

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 2120/2006 (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **H01Q 9/18** (2006.01)  
**H01Q 9/44** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 2006-12-21 **H01Q 5/00** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 2008-08-15

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 1515932A2 EP 0505673A1  
DATENBLATT BAZ 135-175-3F AUF  
HTTP://WWW.SPEZIALANTENNEN.DE/  
2M-BAND-DATEIEN/2M-BAND.HTM,  
ZUGRIFF AM 13.AUGUST 2007

(73) Patentanmelder:  
JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT  
LINZ  
A-4040 LINZ (AT)  
(72) Erfinder:  
RUDERSDORFER RALF  
ENNSDORF (AT)

(54) **ERWEITERUNG VON 5/8-LAMBDA-VERTIKALANTENNEN ZUR ERREGUNG  
UNTERHALB IHRER BEMESSUNGSFREQUENZ**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vertikalantenne, bestehend aus einem 5/8- $\lambda$ -Stab mit einer Einspeisung über ein Anpassglied am Fußpunkt des 5/8- $\lambda$ -Stabes und einem Gegengewicht (GGW), wobei unterhalb des Gegengewichts (GGW) ein Zusatzgegengewicht (ZSG) angeordnet ist, bestehend aus einem vertikalen Verlängerungsstab (VVS), der mit dem Gegengewicht (GGW) leitend verbunden ist, sowie zumindest zwei auf dem vertikalen Verlängerungsstab (VVS) angeordneten und von diesem abstehenden Zusatzgegengewichtsleitern (ZL1, ZL2).

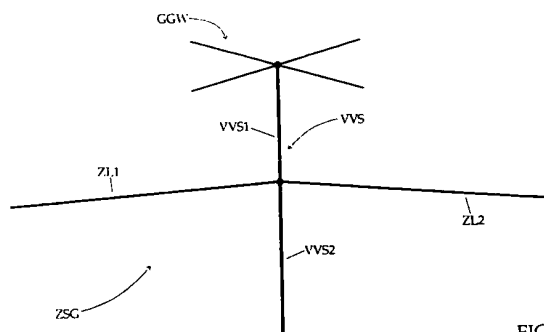


FIG. 2

Die Erfindung betrifft eine Vertikalantenne, bestehend aus einem  $5/8\lambda$ -Stab mit einer Einspeisung über ein Anpassglied am Fußpunkt des  $5/8\lambda$ -Stabes und einem Gegengewicht.

5 Vertikal polarisierte Monopolantennen zeichnen sich durch gute Rundstrahlcharakteristik in der horizontalen Ebene aus. Wichtig bei derartigen Vertikalstrahlern ist deren Betrieb gegen ein ausgeprägtes Gegengewicht. So sie direkt gegen Erde betrieben werden, sind sehr gute Erdverhältnisse mit gut leitender Oberfläche erforderlich, die oft durch Eingraben eines Erdnetzes künstlich geschaffen werden. Die natürliche Erde kann bei schwierigen Bodenverhältnissen oder bei der räumlichen Anordnung der Antenne oberhalb des Erdbodens durch ein Netz von Gegengewichten ('radials'), die meist radial vom Strahlerfußpunkt ausgehen, ersetzt werden. Es ist auch denkbar, das Gegengewicht als leitende Scheibe auszuführen.

