

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 747 995 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.1996 Patentblatt 1996/50

(51) Int Cl.⁶: **H01Q 21/30**, H01Q 1/32

(21) Anmeldenummer: **96810372.1**

(22) Anmeldetag: **06.06.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IT LI NL SE

(72) Erfinder:
• **Lauper, Alfred**
8047 Zürich (CH)
• **Loder, Max**
8906 Bonstetten (CH)

(30) Priorität: **09.06.1995 CH 1697/95**

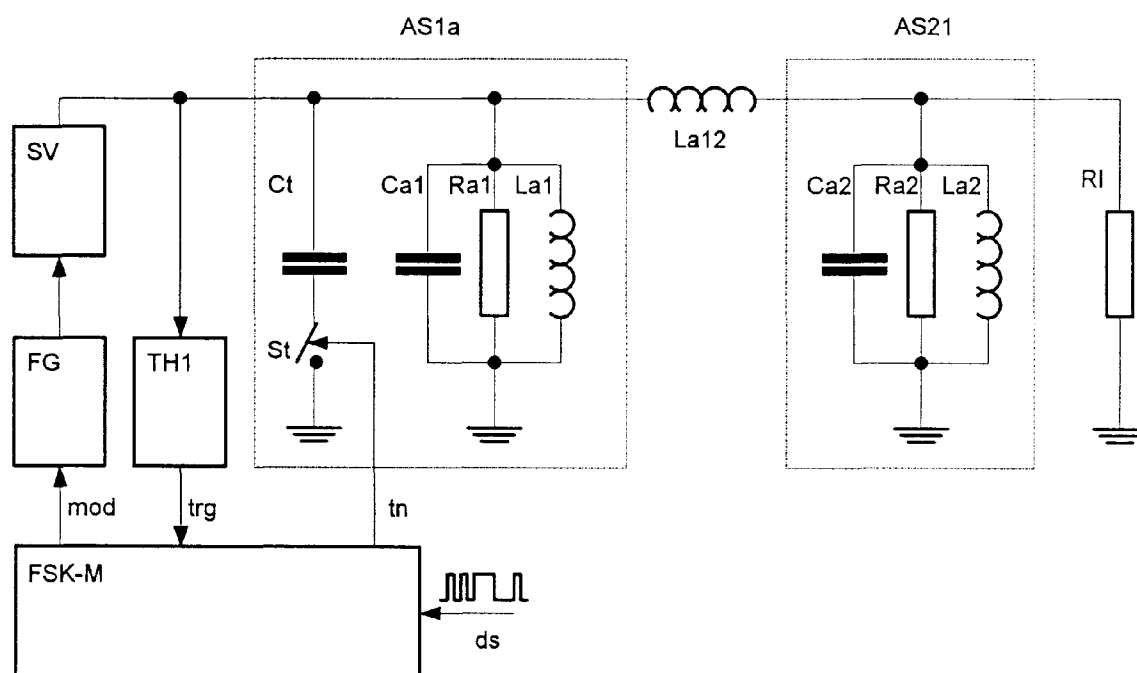
(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG (Siemens Suisse SA) (Siemens Svizzera SA) Siemens Switzerland Ltd)**
8047 Zürich (CH)

(54) **Datenübertragungsverfahren und Antennensystem insbesondere für verkehrstechnische Kommunikationssysteme sowie Schaltungsanordnung**

(57) Das abstimmbare Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) besteht aus einem Schwingkreis der entsprechend dem angegebenen Verfahren und mit der angegebenen Schaltungsanordnung derart abstimmbar ist, dass die Resonanzfrequenz des Antennensystems

(AS1a, AS1b, A1, AS1ae) immer der Frequenz der Sendesignale entspricht. Dadurch können Sendesignale von hoher Bandbreite mit nur geringen Dämpfungsverlusten zu einer Empfangseinheit übertragen werden.

Fig. 1



EP 0 747 995 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Übertragung von Sendesignalen mit geringen Verlusten von einem Sender zu einem Empfänger werden Antennen mit hoher Güte verwendet, die schmalbandig auf die Sendefrequenz abgestimmte Resonanzkreise bilden. Dazu werden insbesondere der Quellenwiderstand im Sender und der Lastwiderstand im Empfänger entsprechend abgestimmt. Die als schmalbandige Resonanzkreise wirkenden Antennen lassen daher nur Signale aus einem engen Frequenzbereich passieren. Für Nachrichtenkanäle, in denen grössere Datenmengen zu übertragen sind, wird jedoch öfters eine grössere Bandbreite benötigt. Z.B. durch Dämpfung der Resonanzkreise können, deren Bandbreiten erhöht werden. Dadurch wird jedoch auch das Dämpfungsverhalten der Übertragungsstrecke beeinflusst, so dass aufgrund der Erhöhung der Bandbreite des Übertragungskanals gleichzeitig höhere Signaldämpfungen toleriert werden müssen. Diese Dämpfungen sind entsprechend höher, falls die Bandbreiten im Verhältnis zur Sendefrequenz bzw. zur Mittenfrequenz f_m der Resonanzkreise gross sind. Die Bandbreite von 1 MHz kann bei einer Mittenfrequenz von 30 MHz u.U. noch zufriedenstellend, bei Mittenfrequenzen unter 10 MHz jedoch kaum noch ohne das Entstehen grösserer Übertragungsverluste realisiert werden. Zur Kompensation der auftretenden Verluste müssen daher entsprechend höhere Sendeleistungen vorgesehen werden.

Insbesondere bei verkehrstechnischen Kommunikationssystemen mit erdgebundenen und mobilen Kommunikationseinheiten sind jedoch die zulässigen Sendeleistungen beschränkt. Ferner ist davon auszugehen, dass diese Systeme in Zukunft einen erhöhten Bandbreitenbedarf aufweisen werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur verbesserten Übertragung von Sendesignalen hoher Bandbreite sowie ein entsprechendes Antennensystem und eine dazu korrespondierende Schaltungsanordnung anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1, 7 bzw. 10 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Durch das erfindungsgemässe Antennensystem kann ein breitbandiger Übertragungskanal geschaffen werden, der nur eine geringe Dämpfung aufweist und für eine zuverlässige Übertragung von grösserer Datenmengen geeignet ist. Das Antennensystem kann aufgrund der vorteilhaften Übertragungseigen. schaften auf verhältnismässig engem Raum realisiert werden, wodurch dessen Montage z.B. auch an Fahrzeugen problemlos möglich ist. Die Verwendung von verhältnismässig grossen Breitbandantennen erübrigt sich dadurch.

