

(19)



(11)

**EP 3 646 409 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

**16.06.2021 Bulletin 2021/24**

(51) Int Cl.:

**H01Q 9/18** (2006.01)      **H01Q 9/20** (2006.01)  
**H01Q 11/16** (2006.01)      **H01Q 13/12** (2006.01)  
**H01Q 13/20** (2006.01)      **H01Q 21/10** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18749010.7**

(86) Numéro de dépôt international:

**PCT/FR2018/051559**

(22) Date de dépôt: **26.06.2018**

(87) Numéro de publication internationale:

**WO 2019/002752 (03.01.2019 Gazette 2019/01)**

(54) **STRUCTURE ANTENNAIRE COLINÉAIRE À ACCÈS INDÉPENDANTS**

KOLLINEARE ANTENNENSTRUKTUR MIT UNABHÄNGIGEN ZUGÄNGEN

COLLINEAR ANTENNA STRUCTURE WITH INDEPENDENT ACCESSSES

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Inventeur: **PALUD, Sébastien**  
**35000 Rennes (FR)**

(30) Priorité: **26.06.2017 FR 1755843**

(74) Mandataire: **Gevers & Orès**  
**9 rue St Antoine du T**  
**31000 Toulouse (FR)**

(43) Date de publication de la demande:

**06.05.2020 Bulletin 2020/19**

(56) Documents cités:

**EP-A1- 1 432 073 DE-A1- 1 923 334**

(73) Titulaire: **TDF**

**92120 Montrouge (FR)**

**EP 3 646 409 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### 1. Domaine technique de l'invention

**[0001]** L'invention concerne une structure antennaire à accès indépendant. En particulier, l'invention concerne une structure antennaire comprenant plusieurs antennes individuelles colinéaires et alimentées chacune par un accès indépendant, pour l'émission et/ou la réception d'ondes de fréquence métrique (entre 30 et 300 MHz) ou décimétrique (entre 300 et 3000 MHz).

### 2. Arrière-plan technologique

**[0002]** Les structures antennaires colinéaires comprenant plusieurs antennes indépendantes sont utilisées pour permettre l'émission et/ou la réception de signaux dans des fréquences proches ou identiques, ou dans des bandes de fréquences proches, identiques, ou se chevauchant.

**[0003]** EP 1432 073 décrit une antenne colinéaire du type coaxial alternée.

**[0004]** DE 1 923 334 décrit un système comprenant une pluralité de dipôles colinéaires comprenant des moyens de découplage à l'entrée de chacun des dipôles, ces moyens étant formés par des bobinages de câbles coaxiaux utilisés pour alimenter les dipôles et des capacités parasites en parallèle.

**[0005]** Pour accroître le découplage entre les antennes de la structure antennaire et ainsi réduire les interférences entre les signaux provenant ou émis par les antennes, la solution actuelle est d'éloigner physiquement les antennes, ce qui peut engendrer des structures antennaires de dimensions trop importantes (jusqu'à plusieurs dizaines de mètres pour des fréquences autour de 1 GHz) du fait de l'espacement nécessaire entre deux antennes. Cet espacement est d'autant plus important que la fréquence d'utilisation est faible.

**[0006]** Une première solution est de placer précisément les antennes de manière à profiter des creux de rayonnement de chaque antenne pour maximiser les découplages. Toutefois, le placement de ces antennes ne peut se faire aisément sans dégradation des performances radioélectriques.

**[0007]** En effet, le support mécanique des structures antennaires ainsi que les mises à la masse sont autant d'éléments qui réduisent les découplages entre les antennes, notamment du fait des courants induits. Même si les supports sont en matériaux diélectriques, les lignes de transmission de chaque antenne sont à l'origine du même type de défaut.

**[0008]** Une autre solution est de disposer les antennes selon une distribution horizontale, mais dans ce cas, pour éviter un couplage important entre les antennes, les distances entre deux antennes doivent être importantes ce qui engendre une emprise au sol et des coûts d'installation et de maintenance importants.

**[0009]** Les inventeurs ont donc cherché une solution

à ces inconvénients.

### 3. Objectifs de l'invention

**[0010]** L'invention vise à pallier au moins certains des inconvénients des structures antennaires connues.

**[0011]** En particulier, l'invention vise à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, une structure antennaire colinéaire à accès indépendants alliant à la fois forts découplages, grands gains et encombrement réduit.

**[0012]** L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, une structure antennaire colinéaire à accès indépendants permettant un espacement faible entre deux antennes consécutives avec un découplage important.

**[0013]** L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, une structure antennaire colinéaire à accès indépendants dont l'installation et la maintenance sont facilitées.

**[0014]** L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, une structure antennaire colinéaire à accès indépendants avec une emprise au sol réduite.

**[0015]** L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, une structure antennaire colinéaire à accès indépendants ayant des diagrammes de rayonnements omnidirectionnels et des lobes de rayonnement symétriques.

