

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 85107664.6

Int. Cl.⁴: H 01 Q 1/12, H 01 Q 1/32

Anmeldetag: 21.06.85

Priorität: 22.06.84 DE 3423205

Anmelder: Lindenmeier, Heinz, Prof. Dr.-Ing.,
 Fürstenriederstrasse 7, D-8033 Planegg (DE)
 Anmelder: Flachenecker, Gerhard, Prof. Dr.-Ing.,
 Bozenerstrasse 2, D-8012 Ottobrunn (DE)

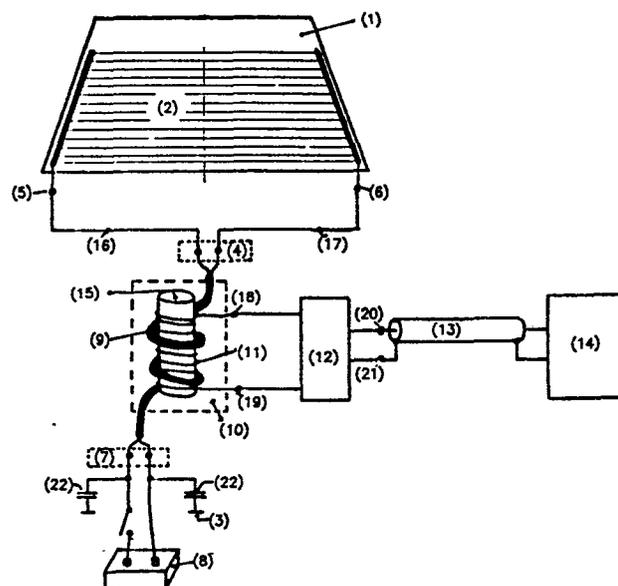
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 02.01.86
 Patentblatt 86/1

Erfinder: Lindenmeier, Heinz, Prof. Dr.-Ing.,
 Fürstenriederstrasse 7b, D-8033 Planegg (DE)
 Erfinder: Hopf, Jochen, Dr. Ing., Salmdorferstrasse 3a,
 D-8013 Haar (DE)
 Erfinder: Flachenecker, Gerhard, Prof. Dr.-Ing.,
 Bozenerstrasse 2, D-8012 Ottobrunn (DE)

Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB IT

Antenne in der Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs.

Die Erfindung betrifft eine Antenne zum Senden und/oder Empfangen in der Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs, bestehend aus dem Heizfeld und einer Spule, die mit Hilfe zweier parallel geführter Drähte als Bifilarwicklung ausgeführt ist und über die der Heizungsgleichstrom zugeführt wird. Um bei einer derartigen Antenne gute Empfangs- und Sendeeigenschaften innerhalb des Nutz-Empfangsbandes zu schaffen und dabei für den Empfangsfall den Aufwand, der zur Siebung der niederfrequenten Störungen im Heizkreis erforderlich ist, so gering wie möglich zu halten, ist die als Bifilarwicklung ausgeführte Spule als Primärwicklung eines Transformators ausgebildet. Mit Hilfe einer galvanisch von der Primärwicklung getrennten, jedoch magnetisch angekoppelten Sekundärwicklung, an die ein Antennennetzwerk mit der Antennenanschlussstelle angeschlossen ist, lassen sich durch Wahl eines geeignet eingestellten Übersetzungsverhältnisses des Übertragers optimale Antenneneigenschaften erzielen. Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere in einem besseren Empfang, der sogar auch in einem breiten niederfrequenten Frequenzbereich erreicht wird, und in einer Reduktion der Störungen, die über die Gleichstromspeisung in das Empfangssystem eingekoppelt werden sowie in einer einfachen Möglichkeit, die Anordnung für andere Sende- und/oder Empfangsfrequenzbereiche zu erweitern.



EP 0 166 387 A2

Antenne in der Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs.

Die Erfindung betrifft eine Antenne zum Senden und/oder

5 Empfangen in der Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs, bestehend
aus dem Heizfeld und einer Spule, die mit Hilfe zweier parallel
geführter Drähte als Bifilarwicklung ausgeführt ist und deren
beide Drähte auf der ersten Seite der Spule an die beiden
Gleichstromanschlüsse des Heizfeldes und auf der zweiten Seite
10 an die Pole der Gleichspannungsquelle angeschlossen sind.

Eine Empfangsantenne dieser Art ist z.B. bekannt aus P 26 50
044. Bei dieser Antenne dient das Heizfeld als Antenne für den
Empfang der LMK- und der UKW-Signale. Ein besonderes Problem
15 stellt hierbei die Gleichstromzuführung für das Heizfeld dar.
Insbesondere im LMK-Bereich, in dem das Heizfeld aufgrund der
niedrigen Frequenz ein hochohmiges Antennenelement bildet, ist
die Zuführung der großen, für die Heizung des Feldes
notwendigen Gleichströme stets mit einer erheblichen Bedämpfung
20 der Empfangssignale verbunden. Die Heizströme werden nach der
dort angegebenen Erfindung über eine bifilar ausgeführte
Drossel zugeführt, wobei diese Drossel dem Antennenelement
bezüglich der hochfrequenten Signale parallel geschaltet ist.
Hierbei zeigt sich, daß der direkte Anschluß des
25 Antennenkreises eines Rundfunkempfängers über einen
Abzweiganschluß an die als Empfangsantenne dienenden
Heizelemente nur zu nicht zufriedenstellenden
Empfangseigenschaften führt und eine Optimierung der
Empfangseigenschaften auch nicht ermöglicht. Hinzu kommt, daß
30 es bei niedrigen Frequenzen nicht möglich ist, den
Blindwiderstand dieser Drossel breitbandig für den LMK-Bereich
so groß zu gestalten, daß die Parallelschaltung dieses Elements
zur Antenne das Empfangssignal nicht merklich beeinträchtigt.
Im UKW-Bereich, in dem das Heizfeld ein wesentlich
5 niederohmigeres Antennenelement bildet, kann die Verdrosselung
der Gleichstromzuführung wesentlich einfacher und ohne großen
technischen Aufwand durchgeführt werden.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil dieser Antenne nach dem
30 Stande der Technik ist die große Störeinkopplung in den
Empfängereingang, insbesondere bei niedrigen Frequenzen. Diese

hochfrequenten Störungen sind durch die elektrischen Aggregate im Fahrzeug verursacht, wie z.B. durch Zünd- und durch Einspritzimpulse und durch digital arbeitende Komponenten im
45 Fahrzeug wie z.B. durch eine digitale Motorelektrik. Da bei einer Antenne nach P 26 50 044 das Antennenelement sowohl mit dem Empfängereingang als auch, bei eingeschalteter Heckscheibenheizung, mit der hochfrequent gestörten Gleichspannungsversorgung verbunden ist, sind zur Vermeidung
50 von Empfangsstörungen Siebmaßnahmen in der Gleichspannungsversorgung mit hoher Wirksamkeit vor allem für den niederfrequenten LMK-Bereich erforderlich. Der technische Aufwand für diese Siebung ist u.a. auf Grund der hohen Heizströme (bis zu 30 A) erheblich.

55

Im Empfangsfall ist es bei derartigen Antennen erforderlich, einen möglichst guten Empfang mit einem guten Signal-Störverhältnis zu erreichen und also auch die Einkopplung von hochfrequenten Störungen z.B. aus dem Bordnetz
60 des Fahrzeugs zu verhindern. Im Sendefall muß eine verlustarme Leistungsanpassung an das Speisekabel erreicht werden.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, bei einer Antenne nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 gute Empfangs- und
65 Sendeeigenschaften innerhalb des Nutz-Empfangsbandes zu schaffen und dabei für den Empfangsfall den Aufwand, der zur Siebung der niederfrequenten Störungen im Heizkreis erforderlich ist, so gering wie möglich zu halten.

