



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 23 091 T2 2007.04.05**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 324 506 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 23 091.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 205 244.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.07.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 5/00 (2006.01)**
G07C 9/00 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

EM Microelectronic-Marin S.A., Marin, CH

(74) Vertreter:

Sparing · Röhl · Henseler, 40237 Düsseldorf

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI

(72) Erfinder:

**Lamothe, Christian, 2000 Neuchâtel, CH;
Sacksteder, Frederic, 2068 Hauterive, CH**

(54) Bezeichnung: **Tragbarer Empfänger mit zwei Antennen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen tragbaren Empfänger, der insbesondere für Anwendungen in der Automobilindustrie bestimmt ist, insbesondere für Systeme für das kontaktfreie Öffnen mit einem Schlüssel und allgemeiner für Anwendungen in einem System für das kontaktfreie Erfassen, insbesondere für Systeme für den mit einem Abzeichen gesteuerten kontaktfreien Zugang.

[0002] Der tragbare Empfänger umfasst zwei Antennen, die jeweils gemäss verschiedenen Achsen orientiert sind, um eine erste und eine zweite Komponente eines äusseren elektromagnetischen Signals in einem gegebenen Frequenzbereich zu empfangen, und Filtermittel, die zwischen den beiden Antennen einerseits und einer Empfangseinheit andererseits angeordnet sind.

[0003] Ein solcher tragbarer Empfänger ist insbesondere aus dem Dokument FR 2 792 129 bekannt, das einen tragbaren Empfänger beschreibt, der insbesondere in einem Antidiebstahlssystem für Kraftfahrzeuge verwendet werden kann. In diesem Fall ist der Empfänger in einem vom Besitzer des Fahrzeugs oder einer befugten Person getragenen Träger des Chipkarten-, Abzeichen- oder Schlüsseltyps eingebaut, der in der Folge „Identifizierer“ genannt wird. Der Träger kann ebenfalls einen Sender umfassen, was ermöglicht, einen Dialog des Sende-/Empfangstyps zwischen dem mit dem Antidiebstahlssystem ausgerüsteten Fahrzeug, das in der Folge „Identifikationseinheit“ genannt wird, und der Person, die den Identifizierer trägt, herzustellen.

[0004] Wenn das Abstimmprotokoll zwischen der Identifikationseinheit und dem Identifizierer respektiert wird, ermöglicht ein durch die Identifikationseinheit ausgesendetes Freigabesignal Steuerbefehle, wie zum Beispiel die Verriegelung/Entriegelung der Schlösser oder auch das Dekodieren eines Antianlasssystems, zu aktivieren.

[0005] [Fig. 1](#) stellt einen tragbaren Empfänger **1** dar, der in einem Identifizierer, wie zum Beispiel in einer Chipkarte, in einem Schlüssel oder in einem Abzeichen, eingebaut werden kann. Der Empfänger **1** ist mit zwei Antennen **2** und **3** ausgerüstet, wobei jede der Antennen in Form einer Spule ausgeführt ist, die vorzugsweise auf einen Ferritkern gewickelt ist. Die beiden Antennen **2** und **3** sind senkrecht zueinander angeordnet. Sie sind mit einer Phasenschieberschaltung **4** verbunden, die ermöglicht, das durch die Antennen gelieferte Signal zu verschieben. Am Ausgang der Schaltung **4** wird ein Signal Vout an eine Empfangseinheit **5** geliefert, die im Allgemeinen eine in geeigneter Weise programmierte integrierte Schaltung umfasst. Die Phasenschieberschaltung **4** wird weiter unten in Verbindung mit [Fig. 2](#), die eine solche Schaltung des Standes der Technik zeigt, näher im Detail beschrieben.

[0006] Es ist festzuhalten, dass der tragbare Empfänger auch mit einer Sendeeinheit (nicht dargestellt) ausgerüstet sein kann, die ihm ermöglicht, aktiv auf die Identifikationseinheit, zum Beispiel ein Kraftfahrzeug, zu antworten.

[0007] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung der Phasenschieberschaltung der [Fig. 1](#), die nicht unbedeutende Streuelemente dieser Schaltung einschliesst. Die Antennen sind in Form von Spulen L10 und L20 ausgeführt, die jeweils eine Streukapazität aufweisen, die durch die Kondensatoren C10 bzw. C20 dargestellt sind, denen Abstimmkondensatoren C11 bzw. C21 hinzugefügt werden können, wobei die Antennen auf die Frequenz des zu empfangenden Signals abgestimmt sind. Jede Spule L10, L20 ist mit einem Verschieber RC oder CR verbunden, wobei die Spule L10 mit der durch den Kondensator C12 und den Widerstand R12 gebildeten Schaltung CR verbunden ist und die Spule L20 mit der durch den Widerstand R22 und den Kondensator C22 gebildeten Schaltung RC verbunden ist. Am Ausgang der Verschieber RC und CR stellen die Kondensatoren C13 und C23 die Streukapazitäten der Eingänge des Subtrahierers **24** dar.

[0008] Die am Ausgang der beiden Verschieber erhaltenen Signale Vout1 und Vout2 sind in Bezug auf die durch die Antennen gelieferten Signale um $+45^\circ$ bzw. um -45° , und somit theoretisch um 90° zueinander, verschoben. Ein solcher Empfänger weist also theoretisch den Vorteil auf, eine relativ konstante Amplitude des Ausgangssignals zu liefern, welches auch immer die Ausrichtung des Identifizierers in Bezug auf die Identifikationseinheit ist.

[0009] Dennoch ermöglicht die Ausführung des im Dokument FR 2 792 129 beschriebenen Empfängers nicht, die gewünschte Verschiebung von 90° zwischen den Ausgangssignalen der beiden Verschieber zu erhalten, und die gewünschte Amplitudenstabilität am Ausgang ist deshalb nicht mehr gewährleistet. Die vorgeschlagene Montage berücksichtigt nämlich weder den am Ausgang der Verschieber RC und CR angeordneten Subtrahierer noch Eigenmerkmale der Antennen.

