



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 04 911.8**
(22) Anmeldetag: **06.02.2003**
(43) Offenlegungstag: **19.08.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.10.2014**

(51) Int Cl.: **H01Q 21/30 (2006.01)**
H01Q 1/32 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Lindenmeier, Heinz, Prof. Dr.-Ing., 82152 Planegg,
DE**

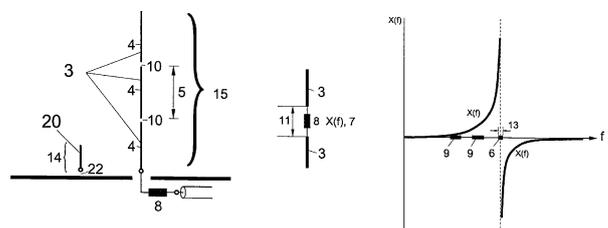
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 63 793	A1
US	2 282 292	A
EP	0 837 521	B1
EP	0 989 629	A1
JP	S55- 13 524	A
JP	55- 013 524	A

(54) Bezeichnung: **Kombinationsantennenanordnung für mehrere Funkdienste für Fahrzeuge**

(57) Hauptanspruch: Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste, von denen für den ersten Funkdienst (1) in einen ihm zugeordneten Frequenzbereich (6) eine für ihn vorgesehene erste Antenne (14), bestehend aus ersten Leiterteilen (20), gestaltet ist und für den mindestens einen weiteren Funkdienst (2) in einem ihm zugeordneten weiteren Frequenzbereich (9) eine weitere Antenne (15), bestehend aus weiteren Leiterteilen (3), vorhanden ist, welche nur für die Funktion des weiteren Funkdienstes (2) vorgesehen ist und diese Leiterteile (3) mit den dem ersten Funkdienst (1) zugeordneten ersten Leiterteilen (20) in Strahlungskopplung stehen, dadurch gekennzeichnet, dass, zur Reduzierung der Beeinflussung des Richtdiagramms der ersten Antenne (14) die weiteren Leiterteile (3) durch Unterbrechungsstellen (10) in Segmente (4) unterteilt sind, deren größte Abmessung (5) jeweils kleiner gewählt ist als $\frac{3}{8}$ der Wellenlänge λ für den Frequenzbereich (6) dieses ersten Funkdienstes (1) und die Unterbrechungsstellen (10) durch verlustarme frequenzabhängige Reaktanzschaltungen (8) überbrückt sind, welche im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) eine hochohmige Impedanz (7) und im Frequenzbereich (9) des weiteren Funkdienstes (2) eine für den betroffenen weiteren Frequenzbereich (9) niederohmige Impedanz (7) besitzen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste für Fahrzeuge, von denen für den ersten Funkdienst in einem ihm zugeordneten Frequenzbereich an einer für ihn vorgesehenen Antennenanschlussstelle ein eng toleriertes Richtdiagramm gestaltet ist.

[0002] Aufgrund der knappen Bauräume besteht bei Fahrzeugantennen die wesentliche Anforderung nach Kleinheit und insbesondere danach, den Grundriss der Antenne zu minimieren. In der EP 0 837 521 B1 ist eine kombinierte Antennenform beschrieben, für die als Anwendungsbeispiel die Telefondienste des GSM-900 und des GSM-1800-Systems (Mobilfunksysteme des D-Netz und E-Netz) sowie das in den USA eingesetzte AMPS-System genannt sind. Neben diesen Telefondiensten soll ein Satellitenfunkdienst ermöglicht sein, wie z. B. das Global Positioning System (GPS) oder ein in Planung befindlicher bidirektionaler Satellitenfunkdienst mit niedrig fliegenden Satelliten (Leos).

[0003] Insbesondere für Satellitenfunkdienste als erstem Funkdienst **1** ist die Kombination von Satellitenantennen und Antennen für andere Funkdienste **2** auf engem Raum aufgrund der Strahlungskopplung zwischen den Antennen und der damit verbundenen Verformung des Richtdiagramms der Satellitenantenne problematisch. Dies ist insbesondere durch das knapp bemessene Link-Budget begründet, welches bei drastischer Verformung des Richtdiagramms zum Abriss der Funkverbindung führen kann. Zum Beispiel wird für Satellitenantennen nach dem Standard des Satellitenrundfunks SDARS im Elevationswinkelbereich z. B. zwischen 25 bzw. 30 Grad und 60 bzw. 90 Grad ein Antennengewinn je nach Betreiber von konstant z. B. 2 dBi bzw. z. B. 3 dBi für zirkulare Polarisation streng gefordert. Diese Forderung besteht für eine auf einer im Zentrum einer ebenen leitenden Grundplatte aufgebauten Antenne. Diese Forderung ist nur dann einzuhalten, wenn die Abweichung von der idealen Strahlungscharakteristik in keinem Raumwinkel nicht mehr als ca 0,5 dB beträgt.

[0004] Somit ist das Richtdiagramm insbesondere im Hinblick von dem auf Fahrzeugen für Antennen bekannten Maßstab extrem eng toleriert. In der DE 101 63 793 A1 ist z. B. die Bauform einer Antenne angegeben, welche die Einhaltung des eng tolerierten Richtdiagramms ermöglicht. Mit Antennen dieser Bauform lässt sich der im Bereich des Zenitwinkels geforderte Antennengewinn im allgemeinen problemfrei realisieren. Bei dieser Antenne ist der Empfang terrestrisch ausgestrahlter Signale nach dem SDARS-Standard mit einer Monopolantenne kombiniert, wodurch sich eine für die Anwendung auf Fahrzeugen vorteilhafte kleine Bauform der für den ersten Funkdienst **1** kombinierten Antenne ergibt. Eine enge

Toleranzforderung ist entsprechend für den Aufbau auf einem Fahrzeug weitgehend aufrecht zu erhalten.

[0005] In der EP 0 989 629 A1 ist eine Kombination von Antennen beschrieben, welche einer derartigen Kombinationsantenne am nächsten kommt. Hierbei sind eine Satellitenantenne als Patch-Antenne für das GPS- System und eine Telefonantenne als vertikale Stabantenne mit Dachkapazität auf engem Raum angeordnet. Diese Kombinationsantennen besitzt den Nachteil, dass das Richtdiagramm der Satellitenantenne durch die Strahlungskopplung mit der Telefonantenne stark beeinträchtigt ist, so dass sie für einen Satellitenfunkdienst, bei welchem für die Satellitenantenne ein omnidirektionales und in der Elevation streng einzuhaltendes Richtdiagramm vorgegeben ist, nicht geeignet ist.

[0006] In der JP 55-0 13 524A ist eine Kombinationsantenne beschrieben, welche aus einer Halbwellen-Mastantenne über Grund mit Abspannseilen besteht. Hierbei sind die Abspannseile durch Aufteilung in Halbwellen-Antennen jeweils bei einer höheren Frequenz durch Frequenz-Selektionsmittel unterteilt. Eine Kombinationsantennenanordnung auch dieser Art besitzt den Nachteil, dass zwischen den Halbwellen-Antennen der Abspannseile und der Mastantenne eine starke Strahlungskopplung besteht, die insbesondere das Strahlung-Richtdiagramm der aus den Abspannseilen gestalteten Antennen durch den Mast beeinflusst.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, Maßnahmen für die Gestaltung von im Nahfeld einer ersten Antenne für einen ersten Funkdienst angebrachten weiteren Antenne für einen weiteren Funkdienst anzugeben, welche die durch Strahlungskopplung mit der weiteren Antenne bedingte Verformung des Antennenrichtdiagramms der Antenne für den ersten Funkdienst reduziert.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sowie der Unteransprüche gelöst.

[0009] Der große Vorteil von erfindungsgemäßen Antennenanordnungen besteht in der Möglichkeit, Kombinationsantennen für mehrere Funkdienste für Fahrzeuge auf extrem kleinen Raum konzentrieren zu können, ohne dabei für den ersten Funkdienst mit besonders harten Forderungen bezüglich der Einhaltung eines Soll-Richtdiagramms unzulässige Diagrammverformungen in Kauf nehmen zu müssen.

[0010] So ist es z. B. möglich, durch eine erfindungsgemäße Antennenanordnung in einem Gehäuse mit den Abmessungen von etwa 12 mal 5 cm (entsprechend nur etwa 1λ mal $0,4\lambda$, bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes) eine hochpräzise An-

tenne für SDARS (erster Funkdienst **1**) mit 2 Kombinationsantennen für AMPS und PCS-Funktelefon (weitere Funkdienste **2**) zu kombinieren, wobei die Antennen für diese weiteren Funkdienste nur einen Abstand von etwa 0.3λ , bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes, zum Zentrum der SDARS-Antenne aufweisen und außerdem noch eine Patchantenne für GPS ins Gehäuse integriert ist. Dieser Abstand von nur 0.3λ ist möglich, indem für die Höhe der Telefonstrahler nur 5 cm gewählt wurden und diese zweifach unterteilt wurden, wobei der maximale Abstand zwischen zwei Unterbrechungsstellen nur 2 cm entsprechend 0.16λ , bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes, beträgt.