### 4. Exposé de l'invention

**[0016]** Pour ce faire, l'invention concerne une structure antennaire pour l'émission et/ou la réception d'ondes de fréquence métrique ou décimétrique, caractérisée en ce qu'elle comprend  $n$  antennes colinéaires, avec  $n \geq 2$ , chaque antenne comprenant une portion rayonnante comprenant une première succession de  $i$  éléments rayonnants coaxiaux autour d'un premier axe en alternance avec au moins une succession additionnelle de  $i$  éléments rayonnants coaxiaux, chaque succession additionnelle étant disposée autour d'un axe différent du premier axe, avec  $i \geq 2$ , chaque antenne étant alimentée indépendamment par un câble coaxial au niveau d'une entrée d'excitation, chaque antenne comprenant au moins un piège quart d'onde inférieur disposé entre l'entrée d'excitation et une première extrémité de la portion rayonnante, et au moins un piège quart d'onde supérieur disposé au niveau d'une seconde extrémité de la portion rayonnante, au moins une première antenne comprenant au moins  $n-1$  âmes creuses s'étendant sur toute la longueur, les dites âmes creuses formant les axes des successions d'éléments coaxiaux rayonnants et au moins une des âmes creuses étant configurée pour recevoir un câble coaxial destiné à l'alimentation d'une autre antenne colinéaire à la première antenne, au moins un piège quart d'onde intermédiaire étant dis-

posé entre deux antennes colinéaire consécutives autour d'un câble coaxial, et un élément terminal, disposé au niveau de la seconde extrémité de la portion rayonnante après le piège quart d'onde supérieur, et formé de la ou des âmes creuses de l'antenne.

**[0017]** Une structure antennaire selon l'invention permet donc d'obtenir des découplages très importants avec un espacement entre antennes très faibles tout en conservant des diagrammes parfaitement omnidirectionnels. La structure antennaire permet ainsi un gain de place et de performance, et son impact visuel et son empreinte au sol sont fortement réduits. En particulier, les pièges quart d'onde supérieurs améliorent le rayonnement en site (réduction de l'ouverture en site et des lobes secondaires notamment) et permettent une bonne adaptation de l'antenne. Les pièges quart d'onde inférieurs limitent la circulation des courants le long de la structure porteuse de la structure antennaire (au niveau de l'entrée d'excitation) et le long du câble coaxial en favorisant également la réduction des lobes secondaires inférieurs.

**[0018]** L'expression « quart d'onde » qualifiant les pièges s'entend relativement à la longueur d'onde à la fréquence centrale de fonctionnement de la structure antennaire.

**[0019]** Si une antenne est suivie d'une autre antenne, son élément terminal est donc disposé entre le piège quart d'onde supérieur et le piège quart d'onde intermédiaire. Les éléments terminaux améliorent aussi le rayonnement en site (réduction de l'ouverture en site et des lobes secondaires notamment) et permettent une bonne adaptation de l'antenne.

**[0020]** Les pièges quart d'onde supplémentaires permettent de réduire significativement le rayonnement zénithal induit par les éléments terminaux et favorisent ainsi le découplage des antennes en réduisant très significativement les courants de surface pouvant transiter sur le câble coaxial.

**[0021]** En outre, l'installation des aériens est facilitée par l'utilisation d'une seule structure antennaire comprenant plusieurs accès indépendants.

**[0022]** La configuration de la structure antennaire permet également une conservation des symétries de rayonnement, notamment au niveau des lobes secondaires. En particulier, les diagrammes de rayonnement sont omnidirectionnels et les lobes de rayonnement symétriques.

**[0023]** La ou les âmes creuses dans lesquelles s'étendent le ou les câbles coaxiaux permet en outre d'assurer un blindage électromagnétique de façon à ne pas influencer sur le rayonnement de la ou les aériens comprenant cette ou ces âmes traversées par les câbles coaxiaux. Ainsi, le passage des câbles coaxiaux est radioélectriquement transparent.

**[0024]** Dans les cas où l'on souhaite des découplages élevés entre les antennes (supérieurs à 50 dB), les câbles coaxiaux devront présenter un blindage électromagnétique élevé de manière à éviter le couplage inter-

liés à la base de la structure antennaire. De préférence, un câble double tresse ou triple tresse sera installé sur tout ou partie de l'antenne, de préférence en partie basse de l'antenne, au niveau de l'entrée d'excitation.

**[0025]** La structure antennaire selon l'invention peut avantageusement être utilisée dans l'Internet des objets (ou IoT pour *Internet of Things* en anglais), ou plus généralement tout service nécessitant un découplage important entre des systèmes antennaires indépendants fonctionnant dans la même bande de fréquence ou des bandes de fréquence très proches ou se chevauchant, dans le domaine de l'aéronautique par exemple (aviation civile notamment).

**[0026]** Avantageusement et selon l'invention, le nombre  $i$  d'éléments coaxiaux rayonnants autour de chaque axe est compris entre deux et quatre.

