

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 507/2005 (51) Int. Cl.⁸: H01Q 5/00 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2005-03-24
(43) Veröffentlicht am: 2009-03-15

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2003/012922A1 EP 429255A2
US 5065164 US 1708515
EP 1093187A2 US 5600335A

(73) Patentinhaber:
WEIGL JÜRGEN A. DIPL.ING.
A-8053 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
WEIGL JÜRGEN A. DIPL.ING.
GRAZ (AT)

(54) ANTENNENANORDNUNG

- (57) Bei einer Antennenanordnung (A) zum Betrieb bei wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband mit einem Antennenfußpunkt (4) zum Anschluss an eine Sende- und/oder Empfangsanlage (5), wobei ein erstes Antennenleiterende (2) eines ersten Antennenleiters (1) mit dem Antennenfußpunkt (4) verbunden ist, und wobei die Länge (l_0) des ersten Antennenleiters (1) auf die erste Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, wobei eine erste Spulenanordnung (10) vorgesehen ist, bestehend aus wenigstens einer ersten Spule (11) mit einem ersten Spulenanschluss (12) und einem zweiten Spulenanschluss (13), einem ersten Leiter (14) mit einem ersten Leiterende (15) und einem zweiten Leiterende (16), und einem zweiten Leiter (17) mit einem dritten Leiterende (18) und einem vierten Leiterende (19), wobei das zweite Leiterende (16) an den ersten Spulenanschluss (12) und das dritte Leiterende (18) an den zweiten Spulenanschluss (13) angeschlossen ist, wobei das erste Leiterende (15) an einem, dem ersten Antennenleiterende (2) gegenüberliegenden zweiten Antennenleiterende (3) angeschlossen ist, und wobei die Antennenanordnung (A) aus erstem Antenneleiter (1) und erster Spulenanordnung (10) auf eine zweite Betriebsfrequenz bzw. ein zweites Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, wird zur Einsatz einer Antenne bei wenigstens zwei beliebig wählbaren Betriebsfrequenzen und weitestgehend unabhängig von den Witterungsverhältnissen vorgeschlagen, dass die erste Spulenanordnung (10) am ersten Leiterende (15), bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das zehnfache größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters (1) bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband.

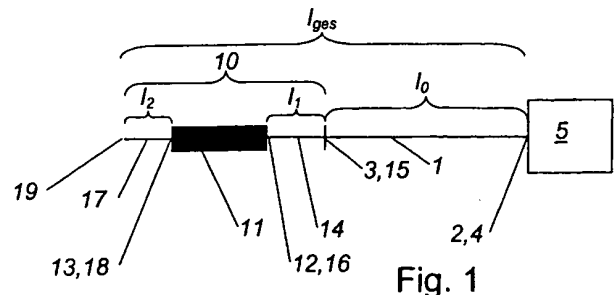


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung zum Betrieb bei wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband mit einem Antennenfußpunkt zum Anschluss an eine Sende- und/oder Empfangsanlage, wobei ein erstes Antennenleiterende eines ersten Antennenleiters mit dem Antennenfußpunkt verbunden ist, und wobei die Länge
5 des ersten Antennenleiters auf die erste Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, wobei eine erste Spulenanordnung vorgesehen ist, bestehend aus wenigstens einer ersten Spule mit einem ersten Spulenanschluss und einem zweiten Spulenanschluss, einem ersten Leiter mit einem ersten Leiterende und einem zweiten Leiterende, und einem zweiten
10 Leiter mit einem dritten Leiterende und einem vierten Leiterende, wobei das zweite Leiterende an den ersten Spulenanschluss und das dritte Leiterende an den zweiten Spulenanschluss angeschlossen ist, wobei das erste Leiterende an einem, dem ersten Antennenleiterende gegenüberliegenden zweiten Antennenleiterende angeschlossen ist, und wobei die Antennenanordnung aus erstem Antenneleiter und erster Spulenanordnung auf eine zweite Betriebsfrequenz bzw. ein zweites Betriebsfrequenzband abgestimmt ist.

Es sind Antennenanordnung zum Betrieb bei mehreren Betriebsfrequenzen, sog. Mehrbandantennen bekannt. Dabei wird in den Antennenleiter ein Schwingkreis, bestehend aus einer Induktivität und einer Kapazität, eingefügt. Wird dieser Schwingkreis als Parallelschwingkreis ausgebildet, so wirkt er bei seiner Resonanzfrequenz als Sperrkreis, mit theoretisch unendlich hohem
20 Widerstand. In der Praxis wird die Wirkung des Sperrkreises durch seine Güte, die sich wiederum aus dem Verhältnis der Induktivität zur Kapazität und den Verlustwiderständen ergibt, bestimmt. Dieser Schwingkreis ergibt bei seiner Resonanzfrequenz eine sehr hohe Impedanz und wirkt daher bei seiner Resonanzfrequenz so, dass der nachfolgende Antennenteil bei und um diese Resonanzfrequenz praktisch nicht mehr wirksam wird. Damit wird nur der vom Sperrkreis
25 zum Antennenfußpunkt gesehene innere Antennenteil für diesen Frequenzbereich wirksam. Daher wird dieser Leiterteil im Allgemeinen so bemessen, dass er auf diesem ersten Frequenzbereich in Resonanz ist. Weicht die Betriebsfrequenz der Antenne von der Resonanzfrequenz des Sperrkreises ab, so wird durch den Sperrkreis im Antennenleiter eine frequenzabhängige Impedanz wirksam. Diese ist bei Frequenzen oberhalb der Resonanzfrequenz des Sperrkreises kapazitiv, bei Frequenzen unterhalb der Resonanzfrequenz induktiv. Es erfolgt also bei von der Resonanzfrequenz des Sperrkreises abweichenden Frequenzen keine Trennung mehr des
30 innen liegenden und des außen liegenden Antennenleiters. Statt dessen ist an dieser Stelle eine frequenzabhängige Impedanz eingeschleift. Es ergibt sich damit zumindest eine weitere Resonanzfrequenz für die gesamte Antennenanordnung.

