



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 253 669 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.05.2005 Patentblatt 2005/19**

(51) Int Cl.7: **H01Q 21/06**, H01Q 23/00,  
H01Q 21/00

(21) Anmeldenummer: **02006322.8**

(22) Anmeldetag: **21.03.2002**

(54) **Gruppenantenne mit einer Anzahl von Resonanz-Strahlerelementen**

Array antenna with a number of resonant radiating elements

Réseau d'antennes avec un nombre d'éléments rayonnants résonants

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT NL SE**

(30) Priorität: **26.04.2001 DE 10120533**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.10.2002 Patentblatt 2002/44**

(73) Patentinhaber: **EADS Deutschland GmbH  
81663 München (DE)**

(72) Erfinder: **Solbach, Klaus, Dr.  
45473 Mühlheim/Ruhr (DE)**

(74) Vertreter: **Meel, Thomas  
Patentassessor,  
c/o Dornier GmbH  
L H G  
88039 Friedrichshafen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 566 522                    US-A- 4 233 607**  
**US-A- 4 686 535                    US-A- 5 068 670**  
**US-A- 5 841 401**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6. Oktober 2000 (2000-10-06) -& JP 2000 134028 A (TOKO INC), 12. Mai 2000 (2000-05-12)**
- **KEHRBECK J.:  
"Microstrip-patch-antenna-arrays"  
ITG-FACHBERICHTE, VDE VERLAG, BERLIN,  
DE, Bd. 111, 20. März 1990 (1990-03-20), Seiten  
333-337, XP009020055 ISSN: 0932-6022**
- **LEUNG K W ET AL: "Two-dimensional  
cylindrical dielectric resonator antenna array"  
ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB,  
Bd. 34, Nr. 13, 25. Juni 1998 (1998-06-25), Seiten  
1283-1285, XP006009971 ISSN: 0013-5194**

**EP 1 253 669 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 Gruppenantenne mit einer Anzahl von Resonanz-Strahlerelementen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Gruppenantennen werden durch Kombination von einzelnen Antennenelementen und einem Netzwerk zur gemeinsamen Speisung hergestellt. Zur Erzielung einer möglichst großen Anpassungsbandbreite der Gesamtantenne kommen Netzwerke in Frage, die aus Parallelverzweigungen von Speiseleitungen bestehen (Parallel-speisung) im Gegensatz zu solchen aus Serienordnungen (Serien-speisung). Für Gruppenantennen mit Senkrechtstrahlung werden Parallelspeisenetzwerke verwendet, die gleichlange Signalwege vom Speisepunkt zu jedem Strahlerelement gewährleisten, so daß alle Strahler für alle Frequenzen gleichphasig arbeiten. In solchen Gruppenantennen ist die Anpassungsbandbreite gewöhnlich allein durch die Bandbreite der Strahlerelemente bestimmt, da das Netzwerk mit breitbandigen Leitungsverzweigungen aufgebaut werden kann. Die relative Bandbreite von Gruppenantennen mit Resonanz-Strahlerelementen, vor allem vom Typ Microstrip-Patch-Antenne wird daher auf nur wenige Prozent begrenzt, je nach der Höhe des verwendeten Substratmaterials. Größere Bandbreiten können erreicht werden, wenn entsprechende Strahlerlemente verwendet werden, z.B. Mehrlagen-Elemente ("Stacked Patch") oder aperturgekoppelte Patch-Elemente ("elektromagnetische Kopplung"), was jedoch erheblich aufwendiger und teurer ist als die Realisierung von einlagigen Patch-Antennen. Ein anderer bekannter Lösungsvorschlag sieht eine Transformationsschaltung an jedem Antennenelement vor, das die Blindanteile der Strahlerimpedanz durch eine duale Resonatorschaltung in der Nähe der Resonanzfrequenz des Strahlerelements kompensiert. Eine solche Schaltung kann ebenfalls zu beträchtlichen Mehrkosten führen und benötigt zusätzlichen Platz auf der Antennenstruktur bzw. im Speisenetzwerk.

**[0003]** Gruppenantennen mit einer Anzahl von Resonanz-Strahlerelementen und einem Speisenetzwerk, welches eine Anzahl von zwischen einem Eingangsanschluß und die einzelnen Resonanz-Strahlerelemente parallel geschaltete Speiseleitungen enthält, sind allgemein bekannt, z.B. aus JP 2001-134028.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung ist es eine Gruppenantenne mit Resonanz-Strahlerelementen so auszugestalten, daß eine Erhöhung der Anpassungsbandbreite ohne nachteiligen Mehraufwand in den Strahlern und dem Speisenetzwerk möglich ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Gruppenantenne gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Gruppenantenne sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0007]** Durch die Erfindung wird eine Gruppenantenne mit einer Anzahl von Resonanz-Strahlerelementen

und einem Speisenetzwerk, welches eine Anzahl von zwischen einem Eingangsanschluß und den einzelnen Resonanz-Strahlerelementen parallel geschalteten Speiseleitungen enthält, geschaffen. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß die parallel geschalteten Speiseleitungen gleich lange Signalwege aufweisen und jeweils einen schwach angekoppelten Transmissionsresonator enthalten, wodurch in den Speiseleitungen ein Durchgangsfilter (in der Literatur auch als Transmissionsfilter bezeichnet) gebildet ist. Zum Begriff des Durchgangsfilters wird auf Meinke/Gundlach "Taschenbuch der Hochfrequenztechnik" zweite Auflage, 1968, Seite 469, Kapitel G.11 verwiesen.

**[0008]** Es entsteht also insgesamt ein Leitungsfiler, das über das Speisenetzwerk verteilt ist und die Leitungen des Speisenetzwerks zwischen den Strahlerelementen und dem zentralen Speisepunkt der Gruppe ganz oder in Teilabschnitten nutzt.

**[0009]** Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Gruppenantenne ist es, das Speisenetzwerk gleichzeitig zur Verteilung bzw. Sammlung der Signale an den Resonanz-Strahlerelementen und zur Kompensation der Blindanteile der Strahlerelementimpedanz dient.

**[0010]** Die Transmissionsresonatoren sind durch zwei in den Speiseleitungen angeordnete Blindelemente gebildet.

**[0011]** Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß in der Speiseleitung ein erstes Blindelement in einem ersten Abstand  $l_1$  und ein zweites Blindelement in einem zweiten Abstand  $l_2$ , der größer als der erste Abstand  $l_1$  sein kann, vor dem jeweiligen Resonanz-Strahlerelement angeordnet sind.

**[0012]** Hierbei ist das zweite Blindelement in einem Abstand  $l_2 \approx N \cdot \lambda/2$  vor dem ersten Blindelement angeordnet ist, wobei  $N = 1, 2, 3 \dots$  und  $\lambda$  die Arbeitsmittelfrequenz der Gruppenantenne ist.

