



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 239 543 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.08.2006 Patentblatt 2006/32**

(51) Int Cl.:

**H01Q 9/42** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 9/36** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 21/24** <sup>(2006.01)</sup>

**H01Q 9/26** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 21/26** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **02002836.1**

(22) Anmeldetag: **08.02.2002**

(54) **Flachantenne für die mobile Satellitenkommunikation**

Flat antenna for the mobil satellite communication

Antenne plate pour communication mobile via satellites

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **23.02.2001 DE 10108910  
22.12.2001 DE 10163793**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.09.2002 Patentblatt 2002/37**

(73) Patentinhaber: **FUBA Automotive GmbH & Co. KG  
31162 Bad Salzdetfurth (DE)**

(72) Erfinder:

- **Lindenmeier, Heinz  
82152 Planegg (DE)**
- **Hopf, Jochen  
85540 Haar (DE)**
- **Reiter, Leopold  
82205 Gilching (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A-00/24085 DE-A- 4 008 505**  
**US-A- 2 994 876 US-A- 3 427 624**  
**US-A- 5 173 715 US-A- 5 784 032**  
**US-B1- 6 181 298**

**EP 1 239 543 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Antenne für die mobile Satellitenkommunikation auf einer im wesentlichen horizontal orientierten leitenden Grundfläche bestehend aus im wesentlichen linearen Leiterteilen und einer Antennenanschlußstelle. Antennen dieser Art sind bekannt aus DE 40 08 505.8. Diese Antenne besteht aus gekreuzten Horizontaldipolen mit V-förmig nach unten geneigten, aus linearen Leiterteilen bestehenden Dipolhälften, die unter einem Winkel von 90 Grad zueinander mechanisch fixiert und am oberen Ende eines auf einer horizontal orientierten leitenden Grundfläche befestigten linearen vertikalen Leiters angebracht sind.

**[0002]** Zur Erzeugung der bei der Satellitenkommunikation üblicherweise geforderten Zirkularpolarisation werden die unter beiden V-förmig nach unten geneigten Horizontaldipole elektrisch über ein 90 Grad Phasennetzwerk zusammenschaltet. Für Satellitenantennen je nach Satellitenkommunikationssystem wird im Elevationswinkelbereich zwischen 25 bzw.30 Grad und 90 Grad ein Antennengewinn von konstant 3dBi für zirkulare Polarisation streng gefordert. Mit Antennen dieser Bauform läßt sich der im Bereich des Zenitwinkels geforderte Antennengewinn im allgemeinen problemfrei realisieren. Im Gegensatz hierzu wird der geforderte Antennengewinn im Bereich niedriger Elevationswinkel von 20 bis 30 Grad nur schwer und aufgrund der V-förmig nach unten geneigten Horizontaldipole, welche für ihre Funktion naturgemäß einen hinreichend großen Abstand von der leitenden Grundfläche fordern, keinesfalls - wie für den mobilen Einsatz gefordert - mit sehr kleiner Bauhöhe der Antennen realisiert werden können.

**[0003]** Es ist weiterhin bekannt, zur Erfüllung der Gewinnanforderungen sowohl im Winkelbereich niedriger Elevation als auch bei Steilstrahlung aus linearen Leitern gebogene Antennen zu verwenden. Die heute häufig verwendete Antennenform ist die Quadrifilar-Helix Antenne nach Kilgus (IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1976, S.238 - 241). Solche Antennen besitzen oft eine Länge von mehreren Wellenlängen und sind nicht als Flachantennen mit niedriger Bauhöhe bekannt. Auch mit einer in der EP 0 952 625 A2 angegebenen Antenne mit niedriger Bauhöhe lassen sich die oben genannten Gewinnwerte im Winkelbereich mit niedriger Elevation nicht erfüllen.

**[0004]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, zunächst eine Antenne anzugeben, die es gestattet, das Verhältnis von Antennengewinn im niedrigen Elevationsbereich zum Antennengewinn im Zenitwinkelbereich in einer azimuthalen Hauptebene anforderungsgemäß einzustellen und die es ermöglicht, durch Kombination mehrerer solcher Antennen ein Richtdiagramm gemäß den Gewinnanforderungen für die Satellitenkommunikation mit zirkular polarisierten Wellen bei elektrisch kleiner Bauhöhe der Antenne zu realisieren.

**[0005]** Diese Aufgabe wird bei einer Antenne nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs durch die kenn-

zeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs und die in den weiteren Ansprüchen vorgeschlagenen Maßnahmen gelöst.

**[0006]** Antennen nach der Erfindung können insbesondere in ihrer Ausbildungsform für Satellitenkommunikation besonders einfach und damit kostengünstig hergestellt werden. Ferner eignen sie sich auf Grund ihres Aufbaus über einer leitenden Grundfläche und ihrer klein gestaltbaren Bauhöhe besonders für den Einsatz auf Fahrzeugen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sie zur Kombinationsantenne für die terrestrische Kommunikation erweitert werden kann, was mit der Einsparung von Bauräumen in Kraftfahrzeugen einher geht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Maßnahmen ergriffen werden können, damit bei Vorhandensein von Diskontinuitäten in der leitenden Grundfläche bzw. bei deren Schiefelage, wie z.B. Dachneigung oder Dachrand, gegenüber der Horizontalen die davon herrührende Störung des Richtdiagramms weitgehend ausgeglichen werden kann.

**[0007]** Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: Prinzip einer Antenne nach der Erfindung mit einer hochfrequent leitenden Ringstruktur 2, gebildet aus im wesentlichen vertikalen Leiterteilen 4a und im wesentlichen horizontalen Leiterteilen 4b und der leitenden Grundebene 1.

Fig. 2: Prinzip einer Antenne nach der Erfindung mit einseitiger Auskopplung an der Antennenanschlußstelle 5.

Fig. 3a: Symmetrische Antenne einer Antenne nach der Erfindung mit den Antennenanschlußstellen 5 und 5' und einem Umsymmetriernetzwerk 9, gebildet aus unsymmetrischen Leitungen 10a und 10b.

Fig. 3b: Symmetrische Antenne nach der Erfindung mit einem Umsymmetriernetzwerk 9, gebildet aus unsymmetrischen Leitungen 10a und 10b, deren Länge sich um ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Betriebswellenlänge unterscheidet.

Fig. 3c: Symmetrische Antenne nach der Erfindung mit einem Umsymmetriernetzwerk 9 nach dem transformatorischen Prinzip zur getrennten unsymmetrischen Auskopplung der symmetrischen und der unsymmetrischen Spannungen.

Fig. 4a: Symmetrische Antenne nach der Erfindung, bei der die Antennenanschlußstelle 5 im Bereich der Symmetrieachse 8 der Antenne angeordnet ist und bei der die Signale mittels einer symmetrischen Zweidrahtleitung nach unten geführt sind.

Fig. 4b: Detail aus Fig. 4a.

Fig. 4c: Detail aus Fig. 4a, aber mit einer geschirmten Zweidrahtleitung.

Fig. 4d: Antenne nach der Erfindung ähnlich Fig. 4a, jedoch mit zwei Koaxialleitungen an Stelle der Zweidrahtleitung und mit einem Umsymmetriernetzwerk 9 nach dem transformatorischen Prinzip zur getrennten unsymmetrischen Auskopplung der symmetrischen und der unsymmetrischen Spannungen.

Fig. 5: Antenne nach der Erfindung mit Bemessungsangaben und mit einem Anpaßnetzwerk 17.

Fig. 6a: Antenne für Zirkularpolarisation, gebildet aus zwei Antennen nach der Erfindung in aufeinander senkrecht stehenden Ebenen, deren Ausgangssignale über ein 90-Grad Phasendrehglied 18 in einer Summationsschaltung 19 zusammengefaßt sind.

Fig. 6b: Beispiel für ein Streifenleitungslayout für die Antenne nach Fig. 6a.

Fig. 6c: Räumliche Darstellung der Antenne für Zirkularpolarisation.

Fig. 7: Antenne für Zirkularpolarisation, gebildet aus drei Antennen nach der Erfindung in drei Ebenen, die azimuthal in 120°-Winkeln angeordnet sind, deren Ausgangssignale über 120-Grad Phasendrehglieder 18 in einer Summationsschaltung 19 zusammengefaßt sind.

Fig. 8: Antenne für Zirkularpolarisation nach Fig. 7, bei der der vertikale Leiter 4a' im Symmetriepunkt der Anordnung entfällt.

Fig. 9a: Antenne nach der Erfindung mit einem weiteren Anschlußtor Tu zur Auskopplung einer unsymmetrischen Spannung.

Fig. 9b: Prinzip der Signalauskopplung bei einer erfindungsgemäßen Antenne nach Fig. 9a.

Fig. 10a: Antenne für Zirkularpolarisation, gebildet aus zwei Antennen nach der Erfindung in aufeinander senkrecht stehenden Ebenen, deren Ausgangssignale über ein 90-Grad Phasendrehglied 18 in einer Summationsschaltung 19 zusammengefaßt sind mit einem weiteren Anschlußtor Tu zur Auskopplung einer unsymmetrischen Spannung.

Fig. 10b: Prinzip der Signalauskopplung bei einer erfindungsgemäßen Antenne nach Fig. 10a.

Fig. 11: Variation der Richtdiagramme bei Änderung des Werts und des Charakters (induktiv oder kapazitiv) der Impedanz 7 bei einem Beispiel einer erfindungsgemäßen Antennen.

Fig. 12a: Elevationsdiagramm eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Antenne

Fig. 12b: Dreidimensional dargestelltes Diagramm einer erfindungsgemäßen Antenne.

Fig. 13: Elevationsdiagramm eines Beispiels einer schielenden erfindungsgemäßen Antenne.

Fig. 14a: Ausbildung einer flächenhaften Dachkapazität 31 in Form eines durch die Impedanz 7 unterbrochenen Halbellipsoids parallel zur Ebene 1

Fig. 14b: Wie Fig. 14a, jedoch mit leiterförmiger Ausbildung des Halbellipsoids

Fig. 15a: Draht- oder streifenförmige Leiterteile 32 mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b in der Ebene 30 parallel zur Ebene 1

Fig. 15b: Wie Fig. 15a, jedoch mit flächenhaft gestalteten Leiterteilen 4b vorzugsweise in gedruckter Leitertechnik

Fig. 16: Ähnliche Ausführungsform wie Fig. 15b, ebenfalls in gedruckter Leitertechnik

Fig. 17a-c: Erklärung der prinzipiellen Wirkungsweise erfindungsgemäßer Antennen mit streng symmetrischem Aufbau im Hinblick auf die kapazitiven Koppelwirkungen

Fig. 18a: Erfindungsgemäße Antenne für Zirkularpolarisation und streng symmetrischem Aufbau mit dreiecksförmigen Dachkapazitäten 31 und zur Erläuterung der Strompfade

Fig. 18b: Antenne mit ringförmiger Zentralstruktur 37 und Koppelkapazitäten 34

Fig. 19: Erfindungsgemäße Antenne ähnlich Fig. 18b, jedoch mit zusätzlichem vertikalen Antennenleiter 20 in der vertikalen Symmetrielinie 8

Fig. 20: Kombination aus Dachkapazitäten 31, welche auf einem dielektrischen Körper von der Form eines Pyramidenstumpfs geeignet ausgebildet sind.

Fig. 21a: Ähnlich Fig. 10b, jedoch mit weiteren Anschlusstoren 40a bis 40c zur Auskopplung unsymmetrischer Spannungen für weitere Funkdienste

Fig. 21b: Wie Fig. 21a, jedoch mit frequenzselektiven Entkopplungsnetzwerken 42 in den Anschlusstoren T1a, T1b, T2a und T2b

Fig. 22: Prinzipieller möglicher Aufbau einer erfindungsgemäßen Antenne für Satellitenfunk und mehrere terrestrische Funkdienste

**[0008]** Fig. 1 zeigt die Grundform einer Antenne nach der Erfindung bestehend aus einer zusammen mit der leitenden Grundfläche 1 gebildeten hochfrequent leitenden Ringstruktur 2 mit Leiterteilen mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b und Leiterteilen mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a innerhalb einer Ebene 0, welche auf der leitenden Grundfläche 1 senkrecht steht. Eine gemäß der vorliegenden Erfindung wesentliche Funktion nimmt hierbei die Impedanz 7 ein, welche in einer Unterbrechungsstelle der hochfrequent leitenden Ringstruktur 2 in die Impedanzanschlußstelle 6 mit dem ersten Impedanzanschlußpunkt 6a und dem zweiten Impedanzanschlußpunkt 6b eingebracht ist. Bei Einfall einer in der Ebene 0 polarisierten elektromagnetischen Welle unter einem bestimmten Elevationswinkel 81 erfolgt die Aufnahme horizontaler elektrischer Feldkomponenten in der Hauptsache durch die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b und - entsprechend hierzu - die vertikalen elektrischen Feldkomponenten in der Hauptsache durch die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a. Bei geeigneter Position der Antennenanschlußstelle 5 in einer Unterbrechungsstelle der Ringstruktur 2 und bei geeigneter Positionierung der Impedanz 7 innerhalb der Ringstruktur 2 läßt sich ein Vertikaldiagramm mit einer gewünschten Überlagerung der Aufnahme von vertikalen und horizontalen elektrischen Feldkomponenten einstellen.

**[0009]** Aus der US 3 427 624, dort in Figur 2, ist eine Antenne mit Ringstruktur bekannt, bei welcher mit Hilfe abstimmbarer Kondensatoren, die in den Längszug der Ringstruktur geschaltet sind, in einem weiten Frequenzbereich abstimmbare eine resonanzartige Impedanzanpassung realisiert ist. Eine Beeinflussung des Richtdiagramms mit Hilfe dieser Kondensatoren ist nicht vorgesehen. Im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung ist die Ringstruktur der Antenne in Fig. 2 in dem Dokument D1 nicht unterbrochen, um einen Antennenanschlußpunkt zu schaffen. Die Schaffung des Antennenanschlußpunkts geschieht dort am Ende eines zusätzlichen Antennenteils in Form eines "feed wire 5", welcher parallel an die Ringstruktur angekoppelt ist.

**[0010]** Die Gestaltung des vorgegebenen Verhältnisses des Antennengewinns im Zenitwinkelbereich zum Antennengewinn im Bereich niedriger Elevationswinkel ist die Grundforderung an somit zwei gleiche Impedanzen 7, welche ebenfalls symmetrisch zur vertikalen Symmetrielinie 8 positioniert sind, und eine zur ersten Antennenanschlußstelle 5 gespiegelt eingebrachte Antennenanschlußstelle 5' an der leitenden Grundfläche 1 aufweist. Die Ankopplung der Ringstruktur 2 an die leitende Grundfläche 1 ermöglicht, wie in Fig. 3b dargestellt, die vorteilhafte Ausgestaltung eines Umsymmetriernetzwerks 9, welches z.B. mit Hilfe einer  $\lambda/2$ -Umwegleitung der Signale realisiert werden kann. Die Auskopplung der

sich symmetrisch zur leitenden Grundfläche 1 ausbildenden unsymmetrischen Empfangsspannungen  $U_u$ , deren Richtung durch Pfeile in den Figuren kenntlich gemacht ist, erfolgt durch einfache Parallelschaltung der unsymmetrisch ausgeführten Leitungen in Fig. 3b, deren Längen sich um  $\lambda/2$  unterscheiden. Die zusammengefaßte symmetrische Empfangsspannung  $-U_s$  steht am Sammelpunkt 11 in Fig. 3b zur Verfügung.

**[0011]** Ein solches Umsymmetriernetzwerk 9 kann sehr vorteilhaft und kostengünstig in gedruckter Mikrostreifenleitungstechnik ausgeführt werden. Mit dieser Anordnung lassen sich bei unterschiedlicher Gestaltung der Impedanz 7 die in Fig. 11 dargestellten Vertikaldiagramme in der Ebene 0 herstellen. Die Positionierung der Impedanz 7 innerhalb der Ringstruktur 2 kann in weiten Grenzen frei gewählt werden, wobei sich eine gestreckte Leiterlänge für den in den Figuren 3a und 3b gekennzeichneten Abschnitt 16 von  $\lambda/4$  als besonders günstig erweist. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die an den Antennenanschlußstellen 5 wirksamen Antennenimpedanzen, welche sich insbesondere im Hinblick auf ein leicht realisierbares Umsymmetriernetzwerk 9 durch Leitungsschaltungen eignen sollten. Die Einstellung des passenden Vertikaldiagramms kann dagegen in weiten Grenzen für verschiedene Längen des Abschnitts 16 durch entsprechende Wahl der Impedanz 7 erfolgen. Bei einer bevorzugten Querabmessung 15 von etwas weniger als einer halben Wellenlänge lassen sich die in Fig. 11 dargestellten Richtdiagramme bei einer Bauhöhe 14 von weniger als einer Viertelwellenlänge erreichen. Um den Nachteil von Satellitenkommunikationsantennen nach dem Stande der Technik zu überwinden, ist es notwendig, die Strahlung im Bereich niedriger Elevationswinkel im Vergleich zur Strahlung im Zenitwinkelbereich anzuheben. Dies erfolgt erfindungsgemäß durch Gestaltung der Impedanz 7 als eine Kapazität. Diese bewirkt, daß die Anhebung der Strahlung im Bereich niedriger Elevationswinkel mit steigendem Blindwiderstand, das heißt, sinkendem Kapazitätswert erfolgt. Dies drücken die Diagramme D3, D2 und D1 in Fig. 11 für kleiner werdende Kapazitätswerte aus. Wird die Impedanz 7 anstelle einer Kapazität als eine Induktivität ausgeführt, dann ergeben sich die mit D4 und D5 bezeichneten Elevationsdiagramme in Fig. 11. Diese haben die Eigenschaft, einen Winkelbereich bei mittlerer Elevation weitgehend auszublenden. Der Induktivitätswert des Richtdiagramms D5 ist dabei größer gewählt als für das Richtdiagramm D4. Für die Satellitenkommunikation kommen deshalb, von Sonderfällen für Spezialanwendungen abgesehen, aufgrund der oben geschilderten Forderung bei einer Antenne nach der Erfindung Kapazitäten als Impedanz 7 zur Anwendung. Für die Kombination mehrerer solcher Antennen zu einer zirkular polarisierten Satellitenkommunikationsantenne ist diese Eigenschaft der Antenne essentiell.

**[0012]** Als vorteilhaft zeigt sich die zusätzliche Verfügbarkeit der unsymmetrischen Spannungen  $U_u$  an den Antennenanschlußstellen 5, welche in Fig. 3c dadurch

genutzt wird, daß in einer Summationsschaltung 19 neben einem Umsymmetriernetzwerk 9 zur Auskopplung der unsymmetrischen Empfangsspannungen  $U_u$  ein Leistungsteiler 21 zur Auskopplung der symmetrischen Empfangsspannungen  $U_s$  vorhanden ist. Am Sammelpunkt für symmetrische Spannungen 11a und am Sammelpunkt für unsymmetrische Spannungen 11b in Fig. 3c können somit sowohl unsymmetrische Empfangsspannungen  $U_u$  als auch symmetrische Empfangsspannungen  $U_s$  getrennt voneinander ausgekoppelt werden.

**[0013]** Eine weitere vorteilhafte Auskopplung der symmetrischen Spannung  $U_s$  kann, wie in Fig. 4a, an einer, in der vertikalen Symmetrielinie 8 angeordneten Antennenanschlußstelle 5 erfolgen. Hierzu ist in Fig. 4b (Detail aus Fig. 4a) eine Zweidrahtleitung 24 an den ersten Antennenanschlußpunkt 5a und den zweiten Antennenanschlußpunkt 5b angeschlossen und in der vertikalen Symmetrielinie 8 zur leitenden Grundfläche 1 geführt, in deren Nähe eine Leitungsanschlußstelle 25 gestaltet ist. Dort bilden sich zwischen den Endpunkten der Zweidrahtleitung 24 die zu den symmetrischen Empfangsspannungen  $U_s$  proportionale Spannung - $U_s$  und jeweils zwischen einem Endpunkt der Zweidrahtleitung 24 und der leitenden Grundfläche 1 die zu den unsymmetrischen Empfangsspannungen  $U_u$  proportionale Spannung - $U_u$  aus.

**[0014]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann, wie in Fig. 4c, die Zweidrahtleitung 24 durch eine geschirmte Zweidrahtleitung 23 ersetzt werden, deren Schirmleiter mit der leitenden Grundfläche 1 verbunden ist. Hierdurch wird eine günstigere Auskopplung der Spannung - $U_u$  an der leitenden Grundfläche 1 ermöglicht. In einer weiteren günstigen Ausführungsform kann die geschirmte Zweidrahtleitung 23 auf einfache Weise durch zwei parallel geführte Koaxialleitungen 22, wie in Fig. 4d, ausgeführt werden, deren Schirme mit der leitenden Grundfläche 1 verbunden sind. Mit Hilfe des Leistungsteilers 21 können die Spannungen - $U_s$  und - $U_u$ , wie oben beschrieben, mit den Anordnungen der Figuren 4b, 4c und 4d getrennt ausgekoppelt werden.

**[0015]** Bei einer besonders einfach herstellbaren Antenne nach der Erfindung ist, wie in Fig. 5 gezeigt, die Ringstruktur 2 im wesentlichen rechteckförmig ausgestaltet. Realisierte Antennenformen mit einem Abschnitt 16 von ca.  $\frac{1}{4} \lambda$ , einer Querabmessung 15 von etwa  $\frac{1}{3} \lambda$  und einer Bauhöhe 14 von etwa  $\frac{1}{6} \lambda$  haben bei geforderten Richtdiagrammen hinreichend kleine Verluste ergeben. Eine realisierte erfindungsgemäße Antenne für Frequenzen um 2,3 GHz weist z.B. nur eine Bauhöhe 14 von 2cm bei einer Querabmessung 15 von 4,5 cm auf. Bei kleinerer Bauhöhe lassen sich bei Wahl eines entsprechenden Kapazitätswerts für die Impedanz 7 zwar die Forderungen an das Richtdiagramm erfüllen, es ist jedoch mit ansteigenden Verlusten zu rechnen. Die im nachgeschalteten Anpaßnetzwerk 17 auftretenden Verluste steigen also mit kleinerer Antennenhöhe.