70 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die als Bifilarwicklung ausgeführte Spule 9 die Primärwicklung eines Transformators 10 bildet und die beiden Drähte der zweiten Seite der Spule hochfrequent mit der Fahrzeugkarosserie 3 verbunden sind und eine von der Primärwicklung 9 getrennte
75 magnetisch angekoppelte Sekundärwicklung 11 vorhanden ist, an die ein Antennennetzwerk 12 mit der Antennenanschlußstelle 20,21 angeschlossen ist.

80 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen

dargestellt und näher beschrieben. Es zeigen:

Fig.1: Grundprinzip einer Antenne nach der Erfindung

85 Fig.2: Elektrisches Ersatzschaltbild einer Antenne nach der Erfindung

Fig.3: Antenne nach der Erfindung für nicht zu große
90 Frequenzbereiche bei nicht zu niedrigen Frequenzen,
z.B. für Autotelefon

Fig.4: Aktive Empfangsantenne nach der Erfindung, z.B. für
den UKW-Rundfunkempfang

95 Fig.5: Antenne nach der Erfindung für den Empfang breiter
Frequenzbänder niedriger Frequenz (z.B. dem
LMK-Empfang) mit einem Autoradio mit kapazitivem
Eingangswiderstand.

00 Fig.6: einfaches elektrisches Ersatzschaltbild einer Antenne
nach der Erfindung für ein breites Frequenzband
niedriger Frequenz und einen fest gekoppelten
Transformator

05 Fig.7: typische Frequenzabhängigkeit der Signalspannung U
für ein breites Frequenzband niedriger Frequenz und
eine kapazitive Belastung der Sekundärspule des
Transformators.

10 Fig.8: aktive Antenne nach der Erfindung für den Empfang
breiter Frequenzbänder niedriger Frequenz und einem
Verstärker kleiner Eingangskapazität.

Fig.9: Erweiterung für zwei Frequenzbereiche

15

Fig.10: Fahrzeugheckscheibe mit zwei Heizfeldern, von denen
das eine für eine Antenne nach der Erfindung
verwendet wird

.20

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere in einem besseren Empfang, der sogar auch in einem breiten niederfrequenten Frequenzbereichs erreicht wird, und in einer Reduktion der Störungen, die über die Gleichstromspeisung in
125 das Empfangssystem eingekoppelt werden sowie in einer einfachen Möglichkeit, die Anordnung für andere Sende- und/oder Empfangsfrequenzbereiche zu erweitern.

130 Anhand der Fig.1 wird das Grundprinzip der Antenne nach der Erfindung beschrieben. Auf der Heckscheibe 1 befindet sich ein Heizfeld 2, das als Antennenelement dient. Die Zuführung der Heizströme erfolgt über die beiden Gleichstromanschlüsse 5 und 6 des Heizfeldes, an die die erste Seite 4 der Primärwicklung 9
135 angeschlossen ist. Diese besteht aus bifilaren eng benachbarten Drähten und bildet zusammen mit der Sekundärwicklung 11 einen Transformator 10 . Die beiden anderen Anschlüsse auf der zweiten Seite 7 der Primärwicklung 9 sind an die Gleichstromquelle 8 für die Heizung der Heizelemente
140 angeschlossen. Diese Anschlüsse sind hochfrequenzmäßig mit der Fahrzeugkarosserie 3, im Beispiel der Fig.1 durch zwei Kondensatoren 22, verbunden.

An die Primärwicklung 9 ist die Sekundärspule 11 magnetisch
145 angekoppelt. Die Windungszahl der Sekundärspule ist dabei geeignet gewählt, daß im Empfangsfall im Empfänger 14 , der über ein Antennennetzwerk 12 und die Antennenanschlußleitung 13 angeschlossen ist, ein gutes Signal-Rauschverhältnis für die Empfangsfrequenz entsteht.

150

Das Antennennetzwerk 12 kann im Empfangsfall wahlweise als passives verlustarmes Transformationsnetzwerk oder als aktives Verstärker- und Transformationsnetzwerk ausgeführt werden. Bei Ausführung des Antennennetzwerks 12 als Verstärker- und
155 Transformationsnetzwerk wird die Sekundärspule 11 geeignet gestaltet, daß sich an der Antennenanschlußstelle, also am Ausgang des Netzwerks 12 an den Klemmen 20 und 21, im vorgegebenen Frequenzbereich ein möglichst gutes Signal-Rauschverhältnis einstellt.

160 Im Fall eines passiven Transformationsnetzwerks werden dieses
Netzwerk 12 und die Sekundärspule 11 so ausgeführt, daß am
Eingang des Empfängers 14 Widerstandsanpassung vorliegt. Eine
derartige Anordnung kann auch zum Senden verwendet werden. In
diesem Fall tritt an Stelle des Empfängers 14 ein Sender 14.
165 Die Impedanzanpassung am Senderausgang erfolgt hierbei für
maximale Ausgangsleistung.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Antenne bei niedrigen
Frequenzen, (d.h. bei Wellenlängen, die wesentlich größer als
170 die Abmessungen des Fahrzeugs sind) wird anhand des
elektrischen Ersatzschaltbildes in Fig.2 für den Fall eines
passiven Antennennetzwerks 12 deutlich. Bezüglich des
Gleichstromanschlußklemmenpaares 5 und 6 kann das Heizfeld 2
als Signalspannungsquelle mit der Leerlaufspannung $E \cdot \text{heff}$ und
.75 der Impedanz des Heizfeldes Z_a zwischen diesem Klemmenpaar 5,6
und der Fahrzeugkarosserie 3 dargestellt werden. Bei niedrigen
Frequenzen ist Z_a im wesentlichen durch die Kapazität C_a
beschreibbar. Hierbei ist darauf zu achten, daß die
Sammelschienen des Heizfeldes nicht mit hochfrequent
.80 verlustbehafteten Materialien (Gummiberandung, Klebemittel) in
Berührung kommen.

E ist die Empfangsfeldstärke und heff die effektive Höhe des
Heizfeldes. An dieses Klemmenpaar 5,6 ist die bifilar
85 ausgeführte Primärwicklung 9 des Transformators 10
angeschlossen und an ihrem anderen Ende 7 hochfrequent
niederohmig mit der Fahrzeugkarosserie 3 verbunden. Die
Sekundärwicklung 11 wird dabei so ausgeführt, daß sich mit
einem möglichst wenig aufwendigen verlustarmen Antennennetzwerk
90 12 am Ende der Antennenanschlußleitung die geforderte
Impedanzanpassung an den Empfänger bzw. Sender 14 einstellt.

Im Gegensatz zu der aus P 26 50 044 bekannten Antenne kann
durch die Wahl einer geeigneten Sekundärspule 11 das
95 Impedanzniveau an ihrem Ausgang (Klemmen 18,19) in weiten
Grenzen frei wählbar eingestellt werden und damit auf einfache
Weise an die weiterführende Sender- bzw. Empfängerschaltung

angepasst werden. Das transformatorische Prinzip ist zudem sehr
breitbandig, so daß die Wirkungsweise der Antenne auch für
200 breite Frequenzbänder optimiert werden kann.

Die Anordnung aus Heizfeld 2 und Transformator 10 führt bei
niedrigen Frequenzen zu einem Hochpaßverhalten mit einer
Resonanzüberhöhung bei der Resonanzfrequenz, die sich aus der
205 Antennenkapazität C_a und der Primärinduktivität des Übertragers
sowie der wechselstrommäßigen Belastung der Sekundärwicklung 11
durch das Antennennetzwerk 12 ergibt. Legt man diese
Resonanzfrequenz ans untere Frequenzbandende des
Betriebsfrequenzbereichs, so wird auch am unteren
210 Frequenzbandende die Signalübertragung der Antenne ausreichend.
Diese Dimensionierung erlaubt eine Minimierung der
Primärinduktivität des Übertragers 10. Damit ist ein minimalen
Drahtaufwand verbunden, mit dem auch minimale Verluste an
Heizleistung einhergehen.