Ferner wird mit dem erfindungsgemässen Anten-

nensystem eine gute Störfestigkeit bzw. ein hoher Störabstand gegenüber Fremdsignalen erzielt. Die erfindungsgemässe Vermeidung von Kopplungsverlusten ist unter anderem auch bei der Femspeisung von verkehrstechnischen Kommunikationseinheiten von grosser Bedeutung, deren Sendeeinheiten nur eine geringe Sendeleistung aufweisen. Dies ist insbesondere bei Kommunikationseinheiten wesentlich, die z.B. bei der Durchfahrt eines Fahrzeugs nur kurzzeitig für das Senden und Empfangen von Signalen in Betrieb gesetzt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt:

- | | | |
|----|------------|---|
| 15 | Fig. 1-3 | Ersatzschaltbilder verschiedener Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Antennensystems, |
| | Fig. 4 | eine vorzugsweise Ausgestaltung des erfindungsgemässen Antennensystems, |
| 20 | Fig. 5 | die Durchlasskurven der in Fig. 4 gezeigten, nicht aneinander angekoppelten Antennen |
| | Fig. 6 | die Durchlasskurve des Antennensystems, das durch die aneinander angekoppelte zweite und dritte Antenne gebildet wird, |
| 25 | Fig. 7 | die Durchlasskurve des Antennensystems, das durch die aneinander angekoppelte erste, zweite und dritte Antenne gebildet wird, |
| 30 | Fig. 8 | die Verwendung des erfindungsgemässen Antennensystems in der Verkehrstechnik und |
| 35 | Fig. 9, 10 | Möglichkeiten zur Ankopplung an eine Antenne, |
| | Fig. 11 | eine weitere vorzugsweise Ausgestaltung des erfindungsgemässen Antennensystems. |

40 Antennen erfüllen grundsätzlich die Aufgabe von Transformationsvierpolen, die die Anpassung zwischen dem Wellenwiderstand der Antennenzuleitung und dem Wellenwiderstand des freien Raumes bewirken und die eine über die Antennenzuleitung übertragene elektrische Schwingung in eine elektromagnetische Welle umformen. Die Antenne wirkt dabei als Resonator. Das Ersatzschaltbild einer in Resonanz betriebenen verlustfreien Sendeanenne besteht nur aus deren Strahlungswiderstand. Gemäss C. Dorf, The electrical engineering handbook, CRC Press Inc., Boca Raton 1993, Kapitel 36.1, Seite 864 beträgt dieser Strahlungswiderstand für einen Dipol, der durch Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder E , H ermittelt werden kann, ca. 73 Ohm. A.a.o. ist ferner beschrieben, dass die effektive Länge eines Dipols vergrössert werden kann, indem die Endkapazität des Dipols erhöht wird (end loading). Ein relativ kurzer Dipol kann durch diese Massnahme daher

auf Signale mit grösseren Wellenlängen abgestimmt werden. In Fig. 4 ist z.B. eine Antenne A1 gezeigt, deren effektive Länge durch den Anschluss eines Kondensators Ca1 erhöht wurde. Die Drahtleitung, welche die Anschlüsse des Kondensators Ca1 miteinander verbindet, wirkt daher als Induktivität, und ist schematisch als Spule La1 bezeichnet. Es ist bekannt, dass an den Enden des Dipols (kapazitive Zone) maximale gegenphasige Spannungen und zwischen diesen Enden in der induktiven Zone bzw. in der Spule La1 maximale Ströme auftreten. Zur Übertragung von Daten zwischen zwei Sendestationen können deren Antennen z.B. über das magnetische Feld gekoppelt werden. In Fig. 4 wird die Antenne A1 auf diese Weise mit einer gleichartigen Antenne A2 gekoppelt. Ein Strom in der Spule La1 verursacht daher ein magnetisches Feld, durch das in der Spule La2 der Antenne A2 ein Strom induziert wird. Der Abstand d12 zwischen den Antennen A1 und A2 wird bevorzugt kleiner als die Wellenlänge der übertragenen Signale gewählt. Dadurch werden Verluste vermieden, die entstehen, falls elektrische Felder stark dämpfende Schichten durchlaufen müssen. Die Spulen La1 und La2 werden z.B. durch einen langgezogenen Draht, eine Koaxialleitung oder einen auf einer Platine (printed circuit board) aufgedruckten Metallstreifen gebildet. Durch die Änderung des Abstandes d12 kann der Grad magnetischer Kopplung eingestellt werden.

Die relativ schmalbandigen Durchlasskurven k_{A1} , k_{A2} der Antennen A1 und A2 (ebenso die Durchlasskurve k_{A3} der nachstehend beschriebenen Antenne A3) sind in Fig. 5 gezeigt. Falls für die Datenübertragung eine grosse Bandbreite (f_1 - f_2) benötigt wird, weisen die Antennen A1 und A2, wie aus Fig. 5 ersichtlich, keine genügend grosse Bandbreite auf. Die Bandbreite der Antenne A2 kann durch verschiedene Massnahmen erhöht werden. Z.B. kann die Güte des Resonanzkreises durch bekannte Massnahmen reduziert werden. Ferner kann, wie in Fig. 9 und Fig. 10 gezeigt, die Ankopplung der Sende- und/oder Empfangsstufe an die Antenne A2 entsprechend angepasst werden. Besonders vorteilhaft wird jedoch, wie in Fig. 4 gezeigt, ein weiterer Resonanzkreis (Antenne A3, bestehend aus Kondensator Ca3 und Spule La3) an die Antenne A2 angekoppelt. Durch die Antennen A2 und A3 wird dadurch ein Resonanzkreis gebildet der eine grosse Bandbreite aufweist. Die in Fig. 6 gezeigte Durchlasskurve k_{AS23} dieses Resonanzkreises weist zwei ausgeprägte Eigenfrequenzen f_1 , f_2 auf, die sich um so weniger voneinander unterscheiden, je schwächer die Kopplung zwischen der zweiten und dritten Antenne A2, A3 ist. Die Durchlasskurve k_{A12} dieses Schwingungssystems entspricht daher derjenigen eines Bandpassfilters. Gekoppelte Schwingkreise, die z.B. aus Dobrinski / Krakau / Vogel, Physik für Ingenieure, Teubner Verlag, Stuttgart 1976, 4. Auflage, Kapitel 5.1.8.2, Seiten 316 / 317, Bild 316.1 bekannt sind, wurden bisher in Eingangs- oder Zwischenfrequenzstufen von Rundfunkempfängern eingesetzt. Die von der Antenne A1 abgegebenen Sendesi-