Die WO 2003/012922 A1 beschreibt Antennenanordnungen, bei welchen mehrere Leiter mittels Schaltungsnetzwerken miteinander verbunden sind.

Die EP 429 255 A2 beschreibt eine Dreibandantenne zum Empfang eines Mobiltelefonsignals.

Die US 5 065 164 beschreibt eine Antennenanordnung mit erweiterter Bandbreite.

Die US 1 708 515 beschreibt eine Richtantenne.

Die EP 1 093 187 A2 und die US 5 600 335 A beschreiben bekannte Breitbandantennen mit mehreren Frequenzbereichen.

Durch Einbringen von mehr als einem Sperrkreis in den Antennenleiter können Antennen mit
50 mehr als zwei Resonanzbereichen (Bändern) gebildet werden, wobei wiederum bei der jeweiligen Resonanzfrequenz eines Sperrkreises dieser Sperrkreis als Trennung zwischen dem vor und nach dem Sperrkreis liegenden Antennenleiter wirkt. Die von diesem Sperrkreis Richtung Antennen-Fußpunkt gesehene, davor liegenden und auf anderen Frequenzen resonanten, Sperrkreise wiederum wirken als induktive Verlängerung oder kapazitive Verkürzung der Antenne.
55

Durch Einfügen von Sperrkreisen lassen sich damit beispielsweise Dipol- oder Vertikalantennen bilden, die auf zwei oder mehr Frequenzbereichen resonant sind. Auch der Aufbau von Richtantennen mit strahlungsgekoppelten Parasitärstrahlern oder Richtantennen mit gleichzeitiger Speisung mehrerer Elemente, wie beispielsweise gemeinsam erregte Dipolkombinationen, ist damit möglich.

Der Aufbau der jeweiligen Sperrkreise erfolgt üblicherweise durch Parallelschaltung einer Spule als Induktivität und eines oder mehrerer Kondensatoren als Kapazität. Während das Einfügen einer Spule in den Antennenleiter relativ einfach erfolgen kann und auch für hohe Leistungen einfach zu konstruieren ist, bereitet der Kondensator des Schwingkreises, vor allem wegen der erforderlichen Spannungsfestigkeit, erheblich mehr Schwierigkeiten. Es ist möglich diesen als diskreten Bauteil an die Spule anzubinden, wobei meist die Unterbringung der Kapazität im Spulenkörper erfolgt. Ebenfalls üblich ist die Ausführung als Zylinderkondensator, wobei die Spule in die Tragekonstruktion integriert wird.

Nachteilig an derartigen bekannten Ausführungen für Antennen ist, dass die mögliche Eingangsleistung der Antenne im Wesentlichen durch die Spannungsfestigkeit des Kondensators begrenzt wird. Durch die im Sperrkreis auftretenden hohen Spannungen gelangt man hinsichtlich der möglichen Eingangsleistung der Antenne sehr rasch an die Spannungsgrenze des Kondensators. Aus diesem Grund werden Antennen mit Sperrkreisen hauptsächlich für Amateurfunkstellen eingesetzt, da hier die Ausgangsleistung i. A. mit etwa 1500 Watt begrenzt ist. Die mangelnde Spannungsfestigkeit der Kondensatoren von Sperrkreisantennen ist der wesentliche Grund, warum im kommerziellen Bereich und bei höheren Leistungen derartige Antennen nicht eingesetzt werden können.

Werden Sperrkreise unter Verwendung eines oder mehrerer diskreter Bauteile für den Kondensator gebildet, so ist darüber hinaus nachteilig, dass derartige Schaltelemente eine Temperaturabhängigkeit aufweisen. Da Antennen im Freien extremen Temperaturschwankungen unterworfen sind, kann es dadurch rasch zu einer Verstimmung der Resonanzfrequenz des Sperrkreises und damit zu beeinträchtigter Wirksamkeit der Antenne kommen. Werden andererseits die Kondensatoren als Zylinderkondensator ausgeführt, so besteht die Gefahr, dass Insekten in die Konstruktion eindringen und beispielsweise im Kondensator nisten. Dies kann sowohl zu einer Verstimmung der Resonanzfrequenz des Sperrkreises als auch zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Spannungsfestigkeit führen. Darüber hinaus stellt die Herstellung entsprechend spannungs- und witterungsfester Kondensatoren einen nicht unwesentlichen Kostenfaktor dar.

Weiters sind Ausführungen von Sperrkreisen ohne diskreten Kondensator bekannt. Jede reelle Induktivität weist auch immer eine gewisse Eigenkapazität auf. Diese wird hervorgerufen durch die Potentialunterschiede, die zwischen benachbarten Windungen in dem sie umgebenden Isoliermaterial auftreten. Die damit zwischen den einzelnen Windungen entstehenden Teilkapazitäten ergeben zusammen eine zur ganzen Spule parallel liegende Gesamtkapazität. Auf Grund dieser Eigenkapazität, die parallel zur Spule wirksam ist, ergibt sich ein Parallelschwingkreis. Die Spule weist damit eine Eigenresonanz auf.