15 Vertikalantennen mit einer Länge von  $5/8$  der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der Bemessungsfrequenz (in weiterer Folge als ' $5/8\lambda$ -Vertikalantennen' bezeichnet) weisen den höchsten Gewinn aller Vertikalstrahler mit Rundstrahlcharakteristik im Längenbereich bis  $1\lambda$  auf. Zudem ist der Elevationswinkel des Gewinnmaximums gering, was einer guten Flachstrahlung entspricht.  $5/8\lambda$ -Vertikalantennen finden Einsatz bei unterschiedlichen Funkdiensten, des Weiteren im sogenannten Taxifunk, beim Kurzwellenfunkverkehr und im klassischen Betriebsfunk. Sowohl die Möglichkeit des stationären als auch mobilen Einsatzes wie auch ihr hoher Gewinn, trotz Rundstrahlung, zeichnen  $5/8\lambda$ -Vertikalantennen aus. Ein Beispiel für eine solche typische  $5/8\lambda$ -Vertikalantenne ist das Modell 'BAZ 135-175-3F' der Firma BAZ Spezialantennen, abgebildet auf <http://www.spezialantennen.de/2m-Band-Dateien/2m-Band.htm> (Zugegriffen am 27. August 2007). Die EP 0 505 673 A1 zeigt einen stabförmigen Mehrbereichsstrahler, der mehrere gerade Drahtabschnitte aufweist, wobei einer der Drahtabschnitte eine Länge von  $5/8$  einer möglichen Betriebswellenlänge aufweist.

25 Da  $5/8\lambda$  keine resonante Länge ist, muss man einen  $5/8\lambda$ -Strahler elektrisch bis zur  $6/8$ -Resonanz verlängern, was  $3/4$  der Wellenlänge entspricht, um einen realen Eingangs widerstand zu erhalten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Resonanzabstimmung und gleichzeitige Anpassung an ein koaxiales Speisekabel für mechanisch  $5/8\lambda$  lange Vertikalantennen über einem Gegengewicht zu erreichen. Beispielhaft sei hier die Methode mit einer Verlängerungsspule genannt, bei der die Anpassung über eine Induktanz am Fußpunkt des  $5/8\lambda$ -Strahlers vorgenommen wird.

35 In ihrer üblichen mechanischen Auslegung zählen  $5/8\lambda$ -Antennen zur Gattung der 'Monobandantennen', d.h. dass derartige Antennen nur in einem bestimmten Frequenzbereich (mit einer bestimmten Bandbreite) betrieben werden können. Werden solche Antennen bei einer anderen als ihrer Bemessungsfrequenz betrieben, kommt es zu einer starken Fehlanpassung, bezogen auf ein  $50\text{-}\Omega$ -System, die oftmals so unakzeptable Werte aufweist, dass sie mit kaum einer gängigen Schaltung zur Impedanztransformation in den Griff zu bekommen ist.

45 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine  $5/8\lambda$ -Antenne so zu erweitern, dass sie anstatt auf nur einem auf zwei gänzlich verschiedenen Frequenzbereichen mit guten elektrischen Eigenschaften nutzbar wird.

Diese Aufgabe wird mit eingangs erwähnter Erfindung dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß unterhalb des Gegengewichts ein Zusatzgegengewicht angeordnet ist, bestehend aus einem vertikalen Verlängerungsstab, der mit dem Gegengewicht leitend verbunden ist, sowie zumindest zwei auf dem Verlängerungsstab angeordneten und von diesem abstehenden Zusatzgegengewichtsleitern.

50 Durch dieses Zusatzgegengewicht wird die Antenne auch in einem deutlich tieferen Frequenzsegment bei  $2/7$  der Bemessungsfrequenz mit guten elektrischen Eigenschaften nutzbar. Der zusätzliche Frequenzbereich steht dabei in einem idealen Frequenzverhältnis zur ursprünglichen Betriebsfrequenz der Antenne und die guten Eigenschaften der Antenne auf der ursächli-

chen Bemessungsfrequenz bleiben weitgehend erhalten. Um zwischen den beiden Betriebsfrequenzen zu wechseln, ist keine mechanische Veränderung an der Antenne notwendig und die Speisung erfolgt stets am selben Punkt.

5 In einer günstigen Ausführungsform der Erfindung sind die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter am unteren, also dem Gegengewicht abgewendeten Ende des vertikalen Verlängerungsstabes angeordnet. Dadurch wird erreicht, dass die Antenne neben ihrer Bemessungsfrequenz auch bezüglich  $2/7$  der Bemessungsfrequenz mit guten elektrischen Eigenschaften resonant ist.

