



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 672 735 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
H01Q 7/00 (2006.01) H01Q 21/29 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05405709.6**

(22) Anmeldetag: **20.12.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

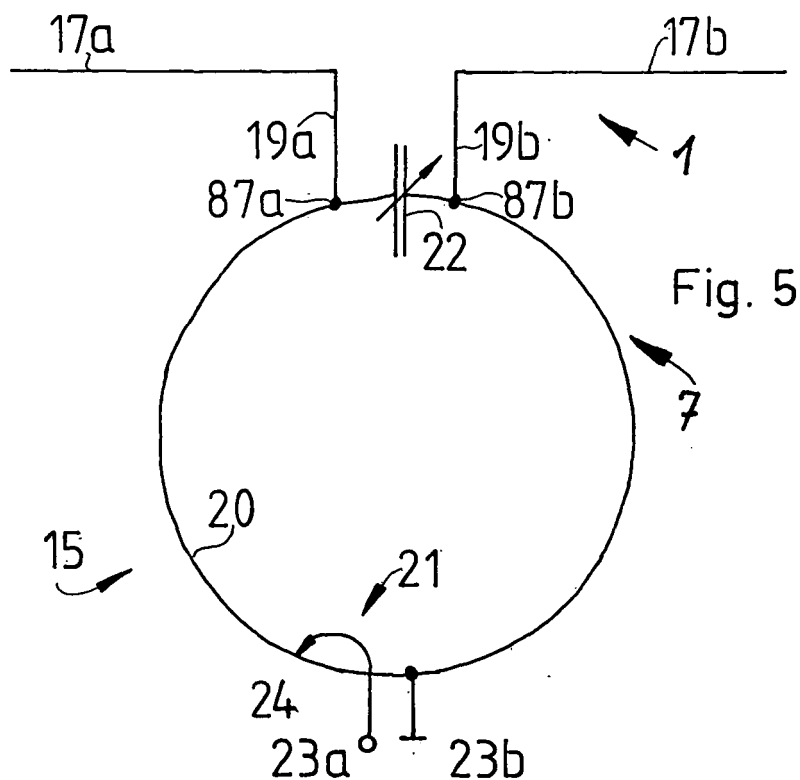
(71) Anmelder: **Badertscher, Gerhard**
3065 Bolligen (CH)

(72) Erfinder: **Badertscher, Gerhard**
3065 Bolligen (CH)

(30) Priorität: **20.12.2004 CH 21042004**

(54) **Antenne mit magnetischem und kapazitivem Strahler**

(57) Die Antenne ist eine Kombination wenigstens eines magnetischen Strahlers (7) mit wenigstens einem kapazitiven Strahler (1).



EP 1 672 735 A1

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Antenne, insbesondere eine Sendeantenne.

Aufgabe der Erfindung

10 **[0002]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Antenne, insbesondere eine Sendeantenne, mit einem guten Wirkungsgrad bei kleinen geometrischen Abmessungen zu schaffen.

Lösung der Aufgabe

15 **[0003]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine Kombination wenigstens eines magnetischen Strahlers mit wenigstens einem kapazitiven Strahler, der vorwiegend das elektrische Feld abstrahlt. In einer bevorzugten Ausführungsform ist einer der kapazitiven Strahler an der Peripherie eines der magnetischen Strahler angeschlossen ist.

20 **[0004]** Ein typischer kapazitiver Strahler (kapazitive Antenne) **1** ist in **Figur 1** dargestellt. Der kapazitive Strahler **1** hat **zwei** Strahlungsarme **3a** und **3b** und zwei zu den Strahlungsarmen **3a** und **3b** führende Abstandshalter **5a** und **5b**. Eine Energieeinspeisung erfolgt an den Anschlüssen **6a** und **6b** an den den Strahlungsarmen **3a** und **3b** abgewandten Enden der Abstandshalter **5a** und **5b**. Das elektrische Ersatzschaltbild dieses kapazitiven Strahlers **1** zeigt **Figur 2**. Das Ersatzschaltbild beinhaltet eine mit einem Strahlungswiderstand R_E in Reihe geschaltete Kapazität C_E .

[0005] Dipol- oder Monopolantennen, die vorwiegend ein elektrisches Feld abstrahlen, werden oft in einer verkürzten Form verwendet, indem die Strahlungsarme auf einen Bruchteil der optimalen Länge verkürzt werden (z.B. auf 1/10 der Wellenlänge). Derart verkürzte Strahlungsarme ergeben eine hohe, kapazitive Eingangsimpedanz.

25 **[0006]** Die Anpassung kapazitiver Strahler an ein übliches 50 Ohm-Koaxialkabel erfordert ein nicht dargestelltes Anpassnetzwerk, das meist aus Spulen und Kondensatoren besteht. Da Spulen nicht verlustfrei hergestellt werden können, erniedrigt sich der Wirkungsgrad durch Wärmeverluste in den Spulen zum Teil erheblich.

30 **[0007]** Ein typischer magnetischer Strahler (magnetische Antenne) **7** ist in **Figur 3** dargestellt. Der magnetische Strahler **7** weist eine Spule mit vorzugsweise einer einzigen Windung **9** und einem einstellbaren Kondensator **11** für eine Frequenzabstimmung sowie eine kleine Einkoppelschleife **13** für eine Energiezufuhr auf. An die beiden Anschlüsse **14a** und **14b** der Einkoppelschleife **13** wird ein nicht dargestelltes Koaxialkabel oder ein sonstiger Hochfrequenzleiter angeschlossen. Der magnetische Strahler arbeitet in Resonanz, d.h. die exakte Frequenz muss mittels des Kondensators **11** eingestellt werden. Ein Frequenzbereich ergibt sich aus der Maximal- und Minimalkapazität des Kondensators **11**.

35 **[0008]** In **Figur 4** ist das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Strahlers **7** dargestellt. Das Ersatzschaltbild zeigt einen Parallelschwingkreis, der aus einer Induktivität L , einer Kapazität C , einem Strahlungswiderstand R_M und einem Verlustwiderstand R_V besteht. In vielen Fällen ist R_V grösser als R_M . Hierdurch reduziert sich der Wirkungsgrad erheblich. Für viele Anwendungen ist zudem die schmale Arbeitsbandbreite des magnetischen Strahlers **7** nachteilig, d.h. der Kondensator **11** muss auch bereits bei kleinen Frequenzänderungen nachgestellt werden.

40 **[0009]** Wie bereits oben ausgeführt ist, wird nun erfindungsgemäss eine Kombination eines magnetischen Strahlers mit einem kapazitiven Strahler vorgenommen.

45 **[0010]** Vorzugsweise wird man den kapazitiven Strahler an der Peripherie des magnetischen Strahlers anordnen. Ein bevorzugter Ort ergibt sich, bei einem Anschluss des kapazitiven Strahlers im Bereich des Kondensators des magnetischen Strahlers. Der kapazitive Strahler wird dann mit der jeweils am Kondensator anliegenden HF-Spannung (Hochfrequenzspannung) gespeist. Vereinfacht ausgedrückt, macht der magnetische Strahler eine Impedanzanpassung für die Strahlungsarme des angekoppelten elektrischen Strahlers. Die Impedanzanpassung ist dann abhängig von der elektrischen Distanz vom Energieeinkopplungsort am magnetischen Strahler. Selbstverständlich kann ein Anschluss (Ankopplung) des elektrischen Strahlers auch an anderen Orten der Peripherie, der meistens nur aus einer Windung bestehenden Drahtschleife des magnetischen Strahlers, erfolgen.

50 **[0011]** Vorzugsweise wird man den elektrischen Strahler, d.h. seine Strahlungsarme in unmittelbarer Nähe zum Anschlusspunkt des Kondensators des magnetischen Strahlers anordnen, wobei der Begriff der unmittelbaren Nähe in der Regel durch konstruktive Zwänge vorgegeben ist. Man sollte jedoch darauf achten, dass ein Abstand von der wirksamen Kapazität höchstens $\lambda/16$ entfernt ist, wobei λ die Wellenlänge der abzustrahlenden Frequenz ist. Je näher die elektrischen Strahlungsarme am Kondensator angeordnet werden, desto besser ist eine Kopplung zum elektrischen Strahler und desto kleiner können geometrische Abmessungen bei gleicher Frequenz gewählt werden.

55 **[0012]** Vorzugsweise wird man die Strahlungsarme des kapazitiven Strahlers in zueinander parallelen Ebenen liegend anordnen. Diese parallelen Ebenen kann man parallel zur Ebene des magnetischen Strahlers legen. Es können auch alle Strahlungselemente in einer einzigen Ebene angeordnet werden. Wie unten ausgeführt, kann dann durch eine entsprechende Auswahl der geometrischen Abmessungen des magnetischen und des kapazitiven Strahlers eine Op-

timierung eines Vor-/Rückwärtsverhältnisses erreicht werden, wodurch sich eine Richtantenne ergibt.

[0013] Durch eine kapazitive Belastung der Strahlungsarmenden (Endkapazitäten) kann zudem eine Verkürzung der Strahlungsarme erreicht werden.