Die Eigenkapazität der Spule wird beeinflusst vom Abstand der einzelnen Spulenwindungen und dem dazwischen liegenden Isoliermaterial. Durch geeignete Ausführung der Spule ist es möglich, innerhalb gewisser Grenzen die Eigenkapazität der Spule und damit die Resonanzfrequenz zu beeinflussen. Es ist damit möglich, zumindest für höhere Frequenzen, Sperrkreise aufzubauen, die lediglich aus einer Spule bestehend, wobei sich die notwendige Parallelkapazität durch die Eigenkapazität der Spule ergibt.

Nachteilig an derartigen Anordnungen ist, dass aufgrund der geringen Eigenkapazität einer Spule, deren Eigenresonanzen in höheren Frequenzbereichen liegen. Daher ist es nicht möglich derart aufgebaute Antennen für den Kurzwellen-, Mittelwellen- und/oder Langwellenbereich

einzusetzen, da es nicht möglich ist Spulen zu bauen, welche aufgrund deren Eigenkapazität eine derart niedrige Resonanzfrequenz aufweisen.

5 Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Antennenanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher die genannten Nachteile vermieden werden können, und welche den Einsatz einer Antenne bei wenigstens zwei beliebig wählbaren Betriebsfrequenzen, vor allem auch im Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenbereich, bei hohen Sendeleistungen, z.B. als Sendeantenne für Radiostationen oder militärische Kommunikationseinrichtungen, und weitestgehend unabhängig von den Witterungsverhältnissen ermöglicht.

10 Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die erste Spulenanordnung am ersten Leiterende, bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das zehnfache größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband.

20 Dadurch kann eine Antenne gebildet werden, welche bei weitestgehend freier Wahl der Betriebsfrequenzen den Betrieb bei zwei Frequenzen ermöglicht und zwar auch bei hohen Sendeleistungen. Weiters ist eine derartige Antennenanordnung unempfindlich gegen Temperaturschwankungen. Bei geeigneter Ausführung der Induktivität ist es möglich, die hier vorgeschlagene Antennenanordnung mit sehr hohen Antennen-Eingangsleistungen zu speisen. Gleichzeitig bleiben derartige Antennenanordnungen von Witterungseinflüssen weitgehend unberührt. Ein Einfluss durch Insekten wird ebenfalls weitgehend vermieden, da die Durchschlagsstrecke eines diskreten Kondensators nicht gegeben ist. Aufgrund des Fehlens von Hohlräumen fehlt auch die Möglichkeit des Einnistens. 25 Dadurch kann mittels der ersten Spulenanordnung erreicht werden, dass das zweite Antennenleiterende bei der Betriebsfrequenz des ersten Antennenleiters wie ein offenes Ende wirkt.

30 In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Spulenanordnung am ersten Leiterende, bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das Hundertfache, vorzugsweise um das Tausendfache, insbesondere um das Zehntausendfache, größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband. Dadurch kann mittels der ersten Spulenanordnung erreicht werden, dass 35 das zweite Antennenleiterende bei der Betriebsfrequenz des ersten Antennenleiters wie ein offenes Ende wirkt.

40 In diesem Zusammenhang kann in Weiterführung der Erfindung vorgesehen sein, dass die erste Spulenanordnung am ersten Leiterende, bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher im Wesentlichen unendlich ist. Dadurch ist die im Idealfall beste Wirkung der ersten Spulenanordnung gegeben.

45 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Mehrzahl an Spulenanordnungen vorgesehen ist, welche jeweils in Serie geschaltet sind. Dadurch können Antennenanordnungen gebildet werden, welche für mehr als zwei Betriebsfrequenzen vorgesehen sind.

50 Gemäß wieder einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann bei einer Antennenanordnung mit einer Spulenanordnung, welche eine elektrische Länge aufweist, welche sich aus der Länge des ersten Leiters und der Länge des zweiten Leiters, sowie aus der Kurzschlussersatzleitung der Spule zusammensetzt, vorgesehen sein, dass die elektrische Länge wenigstens einer Spulenanordnung, welche an ein freies Ende einer auf eine Betriebsfrequenz abgestimmten Antennenanordnung und/oder einen Antennenleiter angeschlossen ist, ein Vielfaches der halben Wellenlänge dieser Betriebsfrequenz beträgt. Durch Erfüllen dieser Bedingung kann 55 eine ideale Anpassung einer Spulenanordnung an eine Antennenanordnung erfolgen, wobei die

Spulenanordnung dann ein freies Ende für die Antennenanordnung bei deren Betriebsfrequenz simuliert.

5 Eine Variante der Erfindung kann darin bestehen, dass die erste Spule, der erste Leiter und/oder der zweite Leiter wenigstens einer Spulenanordnung einstückig ausgeführt sind. Dadurch kann einer besonders einfache Spulenanordnung geschaffen werden.

10 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens ein Antennenleiter und wenigstens eine Spulenanordnung und/oder wenigstens zwei Spulenanordnungen einstückig ausgeführt sind. Dadurch kann eine besonders einfache Antennenanordnung geschaffen werden.

15 Die Erfindung betrifft daher weiters eine Dipolantenne, eine Vertikalantenne und eine Richtantenne, insbesondere eine Yagi-Uda Antenne.

20 Aufgabe der Erfindung ist es daher Antennenanordnungen der genannten Art anzugeben, welche den Einsatz einer derartigen Antennenanordnungen bei wenigstens zwei beliebig wählbaren Betriebsfrequenzen, vor allem auch im Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenbereich, bei hohen Sendeleistungen, z.B. als Sendeantenne für Radiostationen oder militärische Kommunikationseinrichtungen, und weitestgehend unabhängig von den Witterungsverhältnissen ermöglicht.

25 Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass diese wenigstens eine Antennenanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen besonders bevorzugte Ausführungsformen dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

30 Fig. 1 ein Schaltbild einer Antennenanordnung für zwei Betriebsfrequenzen;
Fig. 2 ein Schaltbild einer Antennenanordnung für drei Betriebsfrequenzen, und
Fig. 3 ein Schaltbild einer Dipolantenne für zwei Betriebsfrequenzen.