gnale werden von den Antennen A2 und A3 daher nur mit geringen Verlusten empfangen und an eine Sende-/Empfangeinheit abgegeben.

Durch die Ankopplung der ersten Antenne A1, die in der Sende- und/oder Empfangsstufe einer ersten Kommunikationseinheit vorgesehen ist, an das durch die Antennen A2 und A3 gebildete Schwingungssystem, das in der Sende- und/oder Empfangsstufe einer zweiten Kommunikationseinheit vorgesehen ist, entsteht ein System mit drei schwingungsfähigen Einzelsystemen gleicher Eigenfrequenz f_m , dessen in Fig. 7 gezeigte Durchlasskurve k_{A123} angenähert einem Rechteck entspricht und im Vergleich zur Durchlasskurve k_{A0} eines breitbandigen Schwingkreises im Durchlassbereich deutlich geringere Dämpfungen (etwa -15dB) aufweist.

Die resultierende Durchlasskurve k_{A123} wird daher durch die Güte der Einzelsysteme sowie durch den Grad der gegenseitigen Kopplung bzw. durch die Wahl der Abstände d12 und d23 der Antennen A1, A2 und A3 bestimmt.

Möglichkeiten zur Ankopplung der Sende- und Empfangseinheiten T/R1, T/R2 oder von für die Stromerzeugung vorgesehenen Gleichrichtereinheiten an die Antennen A1, A2, A3 sind in Fig. 9 und Fig. 10 gezeigt. Fig. 9 zeigt die Ankopplung bzw. den Anschluss eines Koaxialkabels KK an einen Abgriff der Spule La1. In Fig. 10 ist gezeigt, dass der Kondensator Ca1 durch miteinander sowie mit der Sende- und Empfangseinheiten T/R1, T/R2 verbundene Einzelkondensatoren gebildet werden kann. Ebenso können die Sende- und Empfangseinheiten T/R1, T/R2 auch über eine Koppelspule transformatorisch an die Antennen A1, A2, A3 angekoppelt werden.

Das soweit (ohne Kondensator Ct und Schalter St) beschriebene, durch die Antennen A1, A2 und A3 gebildete Antennensystem funktioniert gut, falls der Abstand d12 zwischen der ersten Antenne A1 und den weiteren Antennen A2 und A3 sich nie wesentlich ändert (der Abstand d23 der Antennen A2 und A3, die derselben Sende- und Empfangseinheit T/R2 zugeordnet sind, ist konstant).

Durch die nachfolgend beschriebenen Massnahmen wird insbesondere das in Fig. 4 gezeigte Antennensystem weiter verbessert. Dazu wird die Antenne A1 möglichst schmalbandig auf die jeweils vorliegende Frequenz der Sendesignale abgestimmt. Die Modulation der zu übertragenden Daten ds erfolgt dabei vorzugsweise nach dem FSK (frequency shift keying) - Verfahren, das z.B. in Rudolf Mäusl, Digitale Modulationsverfahren, Hüthig Verlag, Heidelberg 1991, auf Seiten 183 ff. beschrieben ist. Prinzipiell wird bei der zweistufigen Frequenzumtastung die Frequenz der Trägerschwingung zwischen zwei definierten Werten geändert, die den logischen Zuständen "0" und "1" zugeordnet sind. Zu diesem Zweck wird in der in Fig. 1 gezeigten Schaltungsanordnung einer Modulationsstufe FSK-M ein digitales Datensignal ds zugeführt. Von der Modulations-

stufe FSK-M wird einem Frequenzgenerator FG ein Steuersignal mod zugeführt, durch welches die vom Frequenzgenerator FG über einen Sendeverstärker SV an das Antennensystem AS1a abgegebenen Signale gemäss dem FSK - Verfahren zwischen zwei Frequenzen umgetastet werden. Das Antennensystem AS1a weist einen Parallelresonanzkreis auf, der aus einem Kondensator $Ca1$, einer Spule $La1$ und einem Widerstand $Ra1$ besteht, der den im Schwingkreis auftretenden Verlusten entspricht. Damit die beiden vom Sendeverstärker SV abgegebenen Frequenzen innerhalb der Bandbreite des Antennensystem AS1a liegen, ist zusätzlich ein Kondensator Ct vorgesehen, der dem Schwingkreis durch einen Schalter St , z.B. einen Transistor, zuschaltbar ist, der durch ein von der Modulationsstufe FSK-M abgegebenes Signal tn steuerbar ist. Die Umschaltung der Resonanzfrequenz des Schwingkreises des Antennensystem AS1a erfolgt praktisch synchron zur Umschaltung der Frequenz der umgetasteten Sendesignale. Der schmalbandige Parallelresonanzkreis, der aus dem Kondensator $Ca1$, der Spule $La1$ und dem Widerstand $Ra1$ besteht, wird durch Zu- und Wegschalten des Kondensators Ct daher synchron zur Frequenzumtastung der Sendesignale zwischen zwei Resonanzfrequenzen umgetastet. Bezüglich den zu übertragenen Sendesignalen weist das Antennensystem AS1a daher einen virtuellen Resonanzkreis hoher Bandbreite und Güte auf. Die Sendesignale werden daher, unabhängig von der vorliegenden Sendefrequenz, immer mit maximaler Sendeleistung abgestrahlt. Empfangsseitig ist daher ebenfalls eine breitbandige Eingangsstufe vorzusehen, die einen breitbandigen Resonanzkreis von entsprechend geringer Güte, oder vorzugsweise, wie in Fig. 4 gezeigt, zwei aneinandergekoppelte Resonanzkreise hoher Güte aufweist.