[0014] Weitere Vorteile und Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Antenne ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen in

- Fig. 1 einen typischen kapazitiven Strahler,
- Fig. 2 ein elektrisches Ersatzschaltbild des in **Figur 1** dargestellten kapazitiven Strahlers,
- Fig. 3 einen typischen magnetischen Strahler,
- Fig. 4 ein elektrisches Ersatzschaltbild des in **Figur 3** dargestellten magnetischen Strahlers,
- Fig. 5 eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Antenne,
- Fig. 6 ein elektrisches Ersatzschaltbild zu der in **Figur 5** gezeigten Antenne,
- Fig. 7 ein zum Ersatzschaltbild in **Figur 6** modifiziertes, elektrisches Ersatzschaltbild,
- Fig. 8 ein Strahlungsfeld im Fernfeld links und rechts eines kapazitiven Strahlers mit dem in der Papierebene liegenden Strahlungsarmen **29a** und **29b** in perspektivischer Darstellung mit den elektrischen Feldvektoren $\mathbf{E}_K$ (in der Papierebene) und den magnetischen Feldvektoren $\mathbf{B}_{K1}$ und $\mathbf{B}_{K2}$ (senkrecht nach vorne und nach hinten zur Papierebene stehend),
- Fig. 9 ein Strahlungsfeld im Fernfeld links und rechts eines magnetischen Strahlers, dessen Windung in der Papierebene liegt, in perspektivischer Darstellung mit den elektrischen Feldvektoren $\mathbf{E}_{M1}$ und $\mathbf{E}_{M2}$ in der Papierebene sowie den magnetischen Feldvektor $\mathbf{B}_M$ senkrecht aus der Papierebene nach vorne stehend,
- Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel zu der in **Figur 5** erklärten Antenne,
- Fig. 11 ein Diagramm für ein Leistungsverhältnis P_E / P_M von abgestrahlter elektrischer P_E zu magnetischer Leistung P_M in Abhängigkeit von einer auf die Wellenlänge λ normierten wirksamen Länge ℓ der beiden kapazitiven Strahler bei einer Antennenresonanzfrequenz vom 14 MHz, gemäss Ausführungsbeispiel,
- Fig. 12 ein Diagramm für einen Antennenwirkungsgrad W über einer normierten Strahlerlänge ℓ / λ einer auch dem Diagramm in **Figur 11** zugrunde gelegten Antenne,
- Fig. 13 ein Diagramm für eine Bandbreite B in Kilohertz über einer normierten Strahlerlänge ℓ / λ einer auch dem Diagramm in **Figur 11** zugrunde gelegten Antenne,
- Fig. 14 eine Variante des kapazitiven Strahlers einer in **Figur 5** dargestellten Antenne,
- Fig. 15 eine weitere Variante zu der in **Figur 14** dargestellten Antenne,
- Fig. 16 eine weitere Antennenvariante mit gegenüber **Figur 10** anders angeordneten kapazitiven Strahlern,
- Fig. 17 eine Antennenvariante zu der in **Figur 16** gezeigten Antenne mit kapazitiven Strahlern, welche einen Winkel von 90° miteinander einschliessen,
- Fig. 18 eine Antennenvariante zu der in **Figur 5** dargestellten Antenne, wobei die beiden kapazitiven Strahler weder parallel zueinander angeordnet sind, noch miteinander fluchten,
- Fig. 19 eine Antennenvariante zu der in **Figur 17** dargestellten Antenne, wobei die beiden kapazitiven Strahler als Seitenverlängerung einer quadratischen Windung des magnetischen Strahlers ausgebildet sind und miteinander fluchten,
- Fig. 20 eine Ausführungsvariante zur Antennendarstellung in **Figur 16**, wobei die beiden kapazitiven Strahler in einer Ebene senkrecht zur Ebene des magnetischen Strahlers liegen,
- Fig. 21 eine Ausführungsvariante zur Antennendarstellung in **Figur 16**, wobei jeder kapazitive Strahler in einer voneinander distanzierten parallelen Ebene liegt, zu denen mittig der magnetische Strahler angeordnet ist,
- Fig. 22 eine Antennenausführungsvariante für eine Antennenanordnung als sogenannte gedruckte Schaltung,
- Fig. 23 eine Skizze, in der mögliche Anschlussorte eines kapazitiven Strahlers an einen magnetischen Strahler aufgezeigt werden,
- Fig. 24 eine schematische Darstellung einer p-förmig ausgebildeten Antenne und
- Fig. 25 eine Ansicht in Blickrichtung XXV der in **Figur 24** dargestellten Antenne in technischer Ausführung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0016] Die in **Figur 5** in einer Ausführungsform dargestellte, erfindungsgemässe Antenne **15** ist eine Kombination eines magnetischen Strahlers mit einem kapazitiven Strahler. Die Antenne **15** hat zwei kapazitiv wirkende Strahlungsarme **17a** und **17b**, zwei Abstandshalter **19a** und **19b**, einen in seinem Kapazitätswert einstellbaren Kondensator **22**, eine einzige kreisförmig gebogene Windung **20** und eine Energieeinkopplung **21**. Die Energieeinkopplung **21** weist zwei

Anschlüsse **23a** und **23b** auf. Einer der Anschlüsse **23b** ist hier vorzugsweise geerdet. Die Energieeinkopplung **21** ist an einem in der Lage auf der Windung **20** einstellbaren Ort **24** mit dieser elektrisch verbunden. Die beiden Anschlüsse **23a** und **23b** werden in der Regel an ein Koaxialkabel angeschlossen, durch das die Sendeleistung zugeführt wird. Betreffend einer optimalen Lage des Einkoppelorts **24** werden unten weitere Angaben gemacht.

[0017] Die Strahlungsarme **17a** und **17b** sind über einen Abstandshalter **19a** und **19b** in der Nähe des in der Windung **20** liegenden Kondensators **22** mit je einem dessen Anschlusses elektrisch verbunden, so dass sie mit der dort vorhandenen HF-Spannung gespeist werden. Ein Ende jedes Abstandshalters **19a** bzw. **19b** ist elektrisch mit der Drahtschleife **20** und das jeweils andere Ende mit einem Ende je eines Strahlungsarms **17a** bzw. **17b** unter einem Winkel von 90° galvanisch verbunden. Die Strahlungsarme **17a** und **17b**, die Abstandshalter **19a** und **19b** und die Drahtschleife **20** liegen hier in ein- und derselben Ebene, wobei die beiden Strahlungsarme **17a** und **17b** miteinander fluchten.

[0018] **Figur 6** zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild **25** zu der in **Figur 5** gezeigten Antenne **15**. Das Ersatzschaltbild **25** beinhaltet eine Induktivität **L** mit hier lediglich einer einzigen Windung **20**. Ferner weist das Ersatzschaltbild **25** eine Kapazität **C** des Kondensators **22**, eine Kapazität **C_E** der Strahlungsarme **17a** und **17b**, einen Strahlungswiderstand **R_E** des kapazitiven Strahlers, einen Strahlungswiderstand **R_M** des magnetischen Strahlers und einen Verlustwiderstand **R_V** der gesamten Antenne **15** auf. Die magnetische Antenne, als ein Teil dieser Kombination (**Figur 5**), erfüllt eine Doppelfunktion: Sie strahlt ein magnetisches Feld ab und gleichzeitig transformiert sie die HF-Spannung für den kapazitiven Strahler, welcher ein elektrisches Feld abstrahlt.

[0019] **Figur 7** zeigt ein für die nachfolgenden Abschätzungen verwendetes, modifiziertes, elektrisches Ersatzschaltbild **27**, welches mit den nachfolgenden Umformungen aus dem in **Figur 6** dargestellten Ersatzschaltbild **25** hervorgegangen ist. Die Elemente **C_E**, **C**, **R_M** und **R_V** sind in den beiden Ersatzschaltbildern **25** und **27** gleich geblieben. Der Widerstand **R_E'** ist der in einen magnetischen Teil der Antenne **15** transformierte Strahlungswiderstand **R_E** des kapazitiven Strahlers.

[0020] Ein Strom **i** im magnetischen Kreis der Antenne **15** wird gemäss dem Ersatzschaltbild **25** in **Figur 6** aufgeteilt in die beiden Teilströme **i₁** und **i₂**

$$i = i_1 + i_2. \quad (1)$$

[0021] Ein kapazitiver Blindwiderstand **X_C** des Kondensators **26** mit der Kapazität **C** ergibt sich bei einer Resonanzfrequenz **f** zu

$$X_C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C).$$

[0022] Ein kapazitiver Blindwiderstand **X_{CE}** des kapazitiven Strahlers mit den Strahlungsarmen **17a** und **17b** mit der Kapazität **C_E** ergibt sich bei der Resonanzfrequenz **f** zu

$$X_{CE} = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_E).$$

[0023] Für den im Kondensator **26** fliessenden Strom **i₁** gilt bei einer über dem Kondensator **26** liegenden Spannung **u**

$$i_1 = u / X_C.$$

[0024] Bei einem kapazitiven Strahler mit in einer Ausführungsvariante kurzen Strahlungsarmen **17a** und **17b** ist der kapazitiver Blindwiderstand **X_C** viel grösser als der Strahlungswiderstand **R_E**.

[0025] Für den Strom **i₂** im kapazitiven Strahler gilt näherungsweise

$$i_2 = u / X_{CE}.$$

[0026] Mit einer Division der obigen Gleichungen für die Ströme **i₁** und **i₂** lässt sich die Spannung **u** eliminieren:

$$i_1 / i_2 = X_{CE} / X_C. \quad (2)$$

5 **[0027]** Wird der Strom i_1 unter Verwendung von Gleichung (1) in Gleichung (2) eliminiert, so ergibt sich für den Strom i_2

$$i_2 = i \cdot 1 / [(X_{CE}/X_C) + 1].$$

10

[0028] Daraus ergibt sich eine abgestrahlte elektrische Leistung P_E durch den kapazitiven Strahler zu

$$P_E = i_2^2 \cdot R_E = i^2 \cdot 1 / ((X_{CE}/X_C) + 1)^2 \cdot R_E$$

15

oder

20

$$P_E = i^2 \cdot R_E' \quad \text{mit} \quad R_E' = 1 / [(X_{CE}/X_C) + 1]^2 \cdot R_E. \quad (3)$$

25

[0029] R_E' ist in dem in **Figur 7** dargestellten Ersatzschaltbild eingezeichnet. Der Strom i durchfließt den transformierten Strahlungswiderstand R_E' und strahlt die gleiche elektrische Leistung ab wie der im Ersatzschaltbild in **Figur 6** eingezeichnete Strahlungswiderstand R_E , durch den der Strom i_2 fließt.

[0030] Eine magnetische Leistungsabstrahlung P_M erfolgt durch den magnetischen Strahler, gebildet aus der Windung **20** und dem Kondensator **22**.

[0031] Bezüglich der abgestrahlten elektrischen Leistung P_E im Verhältnis zur abgestrahlten magnetischen Leistung P_M gilt

30

$$P_E / P_M = (i^2 \cdot R_E') / (i^2 \cdot R_M) = R_E' / R_M.$$

35

[0032] Die erfindungsgemässe Antenne, obwohl sie einen magnetischen Strahler enthält, hat gegenüber einem "reinen" magnetischen Strahler, wie unten ausgeführt wird, einen höheren Wirkungsgrad W und eine grössere Bandbreite B und kann bei geeigneter Wahl der Antennen-geometrie zudem einen Richteffekt erzeugen. Das Verhältnis P_E / P_M steigt mit der Länge L des kapazitiven Strahlers an. Bei einer bestimmten Länge L des kapazitiven Strahlers wird $R_E' = R_M$, dann wird $P_E / P_M = 1$, d.h. die magnetisch abgestrahlte Leistung P_M ist gleich gross wie die elektrisch abgestrahlte Leistung P_E . Die Antenne **15** erzeugt in diesem Fall einen Richteffekt (siehe Ausführungsbeispiel).