10

Vorteilhafterweise haben die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter des Zusatzgegengewichts bezüglich  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8$ - $\lambda$ -Strahlers resonante Länge, ihre Länge beträgt also ein ganzzahliges Vielfaches von  $1/4$  der Wellenlänge von  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8$ - $\lambda$ -Strahlers. Dadurch wird eine bestmögliche Anpassung der Antenne an 50 Ohm erreicht, sowohl auf der Bemessungsfrequenz als auch auf der zweiten Betriebsfrequenz bei  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8$ - $\lambda$ -Strahlers.

15

Weiters können die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter zwischen dem Gegengewicht und dem unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes angeordnet sein, wodurch der vertikale Verlängerungsstab in einen oberen Abschnitt und einen unteren Abschnitt geteilt ist. Der obere Abschnitt befindet sich dabei zwischen dem Gegengewicht und der Stelle, an der die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter angeordnet sind, der untere Abschnitt befindet sich dementsprechend zwischen besagter Stelle und dem unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes. Der obere Abschnitt des vertikalen Verlängerungsstabes ist für die elektrischen Eigenschaften des Zusatzgegengewichts verantwortlich, durch diese Anordnung der Zusatzgegengewichtsleiter erhält man also größere Freiheiten in der Ausgestaltung des unteren Abschnitts des vertikalen Verlängerungsstabes, beispielsweise was dessen Länge betrifft. Es ist denkbar, dass der untere Abschnitt als elektrisch leitender Antennenmast ausgeführt ist, auf dem die Vertikalantenne fixiert werden kann.

20

In diesem Fall ist es von Vorteil, wenn die Länge des oberen Abschnitts des Verlängerungsstabes  $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8$ - $\lambda$ -Strahlers entspricht. Dadurch können die guten elektrischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Antenne in beiden Nutzfrequenzbereichen sichergestellt werden. Der untere Abschnitt des vertikalen Verlängerungsstabes kann dann eine beliebige Länge haben.

25

In einer allgemeinen Ausführungsform der Erfindung entspricht die Länge des vertikalen Verlängerungsstabes  $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8$ - $\lambda$ -Strahlers. Diese Bemessung gilt, wenn der vertikale Verlängerungsstab nicht in zwei Abschnitte unterteilt ist. Das ist der Fall, wenn die Zusatzgegengewichtsleiter beispielsweise am unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes angeordnet sind. Durch die beschriebene Bemessung des vertikalen Verlängerungsstabes werden dann die guten elektrischen Eigenschaften der Antenne bei der ursprünglichen Bemessungsfrequenz und bei  $2/7$  dieser Bemessungsfrequenz ermöglicht.

30

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von einem nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist. In dieser zeigt schematisch:

Fig. 1 eine Vertikalantenne mit der erfindungsgemäßen Verlängerung und Fig. 2 die erfindungsgemäße Verlängerung.

35

Fig. 1 zeigt ein nicht einschränkendes Ausführungsbeispiel der Vertikalantenne mit erfindungsgemäßer Verlängerung mit einem Antennenstab mit einer Länge  $L_1$  von  $5/8$  der Wellenlänge der Bemessungsfrequenz, für die die Antenne eingesetzt werden soll. Der Antennenstab wird in weiterer Folge als  $5/8$ - $\lambda$ -Antennenstab FAS bezeichnet. Da  $5/8$  der Wellenlänge keine resonan-

40

45

50

55

te Länge ist, muss die Antenne elektrisch verlängert werden.