In Fig. 1 ist das in einer ersten Kommunikationseinheit vorgesehene Antennensystem AS1a über einen Luftspalt induktiv an ein in einer zweiten Kommunikationseinheit vorgesehenes Antennensystem A21 gekoppelt, das mit einem Lastwiderstand Rl verbunden ist. Gezeigt ist ferner eine virtuelle Ersatzinduktivität $La12$, die aufgrund der gewählten Kopplung rechnerisch ermittelt werden kann. Das Antennensystem AS21 weist einen breitbandigen Parallelresonanzkreis auf, der aus einem Kondensator $Ca2$, einer Spule $La2$ und einem Widerstand $Ra2$ besteht.

Das in Fig. 2 gezeigte Antennensystem AS1b weist anstelle des Kondensators Ct eine dem Parallelresonanzkreis zuschaltbare Spule Lt auf, durch die der Parallelresonanzkreis schmalbandig ebenfalls auf eine zweite Resonanzfrequenz abstimmbar ist (siehe Durchlasskurven k'_{A1} und k''_{A2} in Fig. 5).

Fig. 3 zeigt das Antennensystem AS1b aus Fig. 2, induktiv angekoppelt über einen Luftspalt bzw. die entsprechende virtuelle Ersatzinduktivität $La12$ an ein breitbandiges Antennensystem AS23, das aus zwei schmalbandigen Resonanzkreisen besteht, die einen Kondensator $Ca2$; $Ca3$, eine Spule $La2$; $La3$ und einen

Widerstand $Ra2$; $Ra3$ aufweisen und die über eine virtuelle Ersatzinduktivität $La23$ wie eingangs beschrieben aneinander angekoppelt sind. Fig. 1, 2 und 3, die virtuelle Induktivitäten $La12$, $La23$ enthalten, sind daher Ersatzschaltbilder der physikalisch vorliegenden Verhältnisse.

Falls das Antennensystem AS1a oder AS1b nicht nur zum Senden, sondern auch zum Empfangen von Signalen vorgesehen ist, wird erfindungsgemäss ein Resonanzkreis verwendet, der schmalbandig und umschaltbar auf die Sendefrequenzen sowie breitbandig auf die Frequenzen der zu empfangenden Signale abstimmbar ist.

Gemäss Fig. 11 werden daher zwei Kondensatoren $Ct1$, $Ct2$ vorgesehen die über Schalter $St1$, $St2$ dem bereits bekannten Parallelresonanzkreis ($Ca1$, $La1$, $Ra1$) zuschaltbar sind. Der Parallelresonanzkreis lässt sich z.B. wie folgt abstimmen. Bei geöffneten Schaltern $St1$, $St2$ weist der Parallelkreis die Resonanzfrequenz $f2$ auf. Bei geschlossenem Schalter $St1$ (Schalter $St2$ offen) weist der Parallelkreis die Resonanzfrequenz f_m auf. Bei geschlossenem Schalter $St2$ (Schalter $St1$ offen) weist der Parallelkreis die Resonanzfrequenz $f1$ auf. Für den Empfang wird daher der Schalter $St1$ (Schalter $St2$ offen) geschlossen, wodurch der Kondensator $Ct1$ dem Parallelkreis zugeschaltet wird. Zur Erhöhung der Bandbreite des Parallelkreises (Empfang) ist ferner ein Dämpfungswiderstand Rt parallel zum Kondensator geschaltet. Die Modulationsstufe FSK-M steuert mittels Signalen $tn1$, $tn2$ die Schalter $St1$, $St2$ derart, dass für den Empfang ein breitbandiger und für den Sendebetrieb virtuell zwei schmalbandige Resonanzkreise vorliegen. Für die in Fig. 11 gezeigte Schaltungsanordnungen können natürlich auch zuschaltbare Induktivitäten vorgesehen sein. Die Zuschaltung des Widerstandes Rt oder weiterer Dämpfungswiderstände kann auch separat erfolgen, um beliebige Bandbreiten für den Send- und Empfangsbetrieb einzustellen.

Die Resonanzfrequenz des abstimmbaren Schwingkreises wie er z.B. in Fig. 11 dargestellt ist, erfolgt bevorzugt durch zu oder Abschaltung von Impedanzen. Möglich ist natürlich auch die Verwendung von änderbaren Impedanzen, wie z.B. spannungsgesteuerte Kapazitätsdioden, die nahezu kontinuierlich oder sprunghaft geändert werden können.

Bei der Zu- und Abschaltung der Kondensatoren Ct und Spulen Lt sind Signalverzerrungen bevorzugt zu vermeiden. Eine Zu- oder Abschaltung der Kondensatoren Ct erfolgt daher bevorzugt bei einem Nulldurchgang der Spannung über dem Kondensator $Ca1$. Eine Zu- oder Abschaltung der Spulen Lt erfolgt hingegen bevorzugt bei einem Maximum der Spannung über der Spule $La1$. Dazu sind in Fig. 1 und 2 Schwellwertschaltungen $TH1$, $TH2$ vorgesehen, die der Modulationsstufe FSK-M durch ein Signal trg mitteilen zu welchem Zeitpunkt die Spannung über dem Parallelkreis einen bestimmten Wert unter- oder überschritten hat. Erst zu diesem Zeitpunkt wird die Zu- oder Abschaltung der Kon-

densatoren Ct oder Spulen Lt durch die Modulationsstufe FSK-M ausgelöst.