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen dargestellt und beschrieben. Es zeigen:

[0012] Fig. 1: a) Kombinationsantennenanordnung mit einer ersten Antenne **14** für den ersten Funkdienst und mit einer in Strahlungskopplung stehenden Antenne **15** für einen weiteren Funkdienst
b) Detail der Unterbrechungsstelle
c) Typischer Impedanz- bzw. Reaktanzverlauf der Reaktanzschaltung **8**

[0013] Fig. 2: a) Auswirkung der Strahlungskopplung auf das Horizontaldiagramm des ersten Funkdienstes **1**, wenn die Antenne **15** für den weiteren Funkdienst aus zwei übereinander angeordneten Antennenteilen von je $\lambda/2$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, besteht, und der Abstand d zwischen den Antennen verändert wird.

b) Wie **Fig. 2a**, aber mit erfindungsgemäßen Unterteilungen der Antenne **15** im Abstand von $3\lambda/8$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

c) Wie **Fig. 2a**, aber mit erfindungsgemäßen Unterteilungen der Antenne **15** im Abstand von $\lambda/4$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

d) Wie **Fig. 2a**, aber mit erfindungsgemäßen Unterteilungen der Antenne **15** im Abstand von $\lambda/8$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

e) Horizontaldiagramm der Antenne **14** des ersten Funkdienstes **1**, wenn keine in Strahlungskopplung stehenden Leiterteile **3** vorhanden sind. Dieses ideale Kreisdiagramm ist demzufolge das Bezugsdiagramm, an dem Veränderungen durch in Strahlungskopplung stehende Leiterteile **3** zu bewerten sind

f) Horizontaldiagramm der Antenne **14** wie in **Fig. 2e**, wenn entsprechend **Fig. 2a** Leiterteile von je $\lambda/2$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, vorhanden sind. Der Abstand d/λ ist in **Fig. 2f** zu 0.5 gewählt

g) Horizontaldiagramm der Antenne **14** wie in **Fig. 2e**, wenn entsprechend **Fig. 2c** Leiterteile von je $\lambda/4$, bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, vorhanden sind. Der Abstand d/λ ist in **Fig. 2f** zu 0.5 gewählt. Die Veränderung des Diagramms ist im Vergleich zu **Fig. 2e** bereits sichtbar, die Veränderungen sind jedoch wesentlich geringer als bei **Fig. 2f**

[0014] Fig. 3: a) Erfindungsgemäße Ausführungsformen linearer Leiterteile **17** mit Unterbrechungsstellen **10** und zwischengeschalteten Reaktanzschaltungen **8**, hier als Parallelresonanzkreise **16** realisiert

b) Erfindungsgemäße Ausführungsformen flächiger Leiterteile **18** mit Unterbrechungsstellen und zwischengeschalteten Reaktanzschaltungen **8**, hier als Parallelresonanzkreise realisiert

c) Detail einer Realisierungsmöglichkeit der Parallelresonanzkreise **16** in gedruckter Technik zur kostengünstigen und präzisen Herstellung der Reaktanzschaltungen **8**

[0015] Fig. 4: Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit einer flächigen Antenne **15** für den weiteren Funkdienst **2**

[0016] Fig. 5: Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit zwei weiteren linearen Antennen mit Monopolcharakter

[0017] Fig. 6: a) Erforderliche Reaktanzverläufe $X(f)$ und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst **1** frequenzmäßig oberhalb des weiteren Funkdienstes **2** liegt

b) Erforderliche Reaktanzverläufe $X(f)$ und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst **1** frequenzmäßig unterhalb des weiteren Funkdienstes **2** liegt

c) Erforderliche Reaktanzverläufe $X(f)$ und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst **1** frequenzmäßig zwischen zwei weiteren Funkdiensten **2** liegt

d) Erforderliche Reaktanzverläufe $X(f)$ und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst **1** frequenzmäßig oberhalb der beiden weiteren Funkdienste **2** liegt

e) Erforderliche Reaktanzverläufe $X(f)$ und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst **1** frequenzmäßig unterhalb der beiden weiteren Funkdienste **2** liegt

[0018] Fig. 7: a) Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit einer weiteren linearen Antenne **15** mit Monopolcharakter

b) Verlauf der Impedanzen bzw. Reaktanzen $X_1(f)$ und $X_2(f)$

c) Resultierender typischer Verlauf der Fußpunktsimpedanz $Z(f)$ der Antenne **15**

[0019] Fig. 8: a) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne **14** und kombiniertem linearem Monopol **15** längs der Symmetrielinie sowie einer Dachkapazität, die radial unterbrochen ist

b) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne **14** und kombiniertem linearen Monopol **15** längs der Symmetrielinie sowie einer Dachkapazität mit einer radialen Unterbrechungsstelle

c) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne **14** und kombiniertem linearen Monopol **15** längs der Symmetrielinie und zwei Unterbrechungsstellen

d) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung ähnlich **Fig. 8c**, aber mit Dachkapazität

[0020] **Fig. 9**: Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit einer weiteren stabförmigen Antenne **15** für den AM/FM-Empfang

[0021] Anhand der **Fig. 1** u. **Fig. 2** wird im Folgenden die Problematik beschrieben und die Vorteile der Erfindung werden angegeben. Am Beispiel der in **Fig. 1a** dargestellten ersten Antenne **14**, bestehend aus ersten Leiterteilen **20**, in Form einer $\lambda/4$ -Antenne für den ersten Funkdienst **1** soll die Auswirkung der Strahlungskopplung mit einer weiteren Antenne **15** für einen weiteren Funkdienst **2** auf das Richtdiagramm der ersten Antenne **14** des ersten Funkdienstes **1** an deren Antennenanschlussstelle **22** in Abhängigkeit von der Unterteilung der Leiterteile **3** der weiteren Antenne **15** erläutert werden.

[0022] Zur Verringerung der Strahlungskopplung werden Segmente **4** durch Einführung von Unterbrechungsstellen **10** gestaltet. In **Fig. 2a** bis **d** sind die aufgrund der Präsenz der weiteren Antenne **15** erfolgte Diagrammverformung der Antenne **14** in dB dargestellt. **Fig. 2a** zeigt dabei den maximalen Einfluss einer insgesamt λ -langen Antenne, welche in zwei $\lambda/2$ -lange Segmente **4** unterteilt ist. Für die Anwendung im Fahrzeug sind für den Fall einer SDARS-Antenne Abstände von $0,5 < d/\lambda < 3$ von Interesse. Die damit einhergehenden Abweichungen zwischen +3,5 dB und -6,5 dB für $d/\lambda = 0,5$ 6 dB bzw. +1,5 dB und -2,5 dB für $d/\lambda = 3$ sind für eine Anwendung einer eng tolerierten Antenne für den ersten Funkdienst **1** vollkommen ungeeignet.

[0023] Es ist das Verdienst und der große damit einhergehende Vorteil bei der vorliegenden Erfindung, für eine Unterteilung eine maximale Segmentlänge **5** von $3\lambda/8$, wie in **Fig. 2b**, zuzulassen, wodurch die entsprechende Verformung auf den Bereich zwischen +/-1,5 dB ($d/\lambda = 0,5$) und +/-0,8 dB ($d/\lambda = 3$) verkleinert ist. Mit wachsendem Aufwand an Unterteilungen, d. h. mit kürzer werdender Segmentlänge **5** nimmt die Verformung des Richtdiagramms nennenswert ab. Dies geht aus den **Fig. 1c** und **Fig. 1d** hervor, womit bei einer Segmentlänge von $\lambda/4$ die entsprechende Verformung auf den Bereich zwischen +/-0,5 dB bzw. +/-0,2 dB bzw. bei einer Segmentlänge von $\lambda/8$ auf maximal +/-0,2 dB verkleinert ist. Die Lehre für die vorliegende Erfindung besteht somit darin, die

Segmentlänge **5** hinreichend klein zu wählen und für den Einsatz der weiteren Antenne **15** für die weiteren Funkdienste **2** die Unterbrechungsstellen **10**, wie in **Fig. 1b** dargestellt, durch Reaktanzschaltungen **8** zu überbrücken, dergestalt, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen **10** wirksame Impedanz hinreichend groß ist.

[0024] Die **Fig. 2e**, **f** und **g** zeigen die typischen Auswirkung auf Richtdiagramme der Antenne **14** für den ersten Funkdienst **1**. In allen drei Fällen sind die besonders empfindlich reagierenden Horizontal-diagramme für vertikale Polarisierung dargestellt und die Antennen sind auf einer unendlich ausgedehnten leiten Fläche angeordnet. **Fig. 2e** gibt das kreisrunde winkelunabhängige Diagramm der Antenne **14** bei Abwesenheit von Leiterteilen **3** der weiteren Funkdienste wieder. Dieses Diagramm ist demzufolge das Bezugsdiagramm für die Abweichungen, die sich bei Anwesenheit von Leiterteilen **3** der weiteren Funkdienste ergeben.

[0025] **Fig. 2f** bezieht sich auf die Kombinationsantennenanordnung nach **Fig. 2a**, also für eine nicht erfindungsgemäße Ausführung der weiteren Antenne **15**, für einen Abstand $d/\lambda = 0,5$. Die Diagrammverformung ist zweifelsfrei unzulässig groß. Im Gegensatz dazu weist das Diagramm nach **Fig. 2g** nur vergleichsweise geringe Veränderungen gegenüber **Fig. 2e** auf. **Fig. 2g** bezieht sich auf die erfindungsgemäße Anordnung nach **Fig. 2c** und gilt wieder für einen Abstand $d/\lambda = 0,5$. Entsprechend der Lehre der Erfindung können die Einflüsse weiter reduziert werden, wenn entweder bei gleich bleibender Unterteilung der Leiterteile **3** der Abstand d/λ vergrößert wird oder indem die weitere Antenne **15** häufiger unterteilt wird, also durch eine Verkleinerung der maximalen Abmessungen **5** der Segmente **4**.

[0026] Im allgemeinsten Fall ist für die Reaktanzschaltungen **8** gefordert, dass der Frequenzverlauf der Reaktanzschaltungen **8** wie in **Fig. 1c** gestaltet ist und eine Polstelle im Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** besitzt und über die Frequenzbandbreite **13** des Bereichs betragsmäßig hinreichend groß ist und die Reaktanz X in den Frequenzbereichen **9** der weiteren Funkdienste **2** hinreichend klein ist. Für die erforderlichen Werte für die Reaktanz **8** innerhalb des Frequenzbereichs **6** zeigt sich, dass z. B. für in $\lambda/4$ lange Segmente unterteilte Leiterteile **3** des weiteren Funkdienstes Betragswerte von etwa 1 k Ω nicht unterschritten werden dürfen, wobei auch die kapazitiven Effekte zwischen zwei benachbarten Segmenten mit berücksichtigt werden müssen.