Zu diesem Zweck wird zwischen dem Einspeisepunkt ENS, an dem der  $5/8\lambda$ -Antennenstab FAS mit der Antennenspeiseleitung ASL verbunden wird, und dem Fußpunkt des  $5/8\lambda$ -Antennenstabes ein Anpassglied APG angebracht. Die Antennenspeiseleitung ASL ist dabei vorteilhaft ein Koaxialkabel. In Fig. 1 ist das Anpassglied APG beispielhaft als Verlängerungsspule ausgeführt, sodass die Resonanzabstimmung über deren induktiven Blindwiderstand erfolgt. Möglich wäre beispielsweise auch eine Realisierung durch eine seitlich angeordnete Verlängerungsspule, durch eine Induktivität in Form einer Haarnadelschleife oder ein Koaxialkabelstück als geschlossenen Stub, um nur einige zu nennen.

Weiters verfügt die Antenne über ein Gegengewicht GGW, das in Fig. 1 beispielhaft mit vier Radials dargestellt ist. Möglich sind aber auch Ausführungen mit zwei bis hin zu 16 oder noch mehr Radials. Es ist sogar denkbar, das Gegengewicht als leitende Scheibe zu realisieren. Die jeweilige Ausführung des Gegengewichts beeinflusst dabei die Abstrahlungscharakteristik der Antenne dahingehend, dass mit zunehmender Radialanzahl von immer besserer Rundstrahlcharakteristik und - bedingt durch die besseren Gegengewichtsverhältnisse - von etwas höherem Gewinn ausgegangen werden kann.

Mit dem Gegengewicht GGW ist die erfindungsgemäße Verlängerung in Form eines Zusatzgegengewichts ZSG leitend verbunden. Wie in Figur 2 dargestellt umfasst das Zusatzgegengewicht ZSG einen vertikalen Verlängerungsstab VVS, der mit dem Gegengewicht GGW leitend verbunden ist. Weiters umfasst das Zusatzgegengewicht ZSG zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2, die von dem vertikalen Verlängerungsstab VVS abstehend angeordnet und mit diesem leitend verbunden sind.

Im Prinzip kann das Zusatzgegengewicht ZSG nicht nur zwei, sondern beliebig viele Zusatzgegengewichtsleiter umfassen. Es ist auch denkbar, letztere ganz durch eine leitende Scheibe zu ersetzen. Sowohl Neigung als auch Anzahl der Zusatzgegengewichtsleiter haben dabei geringfügigen Einfluss auf die Strahlungscharakteristik der Antenne. Gleichzeitig kann aber dadurch die Anpassung der Antenne beeinflusst werden.

Allgemein sind die Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 am unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS angeordnet. In diesem Fall ist der vertikale Verlängerungsstab VVS so dimensioniert, dass seine Länge  $L$   $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\lambda$ -Strahlers FAS entspricht. Die Anordnung der Zusatzgegengewichtsleiter genau am unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS entspricht einer vorteilhaften Ausführung, in der realen Umsetzung kann sich diese Position leicht in Richtung des oberen Endes des vertikalen Verlängerungsstabes VVS verschieben, je nachdem, in welcher Position sich die beste Anpassung in den beiden betrachteten Frequenzbereichen erzielen lässt.

Wenn die zwei Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 nicht genau am unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS angeordnet sind, sondern irgendwo zwischen dem unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS und dem Gegengewicht GGW, unterteilt man den vertikalen Verlängerungsstab VVS in zwei Abschnitte: der obere Abschnitt VVS1 befindet sich zwischen dem Gegengewicht GGW und der Stelle, an der die zwei Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 angeordnet sind, der untere Abschnitt VVS2 umfasst dementsprechend den Bereich zwischen der Stelle, an der die zwei Zusatzgegengewichtsleiter angebracht sind, und dem unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS, wobei das untere Ende das dem Gegengewicht GGW abgewandte Ende des vertikalen Verlängerungsstabes VVS ist.

Um eine ordnungsgemäße Funktion der Antenne sicherzustellen, beträgt die Länge  $L_2$  des oberen Abschnitts VVS1 des vertikalen Verlängerungsstabes VVS in diesem Fall  $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\lambda$ -Strahlers FAS.