[0010] Einer der Gründe des schlechten Funktionierens der durch das Dokument FR 2 792 129 vorgeschlagenen Schaltung rührt daher, dass die Streukapazitäten C13 und C23, die manchmal unbedeutend sind, im Rahmen dieser Anwendung in der gleichen Grössenordnung wie die Kapazitäten sind, die verwendet werden, um die Verschieber CR und RC auszuführen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat man gezeigt, dass dies einer der Gründe ist, weshalb die Verschiebung der beiden Verschieber nicht $+45^\circ$ und -45° beträgt, und dass die Verschiebung der beiden Signale am Eingang des Subtrahierers **24** nicht 90° zueinander beträgt.

[0011] [Fig. 3A](#) ist eine Simulation der Funktionsart der Schaltung gemäss dem Stand der Technik, die die Entwicklung der Verschiebung zwischen den am Ausgang der Spulen abgegebenen Signalen Vin1 und Vin2, den an den Eingang des Subtrahierers gelieferten Signalen Vout1 und Vout2 und dem am Ausgang des Subtrahierers gelieferten Signal Vout darstellt. Die für diesen Anwendungstyp verwendete Frequenz beträgt beispielsweise 125 KHz, und deshalb ist die Simulation in einer Frequenzspanne von 120 bis 130 KHz ausgeführt worden. Es kann allerdings sehr gut in Betracht gezogen werden, Frequenzen in der Grössenordnung von dem MHz oder dem GHz zu verwenden.

[0012] Zu Beginn empfangen die Antennen das gleiche durch die Sendeantenne der Identifikationseinheit ausgesendete Signal. Da die beiden Antennen identisch gewählt werden, könnte man erwarten, dass die am Ausgang der Spulen gelieferten Signale Vin1 und Vin2 identisch sind. Dem ist jedoch nicht so, denn die Streukapazitäten am Eingang der Empfangseinheit haben einen nicht unbedeutenden Einfluss. Im Fall der vorliegenden Erfindung hat man bemerkt, dass diese Streukapazitäten eine Asymmetrie zwischen den entsprechenden Schaltungen der beiden Verschieber bewirken. Daraus resultiert, dass die gewünschten Verschiebungen ($+45^\circ$ und -45°) am Ausgang der beiden Verschieber sowie die Gesamtverschiebung (90°) zwischen den Signalen Vout1 und Vout2 nicht erhalten werden.

[0013] Der auf die Streuelemente zurückzuführende Verschiebungsfehler hat ebenfalls einen Einfluss auf die Gleichförmigkeit der Amplitude des Signals Vout. [Fig. 3B](#) ist eine Simulation der Funktionsart gemäss dem Stand der Technik, die die Entwicklung der Amplitude des Ausgangssignals Vout in Abhängigkeit vom Winkel zwischen dem durch die Identifikationseinheit ausgesendeten Signal und den Antennen des Identifizierers darstellt.

[0014] Die Winkel sind mit Schritten von 10° zwischen 0 und 90° gewählt worden. Es ist festzuhalten, dass die Amplitude des Ausgangssignals Vout entsprechend dem Winkel des durch die Identifikationseinheit ausgesendeten Signals erheblich variiert. Im Rahmen dieses Beispiels können die Amplitudenvariationen einen Faktor drei überschreiten.

[0015] Die Lösung gemäss dem Dokument FR 2 792 129 ist also nicht zufriedenstellend. Im Bereich der tragbaren Empfänger ist der Fachmann erstens ständig darum bemüht, die verwendeten Schaltungen aus Gründen des Raumbedarfs und des Energieverbrauchs des Empfängers maximal zu vereinfachen.

[0016] Ferner ist es ebenfalls wichtig, einen Identifizierer zu erhalten, der unabhängig von seiner Ausrichtung in Bezug auf die Identifikationseinheit ein Signal mit einer möglichst konstanten Amplitude empfangen kann, wenn er sich im Sendefeld dieser letzteren befindet. Aus Gründen der Sicherheit und der bequemen Anwendung ist es nämlich sehr wichtig, dass der Streubereich minimal ist. Unter Streubereich versteht man den räumlichen Bereich, in dem der Empfang oder Nicht-Empfang eines ausgesendeten äusseren Signals durch den Empfänger von der Ausrichtung des Identifizierers in Bezug auf die Identifikationseinheit abhängt.

[0017] Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, die obenerwähnten Nachteile zu beheben. Dafür ist der tragbare Empfänger gemäss der Erfindung zusätzlich zu der Tatsache, dass er die in der Einleitung definierten Merkmale aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtermittel ein resistives Element, das zwischen einer der beiden Antennen und der Empfangseinheit angeschlossen ist, und ein kapazitives Element, das zwischen der anderen Antenne und der Empfangseinheit angeschlossen ist, umfassen.

[0018] Gemäss einer besonderen Ausführungsform bilden die Antennen Schwingkreise, die eine merklich gleiche Resonanzfrequenz und eine merklich gleiche entsprechende Ladung aufweisen.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, die als nicht einschränkendes Beispiel gegeben ist und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gemacht ist, in denen:

[0020] [Fig. 1](#), die bereits beschrieben worden ist, einen tragbaren Empfänger gemäss dem Stand der Technik

darstellt;

[0021] [Fig. 2](#), die bereits beschrieben worden ist, eine Verschieberschaltung, die im tragbaren Empfänger gemäss dem Stand der Technik verwendet wird, darstellt;

[0022] die [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#), die bereits beschrieben worden sind, eine Simulation der Funktionsart des tragbaren Empfängers gemäss dem Stand der Technik sind;

[0023] [Fig. 4A](#) die allgemeine Struktur des tragbaren Empfängers gemäss der Erfindung darstellt;

[0024] [Fig. 4B](#) die Zerlegung eines äusseren Signals in der durch die beiden Antennen gebildeten Empfangsebene darstellt;

[0025] [Fig. 5](#) eine detaillierte Struktur des tragbaren Empfängers gemäss der Erfindung darstellt; und

[0026] [Fig. 6](#) eine Simulation der Funktionsart des tragbaren Empfängers gemäss der Erfindung ist.

[0027] Der beispielsweise in einem Zündschlüssel angeordnete Empfänger, der auf [Fig. 4A](#) dargestellt ist und insgesamt mit dem allgemeinen Bezugszeichen R bezeichnet ist, umfasst zwei Antennen **11** und **12**, die gemäss unterschiedlichen Empfangsachsen orientiert sind, die die Empfangsebene des Empfängers definieren. Vorzugsweise sind die Antennen derart orientiert, dass sie ein merklich orthogonales Achsenkreuz bilden. Somit werden die äusseren Signale, die durch einen beispielsweise in einem Kraftfahrzeug angeordneten Sender (nicht dargestellt) ausgesendet werden, in dem durch die beiden Antennen des Empfängers gebildeten Achsenkreuz gemäss einer ersten Komponente V1 und einer zweiten Komponente V2 zerlegt.