**[0013]** Vorzugsweise verzweigen sich die Speiseleitungen von einem gemeinsamen Eingangsanschluß auf mehrere Resonanz-Strahlerelemente.

**[0014]** Vorzugsweise sind die Signalwege aller Speiseleitungen zwischen dem Eingangsanschluß und den jeweiligen Resonanz-Strahlerelementen gleich lang.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Gruppenantenne ist es vorgesehen, daß sich die Speiseleitungen an jeweiligen Verzweigungen von einem jeweiligen gemeinsamen Zweig in jeweilige einzelne Zweige aufspalten, wobei sich das erste Blindelement strahlerelementseitig an einer bestimmten Verzweigung befindet und sich das zweite Blindelement eingangsseitig an einer anderen bestimmten Verzweigung befindet.

**[0016]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung hiervon befindet sich in einem Zweig einer Speiseleitung zwischen dem ersten Blindelement und dem zweiten Blindelement eine einzige Verzweigung.

**[0017]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist es vorgesehen, daß sich in einem Zweig einer Speiseleitung zwischen dem ersten Blindelement und dem

zweiten Blindelement mehrere Verzweigungen hintereinander befinden.

**[0018]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Gruppenantenne ist es vorgesehen, daß die Gruppenantenne eine Gruppe von  $2 \times 2$  Patch-Strahlern enthält, bei der das Speisernetzwerk einen mit einem einzigen Eingangsanschluß verbundenen gemeinsamen Eingangszweig enthält, welcher sich an einer ersten Verzweigung in zwei getrennte erste Zweige aufspaltet und wobei sich die getrennten ersten Zweige an zweiten Verzweigungen in mit den einzelnen Patch-Strahlern verbundene Einzelzweige aufspalten, und wobei die ersten Blindelemente in einem ersten Abstand  $l_1$  jeweils vor den einzelnen Patch-Strahlern angeordnet sind und die zweiten Blindelemente in einem zweiten Abstand  $l_2$  von den ersten Blindelementen in Richtung hin zum Eingangsanschluß vorgesehen sind.

**[0019]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Gruppenantenne enthält diese eine Gruppe von  $1 \times 8$  Patch-Strahlern, wobei das Speisernetzwerk einen mit einem Eingangsanschluß verbundenen gemeinsamen Eingangszweig enthält, welcher sich an einer ersten Verzweigung in zwei getrennte erste Zweige aufspaltet, wobei sich jeder der getrennten ersten Zweige an zweiten Verzweigungen in jeweils zwei getrennte zweite Zweige aufspaltet und sich jeder der getrennten zweiten Zweige an dritten Verzweigungen wiederum in jeweils zwei mit den einzelnen Patch-Strahlern verbundene getrennte Einzelzweige aufspaltet, und wobei die ersten Blindelemente in einem ersten Abstand  $l_1$  jeweils vor den einzelnen Patch-Strahlern angeordnet sind, und die zweiten Blindelemente in einem zweiten Abstand  $l_2$  von den ersten Blindelementen in Richtung hin zum Eingangsanschluß angeordnet sind.

**[0020]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind die ersten Blindelemente in den mit den einzelnen Patch-Strahlern verbundenen getrennten Einzelzweigen angeordnet.

**[0021]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist ein gemeinsames Blindelement in dem gemeinsamen Eingangszweig angeordnet.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform sind die ersten Blindelemente zwischen den zweiten Verzweigungen und den dritten Verzweigungen in den getrennten zweiten Zweigen vorgesehen.

**[0023]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die zweiten Blindelemente zwischen der ersten Verzweigung und den zweiten Verzweigungen in den getrennten ersten Zweigen vorgesehen.

**[0024]** Vorzugsweise sind die Blindelemente durch Kapazitäten gebildet.

**[0025]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Kapazitäten durch an den Speiseleitungen vorgesehene Stichleitungen gebildet.

**[0026]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform können die Blindelemente durch Induktivitäten gebildet sein.

**[0027]** Die Verzweigungen sind vorzugsweise T-Verzweigungen.

**[0028]** Die T-Verzweigungen können Wilkinson-Teiler, reaktive T-Verzweigungen, Richtkoppler mit Phasenkompensation oder magische T-Verzweigungen sein.

**[0029]** Die Resonanz-Strahlerelemente können auch durch Dipole oder durch Schlitzstrahler gebildet sein.

**[0030]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Speisernetzwerk symmetrische Verzweigungen.

**[0031]** Gemäß einer anderen Ausführungsform kann das Speisernetzwerk unsymmetrische Verzweigungen enthalten.

**[0032]** Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisiertes Schaltbild, welches die Prinzipschaltung eines Transmissionsresonators an einem Resonanz-Strahlerelement einer Gruppenantenne gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Figur 2 ein Diagramm, das die Anpassungsbandbreite von Resonanz-Strahlerelementen für den Fall herkömmlicher Beschaltung und für den Fall erhöhter Bandbreite gemäß der vorliegenden Erfindung wiedergibt;

Figur 3 eine schematisierte Darstellung einer Gruppenantenne mit einer  $2 \times 2$ -Gruppe von Patch-Strahlern gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Figur 4 eine schematisierte Darstellung einer Gruppenantenne mit einer  $1 \times 8$ -Gruppe von Patch-Strahlern gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0033]** Bei der in Figur 1 dargestellten Prinzipschaltung bedeutet das Bezugszeichen 101 ein Resonanz-Strahlerelement einer Gruppenantenne. Dieses ist über eine Speiseleitung 104 mit einem Eingangsanschluß 103 verbunden. Auf der Speiseleitung 104 sind Blindelemente in Form von quer geschalteten Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  in einem Abstand  $l_2 \approx N \cdot \lambda/2$ , mit  $N = 1, 2, 3 \dots$  bei der Arbeitsmittelfrequenz  $\lambda$  der Antenne vorgesehen. Durch diesen Schaltungsteil ist in der Speiseleitung ein schwach angekoppelter Transmissionsresonator gebildet, dessen Sperrdämpfung mit der Größe der Kapazitäten steigt, und dessen Bandbreite mit steigender Länge  $l_2$  abnimmt. Zur Kompensation des Blindanteils der Impedanz eines Strahlerelements mit kleiner Bandbreite wird ein großer Abstand  $l_2$  benötigt, z.B.  $2\lambda$ . Damit nimmt der wirksame Imaginärteil der Filterimpedanz etwa mit derselben Frequenzsteilheit ab wie der des angeschlossenen Strahlerelements zunimmt. Die

Gegenläufigkeit der Phasengänge muß weiterhin eingestellt werden durch den Abstand  $l_1$ .