Die Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 sind also an der Stelle leitend mit dem vertikalen Verlängerungsstab VVS verbunden, die sich die Länge L2 des oberen Abschnitts VVS1 des vertikalen Verlängerungsstabes VVS unter dem Gegengewicht GGW befindet.

- 5 Die Länge L3 des unteren Abschnitts VVS2 des vertikalen Verlängerungsstabes VVS ist für die Funktion der Antenne von untergeordneter Bedeutung. Es kann sich bei dem unteren vertikalen Verlängerungsstab VVS2 beispielsweise um einen elektrisch leitenden Trägermast für die Montage der  $5/8\text{-}\lambda$ -Antenne handeln.
- 10 Allerdings ist es für die Funktion der Antenne ohne Belang, ob der vertikale Verlängerungsstab in zwei Abschnitte unterteilt wird oder nicht. Es ist auch möglich, den unteren Abschnitt VVS2 des vertikalen Verlängerungsstab VVS gänzlich auszusparen bzw. aus isolierendem Material zu wählen, ohne die Funktionsfähigkeit der Antenne einzuschränken, solange der obere Abschnitt VVS1 des vertikalen Verlängerungsstabes VVS bzw. der Verlängerungsstab selbst die oben
- 15 beschriebene Längen L2 bzw. L aufweisen: Die Stromverteilung auf der Antenne bleibt in beiden Fällen auf beiden betrachteten Frequenzen nahezu unverändert. Es zeigen sich somit bei unterschiedlichen Werten für die Länge L3 von VVS2 lediglich geringfügige Veränderungen in der Anpassung und im Strahlungsverhalten auf den beiden betrachteten Frequenzbereichen.
- 20 Die Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 haben bezüglich  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers FAS resonante Länge. Das bedeutet, dass die Länge L4 der Zusatzgegengewichtsleiter ein ganzzahliges Vielfaches eines Viertels der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers FAS beträgt. Der Begriff ‚ganzzahlig‘ umfasst in diesem Fall alle natürlichen Zahlen zwischen 1 und unendlich. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn die Länge L4 der Zusatzgegengewichtsleiter genau ein Viertel der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers FAS beträgt. Bei Verwendung eines größeren Vielfachen als einem Viertel verschlechtert sich die
- 25 Anpassung.
- 30 Alle hier genannten Längenangaben sind für den idealen Fall geltend zu verstehen. Bei der realen Umsetzung spielen viele Faktoren eine Rolle, so dass mehrere Parameter variiert werden müssen, um optimale Funktion der Antenne sicherzustellen. Die dargelegten Längenangaben können daher zur Erzielung möglichst guter Anpassung an die Speiseleitung der Antenne um bis zu 20 Prozent variieren. Großen Einfluss haben dabei die zum Aufbau verwendeten
- 35 Materialien, deren geometrische Beschaffenheit und der sich ergebende Verkürzungsfaktor, sowie insbesondere bei tiefen Frequenzen auch die Wechselwirkung mit der Umgebung.

Die Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 sind vorteilhaft leicht nach unten geneigt ausgerichtet, wobei unter ‚nach unten geneigt‘ eine Positionierung zu verstehen ist, bei der der Punkt, an dem die Zusatzgegengewichtsleiter am vertikalen Verlängerungsstab VVS angebracht sind, höher liegt als die vom vertikalen Verlängerungsstab VVS wegweisenden Enden der Zusatzgegengewichtsleiter. Um eine bestmögliche Anpassung an die Speiseleitung ASL der Antenne zu erreichen, kann die Neigung der Zusatzgegengewichtsleiter variiert werden, bis hin zur horizontalen Ausrichtung. Es wäre sogar möglich, die Zusatzgegengewichtsleiter ZL1 und ZL2 ‚nach

40 oben geneigt‘ zu positionieren. Bei einer solchen Anordnung würden also die vom vertikalen Verlängerungsstab VVS wegweisenden Enden der Zusatzgegengewichtsleiter höher liegen als der Punkt, an dem sie an dem vertikalen Verlängerungsstab VVS angebracht sind.