[0028] Diese Zerlegung ist auf [Fig. 4B](#) dargestellt. Wenn man davon ausgeht, dass ein äusseres Signal V_{in} in der Empfangsebene, die durch die beiden Empfangsachsen "x" und "y" der beiden Antennen **11** bzw. **12** gebildet ist, durch den Empfänger empfangen wird, so weist es folgende Form auf:

$$V_{in} = V_0 \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

wobei V_0 der Amplitude und $\cos \omega t$ der Phase des empfangenen äusseren Signals entspricht.

[0029] Dann weisen die durch die Antennen an den Rest der Empfangsschaltung gelieferten Komponenten V1 und V2 folgende Form auf:

$$V_1 = V_{in} \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$V_2 = V_{in} \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

wobei " α " den Winkel zwischen dem empfangenen äusseren Signal V_{in} und der Empfangsachse, zum Beispiel "x", einer der Antennen darstellt.

[0030] Eine Empfangseinheit **13** ist am Ausgang der Antennen **11** und **12** angeordnet, um die durch diese letzteren gelieferten Signale V1 und V2 zu empfangen. Der Eingang dieser Empfangseinheit **13** ist durch den Knotenpunkt S dargestellt. Filterelemente MF, die ein resistives Element **14** und ein kapazitives Element **15** umfassen, sind zwischen den Antennen **11** und **12** einerseits und der Empfangseinheit **13** andererseits angeschlossen. Das resistive Element, zum Beispiel ein Widerstand **14**, ist zwischen dem Ausgang einer der beiden Antennen, zum Beispiel **11**, und dem Knotenpunkt S angeschlossen, und das kapazitive Element, zum Beispiel ein Kondensator **15**, ist zwischen der anderen Antenne **12** und diesem Knotenpunkt S angeschlossen.

[0031] Gemäss einer Variante können das resistive Element und das kapazitive Element insbesondere Transistoren sein, die in geeigneter Weise derart angeschlossen werden, dass das gewünschte Element erhalten wird.

[0032] Im Rahmen dieser Struktur können die Antennen **11** und **12** Spannungsquellen, die die Signale V1 bzw. V2 liefern, gleichgestellt werden. Um die Übertragungsfunktion, die die Ausgangsspannung V_{out} mit dem empfangenen äusseren Signal V_{in} verbindet, zu kennen, genügt es, diese Funktion unter Anwendung des Überlagerungstheorems auf diese Struktur zu berechnen, indem man die Antennen **11** und **12**, oder entsprechende Spannungsquellen, getrennt berücksichtigt. Die reelle Übertragungsfunktion (V_{out}/V_{in}) ist durch die

Summe der getrennt berechneten Übertragungsfunktionen gegeben.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{V_{out1}}{V_{in}} + \frac{V_{out2}}{V_{in}} \quad (4)$$

[0033] Wenn man nur die der Antenne **11** entsprechende Spannungsquelle berücksichtigt, wobei die der Antenne **12** entsprechende Spannungsquelle als kurzgeschlossen betrachtet wird, hat man die folgende erste Übertragungsfunktion:

$$\frac{V_{out1}}{V_{in}} = \frac{\cos\alpha}{1+j\omega.R.C} \quad (5)$$

wobei R den Wert des Widerstands **14** und C die Kapazität des Kondensators **15** darstellt.

[0034] Wenn man nur die der Antenne **12** entsprechende Spannungsquelle berücksichtigt, wobei die der Antenne **11** entsprechende Spannungsquelle als kurzgeschlossen betrachtet wird, hat man die folgende zweite Übertragungsfunktion:

$$\frac{V_{out2}}{V_{in}} = \frac{j\omega.R.C.\sin\alpha}{1+j\omega.R.C} \quad (6)$$

[0035] Man erhält somit die Übertragungsfunktion der gesamten Struktur:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\cos\alpha + j\omega.R.C.\sin\alpha}{1+j\omega.R.C} \quad (7)$$

[0036] Eines der Ziele der Erfindung ist, ein Ausgangssignal in dem gewünschten Frequenzbereich zu erhalten, das unabhängig von der Ausrichtung des Empfängers in Bezug auf den Sender, d.h. unabhängig vom Winkel "α", eine konstante Amplitude aufweist. Um dies zu überprüfen, genügt es, den Modul der Übertragungsfunktion zu berechnen:

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = \sqrt{\frac{\cos^2\alpha + \omega^2.R^2.C^2.\sin^2\alpha}{1 + \omega^2.R^2.C^2}} \quad (8)$$

[0037] Bei der Grenzfrequenz ω_c der Schaltung hat man folgendes Verhältnis:

$$\omega_c.R.C = 1 \quad (9)$$

[0038] Die Schaltung ist derart angeordnet, dass die Grenzfrequenz ω_c in Bezug auf den im Rahmen der Anwendung gewünschten Frequenzbereich merklich mittig eingestellt ist.

[0039] Um die Grenzfrequenz ist der Modul der Schaltung somit durch die folgende Formel gegeben:

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (10)$$

[0040] Die Amplitude des Ausgangssignals ist somit unabhängig vom Winkel "α" zwischen dem empfangenen äusseren Signal V_{in} und den Empfangsachsen der Antennen, was auch dem gewünschten Ziel entspricht.

[0041] **Fig. 5** stellt den tragbaren Empfänger gemäss der Erfindung dar, wobei sie die Komponenten der Antennen und die entsprechenden Elemente, die durch die am Ausgang angeordnete Empfangseinheit eingeführt werden, einbezieht.

[0042] Jede der beiden Antennen **21** und **22** kann in vier Elemente zerlegt werden, die eine Spannungsquelle, E1 und E2, die eine Spannung entsprechend der Komponente ($V_{in}.\cos\alpha$ und $V_{in}.\sin\alpha$) des gemäss der Empfangsachse der entsprechenden Antenne empfangenen äusseren Signals liefert, eine Spule, L1 und L2, die mit der Spannungsquelle in Serie geschaltet ist, einen parallelgeschalteten Kondensator, C1 und C2, und ei-

nen parallelgeschalteten Widerstand, R1 und R2, umfassen. Die am Ausgang dieser beiden Antennen **21** und **22** gelieferten Signale sind mit den Bezugszeichen V1 und V2 bezeichnet.