**[0016]** Eine wesentliche vorteilhafte Ausgestaltung

der Erfindung besteht in der Kombination mehrerer Antennen nach Fig. 5 zu einer Satellitenkommunikationsantenne für Zirkularpolarisation. Hierzu werden in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform zwei Antennen, deren Ebenen 0 senkrecht aufeinander stehen, kombiniert, wobei jede Antenne wie in Fig. 6a und Fig. 6c ein Umsymmetriernetzwerk 9 und eine Anpaßschaltung 17 besitzt. Am Ausgang der Anpaßschaltung 17 wird die Spannung für Zirkularpolarisation  $U_z$  mit Hilfe eines Phasendrehglieds 18 und einer Summationsschaltung 19 gebildet. Letztere sind in Fig. 6c mit Hilfe einer Parallelschaltung von Leitungen, deren Länge sich um  $\lambda/4$  unterscheidet, realisiert. Die Anpaßschaltung 17 kann vorteilhaft durch gedruckte Blindelemente wie in Fig. 6b dargestellt realisiert werden. Die Leitungen zur Umsymmetrierung sind als Leitungen 10a,b, das Netzwerk als Anpassung als Serien- bzw. Stichleitungen 17 und zur Zusammenschaltung und 90 Grad-Phasendrehung als Leitung 18 jeweils gedruckt ausgeführt.

**[0017]** Mit Antennen dieser Ausführungsform wird ein geeignetes Elevationsdiagramm nach Fig. 11 vom Charakter der Diagramme D2 und D3 für die Einzelantenne nach Fig. 5 eingestellt. Nach der Zusammenschaltung gemäß Fig. 6c stellt sich daraus das für Zirkularpolarisation geforderte Gesamtdiagramm nach Fig. 12a (Schnitt Azimutwinkel = const.) und Fig. 12b (räumliches Diagramm) ein.

**[0018]** Bei einer Schiefelage der leitenden Grundfläche, z.B. bei einem gekrümmten Fahrzeugdach im Randbereich eines Fensters kann die Unsymmetrie der leitenden Grundfläche 1 und die Neigung durch unterschiedliche Kapazitätswerte in den einzelnen Antennenzweigen ausgeglichen werden. Dies entspricht einem Schielen des Diagramms. Ein mit erfindungsgemäßen Antennen einstellbares schielendes Diagramm mit einem Schielwinkel von ca. 15 Grad gegenüber dem Zenitwinkel zeigt beispielhaft Fig. 13.

**[0019]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können N Antennen rotationssymmetrisch im Winkelabstand von jeweils  $360/N$  Grad zu einer vertikalen Symmetrielinie 8 wie in Fig. 7 angeordnet werden. Entsprechend werden Phasendrehglieder 18 mit einem jeweiligen Phasendrehwinkel von  $360/N$  Grad vorgesehen, deren Ausgangssignale in der Summationsschaltung 19 zusammengeführt werden und am Sammelpunkt 11 verfügbar sind. Hinsichtlich der Ausgestaltung der Impedanz 7 gelten die oben genannten Regeln. Die Rundheit des azimutalen Richtdiagramms kann durch Wahl hinreichend großer Werte von N weiter verbessert werden. Die Rotationssymmetrie einer derartigen Anordnung läßt den Wegfall des vertikalen Leiters 4a', wie in Fig. 8, zu.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Satellitenkommunikationsantenne zu einer Kombinationsantenne für den die zusätzliche terrestrische Kommunikation mit vertikaler Polarisation auf einer von der Satellitenfunkfrequenz abweichenden Frequenz erweitert. Dies geht sehr vorteilhaft mit einer

Einsparung von Bauräumen in Kraftfahrzeugen einher. Bei einer aus zwei Antennen gemäß der Grundform dieser Erfindung gestalteten symmetrischen Antenne wie in Fig. 9a ist längs der Symmetrielinie 8 ein vertikaler Antennenleiter 20, welcher am einen Ende mit einem Horizontalteil der Ringstruktur 2 verbunden ist und zwischen dessen unterem Ende und der leitenden Grundfläche 1 ein Anschlußtor Tu zur Ausbildung einer unsymmetrischen Spannung Uu gebildet ist. Hierbei wirken die Leiterteile mit horizontaler Ausdehnung 4b als Dachkapazität für den vertikalen Antennenleiter 20. Die symmetrischen Spannungen werden an den entsprechenden Toren T1a bzw. T1b aus der Ringstruktur 2 abgegriffen. Das Anpaßnetzwerk 29 in Fig. 9b dient zur frequenzselektiven Anpassung der am Anschlußtor Tu für die Frequenz des terrestrischen Funkdienstes vorliegenden Impedanz an den Wellenwiderstand üblicher Koaxialleitungen. Am Ausgang dieses Anpaßnetzwerks 29 liegt die zu Uu proportionale Spannung -Uu vor.

**[0021]** Um den Satellitenfunkdienst nicht zu beeinträchtigen, ist das Anpaßnetzwerk 29 vorteilhaft so zu gestalten, daß das Anschlußtor Tu bei der Satellitenfunkfrequenz mit einem Blindwiderstand oder besonders vorteilhaft mit einem Kurzschluß oder Leerlauf belastet ist. Die Symmetrie der Anordnung kann vorteilhaft zur Entkopplung der Anschlußstore Tu von den Anschlußstoren T1a, T1b bei deren Beschaltung mit dem Umsymmetriernetzwerk 9 verwendet werden. Dies ist zum Schutze des Satellitenfunkdienstes besonders wichtig, wenn die terrestrische Kommunikation bidirektional erfolgt. Bei verbleibender Restunsymmetrie ist es zur Verbesserung der Entkopplung des Satellitenfunkdienstes vorteilhaft, das Umsymmetriernetzwerk 9 derart zu gestalten, daß die Anschlußstore T1a und T1b bei der Frequenz des terrestrischen Funkdienstes mit einem Kurzschluß belastet sind.

**[0022]** In Fig. 10a ist die vollständige Satellitenkommunikationsantenne für zirkulare Polarisation mit dem vertikalen Antennenleiter 20 dargestellt. An den Anschlußstoren T2a und T2b der um 90 Grad gegenüber der Antenne mit den Toren T1a, T1b gedrehten Antenne wird entsprechend der Antenne in Fig. 6c ein Umsymmetriernetzwerk 9 mit nachfolgender Anpaßschaltung 17 wie in Fig. 10b gezeigt, angeschlossen. Bezüglich der Belastung der Tore T2a und T2b bei der Frequenz des terrestrischen Kommunikationsdienstes zum Schutz des Satellitenfunkdienstes gelten die obigen Ausführungen.

**[0023]** In der vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b zur Ausbildung einer Dachkapazität 31 mit einer gekrümmten Oberfläche in Form eines Halbellipsoids ausgestaltet und die Berandung in einer Fläche 30 geführt ist, welche in einer ihrer Dimensionen im wesentlichen senkrecht zur Ebene 0 und somit im wesentlichen parallel zur Ebene 1 orientiert ist. Dies ist beispielhaft in den Figuren 14a und 14b dargestellt. Durch geeignete Wahl von Größe und Form der als Dachkapazität 31 wirksamen gekrümmten Oberfläche in Verbindung mit

der geeigneten Dimensionierung der Impedanzen 7 lassen sich sowohl das Vertikaldiagramm als auch die im Fußpunkt der Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a vorliegenden Fußpunktsimpedanzen wunschgemäß einstellen. Hierbei können die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b zur Ausbildung der Dachkapazität 31 aus draht- oder streifenförmigen Leitern 32 gebildet sein, wie es in Fig. 14b angedeutet ist und auch als Gitterstrukturen ausgeführt sein. Für eine auf besonders einfache Weise gebildete Ausführungsform einer Dachkapazität 31 ist diese komplett in der Fläche 30 als einer Ebene parallel zur leitenden Grundfläche 1 angeordnet (Fig. 15a) und vorzugsweise in gedruckter Leitertechnik ausgebildet, wie es in den Figuren 15a und 15b dargestellt ist. Hierbei ergibt sich die besonders vorteilhafte Eigenschaft, dass sowohl die Dachkapazität 31 und die meist kapazitiv ausgeführten Impedanzen 7 hoch genau und reproduzierbar hergestellt werden können und damit sowohl das Richtdiagramm als auch die o.g. Fußpunktsimpedanzen bei der Serienherstellung mit kleinen Streuungen sichergestellt werden können. Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform in gedruckter Technik zeigt Fig. 16.

**[0024]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden in der Ringstruktur 2 die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b und mehrere Impedanzen 7,7' derart ausgebildet, dass bezüglich der Ebene 0, in welcher die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a geführt sind eine auch hinsichtlich der Impedanzwerte der Impedanzen 7,7' symmetrische Anordnung gegeben ist. Dabei soll die Symmetrie der Anordnung auch bezüglich einer sowohl zur Grundfläche 0 als auch bezüglich der Grundebene 1 senkrecht orientierten Symmetrieebene 33 gegeben sein. Solche Anordnungen sind in den Figuren 17a, 17b und 17c dargestellt. Zur Erläuterung der Wirkungsweise einer Antenne nach der Erfindung, wie sie in Fig. 17c dargestellt ist, soll zunächst die Ringstruktur 2 in Fig. 17a betrachtet werden. Eine solche Ringstruktur enthält die Kapazitäten 7,7', wobei bei Gleichheit der jeweils zur senkrechten Symmetrielinie symmetrisch liegenden Kapazitäten der dadurch gebildete Rahmen auch elektrisch symmetrisch ist. Auch Kapazitäten zwischen Leiterteilen mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b und dem umgebenden Raum stören diese Symmetrie nicht. Somit stellt die Anordnung in Fig. 17a eine Antenne dar, welche nach dem Hauptanspruch der Erfindung gestaltet ist und zusätzlich die Eigenschaft der Symmetrie besitzt. Zur besseren Kenntlichmachung der Wirkungsweise dieser Anordnung sind die Ebene 0, in welcher auch Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a eingebracht sind und die Symmetrieebene 33 schattiert eingezeichnet.

**[0025]** Durch die beschriebene Ankopplung eines Umsymmetriernetzwerks 9, wie es z.B. in Fig. 9b angegeben ist, kann somit aus den Anschlußstoren T1a und T1b aus der symmetrischen Antennenanordnung eine Spannung Us ausgekoppelt werden. Zur Erläuterung der Wirkungs-

weise wird bemerkt, daß in der Ebene 33 in Fig. 17a zunächst keine Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a eingebracht sind. Entsprechend der Nomenklatur in Fig. 3a werden die mit 7,7' gekennzeichneten Impedanzen auf der einen Seite der vertikalen Symmetrielinie 8 in den Figuren 17a bis 17c mit 7 und auf der anderen Seite der Symmetrielinie 8 mit 7' gekennzeichnet. Somit sind alle wirksamen Impedanzen in Fig. 17a bezüglich der mit T1a und T1b gekennzeichneten Tore mit entsprechenden Indizierungen 7,7' hinsichtlich der Platzierung in Bezug auf die Symmetrieebene 33 und aufgrund der gemeinsamen Wirkung auf die Tore T1a und T1b zusätzlich mit 1 indiziert. Die in Fig. 17a unbezeichneten Kapazitäten, welche sich in der Symmetrieebene 33 befinden, sind hinsichtlich der Tore T1a und T1b wirkungslos. In Fig. 17b sind zum Verständnis die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a bezüglich der Tore T1a, T1b weggelassen. Bei gleichbleibender Anordnung sämtlicher in Fig. 17a beschriebener Blindelemente 7 wird in der Symmetrieebene 33 eine Ringstruktur 2 mit den zugehörigen Toren T2a und T2b gebildet. Die Bezeichnungen für die Blindelemente 7 werden demnach entsprechend der in Fig. 17a eingeführten Nomenklatur entsprechend auf diese beiden Tore bezogen. Bei Kombination der beiden Ringstrukturen 2 in den Figuren 17a und 17b zu der in Fig. 17c dargestellten vollständigen Anordnung ergeben sich erfindungsgemäß zwei bezüglich der vertikalen Symmetrielinie 8 vollkommen symmetrische Ringstrukturen 2. Daraus geht hervor, daß eine Anordnung, wie sie in Fig. 18a dargestellt ist, bei geeigneter Wahl der Abmessungen der dort dargestellten Dachkapazitäten 31, welche Koppelkapazitäten ausbilden, wie sie in Fig. 17c dargestellt sind, ebenfalls nach der Erfindung gestaltet ist, wenn die Koppelkapazitäten durch geeignete Ausbildung der

**[0026]** Die in Fig. 18a eingezeichneten Strompfeile für die Ströme I1 und I2 deuten den prinzipiellen Stromfluss der beiden Rahmen 2 an. Die Strompfeile lassen erkennen, auf welche Weise das Impedanznetzwerk bestehend aus Impedanzen 7 gemeinsam für beide Rahmentteile wirksam sind und in welchen der Impedanzen 7 die Ströme I1 und I2 gleichförmig und in welchen sie gegenseitig überlagert sind. In Fig. 18a ist beispielhaft eine Beschaltung der vier Tore T1a, T1b, T2a, T2b angegeben, die es erlaubt, in der geschilderten Weise eine Antenne nach der Erfindung für die zirkular polarisierte Strahlung zu gestalten. Im folgenden werden in den Figuren 18b, 19 und 20 beispielhafte Ausführungsformen für eine Antenne dieser Art aufgeführt. In Fig. 18b werden die beiden Rahmen in der Umgebung der vertikalen Symmetrielinie 8 über eine leitende Zentralstruktur 37 über vorzugsweise gedruckte Koppelkapazitäten verkoppelt. Die entsprechend gestalteten Dachkapazitäten 31 mit ihren Koppelkapazitäten 34 zueinander und solchen Kapazitäten zur ringförmig ausgebildeten Zentralstruktur 37 ermöglichen die Dimensionierung der Antenne im Hin-

blick auf ein gewünschtes Richtdiagramm. Die leitende Zentralstruktur 37 der Antenne in Fig. 19 erlaubt bei ringförmiger Ausbildung die Einbringung eines vertikalen Antennenleiters 20, welcher zur Ausbildung einer gewünschten Impedanz am Anschlußtor Tu mit einer auf einfache Weise gestaltbaren Strahlerkoppelkapazität 38 zur ringförmigen Zentralstruktur 37 geeignet angekoppelt ist. Bei einem weiteren Beispiel einer Antenne nach der Erfindung ist in Fig. 20 eine Kombination aus Dachkapazitäten 31, welche auf einem dielektrischen Körper von der Form eines Pyramidenstumpfs geeignet ausgebildet sind, angebracht, so dass sich über die Koppel- und Raumkapazitäten das geeignete Richtdiagramm einstellt.

**[0027]** In einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Antenne für den koordinierten und gleichzeitigen Empfang von zirkular polarisierten Satellitenfunktionalen und von in einem in der Frequenz dicht benachbarten Hochfrequenzband von terrestrischen Funkstellen ausgestrahlten, vertikal polarisierten Funksignalen gestaltet. Für eine derartige Anwendung ist eine frequenzselektive Entkopplung des terrestrischen Funkdiensts vom Satellitenfunkdienst aufgrund des kleinen Frequenzabstandes nicht möglich. Die symmetrische Ausführungsform der oben geschilderten Antennen besitzt dagegen eine vollkommene Entkopplung zwischen dem vertikalen Antennenleiter 20 und dem Ausgang für den Empfang der Zirkularpolarisation Zu. Somit ist das System nicht auf eine schmalbandige Frequenzselektion zwischen den beiden Funkdiensten angewiesen und es können das terrestrisch ausgestrahlte Signal und das vom Satelliten ausgestrahlte Signal unabhängig voneinander empfangen werden. Eine gegenseitige Bedämpfung durch die Leistungsentnahme an dem jeweils anderen Tor ist dadurch nicht gegeben. Aufgrund der Symmetrie der Antenne ist diese Eigenschaft somit auch für gleichfrequente Signale gegeben derart, daß der Empfang vertikal polarisierter elektrischer Feldkomponenten am vertikalen Antennenleiter 20 keine Bedämpfung bezüglich des Empfangs vertikal polarisierter elektrischer Feldkomponenten am Tor bezüglich des Ausgangs für den Empfang der Zirkularpolarisation Zu bewirkt. Dieser Sachverhalt ist in den Antennen nach den Figuren 10a, 10b, 19, 20 und 22 gegeben.

**[0028]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist in Fig. 22 eine Antenne für den zusätzlich kombinierten bidirektionalen Funkbetrieb mit vertikal polarisierten terrestrischen Funkstellen dargestellt. Hierbei ist der vertikale Antennenleiter 20 zusätzlich für mindestens einen bidirektionalen Funkbetrieb mit vertikal polarisierten terrestrischen Funkstellen eingesetzt. Die Strahlerlänge 43 des vertikalen Antennenleiters 20 für den Funkdienst mit der niedrigsten Frequenz wird dabei auf vorteilhafte Weise hinreichend groß gewählt. Für den Fall einer erforderlichen frequenzselektiven Verkürzung der elektrisch wirksamen Strahlerlänge 43 für höhere Funkkanalfrequenzen werden, wie in den Figuren 21a und 21b angedeutet, auf vorteilhafte Weise in den Längs-

zug des vertikalen Antennenleiters 20 Unterbrechungsstellen mit geeigneten Blindelementen 41 zur Gestaltung des Vertikaldiagramms und der Fußpunktsimpedanz für diese Frequenz eingefügt.

**[0029]** In Fig. 21a ist das Blockschaltbild einer derartigen Kombinationsantenne dargestellt. Um die Impedanzanpassung für die verschiedenen Funkdienste zu bewirken, werden vorteilhaft entsprechende Anpassnetzwerke 29a, 29b, 29c mit Ausgängen 40a, 40b, 40c zum Anschluß der entsprechenden Funkgeräte eingesetzt. Zur Trennung der Impedanzwirkungen und der Signale in den verschiedenen Frequenzbereichen sind die Eingänge der Anpassnetzwerke 29a, 29b, 29c jeweils über eine frequenzselektive Trennschaltung 39a, bzw. 39b, bzw. 39c an das gemeinsame Anschlußtor Tu derart angeschaltet; dass die Anpassungsverhältnisse am Anschlusstor Tu in den Funkfrequenzkanälen der verschiedenen Funkdienste gegenseitig so wenig wie möglich beeinflusst sind.

**[0030]** Zur Vermeidung der durch Strahlung bedingten Verkopplung zwischen dem Anschlußtor Tu des vertikalen Antennenleiters 20 und den Anschlußtor T1a, T1b, T2a, T2b der Ringstrukturen 2 werden vorteilhaft in der Nähe der Fußpunkte der Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a jeweils Entkopplungsnetzwerke 42 eingesetzt. Diese sind derart ausgeführt, dass sie für Signale auf der Frequenz eines bidirektionalen Funkbetriebs mit vertikal polarisierten Funkstellen sperrend wirken, für die Frequenz des zirkular polarisierten Satellitenfunksignals jedoch durchlässig sind. Dadurch wird auf vorteilhafte Weise bewirkt, dass die über das Umsymmetriernetzwerk 9 an den Toren T1a und T1b vorliegenden Impedanzen weder über ihre Wirkkomponente eine Strahlungsdämpfung auf der Frequenz eines bidirektionalen Funkdienstes noch über unerwünschte Reaktanzen auf einer derartigen Frequenz eine störende Wirkung hervorrufen.

#### SdarZusL.doc

#### Liste der Bezeichnungen

##### [0031]

Ebene 0  
leitende Grundfläche 1  
Ringstruktur 2  
Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung 4a  
Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung 4b  
Antennenanschlußstellen 5, 5'  
erster Antennenanschlußpunkt 5a, 5a'  
zweiter Antennenanschlußpunkt 5b, 5b'  
Impedanzanschlußstelle 6, 6'  
erster Impedanzanschlußpunkt 6a, 6a'  
zweiter Impedanzanschlußpunkt 6b, 6b'  
Impedanz 7, 7'

vertikale Symmetrielinie 8  
symmetrische Empfangsspannungen Us  
unsymmetrische Empfangsspannungen Uu  
Umsymmetriernetzwerk 9  
5  
Unsymmetrische Leitungen 10a,b  
Sammelpunkt 11  
Sammelpunkt für symmetrische Spannungen 11a  
Sammelpunkt für unsymmetrische Spannungen 11b  
Symmetriepunkt 12  
10  
Symmetrische Leitung 13  
Bauhöhe 14  
Querabmessung 15  
Abschnitt 16  
Anpaßschaltung 17  
15  
Phasendrehglied 18  
Summationsschaltung 19  
vertikaler Antennenleiter 20  
Leistungsteiler 21  
Koaxialleitung 22  
20  
geschirmte Zweidrahtleitung 23  
Zweidrahtleitung 24  
Leitungsanschlußstelle 25  
Anschluß für Zirkularpolarisation 26  
Leiterplatte 27  
25  
Umwegleitung 28  
Anpaßnetzwerk 29  
Fläche 30  
Dachkapazität 31  
Draht-oder streifenförmige Leiter 32  
30  
Symmetrieebene 33  
Koppelkapazitäten 34  
flächige Leiterstrukturen (35)  
Trennspalten (36)  
Zentralstruktur (37)  
35  
Strahlerlänge (43)  
Strahlerkoppelkapazität (38)  
frequenzselektive Trennschaltungen (39)  
Ausgang(40)  
Blindelemente (41)  
40  
Entkopplungsnetzwerk (42)

Welleneinfall 80  
Elevationswinkel 81  
Anschlußtor T1a  
45  
Anschlußtor T1b  
Anschlußtor T2a  
Anschlußtor T2b  
Anschlußtor Tu  
symmetrische Spannungen Us  
50  
unsymmetrische Spannungen Uu Spannung für Zirkularpolarisation Uz

#### Patentansprüche

- 55  
1. Antenne für die mobile Satellitenkommunikation auf einer im Wesentlichen horizontal orientierten leitenden Grundfläche (1), bestehend aus im Wesentli-

chen linearen Leiterteilen (4) mit im Wesentlichen vertikaler Ausdehnung (4a) und mit im Wesentlichen horizontaler Ausdehnung (4b) sowie einer Antennenanschlusssstelle (5) wobei

- die Leiterteile (4a und 4b) im Wesentlichen in einer senkrecht zur leitenden Grundfläche (1) stehenden Ebene (0) angeordnet sind ;
- die Leiterteile (4a und 4b) zusammen mit der leitenden Grundfläche (1) eine hochfrequent leitende Ringstruktur (2) bilden, **gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:**
- die Ringstruktur (2) ist im Bereich der Leiterteile (4a, 4b) **durch** die Antennenanschlusssstelle (5) und **durch** mindestens eine mit einer Impedanz (7) beschalteten Impedanzanschlusssstelle (6) unterbrochen
- die Fertlegung der Position der Unterbrechungen für die Impedanzanschlusssstelle (6) und für die Antennenanschlusssstelle (5) sowie jeweils der Werte der Impedanz (7) sind die Maßnahmen für die Gestaltung des Antennengewinns für unterschiedliche Elevationswinkel (81).