35 Die Fig. 1 bis 3 zeigen Schaltbilder von Antennenanordnungen A zum Betrieb bei wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband mit einem Antennenfußpunkt 4 zum Anschluss an eine Sende- und/oder Empfangsanlage 5, wobei ein erstes Antennenleiterende 2 eines ersten Antennenleiters 1 mit dem Antennenfußpunkt 4 verbunden ist, und wobei die Länge l_0 des ersten Antennenleiters 1 auf die erste Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, wobei eine erste Spulenanordnung 10 vorgesehen ist,
40 bestehend aus wenigstens einer ersten Spule 11 mit einem ersten Spulenananschluss 12 und einem zweiten Spulenananschluss 13, einem ersten Leiter 14 mit einem ersten Leiterende 15 und einem zweiten Leiterende 16, und einem zweiten Leiter 17 mit einem dritten Leiterende 18 und einem vierten Leiterende 19, wobei das zweite Leiterende 16 an den ersten Spulenananschluss 12 und das dritte Leiterende 18 an den zweiten Spulenananschluss 13 angeschlossen ist, wobei das erste Leiterende 15 an einem, dem ersten Antennenleiterende 2 gegenüberliegenden zweiten Antennenleiterende 3 angeschlossen ist, und wobei die Antennenanordnung A aus erstem Antennenleiter 1 und erster Spulenanordnung 10 auf eine zweite Betriebsfrequenz bzw. ein
45 zweites Betriebsfrequenzband abgestimmt ist.

50 Eine erfindungsgemäße Antennenanordnung A kann aus jedem für die Anwendung bei Antennen bekanntem Material aufgebaut sein, wobei sich die Dicke bzw. der Durchmesser des Antennenleiters 1 bzw. der Spulenanordnungen 10, 20 nach der zum Betrieb vorgesehenen Leistung richtet. Bei geeigneter Ausführung der Spule 11 ist es möglich, die hier vorgeschlagenen Antennenanordnungen A mit sehr hohen Antennen-Eingangsleistungen zu speisen. Gleichzeitig bleiben derartige Antennen von Witterungseinflüssen weitgehend unberührt. Ein Einfluss durch
55 Insekten wird ebenfalls weitgehend vermieden, da die Durchschlagsstrecke eines diskreten

Kondensators nicht gegeben ist. Aufgrund des Fehlens von Hohlräumen fehlt auch die Möglichkeit des Einnistens.

Erfindungsgemäße Antennenanordnungen sind für den Betrieb bei wenigstens zwei Betriebsfrequenzen bzw. Betriebsfrequenzbändern vorgesehen. Den meisten Funkdiensten sind nicht einzelne Frequenzen sondern sog. Frequenzbänder zugewiesen. Es handelt sich dabei beispielsweise im Kurzwellenbereich um Frequenzbereiche von einigen hundert kHz, in denen der betreffende Funkdienst seine Frequenz zu wählen hat. Antennen allgemein und auch eine erfindungsgemäße Antennenanordnungen haben zwar eine bestimmte Resonanzfrequenz, sind aber auch im Umfeld bzw. im Bereich dieser Resonanzfrequenz nutzbar. Die Resonanzfrequenz wird dabei so gewählt, dass das gewünschte Frequenzband bestmöglich abgedeckt wird. Der Begriff Betriebsfrequenzband beschränkt sich daher nicht auf die durch die Modulation bedingt Bandbreite, sondern bezeichnet einen, z.B. einem Funkdienst zugewiesenen Frequenzbereich. Das 20 m Band umfasst z.B. den Bereich von 14.000 kHz bis 14.350 kHz. Eine übliche Dipolantenne kann diesen Bereich von 350 kHz gut abdecken, obwohl sie nur auf einer Frequenz (z.B. 14.200 kHz) in Resonanz ist. Durch eine Sprachmodulation würde sich hingegen eine Bandbreite von nur etwa 3-6 kHz ergeben. Wird im weiteren lediglich der Begriff Betriebsfrequenzen verwendet, so ist damit eine Wahl der Resonanzfrequenz gemeint, die eine optimale Abdeckung des betreffenden Frequenzbereichs ermöglicht.

Der erste Antennenleiter 1 ist auf eine erste Betriebsfrequenz f_0 abgestimmt. Daher beträgt die Länge l_0 des ersten Antennenleiters 1 ein ungeradzahliges Vielfaches eines Viertels der Wellenlänge λ_0 der ersten Betriebsfrequenz f_0 . Genauer gesagt beträgt die Länge des ersten Antennenleiters 1 ein ungeradzahliges Vielfaches eines Viertels der Freiraumwellenlänge λ_0 der ersten Betriebsfrequenz f_0 multipliziert mit einem Verkürzungsfaktor v , der sich durch den verwendeten Leiter ergibt. Der Verkürzungsfaktor v wird vom Schlankheitsgrad des Antennenleiters 1, durch eine allenfalls verwendete Isolation des Leiters und geringfügig durch die Belastung mit der folgenden Spulenanordnung 10 beeinflusst und liegt für schlanke Antennen zwischen 0,9 und eins.

Die Erfindung bezieht sich auf Antennenanordnungen A zum Betrieb bei mehreren Betriebsfrequenzen f_0, f_1 , sog. Mehrbandantennen, welche ohne Kondensatoren auskommen, sowie ohne die kapazitive Wirkung einer Spule 11, weshalb der Aufbau und die mit dem Aufbau zusammenhängende Eigenkapazität der Spule 11 für die Wirkungsweise der Erfindung im Wesentlichen ohne Belange ist. Die Kapazität der Spule 11 ist zwar für eine exakte Dimensionierung einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung A zu berücksichtigen, diese ist jedoch für die Funktion der Antenne nicht erforderlich.