**[0034]** Mit der in Figur 1 dargestellten Prinzipschaltung ergibt sich am Eingang 103 der Speiseleitung 104 der Verlauf eines Reflektionsfaktors, der dem eines zweikreisigen Bandfilters entspricht. Dieser Verlauf ist in Figur 2 mit einer strichpunktierten Linie gegen die Frequenz dargestellt. Demgegenüber hat ein Resonanz-Strahlerelement, das ohne eine Transmissionsresonator, wie der durch die beiden Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  gebildet ist, das Reflektionsverhalten eines einfach abgestimmten Resonanzkreises, wie es in Figur 2 mit der durchgezogenen Linie dargestellt ist. Die Anpassungsbreite  $\Delta f$  mit Transmissionsresonator, die einstellbar ist, kann bis auf etwa die dreifache Breite  $3\Delta f$  des herkömmlichen Falles  $\Delta f$  gesteigert werden, abhängig von dem zugelassenen Reflektionsfaktor innerhalb der Bandbreite.

**[0035]** Die Figuren 3 und 4 zeigen Ausführungsbeispiele in Form einer  $2 \times 2$ -Gruppe von Patch-Strahlern bzw. einer  $1 \times 8$ -Gruppe von Patch-Strahlern, welche jeweils über ein Speisennetzwerk 202 bzw. 302 mit einem Eingangsanschluß 203 bzw. 303 gekoppelt sind. Die Speisennetze 202; 302 dienen gleichzeitig zur Verteilung bzw. Sammlung der Signale an den Resonanz-Strahlerelementen  $201_k$  bzw.  $301_k$  der Gruppen.

**[0036]** Die Umsetzung des anhand der Figur 1 erläuterten Prinzips auf eine Gruppenantenne mit einem Parallelspeisennetzwerk 202 bzw. 302, welches eine Anzahl von zwischen den Eingangsanschluß 203; 303 und die einzelnen Resonanz-Strahlerelemente  $201_k$ ;  $301_k$  parallel geschaltete Speiseleitungen  $204_k$  bzw.  $304_k$  enthält, führt allgemein zu einer Anordnung der Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  in dem Speisennetzwerk 202; 302 in der Weise, daß die parallel geschalteten Speiseleitungen  $204_k$ ;  $304_k$  gleich lange Signalwege aufweisen, und daß die Signalwege in gleicher Weise über eine Folge der im Abstand  $l_2$  angeordneten Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  verlaufen. Die Kapazitäten  $C_1$  sind durch gleiche Leitungslängen  $l_1$  von den Resonanz-Strahlerelementen  $201_k$ ;  $301_k$  getrennt.

**[0037]** Bei der in Figur 3 dargestellten  $2 \times 2$ -Gruppe von Patch-Strahlern ist das Speisennetzwerk 202 nach Art von baumförmig kombinierten T-Verzweigungen aufgebaut. Die zu jedem der Strahlerelemente  $201_k$  führenden parallel geschalteten Speiseleitungen  $204_k$ , von denen eine mit gestrichelten Linien dargestellt ist, verlaufen in einem Teil des Speisennetzwerk 202 gemeinsam und trennen sich erst unmittelbar vor den einzelnen Strahlerelementen  $201_k$  in einzelne Leitungszweige  $211_k$  auf. Im einzelnen enthält das Speisennetzwerk 202 einen mit dem Eingangsanschluß 203 verbundenen gemeinsamen Eingangszweig 205, der sich an einer ersten Verzweigung 206 in zwei getrennte erste Zweige  $207_i$  aufspaltet. Die getrennten ersten Zweige  $207_i$  spalten sich ihrerseits an zweiten Verzweigungen  $208_i$  in die mit den einzelnen Patch-Strahlern  $201_k$  verbundenen Einzelzweige  $211_k$  auf. Die ersten Blindelemente in Form der ersten Kapazitäten  $C_1$  sind in einem ersten

Abstand  $l_1$  jeweils vor den einzelnen Patch-Strahlern  $211_k$  angeordnet. Die zweiten Blindelemente in Form der zweiten Kapazitäten  $C_2$  sind in einem zweiten Abstand  $l_2$  von den ersten Blindelementen  $C_1$  in Richtung hin zum Eingangsanschluß 203 angeordnet.

**[0038]** Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, sind die ersten Kapazitäten  $C_1$  für jedes Strahlerelement  $201_k$  getrennt in dem Einzelzweig  $211_k$  des Speisennetzwerks 202 angeordnet, wohingegen die zweite Kapazität  $C_2$  für alle Speiseleitungen  $204_k$  in Form der Leitungszweige des Speisennetzwerks 202 gemeinsam in dem mit dem Eingangsanschluß 203 gekoppelten gemeinsamen Eingangszweig 205 angeordnet ist.

**[0039]** Die Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  sind jeweils in Form einer kurzen leerlaufenden Sticheitung vorgesehen. Wegen der gleich langen Signalwege in dem Speisennetzwerk 202 sind alle vier Abstände zwischen den die Kapazitäten  $C_1$  bildenden Sticheitungen und der die Kapazität  $C_2$  bildenden Sticheitung gleich.

**[0040]** Bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel einer  $1 \times 8$ -Gruppe von Patch-Strahlern sind die einzelnen Strahlerelemente  $301_k$  über ein Speisennetzwerk 302 mit einem gemeinsamen Eingangsanschluß 303 gekoppelt. Jeder der einzelnen Strahler  $301_k$  ist über eine Speiseleitung  $304_k$ , von denen in Figur 4 einer gestrichelt dargestellt ist, des Speisennetzwerks 302 mit dem gemeinsamen Eingangsanschluß 303 gekoppelt. Ein gemeinsamer Eingangszweig 305, der mit dem Eingangsanschluß 303 verbunden ist, spaltet sich an einer ersten Verzweigung 306 in zwei getrennte erste Zweige  $307_i$  auf. Jeder der getrennten ersten Zweige  $307_i$  spaltet sich wiederum an zweiten Verzweigungen  $308_i$  in jeweils zwei getrennte zweite Zweige  $309_j$  auf. Jeder der getrennten zweiten Zweige  $309_j$  spaltet sich wiederum an dritten Verzweigungen  $310_j$  in jeweils zwei getrennte Einzelzweige  $311_k$  auf, die ihrerseits mit den einzelnen Strahlerelementen  $301_k$  verbunden sind. Die ersten Blindelemente in Form der ersten Kapazitäten  $C_1$  sind in einem ersten Abstand  $l_1$  jeweils vor den einzelnen Strahlerelementen  $301_k$  in den zweiten Zweigen  $309_j$  angeordnet, also jeweils eine Kapazität  $C_1$  gemeinsam für zwei Strahlerelemente  $301_k$  und im gleichen Abstand  $l_1$  vor denselben. Die zweiten Blindelemente in Form der zweiten Kapazitäten  $C_2$  sind in einem zweiten Abstand  $l_2$  von den ersten Kapazitäten  $C_1$  in Richtung hin zum Eingangsanschluß 303 angeordnet und zwar jeweils auf den ersten Zweigen  $307_i$ , also jeweils eine Kapazität  $C_2$  gemeinsam für vier Strahlerelemente  $301_k$  bzw. für vier Speiseleitungen  $304_k$ .