[0043] Die Empfangseinheit **23** führt entsprechende Elemente am Ausgangsknotenpunkt S ein. Diese Elemente umfassen insbesondere einen Widerstand Re und einen Kondensator Ce, die nicht unbedeutend sind. Die Ausgangsspannung am Knotenpunkt S, die an die Empfangseinheit geliefert wird, ist mit dem Bezugszeichen Vout bezeichnet.

[0044] Wie auf **Fig. 4** sind auch hier Filtermittel **24** zu erkennen, die ein resistives Element Rd, das zwischen dem Ausgang der Antenne **21** und dem Knotenpunkt S angeschlossen ist, und ein kapazitives Element Cd, das zwischen der anderen Antenne **22** und dem Knotenpunkt S angeschlossen ist, umfassen.

[0045] Die beiden Spannungsquellen E1 und E2 liefern die folgenden entsprechenden Spannungen:

$$E1 = k1 \cdot Vin \cdot \cos\alpha; \tag{11}$$

$$E2 = k2 \cdot Vin \cdot \sin\alpha \tag{12}$$

wobei k1 und k2 positive Koeffizienten sind, die von der entsprechenden Antenne, L1, R1 und C1 oder L2, R2 und C2, abhängig sind.

[0046] Es ist wichtig festzuhalten, dass die Lösungen des Standes der Technik nämlich nicht die Situation vorsehen, wo die Antennen des Empfängers unterschiedlich sind, wohingegen diese Situation in der Lösung gemäss der Erfindung einbezogen ist.

[0047] In gleicher Weise, wie im Fall der Schaltung der **Fig. 4**, kann die Übertragungsfunktion Vout/Vin mittels des Überlagerungstheorems berechnet werden.

[0048] Zuerst wird die Übertragungsfunktion berechnet, wenn die Spannungsquelle E1 aktiviert ist und die Spannungsquelle E2 kurzgeschlossen ist. Diese erste Übertragungsfunktion ermöglicht, den Beitrag der ersten Antenne **21** zu erhalten.

$$\frac{V_{out1}}{V_{in}} = \frac{k1 \cdot \cos\alpha \left(\frac{1}{Rd \cdot j\omega \cdot L1} \right) D2}{D1 \cdot D2 \cdot \left[\frac{1}{Rd} + \frac{1}{Re} + j\omega(Cd + Ce) \right] - D2 \left(\frac{1}{Rd} \right)^2 - D1(j\omega \cdot Cd)^2} \tag{13}$$

mit:

$$D1 = \frac{1}{j\omega \cdot L1} + j\omega \cdot C1 + \frac{1}{R1} + \frac{1}{Rd}; \tag{14}$$

$$D2 = j\omega(C2 + Cd) + \frac{1}{j\omega \cdot L2} + \frac{1}{R2}; \tag{15}$$

[0049] Dann wird die Übertragungsfunktion berechnet, wenn die Spannungsquelle **21** kurzgeschlossen ist und die Spannungsquelle **22** aktiviert ist.

$$\frac{V_{out2}}{V_{in}} = \frac{k2 \cdot \sin\alpha \left(\frac{Cd}{L2} \right) D1}{D1 \cdot D2 \cdot \left[\frac{1}{Rd} + \frac{1}{Re} + j\omega(Cd + Ce) \right] - D2 \left(\frac{1}{Rd} \right)^2 - D1(j\omega \cdot Cd)^2} \tag{16}$$

wobei D1 und D2 weiter oben definiert worden sind.

[0050] Die gesamte Übertragungsfunktion der Schaltung ist durch die Summe der beiden Funktionen, die weiter oben gemäss dem Überlagerungstheorem berechnet worden sind, gegeben:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{k_1 \cdot \cos \alpha \left(\frac{1}{R_d j \omega L_1} \right) D_2 + k_2 \cdot \sin \alpha \left(\frac{C_d}{L_2} \right) D_1}{D_1 \cdot D_2 \left[\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_e} + j \omega (C_d + C_e) \right] - D_2 \left(\frac{1}{R_d} \right)^2 - D_1 (j \omega C_d)^2} \quad (17)$$

[0051] Da man weiss, dass der Modul dieser Übertragungsfunktion unabhängig vom Winkel "α" sein muss, impliziert dies, dass der Zähler der vorhergehenden Formel unabhängig von "α" ist, und man erhält also die folgende Formel, indem man D1 und D2 entwickelt:

$$\left(\frac{1}{R_2} \right)^2 + \left(\omega (C_2 + C_d) \frac{1}{\omega L_2} \right)^2 = \left(\frac{k_2 L_1 \omega R_d C_d}{k_1 L_2} \right)^2 \left(\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_d} \right)^2 + \left(\omega C_1 \frac{1}{\omega L_1} \right)^2 \right) \quad (18)$$

[0052] Diese Gleichung bietet viele Freiheitsgrade, was die Bestimmung der Werte der verschiedenen Elemente relativ komplex macht. Im Rahmen der Erfindung ist jedoch gezeigt worden, dass es möglich ist, das Mass der Freiheitsgrade zu beschränken, indem gewisse vorteilhaft definierte Beschränkungen vorgeschrieben werden.

[0053] Deshalb betrifft ein weiterer Gegenstand der Erfindung ebenfalls die Methode für die Bestimmung der Werte der Komponenten, die für diesen tragbaren Empfänger verwendet werden können.

[0054] Eine erste interessante Bedingung ist, eine Beschränkung in Abhängigkeit vom gewünschten Durchlassbereich im gegebenen Frequenzbereich des Senders und des Empfängers vorzuschreiben. Die Werte der Induktivitäten L1 und L2 der Spulen werden ebenfalls vorgeschrieben, wie auch die positiven Empfindlichkeitskoeffizienten k1 und k2 der Antennen. Ferner ist die Abstimmfrequenz ω0, die auch Arbeitsfrequenz genannt wird, bekannt, wie auch die Merkmale am Eingang der Empfangseinheit.