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenanschlusssstelle (5) im Fußpunkt eines Leiterteils mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) gebildet ist mit einem ersten Antennenanschlusspunkt (5a) am unteren Ende dieses Leiterteils und einem zweiten Antennenanschlusspunkt (5b) an einem hierzu benachbarten Punkt auf der leitenden Grundfläche (1) und die Position der Impedanzanschlusssstelle (6) und ein Blindwiderstand als Impedanz (7) derart gewählt sind, daß hiermit eine bezüglich des Zenits gewünschte Unsymmetrie der Strahlungscharakteristik bei ebenso hinreichenden Richtwerten bei niedrigen Elevationswinkeln gebildet ist (Fig. 2).
3. Antenne nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ringstruktur (2) bezüglich einer auf der leitenden Grundfläche (1) senkrecht stehenden Symmetrielinie (8) symmetrisch ausgebildet ist und somit neben der ersten eine weitere hierzu symmetrische Antennenanschlusssstelle (5') am unteren Ende des anderen auf der leitenden Grundfläche (1) auftreffenden Leiterteils vorhanden ist und ebenso eine weitere Impedanzanschlusssstelle (6') mit gleichgroßer Impedanz (7') symmetrisch zur ersten vorhanden ist und die Beschaltung der Antennenanschlusstellen (5') derart gewählt ist, daß sich dort symmetrische Spannungen  $U_s$  einstellen (Fig. 3a).
4. Antenne nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Umsymmetriernetzwerk (9) zur Beschaltung der

Antennenanschlusstellen (5, 5') vorhanden ist an dessen Ausgang an einem Sammelpunkt (11) die eingangsseitig symmetrisch zur Grundfläche (1) ausgebildeten symmetrischen Spannungen  $U_s$  zusammengefaßt unsymmetrisch verfügbar sind (Fig. 3a).

5. Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umsymmetriernetzwerk (9) aus zwei unsymmetrischen Leitungen (10a,b) mit gleichem Wellenwiderstand besteht, von denen jede eingangsseitig an eine Antennenanschlusssstelle (5) angeschlossen ist und die am Ausgang parallel geschaltet sind und deren Längen derart gewählt sind, daß sich ihre elektrischen Längen um ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Betriebswellenlänge voneinander unterscheiden (Fig. 3b).
6. Antenne nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ringstruktur (2) rechteckförmig ausgeführt ist und im Interesse hinreichender Antennengewinnwerte bei niedrigen Elevationswinkeln (81) des Welleneinfalls (80) in Verbindung mit der Forderung nach einer besonders niedrigen Bauhöhe (14) die Querabmessung (15) nicht wesentlich kleiner gewählt ist als eine halbe Betriebswellenlänge (Fig. 5)
7. Antenne nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Impedanz bzw. die Impedanzen (7) als Kapazitäten ausgeführt sind, deren Wert entsprechend der Forderung nach den in den vorgegebenen Elevationswinkeln des Welleneinfalls (81) zu erreichenden Antennengewinnwerten eingestellt ist (Fig. 1, Fig. 5).
8. Antenne nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erreichung einer hinsichtlich der Gestaltung des Umsymmetriernetzwerks (9) günstigen Antennenimpedanz an der Antennenanschlusssstelle (5) als grober Richtwert für die gestreckte Länge (16) des Abschnitts des Leiterteils (4b) mit im wesentlichen vertikaler Ausdehnung zwischen der Antennenanschlusssstelle (5) und der Position der Impedanz (7) eine ViertelWellenlänge gewählt ist (Fig. 3a, Fig. 5)
9. Antenne nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Sammelpunkt (11) eine verlustarme Anpaßschaltung (17) nachgeschaltet ist zur Transformation der am Sammelpunkt (11) vorliegenden komplexen Impedanz in eine reelle, als Leitungswellenwiderstand realisierbare Impedanz (Fig. 5).
10. Antenne für Zirkularpolarisation,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

zwei gleichartige Antennen nach den Ansprüchen 4 bis 9 vorhanden sind, deren im wesentlichen lineare Leiterteile (4) in aufeinander senkrecht stehenden Ebenen (0) geführt sind und deren Ausgangssignale über ein 90-Grad Phasendrehglied (18) in einer Summationsschaltung (19) zusammengefaßt sind (Fig. 6a, 6c).

**11. Antenne nach Anspruch 10,****dadurch gekennzeichnet, daß**

beide Antennen auf einer als gedruckte Leiterplatte (27) gestalteten leitenden Grundfläche (1) angebracht sind und das Umsymmetriernetzwerk (9) bei der Antennen als Mikrostreifenleitung mit einer Länge von einer halben Wellenlänge und die Anpaßschaltung (17) aus Blindelementen auf dieser Leiterplatte (27) ausgeführt sind und das 90-Grad Phasendrehglied (18) als gedruckte Umwegleitung (28) mit passendem Wellenwiderstand und die Summationsschaltung (19) als einfache Parallelschaltung gedruckter Leitungen realisiert ist (Fig. 6b).

**12. Antenne nach einem der Ansprüche 4 bis 9,****dadurch gekennzeichnet, daß**

N gleichartige Antennen vorhanden sind, deren im wesentlichen lineare Leiterteile (4) jeweils in einer Ebene (0) geführt sind und die Ebene (0) jeweils um den azimutalen Winkel von  $360^\circ/N$  gegeneinander versetzt sind, so daß eine rotationssymmetrische Anordnung um eine vertikale Symmetrielinie (8) gegeben ist in der Weise, daß in dieser Symmetrielinie ein vertikaler Leiter (4a') als allen N Antennen gemeinsam angehöriger Leiterteil mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) vorhanden ist und die Ausgangssignale der Antennen jeweils über Phasendrehglieder (18), deren elektrischer Phasenwinkel gleich dem zugehörigen azimutalen Winkelversatz der zugehörigen Ebene (0) entspricht, in einer Summationsschaltung (19) zusammengefaßt sind (Fig. 7).

**13. Antenne nach Anspruch 12,****dadurch gekennzeichnet, daß**

der vertikale Leiter (4a') aufgrund der Rotationssymmetrie der Anordnung resultiert, weggelassen ist (Fig. 8)

**14. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 11,****dadurch gekennzeichnet, daß**

die Ringstruktur (2) bezüglich einer auf der leitenden Grundfläche (1) senkrecht stehenden Symmetrielinie (8) symmetrisch ausgebildet ist und die Antennenanschlußstelle (5) im Symmetriepunkt (12) symmetrisch zur Symmetrielinie (8) ausgebildet ist und zu einer ersten Impedanzanschlußstelle (6) eine weitere Impedanzanschlußstelle (6') mit gleich großer Impedanz (7) bezüglich der Symmetrielinie (8)

symmetrisch zur ersten vorhanden ist und die Beschaltung der Antennenanschlußstelle (5) derart gewählt ist, daß sich dort bezüglich des Symmetriepunkts (12) symmetrische Spannungen  $-U_s$  einstellen (Fig. 4a, 4b).

**15. Antenne nach Anspruch 14,****dadurch gekennzeichnet, daß**

an der Antennenanschlußstelle (5) zwei längs der Symmetrielinie (8) zueinander parallel geführte gerade Leiter als eine Zweidrahtleitung (24) angeschlossen sind und an dem der leitenden Grundfläche (1) benachbartem Ende der Zweidrahtleitung (24) eine Leitungsanschlußstelle (25) derart gebildet ist, daß zwischen jedem Leiterende und der leitenden Grundfläche (1) die unsymmetrische Spannung  $\sim U_u$  und zwischen den beiden Leiterenden die symmetrische Spannung  $\sim U_s$  anliegt (Fig. 4b).

**16. Antenne nach Anspruch 15,****dadurch gekennzeichnet, daß**

die Zweidrahtleitung (24) als eine geschirmte Zweidrahtleitung (23) ausgeführt ist, deren Schirm am anderen Leitungsende mit der Grundfläche (1) verbunden ist (Fig. 4c)

**17. Antenne nach Anspruch 16,****dadurch gekennzeichnet, daß**

anstelle der geschirmten Zweidrahtleitung (23) zwei zueinander parallel geführte Koaxialleitungen geführt sind, deren Innenleiter jeweils an einem Leitungsende jeweils mit einem Anschluß der Antennenanschlußstelle (5) verbunden ist und deren Außenleiter mit der Grundfläche (1) verbunden ist, so daß an dieser Stelle zwischen den Innenleitern die symmetrische Spannungen  $\sim U_s$ , anliegen und zwischen jedem Innenleiter und der Grundfläche (1) die unsymmetrischen Spannungen  $\sim U_u$  (Fig. 4d).

**18. Antenne nach einem der Ansprüche 4 und 14 bis 17,****dadurch gekennzeichnet, daß**

ein Auskoppelnetzwerk (9a) zur Auskopplung unsymmetrischer Spannungen  $-U_u$  in Kombination mit dem Umsymmetriernetzwerk (9) vorhanden und eingangsseitig mit den Antennenanschlußstellen (5) oder der Leitungsanschlußstelle (25) verbunden ist, an dessen Ausgang an einem ersten Sammelpunkt (11b) die eingangsseitig unsymmetrisch zur Grundfläche (1) ausgebildeten unsymmetrischen Spannungen  $\sim U_u$  zusammengefaßt unsymmetrisch vorliegen und die symmetrisch zur Grundfläche (1) ausgebildeten symmetrischen Spannungen  $\sim U_s$  am Ausgang des Umsymmetriernetzwerks (9) am zweiten Sammelpunkt für symmetrische Spannungen (11a) unsymmetrisch vorliegen (Fig. 3c, 4d).

**19. Antenne nach Anspruch 18,****dadurch gekennzeichnet, daß**

- längs der Symmetrielinie (8) ein vertikaler Antennenleiter (20) ausgebildet ist, welcher an einem Ende mit der Ringstruktur (2) verbunden ist und an dem der leitenden Grundfläche (1) benachbartem Ende des vertikalen Antennenleiters (20) ein Anschlußtor (Tu) zur Ausbildung einer unsymmetrischen Spannung  $\sim U_u$  gebildet ist (Fig. 9a, 9b).
20. Antenne nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** neben dem Umsymmetriernetzwerk (9), welches eingangsseitig an die als erstes Anschlußtor (T1a) und zweites Anschlußtor (T1b) ausgeführten Antennenanschlußstellen (5) angeschlossen ist, und der verlustarmen Anpaßschaltung (17) ein Anpaßnetzwerk (29) zur Gestaltung einer angepaßten Auskopplung der unsymmetrischen Spannung  $\sim U_u$  vorhanden ist (Fig. 9b).
21. Antenne nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der vertikaler Antennenleiters (20) im Kreuzungs- und Symmetriepunkt (12) der beiden Antennen mit diesen verbunden ist (Fig. 10a, 10b).
22. Antenne für den Empfang von zirkular polarisierten Satellitensignalen nach einem der Ansprüche 10, 21 und 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei einer Länge des Abschnitts (16) von ca. einem Viertel der Betriebswellenlänge der Kapazitätswert der Impedanz (7) derart gewählt ist, daß der Blindwiderstand etwa 5 bis 30 mal größer ist als die Impedanz einer Viertelwellen-Monopolantenne und somit hinreichend groß gewählt ist, daß der Antennengewinn einer unter kleinen Elevationswinkeln einfallender Strahlung und der aus dem Zenit einfallenden Strahlung entsprechend den Anforderungen hinreichend groß ist. (Fig. 6c, 7, 8, 10a, 10b)
23. Antenne nach Anspruch 19 bis 22 **dadurch gekennzeichnet, daß** für den zusätzlichen Sende- bzw. Empfangsbetrieb bei Rundstrahlung mit vertikaler Polarisation eine unsymmetrische Spannung  $\sim U_u$  am Anschlußtor (Tu) eingespeist bzw. entnommen ist (Fig.10a, 10b).
24. Antenne nach Anspruch 23 **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Frequenzverschiedenheit der Frequenzen der symmetrischen Spannungen  $U_s$  und der unsymmetrischen Spannungen  $U_u$  zur Verbesserung der durch Restunsymmetrie der Anordnung begrenzten Entkopplung zwischen dem Sammelpunkt für unsymmetrische Spannungen (11b) und dem Sammelpunkt für symmetrische Spannungen (11a) durch frequenzselektive Maßnahmen im Anpaßnetzwerk (29) und oder in der Anpaßschaltung (17) verbessert
- ist.
25. Antenne nach Anspruch 3 bis 24 **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Vorhandensein von Diskontinuitäten in der leitenden Grundfläche (1) bzw. bei deren Schiefelage gegenüber der Horizontalen abweichend von der ansonsten gegebenen Symmetrie der Anordnung die Impedanzen (7) zum Ausgleich der davon herrührenden Störung des Richtdiagramms in den einzelnen Zweigen entsprechend unterschiedlich gewählt werden.
26. Antenne nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung (4b) zur Ausbildung einer Dachkapazität (31) flächig ausgestaltet und in einer Fläche (30) geführt sind, welche in einer ihrer Dimensionen im wesentlichen senkrecht zur Ebene (0) orientiert ist (Fig.14a)
27. Antenne nach Anspruch 26 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung (4b) zur Ausbildung der Dachkapazität (31) aus draht - oder streifenförmigen Leitern (32) gebildet sind. (Fig.14b)
28. Antenne nach 26 und 27 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche (30) als eine Ebene parallel zur leitenden Grundfläche (1) und vorzugsweise in gedruckter Leitertechnik ausgebildet ist. (Fig. 15a, 15b,16)
29. Antenne nach Anspruch 28 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Gestaltung der Ringstruktur (2) die Leiterteile mit wesentlicher horizontaler Ausdehnung (4b) und mehrere Impedanzen (7, 7') derart gebildet sind, dass bezüglich der Ebene (0), in welcher die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) geführt sind, eine auch welcher die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) geführt sind, eine auch hinsichtlich der Impedanzwerte der Impedanzen (7, 7') symmetrische Anordnung gegeben ist und die Symmetrie der Anordnung auch bezüglich einer sowohl zur Grundfläche (0) als auch bezüglich der Grundebene (1) senkrecht orientierten Symmetrieebene (33) gegeben ist (Fig. 17a, 17b)
30. Antenne nach Anspruch 29 **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden gleichartigen Antennen derart gebildet sind, dass durch die Ebene (0) der einen Antenne die Symmetrieebene (33) der anderen Antenne gebildet ist und umgekehrt und die Gesamtanordnung bezüglich der aus der Schnittlinie der Ebene (0) mit

der Symmetrieebene (33) der Antennen gebildeten vertikalen Symmetrielinie (8) aus deckungsgleichen Quadranten gestaltet ist. (Fig.17c, 17d)

31. Antenne nach Anspruch 30

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zur Ausbildung der die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) an deren oberen Ende jeweils belastende Dachkapazitäten (31) geeigneter Größe und zur Ausbildung der Impedanzen (7) als Koppelkapazitäten (34) zur Bildung der Ringstrukturen (2) beider Antennen in der Fläche (30) jeweils voneinander galvanisch getrennte flächige Leiterstrukturen (35) vorhanden sind, deren einander benachbarte Berandungen durch Formgebung und durch die zwischen ihnen liegenden Trennspalten (36) geeignet gestaltet sind. (Fig. 18a,)

32. Antenne nach Anspruch 30,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zur Ausbildung der die Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) an deren oberen Ende jeweils belastende Dachkapazitäten (31) geeigneter Größe in der Fläche (30) jeweils voneinander galvanisch getrennte flächige Leiterstrukturen (35) vorhanden sind und eine die vertikale Symmetrielinie (8) umgebende Zentralstruktur (37) vorhanden ist, an welche die Dachkapazitäten (31) zur Ausbildung der Impedanzen (7) als Koppelkapazitäten (34) zur Bildung der Ringstrukturen (2) beider Antennen kapazitiv angekoppelt sind. (Fig.18b)

33. Antenne nach Anspruch 31 und 32 in Verbindung mit Anspruch 19,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Bereich in unmittelbarer Umgebung der vertikalen Symmetrielinie (8) von Leiterteilen frei gelassen gestaltet ist und der vertikale Antennenleiter (20) jedoch kapazitiv an Teile der Ringstruktur (2), wie z.B. die Zentralstruktur (37) oder die Dachkapazitäten (31) angekoppelt ist und die Strahlerlänge (43) und die Strahlerköpplkapazität (38) zur Einstellung der kapazitiven Ankopplung im Hinblick auf eine geeignete, am Anschlussstor (Tu) vorliegende Impedanz gewählt sind. (Fig. 19, 20)

34. Antenne nach Anspruch 10 in Verbindung den Ansprüchen 21 bzw. 30 für den koordinierten und gleichzeitigen Empfang von zirkular polarisierten Satellitenfunktensignalen und von in einem, in der Frequenz dicht benachbarten Hochfrequenzband, von terrestrischen Funkstellen ausgestrahlten, vertikal polarisierten Funkensignalen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der vertikale Antennenleiter (20) mit dem Anpassnetzwerk (29) zum Empfang der vertikal polarisierten terrestrischen Funkensignale in der unsymmetrischen Spannung  $U_u$  und die Antenne mit An-

passschaltung (17), Phasendrehglied (18) und Summationsschaltung (19) zum Empfang der zirkular polarisierten. Satellitenfunktensignale in der Spannung für Zirkularpolarisation  $U_z$  gestaltet ist, wobei unter Ausnutzung der durch die Symmetrie gegebenen Entkopplung keine wirksamen frequenzselektiven Maßnahmen zur gegenseitigen Abgrenzung der Satellitenfunktensignale von den terrestrischen Funkensignalen gegeben sind (Fig.10a, 10b, Fig. 19, Fig. 20)

35. Antenne nach Anspruch 34 für den kombinierten bidirektionalen Funkbetrieb mit vertikal polarisierten terrestrischen Funkstellen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Strahlerlänge (43) des vertikalen Antennenleiters (20) für den Funkdienst mit der niedrigsten Frequenz hinreichend groß gewählt ist und für die Funkdienste entsprechende Anpassnetzwerke (29a, 29b, 29c, ...) mit Ausgängen (40a, 40b, 40c, ...) zum Anschluss der entsprechenden Funkgeräte vorhanden sind und die Eingänge der Anpassnetzwerke (29a, 29b, 29c, ...) jeweils an das Anschlussstor Tu angeschaltet sind und frequenzselektive Trennschaltungen (39a, 39b, 39c, ...) derart enthalten, dass die Anpassungsverhältnisse am Anschlussstor Tu in den Funkfrequenzkanälen der verschiedenen Funkdienste gegenseitig so wenig wie möglich beeinflusst sind. (Fig. 21a, Fig. 22)

36. Antenne nach Anspruch 35

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zur frequenzselektiven Verkürzung der elektrisch wirksamen Strahlerlänge (43) für höhere Funkkanalfrequenzen in den Längszug des vertikalen Antennenleiters (20) Unterbrechungsstellen mit geeigneten Schaltungen aus Blindelementen (41) eingebracht sind. (Fig. 21 a)

37. Antenne nach Anspruch 35 und 36

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zur Vermeidung der durch Strahlung bedingten Verkopplung zwischen dem Anschlussstor Tu des vertikalen Antennenleiters (20) und den Anschlussstoren T1a, T1b, T2a, T2b der Ringstrukturen (2) in der Nähe der Fußpunkte der Leiterteile mit wesentlicher vertikaler Ausdehnung (4a) jeweils Entkopplungsnetzwerke (42) vorhanden sind, welche für Signale auf der Frequenz eines bidirektionalen Funkbetriebs mit vertikal polarisierten Funkstellen sperrend wirken, für die Frequenz des zirkular polarisierten Satellitenfunktensignals jedoch durchlässig gestaltet sind. (Fig. 21b)

55 **Claims**

1. Antenna for mobile satellite communication on a substantially horizontally oriented conductive base sur-

face (1), comprising substantially linear conductor parts (4) having substantially vertical extent (4a) and having substantially horizontal extent (4b), as well as an antenna connection point (5), whereby

- the conductor parts (4a and 4b) are disposed substantially in a plane (0) standing perpendicular to the conductive base surface (1);
- the conductor parts (4a and 4b) form a high-frequency conductive ring structure (2) together with the conductive base surface (1),

**characterized by the following characteristics:**

- the ring structure (2) is interrupted by the antenna connection point (5) and by at least one impedance connection point (6) wired to an impedance (7), in the region of the conductor parts (4a and 4b),
- the establishment of the position of the interruptions for the impedance connection point (6) and for the antenna connection point (5), as well as the establishment of the values for the impedance (7), in each instance, are the measures for configuring the antenna gain for different elevation angles (81).

**2. Antenna according to claim 1,**

**characterized in that**

the antenna connection point (5) is formed at the foot point of a conductor part having substantially vertical extent (4a), together with a first antenna terminal (5a) at the lower end of this conductor part, and a second antenna terminal (5b) at a point adjacent thereto on the conductive base surface (1), and the position of the impedance connection point (6) and a reactance as the impedance (7) are selected in such a way that the desired asymmetry of the radiation characteristic with respect to the zenith is formed herewith, while at the same time the guide values at low elevation angles are also sufficient (Fig. 2).