Die in einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung A angeordnete Spule 11 wirkt nicht als Teil eines Parallelschwingkreises, sondern aufgrund der transformierenden Eigenschaft der Anordnung aus erstem Leiter 14 und zweitem Leiter 17 mit der ersten Spule 11. Der Antennenleiter 1 soll bei der zweiten Betriebsfrequenz f_1 am zweiten Antennenleiterende 3 einen Leerlauf vorfinden, daher ein offenes Ende. Das wird durch den ersten Leiter 14, den zweiten Leiter 17 und der ersten Spule 11 erreicht.

Bei bekannten Mehrbandantennen schließt sich direkt an einen, auf eine erste Betriebsfrequenz f_0 abgestimmten Antennenleiter 1 eine als Spule 11 ausgeführte Induktivität und eine parallel geschaltete Kapazität an, welche sowohl als diskreter Kondensator ausgeführt sein kann, als auch durch Nutzung der parasitären Kapazitäten der Spule 11.

Eine erfindungsgemäße Antennenanordnung A ohne Kondensator bzw. diskreter Kapazität zum Betrieb bei mehr als einer Betriebsfrequenz f_0, f_1 würde prinzipbedingt auch mit einer völlig kapazitätsfreien Spule 11 funktionieren, sofern eine Derartige herstellbar ist bzw. wäre.

Bei erfindungsgemäßen Antennenanordnungen A ist das zweite Antennenleiterende 3 an einen

ersten Leiter 14 angeschlossen, welcher Teil einer ersten Spulenordnung 10 ist. Daher entspricht bei einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung A die Länge $l_0 + l_1$ vom Antennenfußpunkt 4 zum ersten Spulenanschluss 12, nicht wie bei bekannten Mehrbandantennen, der auf die Betriebsfrequenz f_0 abgestimmten Länge, daher ist bei einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung A dieser Abstand kein ungeradzahliges Vielfaches eines Viertels der Wellenlänge λ_0 der ersten Betriebsfrequenz f_0 . An den auf Betriebsfrequenz f_0 abgestimmten ersten Antennenleiter 1 ist ein erster Leiter 14 angeschlossen, welcher den ersten Antennenleiter 1 geometrisch verlängert.

Die erste Spulenordnung 10 besteht aus wenigstens einer ersten Spule 11 mit einem ersten Spulenanschluss 12 und einem zweiten Spulenanschluss 13, einem ersten Leiter 14 mit einem ersten Leiterende 15 und einem zweiten Leiterende 16, und einem zweiten Leiter 17 mit einem dritten Leiterende 18 und einem vierten Leiterende 19, wobei das zweite Leiterende 16 an den ersten Spulenanschluss 12 und das dritte Leiterende 18 an den zweiten Spulenanschluss 13 angeschlossen ist. Die Spule 11 weist bei der ersten Betriebswellenlänge λ_0 einen Blindwiderstand X_{11} auf, welcher in bekannter Weise von der Induktivität der Spule 11 und der Frequenz f bzw. Wellenlänge λ abhängt. Es kann vorgesehen sein, zum Erreichen des erforderlichen Blindwiderstandes X_{11} der wenigstens einen Spule 11 mehrere Spulen parallel oder seriell zu verschalten.

Das erste Leiterende 15 ist an das zweite Antennenleiterende 3 angeschlossen.

Erfindungsgemäß ist bevorzugt vorgesehen, dass die erste Spulenordnung 10 am ersten Leiterende 15 bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 einen sehr hohen Eingangswiderstand aufweist. Im theoretischen Idealfall sollte die erste Spulenordnung 10 am ersten Leiterende 15, bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 einen Eingangswiderstand aufweisen, welcher im Wesentlichen unendlich ist. Da diese Forderung in der realtechnischen Umsetzung nur schwer zu erfüllen ist, kann vorgesehen sein, dass die erste Spulenordnung 10 am ersten Leiterende 15, bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das Zehnfache, gegebenenfalls um das Hundertfache, vorzugsweise um das Tausendfache, insbesondere um das Zehntausendfache, größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters 1 bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 . Der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters 1 bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 ist eine messtechnisch einfach zu verifizierende Größe.

Die erste Spulenordnung 10 simuliert daher für den ersten Antennenleiter 1 ein offenes Ende. Dies ist besonders gut erfüllt, wenn die elektrische Länge wenigstens einer Spulenordnung 10, welche an ein freies Ende 3, 19 einer auf eine Betriebsfrequenz f_0, f_1 abgestimmte Antennenanordnung A und/oder einen Antennenleiter 1 angeschlossen ist, ein Vielfaches der halben Wellenlänge λ_0 dieser Betriebsfrequenz f_0 beträgt. Die elektrische Länge einer Spulenordnung 10 setzt sich aus der Länge l_1 des ersten Leiters 14 und der Länge l_2 des zweiten Leiters 17, sowie aus der Kurzschlussersatzleitung der Spule 11, welche frequenzabhängig ist, zusammen.

Die Antennenanordnung A aus erstem Antennenleiter 1 und erster Spulenordnung 10 ist erfindungsgemäß auf eine zweite Betriebsfrequenz f_1 abgestimmt.