[0055] Um die Werte der verwendeten Komponenten zu bestimmen, geht man anhand der vorhergehenden Gleichung von der Unabhängigkeit des Signals Vout in Bezug auf den Winkel "α" aus, und man nimmt ebenfalls an, dass der gewünschte Durchlassbereich dieser Behauptung nicht entgegenwirkt.

[0056] Ausgehend von diesen vorläufigen Hypothesen kann man zwei "α"-Werte wählen, um die Bedingungen zu bestimmen, welche durch einen Durchlassbereich- und/oder Verstärkungsbeschränkung impliziert werden. Man wählt zum Beispiel die Werte 0 und π/2, was die folgenden Wertepaare liefert: (cos α = 1; sin α = 0) bzw. (cos α = 0; sin α = 1).

[0057] Ausgehend von den zuvor berechneten allgemeinen Gleichungen sucht man die für die Elemente D1 und D2 möglichen Ausdrücke. Es ist festzuhalten, dass das System unter der Bedingung, dass die ω²-Ausdrücke von komplexen ω-Ausdrücken und nicht von reellen ω-Ausdrücken herrühren, durchführbar ist.

[0058] Man stellt also folgende Formeln auf:

$$D_2 = a + jb; \quad (19)$$

$$j \omega C_d R_d (k_2/k_1) (L_1/L_2) D_1 = c + jd \quad (20)$$

[0059] Um "α" auszuschalten wählt man vorzugsweise die beiden folgenden Bedingungen:

$$a^2 + b^2 = c^2 + d^2 \text{ (Gleichheit der Module)} \quad (21)$$

$$a \cdot c + b \cdot d = 0 \text{ (Orthogonalität)} \quad (22)$$

[0060] Im Rahmen der Erfindung ist gezeigt worden, dass die Wahl dieser beiden Bedingungen drei vorteilhafte Auswirkungen mit sich bringt.

[0061] Erstens weisen die durch die Antennen gebildeten Schwingkreise eine gleiche Resonanzfrequenz auf, die auf die Annullierung der Orthogonalitätsbedingung zurückzuführen ist:

$$L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot (C_d + C_2) \quad (23)$$

[0062] Zweitens weisen die beiden Schwingkreise eine gleiche entsprechende Ladung auf, d.h. eine gleiche Abstimmfrequenz und eine Aufrechterhaltung der Orthogonalität, wobei die Bedingungen im Durchlassbereich um die Abstimmfrequenz ω_0 berücksichtigt werden müssen:

$$\frac{1}{C1} \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{Rd} \right) = \frac{1}{(C2 + Cd) R2} \quad (24)$$

[0063] Dieser Ausdruck ermöglicht ebenfalls, die Güte des Empfängers einzustellen.

[0064] Drittens erhält man ausgehend von der Gleichheit der Module bei der Abstimmfrequenz ω_0 und bei Annullierung der Resonanzausdrücke die folgende Gleichung für die Verstärkung:

$$(k2/k1) \cdot Cd \cdot Rd = 1/\omega_0 \quad (25)$$

[0065] Diese drei Auswirkungen ermöglichen vorteilhaft, Bedingungen für die Frequenz aufgrund von der ersten, für die Ladung aufgrund von der zweiten bzw. für die Verstärkung aufgrund von der dritten zu erhalten.

[0066] Um die Werte der Komponenten dieser Schaltung einfach zu berechnen, hat man vorteilhaft bemerkt, dass die Ausgangsspannung V_{out} in zeitlich verschobener Weise bis auf einen Verstärkungskoeffizienten der Spannung des empfangenen äusseren Signals V_{in} entspricht. Es ist festzuhalten, dass dieser Koeffizient in einem begrenzten Frequenzbereich wenig variiert. Es ist ebenfalls festzuhalten, dass die Werte der Komponenten modifiziert werden können, um die eventuellen Streuelemente zu bilden.

[0067] Es ist noch zu bemerken, dass die zwei durch die beiden Antennen definierten Eingänge zwei entsprechenden Parallelschwingkreisen gleichgestellt werden können. Einer umfasst zum Beispiel die Komponenten $L1$, $C1$ und $R1$, die mit Rd parallelgeschaltet sind, und der andere umfasst $L2$, $R2$ und $C2$, die mit Cd parallelgeschaltet sind.

[0068] Diese beiden Bemerkungen zeigen, dass es genügt, den Verlauf der Erregung im Bereich eines der Eingangsschwingkreise zu untersuchen, anstatt den Durchlassbereich im Bereich des Ausgangs untersuchen zu müssen. Man untersucht zum Beispiel den zweiten Schwingkreis, der $L2$, $R2$ und $C2$, die mit Cd parallelgeschaltet sind, umfasst.

[0069] Man hat den durch die Wahl der Abstimmfrequenz ω_0 festgelegten Wert $\omega_0 \cdot L2$, was ermöglicht, die Komponente $C2$, die mit Cd parallelgeschaltet ist, herzuleiten. Ebenso hat man die durch die nötige Empfindlichkeit festgelegte Güte, was ermöglicht, $R2$ herzuleiten.

[0070] Man kann vorteilhaft auf die Verteilung zwischen der Kapazität der beiden Kondensatoren $C2$ und Cd einwirken, um die Verstärkung am Ausgang zu optimieren. Es ist festzuhalten, dass ein Verstärker (nicht dargestellt) beispielsweise am Eingang der Empfangseinheit vorgesehen sein kann.

[0071] Die Bestimmung dieser Komponenten ermöglicht, unter Anwendung der anderen obenbeschriebenen Gleichungen die Komponenten des anderen Schwingkreises zu bestimmen, insbesondere indem man sich auf die Resonanzfrequenz einstellt.

[0072] [Fig. 6](#) ist eine Simulation der Funktionsart des tragbaren Empfängers gemäss der Ausführungsform der [Fig. 5](#), die die Entwicklung der Amplitude des Ausgangssignals in Abhängigkeit vom Winkel zwischen dem Signal, das durch die den Sender umfassende Identifikationseinheit ausgesendet wird, und den Antennen des den tragbaren Empfänger umfassenden Identifizierers darstellt.