Während die Verwendung des erfindungsgemässen Antennensystems in der Rundfunktechnik oft kaum vorteilhaft anwendbar ist, z.B. weil die erforderliche Bandbreite insbesondere im Bereich der Radio- und Femsehfrequenzen praktisch immer vorhanden ist, weil genügend Sendeleistung vorhanden ist und weil die Antennen des Systems stabil installiert werden können, können im Gegensatz dazu insbesondere Übertragungssysteme der Verkehrstechnik, die in Zukunft zur Übertragung von hohen Datenraten vorgesehen werden und die bei relativ tiefen Sendeleistungen sowie tiefen Frequenzen von 1 MHz bis etwa 50 MHz arbeiten, durch den Einsatz des erfindungsgemässen Antennensystems deutlich verbessert werden.

Wie bereits oben beschrieben wurde, ergibt die Verwendung des erfindungsgemässen Antennensystems besondere Vorteile, falls einzelne Kommunikationseinheiten femgespeist werden müssen. Durch die Reduktion der Kopplungsverluste ergibt sich daher eine höhere empfangsseitig zur Verfügung stehende Versorgungseistung, oder es kann die Sendeleistung entsprechend reduziert werden. Ferner wird durch die erfindungsgemässen Massnahmen der Abstand zwischen den Pegeln der Nutz- und Störsignale vorteilhaft erhöht.

Fig. 8 zeigt zwei nebeneinander geführte Schienenpaare S1, S2. Auf den Schienen S1 ist ein mit einer mobilen Sende- und Empfangseinheit T/R2 versehener Eisenbahnzug ZK geführt. Zwischen den Schienen S1, S2 sind erdgebundene Sende- und Empfangseinheiten T/R1 vorgesehen, die für den Datenaustausch mit den auf den Schienenpaaren S1, S2 geführten Fahrzeugen ZK vorgesehen sind. In der praktischen Anwendung werden Informationen oft nur von den erdgebundenen zu den mobilen Sende- und Empfangseinheiten T/R2 übertragen. Möglich ist jedoch auch eine bidirektionale Datenübertragung. Da sich die Fahrzeuge mit Geschwindigkeiten bis zu einigen Hundert km/h bewegen, entstehen nur sehr kurze Kontaktzeiten von wenigen Millisekunden zwischen den erdgebundenen und den mobilen Sende- und Empfangseinheiten T/R. Ferner ist mit Verschmutzungen sowie Schnee und Eis zu rechnen. Weiterhin werden durch die nationalen Zulassungsbehörden nur Systeme mit relativ tiefen Sendeleistungen bewilligt.

Um bei tiefen Frequenzen im Bereich von einigen MHz (Kurzwellenbereich), bei grosser Bandbreite und geringer Sendeleistung die gewünschten Daten übertragen zu können, wird durch die erfindungsgemässen Massnahmen die Kontaktzeit verlängert, innerhalb der die Sende- und Empfangseinheiten T/R1 bzw. T/R2 ihre Informationen austauschen können. Dabei wird die Streckendämpfung reduziert, wodurch Sende- und Empfangseinheiten T/R1 bzw. T/R2 früher in Kontakt treten können. Anstelle der beschriebenen FSK-Modulation sind grundsätzlich auch weitere Frequenzmodulationsverfahren anwendbar. Anstelle eines Frequenz-

sprungverfahrens (FSK) ist auch ein Verfahren mit kontinuierlicher Modulation einsetzbar.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Daten über ein abstimmbares Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) hoher Güte, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) wahlweise auf wenigstens zwei Frequenzen abstimmbar ist, dass das Sendesignal entsprechend den zu übertragenden Daten frequenzmoduliert und die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) derart abgestimmt wird, dass die Frequenz des Sendesignals und die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) einander jeweils zumindest angenähert entsprechen, so dass die Sendesignale praktisch ungedämpft übertragen werden können.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendesignale vor der Übertragung nach dem FSK-Verfahren moduliert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Resonanzfrequenz des abstimmbaren Antennensystems (AS1ae) für den Empfang von Signalen zumindest annähernd auf die Frequenz der zu empfangenden Signale abgestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung von festen Impedanzen (Ct; Lt), wie Spulen, Kondensatoren, Widerständen oder Kombinationen davon und/oder durch die Einstellung änderbarer Impedanzen abgestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandbreite des Antennensystems (AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung und/oder Einstellung von änderbaren bzw. festen Widerständen (Rt) entsprechend der Bandbreite der empfangenen oder abgesendeten Signale abgestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zu- und Abschaltung der Impedanzen derart erfolgt, dass keine Verzerrungen des Sendesignals auftreten.
7. Abstimmbares Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) hoher Güte für eine Kommunikationseinheit, die wenigstens eine zur Abgabe frequenzmodulierter Sendesignale vorgesehene Sendeeinheit (FSK-M, FG, SV) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**

net, dass das Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) wahlweise auf wenigstens zwei Frequenzen abstimmbar ist, dass die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung und/oder durch Änderung von Impedanzen (C_t ; L_t) derart abstimmbar ist, dass die Frequenz des Sendesignals und die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) einander jeweils zumindest angenähert entsprechen, so dass die Sendesignale praktisch ungedämpft übertragbar sind.

8. Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Resonanzfrequenz des abstimmbaren Antennensystems (AS1ae) für den Empfang von Signalen zumindest annähernd auf die Frequenz der zu empfangenden Signale abstimmbar ist und/oder dass die Bandbreite des Antennensystems (AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung und/oder Einstellung von änderbaren bzw. festen Widerständen (R_t) entsprechend der Bandbreite der empfangenen oder abgesendeten Signale abstimmbar.

9. Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die empfangsseitig vorgesehene Kommunikationseinheit ein breitbandiges Antennensystem (AS23) hoher Güte aufweist, das durch zwei schmalbandige induktiv aneinander angekoppelte Schwingkreise gebildet wird.