**[0041]** Die Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  sind wie bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils durch eine von den Speiseleitungen  $304_k$  abzweigende Sticheitung gebildet. Die Längen aller durch die Speiseleitungen  $304_k$  gebildeten Signalwege ist für alle Strahlerelemente  $301_k$  gleich, ebenso die Abstände  $l_1$  und  $l_2$ , in welchen die einzelnen Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  zueinander und von den Strahlerelementen  $301_k$  wie auch vom Eingangsanschluß 303 entfernt angeordnet sind.

**[0042]** Abweichend von den beiden dargestellten Ausführungsbeispielen sind auch andere Varianten des Konzepts zur Verbreiterung der Anpassungsbandbreite möglich, je nach Größe der Gruppe und Aufbau des Speisernetzwerk.

**[0043]** Es sind andere Leitungsarten einsetzbar, z.B. Hohlleiter oder Koaxialleitung und andere T-Verzweigungen, z.B. Wilkinson-Teiler, reaktive T-Verzweigungen mit Wellenwiderstands-Sprüngen in den Abzweigungen, Richtkoppler mit Phasenkompensation oder magische T-Verzweigungen.

**[0044]** Je nach Leitungsart können die Kapazitäten  $C_1$ ,  $C_2$  auf andere Weise realisiert werden, z.B. durch Tauchstifte oder Blenden in Hohlleitertechnik. Auch können für die Herstellung der Transmissions-Resonatorstruktur anstelle von Kapazitäten auch induktive Blindelemente verwendet werden.

**[0045]** Die Anwendung ist darüber hinaus nicht auf Gruppenantennen mit Patch-Strahlern begrenzt, sondern auf alle Strahlertypen anwendbar, deren Speisepunktimpedanz durch eine Schwingkreisresonanz bestimmt ist, z.B. Dipole oder Schlitzstrahler, gegebenenfalls auch in Kombination mit weiteren Schaltungselementen, wie Koppel-Blindwiderständen oder zusätzlichen Leitungsstücken. Ebenso ist das Konzept gleichermaßen anwendbar auf Antennen mit Gleichbelegung der Strahlerelemente (symmetrische 1:1-Teiler im Speisernetzwerk) oder mit Nichtgleichbelegung (unsymmetrische Teiler), jedenfalls aber mit gleich langen Signalwegen, d.h. mit gleicher Phase der Strahlerelemente.

#### Bezugszeichenliste

##### **[0046]**

101; 201 <sub>k</sub> ; 301 <sub>k</sub>	Resonanz-Strahlerelemente
202; 302	Speisernetzwerk
103; 203; 303	Eingangsanschluß
104; 204 <sub>k</sub> ; 304 <sub>k</sub>	Speiseleitung
205; 305	gemeinsamer Eingangszweig
206; 306	erste Verzweigung
207 <sub>i</sub> ; 307 <sub>i</sub>	erste Zweige
208 <sub>i</sub> ; 308 <sub>i</sub>	zweite Verzweigung
309 <sub>j</sub>	zweite Zweige
310 <sub>j</sub>	dritte Verzweigung
211 <sub>k</sub> ; 311 <sub>k</sub>	Einzelzweige

#### **Patentansprüche**

1. Gruppenantenne aus einer Anzahl von Resonanz-Strahlerelementen (101; 201<sub>k</sub>; 301<sub>k</sub>) und einem Speisernetzwerk (202; 302), welches eine Anzahl von zwischen einem Eingangsanschluß (103; 203; 303) und den einzelnen Resonanz-Strahlerelementen (101; 201<sub>k</sub>; 301<sub>k</sub>) parallel geschalteten Speiseleitungen (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) enthält, wobei die parallel geschalteten Speiseleitungen (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) gleich lange Signalwege aufweisen, und jeweils einen schwach angekoppelten Transmissionsresonator enthalten, der durch die folgende Anordnung zweier Blindelemente ( $C_1$ ,  $C_2$ ) in jeweils einer Speiseleitung (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) gebildet ist:

das erste Blindelement ist in der Speiseleitung (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) in einem ersten Abstand  $l_1$  und das zweite Blindelement ( $C_2$ ) in einem zweiten Abstand, der größer als der erste Abstand  $l_1$  ist, vor dem jeweiligen Resonanz-Strahlerelement (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) angeordnet,

#### **dadurch gekennzeichnet, daß**

das zweite Blindelement ( $C_2$ ) in einem Abstand  $l_2 \approx N \cdot \lambda/2$  von dem ersten Blindelement ( $C_1$ ) angeordnet ist, wobei  $N = 1, 2, 3 \dots$  und  $\lambda$  die Arbeitsmittelfrequenz der Gruppenantenne ist.

2. Gruppenantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Speiseleitungen (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) von einem gemeinsamen Eingangsanschluß (203; 303) auf mehrere Resonanz-Strahlerelemente (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) verzweigen.
3. Gruppenantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Speiseleitungen (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) an jeweiligen Verzweigungen von einem jeweiligen gemeinsamen Zweig in jeweilige einzelne Zweige aufspalten, wobei sich das erste Blindelement ( $C_1$ ) strahlerelementseitig einer bestimmten Verzweigung befindet und sich das zweite Blindelement ( $C_2$ ) eingangsseitig der bestimmten Verzweigung befindet.
4. Gruppenantenne nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich in einem Zweig einer Speiseleitung (304<sub>k</sub>) zwischen dem ersten Blindelement ( $C_1$ ) und dem zweiten Blindelement ( $C_2$ ) eine einzige Verzweigung (308<sub>i</sub>) befindet.
5. Gruppenantenne nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich in einem Zweig einer Speiseleitung (204<sub>k</sub>) zwischen dem ersten Blindelement ( $C_1$ ) und dem zweiten Blindelement ( $C_2$ ) mehrere Verzweigungen (206, 208<sub>i</sub>) hintereinander befinden.

6. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gruppenantenne eine Gruppe von  $2 \times 2$  Patch-Strahlern (201<sub>k</sub>) enthält, bei der das Speisernetzwerk (202) einen mit einem einzigen Eingangsanschluß (203) verbundenen gemeinsamen Eingangszweig (205) enthält, welcher sich an einer ersten Verzweigung (206) in zwei getrennte erste Zweige (207<sub>i</sub>) aufspaltet, wobei sich die getrennten ersten Zweige (207<sub>i</sub>) an zweiten Verzweigungen (208<sub>i</sub>) in mit den einzelnen Patch-Strahlern (201<sub>k</sub>) verbundene Einzelzweige (211<sub>k</sub>) aufspalten, und wobei die ersten Blindelemente (C<sub>1</sub>) in einem ersten Abstand (l<sub>1</sub>) jeweils vor den einzelnen Patch-Strahlern (211<sub>k</sub>) angeordnet sind und die zweiten Blindelemente (C<sub>2</sub>) in einem zweiten Abstand (l<sub>2</sub>) von den ersten Blindelementen (C<sub>1</sub>) in Richtung hin zum Eingangsanschluß (203) angeordnet sind.
7. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gruppenantenne eine Gruppe von  $1 \times 8$  Patch-Strahlern (301<sub>k</sub>) enthält, bei der das Speisernetzwerk (302) einen mit einem Eingangsanschluß (303) verbundenen gemeinsamen Eingangszweig (305) enthält, welcher sich an einer ersten Verzweigungen (306) in zwei getrennte erste Zweige (307<sub>i</sub>) aufspaltet, wobei sich jeder der getrennten ersten Zweige (307<sub>i</sub>) an zweiten Verzweigungen (308<sub>i</sub>) in jeweils zwei getrennte zweite Zweige (309<sub>j</sub>) aufspaltet und sich jeder der getrennten zweiten Zweige (309<sub>j</sub>) an dritten Verzweigungen (310<sub>j</sub>) wiederum in zwei jeweils mit den einzelnen Patch-Strahlern (301<sub>k</sub>) verbundene getrennte Einzelzweige (311<sub>k</sub>) aufspaltet, und wobei die ersten Blindelemente (C<sub>1</sub>) in einem ersten Abstand (l<sub>1</sub>) jeweils vor den einzelnen Patch-Strahlern (301<sub>k</sub>) angeordnet sind und die zweiten Blindelemente (C<sub>2</sub>) in einem zweiten Abstand (l<sub>2</sub>) vor den ersten Blindelementen (C<sub>1</sub>) in Richtung hin zum Eingangsanschluß (303) angeordnet sind.
8. Gruppenantenne nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die ersten Blindelemente (C<sub>1</sub>) in den mit den einzelnen Patch-Strahlern verbundenen getrennten Einzelzweigen (211<sub>k</sub>; 311<sub>k</sub>) angeordnet sind.
9. Gruppenantenne nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein gemeinsames Blindelement (C<sub>2</sub>) in dem gemeinsamen Eingangszweig (305) angeordnet ist.
10. Gruppenantenne nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die ersten Blindelemente (C<sub>1</sub>) zwischen den zweiten Verzweigungen (308<sub>i</sub>) und den dritten Verzweigungen (310<sub>j</sub>) in den getrennten zweiten Zweigen (309<sub>j</sub>) vorgesehen sind.
11. Gruppenantenne nach Anspruch 7 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweiten Blindelemente (C<sub>2</sub>) zwischen der ersten Verzweigung (306) und den zweiten Verzweigungen (308<sub>i</sub>) in den getrennten ersten Zweigen (307<sub>i</sub>) vorgesehen sind.
12. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Blindelemente durch Kapazitäten (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) gebildet sind.
13. Gruppenantenne nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kapazitäten (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) durch an den Speiseleitungen (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) vorgesehene Stickleitungen gebildet sind.
14. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Blindelemente durch Induktivitäten gebildet sind.
15. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verzweigungen (206, 208<sub>i</sub>; 306, 308<sub>i</sub>; 310<sub>j</sub>) durch T-Verzweigungen gebildet sind.
16. Gruppenantenne nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die T-Verzweigungen durch Wilkinson-Teiler, reaktive T-Verzweigungen, Richtkoppler mit Phasenkompensation oder magische T-Verzweigungen gebildet sind.
17. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Resonanz-Strahlerelemente durch Dipole gebildet sind.
18. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Resonanz-Strahlerelemente durch Schlitzstrahler gebildet sind.
19. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 2 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisernetzwerk (202; 302) symmetrische Verzweigungen enthält.
20. Gruppenantenne nach einem der Ansprüche 2 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisernetzwerk unsymmetrische Verzweigungen enthält.

#### Claims

1. Antenna array comprising a number of resonant antenna elements (101; 201<sub>k</sub>; 301<sub>k</sub>) and a feed network (202; 302), which contains a number of feed lines (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) which are connected in parallel to the individual resonant antenna elements (101; 201<sub>k</sub>; 301<sub>k</sub>), with the parallel-connected feed

lines (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) having signal paths of the same length, and each containing a weakly coupled transmission resonator which is formed by the following arrangement of two reactive elements (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) in in each case one feed line (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>):

the first reactive element is arranged in the feed line (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) at a first distance l<sub>1</sub>, and the second reactive element (C<sub>2</sub>) is arranged at a second distance, which is greater than the first distance l<sub>1</sub>, in front of the respective resonant antenna element (104; 204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>),

**characterized in that**

the second reactive element (C<sub>2</sub>) is arranged at a distance  $l_2 \approx N \cdot \lambda/2$  from the first reactive element (C<sub>1</sub>), where N = 1, 2, 3... and λ is the operating mid-frequency of the antenna array.