215 Ein entscheidender Vorteil der transformatorischen Ankopplung
des Antennennetzwerks 12 an das Heizfeld 2 ist die Tatsache, da
die der Heizgleichstromquelle 8 des Fahrzeugs überlagerten
hochfrequenten Störströme, die ebenfalls durch das Heizfeld
220 fließen, nicht in das Empfangssystem eingekoppelt werden und
damit auch nicht den Empfang beeinträchtigen können. Diese
hochfrequenten Störströme sind durch die elektrischen
Fahrzeugaggregate (z.B. Zündung, Lichtmaschine, digitale
Motorelektrik u.a.) verursacht. Diese Störströme durchfließen
225 die Primärwicklung 9 des Übertragers 10 auf Grund der großen
Eigeninduktivität der bifilar ausgeführten Wicklung zwei Mal in
gleicher Größe in gegensinniger Richtung, so daß sich ihre
magnetischen Wirkungen aufheben und auf die Sekundärwicklung
kein Signal übertragen wird und daher auch keine Störungen ins
230 Empfangssystem eingekoppelt werden.

Die Auskopplung des Empfangssignals über einen Abzweiganschluß
der Heizelemente, wie in P 26 50 044 vorgesehen, führt dagegen
zwangsweise zu einer Einkopplung der Störspannungen, die über
235 die Störströme an dem durch die Heizelemente gebildeten
hochfrequenten Widerstand entstehen, ins Empfangssystem. Die am

Heizfeld abgegriffene Störspannung ist dabei nur unwesentlich kleiner als die gesamte, der Gleichspannungsquelle der Heizung von den störenden Fahrzeugaggregaten überlagerte Störspannung.

240

Bekanntlich reduziert die Kapazität parallel zu einer kapazitiven Antenne die Antennenbandbreite und damit die Leistungsfähigkeit der Antenne. Aus diesem Grund ist die wirksame Parallelkapazität zwischen dem Klemmenpaar 5,6 und dem
245 Masseanschluß (Fahrzeugkarosserie 3) so klein wie möglich zu halten. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird zur Vermeidung einer Zuleitungskapazität die Primärwicklung des Transformators 10 auf der ersten Seite 4 der bifilaren Spule 9 über möglichst kurze leitende Verbindungen 16
250 und 17 (Fig.1) mit den Gleichstromanschlüssen 5 und 6 des Heizfeldes verbunden.

Insbesondere bei niedrigen Frequenzen ist es im Interesse einer möglichst kleinen Streuinduktivität des Transformators 10
255 notwendig, die magnetische Kopplung zwischen der Primärwicklung 9 und der Sekundärwicklung 11 möglichst groß zu wählen. Dies geschieht am einfachsten durch Wahl eines für die Primär- und Sekundärwicklung gemeinsamen Wickelkörpers mit einem gemeinsamen Ferritkern 15. Durch die erhöhte Permeabilität des
260 Ferritkerns wird die erforderliche Windungszahl und damit der Drahtbedarf und die Verluste an Heizleistung so klein wie möglich gehalten.

Um die zweite Seite 7 der Spule 9 im Betriebsfrequenzbereich
265 hochfrequent niederohmig mit der Fahrzeugkarosserie zu verbinden, werden sehr vorteilhaft frequenzselektive Schaltungen aus Blindelementen mit Gleichstromtrennung zur Karosserie verwendet. Solche Schaltungen werden vorzugsweise durch hinreichend große Kapazitäten (Fig.1), durch
270 Serienresonanzkreise oder durch ähnlich wirkende Schaltungen realisiert.

Zur Realisierung einer passiven Sende- bzw. Empfangsantenne kann bei nicht zu niedrigen Frequenzen und innerhalb eines
275 nicht zu großen Frequenzbereichs (z.B. für Autotelefon) in

einem besonders einfachen Fall das Antennennetzwerk 12 als Durchschaltung ausgeführt (Fig.3). Hierfür ist es erforderlich, die Primärwicklung und die Sekundärwicklung des Übertragers so zu gestalten, daß durch Transformation der Heizfeldimpedanz Z_a die an der Sekundärwicklung zwischen ihren Anschlüssen 18 und 19 meßbare Impedanz Z_1 nahezu gleich dem Eingangswiderstand Z_L der Antennenanschlußleitung ist.

Durch Einführung eines auf an sich bekannte Weise geeignet gestalteten Antennennetzwerks 12 wird in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die an den Anschlußklemmen der Sekundärwicklung 18 und 19 vorliegende Impedanz mit kleinerer Abweichung in die Nähe des Wellenwiderstands der Antennenanschlußleitung transformiert.

290

In einer besonders vorteilhaften Weiterführung dieser Antenne als aktive Empfangsantenne (z.B. für den UKW-Rundfunkempfang) enthält das direkt angeschlossene Antennennetzwerk 12 zusätzlich einen verstärkenden Transistor 24 (Fig4). Vorteilhaft wird dieser mit Hilfe des verlustarmen Transformationsnetzwerks 23 eingangsseitig für optimales Signal-Rauschverhältnis angepasst. Die Ausgangsimpedanz dieses Transistors wird vorteilhaft mit Hilfe eines Anpassungsnetzwerks 25 in den Wellenwiderstand Z_L der Antennenanschlußleitung transformiert.

Für den Empfang breiter Frequenzbänder niedriger Frequenzen, wie z.B. dem Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereichs (LMK), ist die oben beschriebene Impedanzanpassung nicht möglich. In diesem Frequenzbereich werden vielfach elektronisch abstimmbare Empfänger (Autoradio) mit kapazitiv hochohmigem Eingangswiderstand mit Feldeffekttransistor mit Ansteuerung am Gate verwendet. Die Eingangsimpedanz solcher Empfänger kann durch die Eingangskapazität C_e beschrieben werden (Fig.5). Die für derartige Empfänger verwendete Antennenanschlußleitung (13) ist kapazitätsarm und wirkt auf Grund ihrer im Vergleich zur Betriebswellenlänge geringen Länge als Parallelkapazität C_L . In diesen Fällen ist die Eingangsimpedanz der

5 Antennenanschlußleitung kapazitiv und kann durch die Kapazität
 Ce+CL beschrieben werden. Besonders einfach wird die Anordnung,
 wenn das Antennennetzwerk 12 als Durchschaltung ausgeführt
 wird. Damit ist Cp=Ce+CL. Optimales Signal-Rauschverhältnis im
 Empfänger entsteht dann, wenn die Signalspannung U an der
 0 Parallelkapazität Cp möglichst groß ist. Dies wird durch
 geeignete Ausgestaltung des Transformators 10 erreicht.

Für den besonders vorteilhaften Fall einer festen magnetischen
 Kopplung zwischen Primär- und Sekundärwicklung des
 5 Transformators 10 wird das elektrische Verhalten der
 Empfangsantenne durch das elektrische Ersatzschaltbild in Fig.6
 angenähert beschrieben. Hierin ist Lp die Induktivität der
 Primärspule und ü das Spannungsübersetzungsverhältnis ü des
 Transformators, der an seinem Ausgang mit der Kapazität Cp
 0 belastet ist. Die Signalspannung U an der Parallelkapazität
 kann mit folgender Formel ermittelt werden:

$$U = E \cdot h_{\text{eff}} \cdot C_a \frac{1}{\left(\frac{C_a}{\ddot{u}} + \ddot{u} \cdot C_p\right) \left(1 - \left(\frac{f_r}{f}\right)^2\right)} \quad (1)$$

5

Hierin ist fr die Resonanzfrequenz, gebildet aus der
 Heizfeldkapazität Ca parallel zu der auf der Primärseite des
 0 Transformators wirksamen Kapazität Cp*ü² und der
 Eigeninduktivität der Primärspule Lp:

$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_p \cdot (C_a + C_p \cdot \ddot{u}^2)}} \quad (2)$$