In den folgenden mathematischen Darstellungen wurden die in der gesamten Beschreibung verwendeten Abkürzungen beibehalten. Für die Beschreibung der mathematischen Bedingungen sind die Wellenwiderstände der einzelnen Leiter notwendig, welche wie folgt ermittelt werden können, wobei sich d auf den Durchmesser des jeweiligen Leiters bezieht:

Wellenwiderstand Z_{14} des ersten Leiters 14:

$$Z_{14} = 60 \cdot \left[\ln \frac{4l_1}{d_{14}} - 1 \right]$$

5 Wellenwiderstand Z_{17} des zweiten Leiters 17:

$$Z_{17} = 60 \cdot \left[\ln \frac{4l_2}{d_{17}} - 1 \right]$$

10

Wellenwiderstand $Z_{(1+14)}$ des ersten Antennenleiters 1 und des ersten Leiters 14, sofern diese einen einheitlichen Durchmesser d_1 aufweisen:

$$15 \quad Z_{(1+14)} = 60 \cdot \left[\ln \frac{4(l_0 + l_1)}{d_1} - 1 \right]$$

Um Mehrbandbetrieb auf zwei vorgegebenen, von einander unabhängigen Wellenlängen λ_0 und λ_1 zu erreichen, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

20

- Die Länge l_0 des ersten Antennenleiters 1 stellt für die Betriebswellenlänge λ_0 eine resonante Antenne, beispielsweise eine Viertelwellenlänge, oder ungeradzahlige Vielfache hiervon dar:

25

$$l_0 = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda_0}{4} \cdot v \quad \text{(Gleichung 1)}$$

30

- Bei der Betriebswellenlänge λ_0 muss die transformierende Eigenschaft der Anordnung aus erstem Leiter 14 und zweitem Leiter 17 mit der Induktivität L_{11} eine vorzugsweise im theoretischen Idealfall im Wesentlichen unendliche Eingangsimpedanz Z_0 am ersten Leiterende 15 bewirken. Dadurch kann die Größe des Blindwiderstandes X_{L11} der Spule 11 bei der Betriebswellenlänge λ_0 wie folgt ermittelt werden:

35

$$X_{11} = \frac{Z_{14}}{\tan \left[2\pi \frac{l_1}{\lambda_0} \right]} + \frac{Z_{17}}{\tan \left[2\pi \frac{l_2}{\lambda_0} \right]} \quad \text{(Gleichung 2)}$$

40

- Bei der zweiten Betriebswellenlänge λ_1 bewirkt die Induktivität L_{11} der ersten Spule 11 eine elektrische Verlängerung der Gesamtanordnung, sodass die elektrische Länge bei der zweiten Betriebswellenlänge λ_1 eine Viertelwellenlänge (oder ungeradzahlig Vielfache hiervon) beträgt. Hierfür ergibt sich für den Blindwiderstand X_{11} der Spule 11 bei der zweiten Betriebswellenlänge λ_1 :

45

$$X_{11} = \frac{Z_{17}}{\tan \left[2\pi \frac{l_2}{\lambda_1} \right]} - Z_{(1+14)} \cdot \tan \left[2\pi \cdot \frac{l_0 + l_1}{\lambda_1} \right] \quad \text{(Gleichung 3)}$$

50

Bei der ersten Betriebswellenlänge λ_0 weist die Länge l_0 des ersten Antennenleiters 1 eine Viertelwellenlänge oder ungeradzahlige Vielfache hiervon auf, während die, aus erstem Leiter 14 und zweitem Leiter 17 sowie der Spule 11 mit der Induktivität L_{11} bestehenden ersten Spulenordnung 10, eine elektrische Länge von einer halben ersten Betriebswellenlänge λ_0 bzw. ganzzahlige Vielfache hiervon aufweist.

55

Bei einem elektrischen Leiter ohne Kondensator oder Spule ist die geometrische Länge l_0 gleich der elektrischen Länge l_{λ_0} multipliziert mit dem Verkürzungsfaktor v . Der Verkürzungsfaktor v kann aus Tabellen entnommen werden, womit die Länge l_{λ_0} einer vorhandenen Antennenanordnung einfach durch Abmessen überprüft werden kann.

5

Gleichzeitig weist bei einer zweiten Betriebswellenlänge λ_1 die Gesamtanordnung eine elektrische Länge von einer Viertelwellenlänge oder ungeradzahlig Vielfache einer Viertelwellenlänge der zweiten Betriebswellenlänge λ_1 auf.

10 Ausgehend von den zwei vorgegebenen Betriebswellenlängen λ_0 und λ_1 sowie einer vorgegebenen Gesamtlänge l_{ges} der Antennenanordnung A und der Annahme, dass

$$l_1 + l_2 = l_{\text{ges}} - l_0$$

15 kann immer unabhängig vom Verhältnis der beiden Betriebswellenlängen λ_0 und λ_1 zueinander, die Länge l_1 des ersten Leiters 14 und die Länge l_2 des zweiten Leiters 17 und eine zugehörige Spule 11 mit einer Induktivität L_{11} gefunden werden, die Zweibandbetrieb erlauben.

20 Abhängig von der Lage der Spule 11 innerhalb der gesamt für ersten Leiter 14 und den zweiten Leiter 17 zur Verfügung stehenden Länge l_1+l_2 und damit in Abhängigkeit der Längen l_1 und l_2 , kann die Induktivität L_{11} der Spule 11 aus der (Gleichung 2) für die erste Betriebswellenlänge λ_0 ermittelt werden.

25 Weiters kann abhängig von der Lage der Spule 11 innerhalb der zur Verfügung stehenden Länge l_1+l_2 und damit in Abhängigkeit der Längen l_1 und l_2 die Induktivität L_{11} der Spule 11 aus der (Gleichung 3) für die zweite Betriebswellenlänge λ_1 ermittelt werden.