[0073] Wie dies klar ersichtlich ist, liegt die Amplitude des Ausgangssignals V_{out} , welches auch immer der Winkel zwischen dem durch die Identifikationseinheit ausgesendeten Signal und den Antennen des Identifizierers ist, in der Umhüllenden E und ist also merklich konstant, insbesondere um die Abstimmfrequenz, die zum Beispiel auf 125 KHz festgelegt wird, wobei der Frequenzbereich die Frequenzen von 120 bis 130 KHz deckt. Es ist festzuhalten, dass es sehr gut möglich ist, eine Abstimmfrequenz in irgendeiner Grössenordnung, und insbesondere in der Grössenordnung von dem MHz und dem GHz, zu wählen.

[0074] Es ist festzuhalten, dass das resistive Element sowie das kapazitive Element insbesondere geeignet angeschlossene Transistoren sein können.

[0075] Es ist selbstverständlich, dass die Beschreibung nur als Beispiel gegeben ist, und dass andere Ausführungsformen, insbesondere Durchführungsarten der Methode für die Bestimmung der Komponenten, Gegenstand der vorliegenden Erfindung sein können.

Patentansprüche

1. Tragbarer Empfänger, umfassend zwei Antennen (**21**, **22**), die jeweils gemäss verschiedenen Achsen orientiert sind, um eine erste (E1) und eine zweite (E2) Komponente eines äusseren elektromagnetischen Signals (V_{in}) in einem gegebenen Frequenzbereich zu empfangen, und Filtermittel (**24**), die zwischen den beiden Antennen einerseits und einer Empfangseinheit (**23**) andererseits angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filtermittel ein resistives Element (Rd), das zwischen einer der beiden Antennen und der Empfangseinheit angeschlossen ist, und ein kapazitives Element (Cd), das zwischen der anderen Antenne und der Empfangseinheit angeschlossen ist, umfassen.

2. Tragbarer Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsachsen der beiden Antennen merklich orthogonal sind, dass die Antennen Schwingkreise (L1, C1, R1 und L2, C2, R2) bilden, und dass das resistive Element und das kapazitive Element in Abhängigkeit von den Schwingkreisen und der Empfangseinheit bestimmte Werte aufweisen.

3. Tragbarer Empfänger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingkreise eine merklich gleiche Resonanzfrequenz aufweisen.

4. Tragbarer Empfänger nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingkreise eine merklich gleiche entsprechende Ladung aufweisen.

5. Tragbarer Empfänger nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkung des Empfängers in Abhängigkeit von den Werten des resistiven und des kapazitiven Elements einstellbar ist.

6. Tragbarer Empfänger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung der Verstärkung optimiert ist durch eine Verteilung der Kapazitäten (C2 und Cd) zwischen dem kapazitiven Element und dem entsprechenden Schwingkreis.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1
(STAND DER TECHNIK)

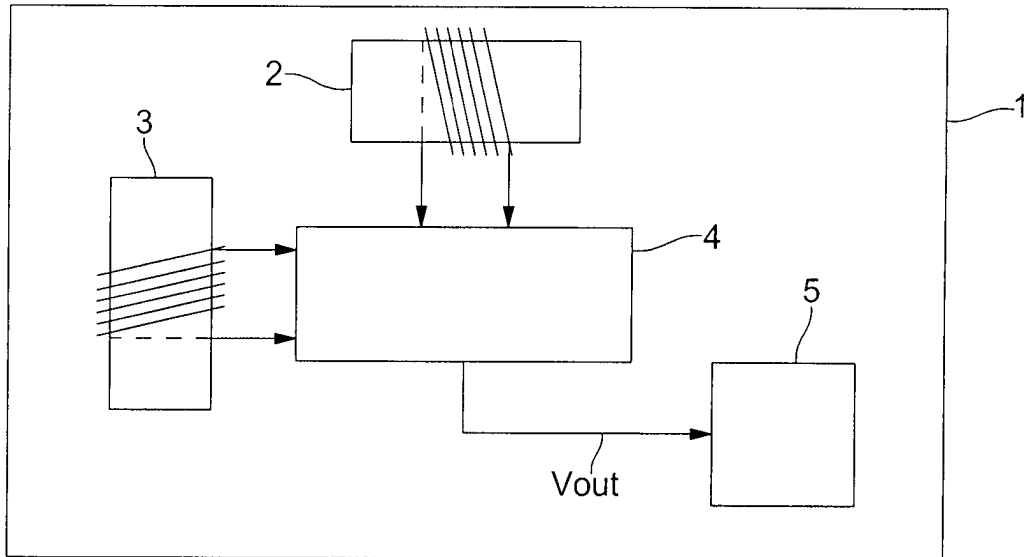


Fig.2
(STAND DER TECHNIK)

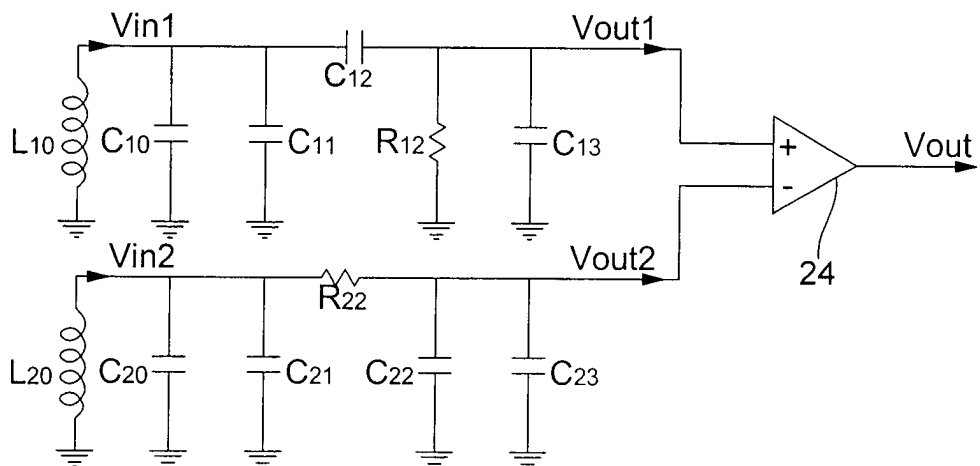


Fig.3A
(STAND DER TECHNIK)