40

[0033] Der Richteffekt der erfindungsgemässen Antenne **15** wird an Hand der Figuren **8** und **9** erläutert. Die **Figur 8** zeigt das elektrische und das magnetische Strahlungsfeld E_K und B_K im Fernfeld eines kapazitiven Strahlers mit den Strahlungsarmen **29a** und **29b**, welche in der Papierebene liegen. Das elektrische Fernfeld links und rechts der Strahlungsarme **29a** und **29b** liegt in der hier gezeigten Momentaufnahme in der Papierebene, wobei das elektrische Feld E_K auf der linken wie auch auf der rechten Seite noch oben zeigt. Die magnetischen Fernfeldvektoren B_{K1} und B_{K2} , erzeugt durch die beiden Strahlungsarme **29a** und **29b** des kapazitiven Strahlers stehen auf deren linken Seite senkrecht auf der Papierebene nach hinten zeigend (B_{K1}) und auf der rechten Seite senkrecht auf der Papierebene nach vorne zeigend (B_{K2}).

45

[0034] **Figur 9** zeigt eine zu **Figur 8** analoge Darstellung, jedoch für einen magnetischen Strahler, dessen Windung **31** in der Papierebene liegt. Rechts der Windung **31** zeigt der elektrische Fernfeldvektor E_{M2} in der Papierebene liegend nach oben und auf der linken Seite der Windung **31** zeigt der elektrische Fernfeldvektor E_{M1} in der Papierebene liegend nach unten.

50

[0035] Die magnetischen Fernfeldvektoren B_M des magnetischen Strahlers stehen beide auf der Papierebene senkrecht und zeigen nach vorne.

55

[0036] Da hier nun ein elektrischer und ein magnetischer Strahler zusammen arbeiten, ist eine Überlagerung der in den Figuren **8** und **9** gezeigten Fernfeldvektoren vorzunehmen:

Auf der linken Seite des elektrischen und des magnetischen Strahlers gilt nun für die Fernfeldstärke

EK - EM1 und BK1 - BM

und auf der rechten Seite des elektrischen und des magnetischen Strahlers gilt nun für die Fernfeldstärke

EK + EM2 und BK2 + BM.

5 **[0037]** In einem Spezialfall, bei dem kapazitiver und magnetischer Strahler dieselbe Leistung abstrahlen, verdoppeln sich die Strahlungsvektoren auf der rechten Seite der Antenne (y-Richtung in der Papierebene) und auf der linken Seite kompensieren sie sich.

[0038] Die erfindungsgemässe Antenne, welche aus einer Kombination eines magnetischen und eines kapazitiven Strahlers zusammengesetzt ist, ist eine Richtungsantenne.

10

Berechnen des Wirkungsgrades

[0039] Der Wirkungsgrad W ergibt sich zu

15

$$W = i^2 \cdot (R_E' + R_M) / [i^2 \cdot (R_E' + R_M + R_V)]$$

20

$$W = (R_E' + R_M) / (R_E' + R_M + R_V). \quad (5)$$

[0040] Der Wirkungsgrad steigt mit der Länge der kapazitiven Strahler **17a** und **17b** bzw. **29a** und **29b** an.

25

[0041] Die Bandbreite B ergibt sich aus einer Kreisgüte Q gemäss der nachfolgenden Beziehung

$$B = f / Q.$$

30

[0042] Falls $X_{CE} \gg X_C$ kann die Kreisgüte Q näherungsweise berechnet werden mit

$$Q = X_C / (R_E' + R_M + R_V).$$

35

[0043] Damit ergibt die Bandbreite B zu

40

$$B = f / Q = f \cdot (R_E' + R_M + R_V) / X_C. \quad (6)$$

[0044] Erweitert mit $(R_M + R_V)$ und umgeformt ergibt sich

45

$$B = f \cdot (R_M + R_V) / X_C \cdot (R_E' + R_M + R_V) / (R_M + R_V)$$

oder

50

$$B = B_0 \cdot (R_E' + R_M + R_V) / (R_M + R_V)$$

mit

55

$$B_0 = f \cdot (R_M + R_V) / X_C,$$

wobei B_0 die Bandbreite der rein magnetischen Antenne ohne die kapazitiven Strahler ist. Die Bandbreite B vergrößert sich mit der Länge der kapazitiven Strahler.

[0045] Anstelle der galvanischen Verbindung, wie oben ausgeführt, der Drahtschleife **20** mit den beiden kapazitiv wirkenden Strahlungsarmen **17a** und **17b** über die Abstandshalter **19a** und **19b** kann auch eine kapazitive Verbindung z.B. durch eine isolierende Durchführung vorgenommen werden. Eine derartige Verbindung wird gewählt, wenn diese potentialfrei sein soll.

[0046] Falls die Antenne **15** nur für ein schmales Frequenzband verwendet werden soll, kann beispielsweise der Drehkondensator **22** weggelassen werden. Die Resonanzfrequenz wird dann massgeblich durch die Kapazität C_E der kapazitiven Strahler **17a** und **17b** und der durch die Abstandshalter gebildeten Kapazität bestimmt. Eine geringfügige Frequenzvariation ist möglich, wenn die Kapazität C_E durch eine Änderung der Abmessungen der elektrischen Strahler **17a** und **17b** oder deren Position verändert wird. In diesem Falle empfiehlt es sich, eine mechanische Justierung der kapazitiven Strahler vorzusehen.

[0047] Eine Untermuerung obiger Ausführungen wird mit dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel vorgenommen. Eine Antenne **35** als Ausführungsvariante zur Antenne **15** hat einen quadratischen Rahmen **37** mit einer Seitenlänge von 75 cm; ergibt einen Umfang von 3 m. Jede Rahmenseite **39a** bis **39d** hat ein L-förmiges Aluminiumprofil, wobei das Aluminium eine Materialdicke von 2 mm und das Profil Flansche mit den Abmessungen von 50 mm bzw. 30 mm hat. Der Rahmen wirkt als eine einzige Windung der magnetischen Teilantenne. Im Rahmen **37** ist analog zur Kapazität **22** ein Drehkondensator **40** eingesetzt. Der Drehkondensator **40** kann in einem Kapazitätsbereich von 10 pF bis 65 pF eingestellt werden, wodurch die Antenne **35** einen einstellbaren Frequenzbereich von 14 MHz bis 30 MHz erhält. Für das Berechnungsbeispiel wird ein Kapazitätswert des Drehkondensators **40** von 65 pF gewählt, wodurch sich eine Resonanzfrequenz f vom 14 MHz ergibt.

[0048] Die kapazitiven Strahler **41a** und **41b** analog zu den kapazitiven Strahlern **17a** und **17b** sind aus einem Aluminiumprofil mit einer jeweiligen Länge von 1,1 m hergestellt. Hieraus ergibt sich eine Strahlerlänge von 2,2 m. Die beiden Strahler **41a** und **41b** wurden neben dem Drehkondensator **40** mittels zweier Abstandshalter **43a** und **43b** (jeder 15 cm) ebenfalls aus Aluminium angeschlossen. Ein Verlustwiderstand R_V dieser Antenne **35** ist aus der Messung der Bandbreite B_0 der rein magnetischen Antenne (Rahmen **37** mit Drehkondensator **40**, ohne die beiden kapazitiven Strahler **41a** und **41b**) auf $R_V = 0,15 \Omega$ bestimmt worden. Für die Darstellung in den Diagrammen wurde die Gesamtlänge ℓ der kapazitiven Strahler in einem Bereich von 0 bis 4 m variiert.

[0049] Der Strahlungswiderstand R_E des kapazitiven Strahlers, der Strahlungswiderstand R_M des magnetischen Strahlers und der kapazitive Blindwiderstand X_{CE} des kapazitiven Strahlers lassen sich mittels bekannter Formeln der Antennentechnik wie folgt berechnen (siehe beispielsweise Rothammel, Antennenbuch, DARC-Verlag, 12. Auflage, Seiten 73, 333 und 429-431):

$$R_E = 197 \cdot (\text{Gesamtlänge der kap. Strahler} / \lambda)^2 = 197 \cdot (\ell / 21,4)^2$$

$$R_M = 197 \cdot (\text{Umfang des magnetischen Strahlers} / \lambda)^4 = 197 \cdot (3 / 21,4)^4 = 0,076 \Omega$$

$$X_{CE} = \text{Mittlere Wellenimpedanz} / \tan(\pi \cdot \ell / \lambda) = 400 / \tan(3,14 \cdot \ell / 21,4)$$

[0050] Mittels der Formeln (3), (4), (5) und (6) lassen sich P_E/P_M , W , B in Abhängigkeit von der Länge ℓ der kapazitiven Strahler berechnen.

ℓ/λ	P_E/P_M	W	B [kHz]
0	0	0,34	18
0,05	0,03	0,34	18
0,1	0,4	0,41	21
0,15	1,94	0,6	30
0,2	9,06	0,78	55

[0051] Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Diagrammen der **Figuren 11, 12 und 13** grafisch dargestellt.