2. Antenna array according to Claim 1, **characterized in that** the feed lines (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) branch off from a common input connection (203; 303) to a number of resonant antenna elements (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>).
3. Antenna array according to Claim 2, **characterized in that** the feed lines (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>) are split off at respective junctions from a respective common branch into individual branches in each case, with the first reactive element (C<sub>1</sub>) being located on the antenna element side of a specific junction, and the second reactive element (C<sub>2</sub>) being located on the input side of that specific junction.
4. Antenna array according to Claim 3, **characterized in that** a single junction (308<sub>i</sub>) is located in one branch of a feed line (304<sub>k</sub>) between the first reactive element (C<sub>1</sub>) and the second reactive element (C<sub>2</sub>).
5. Antenna array according to Claim 3, **characterized in that** two or more junctions (206, 208<sub>i</sub>) are located one behind the other in one branch of a feed line (204<sub>k</sub>) between the first reactive element (C<sub>1</sub>) and the second reactive element (C<sub>2</sub>).
6. Antenna array according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the antenna array contains an array of 2 × 2 patch antenna elements (201<sub>k</sub>), for which the feed network (202) contains a common input branch (205), which is connected to a single input connection (203) and splits at a first junction (206) into two separate first branches (207<sub>i</sub>), with the separated first branches (207<sub>i</sub>) splitting at the second junctions (208<sub>i</sub>) into individual branches (211<sub>k</sub>) which are connected to the individual patch antenna elements (201<sub>k</sub>), and with the first reactive elements (C<sub>1</sub>) each being arranged at a first distance (l<sub>1</sub>) in front of the individual patch antenna elements (211<sub>k</sub>), and the second reactive elements (C<sub>2</sub>) being arranged at a second distance (l<sub>2</sub>) from the first reactive elements (C<sub>1</sub>) in the direction of the input connection (203).
7. Antenna array according to one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the antenna array contains an array of 1 × 8 patch antenna elements (301<sub>k</sub>), for which the feed network (302) contains a common input branch (305) which is connected to an input connection (303) and splits at a first junction (306) into two separate first branches (307<sub>i</sub>), with each of the separate first branches (307<sub>i</sub>) being split at second junctions (308<sub>i</sub>) into in each case two separate second branches (309<sub>j</sub>), and with each of the separate second branches (309<sub>j</sub>) in turn being split at third junctions (310<sub>j</sub>) into two separate individual branches (311<sub>k</sub>) which are each connected to the individual patch antenna elements (301<sub>k</sub>), and with the first reactive elements (C<sub>1</sub>) each being arranged at a first distance (l<sub>1</sub>) in front of the individual patch antenna elements (301<sub>k</sub>), and the second reactive elements (C<sub>2</sub>) being arranged at a second distance (l<sub>2</sub>) in front of the first reactive elements (C<sub>1</sub>) in the direction of the input connection (303).
8. Antenna array according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the first reactive elements (C<sub>1</sub>) are arranged in the separate individual branches (211<sub>k</sub>; 311<sub>k</sub>) which are connected to the individual patch antenna elements.
9. Antenna array according to Claim 6, **characterized in that** a common reactive element (C<sub>2</sub>) is arranged in the common input branch (305).
10. Antenna array according to Claim 7, **characterized in that** the first reactive elements (C<sub>1</sub>) are provided between the second junctions (308<sub>i</sub>) and the third junctions (310<sub>j</sub>) in the separate second branches (309<sub>j</sub>).
11. Antenna array according to Claim 7 or 10, **characterized in that** the second reactive elements (C<sub>2</sub>) are provided between the first junction (306) and the second junctions (308<sub>i</sub>) in the separate first branches (307<sub>i</sub>).
12. Antenna array according to one of Claims 2 to 11, **characterized in that** the reactive elements are formed by capacitances (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>).
13. Antenna array according to Claim 12, **characterized in that** the capacitances (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) are formed by spur lines provided on the feed lines (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>).
14. Antenna array according to one of Claims 2 to 11, **characterized in that** the reactive elements are

formed by inductances.

15. Antenna array according to one of Claims 3 to 6, **characterized in that** the junctions (206, 208<sub>i</sub>; 306, 308<sub>i</sub>, 310<sub>j</sub>) are formed by T junctions. 5
16. Antenna array according to Claim 15, **characterized in that** the T junctions are formed by Wilkinson splitters, reactive T junctions, directional couplers with phase compensation or magic T junctions. 10
17. Antenna array according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the resonant antenna elements are formed by dipoles. 15
18. Antenna array according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the resonant antenna elements are formed by slot antenna elements. 20
19. Antenna array according to one of Claims 2 to 18, **characterized in that** the feed network (202; 302) contains balanced junctions. 25
20. Antenna array according to one of Claims 2 to 19, **characterized in that** the feed network contains unbalanced junctions. 25

### Revendications

1. Antenne en réseau constituée d'un certain nombre d'éléments rayonnants résonants (101 ; 201<sub>k</sub> ; 301<sub>k</sub>) et d'un réseau d'alimentation (202 ; 302) qui contient un certain nombre de lignes d'alimentation (104 ; 204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) branchées en parallèle entre une borne d'entrée (103 ; 203 ; 303) et chacun des éléments rayonnants résonants (101 ; 201<sub>k</sub> ; 301<sub>k</sub>), les lignes d'alimentation (104 ; 204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) branchées en parallèle présentant des trajets de signal de même longueur et comprenant à chaque fois un résonateur de transmission faiblement couplé qui est formé à chaque fois dans une ligne d'alimentation (104 ; 204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) par l'arrangement suivant de deux composants réactifs (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) :
- le premier élément réactif est disposé dans la ligne d'alimentation (104 ; 204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) à une première distance l<sub>1</sub> et le deuxième élément réactif (C<sub>2</sub>) à une deuxième distance, laquelle est supérieure à la distance l<sub>1</sub>, de l'élément rayonnant résonant (104 ; 204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) correspondant,
- caractérisée en ce que** le deuxième élément réactif (C<sub>2</sub>) est disposé à une distance l<sub>2</sub> ≈ N.λ/2 du premier élément réactif (C<sub>1</sub>), N étant égal à 1, 2, 3, ... et λ étant la fréquence centrale de fonctionnement de l'antenne en réseau. 30
2. Antenne en réseau selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les lignes d'alimentation (204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) se ramifient sur plusieurs éléments rayonnants résonants (204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) à partir d'une borne d'entrée commune (203 ; 303). 5
3. Antenne en réseau selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les lignes d'alimentation (204<sub>k</sub> ; 304<sub>k</sub>) se fractionnent au niveau des ramifications respectives entre une branche à chaque fois commune et des branches à chaque fois individuelles, le premier élément réactif (C<sub>1</sub>) se trouvant du côté de l'élément rayonnant d'une ramification donnée et le deuxième élément réactif (C<sub>2</sub>) se trouvant du côté de l'entrée de la ramification donnée. 10
4. Antenne en réseau selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** une seule ramification (308<sub>i</sub>) se trouve dans une branche d'une ligne d'alimentation (304<sub>k</sub>) entre le premier élément réactif (C<sub>1</sub>) et le deuxième élément réactif (C<sub>2</sub>). 15
5. Antenne en réseau selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** plusieurs ramifications (206, 208<sub>i</sub>) se trouvent les unes derrière les autres dans une branche d'une ligne d'alimentation (204<sub>k</sub>) entre le premier élément réactif (C<sub>1</sub>) et le deuxième élément réactif (C<sub>2</sub>). 20
6. Antenne en réseau selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** l'antenne en réseau comprend un groupe de 2 x 2 éléments rayonnants de connexion (201<sub>k</sub>) avec lequel le réseau d'alimentation (202) comprend une branche d'entrée (205) commune reliée à une seule borne d'entrée (203) et qui se divise au niveau d'une première ramification (206) en deux premières branches (207<sub>i</sub>) séparées, les premières branches (207<sub>i</sub>) séparées se divisant au niveau de deuxièmes ramifications (208<sub>i</sub>) en branches individuelles (211<sub>k</sub>) reliées avec les éléments rayonnants de connexion individuels (201<sub>k</sub>), et les premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) étant disposés à une première distance (l<sub>1</sub>) à chaque fois avant les éléments rayonnants de connexion individuels (211<sub>k</sub>) et les deuxièmes éléments réactifs (C<sub>2</sub>) étant disposés à une deuxième distance (l<sub>2</sub>) des premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) en direction de la borne d'entrée (203). 35
7. Antenne en réseau selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** l'antenne en réseau comprend un groupe de 1 x 8 éléments rayonnants de connexion (301<sub>k</sub>) avec lequel le réseau d'alimentation (302) comprend une branche d'entrée (305) commune reliée à une borne d'entrée (303) et qui se divise au niveau d'une première ramification (306) en deux premières branches (307<sub>i</sub>) séparées, les premières branches (307<sub>i</sub>) séparées se divisant 40