10. Schaltungsanordnung für eine Kommunikationseinheit zur Übertragung von Daten über ein abstimmbares Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) hoher Güte, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) wahlweise auf wenigstens zwei Frequenzen abstimmbar ist, dass die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung und/oder durch Änderung von Impedanzen (C_t , L_t) derart abstimmbar ist, dass die Frequenz des Sendesignals und die Resonanzfrequenz des Antennensystems (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) einander jeweils zumindest angenähert entsprechen, so dass die Sendesignale praktisch ungedämpft übertragbar sind.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bandbreite des Antennensystems (AS1ae) durch Zu- oder Abschaltung und/oder Einstellung von änderbaren bzw. festen Widerständen (R_t) entsprechend der Bandbreite der empfangenen oder abgesendeten Signale ist.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Impedanzen (C_t , L_t) und/oder die Widerstände (R_t) durch eine

Modulationsstufe (FSK-M) wahlweise zuschaltbar und/oder einstellbar sind, der die zu übertragenden Daten ds zuführbar sind und die über eine Sendeeinheit zur Abgabe entsprechend frequenzmodulierter Signale an das Antennensystem (AS1a, AS1b, A1, AS1ae) geeignet ist.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Schwellwertschaltung (TH1; TH2) vorgesehen ist, durch die der Modulationsstufe (FSK-M) die Zeitpunkte übertragbar sind, zu denen die Impedanzen (C_t , L_t) zugeschaltet werden können, ohne dass Verzerrungen des Sendesignals auftreten.