[0052] **Figur 11** zeigt den Einfluss einer wirksamen Länge ℓ der beiden kapazitiven Strahler **17a** und **17b** zusammen bezogen auf die Wellenlänge λ einer Resonanzfrequenz vom 14 MHz der Antenne **35**. Auf der Ordinate ist das Verhältnis von abgestrahlter elektrischer zu abgestrahlter magnetischer Leistung P_E / P_M aufgetragen. Wie zu erwarten war, steigt

der Wert des Leistungsverhältnisses von P_E / P_M überproportional mit der Länge ℓ der Strahlerarme.
 [0053] **Figur 11** kann wie folgt interpretiert werden: Falls die kapazitiven Strahler **17a** und **17b** die Länge null haben, wird nur magnetische Leistung abgestrahlt ($P_E = 0$). Je länger die kapazitiven Strahler **17a** und **17b** im Vergleich zur Wellenlänge λ ausgelegt werden, desto höher wird der Anteil der elektrisch abgestrahlten Leistung P_E . Ist $P_E / P_M = 1$, so wird gleich viel elektrische wie magnetische Leistung abgestrahlt; das ist bei einer Länge $\ell/\lambda = 0,124$ (gestrichelte Linie in **Figur 11**) der Fall. Bei dieser Strahlerlänge erzeugt die Antenne eine optimale Richtwirkung (maximale Richtwirkung). Die angefertigte Antenne erfüllte annähernd diese Bedingung. Messungen ergaben ein Vor-/Rückwärtsverhältnis von ca. 12 db.

[0054] Der Wirkungsgrad **W** und die Bandbreite **B** in Kilohertz einer oben beschriebenen Antenne **35** in Abhängigkeit von einer auch hier auf die Wellenlänge λ genormten Strahlerlänge ℓ/λ ist in **Figur 12** bzw. **13** dargestellt. Beide Kurven steigen über der Länge ℓ überproportional.

[0055] In den **Figuren 14 und 15** sind Antennenvarianten **44** und **46** zu der in **Figur 5** dargestellten Antenne **15** gezeigt. Die kapazitiven Strahler, hier mit **45a** und **45b** bzw. **47a** und **47b** bezeichnet, können verkürzt werden, in dem wie in **Figur 14** angedeutet, am jeweiligen Ende des Strahlers **45a** bzw. **45b** eine Endplatte **49a** bzw. **49b** angeordnet ist. Vorzugsweise wird man diese Platte **49a** bzw. **49b** kreisförmig ausbilden; es kann aber auch eine andere Kontur verwendet werden. In **Figur 14** sind beide Platten **49a** und **49b** identisch ausgebildet. Es können jedoch auch unterschiedlich ausgebildete Platten verwendet werden und somit die Längen der beiden kapazitiven Strahler unterschiedlich lang ausgebildet sein.

[0056] Anstelle der Endplatten **49a** und **49b** können die kapazitiven Strahler **47a** und **47b**, wie in **Figur 15** angedeutet ist, auch in ihrem Umfang verändert, hier verdickt, werden. Vorzugsweise wird man die Verdickungen kreiszylindrisch ausbilden. Es können jedoch auch andere Formen, wie beispielsweise in Strahlungsrichtung angeordnete Platten, verwendet werden.

[0057] Die kapazitiven Strahler **17a/b**, **41a/b**, **45a/b** und **47a/b** in den **Figuren 5, 10, 14 und 15** befinden sich immer aussen an der Windung **20, 37, 50 und 51** des magnetischen Strahlers. Das muss aber nicht so sein. Ein Strahlungsarm **53a** kann auch, wie bei einer in **Figur 16** dargestellten Antenne **52**, innerhalb einer Windung **54** des magnetischen Strahlers angeordnet sein. Ein zweiter kapazitiver Strahler **53b** verläuft parallel zum Strahler **53a**. Die Fusspunkte beider Strahler **53a** und **53b** liegen beidseits der Anschlussorte eines Kondensators **55**.

[0058] Der in **Figur 16** annähernd als quadratischer Rahmen dargestellte magnetische Strahler **54** kann auch kreisförmig ausgebildet sein. Auch können an den freien Enden der dortigen kapazitiven Strahler **53a** und **53b** zur Ebene des Kreises des magnetischen Strahlers **54** und den Antennenteilen **53a** und **53b** senkrecht verlaufende Antennenteile angeordnet werden.

[0059] Aus Platzgründen kann auch der in **Figur 16** nach unten gerichtete Antennenteil **53a** in zwei oder mehrere Antennenteile aufgeteilt werden, welche dann am selben Ort des kapazitiven Teilstrahlers **53a** angeschlossen werden und senkrecht zum Antennenteil **53b** und senkrecht zur Ebene verlaufen, in der der magnetische Strahler **54** liegt.

[0060] In den **Figuren 5, 10, und 14 bis 16** skizzierten Antennen sind jeweils zwei fluchtende oder parallel zueinander liegende kapazitive Strahler **17a/b**, **41a/b**, **45a/b**, **47a/b** und **53a/b** vorhanden. Auch das muss nicht sein. Es kann auch mit nicht parallelen kapazitiven Strahlern **57a** und **57b**, wie in einer Antennenvariante **58** in **Figur 17** dargestellt ist, gearbeitet werden. Dieser kapazitive Strahler **57** ist hier zudem nicht in unmittelbarer Nähe eines Drehkondensators **59** angeordnet. In **Figur 17** hat der magnetische Strahler eine quadratische Windung **60**. Diese Windung kann jedoch auch, wie in den **Figuren 5, 14 und 15** angedeutet, kreisförmig sein. In **Figur 17** stehen die beiden kapazitiven Strahler **57a** und **57b** unter einem Winkel von 90° zueinander. Auch dies muss nicht sein, wie eine weitere Antennenvariante **62** in **Figur 18** zeigt, in der zwei kapazitive Strahler **61a** und **61b** einen von 90° und von einer parallelen bzw. fluchtenden Anordnung abweichenden Winkel miteinander haben.

[0061] In **Figur 17** sind die beiden kapazitiven Strahler **57a** und **57b** als Seitenverlängerungen der quadratischen Windung **60** des magnetischen Strahlers ausgebildet. Diese Seitenverlängerungen können nun, wie anhand einer weiteren Antennenvariante **64** in **Figur 19** dargestellt ist, auch derart ausgebildet sein, dass die kapazitiven Strahler **63a** und **63b** miteinander fluchten.

[0062] In den bisher dargestellten Ausführungsbeispielen liegen der magnetische und der kapazitive Strahler in einer Ebene. Auch das muss nicht sein. In **Figur 20** ist mit Blickrichtung von oben, also in der Zeichnungsebene der vorgängigen Beispiele von der oberen Blattseite nach unten, eine weitere Antennenvariante **68** dargestellt. Eine Windung des magnetischen Strahlers erscheint nun lediglich als Strich **65**, wobei die durch die Zeichnungsebene nach hinten verlaufenden Windungsteile zur dreidimensionalen Verdeutlichung als Pfeilende **66a** und **66b** gekennzeichnet sind. Neben einem Drehkondensator **67** verlaufen hier zwei kapazitive Strahler **69a** und **69b** in einer Ebene senkrecht zu einer Ebene in der die Windung **65** des magnetischen Strahlers liegt.

[0063] In **Figur 21** ist eine weitere Antennenausführungsvariante **70** gezeigt, bei der die beiden kapazitiven Strahler **71a** und **71b** in parallelen Ebenen zur Ebene des magnetischen Strahlers derart angeordnet sind, dass die Ebene des magnetischen Strahlers **72** zwischen den beiden Ebenen der kapazitiven Strahler liegt.

[0064] In **Figur 22** ist eine Antennenanordnung **75** für beispielsweise Resonanzfrequenzen oberhalb 300 MHz dargestellt. Eine quadratische Windung **73** und zwei kapazitive Strahler **74a** und **74b** sind hier als Leiterbahnen einer gedruckten Schaltung **85** ausgeführt. Als Kapazität **76** wirken hier die beiden benachbarten Zuleitungen **83a** und **83b** zu den zwei kapazitiven Strahlern **74a** und **74b**. Bei jedem Übergang einer Zuleitung **83a** bzw. **83b** in die quadratische Windung **73** des magnetischen Strahlers ist ein Durchbruch **84a** bzw. **84b** in der gedruckten Schaltung ausgebildet. Die beiden Durchbrüche **84a** und **84b** sind Steckanschlüsse für einen kapazitiven Trimmer zur Feinabgleichung der Resonanzfrequenz **f**. Eine Energieeinspeisung in die Antenne **75** erfolgt am Anschluss **81a** und eine Erdung am Anschluss **81b**.

[0065] Anwendungsgebiete einer analog zur in **Figur 22** ausgebildeten Antenne **75**, sofern diese Antenne auf eine Folie gedruckt wird, sind beispielsweise ein Diebstahlschutz von Verkaufsgegenständen, welche diese preisgünstig herzustellende Antenne tragen. Die gedruckte Antenne kann zudem mit einer einfachen Elektronik gekoppelt werden. Über die aufgedruckte Antenne würde dann von einem Sender, welcher beispielsweise in der Nähe einer Registrierkasse oder eines Ausgangs eines Warenhauses angeordnet ist, Versorgungsenergie für die angekoppelte Elektronik (Chip) empfangen. Der Chip könnte dann ein Warenidentifizierungssignal kreieren, welches vom Sender empfangen und verarbeitet wird. Ein Abscannen eingekaufter Waren an der Kasse würde somit entfallen; sämtliche Waren in einem Warenkorb würden ohne ein Herausnehmen funktechnisch erkannt und verrechnet werden.

[0066] Die Anschlüsse für den kapazitiven Trimmer müssen nicht als Durchbrüche ausgebildet sein; es können lediglich Lötunkte vorhanden sein.

[0067] Die die Resonanzfrequenz **f** bestimmende Kapazität kann durch eine entsprechende Anordnung der Zuleitungen zu den Strahlungsarmen erzeugt werden. Oftmals ist jedoch ein Feinabgleich dieser Resonanzfrequenz **f** gewünscht. Eine Feinabgleich kann nun, wie oben bei der Antenne **75** beschrieben, mit dem eingelöteten kapazitiven Trimmer vorgenommen werden. Weitere kapazitive Trimmer sind in den **Figuren 5, 10, 14, 15, 17 bis 21 und 23** angedeutet.