**3. Antenna according to claim 1 and 2,**

**characterized in that**

the ring structure (2) is formed symmetrically with respect to a symmetry line (8) standing vertically on the conductive base surface (1) and thus, in addition to the first antenna connection point, a further antenna connection point (5') disposed symmetrically relative thereto is provided at the lower end of the other conductor part impacting the conductive base surface (1), and also a further impedance connection point (6') with identical impedance (7') disposed symmetrically relative to the first is provided, and the wiring of the antenna connection points (5') is chosen such that symmetrical voltages  $U_s$  are established there (Fig. 3a).

**4. Antenna according to claim 3,**

**characterized in that**

there is provided, for wiring the antenna connection points (5, 5'), an asymmetrizing network (9), at the output of which the symmetrical voltages  $U_s$  formed symmetrically relative to the base surface (1) are available in combined asymmetrical form at a collection point (11) (Fig. 3a).

**5. Antenna according to claim 4,**

**characterized in that**

the asymmetrizing network (9) comprises two asymmetrical lines (10a, b) with identical characteristic wave impedance, each of which lines is connected on the input side to an antenna connection point (5), and which are connected in parallel at the output, and the lengths of which are chosen such that their electrical lengths differ from one another by an odd multiple of half the operating wavelength (Fig. 3b).

**6. Antenna according to one of claims 2 to 5,**

**characterized in that**

the ring structure (2) has rectangular shape and, in the interest of sufficient antenna gain values at low elevation angles (81) of the wave incidence (80), in combination with the requirement of a particularly low overall height (14), the size chosen for the cross dimension (15) is not substantially smaller than one half operating wavelength (Fig. 5).

**7. Antenna according to one of claims 2 to 6,**

**characterized in that**

the impedance or the impedances (7) are constructed as capacitors, whose capacitance is adjusted according to the requirement of the antenna gain values to be achieved at the predesignated elevation angles of the wave incidence (81) (Fig. 1, Fig. 5).

**8. Antenna according to one of claims 2 to 7,**

**characterized in that**

in order to achieve an antenna impedance which, at the antenna connection point (5), is favorable with respect to configuration of the asymmetrizing network (9), one quarter wavelength is chosen as a rough guide value for the straight length (16) of the portion of the conductor part (4b) with substantially vertical extent between the antenna connection point (5) and the position of the impedance (7) (Fig. 3a, Fig. 5).

**9. Antenna according to one of claims 4 to 8,**

**characterized in that**

a low-loss matching circuit (17) is connected downstream from the collection point (11) in order to transform the complex impedance present at the collection point (11) to a real impedance that can be constructed as a line-type characteristic wave impedance (Fig. 5).

10. Antenna for circular polarization, **characterized in that** two identical antennas according to claims 4 to 9 are provided, the substantially linear conductor parts (4) of which are routed in orthogonal planes (0) and the output signals of which are combined via a 90-degree phase-rotation element (18) in a summation circuit (19) (Fig. 6a, 6c).
11. Antenna according to claim 10, **characterized in that** both antennas are attached on a conductive base surface (1) configured as a printed circuit board (27), and the asymmetrizing network (9) of both antennas is designed as a micro-strip line with a length of one half wavelength, while the matching circuit (17) is made from reactive elements on this printed circuit board (27), and the 90-degree phase-rotation element (18) is constructed as a printed phasing line (28) with matching characteristic wave impedance, and the summation circuit (19) is constructed as a simple parallel circuit of printed lines (Fig. 6b).
12. Antenna according to one of claims 4 to 9, **characterized in that** N identical antennas are provided, the substantially linear conductor parts (4) of which are respectively routed in a plane (0), and the planes (0) are respectively spaced apart from one another by the azimuth angle of  $360^\circ/N$ , so that a rotationally symmetrical arrangement around a vertical symmetry line (8) is obtained in such a manner that a vertical conductor (4a') is present in this symmetry line as the conductor part having substantially vertical extent (4a) that is common to all N antennas, and the output signals of the antennas are respectively combined via phase-rotation elements (18), whose electrical phase angle corresponds identically to the associated azimuthal angular spacing of the associated plane (0), in a summation circuit (19) (Fig. 7).
13. Antenna according to claim 12, **characterized in that** the vertical conductor (4a'), on the basis of which rotational symmetry of the arrangement results, is dispensed with (Fig. 8).
14. Antenna according to one of claims 1 to 11, **characterized in that** the ring structure (2) is formed symmetrically with respect to a symmetry line (8) standing vertically on the conductive base surface (1), and the antenna connection point (5) at the symmetry point (12) is formed symmetrically with respect to the symmetry line (8) and, in addition to a first impedance connection point (6), a further impedance connection point (6') with identical impedance (7) is provided symmetrically relative to the first with respect to symmetry
- line (8), and the wiring of the antenna connection point (5) is chosen such that voltages  $\sim U_s$  symmetrical with respect to the symmetry point (12) are established there (Fig. 4a, 4b).
15. Antenna according to claim 14, **characterized in that** two straight conductors routed parallel to one another along the symmetry line (8) are connected as a two-wire line (24) to the antenna connection point (5), and a line connection point (25) is formed at the end of the two-wire line (24) adjacent to the conductive base surface (1), in such a way that the asymmetrical voltage  $\sim U_u$  is present between each conductor end and the conductive base surface (1), and the symmetrical voltage  $\sim U_s$  is present between the two conductor ends (Fig. 4b).
16. Antenna according to claim 15, **characterized in that** the two-wire line (24) is designed as a shielded two-wire line (23), whose shield is connected at the other end of the line to the base surface (1) (Fig. 4c).
17. Antenna according to claim 16, **characterized in that**, instead of the shielded two-wire line (23), two coaxial lines routed parallel to one another are routed, each inner conductor of which is connected at each end of the line to a terminal of the antenna connection point (5), and the outer conductor of which is connected to the base surface (1), so that the symmetrical voltages  $\sim U_s$  are present at this point between the inner conductors, and the asymmetrical voltages  $\sim U_u$  are present between each inner conductor and the base surface (1) (Fig. 4d).
18. Antenna according to one of claims 4 and 14 to 17, **characterized in that** a coupling-out network (9a) for coupling out asymmetrical voltages  $\sim U_u$  is provided in combination with the asymmetrizing network (9) and, on the input side, is connected to the antenna connection points (5) or to the line connection point (25), at the output of which coupling-out network there are present, in combined asymmetrical form, at a first collection point (11b), the asymmetrical voltages  $\sim U_u$  formed asymmetrically relative to the base surface (1) on the input side, and the symmetrical voltages  $\sim U_s$  formed symmetrically relative to the base surface (1) are present in asymmetrical form at the output of the asymmetrizing network (9) at the second collection point for symmetrical voltages (11a) (Fig. 3 c, 4d).
19. Antenna according to claim 18, **characterized in that** a vertical antenna conductor (20) connected at one end to the ring structure (2) is formed along the sym-

metry line (8), and a connecting gate (Tu) for formation of an asymmetrical voltage  $\sim U_u$  is formed at the end of the vertical antenna conductor (20) adjacent to the conductive base surface (1) (Fig. 9a, 9b).

20. Antenna according to claim 19,  
**characterized in that**  
a matching network (29) for configuration of matched coupling out of the asymmetrical voltage  $\sim U_u$  is provided in addition to the asymmetrizing network (9), which on the input side is connected to the antenna connection points (5) constructed as the first connecting gate (T1a) and second connecting gate (T1b), and to the low-loss matching circuit (17) (Fig. 9b).
21. Antenna according to claim 20,  
**characterized in that**  
the vertical antenna conductor (20) is connected to the two antennas at their intersection and symmetry point (12) (Fig. 10a, 10b).
22. Antenna for reception of circularly polarized satellite signals according to one of claims 10, 21 and 22,  
**characterized in that**  
when the length of the portion (16) is about one quarter of the operating wavelength, the capacitance of the impedance (7) is chosen such that the reactance is about 5 to 30 times greater than the impedance of a quarter-wave monopole antenna and thus is sufficiently large that the antenna gain of radiation incident at small elevation angles and the radiation incident from the zenith is sufficiently large to satisfy the requirements. (Fig. 6c, 7, 8, 10a, 10b)
23. Antenna according to claim 19 to 22,  
**characterized in that**  
an asymmetrical voltage  $\sim U_u$  is supplied or drawn at the connecting gate (Tu) for the additional transmission or reception operation during omnidirectional radiation with vertical polarization (Fig. 10a, 10b).
24. Antenna according to claim 23,  
**characterized in that**,  
in the event of a difference in the frequencies of the symmetrical voltage  $U_s$  and the asymmetrical voltage  $U_u$ , the decoupling between the collection point (11b) for asymmetrical voltages and the collection point (11a) for symmetrical voltages, which is limited due to residual asymmetry of the arrangement, is improved by frequency-selective measures in the matching network (29) and/or in the matching circuit (17).
25. Antenna according to claim 3 to 24,  
**characterized in that**  
in the event of discontinuities in the conductive base surface (1) or in the event of inclination thereof rel-

ative to the horizontal in a manner deviating from the symmetry of the arrangement that otherwise exists, appropriately different values are chosen for the impedances (7) in the individual branches in order to compensate for the resulting perturbation of the directional diagram.

26. Antenna according to claim 1,  
**characterized in that**  
the conductor parts having substantially horizontal extent (4b) for formation of a roof capacitor (31) have sheet-type configuration and are routed in a surface (30) which in one of its dimensions is oriented substantially perpendicular to the plane (0). (Fig. 14a)
27. Antenna according to claim 26,  
**characterized in that**  
the conductor parts having substantially horizontal extent (4b) for formation of the roof capacitor (31) are formed from wire-like or strip-like conductors (32). (Fig. 14b)
28. Antenna according to 26 and 27,  
**characterized in that**  
the surface (30) is formed as a plane parallel to the conductive base surface (1) and preferably as printed circuitry. (Fig. 15a, 15b, 16)
29. Antenna according to claim 28,  
**characterized in that**  
in order to configure the ring structure (2), the conductor parts having substantially horizontal extent (4b) and a plurality of impedances (7, 7') are formed in such a way that, relative to the plane (0) in which the conductor parts having substantially vertical extent (4a) are routed, an arrangement that is also symmetrical with respect to the impedance values of the impedances (7, 7') is obtained, and symmetry of the arrangement is also achieved with respect to a symmetry plane (33) oriented perpendicular both to the base surface (0) and with respect to the base plane (1) (Fig. 17a, 17b)
30. Antenna according to claim 29,  
**characterized in that**  
the two identical antennas are formed in such a way that the plane (0) of the one antenna forms the symmetry plane (33) of the other antenna and vice versa, and the overall arrangement is configured from congruent quadrants with respect to the vertical symmetry line (8) formed from the line of intersection of the plane (0) with the symmetry plane (33) of the antennas. (Fig. 17c, 17d)
31. Antenna according to claim 30,  
**characterized in that**  
to form the roof capacitors (31) of suitable size respectively loading the conductor parts having sub-

stantially vertical extent (4a) at their upper end, and to form the impedances (7) as coupling capacitors (34) for formation of the ring structures (2) of both antennas in the surface (30), there are provided sheet-type conductor structures (35) which respectively are galvanically insulated from one another and whose peripheries adjacent to one another are suitably configured by shaping and by the isolating gaps (36) disposed therebetween (Fig. 18a)

**32. Antenna according to claim 30, characterized in that**

to form the roof capacitors (31) of suitable size respectively loading the conductor parts having substantially vertical extent (4a) at their upper end, there are provided, in the surface (30), sheet-type conductor structures (35) which respectively are galvanically insulated from one another, and there is provided a central structure (37) which surrounds the vertical symmetry line (8) and to which the roof capacitors (31) are capacitively coupled to form the impedances (7) as the coupling capacitors (34) for formation of the ring structures (2) of both antennas. (Fig. 18b)

**33. Antenna according to claim 31 and 32, characterized in that**

the region in the immediate vicinity of the vertical symmetry line (8) of conductor parts is left unoccupied, and the vertical antenna conductor (20) is nevertheless coupled capacitively to parts of the ring structure (2), such as the central structure (37) or the roof capacitors (31), and the radiator length (43) and the radiator coupling capacitor (38) are chosen so as to adjust the capacitive coupling to a value that ensures that a suitable impedance will be present at the connecting gate (Tu). (Fig. 19, 20)

**34. Antenna according to claim 21 or 30 for coordinated and simultaneous reception of circularly polarized satellite radio signals and of vertically polarized radio signals radiated by terrestrial radio sources in a high-frequency band of closely adjacent frequency, characterized in that**

the vertical antenna conductor (20) with the matching network (29) is configured for reception of the vertically polarized terrestrial radio signals in the asymmetrical voltage  $U_u$ , and the antenna with matching circuit (17), phase-rotation element (18) and summation circuit (19) is configured for reception of the circularly polarized satellite radio signals in the voltage for circular polarization  $U_z$ , but no active frequency-selective measures for mutual discrimination of the satellite radio signals from the terrestrial radio signals are employed, because the decoupling resulting from the symmetry is exploited (Fig. 10a, 10b, Fig. 19, Fig. 20).

**35. Antenna according to claim 34 for combined bidirec-**

tional radio operation with vertically polarized terrestrial radio sources,

**characterized in that**

a sufficiently large value is chosen for the radiator length (43) of the vertical antenna conductor (20) for the radio service with the lowest frequency, and corresponding matching networks (29a, 29b, 29c, ...) with outputs (40a, 40b, 40c, ...) for connection of the corresponding radio devices are provided for the radio services, and the inputs of the matching networks (29a, 29b, 29c, ...) are respectively connected to the connecting gate Tu, and frequency-selective isolating circuits (39a, 39b, 39c, ...) are contained in such a way that the matching conditions at the connecting gate Tu are mutually influenced as little as possible in the radio-frequency channels of the various radio services. (Fig. 21 a, Fig. 22)

**36. Antenna according to claim 35, characterized in that**

for frequency-selective shortening of the electrically effective radiator length (43) for higher radio channel frequencies, interruption points with suitable circuits of reactive elements (41) are inserted in the long stretch of the vertical antenna conductor (20). (Fig. 21 a)

**37. Antenna according to claim 35 and 36, characterized in that**

to avoid the radiation-induced coupling between the connecting gate Tu of the vertical antenna conductor (20) and the connecting gates T1a, T1b, T2a, T2b of the ring structures (2), there are provided, in the vicinity of the foot points of the conductor parts having substantially vertical extent (4a), decoupling networks (42), which act respectively to block signals at the frequency of a bidirectional radio operation with vertically polarized radio sources, but are configured to pass the frequency of the circularly polarized satellite radio signal. (Fig. 21b)

**Revendications**

**1.** Antenne pour les communications mobiles par satellite sur une surface de base conductrice (1) d'orientation sensiblement horizontale, composée de parties de conducteurs (4) sensiblement linéaires d'extension sensiblement verticale (4a) et d'extension sensiblement horizontale (4b) ainsi que d'un point de connexion d'antenne, dans laquelle :

- les parties de conducteurs (4a et 4b) sont disposées pour l'essentiel dans un plan (0) perpendiculaire à la surface de base conductrice (1) ;
- les parties de conducteurs (4a et 4b) forment avec la surface de base conductrice (1) une structure annulaire (2) conductrice à haute

fréquence ;

**caractérisée en ce que :**

- la structure annulaire (2) est interrompue au niveau des parties de conducteurs (4a, 4b) par le point de connexion d'antenne (5) et par au moins un point de connexion d'impédance (6) connecté à une impédance (7) ;
  - la détermination de la position des interruptions pour le point de connexion d'impédance (6) et le point de connexion d'antenne (5) ainsi que des valeurs de l'impédance (7) constitue les mesures de dimensionnement du gain de l'antenne pour différents angles d'élévation (81).
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le point de connexion d'antenne (5) est formé au pied d'une partie d'antenne d'extension sensiblement verticale (4a) avec un premier point de connexion d'antenne (5a) à l'extrémité inférieure de cette partie de conducteur et un second point de connexion d'antenne (5b) en un point voisin de celle-ci sur la surface de base conductrice (1) et la position du point de connexion d'impédance (6) et une réactance servant d'impédance (7) sont choisies de manière à former une asymétrie souhaitée de la caractéristique de rayonnement par rapport au zénith avec des valeurs directionnelles suffisantes aux faibles angles d'élévation.
  3. Antenne selon les revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** la structure annulaire (2) est asymétrique par rapport à une ligne de symétrie (8) perpendiculaire à la surface de base conductrice (1) et il existe ainsi près du premier point de connexion d'antenne un autre point de connexion d'antenne (5') symétrique de celui-ci à l'extrémité inférieure de l'autre partie de conducteur touchant la surface de base conductrice (1) et un autre point de connexion d'impédance (6') avec une impédance (7') identique symétrique au premier, et le montage des points de connexion d'antenne (5') est choisi de manière à y obtenir des tensions  $U_s$  symétriques.
  4. Antenne selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'**un réseau d'asymétrie (9) est créé pour le montage des points de connexion d'antenne (5, 5'), à la sortie duquel les tensions symétriques  $U_s$  formées de façon symétrique à l'entrée par rapport à la surface de base (1) sont réunies et disponibles de façon asymétrique en un point collecteur (11).
  5. Antenne selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le réseau d'asymétrie (9) se compose de deux lignes (10a,b) asymétriques ayant la même impédance caractéristique, dont l'une est raccordée du côté de l'entrée à un point de connexion d'antenne (5) et qui sont montées en parallèle à la sortie et dont les longueurs sont choisies de telle manière que leurs longueurs électriques diffèrent l'une de l'autre d'un multiple impair de la moitié de la longueur d'onde de fonctionnement.
  6. Antenne selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisée en ce que** la structure annulaire (2) est de forme rectangulaire et, en vue d'obtenir des valeurs de gain d'antenne suffisantes aux faibles angles d'élévation (81) de l'incidence des ondes (80) tout en respectant l'exigence d'une hauteur de construction (14) particulièrement réduite, la dimension transversale (15) n'est pas sensiblement plus petite que la moitié d'une longueur d'onde de fonctionnement.
  7. Antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 2 à 6, **caractérisée en ce que** la ou les impédances (7) sont réalisées comme des capacités dont la valeur est ajustée en fonction de l'exigence de valeurs de gains de l'antenne à atteindre aux angles d'élévation prédéterminés de l'incidence des ondes (81).
  8. Antenne selon l'une des revendications 2 à 7, **caractérisée en ce qu'**en vue d'atteindre une impédance d'antenne favorable pour la création du réseau d'asymétrie (9) au niveau du point de connexion d'antenne (5), on choisit, comme valeur indicative approximative pour la longueur étendue (16) de la section de la partie de conducteur (4b) d'orientation sensiblement verticale entre le point de connexion d'antenne (5) et la position de l'impédance (7), le quart de la longueur d'onde (Fig 3a, Fig 5).
  9. Antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 4 à 8, **caractérisée en ce que** le point collecteur (11) est suivi d'un circuit d'adaptation (17) à faibles pertes pour la transformation de l'impédance complexe présente au point collecteur (11) en une impédance réelle réalisable sous la forme d'une impédance caractéristique de la ligne.
  10. Antenne de polarisation circulaire, **caractérisée en ce qu'**il est prévu deux antennes identiques selon les revendications 4 à 9, dont les parties de conducteurs (4) sensiblement linéaires sont guidées dans des plans (0) perpendiculaires l'un à l'autre et dont les signaux de sortie sont réunis en passant par un élément de rotation de phase à 90° (18) dans un circuit totalisateur (19).
  11. Antenne selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** les deux antennes sont disposées sur une surface de base conductrice (1) formée d'une carte de circuits imprimés (27)