- au niveau de deuxièmes ramifications (308<sub>i</sub>) à chaque fois en deux deuxièmes branches individuelles (309<sub>j</sub>) séparées et chacune des deuxièmes branches individuelles (309<sub>j</sub>) séparées se divisant de nouveau au niveau de troisièmes ramifications (310<sub>j</sub>) en deux branches individuelles (311<sub>k</sub>) séparées à chaque fois reliées avec les éléments rayonnants de connexion individuels (301<sub>k</sub>), et les premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) étant disposés à une première distance (l<sub>1</sub>) à chaque fois avant les éléments rayonnants de connexion individuels (301<sub>k</sub>) et les deuxièmes éléments réactifs (C<sub>2</sub>) étant disposés à une deuxième distance (l<sub>2</sub>) avant des premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) en direction de la borne d'entrée (303).
- 5
8. Antenne en réseau selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** les premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) sont disposés dans les branches individuelles (211<sub>k</sub>; 311<sub>k</sub>) séparées reliées avec des éléments rayonnants de connexion individuels.
- 10
9. Antenne en réseau selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** un élément réactif (C<sub>1</sub>) commun disposé dans la branche d'entrée commune (305).
- 15
10. Antenne en réseau selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les premiers éléments réactifs (C<sub>1</sub>) sont prévus entre les deuxièmes ramifications (308<sub>i</sub>) et les troisièmes ramifications (310<sub>j</sub>) dans les deuxièmes branches (309<sub>j</sub>) séparées.
- 20
11. Antenne en réseau selon la revendication 7 ou 10, **caractérisée en ce que** les deuxièmes éléments réactifs (C<sub>2</sub>) sont prévus entre la première ramification (306) et les deuxièmes ramifications (308<sub>j</sub>) dans les premières branches (307<sub>i</sub>) séparées.
- 25
12. Antenne en réseau selon l'une des revendications 2 à 11, **caractérisée en ce que** les éléments réactifs sont formés par des condensateurs (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>).
- 30
13. Antenne en réseau selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** les condensateurs (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) sont formés par des tronçons de ligne prévues sur les lignes d'alimentation (204<sub>k</sub>; 304<sub>k</sub>).
- 35
14. Antenne en réseau selon l'une des revendications 2 à 11, **caractérisée en ce que** les éléments réactifs sont formés par des inductances.
- 40
15. Antenne en réseau selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisée en ce que** les ramifications (206, 208<sub>i</sub>; 306, 308<sub>i</sub>; 310<sub>j</sub>) sont formées par des ramifications en T.
- 45
16. Antenne en réseau selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** les ramifications en T sont formées par des séparateurs de Wilkinson, des ramifications en T réactives, des coupleurs directionnels avec compensation de phase ou des ramifications en T magiques.
- 50
17. Antenne en réseau selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants résonnants sont formés par des dipôles.
- 55
18. Antenne en réseau selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants résonnants sont formés par des fentes rayonnantes.
19. Antenne en réseau selon l'une des revendications 2 à 18, **caractérisée en ce que** le réseau d'alimentation (202; 302) contient des ramifications symétriques.
20. Antenne en réseau selon l'une des revendications 2 à 19, **caractérisée en ce que** le réseau d'alimentation contient des ramifications asymétriques.