5

Aus der Formel (1) geht hervor, daß bei Frequenzen, die
 wesentlich größer als fr sind, die Spannung U breitbandig
 konstant bleibt. Diese Spannung wird dann maximal (Um), wenn
 das Übersetzungsverhältnis ü ungefähr zu:

$$\ddot{u} = \sqrt{C_a / C_p} \quad (3)$$

355

gewählt ist. Diese Spannung ergibt sich dann aus (1) zu:

360
$$U_m = 0.5 \cdot E \cdot \text{heff} \cdot \sqrt{(C_a / C_p)} \quad (4)$$

Für Frequenzen am unteren Bandende bedämpfen die unvermeidbaren Spulenverluste das Signal. Dieses Absinken der Signalspannung mit kleiner werdender Frequenz kann durch Ausnutzung des Resonanzeffekts kompensiert oder überkompensiert werden. Unterhalb der Resonanzfrequenz f_r fällt die Spannung U gemäß $(f/f_r)^2$ ab. Sehr vorteilhaft wird die Induktivität L_p derart gewählt, daß die Resonanzfrequenz f_r um den Faktor $\sqrt{2}$ höher liegt als die niedrigste Frequenz f_u des Empfangsbereichs (Fig. 7), weil dadurch im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Spannung U nicht unter den Wert U_m absinkt. Die Eigeninduktivität kann in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung damit zu:

375

$$L_p \approx 1 / (4 \cdot (2\pi \cdot f_u)^2 \cdot C_a) \quad (5)$$

380 gewählt werden. Bei dieser Dimensionierung ergibt sich sehr vorteilhaft der kleinstmögliche Wert für L_p .

Ist die Antennenanschlußleitung an ihrem Eingang direkt mit den Anschlußklemmen 18 und 19 der Sekundärwicklung 11 verbunden, wird diese somit mit der Kapazität $C_p = C_L + C_e$ belastet. Durch geeignete Wahl der Induktivität der Primärwicklung und der Windungszahl der Sekundärwicklung gemäß der in den Gleichungen (1) mit (5) dargestellten Zusammenhänge wird somit im Empfänger 14 im gesamten Frequenzbereich ein gutes

390 Signal-Rauschverhältnis erzielt. Nachteilig bei dieser Konzeption ist die verhältnismäßig große Kapazität C_p , die sich hauptsächlich aus der Kapazität C_L der Antennenanschlußleitung ergibt und zu einer verhältnismäßig kleinen Spannung U_m führt.

Wesentlich günstiger ist es deshalb, am Eingang des
5 Antennennetzwerks 12 einen kapazitiv hochohmigen
Breitbandverstärker anzuschalten. Die Signalspannung U sowie
damit auch der Signal-Rauschabstand wird durch diese Maßnahme
gemäß Gleichung (4) um den Faktor $\sqrt{(C_p/CF)}$ angehoben, wenn CF
die Eingangskapazität des verwendeten Verstärkers ist. Solche
0 Verstärker mit kleiner Eingangskapazität, kleinem Eigenrauschen
und hoher Linearität sind z.B. bekannt aus DPS 21 15 657,
DPS 20 21 331, DAS 25 54 828 und DAS 25 54 829 (s. Fig.8).

Häufig ist es erwünscht, mehrere verschiedene
5 Empfangsfrequenzbereiche (z.B. LMK- und UKW-Rundfunkempfang im
Fahrzeug) sowie z.B. einen oder mehrere
Sende-Empfangsfrequenzbereiche (z.B. Autotelefon) mit einer
einzigartigen Antennenstruktur zu realisieren. Dies ist mit einer
Antenne nach der Erfindung vorteilhaft in der Weise möglich,
0 wie dies für den Fall zweier Frequenzbereiche Fig.9 zeigt.

In Fig.9 sind zwei Bifilarwicklungen als Primärwicklungen
zweier Transformatoren 10, zur Unterscheidung im folgenden mit
10a und 10b bezeichnet, zur Auskopplung zweier
5 unterschiedlicher Frequenzbereiche vorhanden, wobei die
Primärwicklungen beider Spulen 9a und 9b auf Grund der
gleichstrommäßigen Serienschaltung vom Heizgleichstrom sowie
von den hochfrequenten Störströmen nacheinander durchflossen
werden und dadurch die oben beschriebenen Vorteile hinsichtlich
0 der unterbleibenden Einkopplung von Störungen des Bordnetzes
ins Empfangssystem für beide Frequenzbereiche erhalten bleiben.
Entsprechend sind die Anschlüsse 18a und 19a bzw. 18b und 19b
der beiden Sekundärwicklungen 11a und 11b der Übertrager 10a
und 10b an das gemeinsame Antennennetzwerk 12 mit der
5 Antennenanschlußstelle 20,21 angeschlossen. In diesem Fall ist
zweckmäßigerweise eine Frequenzweiche 32 im Antennennetzwerks
12 enthalten (Fig.9).

Weitere Dimensionierungsgesichtspunkte für eine derartige
0 Antenne nach der Erfindung für zwei Frequenzbereiche sollen am
Beispiel einer kombinierten LMK- UKW-Rundfunkempfangsantenne
erläutert werden. Im Beispiel der Fig.9 ist dann der Übertrager

10a für den UKW-Frequenzbereich, wie oben z.B. anhand der Fig.4
erläutert, dimensioniert. Die hochfrequenzmäßig niederohmige
435 Verbindung der zweiten Seite der Primärwicklung 9a des
Übertragers 10a ist dann wegen der relativ geringen Bandbreite
des UKW-Bereichs mit Hilfe von Serienresonanzkreisen oder mit
Schaltungen mit dem Charakter von Serienresonanzkreisen einfach
realisierbar. Die Resonanzfrequenz dieser Serienresonanzkreise
440 liegt zweckmäßigerweise innerhalb des UKW-Bereichs und der
Resonanzblindwiderstand der Resonanzkreise wird so gewählt, daß
die Niederohmigkeit im gesamten UKW-Frequenzbereich ausreichend
ist. Gleichzeitig ist zu beachten, daß sich durch diese
Serienresonanzkreise bei tiefen Frequenzen, hier dem
445 LMK-Bereich, eine kapazitive Belastung der Heizescheibe ergibt,
so daß der Serienresonanzkreis nicht unnötig niederohmig
dimensioniert werden darf.

Der Übertrager 10b ist in diesem Beispiel für die Auskopplung
450 des niederfrequenten, breiten LMK-Frequenzbereichs vorgesehen.
Die niederohmige Verbindung der beiden Drähte auf der zweiten
Seite der Spule 9b im Übertrager 10b erfolgt dann
zweckmäßigerweise am einfachsten über hinreichend große
Kapazitäten (Fig.9).

455

Da die Primärinduktivität der Spule 9a im Übertrager 10a für
den Übertrager 10b eine Streuinduktivität darstellt, die die
wirksame Kopplung reduziert, ist es vorteilhaft, wenn die
Primärinduktivität der Spule 9a im Übertrager 10a im Vergleich
460 zur Eigeninduktivität der Spule 9b im Übertrager 10b klein ist.
Dies ist dann in der Regel in ausreichenden Maße erfüllt, wenn
am Übertrager 10a das höherfrequenteres Signal und am Übertrager
10b das niederfrequenteres Signal ausgekoppelt wird, wie dies im
obigen Beispiel vorgesehen war.

465

Bei einer sinngemäßen Erweiterung einer Antenne nach der
Erfindung auf mehr als auf 2 Frequenzbereiche wird man daher
vorteilhaft den Übertrager für den höchsten Frequenzbereich
470 unmittelbar an die Gleichstromanschlüsse des Heizfeldes und den
Übertrager für den niederfrequentesten Frequenzbereich am

entferntesten von den Gleichstromanschlüssen des Heizfeldes
anschießen und die hochfrequenzmäßige Verbindung der zweiten
Seiten der bifilaren Primärwicklungen 9 mit der
475 Fahrzeugkarosserie 3 jeweils so ausführen, daß die
Beeinflussung für die anderen Frequenzbereiche möglichst gering
ist.