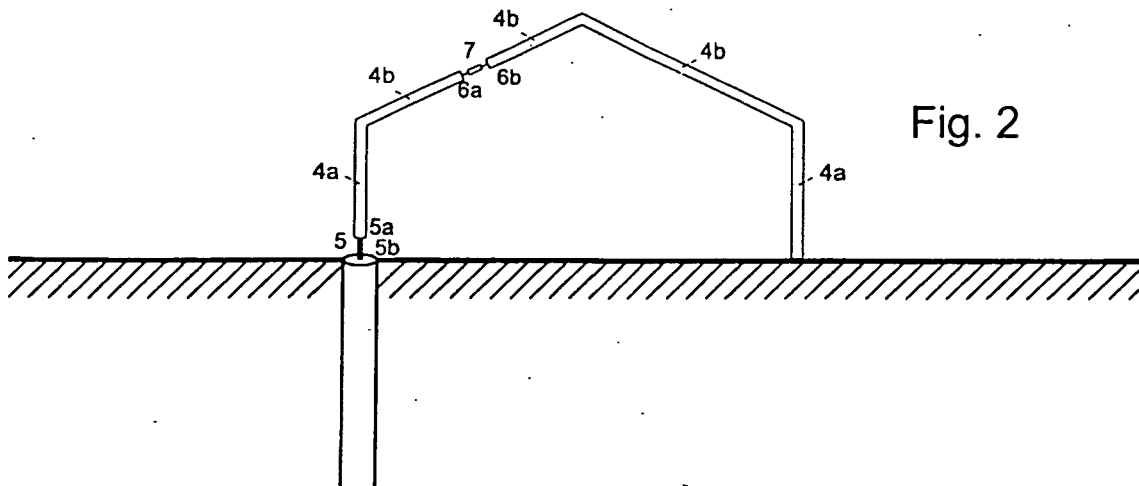
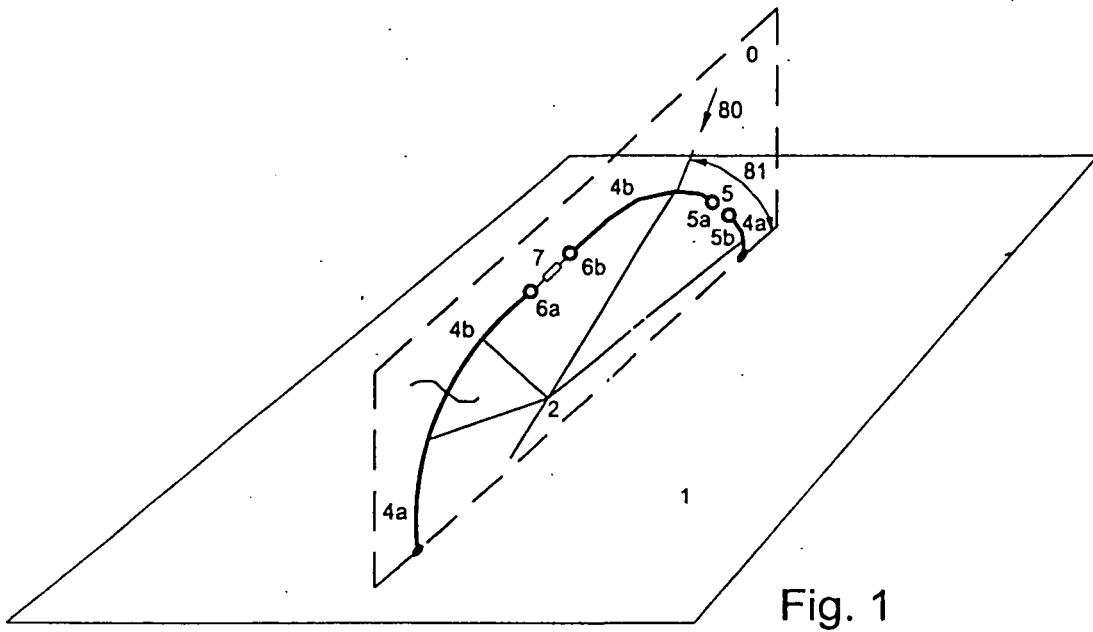
- et le réseau d'asymétrie (9) des deux antennes est réalisé sous la forme d'un conducteur à microbande ayant une longueur d'une demi-longueur d'onde et le circuit d'adaptation (17) est réalisé à partir d'éléments réactifs sur cette carte de circuits (27) et l'élément de rotation de phase à 90° (18) est réalisé comme une ligne de dérivation imprimée (28) ayant une impédance caractéristique adéquate et le circuit totalisateur (19) comme un montage en parallèle simple de lignes imprimées.
12. Antenne selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce qu'il** est prévu N antennes identiques, dont les parties de conducteurs (4) sensiblement linéaires passent chacune dans un plan (0) et les plans (0) sont décalés les uns par rapport aux autres d'un angle azimutal de 360°/N, de façon à former une disposition symétrique en rotation autour d'une ligne de symétrie verticale (8), **en ce qu'un** conducteur vertical (4a') est prévu dans cette ligne de symétrie comme conducteur commun appartenant aux N antennes et ayant une extension sensiblement verticale (4a) et les signaux de sortie des antennes sont réunis dans un circuit totalisateur (19) par des éléments de rotation de phase (18), dont l'angle de phase électrique est égal au décalage de phase azimutal par rapport au plan (0) correspondant.
13. Antenne selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le conducteur vertical (4a') est omis en raison de la symétrie en rotation de la disposition.
14. Antenne selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** la structure annulaire (2) a une forme symétrique par rapport à une ligne de symétrie (8) perpendiculaire à la surface de base conductrice (1) et le point de connexion d'antenne (5) est formé au point de symétrie (12) de manière symétrique par rapport à la ligne de symétrie (8) et il existe un autre point de connexion d'impédance (6') avec une impédance (7) identique au premier point de connexion d'impédance (6) symétrique par rapport à la ligne de symétrie (8) et le montage du point de connexion d'antenne (5) est tel qu'il s'y crée des tensions -Us symétriques par rapport au point de symétrie (12).
15. Antenne selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** deux conducteurs droits parallèles l'un à l'autre le long de la ligne de symétrie (8) sont raccordés au point de connexion d'antenne (5) sous la forme d'une ligne à deux fils (24) et un point de connexion de ligne (25) est formé à l'extrémité de la ligne à deux fils (24) voisine de la surface de base conductrice (1) de telle sorte que la tension asymétrique -Uu est présente entre chaque extrémité de conducteur et la surface de base conductrice (1) et la tension symétrique -Us entre les deux extrémités de conducteur.
16. Antenne selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** la ligne à deux fils (24) est construite comme une ligne à deux fils blindée (23) dont le blindage est relié à la surface de base (1) à l'autre extrémité du conducteur.
17. Antenne selon la revendication 16, **caractérisée en ce qu'**au lieu de la ligne à deux fils blindée (23), deux lignes coaxiales sont tirées parallèlement l'une à l'autre, dont le conducteur intérieur est relié à chaque extrémité de la ligne à une connexion du point de connexion d'antenne (5) et dont le conducteur extérieur est relié à la surface de base (1), de sorte que les tensions symétriques -Us sont présentes à cet endroit entre les conducteurs intérieurs et les tensions asymétriques -Uu entre chaque conducteur intérieur et la surface de base (1).
18. Antenne selon l'une des revendications 4 et 14 à 17, **caractérisée en ce qu'un** réseau de découplage (9a) pour le découplage de tensions asymétriques -Uu en combinaison avec le réseau d'asymétrie (9) est prévu et relié aux points de connexion d'antenne (5) ou au point de connexion de ligne (25), à la sortie duquel les tensions asymétriques -Uu formées du côté de l'entrée de façon asymétrique par rapport à la surface de base (1) sont réunies de façon asymétrique en un premier point collecteur (11b) et les tensions symétriques -Us formées de façon symétrique par rapport à la surface de base (1) sont présentes à la sortie du réseau d'asymétrie (9) de façon asymétrique au second point collecteur pour les tensions symétriques (11a).
19. Antenne selon la revendication 18, **caractérisée en ce qu'il** est prévu le long de la ligne de symétrie (8) un conducteur d'antenne vertical (20) qui est relié à une extrémité à la structure annulaire (2) et un portail de connexion (Tu) est formé à l'extrémité du conducteur d'antenne vertical (20) voisine de la surface de base conductrice (1) pour former une tension asymétrique -Uu.
20. Antenne selon la revendication 19, **caractérisée en ce qu'il** est prévu près du réseau d'asymétrie (9), qui est raccordé du côté de l'entrée aux points de connexion d'antenne (5) réalisés comme un premier portail de connexion (T1a) et un deuxième contact de connexion (T1b), et le circuit d'adaptation (17) à faibles pertes un réseau d'adaptation (29) destiné à former un découplage adapté de la tension asymétrique -Uu.
21. Antenne selon la revendication 20, **caractérisée en**

- ce que** le conducteur vertical (20) est relié aux deux antennes au point d'intersection et de symétrie (12) de celles-ci.
22. Antenne pour la réception de signaux par satellite à polarisation circulaire selon l'une des revendications 10, 21 et 22, **caractérisée en ce que** pour une longueur du segment (16) d'environ un quart de la longueur d'onde de fonctionnement, la valeur de capacité de l'impédance (7) est choisie de telle sorte que la réactance est environ 5 à 30 fois plus grande que l'impédance d'une antenne unipolaire à quart d'onde et est ainsi suffisante pour que le gain d'antenne d'un rayonnement incident sous les faibles angles d'élévation et du rayonnement provenant du zénith soit suffisamment grand conformément aux exigences.
23. Antenne selon les revendications 19 à 22, **caractérisée en ce que** pour le fonctionnement d'émission ou de réception supplémentaire avec un rayonnement circulaire à polarisation verticale, une tension asymétrique  $\sim U_u$  peut être amenée ou captée au portail de connexion ( $T_u$ ).
24. Antenne selon la revendication 23, **caractérisée en ce que** lorsque les fréquences des tensions symétriques  $\sim U_s$  et des tensions asymétriques  $\sim U_u$  sont différentes, le découplage limité par l'asymétrie résiduelle du dispositif entre le point collecteur pour les tensions asymétriques (11b) et le point collecteur pour les tensions symétriques (11a) est amélioré par des méthodes sélectives selon la fréquence dans le réseau d'adaptation (29) et/ou le circuit d'adaptation (17).
25. Antenne selon les revendications 3 à 24, **caractérisée en ce qu'**en cas de solutions de continuité dans la surface de base conductrice (1) ou d'obliquité de celle-ci par rapport à l'horizontale s'écartant de la symétrie existant par ailleurs, la disposition des impédances (7) est différente dans les différentes branches afin de compenser la perturbation du diagramme directionnel qui en résulte.
26. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les parties de conducteurs d'extension sensiblement horizontale (4b) sont plates afin de former une capacité en toit (31) et sont guidées dans une surface (30) sensiblement perpendiculaire au plan (0) dans l'une de ses dimensions.
27. Antenne selon la revendication 26, **caractérisée en ce que** les parties de conducteurs d'extension sensiblement horizontale (4b) sont formées de conducteurs en fils ou en bandes (32) pour former la capacité en toit (31).
28. Antenne selon la revendication 20, **caractérisée en ce que** le conducteur d'antenne vertical (20) est relié aux deux antennes au point d'intersection et de symétrie (12) de celles-ci.
29. Antenne selon la revendication 28, **caractérisée en ce que** pour former la structure annulaire (2), les parties de conducteurs d'extension sensiblement horizontale (4b) et plusieurs impédances (7, 7') sont conformées de telle sorte que la disposition soit symétrique en ce qui concerne les valeurs d'impédance des impédances (7, 7') par rapport au plan (0) dans lequel passent les parties de conducteurs d'extension sensiblement verticale (4a), et que la disposition soit également symétrique par rapport aussi bien à la surface de base (0) qu'au plan de symétrie (33) perpendiculaire au plan de base (1).
30. Antenne selon la revendication 29, **caractérisée en ce que** les deux antennes identiques sont conformées de telle sorte que le plan (0) d'une antenne forme le plan de symétrie (33) de l'autre antenne et vice-versa et que la disposition soit composée de quadrants ayant la même couverture par rapport à la ligne de symétrie verticale (8) formée par la ligne d'intersection du plan (0) avec le plan de symétrie (33) des antennes.
31. Antenne selon la revendication 30, **caractérisée en ce que** pour former des capacités en toit (31) de taille adéquate agissant sur les parties de conducteurs d'extension sensiblement verticale (4a) à leur extrémité supérieure et pour former les impédances (7) sous forme de capacités de couplage (34) en vue de la formation des structures annulaires (2) des deux antennes, il est prévu dans la surface (30) des structures de conducteurs planes (35) en séparation galvanique l'une de l'autre, dont les bords contigus sont conformés de manière adéquate par formage et par les interstices de séparation (36) qui se trouvent entre elles.
32. Antenne selon la revendication 30, **caractérisée en ce que** pour former des capacités en toit (31) de taille adéquate agissant sur les parties de conducteurs d'extension sensiblement verticale (4a) à leur extrémité supérieure, il est prévu dans la surface (30) des structures de conducteurs planes (35) en séparation galvanique l'une de l'autre et il est prévu une structure centrale (37) entourant la ligne de symétrie verticale (8), sur laquelle les capacités de toit (31) se trouvent en couplage capacitif pour former les impédances (7) comme capacités de couplage (34) en vue de la formation des structures annulaires (2) des deux antennes.
33. Antenne selon les revendications 31 et 32, **caractérisée en ce que** la zone directement voisine de la ligne de symétrie verticale (8) est dépourvue de con-

ducteurs et le conducteur d'antenne vertical (20) est cependant couplé de façon capacitive à des parties de la structure annulaire (2), par exemple la structure centrale (37) ou les capacités de toit (31) et la longueur d'émetteur (43) et la capacité de couplage d'émetteur (38) pour l'ajustement du couplage capacitif sont choisies en vue d'une impédance adéquate au niveau du portail de connexion (Tu).

34. Antenne selon les revendications 21 ou 30 pour la réception coordonnée et simultanée de signaux de radio par satellite à polarisation circulaire et de signaux de radio à polarisation verticale émis dans une bande de haute fréquence de fréquences très proches par des stations de radio terrestres, **caractérisée en ce que** le conducteur d'antenne vertical (20) avec le réseau d'adaptation (29) est conçu en vue de la réception des signaux terrestres à polarisation verticale sous la tension asymétrique  $U_u$  et l'antenne avec le circuit d'adaptation (17), l'élément de rotation de phase (18) et le circuit totalisateur (19) en vue de la réception des signaux par satellite à polarisation circulaire sous la tension de polarisation circulaire  $U_z$ , l'utilisation du découplage produit par la symétrie permettant de ne prendre aucune mesure sélective par fréquences efficaces pour délimiter mutuellement les signaux de radio par satellite et les signaux de radio terrestres.
35. Antenne selon la revendication 34 pour un fonctionnement radio bidirectionnel combiné avec des stations de radio terrestres à polarisation verticale, **caractérisée en ce que** la longueur d'émetteur (43) du conducteur d'antenne vertical (20) pour l'émetteur ayant la plus basse fréquence est suffisamment grande et il est prévu pour les émetteurs des réseaux d'adaptation (29a, 29b, 29c...) correspondants avec des sorties (40a, 40b, 40c...) pour la connexion des appareils de radio correspondants et les entrées des réseaux d'adaptation (29a, 29b, 29c...) sont connectés au portail de connexion (Tu) et contiennent des circuits de séparation (39a, 39b, 39c...) sélectifs par fréquence, de telle manière que les conditions d'adaptation au portail de connexion (Tu) s'influencent le moins possible dans les canaux de fréquence radio des différents émetteurs.
36. Antenne selon la revendication 35, **caractérisée en ce qu'**en vue de réduire de façon sélective par fréquence la longueur d'émetteur (43) active électriquement pour les fréquences de canal radio élevées, des points d'interruption sont prévus sur la longueur du conducteur d'antenne vertical (20), avec des circuits appropriés servant d'éléments réactifs (41).
37. Antenne selon les revendications 35 et 36, **caractérisée en ce qu'**afin d'éviter le couplage résultant du rayonnement entre le portail de connexion (Tu) du

conducteur d'antenne vertical (20) et les portails de connexion (T1a, T1b, T2a, T2b) des structures annulaires (2) à proximité du pied des parties de conducteurs d'extension sensiblement verticale (4a), il est prévu des réseaux de découplage (42) ayant une action de blocage pour les signaux à la fréquence d'un fonctionnement radio bidirectionnel avec des stations de radio à polarisation verticale mais laissant passer la fréquence du signal de radio par satellite à polarisation circulaire.



