genutzt werden. Auf diese Weise können Navigationsgeräte oder auch Personalcomputer ohne ein Mikrofon gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Eingabe von akustischen Signalen in ein elektrisches Gerät (1), dadurch gekennzeichnet, daß einem dem Gerät (1) zugeordneten Lautsprecher (5) ein akustisches Signal, insbesondere ein Sprachsignal, zugeführt wird, daß das akustische Signal vom Lautsprecher (5) in ein elektrisches Signal umgewandelt und einem Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) zugeführt wird, daß ein Verknüpfungssignal durch Vergleich eines Ausgangssignals des Lautsprechers (5) mit einem Bewertungssignal gebildet wird und daß das Bewertungssignal aus einem Eingangssignal an einem Signaleingang (15) des Lautsprechers (5) in Abhängigkeit einer Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang (15) und dem Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) so abgeleitet wird, daß der Einfluß des Eingangssignals auf das Verknüpfungssignal reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsfunktion durch ein adaptives Filter (20) angenähert wird, dem das Verknüpfungssignal über einen Regelkreis (25) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Koeffizienten des adaptiven Filters (20) im Sinne einer Minimierung des mittleren Fehlerquadrates des Verknüpfungssignals angepaßt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungssignal aus einer Differenz zwischen dem Ausgangssignal des Lautsprechers (5) und dem Bewertungssignal gebildet wird.
5. Elektrisches Gerät (1), insbesondere Autoradio mit Navigationseinrichtung und/oder Funkeinrichtung, mit einem Signalausgang (30), an den ein Signaleingang (15) eines Lautsprechers (5), anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalausgang (30) mit einer Lautsprechersimulationseinheit (20) verbunden ist, daß die Lautsprechersimulationseinheit (20) eine Übertragungsfunktion aufweist, die der Übertragungsfunktion zwischen dem Signaleingang (15) und einem Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) angenähert ist, daß ein Signalausgang (35) der Lautsprechersimulationseinheit (20) mit einem Verknüpfungsglied (40) verbunden ist, dem außerdem ein Ausgangssignal am Signalausgang (10) des Lautsprechers (5) zuführbar ist, und daß dem Lautsprecher (5) ein akustisches Signal, insbesondere ein Sprachsignal, zuführbar ist, das der Lautsprecher (5) in ein elektrisches Signal umwandelt und seinem Signalaus-

gang (10) zuführt.

6. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprechersimulationseinheit (20) als adaptives Filter ausgebildet ist, dem ein Ausgangssignal des Verknüpfungsgliedes (40) in einem Regelkreis (25) zugeführt ist. 5
7. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Verknüpfungsgliedes (40) dem adaptiven Filter (20) über eine Schaltung (45) zugeführt ist, die das mittlere Fehlerquadrat des Ausgangssignals ermittelt. 10
8. Elektrisches Gerät (1) nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungsglied (40) als Subtrahierglied ausgebildet ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