Fig. 1

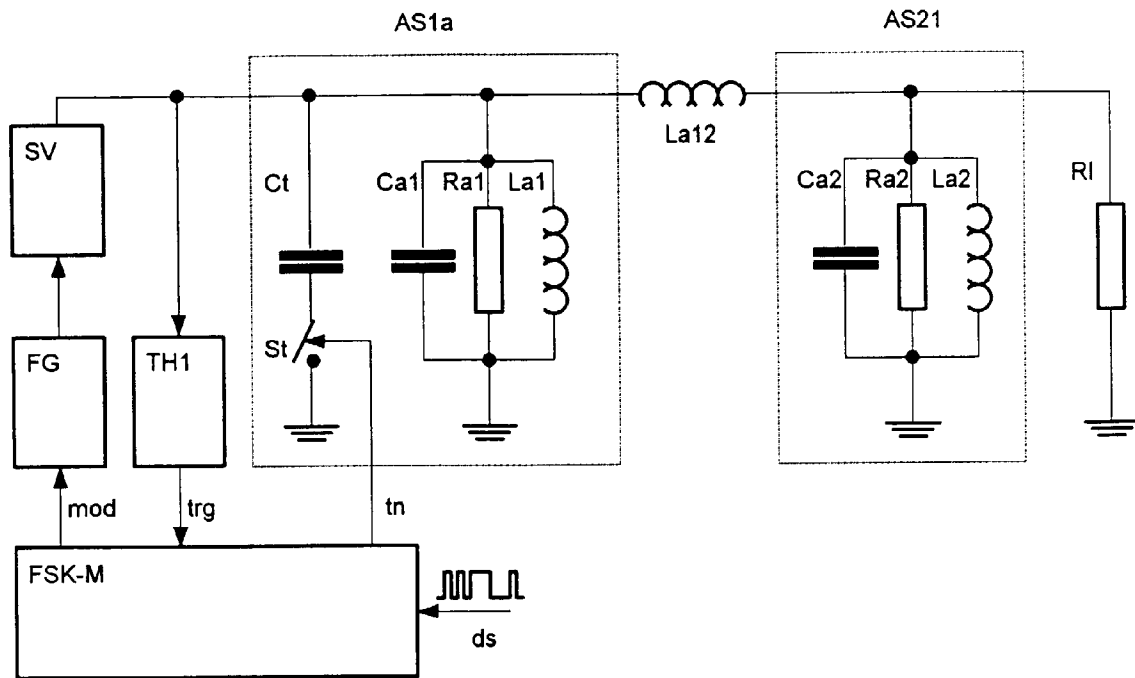


Fig. 2

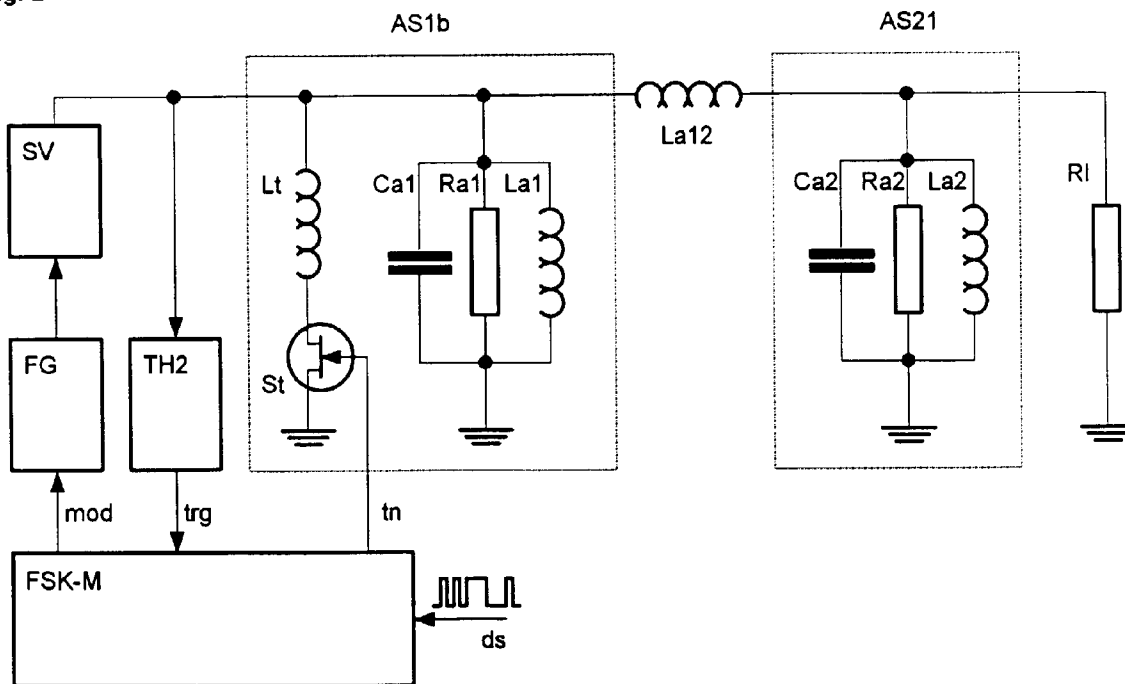


Fig. 3

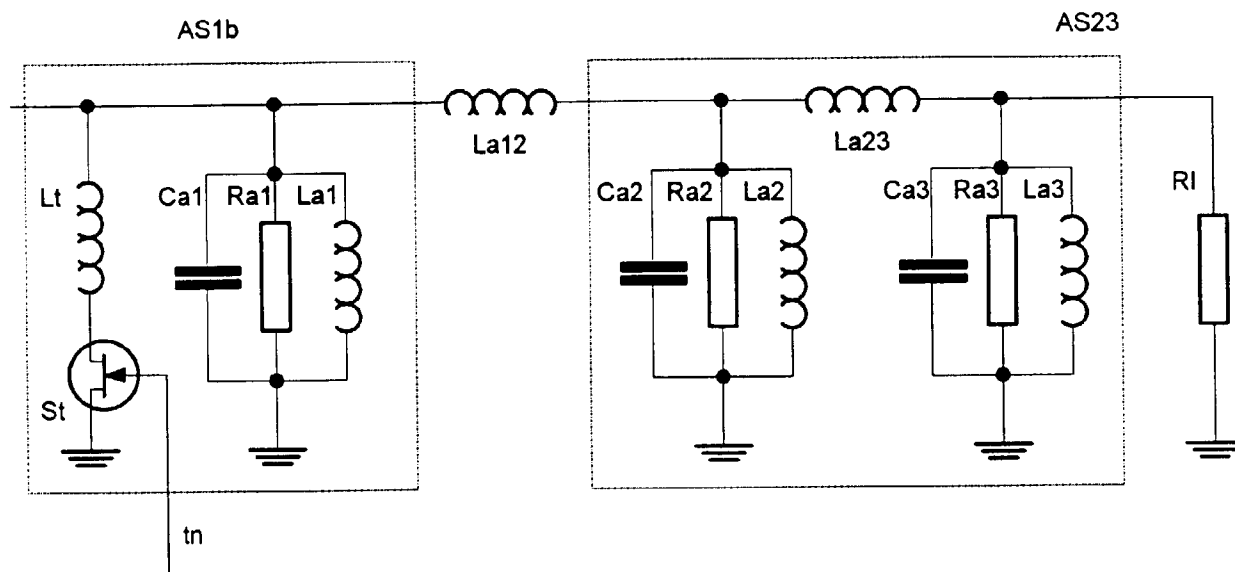


Fig. 4

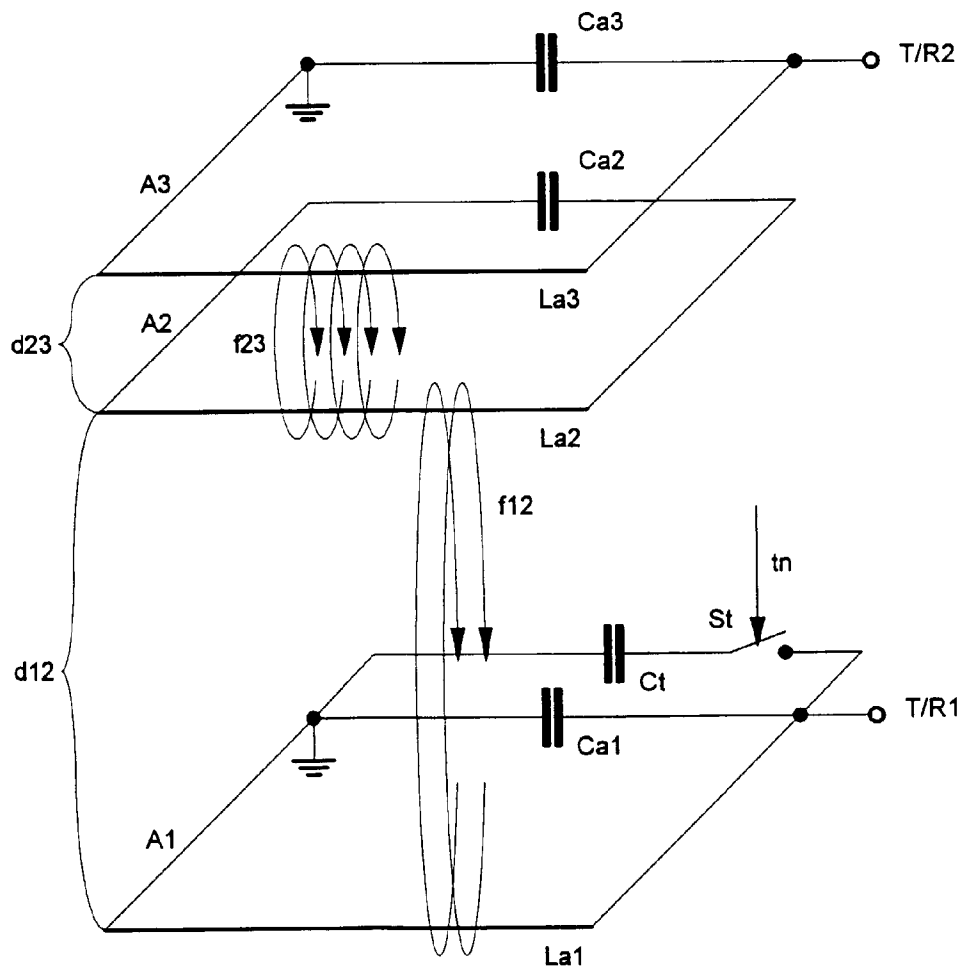


Fig. 5

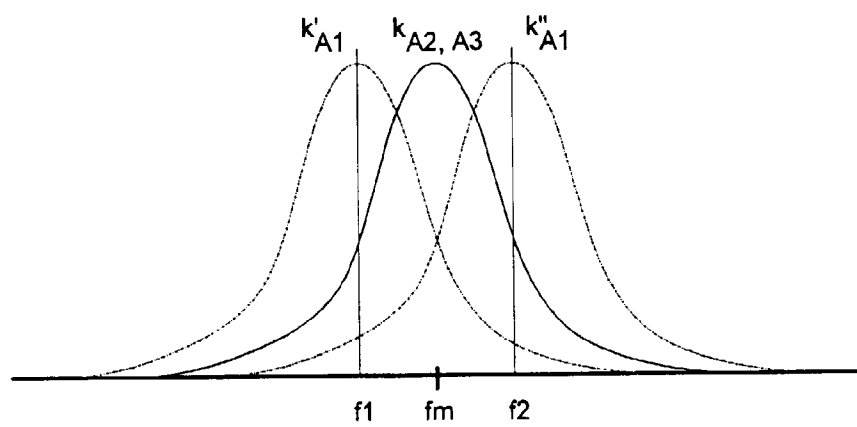


Fig. 6