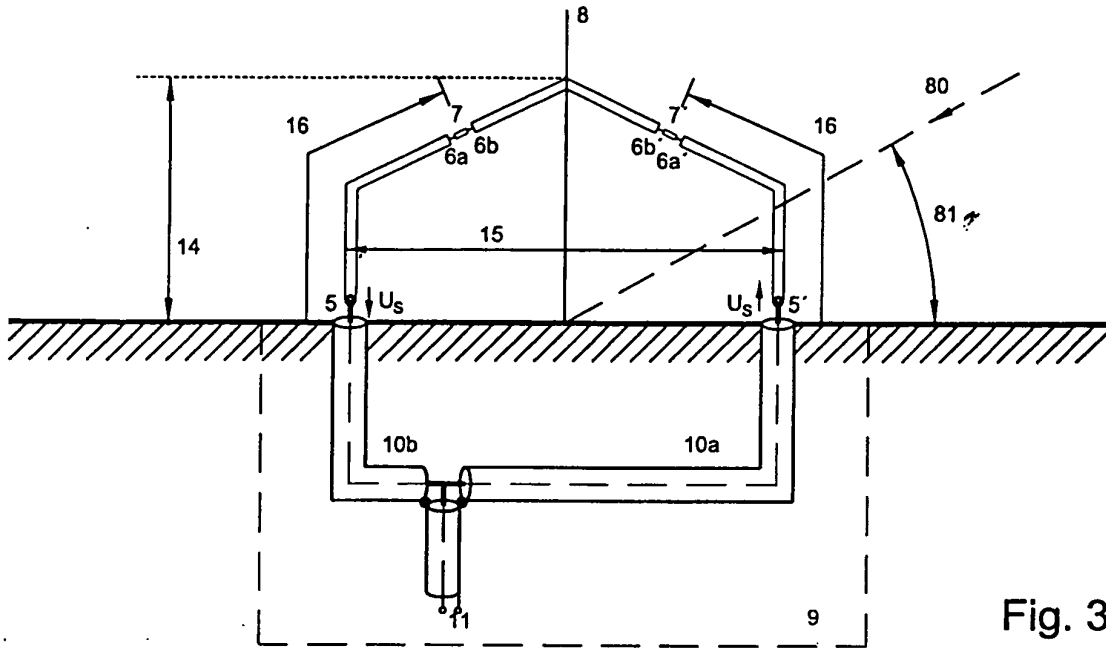


Fig. 3a

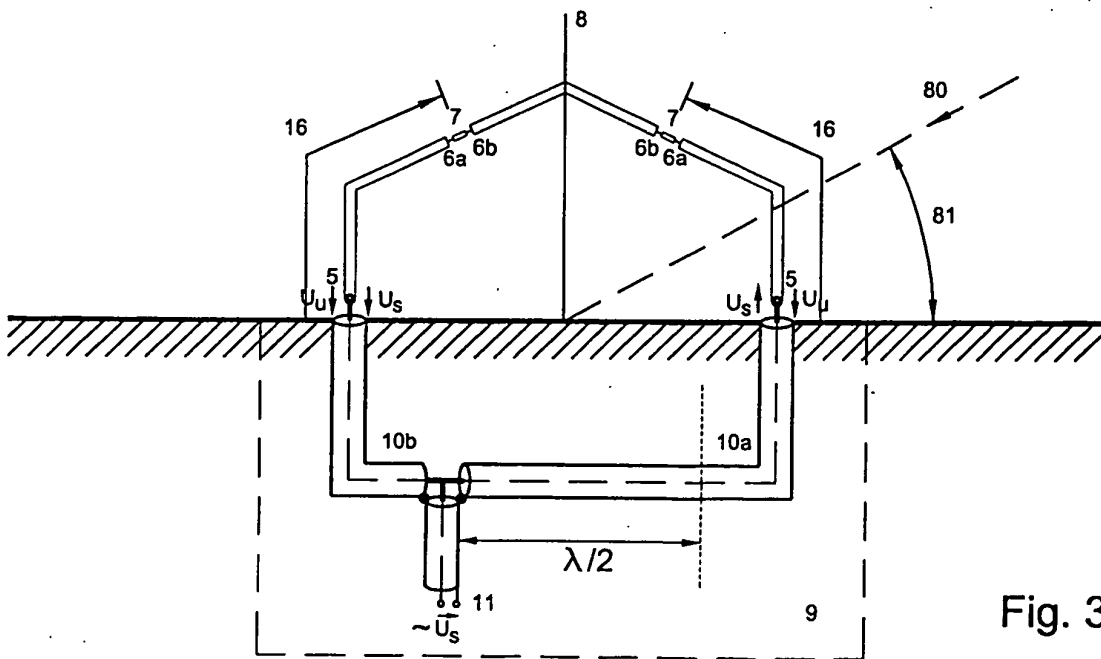


Fig. 3b

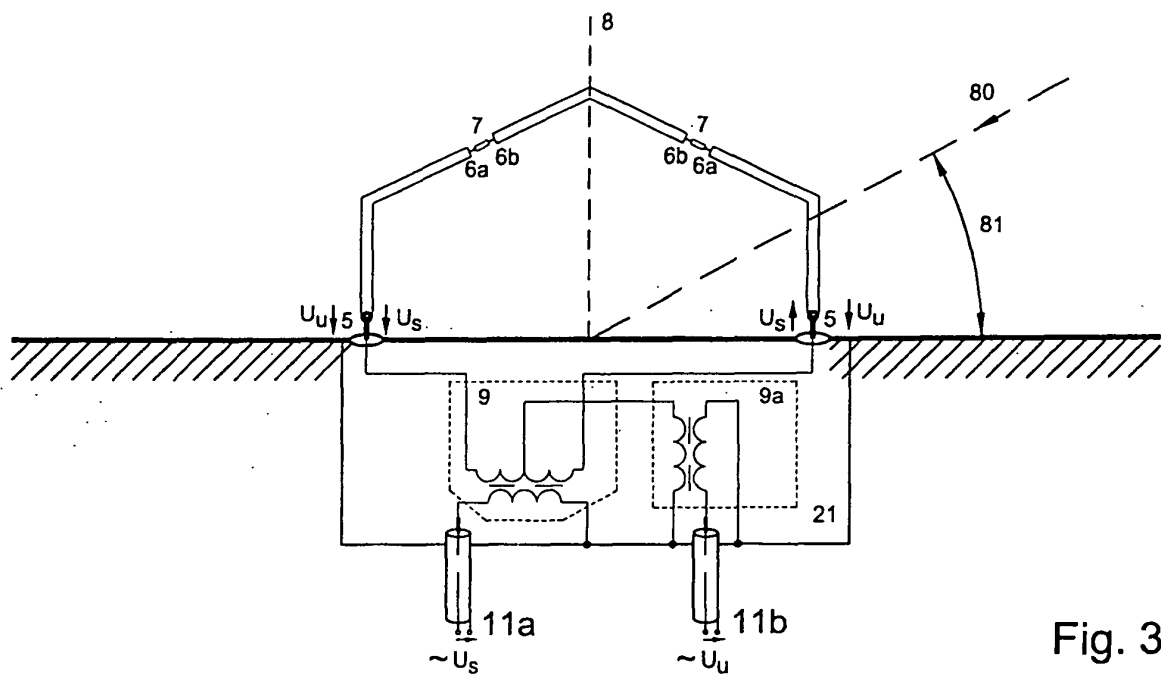


Fig. 3c

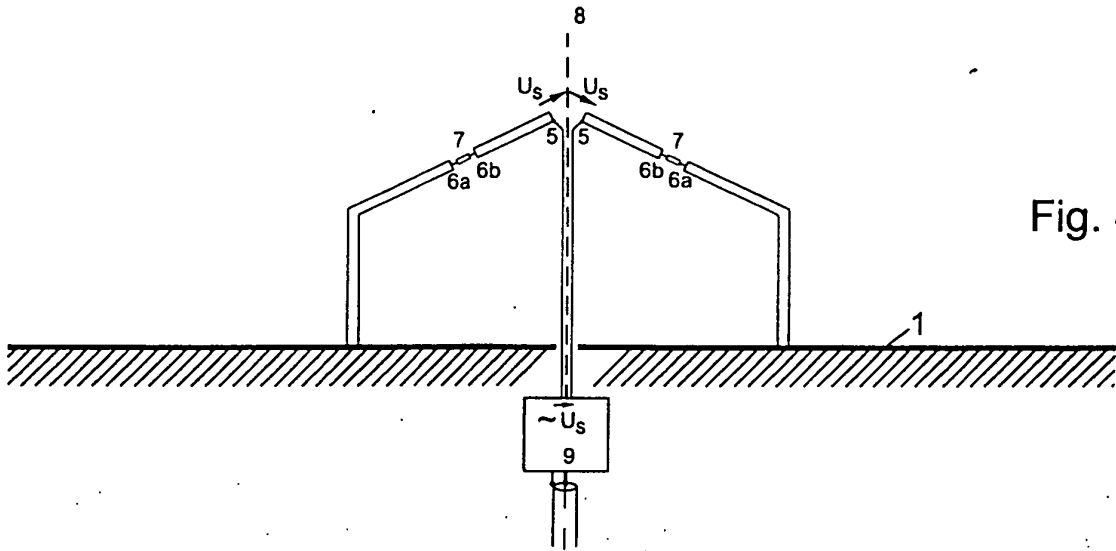


Fig. 4a

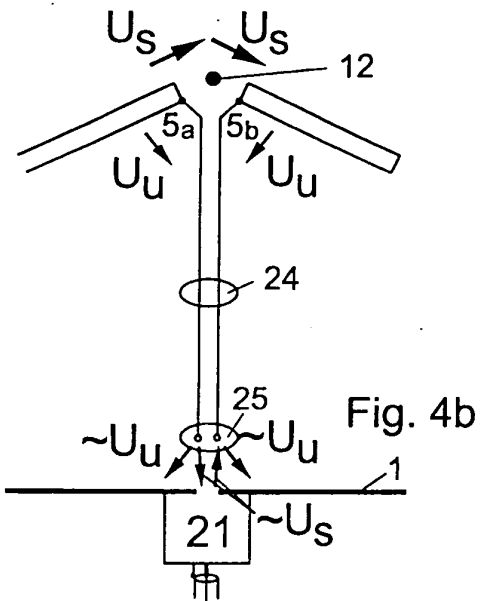


Fig. 4b

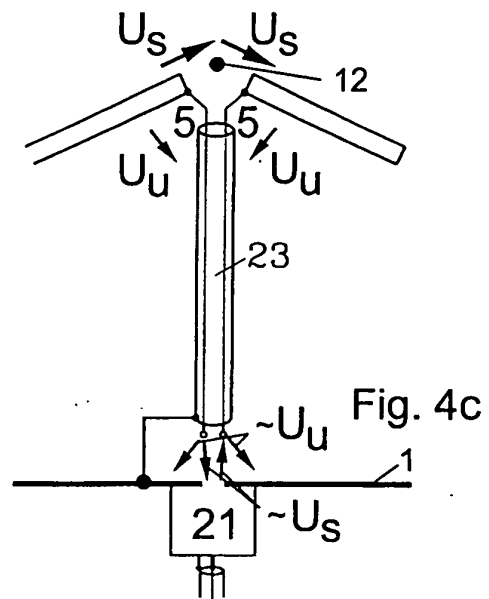


Fig. 4c

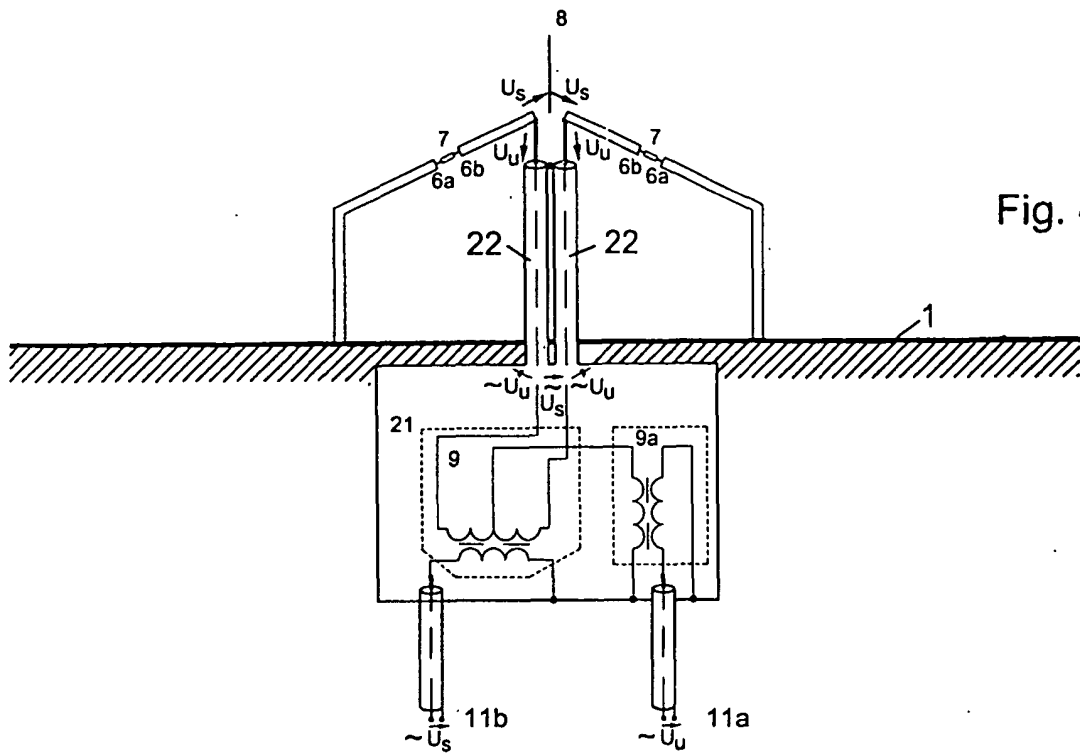


Fig. 4d

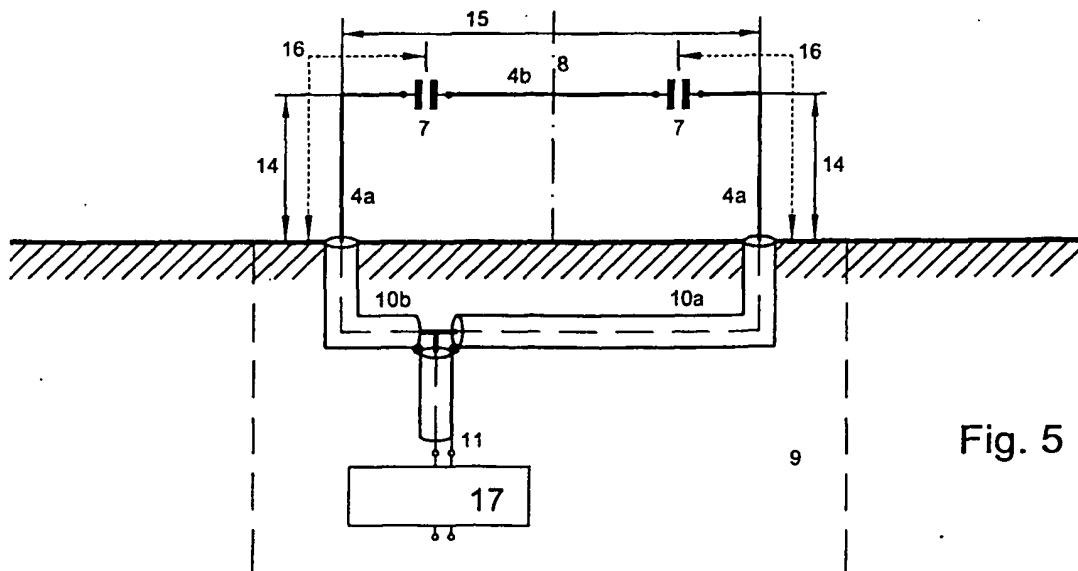


Fig. 5



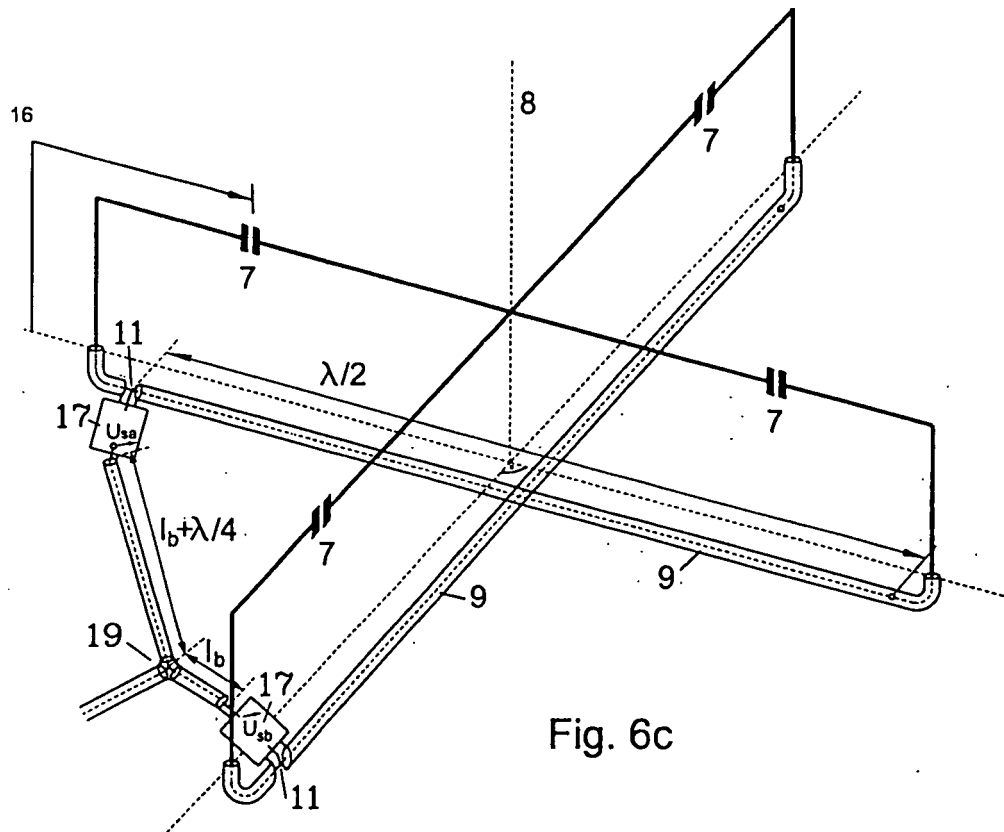


Fig. 6c



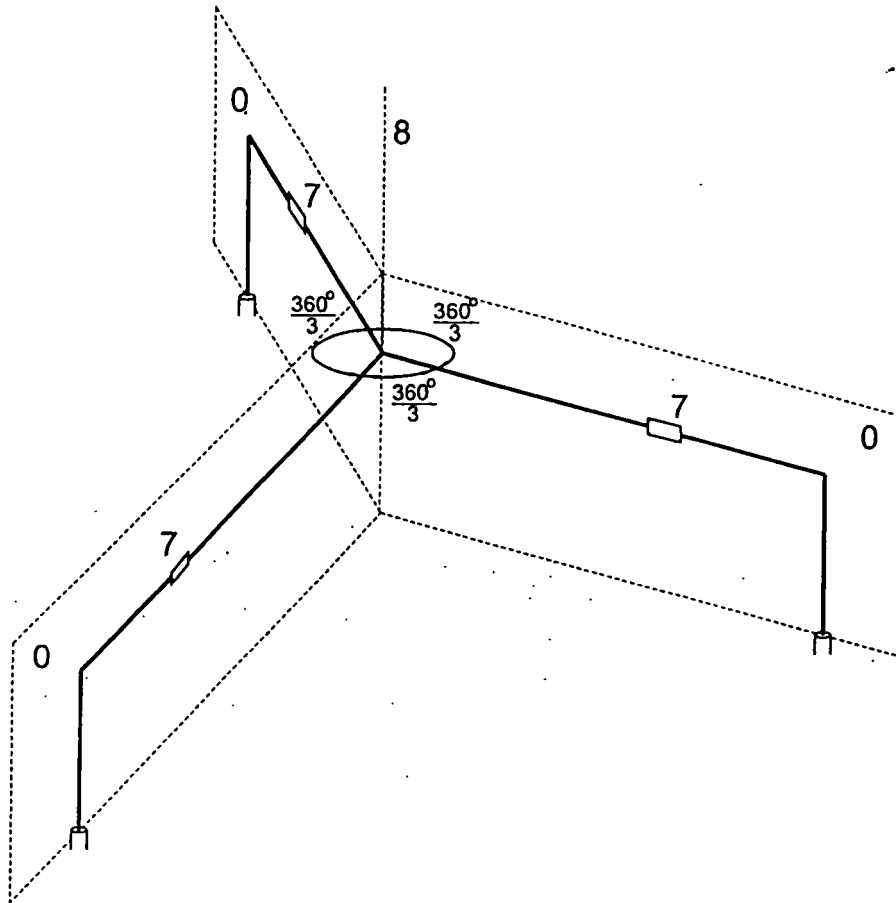
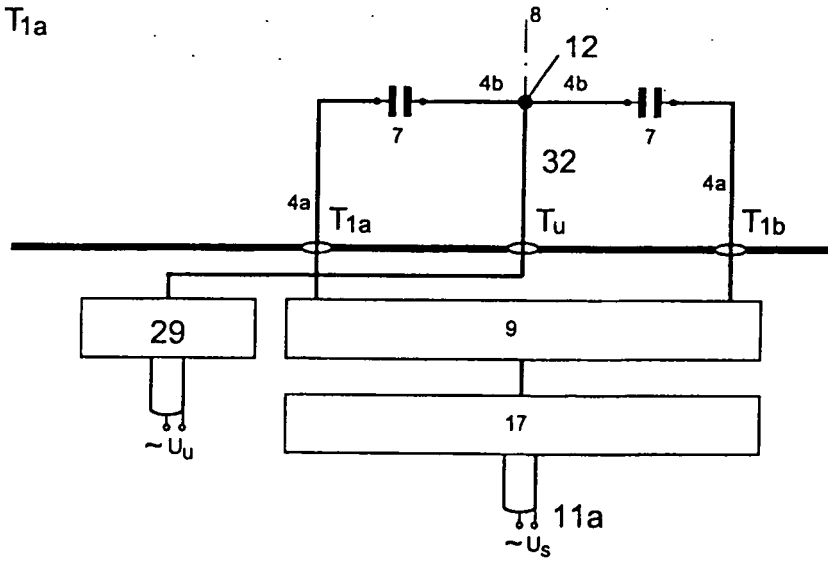
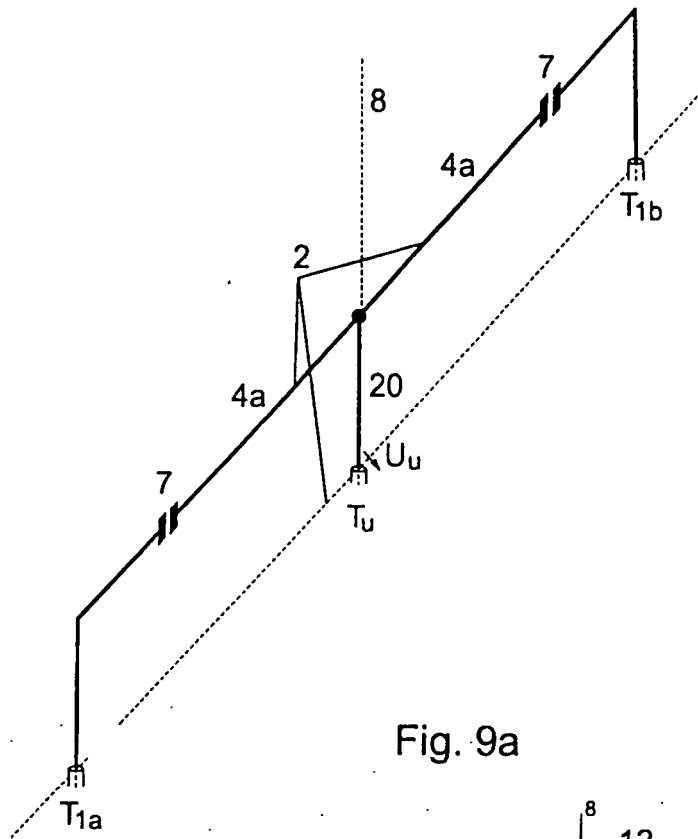