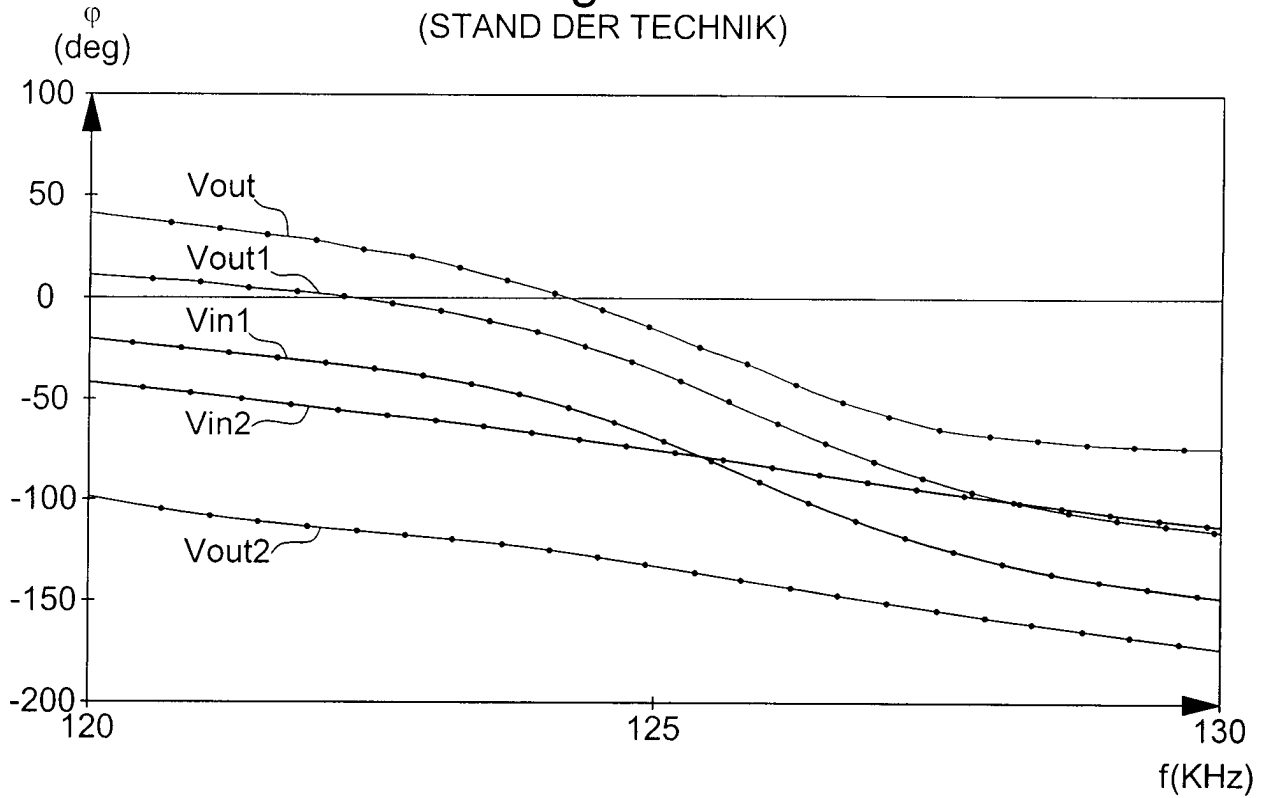


Fig.3B
(STAND DER TECHNIK)