[0068] Die in **Figur 5** dargestellte Antenne **15** kann jedoch derart abgeändert werden, dass der Drehkondensator **22** (kapazitiver Trimmer) entfernt wird und die beiden nun entstehenden freien Enden **87a** und **87b** der Windung **20** zur mechanischen Stabilität mit einer isolierenden (nicht dargestellten) Lasche verbunden werden. Auf dem Abstandshalter **19b** etwa in dessen unterem Drittel wird senkrecht zur Ausdehnung des Abstandshalters **19b** eine (nicht dargestellte) Platte angeordnet. Auf dem Abstandshalter **19a** wird eine weitere (ebenfalls nicht dargestellte), entlang des Abstandshalters verstellbare Platte angeordnet, wobei diese Platte über die Platte auf den Abstandshalter **19b** greift. Zur Feinabstimmung der Resonanzfrequenz **f** wird nun der Abstand der beiden Platten gegeneinander verändert, wobei der Kapazitätswert um so grösser ist, je grösser die Plattenausdehnung ausgebildet sind und je kleiner deren gegenseitiger Abstand ist. Es kann nun eine der Platten auf dem betreffenden Abstandshalter fixiert sein, während die andere auf ihrem Abstandshalter verschiebbar, über eine Klemmhalterung fixierbar ausgebildet ist. Sofern die Resonanzfrequenz **f** nicht allzu hoch gewählt ist, können die Abstandshalter **19a** und **19b** als Gewindestangen ausgebildet sein, auf denen dann beide oder nur einer der Platten durch Verdrehen in der Lage veränderbar ist bzw. sind.

[0069] Bildet man die Platten als Laschen aus, so kann der Kapazitätswert auch durch ein gegeneinander Verschwenken der Laschen verändert werden.

[0070] Die kapazitiven Strahler sollten in der Nähe der Anschlussorte des Drehkondensators angeordnet sein; d.h. die elektrischen Anschlussorte (z.B. Abstandshalter) **78a** und **78b** des kapazitiven Strahlers **79** sollten in der Nähe der Fusspunkte **77a** und **77b** des Drehkondensators **79** liegen (**Figur 23**). Sie können jedoch auch in einem Abstand von den Fusspunkten **77a** und **77b** entfernt, also im Bereich **A₁** und **A₂** angeordnet werden. Vorzugsweise wird man einen symmetrischen Abstand wählen. Es ist nicht sinnvoll die Anschlussorte zwischen den Energieeinspeisungspunkten **80a** und **80b** anzuordnen; also nicht zwischen den Punkten **24** bzw. **80a** und dem Erdungspunkt **23b** bzw. **80b**. Eine Verschiebung der Anschlussorte verändert die an den kapazitiven Strahlern liegende HF-Spannung. Je grösser ein Abstand von den Punkten **24** bzw. **80a** und **23a** bzw. **80b** gewählt ist, desto grösser ist der Impedanzwert.

[0071] Die konstruktiven Aufbauten der oben dargestellten Antennen **5, 10, 14 bis 22** haben jeweils eine Symmetrieebene betreffend den wenigstens einen kapazitiven Strahler und den wenigstens einen magnetischen Strahler. Wird eine derartige symmetrische Anordnung gewählt, so ist der Einspeisungsort für die Sendeleistung spannungsneutral. Eine Spannungsneutralität am Einspeisungsort sollte gegeben sein, damit auf einer Energiezuleitung keine sogenannten Mantelwellen entstehen können. Derartige Mantelwellen würden nämlich die Strahlungscharakteristik, den Gewinn und die Qualität der Antenne verändern. Zudem würde sich diese Charakteristik auch noch ändern, sofern Lageänderungen der Energiezuleitung vorgenommen werden.

[0072] Es kann sich nun beispielsweise ergeben, dass die Antenne aufgrund der Umgebung nicht mehr symmetrisch aufgebaut werden kann, weil beispielsweise ein nach unten gerichteter Antennenteil eines kapazitiven Strahlers in einer Ausgestaltungsvariante analog der **Figuren 16** oder **20** den Erdboden berühren würde. In einem derartigen Fall würde man den betreffenden Antennenteil entsprechend kleiner ausbilden und mit einer Endkapazität (wie beispielsweise **47a** oder **47b** der **Figur 15**) oder mit mehreren Teilstrahlern versehen. In diesem Fall würde man auch den Einspeisungsort

verschieben bis er spannungsneutral ist.

[0073] Es kann somit die in **Figur 5** dargestellte Antenne **15** unter einer Aufgabe ihrer Symmetrie, wie in den **Figuren 24 und 25** dargestellt, als p-förmige Antenne **90** ausgebildet sein., wobei kein elektrisch leitender Übergang zwischen dem linearen Teil **91** und den an ihn anstossenden kreisförmigen Teilstück **92** mehr besteht; es ist hier eine Lücke **93** vorhanden. Unter "p-förmig" wird eine Form entsprechend dem griechischen Buchstaben rho verstanden. An dem freien Ende des kreisförmigen Teils ist ein gerades Antennenteilstück **94**, senkrecht zum linearen Teil des "p"s angeordnet. Das gerade Teilstück **94** bildet zusammen mit dem linearen Teil **91** eine Kapazität, welche durch eine Veränderung der Lückenbreite **d** einstellbar ist. Das kreisförmige Teilstück **92** ist der magnetische Strahler und der lineare und der gerade Teil **91** und **94** bilden den kapazitiven Strahler. Die Energieeinspeisung **95** erfolgt am Scheitel des kreisförmigen Teils **92**. Eine derartige Antenne hat eine gute Richtwirkung. Sie ist preisgünstig in der Herstellung und könnte somit vorzugsweise bei der Übermittlung von Informationsdatensätzen in Ad-hoc-Netzen eingesetzt werden, wie sie beispielsweise zwischen Fahrzeugen untereinander (car-to-car) zur Anwendung kommen oder bei irgendwelchen mobilen oder portablen Einsätzen verwendet werden.

[0074] Anstelle einer p-förmigen Ausbildung, welche für hohe Frequenzen (etwa ab 100 MHz) besonders geeignet ist, kann auch eine b-förmige Ausbildung vorgenommen werden, welche für tiefe Frequenzen (unter 10 MHz) besonders geeignet ist. Bei der b-förmigen Ausbildung kann nämlich zur Erhöhung der mechanischen Stabilität an einen geraden Stab bzw. an ein Flachelement ein halbkreisförmiges Teil angeschweisst bzw. angelötet werden.

[0075] Der magnetische Strahler weist, wie in **Figur 3** gezeigt, eine Kapazität auf. Der elektrische Strahler, wie schematisch in **Figur 1** dargestellt, bildet mit seinen Strahlungsarmen nun ebenfalls eine Kapazität. Eine durch die mechanische Konstruktion sich ergebende Kapazität, gebildet durch die Strahlungsarme des elektrischen Strahlers, kann nun unter einer Verwendung mehrerer Strahlungsarme mit und ohne Veränderungen an den Armenden (siehe z. B. die Endplatten **49a** und **49b** in **Figur 14**) derart ausgebildet sein, dass sie gerade der vorgegebenen Kapazität des magnetischen Strahlers entspricht. Zu Abstimmungszwecken kann dann noch eine Teilkapazität vorgesehen werden. Eine Wirkung einer Abstimmung kann jedoch auch dadurch erreicht werden, dass geometrische Abstände zwischen den elektrischen Strahler bildenden Einheiten vorgenommen werden. Eine derart ausgebildete Antenne bestehend aus einer Kombination wenigstens eines magnetischen Strahlers mit wenigstens einem kapazitiven Strahler zeichnet sich durch einen kompakten, raummässig reduzierten Aufbau aus, der sich in der Regel zudem auch noch preisgünstig herstellen lässt.

Patentansprüche

1. Antenne, insbesondere Sendeantenne (**15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 70, 75**), **gekennzeichnet durch** eine Kombination wenigstens eines magnetischen Strahlers (**7, 11; 20, 22; 39a-39d, 40; 50, 51, 73**) mit wenigstens einem kapazitiven Strahler (**1; 3a, 3b; 17a, 17b; 41a, 41b; 45a, 45b; 47a, 47b; 61a, 61b; 74a, 74b**).
2. Antenne (**15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 70, 75**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer der kapazitiven Strahler (**1; 3a, 3b; 17a, 17b; 41a, 41b; 45a, 45b; 47a, 47b; 61a, 61b; 74a, 74b**) an der Peripherie wenigstens eines der magnetischen Strahler (**7, 11; 20, 22; 39a-39d, 40; 50, 51, 73**) angeschlossen ist.
3. Antenne (**15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 70, 75**) nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch**, einen konstruktiven Aufbau mit einer Symmetrieebene betreffend den wenigstens einen kapazitiven Strahler (**1; 3a, 3b; 17a, 17b; 41a, 41b; 45a, 45b; 47a, 47b; 61a, 61b; 74a, 74b**) und den wenigstens einen magnetischen Strahler (**7, 11; 20, 22; 39a-39d, 40; 50, 51, 73**) und eine Energieeinspeisung (**13, 14a, 14b; 21, 23a, 23b, 24; 81a, 81b**) sowie vorzugsweise eine abstimbare Zusatzkapazität, wobei die Energieeinspeisung (**13, 14a, 14b; 21, 23a, 23b, 24; 81a, 81b**), und insbesondere die Zusatzkapazität und ein Abstimmungsmittel zur Zusatzkapazität nicht die Symmetrieebene haben.
4. Antenne (**15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 70, 75**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine Kapazität des wenigstens einen magnetischen Strahlers, welche lediglich **durch** eine konstruktive Ausbildung des wenigstens einen kapazitiven Strahlers gebildet ist und somit die Kapazität als eigenständiges Bauteil entfällt.
5. Antenne (**15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 75**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein magnetischer und wenigstens ein kapazitiver Strahler in zueinander parallelen Ebenen, vorzugsweise in derselben Ebene, angeordnet sind, wobei vorzugsweise geometrische Abmessungen eines der kapazitiven und eines der magnetischen Strahler derart gewählt sind, dass ein vorgebbares, insbesondere maximales Vor-/Rückwärtsstrahlungsverhältnis erreichbar ist.