Fig. 8



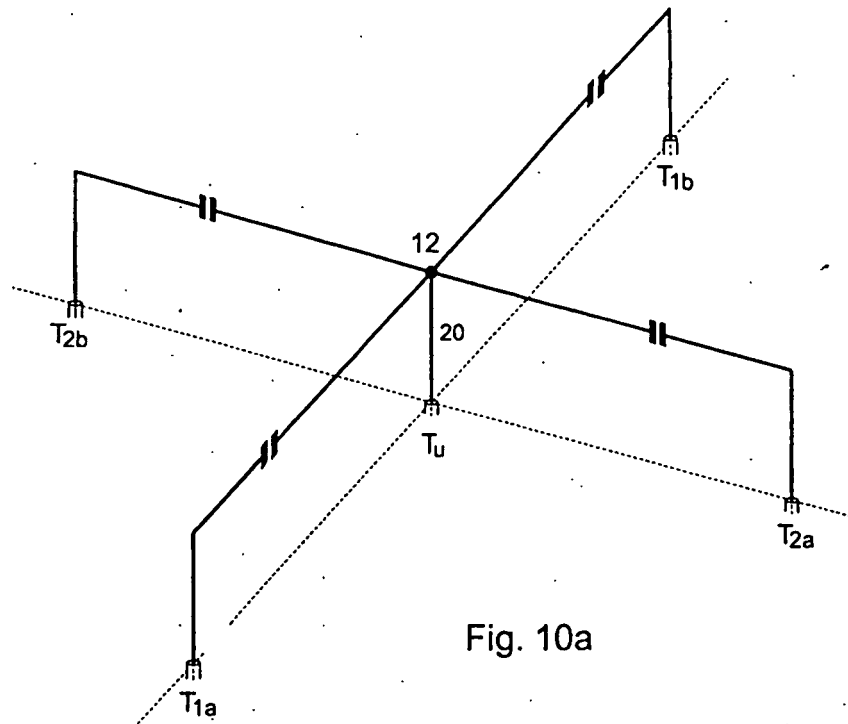


Fig. 10a

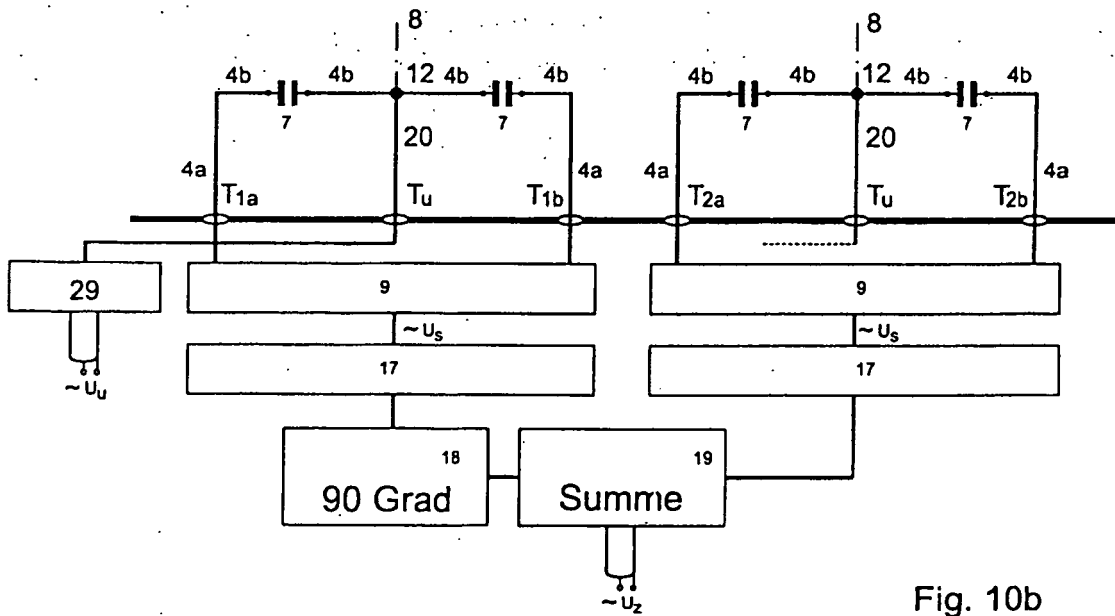


Fig. 10b

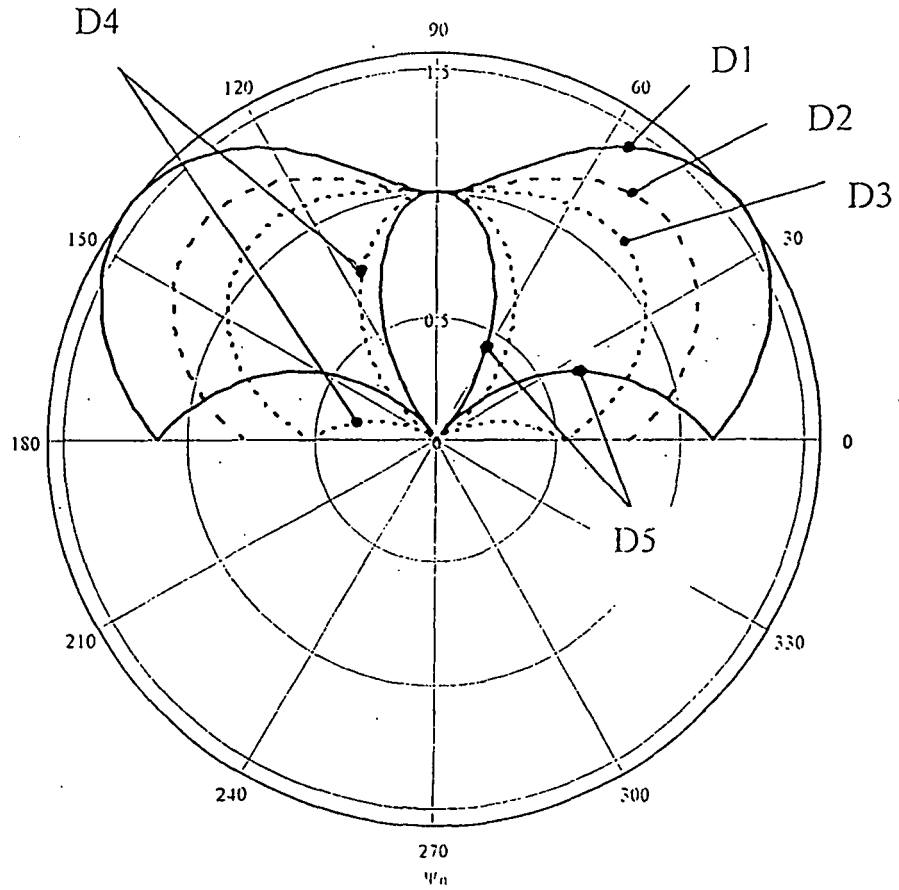


Fig. 11

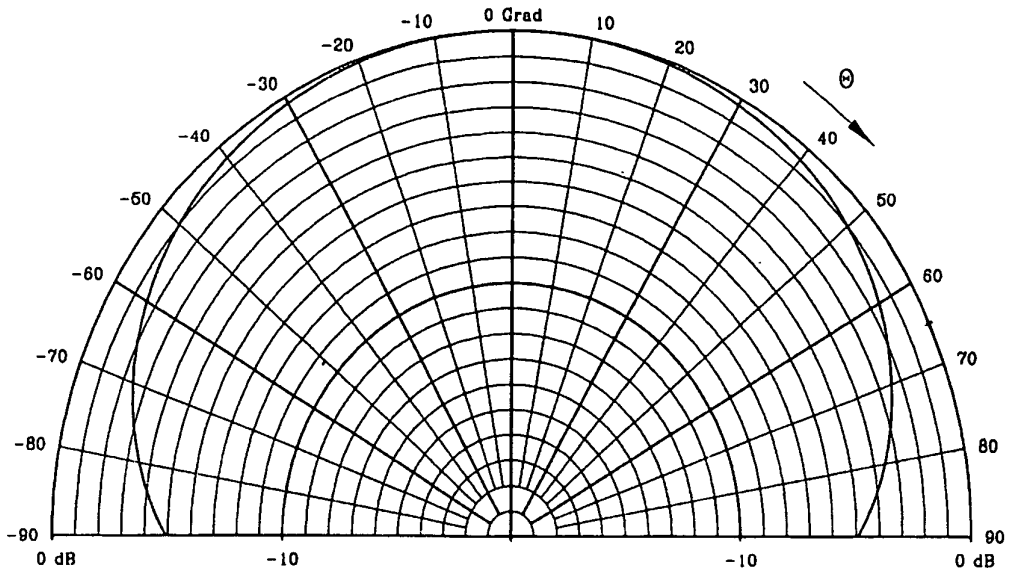


Fig. 12a

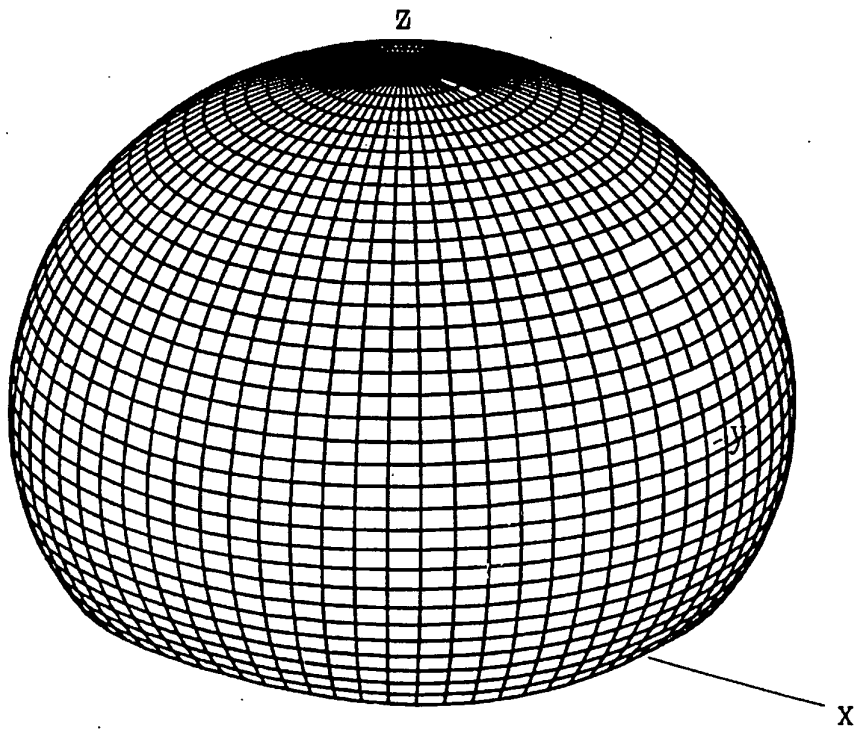
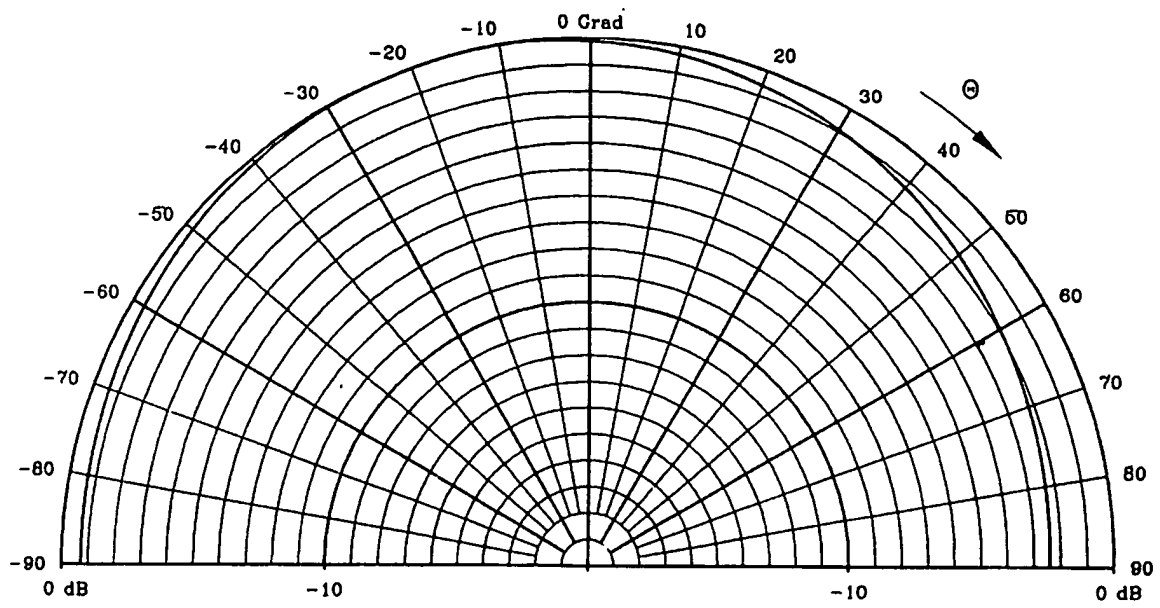
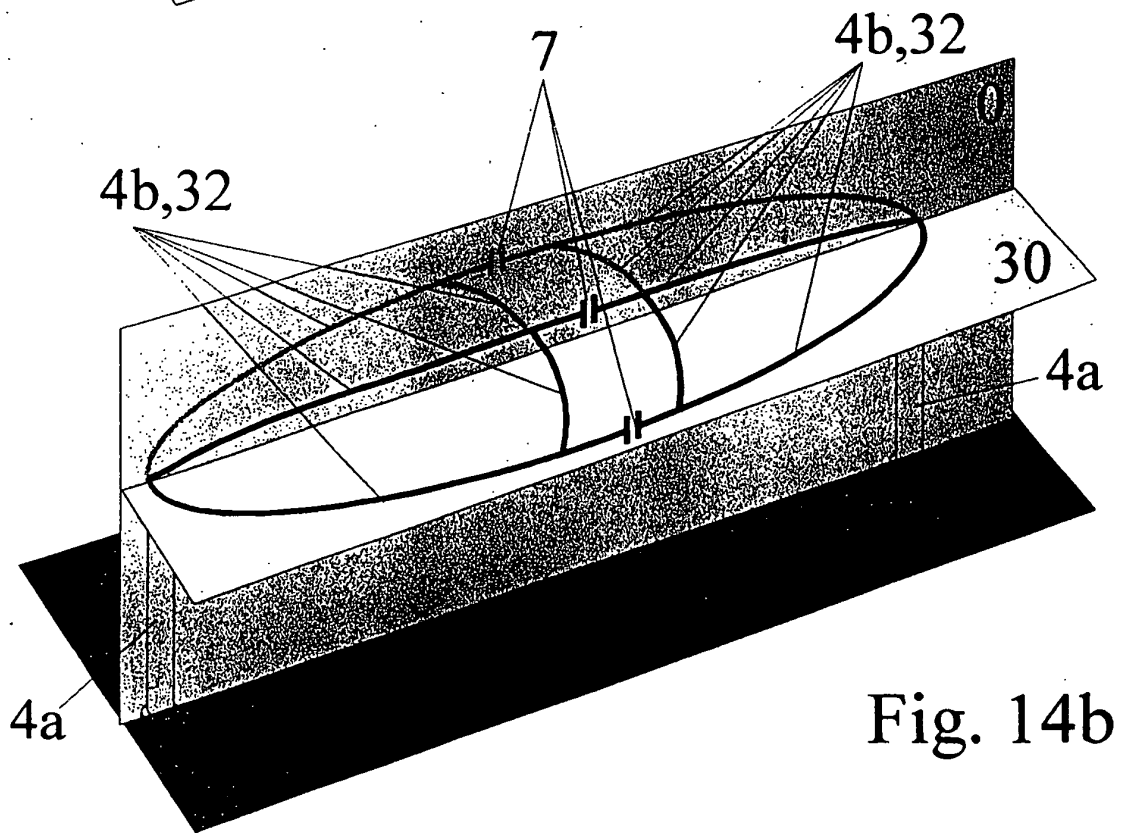
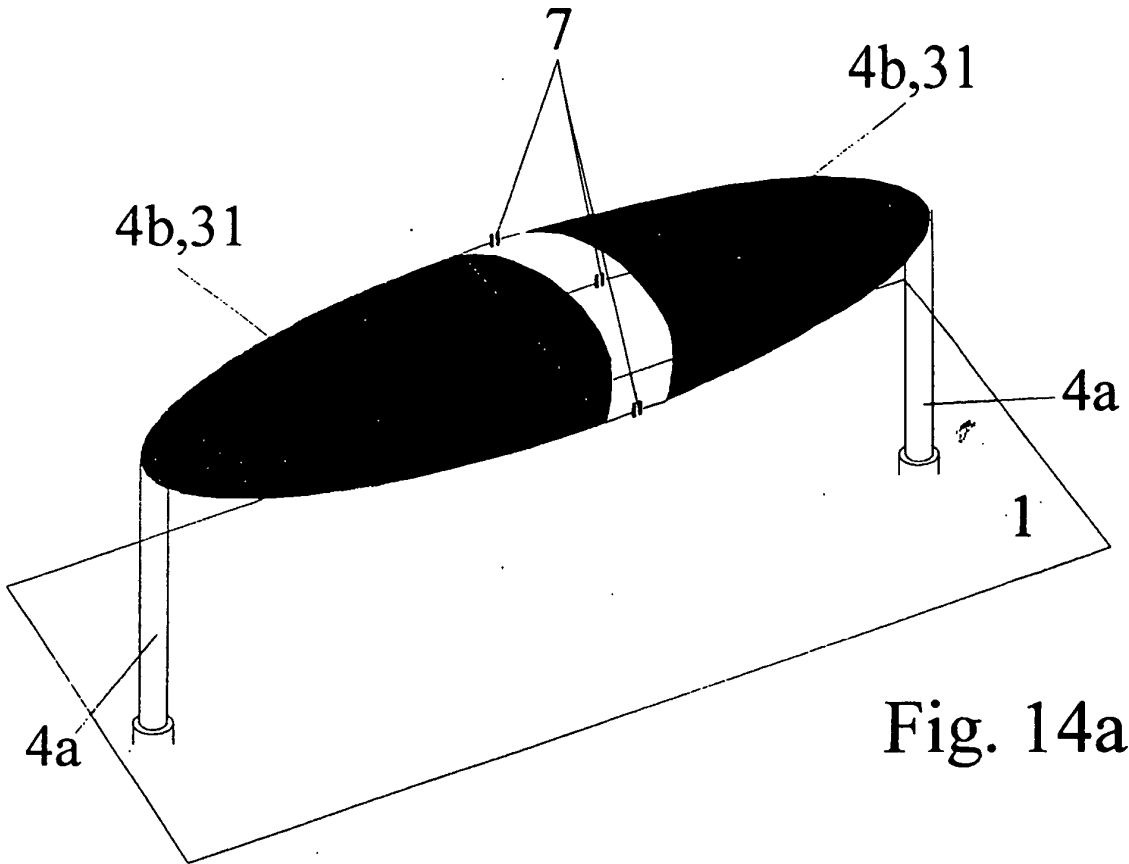