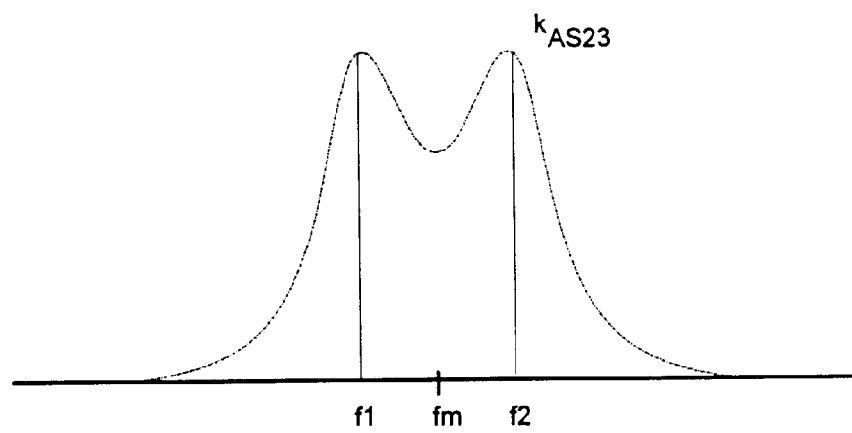


Fig. 7

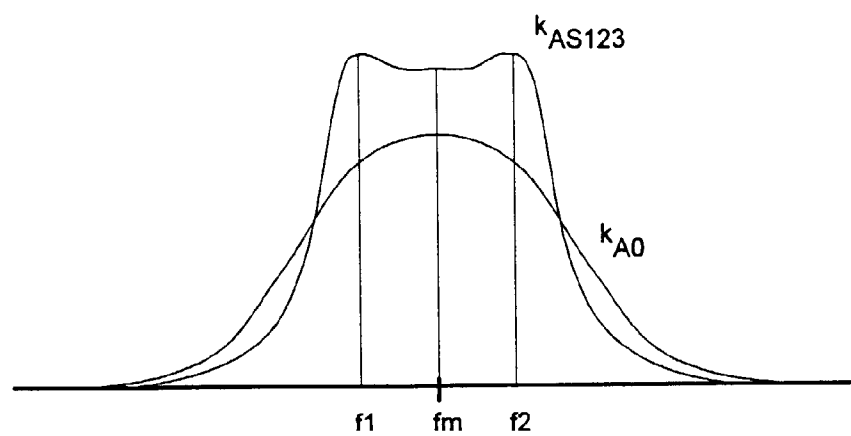


Fig. 8

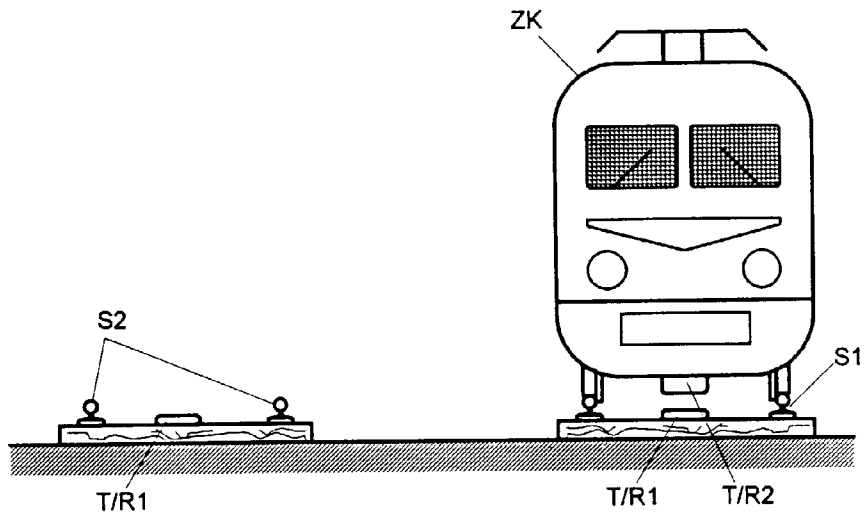


Fig. 9

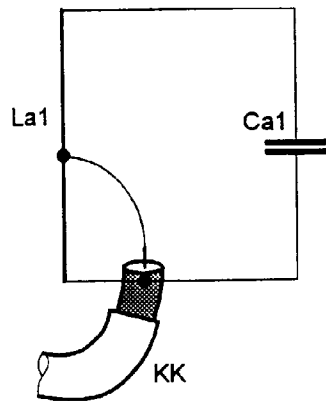


Fig. 10

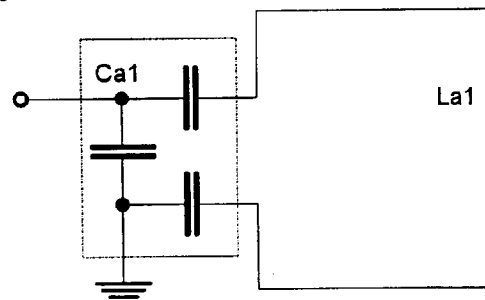


Fig. 11