6. Antenne (15, 35, 44, 46, 52, 58, 62, 64, 68, 70, 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** eine in dem wenigstens einen magnetischen Strahler angekoppelte Energieeinspeisung (21).
7. Antenne (15, 35, 44, 46, 52, 58, 64, 68, 70, 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein kapazitiver Strahler mit wenigstens zwei Strahlungsarmen (17a, 17b; 41a, 41b; 45a, 45b; 47a, 47b; 53a, 53b; 57a, 57b; 63a, 63b; 69a, 69b; 71a, 71b; 74a, 74b) ausgebildet ist, wobei die Strahlungsarme vorzugsweise parallel zueinander liegend ausgebildet sind.
8. Antenne (44, 46) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der Strahlungsarme (45a, 45b; 47a, 47b) des wenigstens einen kapazitiven Strahlers einen mit wenigstens einem magnetischen Strahler elektrisch verbundenen, stabförmigen Anfangsteil und einen Endteil hat, wobei die Aussenkontur (49a, 49b; 47a, 47b) des Endteils gegenüber der Aussenkontur des Anfangsteils vergrößert ist, um eine Längsausdehnung (ℓ_a , ℓ_b) des kapazitiven Strahlungsarms zu reduzieren.

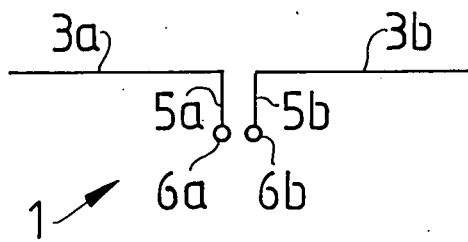


Fig. 1

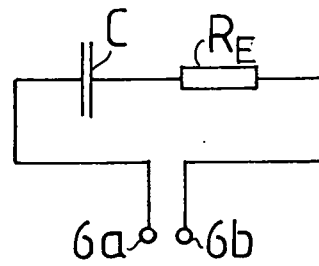


Fig. 2

Fig. 3

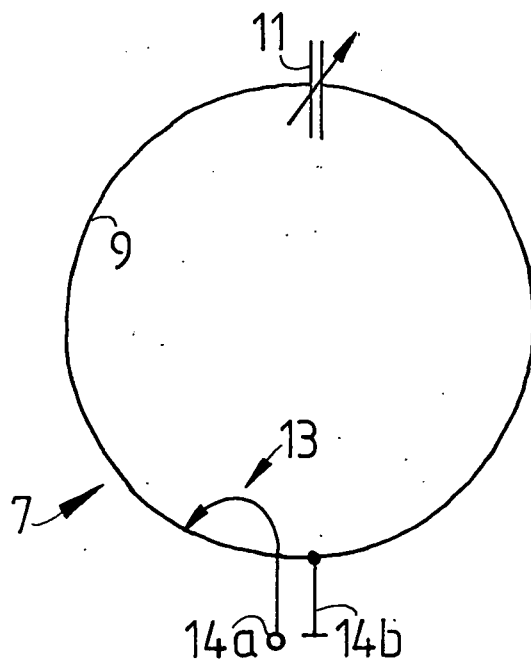
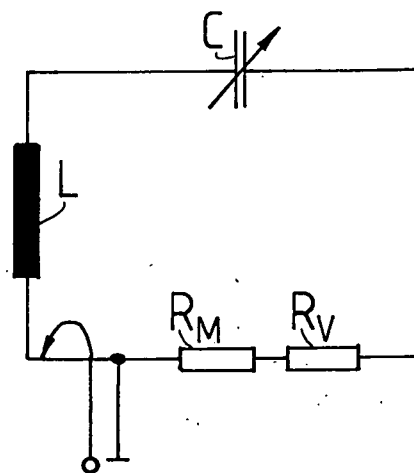


Fig. 4



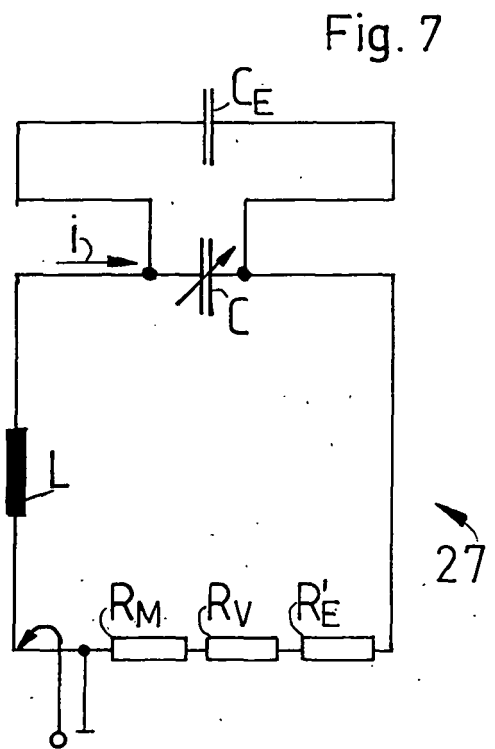
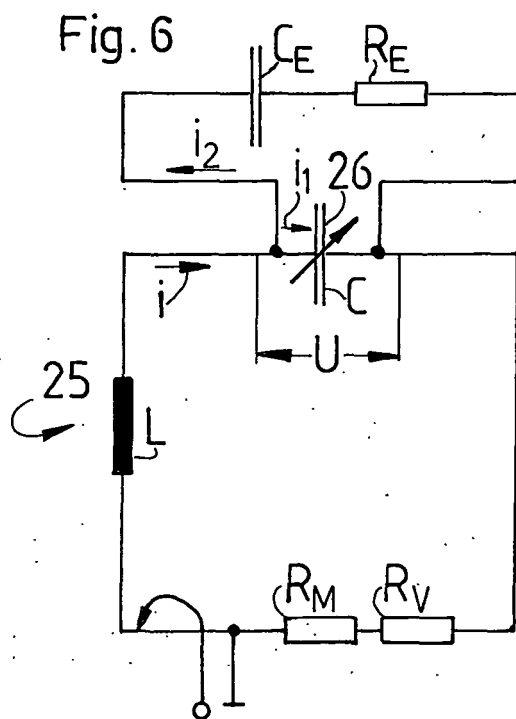
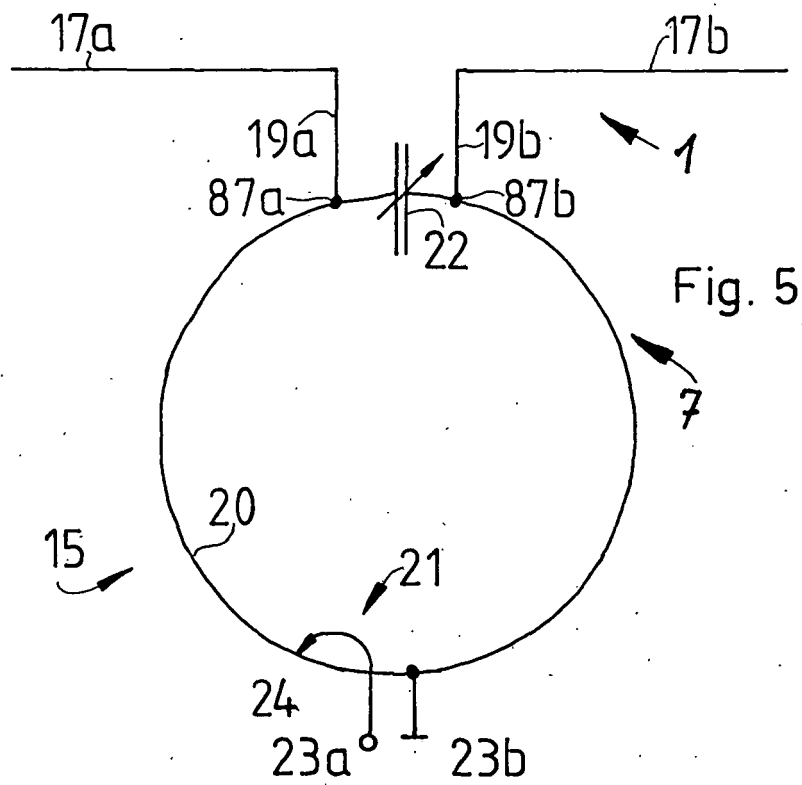