Bei Antennen nach der Erfindung kann der Drahtbedarf für die
480 Primärwicklungen der Übertrager minimal gewählt werden.
Trotzdem kann bei sehr großen Heizleistungen und großen zu
beheizenden Flächen die thermische Belastung der Übertrager
unzulässig hoch werden, vor allem wenn die Wicklungen auf einem
Ferritkern aufgebracht sind. In solchen Fällen ist es
485 vorteilhaft, die Größe der über die Primärwicklungen 9 mit dem
Heizgleichstrom beheizten Fläche kleiner als die insgesamt zu
beheizende Fläche zu wählen (Fig.10) und nur diesen Teil des
Heizfeldes als Antenne zu verwenden. Der restlichen Teil der zu
beheizenden Fläche kann dann mit einem Heizfeld bedeckt werden,
490 das nicht als Antenne verwendet wird.

Patentansprüche

1. Antenne zum Senden und/oder Empfangen in der Heckscheibe eines Kraftfahrzeugs, bestehend aus dem Heizfeld und einer Spule ,
5 die mit Hilfe zweier parallel geführter Drähte als Bifilarwicklung ausgeführt ist und deren beide Drähte auf der ersten Seite der Spule an die beiden Gleichstromanschlüsse des Heizfeldes und auf der zweiten Seite an die Pole der Gleichspannungsquelle angeschlossen sind,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die als Bifilarwicklung ausgeführte Spule (9) die Primärwicklung eines Transformators (10) bildet und die beiden Drähte der zweiten Seite der Spule hochfrequent mit der Fahrzeugkarosserie (3) verbunden sind und eine von der
15 Primärwicklung (9) getrennte magnetisch angekoppelte Sekundärwicklung (11) vorhanden ist, an die ein Antennennetzwerk (12) mit der Antennenanschlußstelle (20,21) angeschlossen ist.

- 20 2. Antenne nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Primärwicklung (9) des Transformators (10) auf der ersten Seite (4) der Spule (9) über möglichst kurze leitende Verbindungen (16,17) mit den Gleichstromanschlüssen (5,6) des
25 Heizfelds verbunden ist.

3. Antenne nach den Ansprüchen 1 und 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Primärwicklung und die Sekundärwicklung des Übertragers
30 (10) auf einem gemeinsamen Ferritkern (15) aufgebracht sind .

4. Antenne nach den Ansprüchen 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die hochfrequente Verbindung zwischen den beiden Drähten
35 der zweiten Seite der Spule (9) und der leitenden Karosserie (3) auf an sich bekannte Weise frequenzselektiv durch Filtermaßnahmen realisiert ist, die innerhalb des Frequenzbereichs, für den die Antenne vorgesehen ist,

niederohmig sind.

5. Antenne nach den Ansprüchen 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Induktivität der Primärwicklung (9) so klein wie
möglich gewählt ist und die Windungszahl der Sekundärwicklung
(11) derart gewählt ist, daß in einem vorgegebenen kleineren
Frequenzbereich die an der Sekundärwicklung vorliegende
Impedanz nahezu gleich dem Wellenwiderstand der
Antennenanschlußleitung (13) ist und das Antennennetzwerk (12)
als Durchschaltung ausgeführt ist.
6. Antenne nach den Ansprüchen 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Induktivität der Primärwicklung so klein wie möglich
gewählt ist und die Windungszahl der Sekundärwicklung (11)
; derart gewählt ist, daß in einem vorgegebenen kleineren
Frequenzbereich die an der Sekundärwicklung vorliegende
Impedanz in der Nähe des Wellenwiderstands der
Antennenanschlußleitung ist und das Antennennetzwerk (12) auf
an sich bekannte Weise mit Hilfe einer verlustarmen
; Anpassungsschaltung derart gestaltet ist, daß an seinem Ausgang
die Impedanz gleich dem Wellenwiderstand der
Antennenanschlußleitung (13) ist.
7. Antenne zum Empfangen nach den Ansprüchen 1 bis 4,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Antennennetzwerk (12) direkt an die Sekundärwicklung
(11) des Transformators (10) angeschaltet ist und einen
Transistorverstärker enthält.
8. Antenne zum Empfangen nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Induktivität der Primärwicklung (9) so klein wie
möglich gewählt ist und die Windungszahl der Sekundärwicklung
(11) derart gewählt ist, daß in einem vorgegebenen kleineren
; Frequenzbereich die an der Sekundärwicklung vorliegende
Impedanz möglichst nahe dem für optimales

Signal-Rauschverhältnis des Transistorverstärkers im Antennennetzwerk (12) nötigen Wert ist.

- 80|9. Antennen zum Empfangen nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem Antennentransistor (24) ein verlustarmes
Transformationsnetzwerk (23) vorgeschaltet ist, dessen
Ausgangsimpedanz gleich dem für optimales
85 Signal-Rauschverhältnis nötigen Wert des Transistorverstärkers
ist.
10. Antenne zum Empfangen nach den Ansprüchen 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
90 daß bei einem Antennennetzwerks (12), dessen Eingangsimpedanz
im Nutzfrequenzbereich durch eine Kapazität beschrieben werden
kann, das Übersetzungsverhältnis \bar{u} des Übertragers (10) derart
gewählt ist, daß am oberen Ende des Frequenzbandes eines
breiten Frequenzbereich niedriger Frequenz (z.B. dem
95 LMK-Bereich) im Empfänger (14) ein optimales
Signal-Rauschverhältnis besteht.
11. Antenne zum Empfangen nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
100 daß an die Sekundärwicklung des Übertragers die
Antennenanschlußleitung (13) direkt angeschlossen ist und die
Eingangsimpedanz der Antennenanschlußleitung mit
nachgeschaltetem Empfänger durch eine Kapazität C_p gebildet ist
und das Übersetzungsverhältnis des Übertragers \bar{u} derart gewählt
105 ist, daß am oberen Ende des Frequenzbandes eines breiten
Frequenzbereichs niedriger Frequenz (z.B. dem LMK-Bereich) im
Empfänger ein optimales Signal-Rauschverhältnis besteht.
12. Antenne zum Empfangen nach den Ansprüchen 10 oder 11
110 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß bei einer Kapazität C_a des Heizfeldes (2) das Verhältnis \bar{u}
der Sekundärspannung zur Primärspannung des Transformators (10)
 $ca. \bar{u} = C_a/C_p$ gewählt ist.

13. Antenne zum Empfangen nach den Ansprüchen 10 mit 12,
115 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß in einem breiten Frequenzbereich niedriger Frequenz (z.B.
dem LMK-Bereich) die aus der Kapazität des Heizfeldes, der
Primärwicklung und der Eingangskapazität des Antennennetzwerks
gebildete Resonanzfrequenz derart gewählt ist, daß das
120 Signal-Rauschverhältnis im Empfänger an den Enden des breiten
Frequenzbands etwa gleich groß ist

14. Antenne zum Empfangen nach Anspruch 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
125 daß die Resonanzfrequenz so gewählt ist, daß sie ca. 2 mal
größer als die niedrigste Frequenz (f_u) des breiten
Frequenzbereichs ist.

15. Antenne zum Empfangen nach den Ansprüchen 12 bis 14,
130 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Antennennetzwerk (12) am Eingang einen an sich
bekannten rauscharmen, linearen, kapazitiv hochohmigen
Breitbandverstärker mit der Eingangskapazität C_F enthält.