Fig. 12b



**Fig. 13**



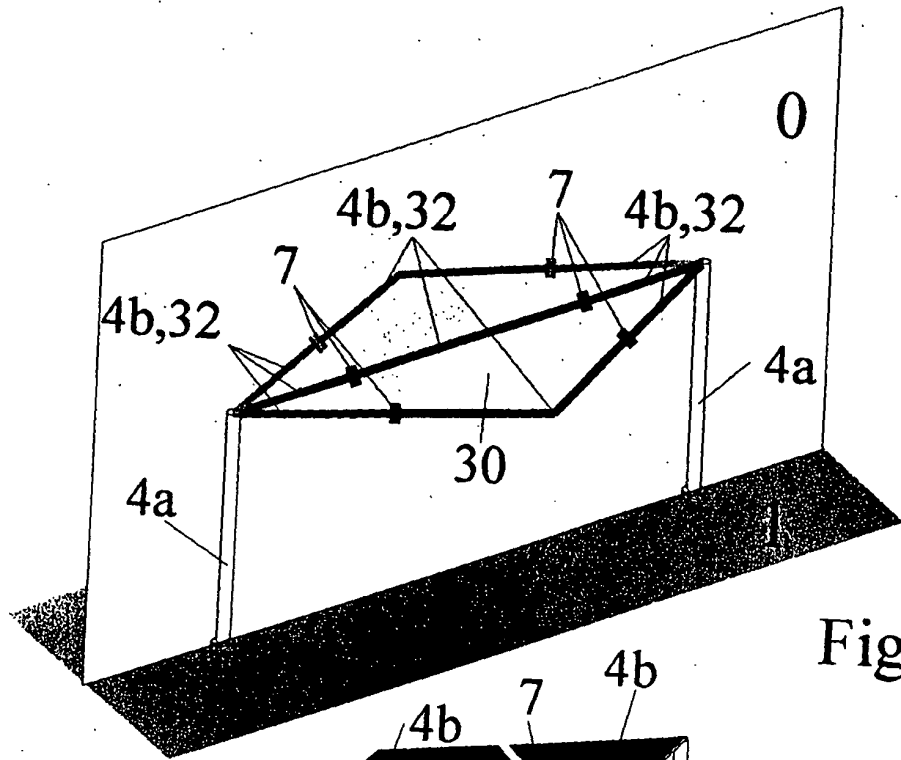


Fig. 15a

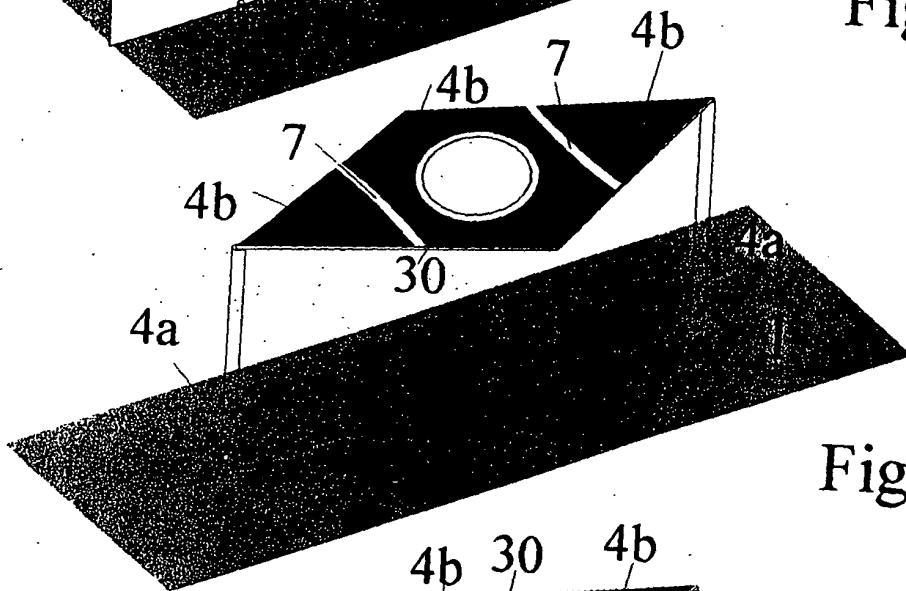


Fig. 15b

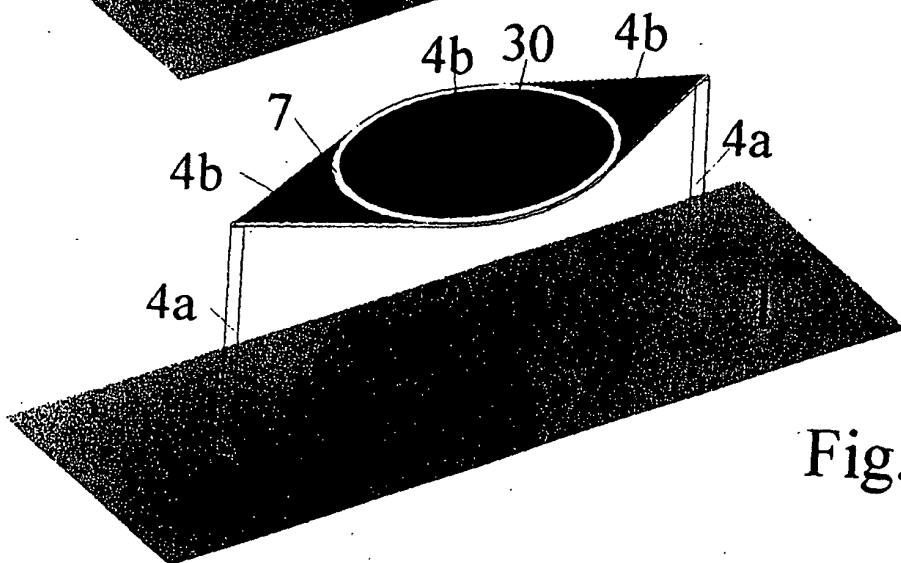


Fig. 16

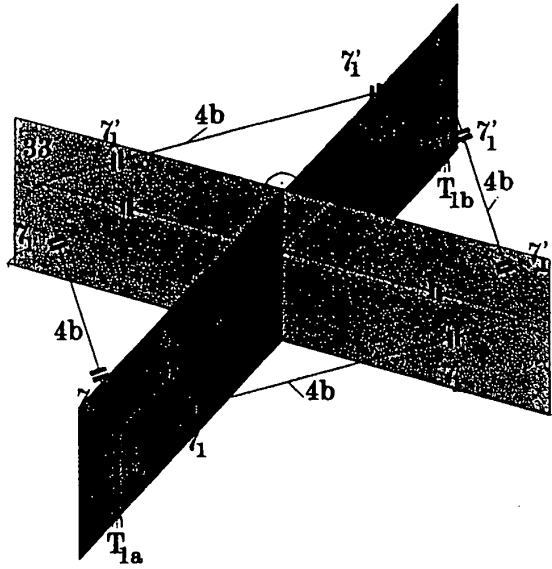


Fig. 17a

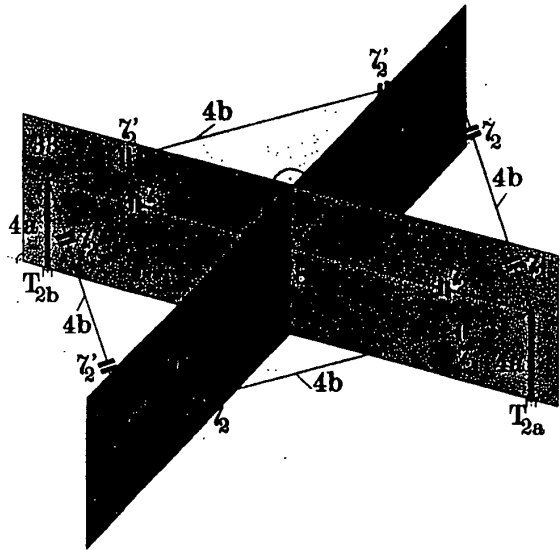


Fig. 17b

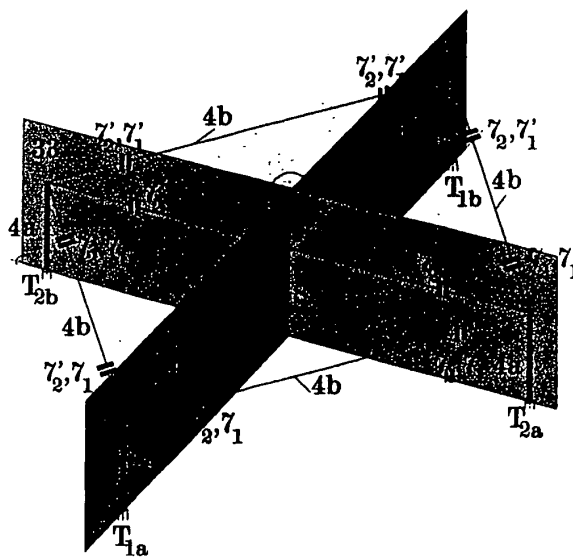


Fig. 17c

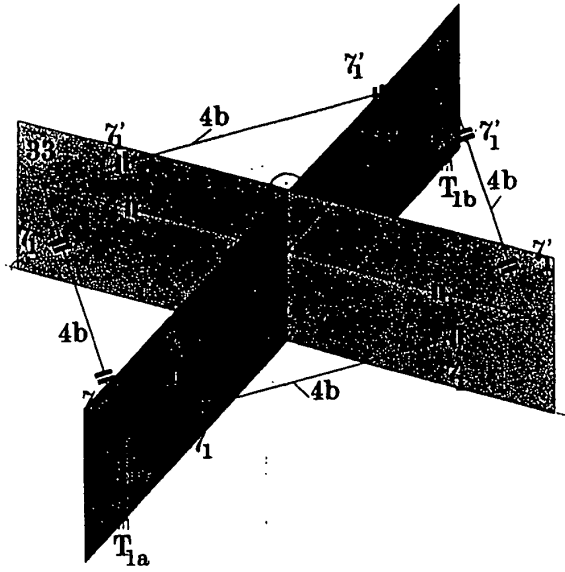


Fig. 17a

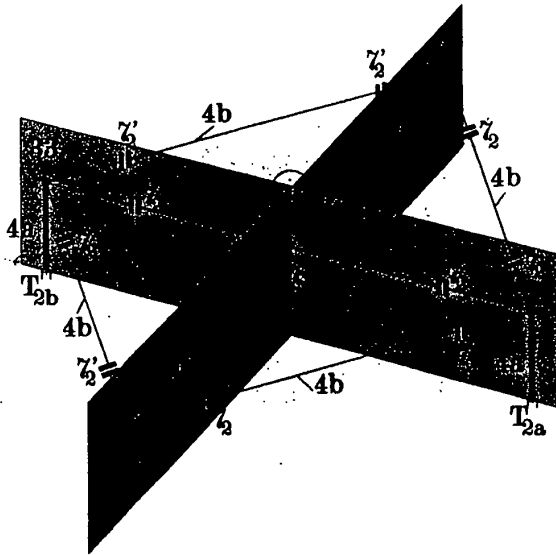


Fig. 17b

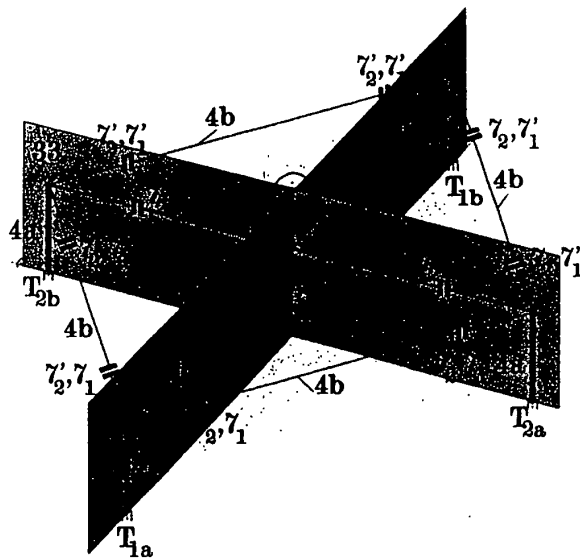
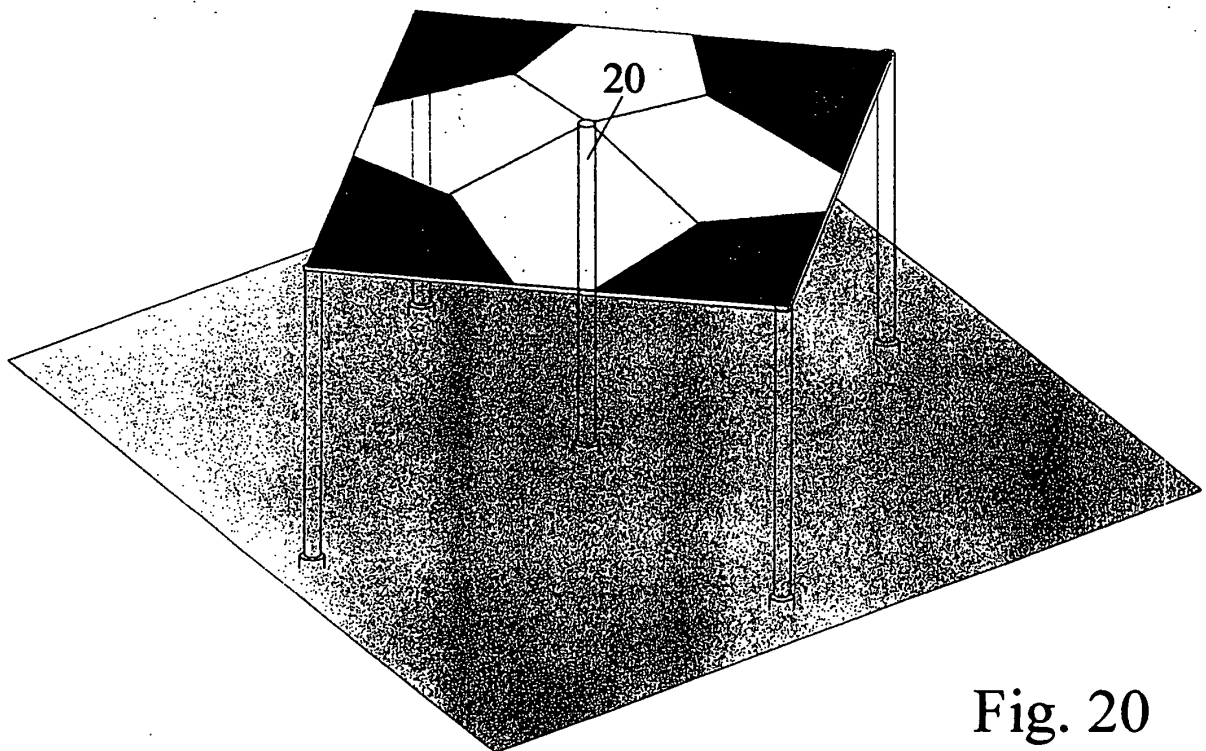
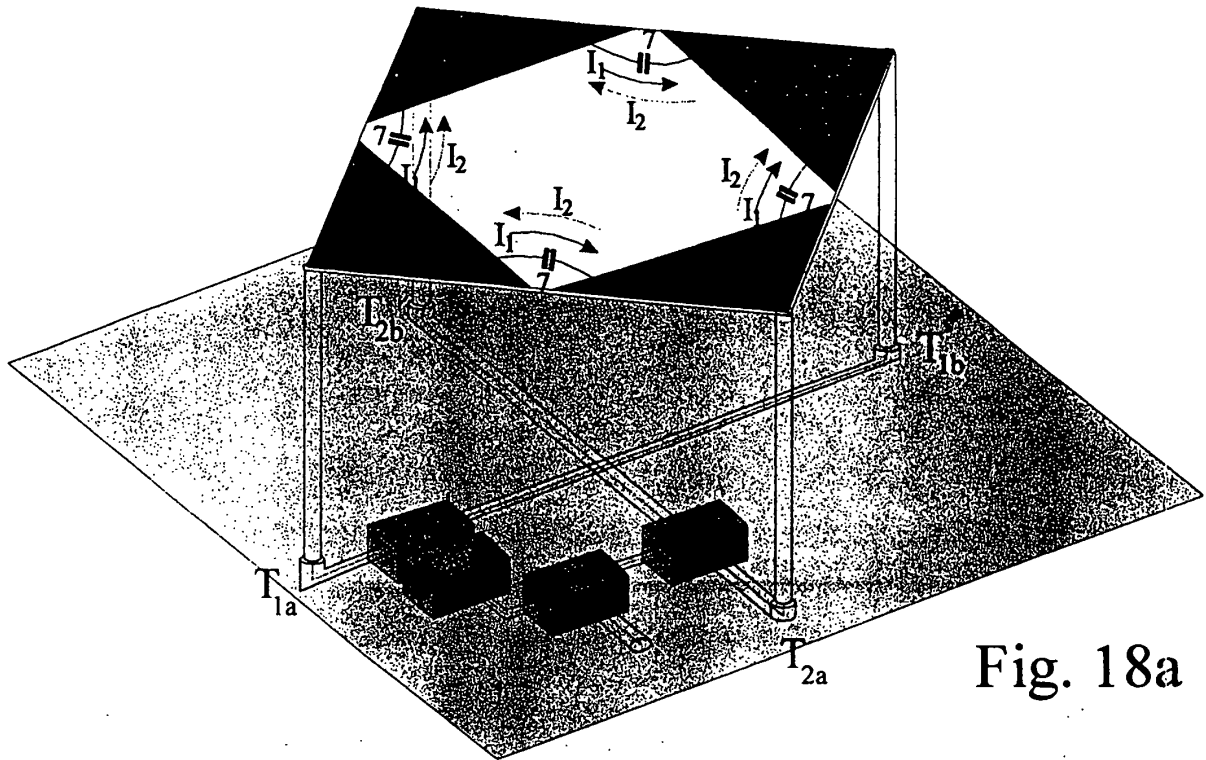


Fig. 17c



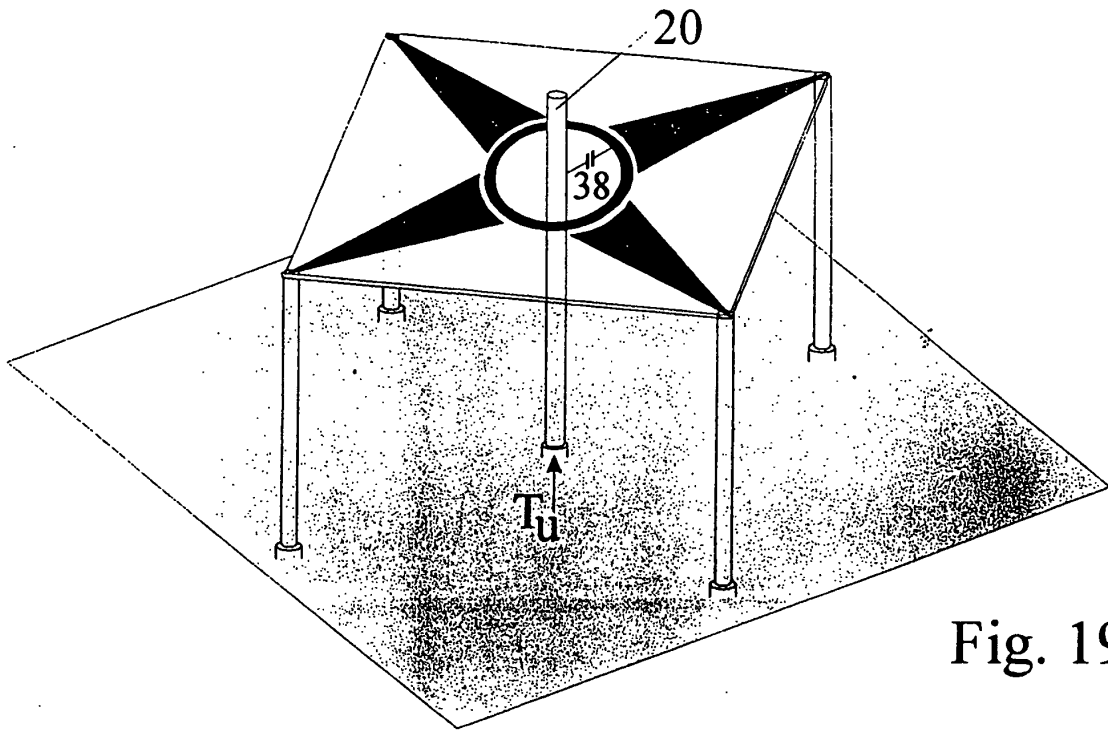


Fig. 19

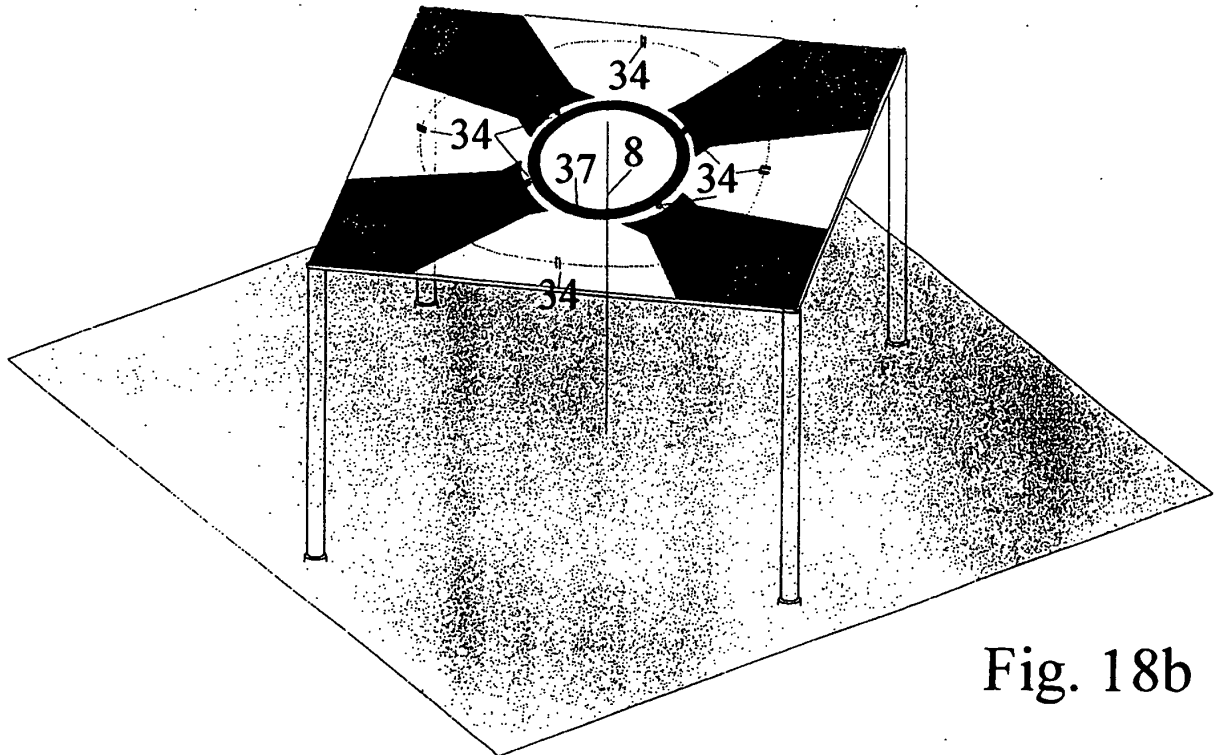


Fig. 18b

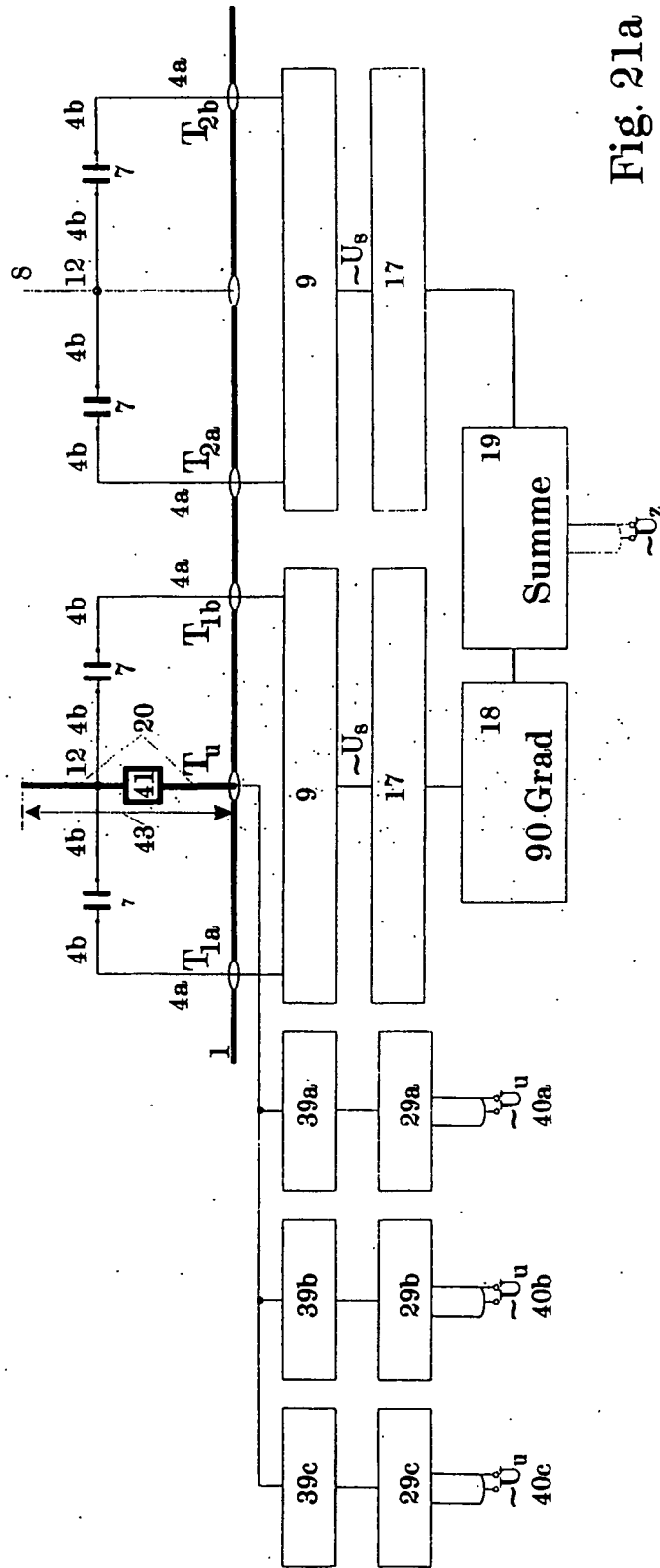


Fig. 21a



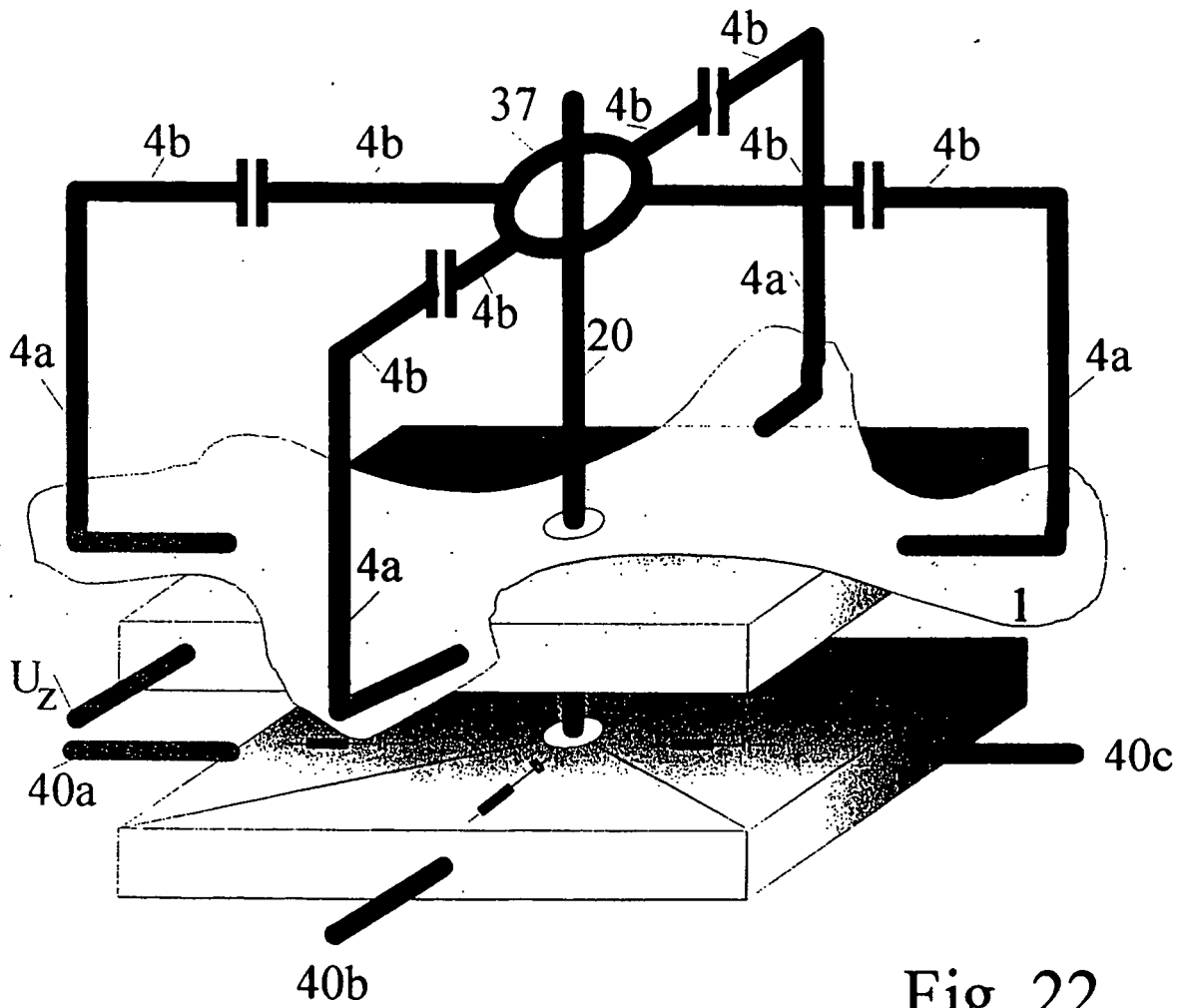


Fig. 22