30 Aus (Gleichung 2) und (Gleichung 3) ergeben sich damit zwei von der Lage der Spule 11 und damit den Längen l_1 und l_2 abhängige Größen der Induktivität L_{11} . Zweibandbetrieb ergibt sich für jene Kombination der Größen l_1 , l_2 und L_{11} , wenn die Induktivität L_{11} für beide Betriebswellenlängen λ_0 und λ_1 bei gleicher Lage (l_1 , l_2) gleiche Werte aufweist. Die aus (Gleichung 2) und (Gleichung 3) abgeleiteten Bedingungen können beispielsweise graphisch in einem Diagramm dargestellt werden, wobei die beiden Kurven genau einen Schnittpunkt aufweisen. Dabei ergibt sich genau eine Lösung für die Dimension der Spule 11, der Länge l_1 des ersten Leiters 14, sowie der Länge l_2 des zweiten Leiters 17.

40 Eine parasitäre Eigenkapazität einer Spule 11 beeinflusst die Abstimmung, weshalb bevorzugt vorgesehen ist, die Eigenresonanz $f_{0(L)}$ der Spule 11 für eine Baureihe gleicher Ausführung aber unterschiedlicher Induktivitätswerte L in Abhängigkeit der Frequenz zu bestimmen. Daraus kann die bei einer bestimmten Frequenz wirksame Induktivität L ermittelt werden.

45 In vielen Fällen kann es erforderlich sein Antennenanordnungen A zu schaffen, welche zum Betrieb bei mehr als zwei Betriebsfrequenzen f_0 , f_1 vorgesehen sind. Dies kann bei einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung A einfach durch Zusammenfügen mehrerer Spulenanordnung 10, 20 und wenigstens eines Antennenleiters 1 zu einer Antennenanordnung A erfolgen, wobei dies bei der Dimensionierung berücksichtigt werden muss.

Fig. 2 zeigt eine Antennenanordnung zum Betrieb bei drei Betriebsfrequenzen f_0 , f_1 , f_2 mit zwei Spulenanordnungen 10, 20.

50

Weitere Spulenanordnungen 20 sind analog der beschriebenen ersten Spulenanordnung 10, jedoch für eine weitere Betriebsfrequenz ausgeführt, und weisen daher wenigstens eine Spule, einen ersten Leiter und einen zweiten Leiter auf. Die weitere Spulenanordnung 20 ist für die weitere Betriebsfrequenz ausgelegt, wodurch sich in der Regel andere Längen der Leiter und andere Induktivitätswerte der Spule ergeben.

55

Bei der Dimensionierung einer derartigen Antennenanordnung A für mehr als zwei Betriebsfrequenzen f_0 , f_1 kann analog der vorstehend beschriebenen Vorgehensweise vorgegangen werden, wobei darauf zu achten ist, dass für den ersten Antennenleiter 1 sämtliche nachfolgend geschalteten Spulenordnungen 10, 20 wirksam werden und nicht nur lediglich die darauf Folgende. Das System ist dabei immer mathematisch bestimmt, daher gibt es zu einer Dreibandantenne fünf Unbekannte und fünf Gleichungen.

Es kann vorgesehen sein, die Spule 11, den ersten Leiter 14 und/oder den zweiten Leiter 17 wenigstens einer Spulenordnung 10, 20 einstückig auszuführen. Weiters kann es unabhängig davon vorgesehen sein, wenigstens einen Antennenleiter 1 mit wenigstens einer Spulenordnung 10, 20 einstückig auszuführen.

Es kann vorgesehen sein, erfindungsgemäße Antennenanordnungen A in sämtlichen bekannten und/oder möglichen Antennenausführungen einzusetzen. Besonders bevorzugt ist der Einsatz erfindungsgemäßer Antennenanordnungen A in Dipolantennen, Richtantennen, insbesondere Yagi-Uda Antennen und Vertikalantennen.

Weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen weisen lediglich einen Teil der beschriebenen Merkmale auf, wobei jede Merkmalskombination, insbesondere auch von verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen, vorgesehen sein kann.

Patentansprüche:

1. Antennenanordnung (A) zum Betrieb bei wenigstens einer ersten und einer zweiten Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband mit einem Antennenfußpunkt (4) zum Anschluss an eine Sende- und/oder Empfangsanlage (5), wobei ein erstes Antennenleiterende (2) eines ersten Antennenleiters (1) mit dem Antennenfußpunkt (4) verbunden ist, und wobei die Länge (l_0) des ersten Antennenleiters (1) auf die erste Betriebsfrequenz bzw. Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, wobei eine erste Spulenordnung (10) vorgesehen ist, bestehend aus wenigstens einer ersten Spule (11) mit einem ersten Spulenanschluss (12) und einem zweiten Spulenanschluss (13), einem ersten Leiter (14) mit einem ersten Leiterende (15) und einem zweiten Leiterende (16), und einem zweiten Leiter (17) mit einem dritten Leiterende (18) und einem vierten Leiterende (19), wobei das zweite Leiterende (16) an den ersten Spulenanschluss (12) und das dritte Leiterende (18) an den zweiten Spulenanschluss (13) angeschlossen ist, wobei das erste Leiterende (15) an einem, dem ersten Antennenleiterende (2) gegenüberliegenden zweiten Antennenleiterende (3) angeschlossen ist, und wobei die Antennenanordnung (A) aus erstem Antenneleiter (1) und erster Spulenordnung (10) auf eine zweite Betriebsfrequenz bzw. ein zweites Betriebsfrequenzband abgestimmt ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste Spulenordnung (10) am ersten Leiterende (15), bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das zehnfache größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters (1) bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband.
2. Antennenanordnung (A) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste Spulenordnung (10) am ersten Leiterende (15), bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher wenigstens um das hundertfache, vorzugsweise um das tausendfache, insbesondere um das zehntausendfache, größer ist als der Strahlungswiderstand des ersten Antennenleiters (1) bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband.
3. Antennenanordnung (A) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste Spulenordnung (10) am ersten Leiterende (15), bei der ersten Betriebsfrequenz bzw. dem ersten Betriebsfrequenzband einen Eingangswiderstand aufweist, welcher im Wesent-

lichen unendlich ist.