135|16. Antenne nach den Ansprüchen 1 bis 15
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zwei Bifilarwicklungen als Primärwicklungen zweier
Transformatoren (10a) und (10b) für die Auskopplung zweier
unterschiedlicher Frequenzbereiche vorhanden sind und die erste
140 Seite der ersten Spule (9a) des Übertragers (10a) an die beiden
Gleichstromanschlüsse des Heizfeldes angeschlossen ist und die
beiden Drähte der zweiten Seite der ersten Spule (9a) für den
ersten Frequenzbereich frequenzselektiv niederohmig mit der
Fahrzeugkarosserie verbunden sind und die beiden Drähte der
ersten Seite der zweiten Spule (9b) des Übertragers (10b) mit
145 den beiden Drähten der zweiten Seite der ersten Spule (9a)
verbunden sind und die beiden Drähte der zweiten Seite der
zweiten Spule (9b) mindestens für den zweiten Frequenzbereich
hochfrequent niederohmig mit der Fahrzeugkaaosserie verbunden
150 sind und an die Pole der Gleichspannungsquelle (8)
angeschlossen sind und für jede Primärwicklung eine getrennte

mit ihr magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung (11a) und (11b) vorhanden ist, die das Antennennetzwerk (12) speisen.

- 5|17. Antenne nach den Ansprüchen 1 mit 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Größe des über die bifilare Wicklung gespeisten
Heizfeldes (2) so gewählt ist, daß der für den Transformator
zulässige thermische Belastung nicht überschritten ist.