Durch die Erweiterung der  $5/8\text{-}\lambda$ -Antenne mit dem beschriebenen Zusatzgewicht ZSG wird die Antenne auch in einem deutlich tieferen Frequenzsegment bei  $2/7$  der Bemessungsfrequenz mit guten elektrischen Eigenschaften nutzbar. Der zusätzliche Frequenzbereich steht dabei in einem idealen Frequenzverhältnis zur ursprünglichen Betriebsfrequenz der Antenne. Beispielsweise kann bei der Auslegung der  $5/8\text{-}\lambda$ -Vertikalantenne für das 13 m-Rundfunkband so auch zusätzlicher Empfang im 49 m-Rundfunkband ermöglicht werden. Selbiges gilt ebenfalls für die

50 Kombination des 11 m- und 41 m-Rundfunkbandes oder des speziell für Weitverkehrsfunkver-

55

bindungen genutzten 12 m-Bandes und des dann zusätzlich erschlossenen und zu fast jeder Tageszeit nutzbaren 40 m-Bandes.

Das durch eine solche Erweiterung der Antenne erzielbare Strahlungsmaximum ist auch auf der zusätzlich erschlossenen tiefer liegenden Betriebsfrequenz durch einen ausgeprägten niedrigen Erhebungswinkel gekennzeichnet, was bei anderen Antennenformen entweder eine eklatant höhere Montage über Grund oder aber aufwendigere und von der mechanischen Konstruktion her komplexere Antennenformen erfordern würde.

Beim Wechsel in das jeweils andere Frequenzsegment ist außerdem keine mechanische Umwandlung erforderlich und auf beiden nutzbaren Frequenzbereichen findet man mit einer einzigen Antennenspeiseleitung das Auslangen.

Mögliche Einsatzgebiete einer solchen Antenne liegen beispielsweise bei Funkdiensten mit zugewiesenen Frequenzen bzw. Frequenzkanälen oder Frequenzbereichen im dargelegten Frequenzverhältnis, bei Kurzwellenrundfunkstationen mit zugewiesenen Frequenzen im dargelegten Frequenzverhältnis und dementsprechend weiters bei Kurzwellen(rundfunk)hörern. Prinzipiell kann die Antenne für alle Frequenzbereiche ausgelegt und verwendet werden.

## Patentansprüche:

1. Vertikalantenne, bestehend aus einem  $5/8\text{-}\lambda$ -Stab (FAS) mit einer Einspeisung (ENS) über ein Anpassglied (APG) am Fußpunkt des  $5/8\text{-}\lambda$ -Stabes (FAS) und einem Gegengewicht (GGW),  
dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des Gegengewichts (GGW) ein Zusatzgegengewicht (ZSG) angeordnet ist, bestehend aus einem vertikalen Verlängerungsstab (VVS), der mit dem Gegengewicht (GGW) leitend verbunden ist, sowie zumindest zwei, auf dem Verlängerungsstab (VVS) angeordneten und von diesem abstehenden Zusatzgegengewichtsleitern (ZL1, ZL2).
2. Vertikalantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter (ZL1, ZL2) am unteren, also dem Gegengewicht (GGW) abgewendeten Ende des vertikalen Verlängerungsstabes (VVS) angeordnet sind.
3. Vertikalantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter (ZL1, ZL2) des Zusatzgegengewichts (ZSG) bezüglich  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers (FAS) resonante Länge haben, ihre Länge (L4) also ein ganzzahliges Vielfaches von  $1/4$  der Wellenlänge von  $2/7$  der Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers (FAS) beträgt.
4. Vertikalantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest zwei Zusatzgegengewichtsleiter (ZL1, ZL2) zwischen dem Gegengewicht (GGW) und dem unteren Ende des vertikalen Verlängerungsstabes (VVS) angeordnet sind, wodurch der vertikale Verlängerungsstab (VVS) in einen oberen Abschnitt (VVS1) und einen unteren Abschnitt (VVS2) geteilt ist.
5. Vertikalantenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L2) des oberen Abschnitts (VVS1) des Verlängerungsstabes (VVS)  $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers (FAS) entspricht.
6. Vertikalantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Verlängerungsstabes (VVS)  $1/20$  der Betriebswellenlänge bei  $2/7$  der

ursprünglichen Bemessungsfrequenz des  $5/8\text{-}\lambda$ -Strahlers (FAS) entspricht.

## Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

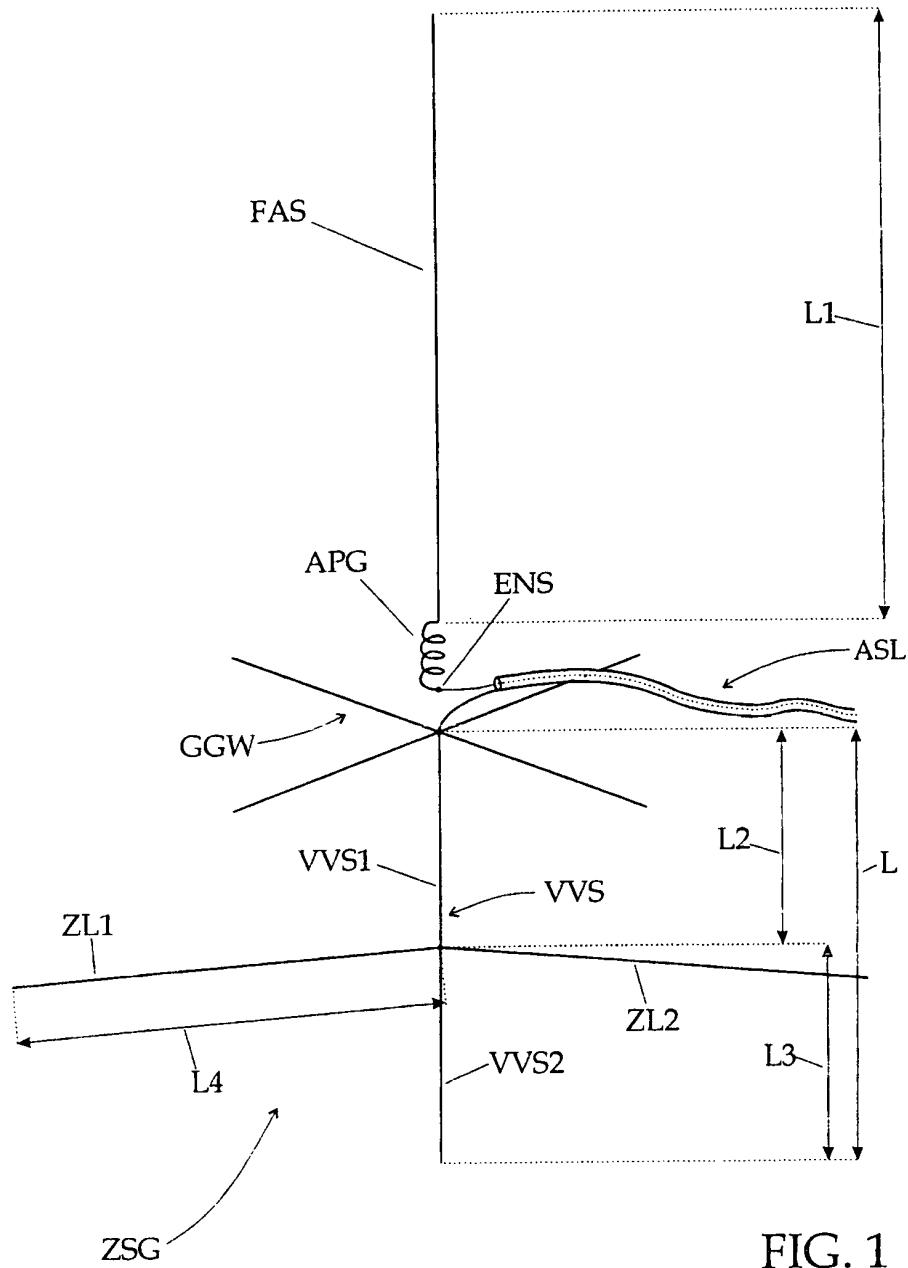