Fig. 8

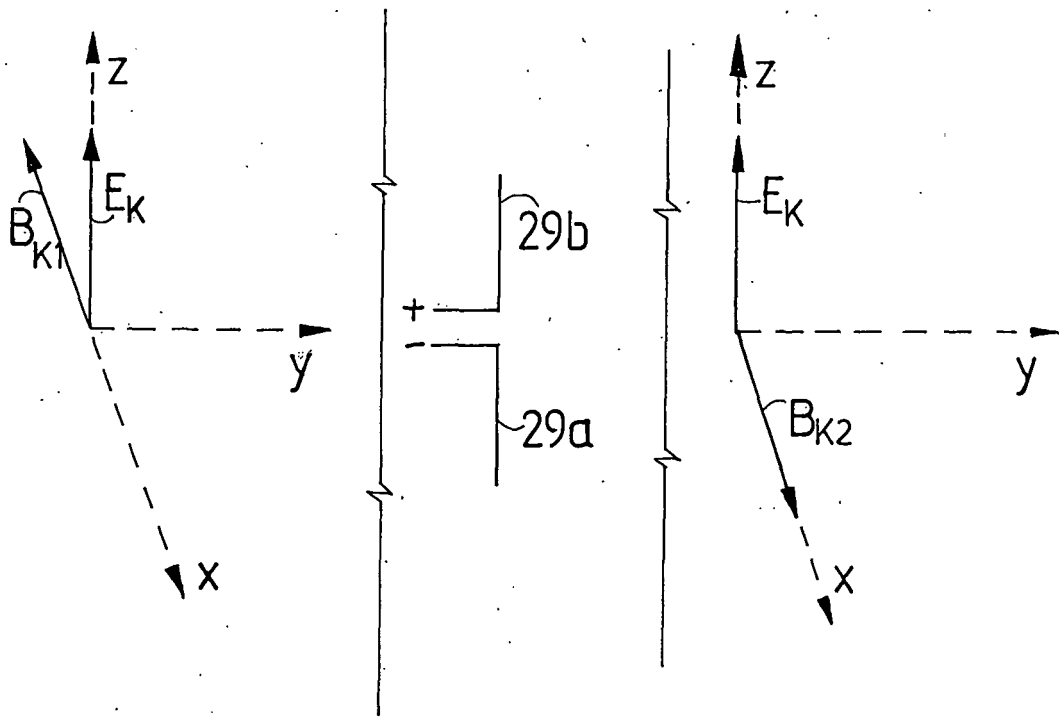
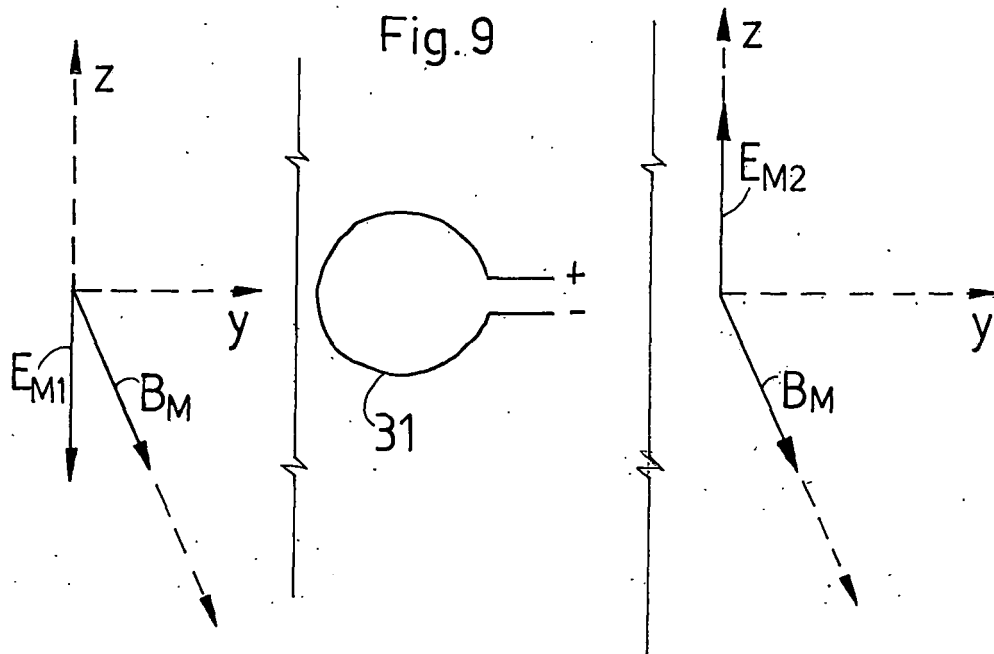
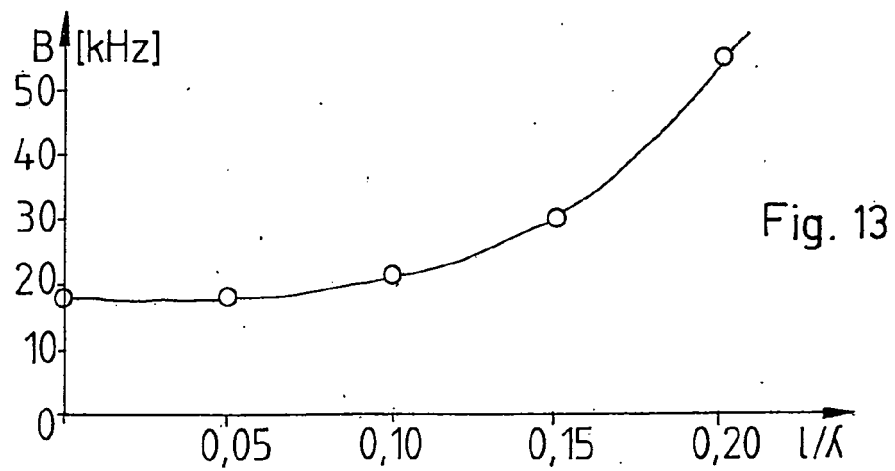
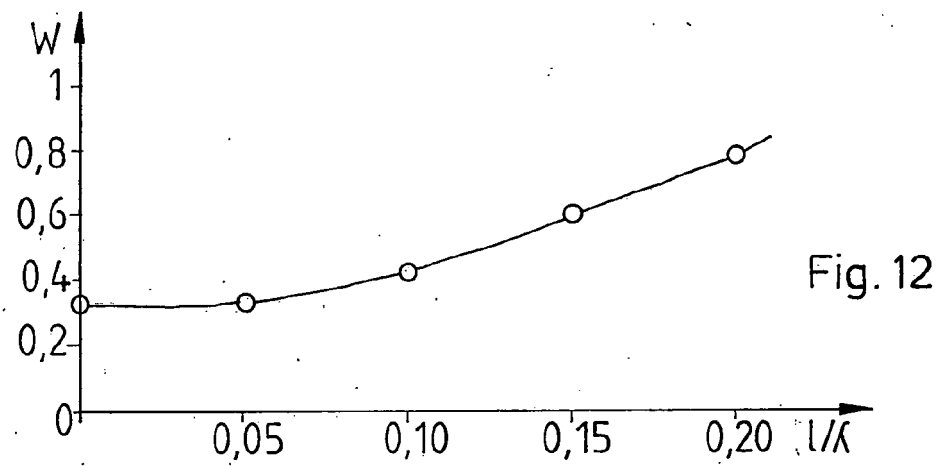
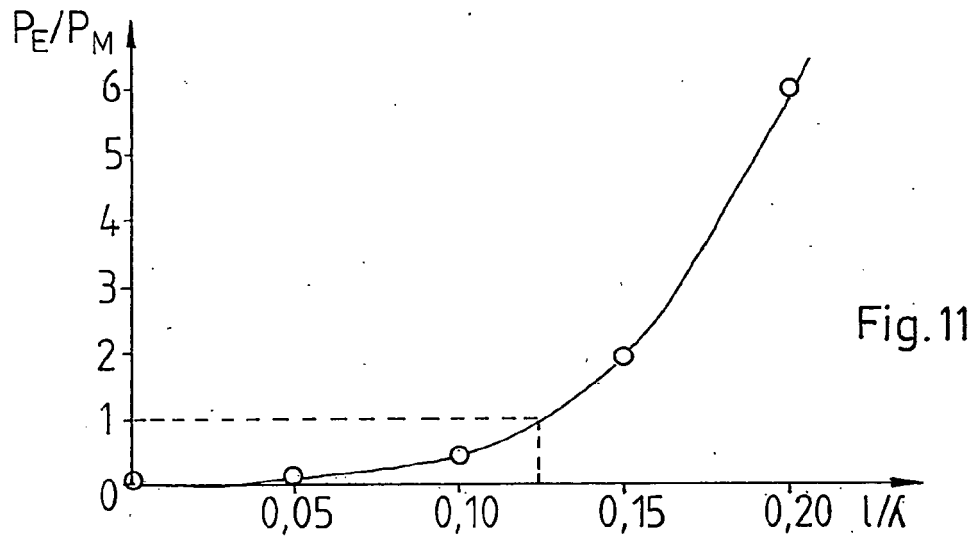


Fig. 9





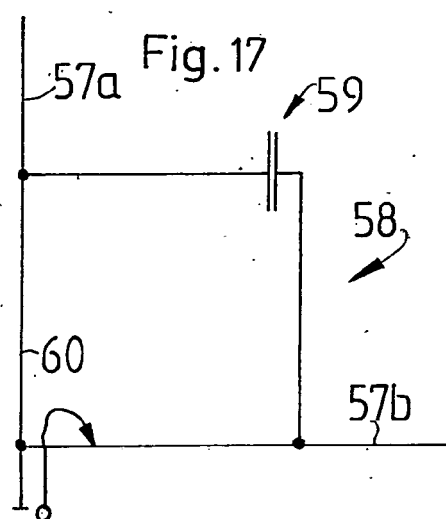
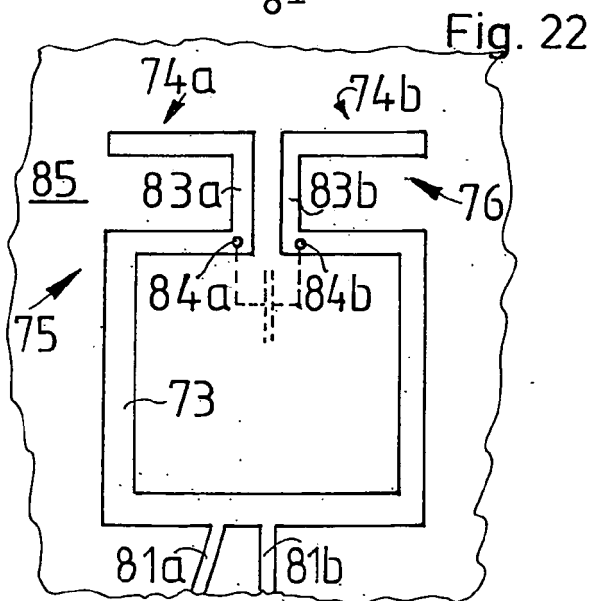
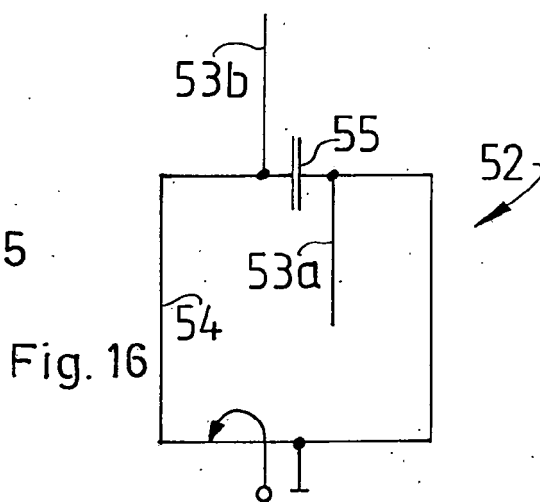
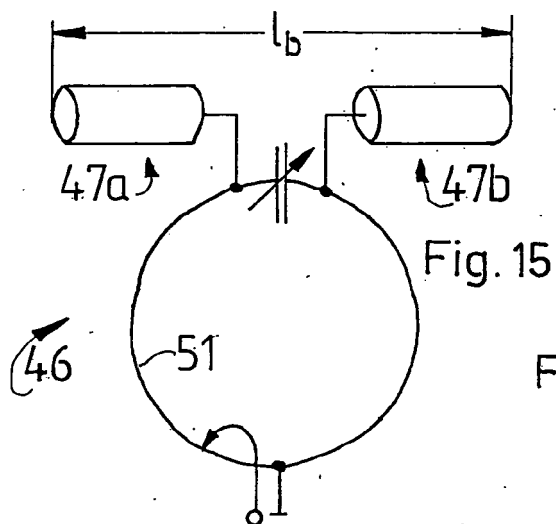
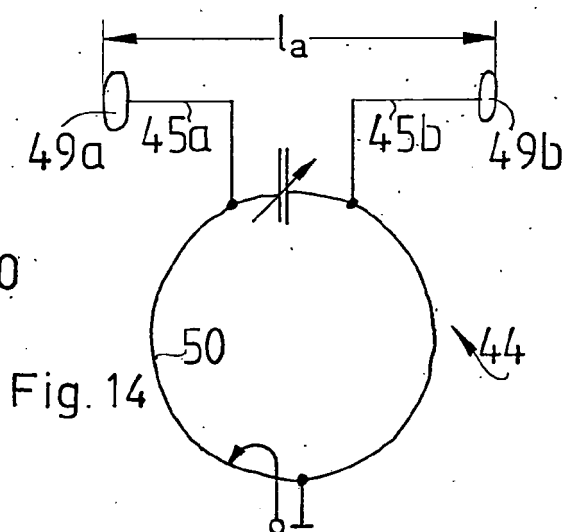
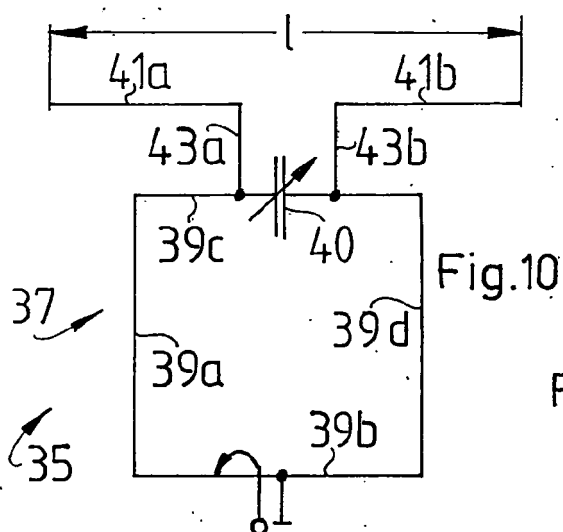