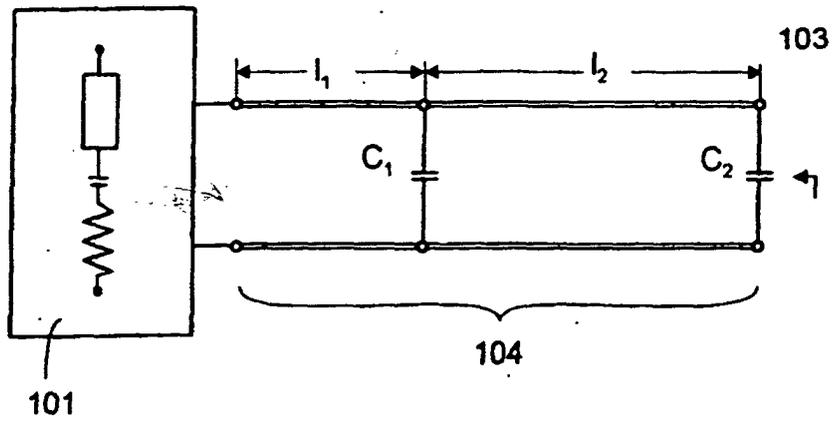


Fig. 1

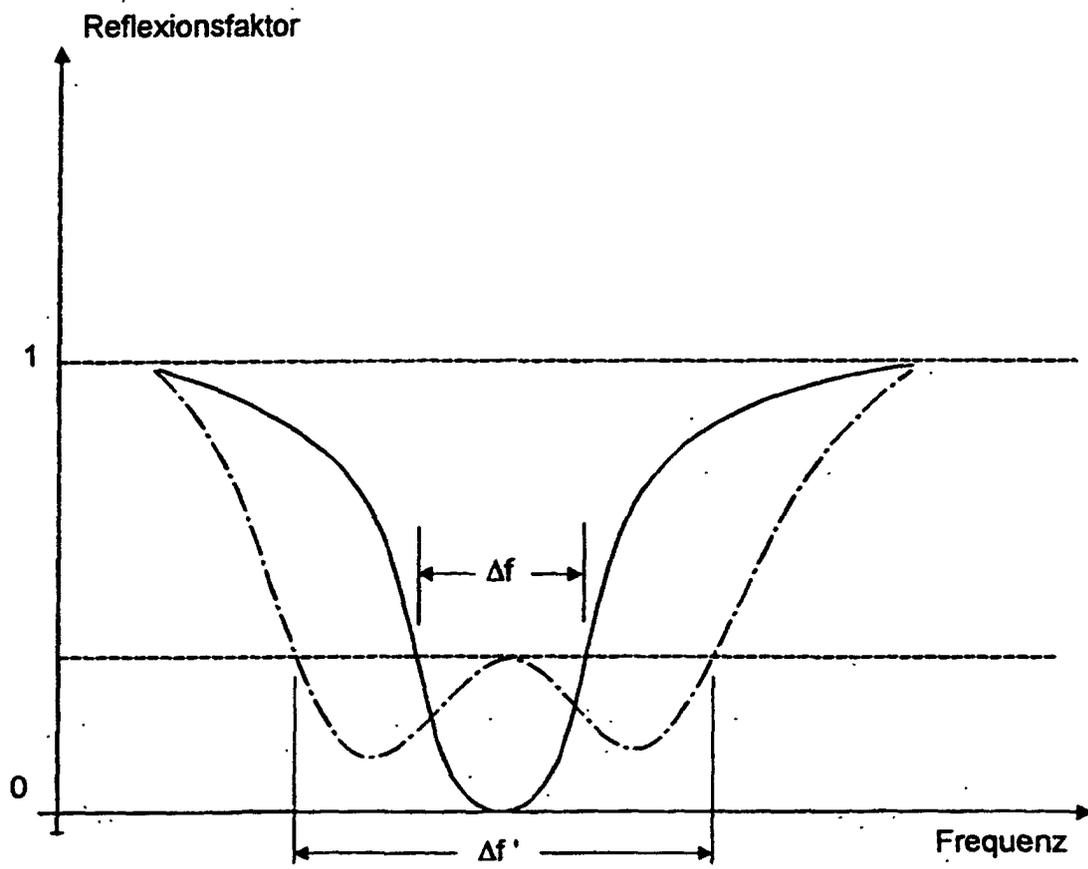


Fig. 2

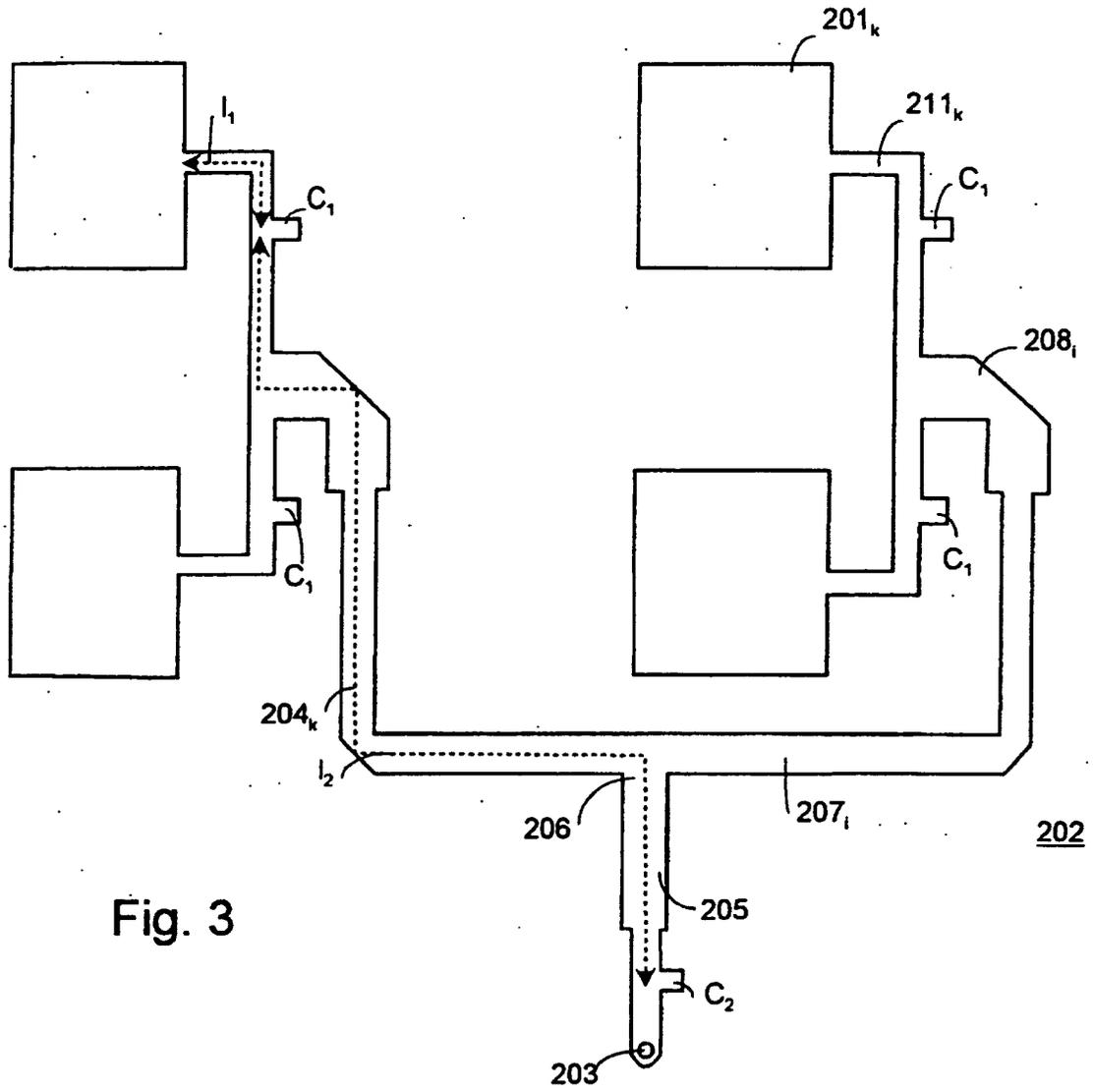


Fig. 3

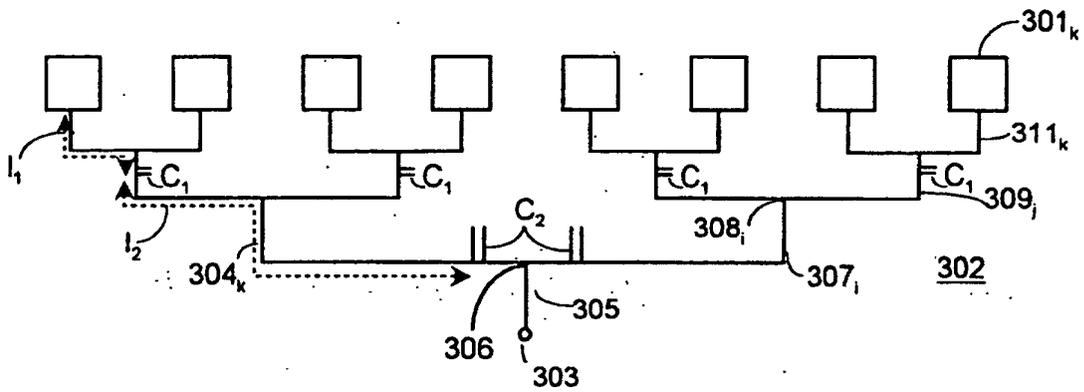


Fig. 4