FIG. 1

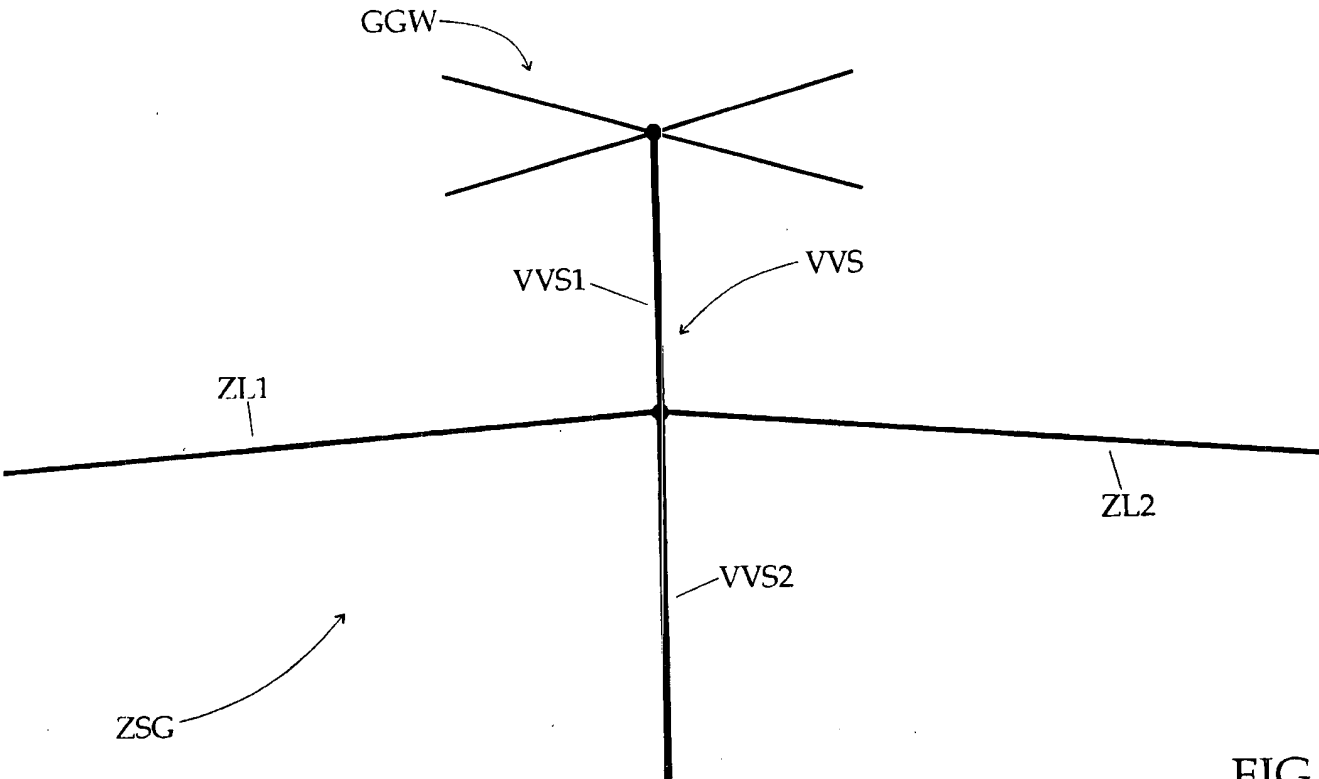


FIG. 2