Fig. 18

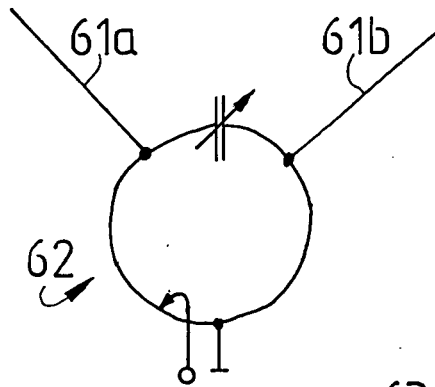


Fig. 20

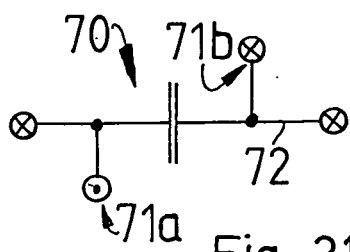
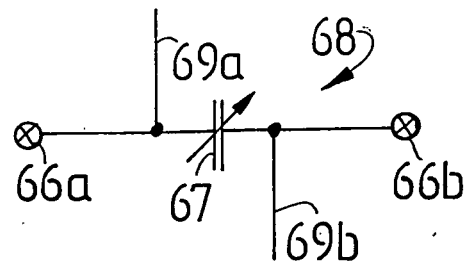


Fig. 21

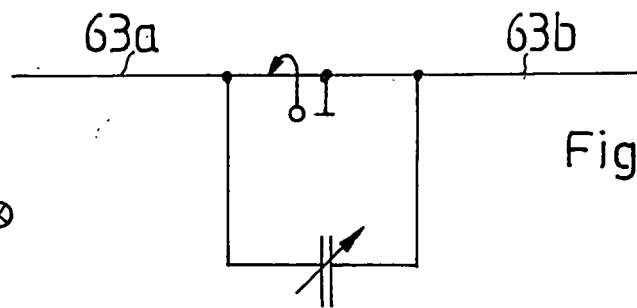


Fig. 19

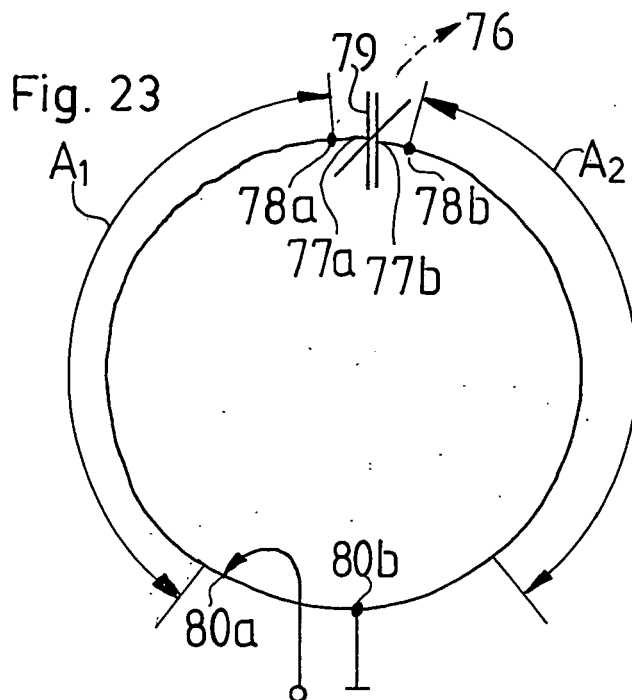
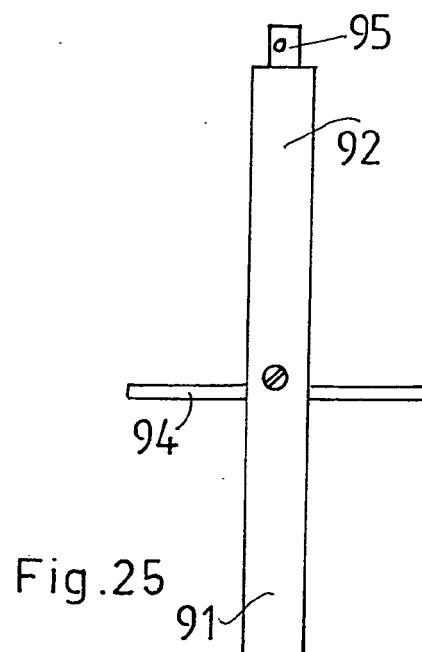
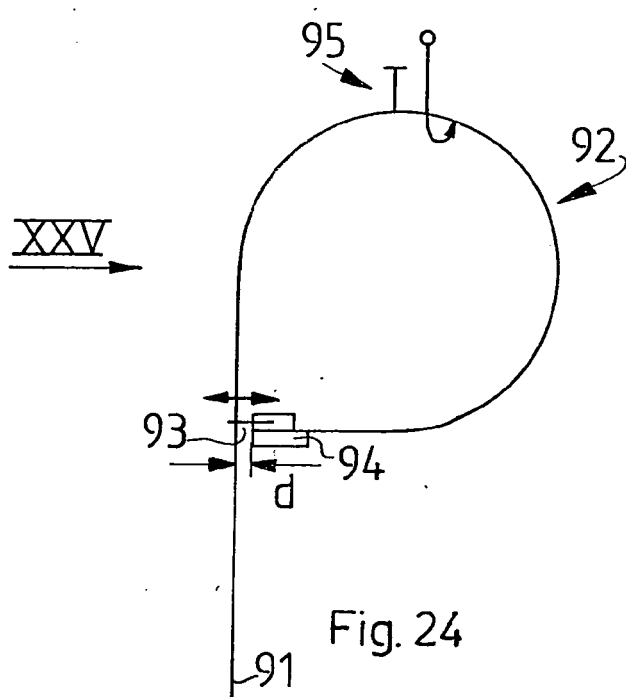


Fig. 23





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 40 5709

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 88 12 235 U1 (BOUS, KARL, 5600 WUPPERTAL, DE) 26. Januar 1989 (1989-01-26) * Seite 4 - Seite 8 * * Abbildungen 1-8 * -----	1-8	H01Q7/00 H01Q21/29
X	WO 00/25385 A (MCLEAN, JAMES, STUART; CROOK, GENTRY, ELIZABETH) 4. Mai 2000 (2000-05-04) * Seite 9, Zeile 6 - Seite 12, Zeile 20 * * Abbildungen 5-13 * * Zusammenfassung *	1,2,5-8	
X	US 6 437 750 B1 (GRIMES CRAIG A ET AL) 20. August 2002 (2002-08-20) * Spalte 7, Zeile 65 - Spalte 13, Zeile 2 * * Abbildungen 1A,1B * * Zusammenfassung *	1,2,5-7	
X	US 2004/095280 A1 (POILASNE GREGORY ET AL) 20. Mai 2004 (2004-05-20) * Seite 3, Absatz 46 * * Seite 5, Absatz 55 * * Abbildungen 3A,7A * * Zusammenfassung *	1-4,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
X	US 3 740 753 A (MONOLA W,US) 19. Juni 1973 (1973-06-19) * Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 45 * * Abbildungen 1,5-7 * * Zusammenfassung *	1,2,5-7	
X	US 2 657 312 A (SARANGA CESARE) 27. Oktober 1953 (1953-10-27) * Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 4, Zeile 2 * * Abbildungen 1-4 * ----- -/--	1,2,4-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2006	Prüfer von Walter, S-U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 40 5709

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 1 589 344 A (AKERS MILTON K) 22. Juni 1926 (1926-06-22) * Seite 7, Zeile 40 - Zeile 87 * * Abbildung 1 * -----	1,2,5-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2006	Prüfer von Walter, S-U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 40 5709

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 8812235	U1	26-01-1989	KEINE	

WO 0025385	A	04-05-2000	AU 1709100 A	15-05-2000
			EP 1133809 A1	19-09-2001
			JP 2002528984 T	03-09-2002

US 6437750	B1	20-08-2002	KEINE	

US 2004095280	A1	20-05-2004	US 2004095281 A1	20-05-2004

US 3740753	A	19-06-1973	KEINE	

US 2657312	A	27-10-1953	KEINE	

US 1589344	A	22-06-1926	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82