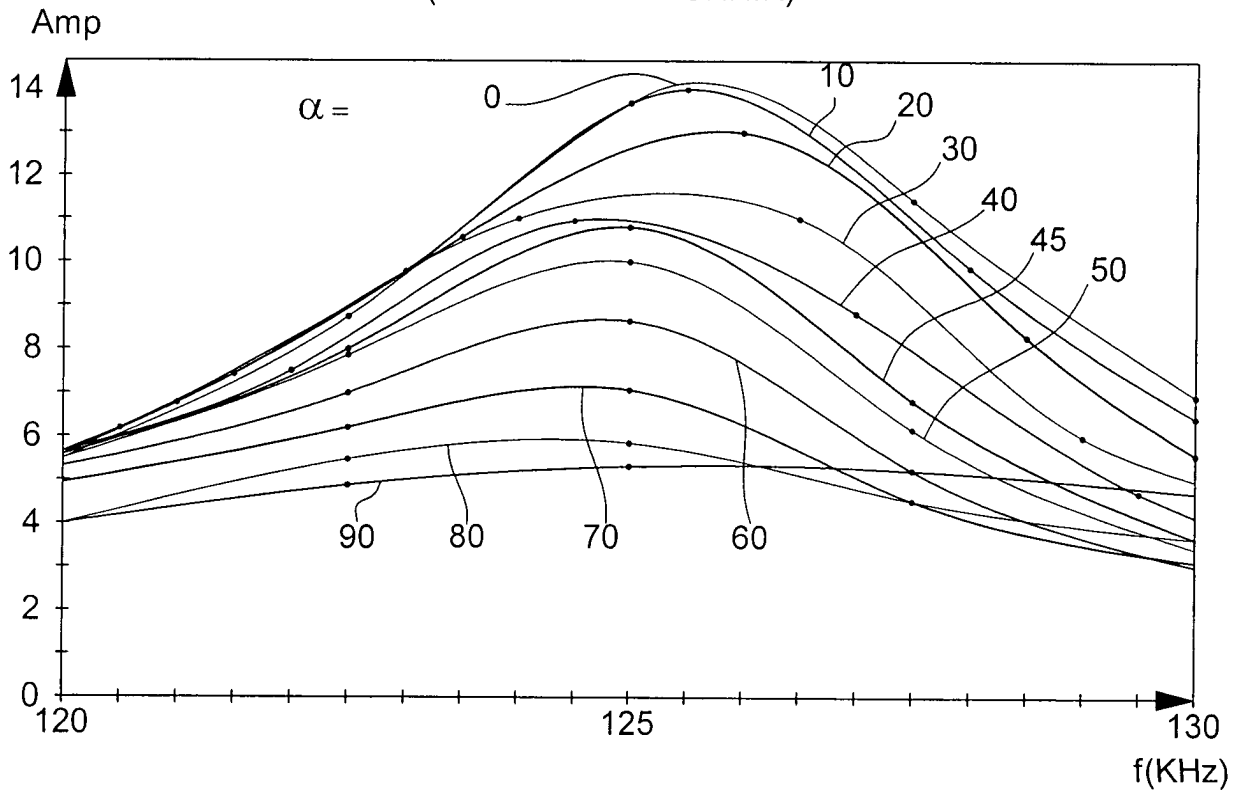


Fig.4A

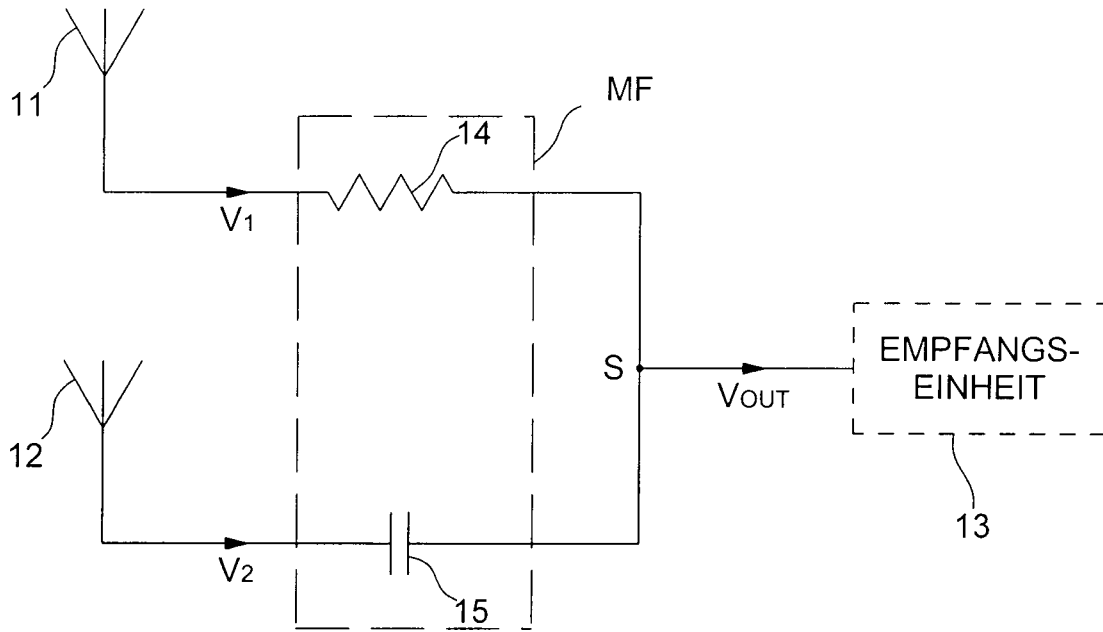


Fig.4B

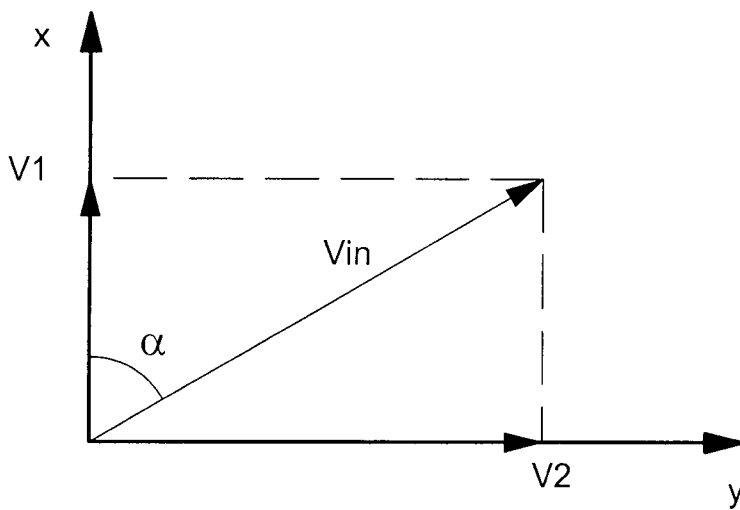


Fig. 5

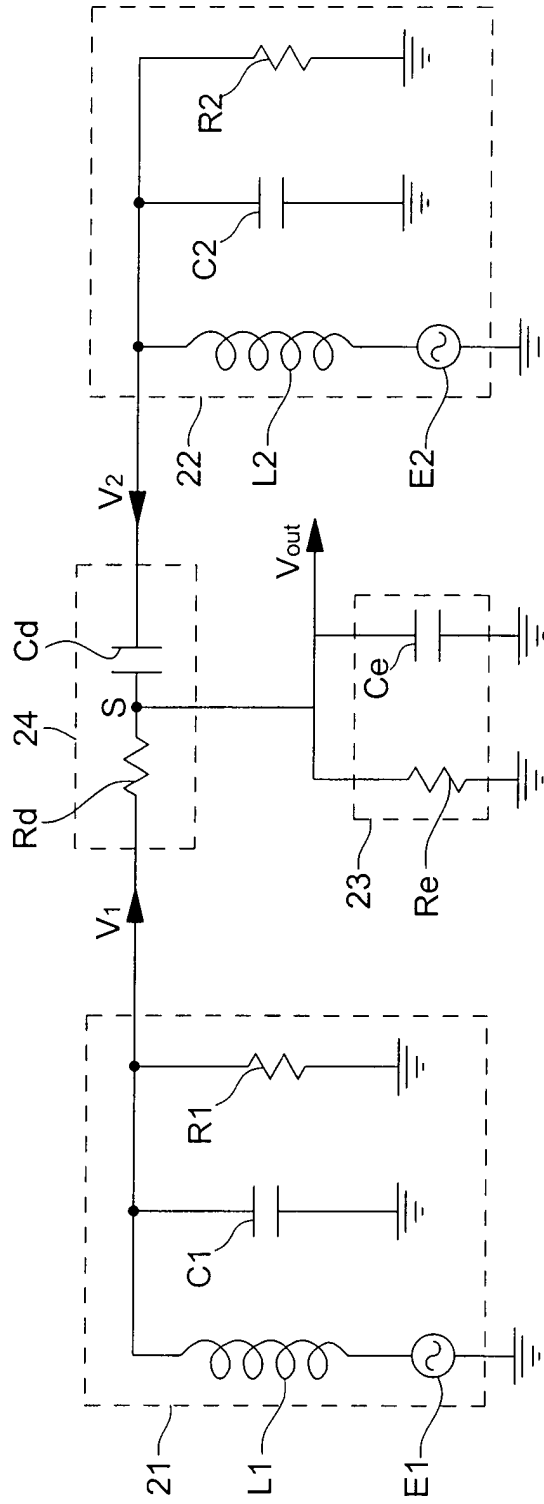


Fig.6