1/8

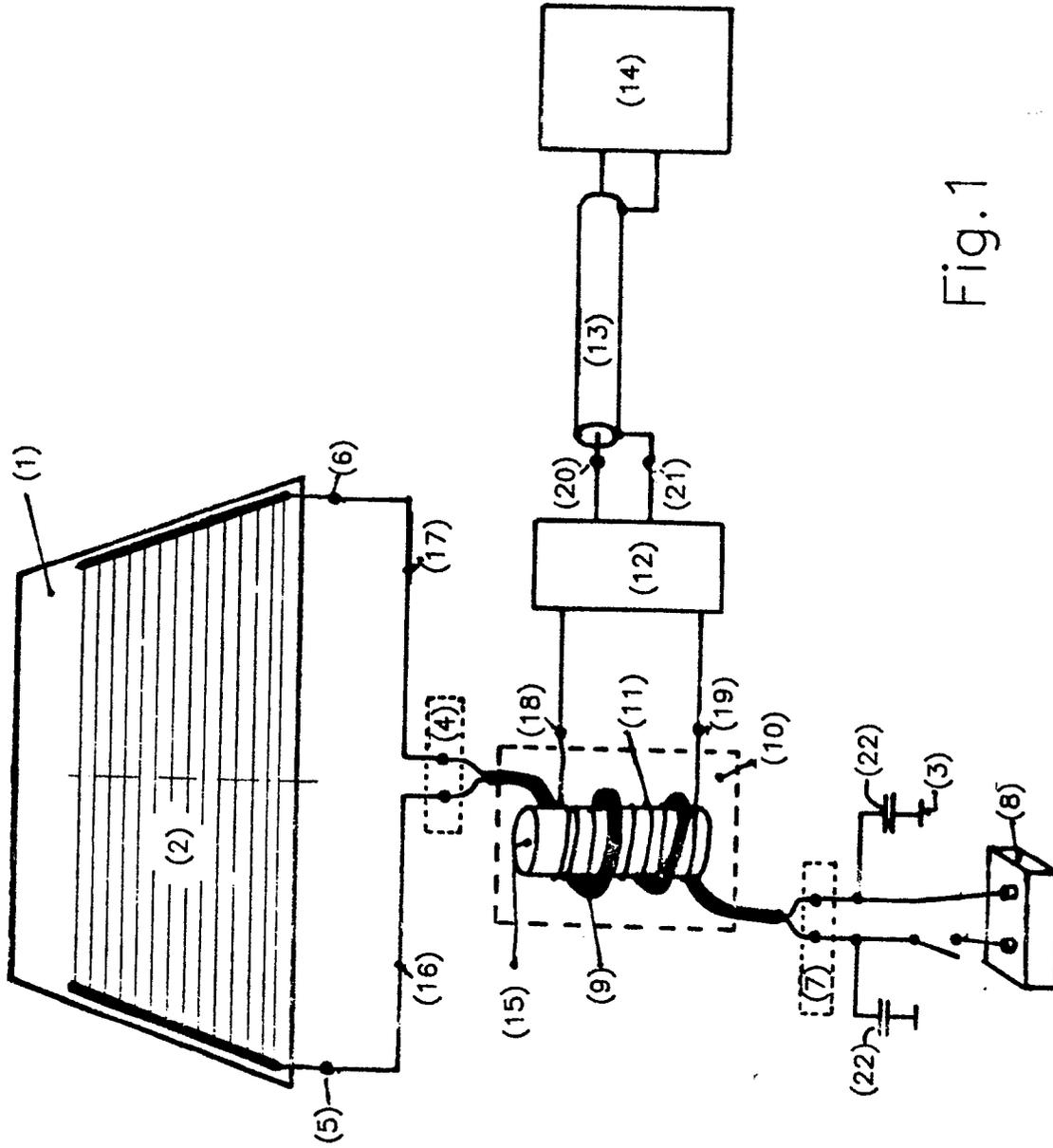


Fig. 1

2/8

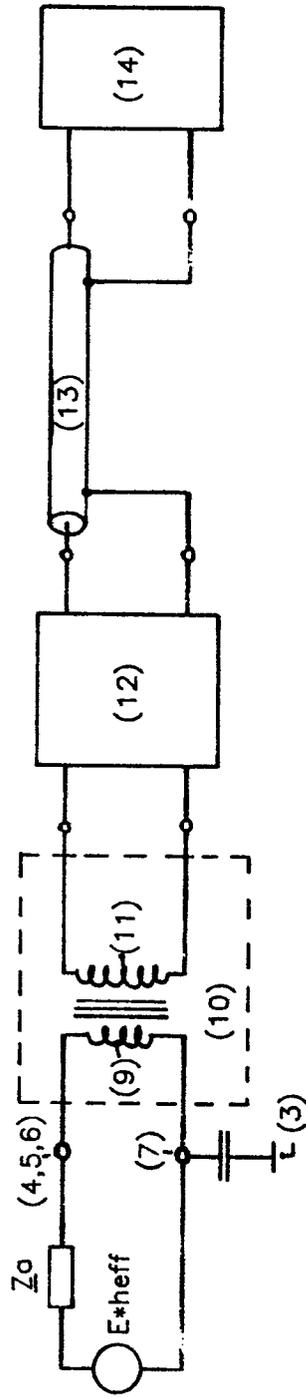


Fig.2

3/8

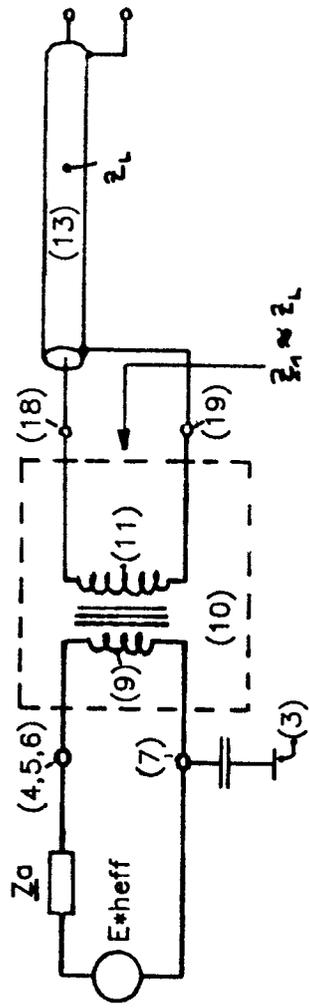


Fig.3

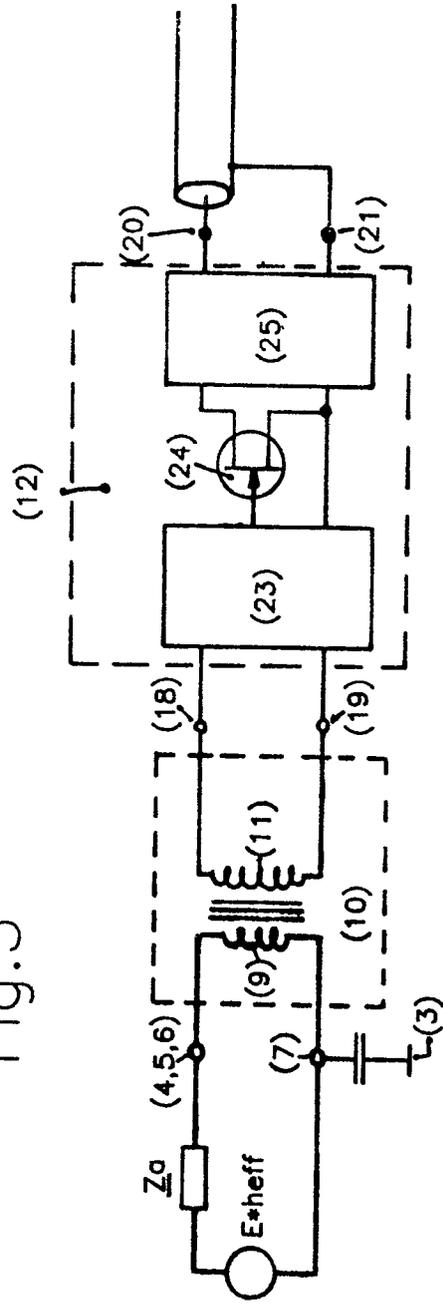


Fig.4

4/8

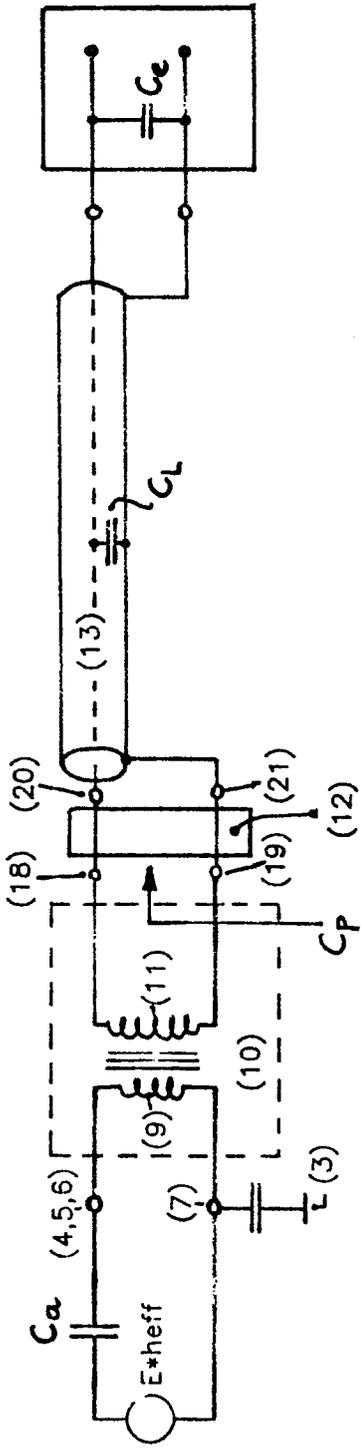