[0027] In **Fig. 3b** sind die Segmente der erfindungsgemäßen weiteren Antenne **15** flächig gestaltet und deren maximale Abmessung **5** ebenso kleiner als $3\lambda/8$ zu wählen. Hierbei sind die Breiten **11** der Unterbrechungsstellen **10** im Vergleich zur maximalen Ab-

messung **5** klein zu wählen und die Reaktanzschaltungen **8** sind derart zu gestalten, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen **10** wirksamen Impedanzen **7** im Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes im Wesentlichen das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises **16** besitzen. Die Gestaltung solcher flächigen Segmente kann vorzugsweise in gedruckter Schaltung unter Einbeziehung der Parallelresonanzkreise **16**, wie durch die Struktur in **Fig. 3c**, realisiert werden.

[0028] **Fig. 3c** zeigt daher eine besonders preisgünstig, zuverlässig und mit geringen Fertigungstreuerungen herstellbare gedruckte Ausführung eines Parallelresonanzkreises **16** für eine erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung. **Fig. 3a** zeigt eine elektrisch gleichwertige Annäherung an die Gesamtfläche nach **Fig. 3b** durch lineare Strukturen **17**.

[0029] In **Fig. 4** ist eine weitere Antenne **15** für einen weiteren Funkdienst **2** im Nahfeld einer ersten Antenne **14** für einen ersten Funkdienst **1** mit eng toleriertem Antennenrichtdiagramm platziert. Als Beispiel ist im Bild eine erste Antenne **14** als eine Antenne dargestellt, wie sie in der DE 101 08 910 angegeben ist. Als weitere Antenne **15** ist eine Antenne, wie sie als Inverted-F bekannt ist, dargestellt. Zur Einhaltung der strengen Toleranzvorschriften des Richtdiagramms für die erste Antenne **14** sind die flächigen Elemente der weiteren Antenne **15** nach den im Zusammenhang mit der **Fig. 3b** angegebenen Regeln unterteilt.

[0030] In **Fig. 5** ist die Situation einer ersten Antenne **14** in Verbindung mit in deren Nahfeld angebrachten, als lineare Antennen ausgeführten weiteren Antennen **15** dargestellt. Die weiteren Antennen **15** sind für Funkdienste wie AMPS, GSM 900, PCS, GSM 1800 bzw. UMTS vorgesehen. Mit einer Satellitenrundfunkantenne als erste Antenne **14** ist das Richtdiagramm dieser Antenne durch die Präsenz der weiteren Antenne **15** ohne die vorgeschlagenen Maßnahmen nicht tolerierbar. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind deshalb Parallelresonanzkreise **16** in die als Monopole ausgeführten weiteren Antennen **15** eingebracht. Um Resonanzströme in den Leiterteilen der weiteren Antennen **15** zu vermeiden, sind auch die Anschlüsse an diese durch die im unteren Teil der Strahler angebrachten Parallelresonanzkreise **16** abgetrennt.

[0031] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Reaktanzschaltung **8** jeweils derart gestaltet, dass sie bei einer Frequenz f_2 im Frequenzbereich **9** eines weiteren Funkdienstes **2** eine Nullstelle und im Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** einen Pol besitzen, so dass über die Frequenzbandbreite **21** eines weiteren Funkdienstes **2** eine hinreichend niederohmige Impedanz **7** und über die Frequenzbandbreite **13** des

ersten Funkdienstes **1** eine hinreichend hochohmige Impedanz gegeben ist.

[0032] In **Fig. 6a** sind zwei mögliche Realisierungsformen von Reaktanzschaltungen angegeben für den Fall, dass der Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** in der Frequenz höher liegt als der Frequenzbereich **9** des weiteren Funkdienstes **2**. In **Fig. 6b** sind entsprechende Realisierungsformen für die Reaktanzschaltungen **8** angegeben für den Fall, dass der Frequenzbereich **9** höher liegt als der Frequenzbereich **6**.

[0033] In **Fig. 6c** sind Realisierungsformen für Reaktanzschaltungen **8** angegeben, wenn weitere Funkdienste **2** vorhanden sind, wobei der Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes in seiner Frequenz zwischen den beiden Frequenzbereichen der weiteren Funkdienste **2** liegt. **Fig. 6d** zeigt schließlich Realisierungsformen für die Reaktanzschaltungen **8**, wenn zwei Frequenzbereiche **9** der weiteren Funkdienste **2** gegeben sind, welche in der Frequenz niedriger oder, wie in **Fig. 6e**, in der Frequenz höher liegen als der Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1**.

[0034] In **Fig. 7a** ist eine lineare Antenne für die Telefonfunkdienste AMPS und PCS im Nahfeld einer Antenne nach dem SDARS-Standard platziert. Die Unterbrechungsstellen **10** der weiteren Antenne **15** sind mit jeweils einem Parallelresonanzkreis **16** beschaltet, deren Blindwiderstandsverläufe in Abhängigkeit von der Frequenz in **Fig. 7b** dargestellt sind. Bei der Frequenz f_1 im Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** bildet die Impedanz $X1(f)$ am unteren Ende des Monopols einen Pol und ist über die Frequenzbandbreite **13** des ersten Funkdienstes **1** hinreichend hochohmig, um das Richtdiagramm der ersten Antenne **14** praktisch nicht zu beeinträchtigen, ist jedoch derart gewählt, dass sie in den angegebenen Frequenzbereichen von PCS und AMPS hinreichend niedrig ist. Auf ähnliche Weise ist die Reaktanz $X2(f)$ an der Unterbrechungsstellen **10** im oberen Drittel der weiteren Antenne **15** gestaltet und bewirkt aufgrund ihrer Hochohmigkeit eine Abschaltung des oberen Teils im Frequenzbereich PCS bei voller Wirksamkeit im Frequenzbereich von AMPS. Der in **Fig. 7c** dargestellte Impedanzverlauf $Z(f)$ im Fußpunkt der weiteren Antenne **15** zeigt die erreichte Anpassung in beiden Telefonfunkdiensten.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Kombinationsantennenanordnung als eine erste Antenne **14** für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst **1** und für weitere Antennen **15** nach dem AMPS-, und PCS-Standard als weitere Funkdienste **2a** und **2b** gestaltet. Hierbei ist die erste Antenne **14** nach dem SDARS-Standard als eine Antenne auf einer im Wesentlichen horizonta-

len leitenden Fläche in Bezug auf ihre senkrechte Mittellinie rotationssymmetrisch gestaltet. Wie in der DE 101 08 910 beschrieben, ist in ihrer Mittellinie ein vertikaler kombinierter Monopol für den AMPS-Standard und den PCS-Standard eingebracht. Dieser wird in geeignet gewählten Unterbrechungsstellen **10**, wie in **Fig. 8c** oder **Fig. 8d**, mit einer geeigneten Reaktanzschaltung **8** beschaltet. In **Fig. 8a**, **Fig. 8b** sowie **Fig. 8d** ist der Monopol mit einer Dachkapazität belastet, welche zur Vermeidung von Verformungen des Richtdiagramms für den SDARS-Dienst mit radialen Unterbrechungsstellen **10** in **Fig. 8a** für kleine Durchmesser der kreisrunden Dachplatte versehen ist und in **Fig. 8b** zusätzlich kreisrunde Unterbrechungsstellen **10** mit Reaktanzschaltungen **8** eingebracht sind.

[0036] In einer weiteren vorteilhaften Anwendung der Erfindung ist im Nahfeld der ersten Antenne **14** für den ersten Funkdienst **1**, z. B. einer SDARS-Antenne, wie in **Fig. 9** eine auf einen stabförmigen Kunststoffträger angebrachte AM/FM-Antenne gestaltet. Die Länge einer derartigen Antenne ist in der Regel zwischen 0,4 m und 0,9 m gewählt. In Anwendung der Erfindung ist die AM/FM-Monopolantenne aus einem im Wesentlichen drahtförmigen Leiter **25** gebildet. Um die Hochohmigkeit der Antenne für den Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** herzustellen, wird dieser in den notwendigen Abständen in vorteilhafter Weise mit Spulen **24** versehen. Diese können aus demselben Draht durch enges Wickeln bzw. durch eine Mäanderstruktur gestaltet werden derart, dass die dadurch entstandene Wicklungskapazität mit der Spule einen Parallelresonanzkreis **16** bildet. In einer weiteren möglichen Ausbildung ist der Draht als eine im Wesentlichen über die Länge des stabförmigen Kunststoffträgers **26** kontinuierlich gewickelte Drahtspule ausgeführt, welche eine für den Frequenzbereich **6** des ersten Funkdienstes **1** hinreichend hochohmige Struktur bildet.

Patentansprüche

1. Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste, von denen für den ersten Funkdienst **(1)** in einen ihm zugeordneten Frequenzbereich **(6)** eine für ihn vorgesehene erste Antenne **(14)**, bestehend aus ersten Leiterteilen **(20)**, gestaltet ist und für den mindestens einen weiteren Funkdienst **(2)** in einem ihm zugeordneten weiteren Frequenzbereich **(9)** eine weitere Antenne **(15)**, bestehend aus weiteren Leiterteilen **(3)**, vorhanden ist, welche nur für die Funktion des weiteren Funkdienstes **(2)** vorgesehen ist und diese Leiterteile **(3)** mit den dem ersten Funkdienst **(1)** zugeordneten ersten Leiterteilen **(20)** in Strahlungskopplung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass, zur Reduzierung der Beeinflussung des Richtdiagramms der ersten Antenne **(14)** die weiteren Leiterteile **(3)** durch Unterbrechungsstellen **(10)** in Segmente **(4)** unterteilt sind, deren größ-

te Abmessung **(5)** jeweils kleiner gewählt ist als $3/8$ der Wellenlänge λ für den Frequenzbereich **(6)** dieses ersten Funkdienstes **(1)** und die Unterbrechungsstellen **(10)** durch verlustarme frequenzabhängige Reaktanzschaltungen **(8)** überbrückt sind, welche im Frequenzbereich **(6)** des ersten Funkdienstes **(1)** eine hochohmige Impedanz **(7)** und im Frequenzbereich **(9)** des weiteren Funkdienstes **(2)** eine für den betroffenen weiteren Frequenzbereich **(9)** niederohmige Impedanz **(7)** besitzen.

2. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die größte Abmessung **(5)** der Segmente **(4)** jeweils klein gewählt ist, so dass die Beeinflussung des Richtdiagramms der ersten Antenne **(14)** für den ersten Funkdienst **(1)** durch die Strahlungskopplung mit der weiteren Antenne **(15)** vernachlässigbar ist.

3. Kombinationsantennenanordnung einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die weiteren Leiterteile **(3)** lineare Teile der Kombinationsantennenanordnung sind, die Breite **(11)** der Unterbrechungsstellen **(10)** jeweils klein gewählt ist im Vergleich zur größten Abmessung **(5)** des jeweiligen Segmentes **(4)** und die Reaktanzschaltungen **(8)** derart gestaltet sind, dass ihre Impedanz **(7)** im Frequenzbereich **(6)** des ersten Funkdienstes **(1)** das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises **(16)** besitzt.

4. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weiteren Leiterteile **(3)** flächige Teile der Kombinationsantennenanordnung sind, die Breite **(11)** der Unterbrechungsstellen **(10)** klein jeweils gewählt ist im Vergleich zur größten Abmessung **(5)** des jeweiligen Segmentes **(4)** und die Reaktanzschaltungen **(8)** derart gestaltet sind, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen **(10)** wirksame Impedanz **(7)** im Frequenzbereich **(6)** des ersten Funkdienstes **(1)** das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises **(16)** besitzt.

5. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für einen ersten Funkdienst **(1)** mit der Frequenzbandbreite **(13)** und mehreren weiteren Funkdiensten **(2)**, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den ersten Funkdienst **(1)** mit der Frequenzbandbreite **(13)** eine erste Antenne **(14)** vorhanden ist, in deren Nahfeld eine oder mehrere weitere lineare Antennen **(15)** mit Monopolcharakter für die weiteren Funkdienste **(2)** angeordnet sind und die Reaktanzschaltungen **(8)** als Parallelresonanzkreise **(16)** ausgeführt sind, deren Resonanzfrequenz jeweils etwa auf die Mittenfrequenz des Frequenzbereichs **(6)** des ersten Funkdienstes **(1)** abgestimmt sind und deren Blindelemente so gewählt sind, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen **(10)** wirksame Impedanz **(7)** jeweils über die Frequenzbandbreite **(13)**

des ersten Funkdienstes (1) groß ist, sodass die Beeinflussung des Richtdiagramms der ersten Antenne (14) durch die Strahlungskopplung mit der weiteren Antennen (15) vernachlässigbar ist.

6. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 für einen ersten Funkdienst (1) mit der Frequenzbandbreite (13) und mindestens einem weiteren Funkdienst (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass für den ersten Funkdienst (1) mit der Frequenzbandbreite (13) eine räumlich stehende erste Antenne (14), bestehend aus ersten elektrisch leitenden Leiterteilen (20), vorhanden ist, in deren Nahfeld weitere elektrisch leitende Leiterteile (3) mit Unterbrechungsstellen (10) und Reaktanzschaltungen (8) als Bestandteile mindestens einer linearen weiteren Antenne (15) mit Monopolcharakter für den mindestens einen weiteren Funkdienst (2) angeordnet sind und die Reaktanzschaltungen (8) als Parallelresonanzkreise (16) ausgeführt sind, deren Resonanzfrequenz etwa auf die Mittenfrequenz des Frequenzbereichs (6) des ersten Funkdienstes (1) abgestimmt sind und deren Blindelemente so gewählt sind, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen (10) wirksame Impedanz (7) jeweils zur Sperrung von Signalen über die Frequenzbandbreite (13) groß ist sodass die Beeinflussung des Richtdiagramms der ersten Antenne (14) für den ersten Funkdienst (1) durch die Strahlungskopplung mit der weiteren Antenne (15) vernachlässigbar ist.

7. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für einen ersten Funkdienst (1) im ersten Frequenzbereich (6) und einen weiteren Funkdienst (2) mit dem weiteren Frequenzbereich (9) und der Mittenfrequenz f_2 , **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktanzschaltung (8) aus 3 Blindelementen besteht und der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) einen Pol und im Frequenzbereich (9) des weiteren Funkdienstes (2) eine Nullstelle besitzt und der Blindwiderstand im ersten Frequenzbereich (6) zur Sperrung von Signalen des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig groß und im weiteren Frequenzbereich (9) zum Durchlass von Signalen des weiteren Funkdienstes (2) betragsmäßig klein ist.

8. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 für einen ersten Funkdienst (1) im ersten Frequenzbereich (6) mit der Mittenfrequenz f_1 und einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) mit einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Frequenzbereich (9a, 9b) und den Mittenfrequenzen f_{2a} , f_{2b} und der Maßgabe, dass gilt:
 $f_{2a} < f_1 < f_{2b}$,

dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktanzschaltung (8) aus 4 Blindelementen gestaltet ist und der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) im Frequenzbereich (6) des ersten

Funkdienstes (1) einen Pol und in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der beiden weiteren Funkdienste (2a, 2b) jeweils eine Nullstelle besitzt und der Blindwiderstand zur Sperrung von Signalen im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig groß und zum Durchlass von Signalen in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der beiden weiteren Funkdienste (2a, 2b) klein ist.

9. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 für einen ersten Funkdienst (1) im ersten Frequenzbereich (6) und der Mittenfrequenz f_1 und einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) mit dem ersten Frequenzbereich (9a) des ersten weiteren Funkdienstes (2a) und dem zweiten Frequenzbereich (9b) des zweiten weiteren Funkdienstes (2b) und den Mittenfrequenzen f_{2a} , f_{2b} und der Maßgabe, dass f_{2a} und f_{2b} beide größer oder beide kleiner sind als f_1 , **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktanzschaltung (8) aus 5 Blindelementen gestaltet ist und der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) im ersten Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) einen Pol und in den weiteren Frequenzbereichen (9a, 9b) der weiteren Funkdienste (2a, 2b) jeweils eine Nullstelle besitzt und zwischen dem ersten und dem zweiten weiteren Frequenzbereich (9a, 9b) des ersten weiteren und des zweiten weiteren Funkdienstes (2a, 2b) eine Polstelle gestaltet ist und bewirkt durch deren Frequenzlage der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) zur Sperrung von Signalen im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig groß und zum Durchlass von Signalen in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der weiteren Funkdienste (2a, 2b) klein ist.

10. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) in deren Nahfeld weitere elektrisch leitende Leiterteile (3) für weitere Antennen (15) nach dem AMPS,- und PCS-Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) vorhanden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weiteren Leiterteile (3) für den ersten weiteren und den zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) als kombinierte weitere Antenne (15) mit dem Charakter eines vertikalen, am unteren Ende gespeisten Monopols mit Dachkapazität über leitender Fläche gestaltet sind, in welchem zwei Unterbrechungsstellen (10) vorhanden sind, von denen die erste in der Nähe des unteren Endes des Monopols und die zweite in etwa 2/3 der Höhe des Monopols gebildet ist und die Reaktanzschaltung (8) an beiden Unterbrechungsstellen (10) als Parallelresonanzkreis (16) mit einer Resonanzfrequenz etwa bei der Mittenfrequenz f_1 des ersten Frequenzbereichs (6) des ersten Funkdienstes (1) ausgeführt ist und die Induktivität des Parallelresonanzkreises (16) an der unteren Unterbrechungsstelle (10) für den Frequenzbereich

des ersten weiteren Funkdienstes **(2a)** im AMPS-Frequenzbereich kleiner gewählt ist als die Induktivität des Parallelresonanzkreises an der oberen Unterbrechungsstelle **(10)** und der obere Teil der Antenne im niedrigeren AMPS-Frequenzbereich wirksam ist, jedoch im höher frequenten PCS-Bereich wirkungslos ist.

11. Kombinationsantennenanordnung einem der Ansprüche 1 bis 10 für eine erste Antenne **(14)** für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst **(1)** und für weitere Antennen **(15)** nach dem AMPS,- und PCS-Standard als weitere Funkdienste **(2a, 2b)** **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Leiterteile **(3)** eine erste Antenne **(14)** nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst **(1)** auf einer horizontalen leitenden Fläche in Bezug auf ihre senkrechte Mittellinie rotations-symmetrisch bilden und in dieser Mittellinie ein vertikaler kombinierter Monopol, bestehend aus weiteren Leiterteilen **(3)** für den AMPS-Standard als einen ersten weiteren Funkdienst **(2a)** und den PCS-Standard als einen zweiten weiteren Funkdienst **(2b)** gestaltet ist und in den Monopol Unterbrechungsstellen **(10)** mit Reaktanzschaltungen **(8)** eingebracht sind.

12. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Monopol mit Dachkapazität ausgebildet ist und in der Nähe des oberen Endes des Monopols eine Unterbrechungsstelle **(10)** mit einer Reaktanzschaltung **(8)** zur frequenzselektiven Sperrung von Signalen im SDARS-Frequenzbereich auf dem Monopol vorhanden ist.

13. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Nahfeld der ersten Antenne **(14)** für den ersten Funkdienst **(1)** eine auf einen stabförmigen Kunststoffträger aufgebrachte AM/FM-Monopolantenne als weitere Antenne **(15)** vorhanden ist, deren Antennenelement aus einem im Wesentlichen drahtförmigen Leiter **(25)** als weitere Leiterteile **(3)** gebildet ist, welcher in Abständen voneinander zu spiral- oder mäanderförmigen Spulen **(24)** ausgeformt ist und die Spulen **(24)** derart gestaltet sind, dass durch ihre Induktivität zusammen mit ihrer Eigenkapazität Parallelresonanzkreise **(16)** gegeben sind.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

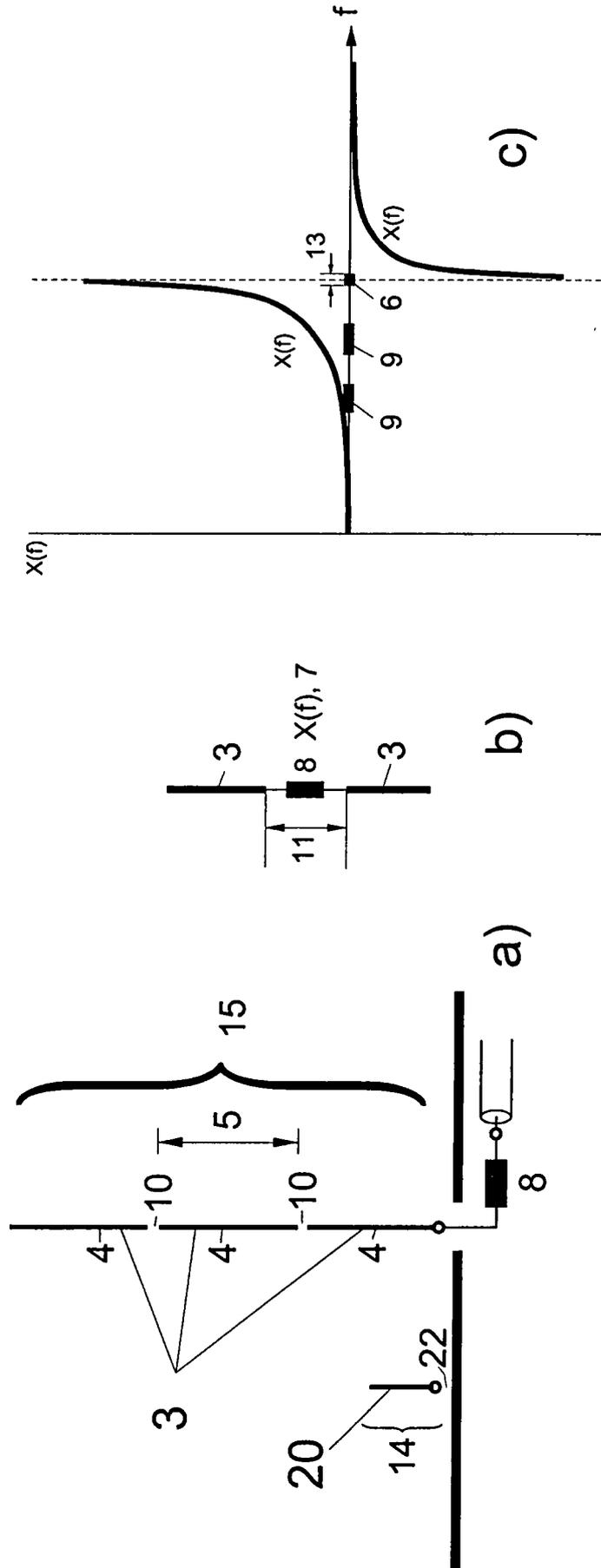


Fig.1

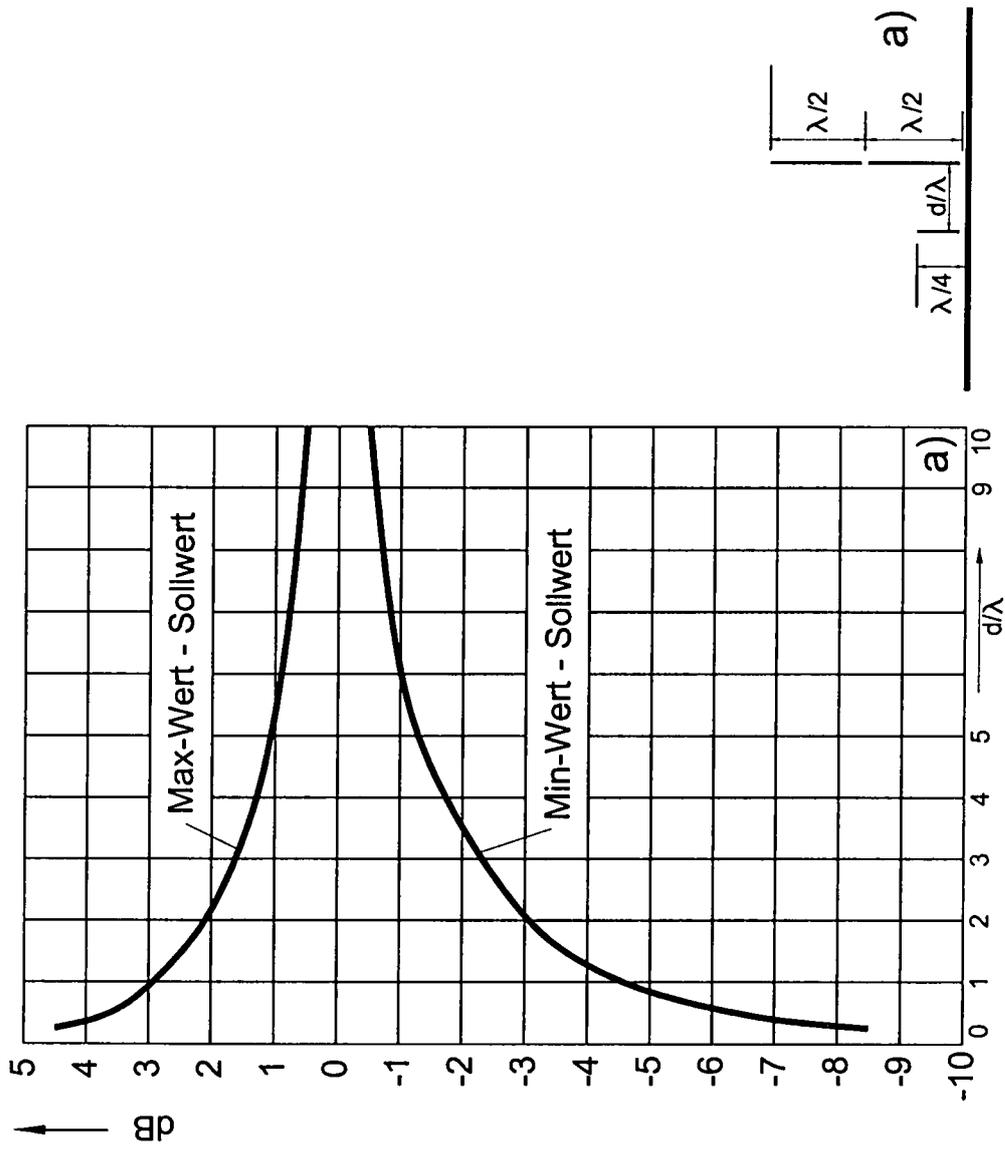


Fig.2a

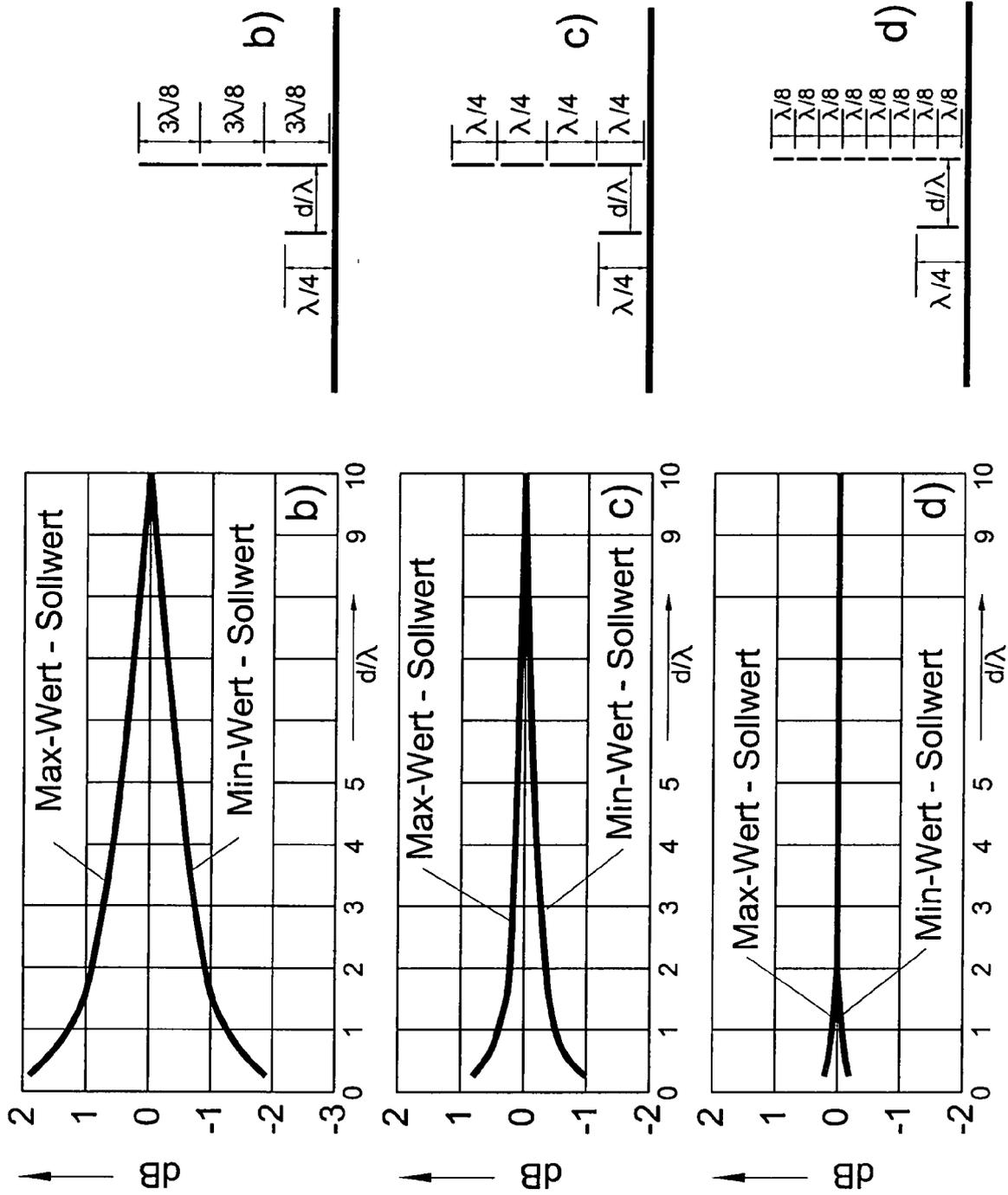


Fig.2b, c, d

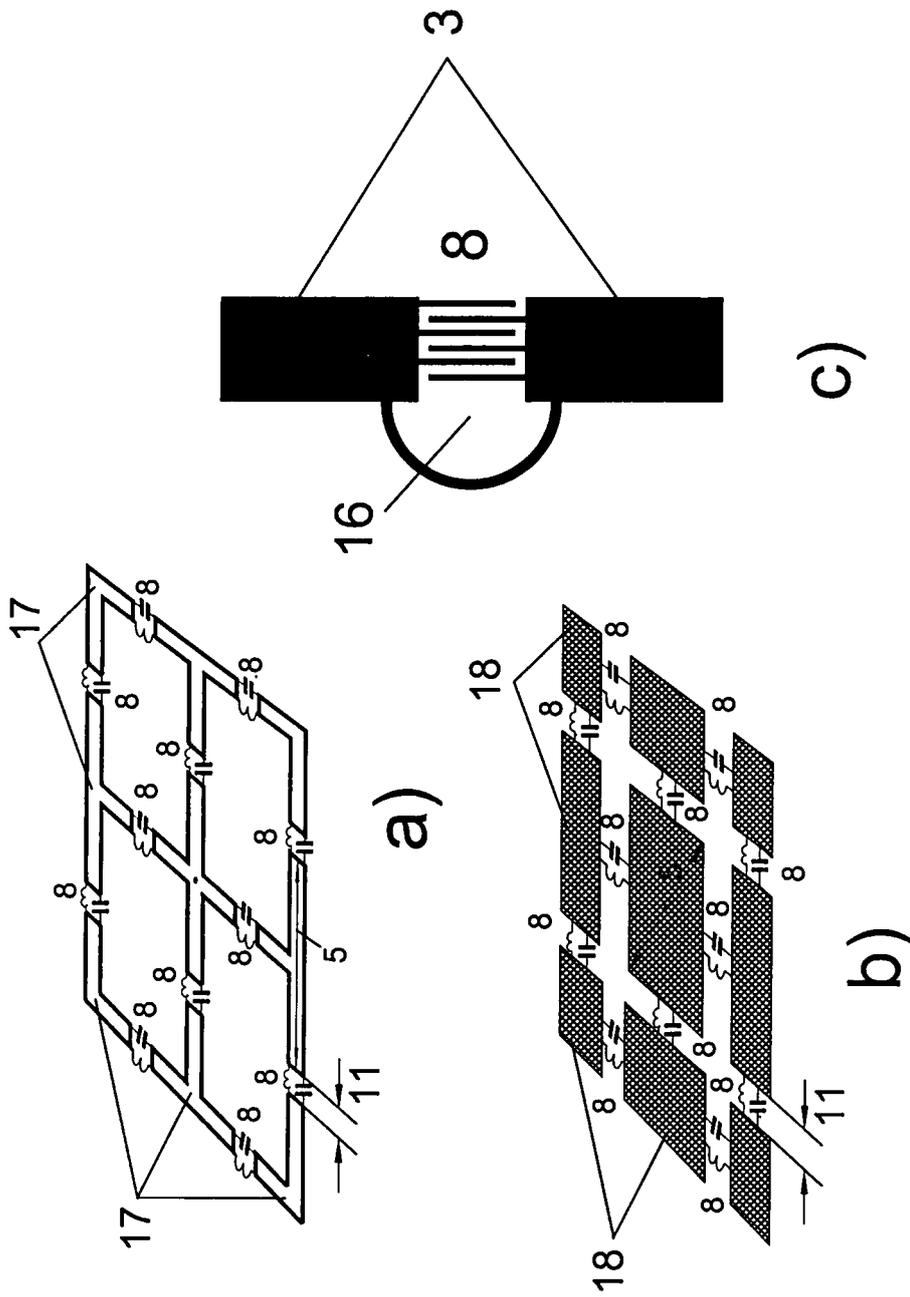


Fig. 3

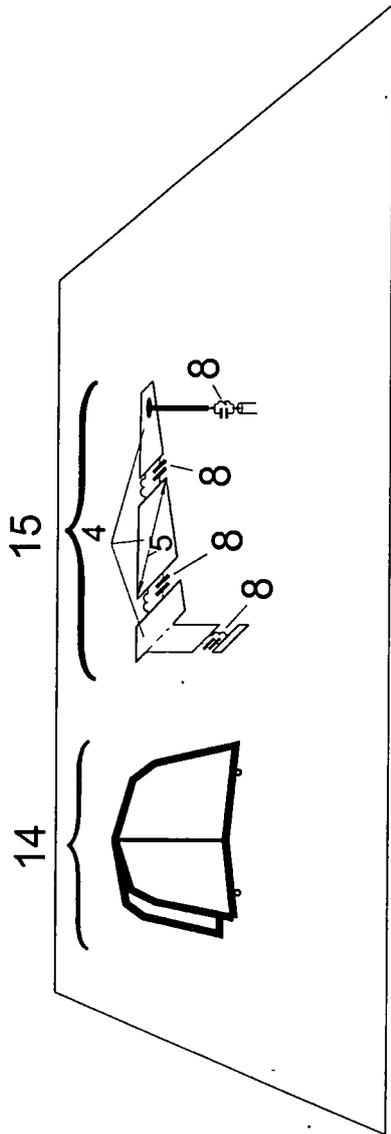


Fig. 4

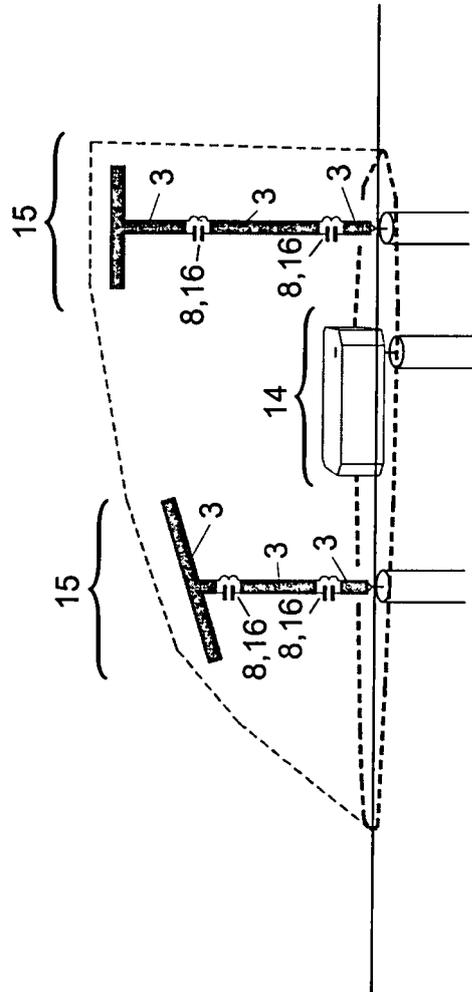


Fig. 5