4. Antennenanordnung (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Mehrzahl an Spulenanordnungen (10, 20) vorgesehen ist, welche jeweils in Serie geschaltet sind.
5. Antennenanordnung (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Spulenanordnung (10, 20) eine elektrische Länge aufweist, welche sich aus der Länge (l_1) des ersten Leiters (14) und der Länge (l_2) des zweiten Leiters (17), sowie aus der Kurzschlussersatzleitung der Spule (11) zusammensetzt, *dadurch gekennzeichnet*, dass die elektrische Länge wenigstens einer Spulenanordnung (10, 20), welche an ein freies Ende einer auf eine Betriebsfrequenz abgestimmte Antennenanordnung (A) und/oder einen Antennenleiter (1) angeschlossen ist, ein Vielfaches der halben Wellenlänge dieser Betriebsfrequenz beträgt.
6. Antennenanordnung (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste Spule (11), der erste Leiter (14) und/oder der zweite Leiter (17) wenigstens einer Spulenanordnung (10, 20) einstückig ausgeführt sind.
7. Antennenanordnung (A) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass wenigstens ein Antennenleiter (1) und wenigstens eine Spulenanordnung (10, 20) und/oder wenigstens zwei Spulenanordnungen (10, 20) einstückig ausgeführt sind.
8. Dipolantenne, *dadurch gekennzeichnet*, dass diese wenigstens eine Antennenanordnung (A) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.
9. Richtantenne, insbesondere Yagi-Uda Antenne, *dadurch gekennzeichnet*, dass diese wenigstens eine Antennenanordnung (A) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.
10. Vertikalantenne, *dadurch gekennzeichnet*, dass diese wenigstens eine Antennenanordnung (A) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

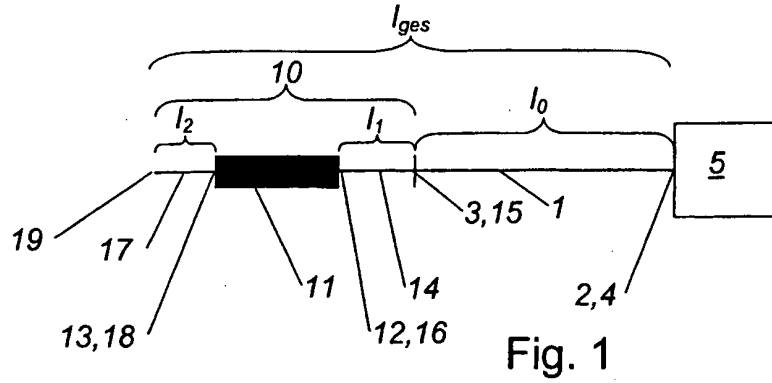


Fig. 1

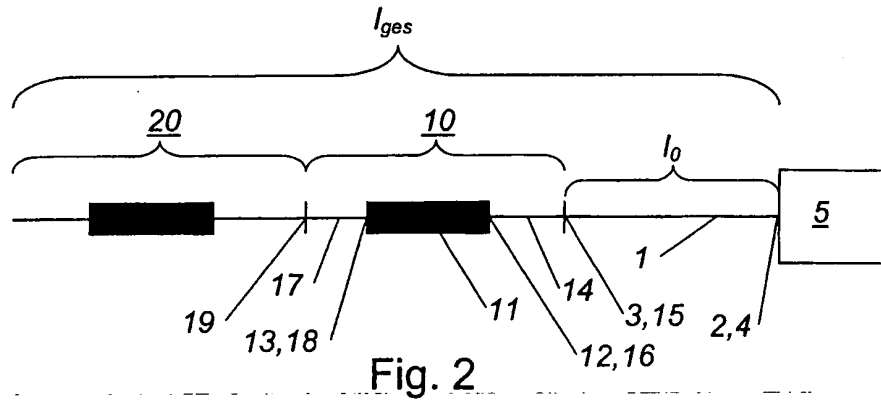


Fig. 2

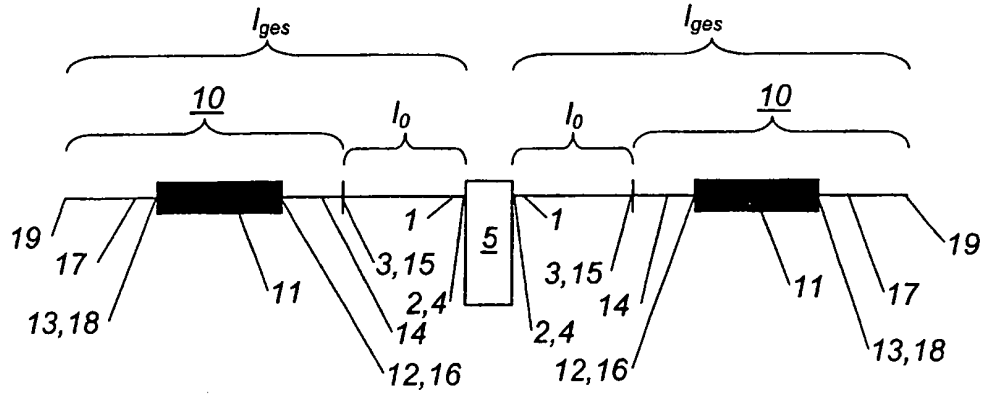


Fig. 3