Fig. 5

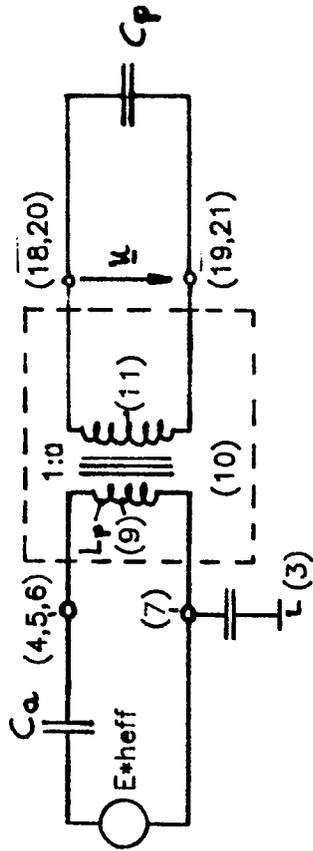


Fig. 6

5/8

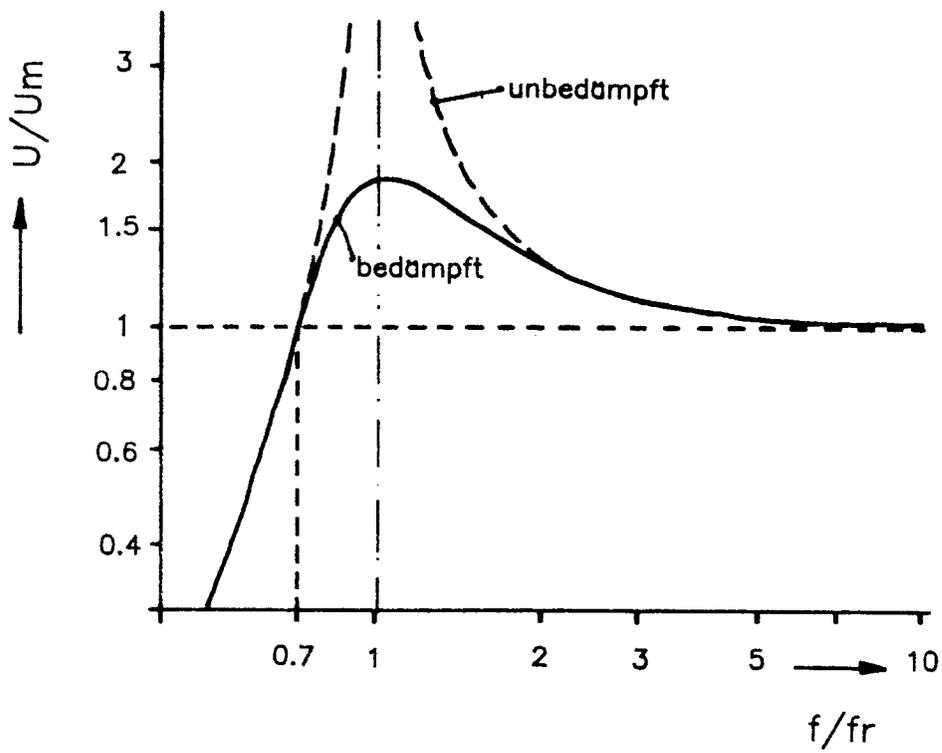


Fig.7

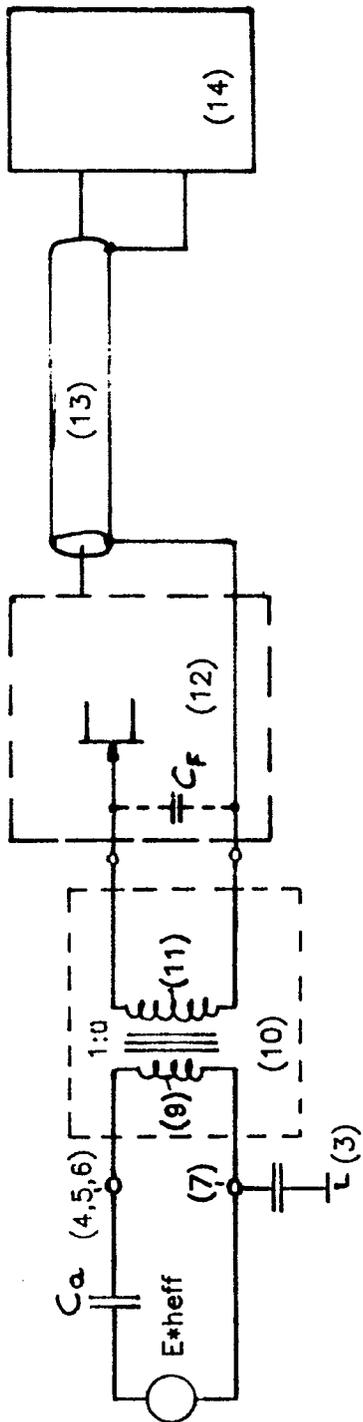


Fig.8

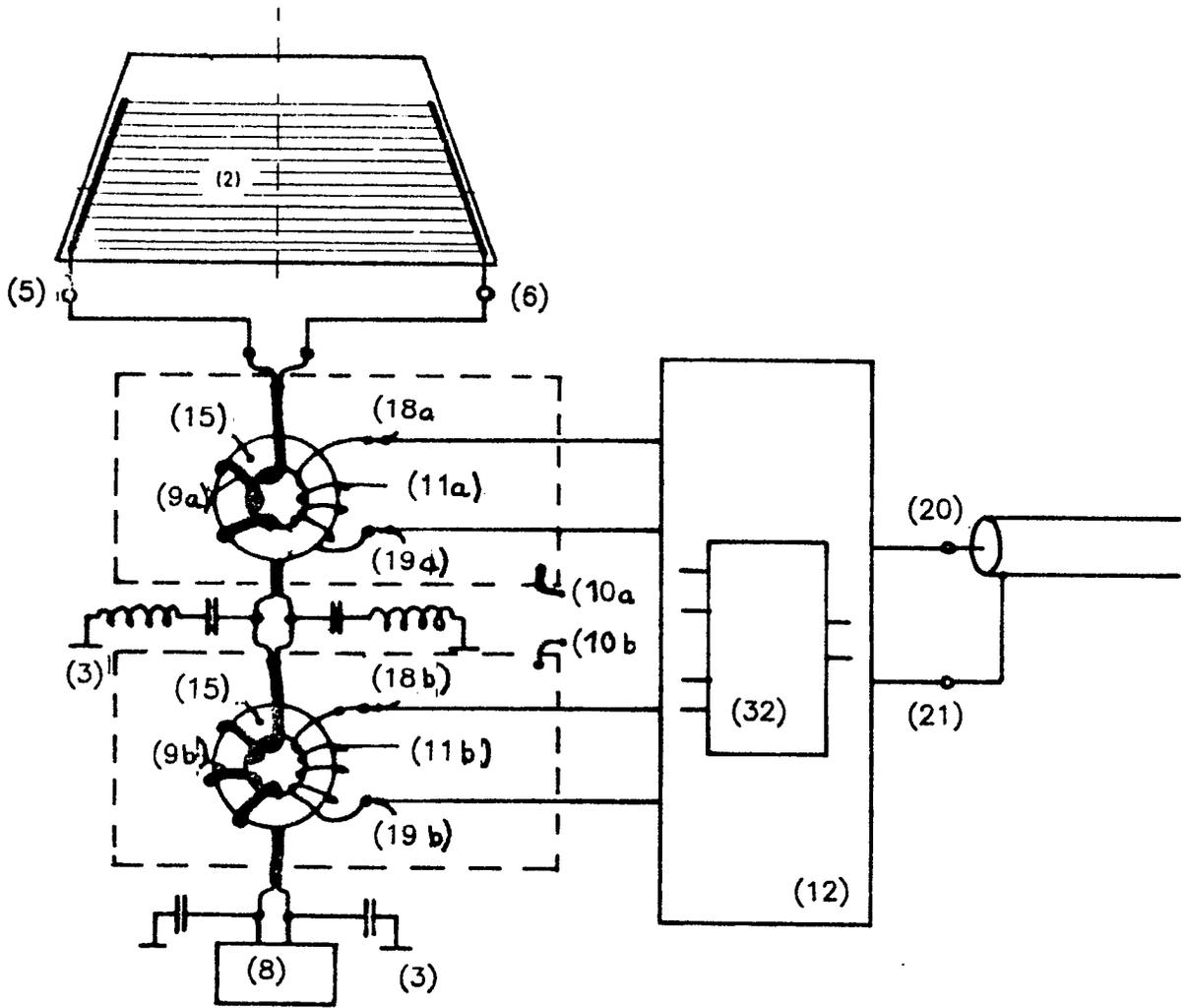


Fig.9

8/8

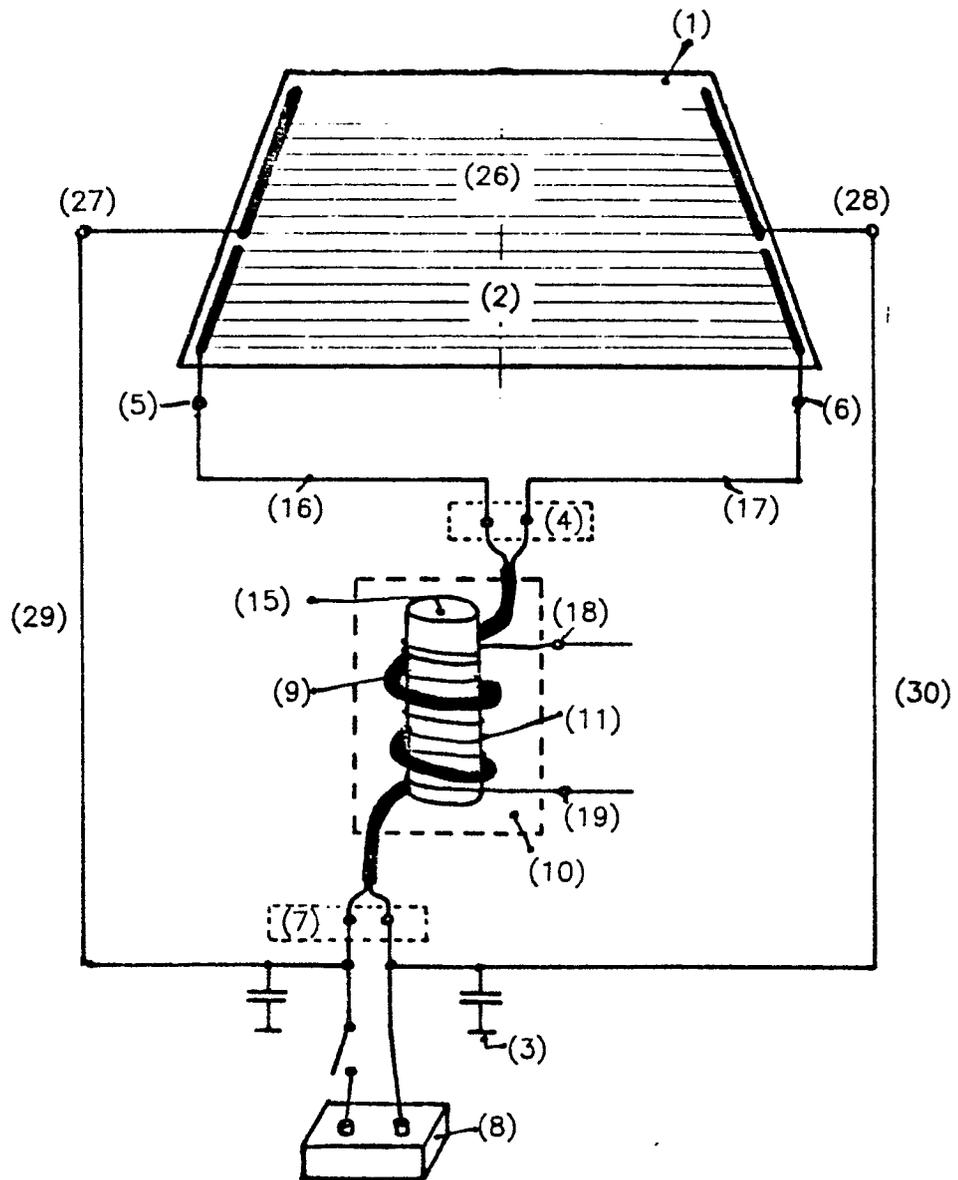


Fig. 10