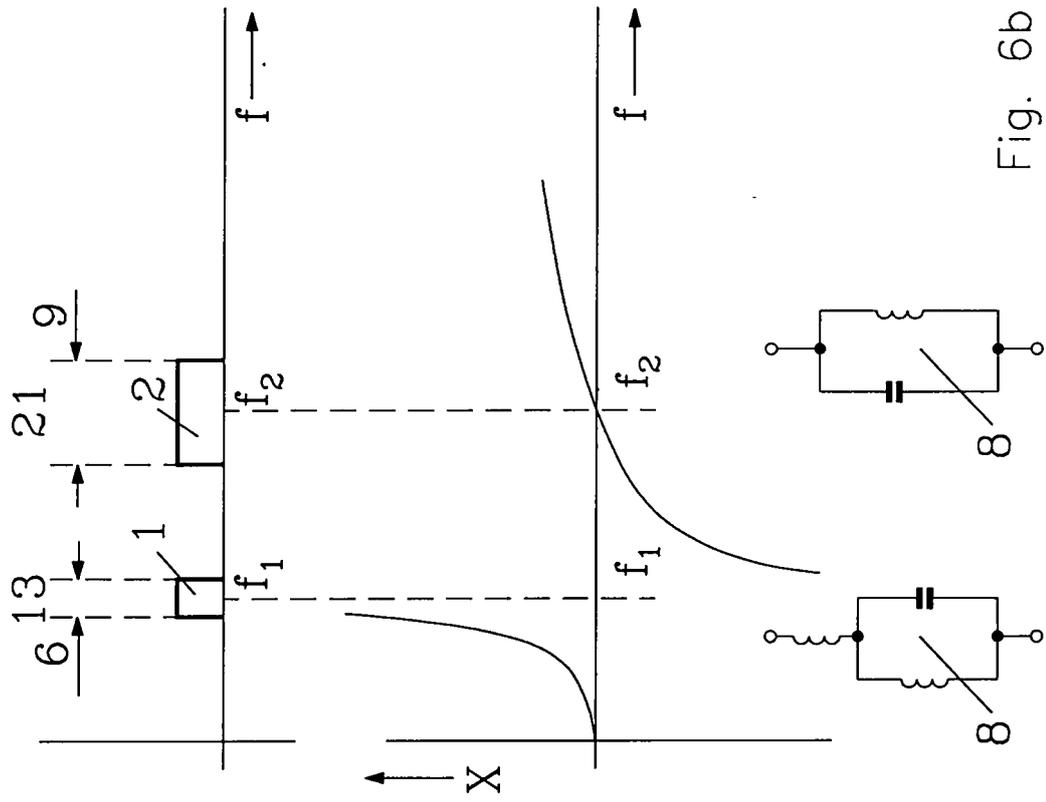


Fig. 6a

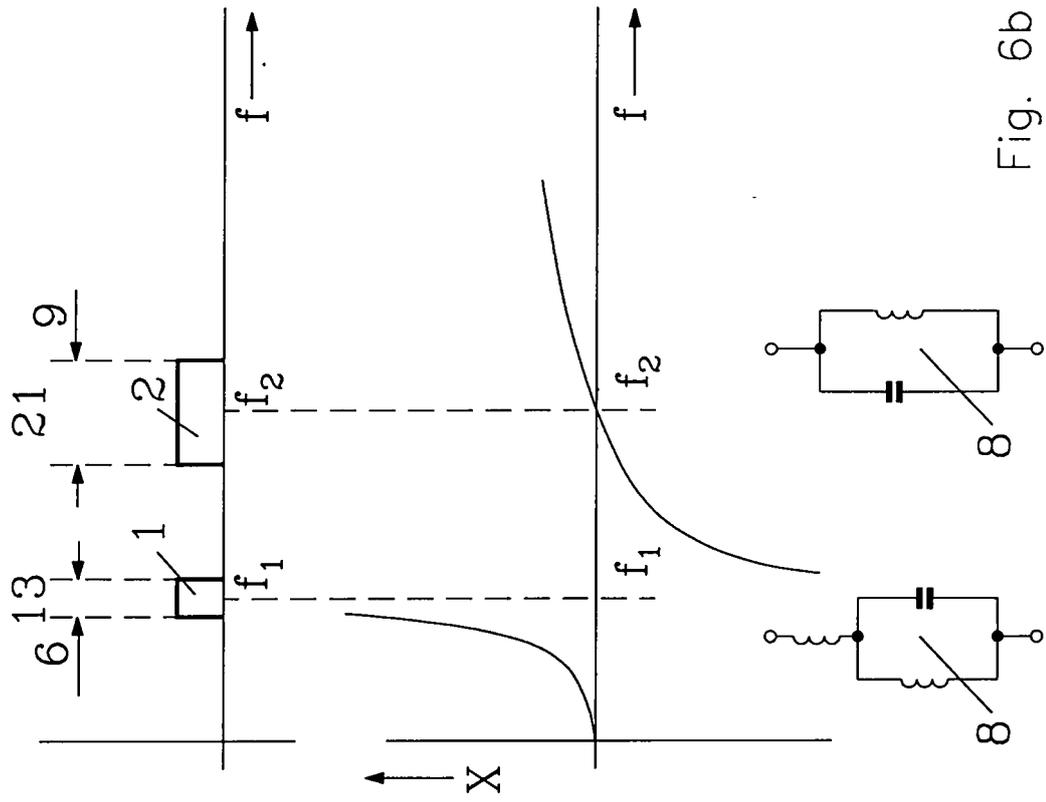


Fig. 6b

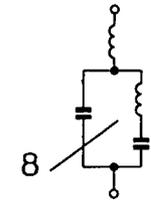
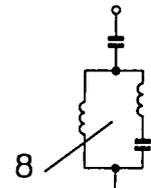
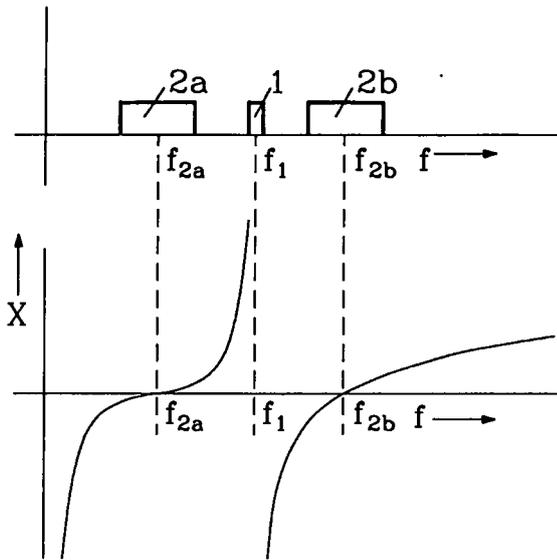


Fig. 6c

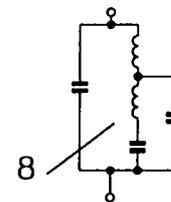
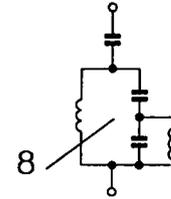
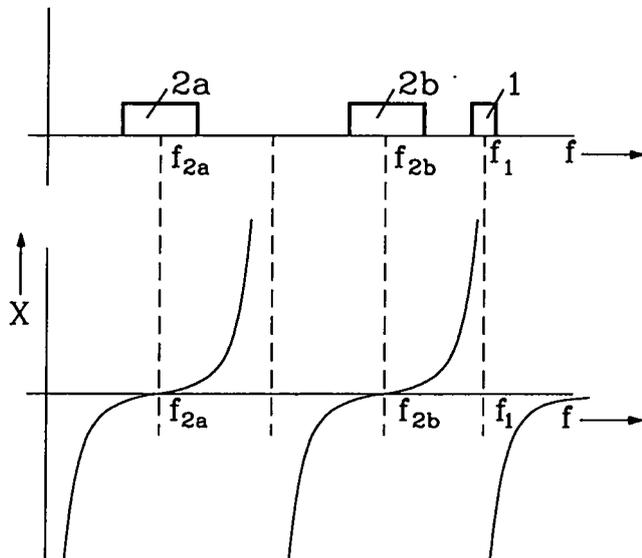


Fig. 6d

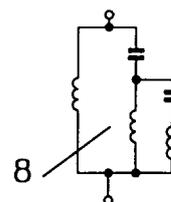
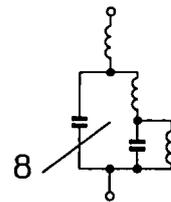
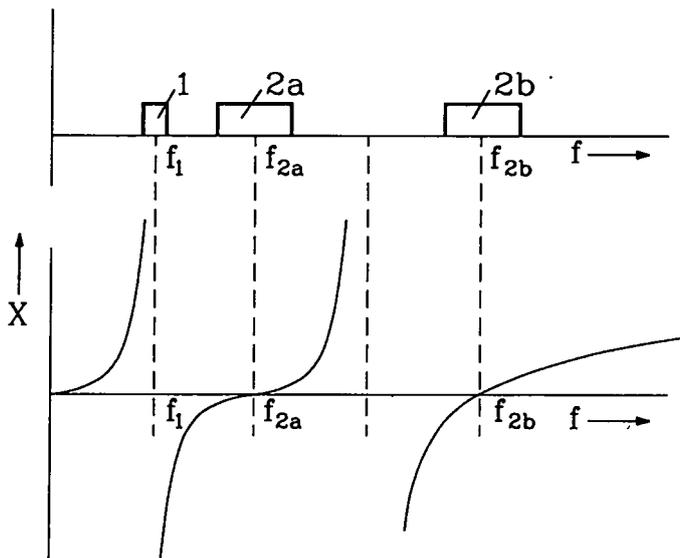


Fig. 6e

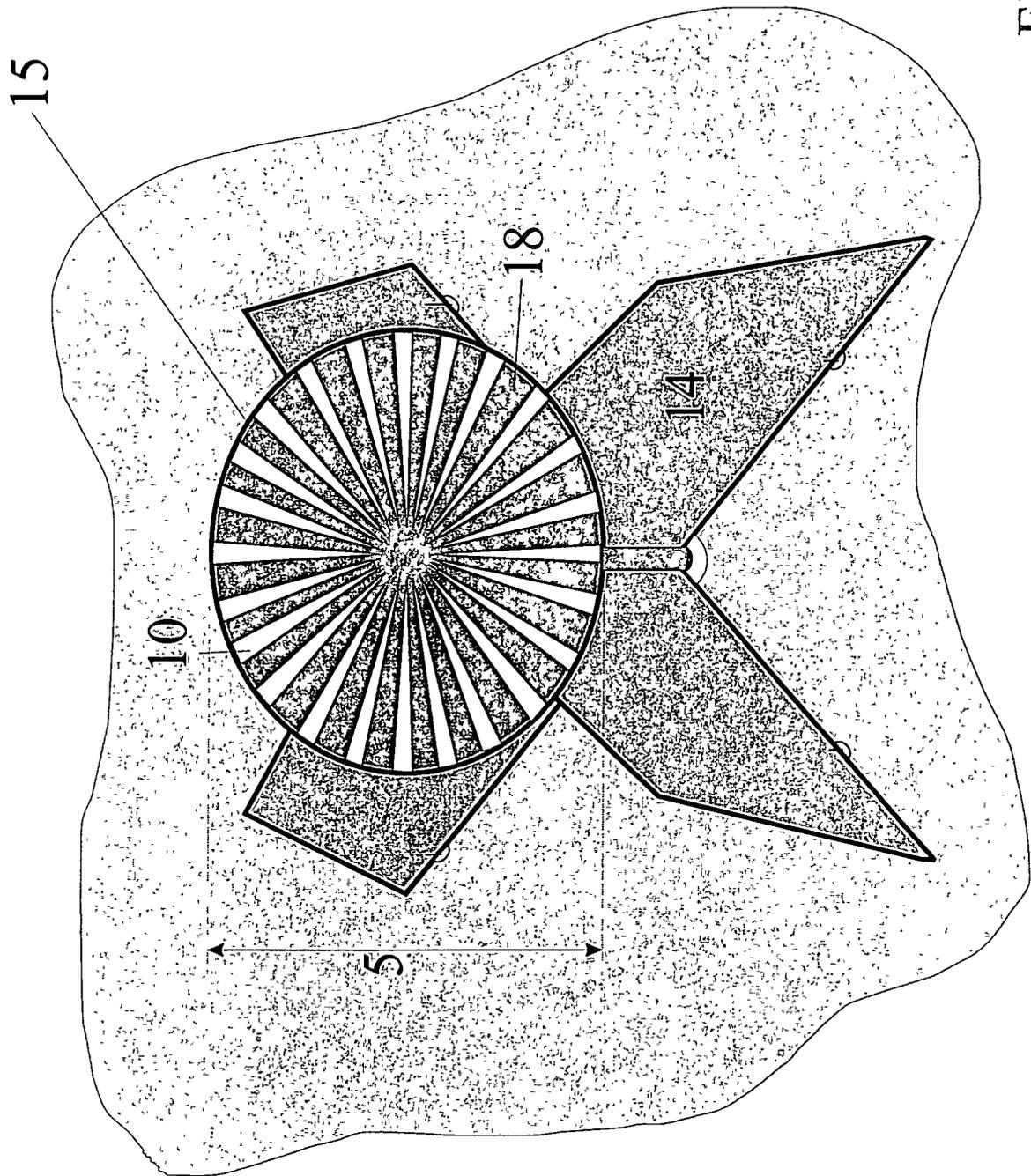


Fig. 8a

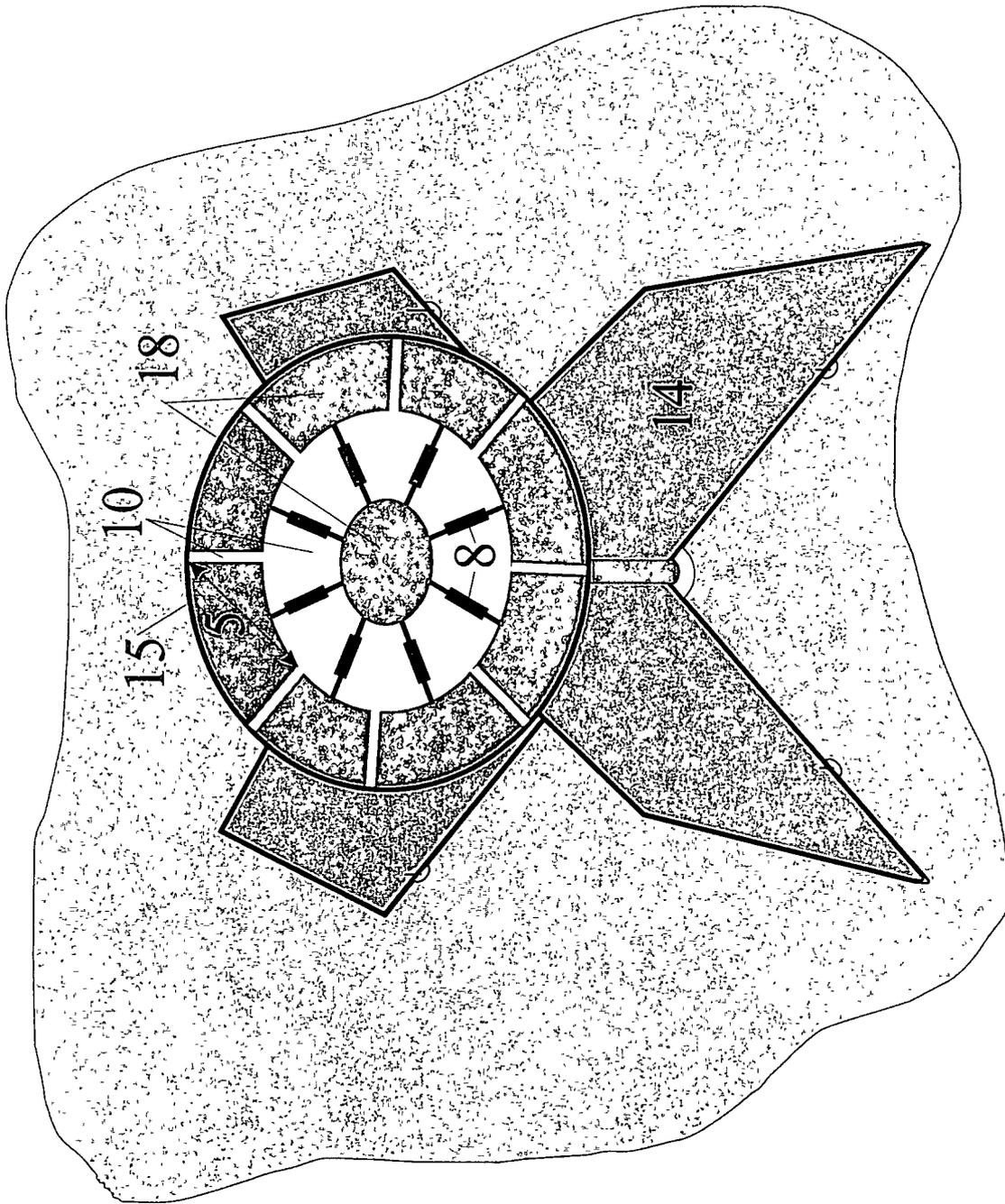


Fig. 8b

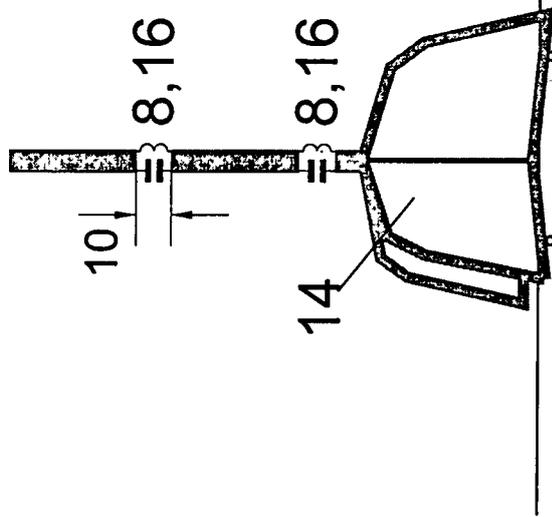


Fig. 8c

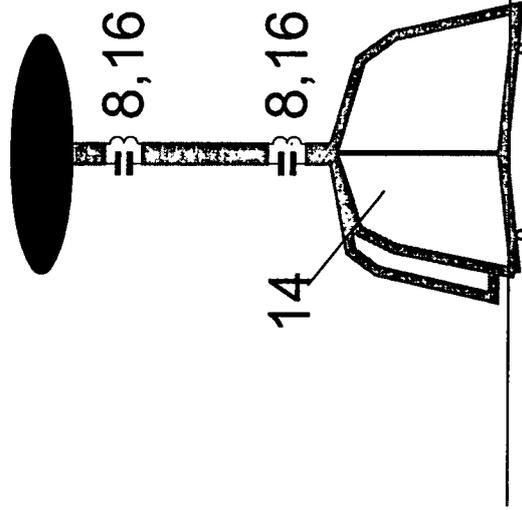


Fig. 8d

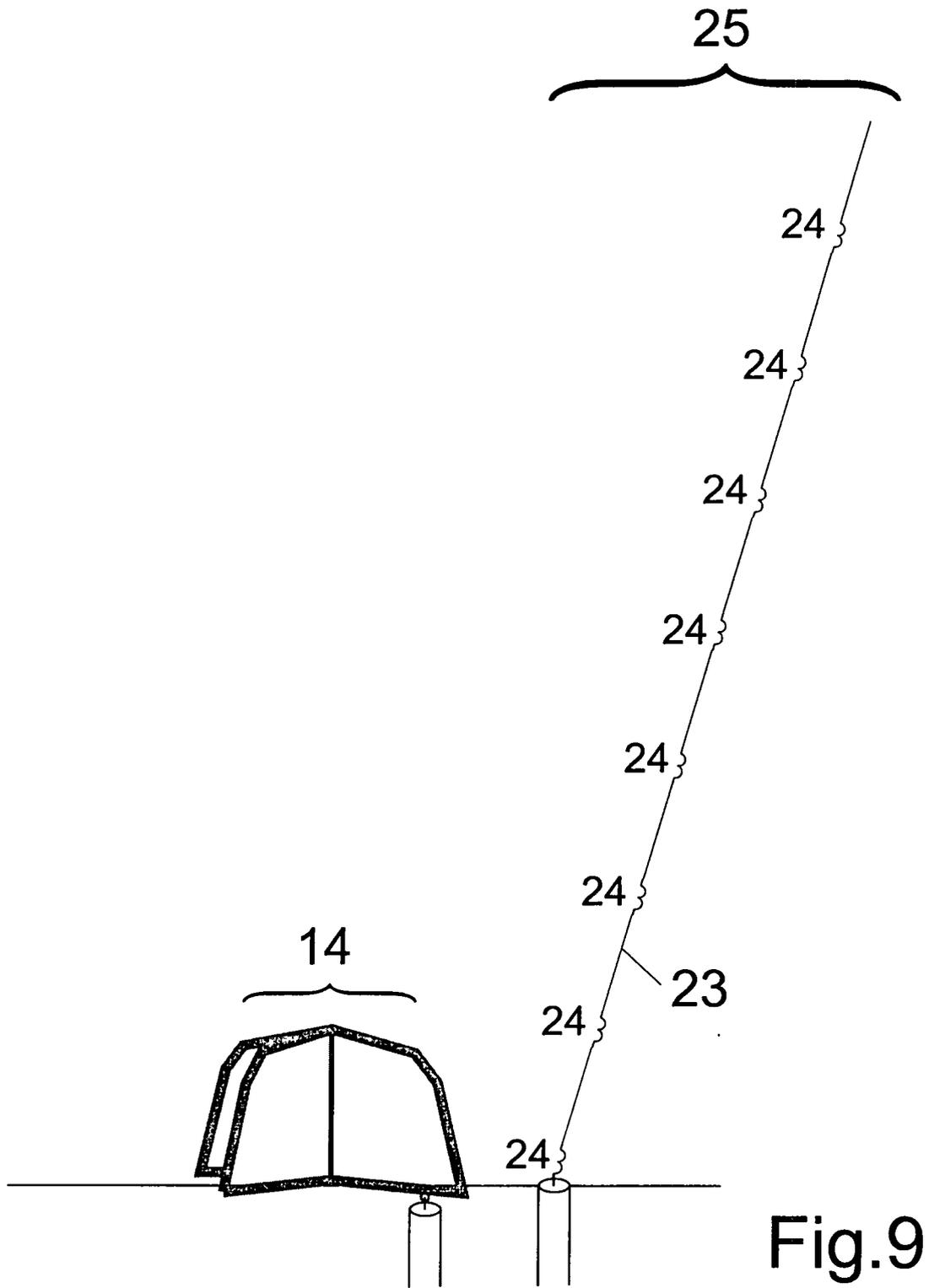


Fig.9