**[0027]** Selon cet aspect de l'invention, le nombre d'éléments rayonnants est un compromis entre d'une part le gain, l'ouverture dans le plan vertical, la directivité, le découplage qui augmente avec le nombre d'éléments rayonnants, et d'autre part la taille de l'antenne qui devient trop importante lorsque le nombre d'éléments rayonnants augmente, ainsi que l'apparition de lobes secondaires dus à la mise en réseau des éléments rayonnants qui peut réduire le découplage.

**[0028]** En outre, l'utilisation d'un câble coaxial pour alimenter chaque antenne après la première antenne entraîne des pertes dans le câble coaxial réduisant ainsi le gain des antennes. Ainsi, si l'on souhaite que les antennes aient le même gain, pour des applications particulières, on peut par exemple ajouter un câble coaxial de même longueur à la première antenne, ou augmenter le nombre d'éléments rayonnants dans la ou les antennes suivant la première antenne.

**[0029]** Avantageusement et selon l'invention, chaque piège quart d'onde supérieur, chaque piège quart d'onde inférieur et chaque piège quart d'onde intermédiaire est traversé par une âme creuse.

**[0030]** Selon cet aspect de l'invention, les pièges quart d'onde intervienne en limitant le rayonnement des âmes creuses notamment dû au câble coaxial qui les traverse lorsque c'est le cas.

**[0031]** Avantageusement et selon l'invention, comprend  $n$  antennes colinéaires,  $n > 2$ , et que chaque antenne colinéaire comprend au moins  $n-x$  âmes creuses s'étendant sur toute la longueur, les âmes creuses étant configurées pour recevoir un câble coaxial destiné à l'alimentation d'une autre antenne colinéaire à ladite antenne, avec  $x$  le nombre d'antennes disposées à l'opposé de l'entrée d'excitation de ladite antenne sur la structure antennaire.

**[0032]** De préférence, la structure antennaire comprend entre deux et cinq antennes (soit  $2 \leq n \leq 5$ ).

**[0033]** Avantageusement et selon l'invention, chaque élément terminal comprend un élément de court-circuit reliant deux âmes creuses de l'antenne à laquelle il appartient.

**[0034]** Selon cet aspect de l'invention, l'élément de

coupe-circuit peut avoir différentes fonctions selon l'antenne sur laquelle il se situe.

**[0035]** Sur une antenne suivie d'une autre antenne, il permet l'utilisation d'un unique piège quart d'onde intermédiaire pour réduire le rayonnement zénithal de l'antenne et limiter au maximum les courants de surface sur la prolongation de l'âme latérale comprenant le câble coaxial.

**[0036]** Sur la dernière antenne de la structure antennaire, c'est-à-dire l'antenne la plus éloignée de l'entrée d'excitation de la première antenne, l'élément de court-circuit permet d'apporter un degré de liberté supplémentaire à l'ajustement de l'antenne, en permettant notamment l'optimisation des lobes secondaires supérieurs et plus modérément la réduction de l'ouverture à mi-puissance en site et la directivité de l'antenne.

**[0037]** Avantagement et selon l'invention, chaque piège quart d'onde inférieur est composé de deux sous-pièges quart d'onde cylindriques colinéaires de dimensions identiques et espacés d'un rayon des sous-pièges quart d'onde.

**[0038]** Avantagement et selon l'invention, chaque piège quart d'onde supérieur est composé de deux sous-pièges quart d'onde cylindriques parallèles de dimensions identiques.

**[0039]** Avantagement et selon l'invention, entre chaque antenne, la structure antennaire comprend au moins un dispositif de blocage de courant de gaine disposé sur chaque câble coaxial.

**[0040]** Selon cet aspect de l'invention, le dispositif de blocage de courant permet de limiter la circulation des courants de gaine circulant sur la gaine de chaque câble coaxial et pouvant se retrouver par couplage sur l'élément terminal.

**[0041]** L'invention concerne également une structure antennaire caractérisée en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

## 5. Liste des figures

**[0042]** D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre uniquement non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une structure antennaire selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe d'un premier détail d'une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe d'un deuxième détail d'une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'un troisième détail d'une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'une structure antennaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est une vue schématique en perspective d'une structure antennaire selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 est une vue schématique en perspective d'une structure antennaire selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 8 est une vue schématique en perspective d'une structure antennaire selon un cinquième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 est un diagramme de rayonnement unitaire dans le plan vertical d'une structure antennaire selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 est un graphique représentant le découplage entre les antennes et les adaptations d'impédance obtenues par une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 est un graphique représentant le découplage entre les antennes et les adaptations d'impédance obtenues par une structure antennaire selon le deuxième mode de réalisation.

## 6. Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

**[0043]** Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées pour fournir d'autres réalisations. Sur les figures, les échelles et les proportions ne sont pas strictement respectées et ce, à des fins d'illustration et de clarté.

**[0044]** Les figures 1 à 8 représentent des structures antennaires ou des portions de structures antennaires dans lesquelles l'alimentation des structures antennaires est effectuée au niveau d'une entrée d'excitation située en haut à droite de la figure, la première antenne se trouve du côté de cette entrée d'excitation, et les antennes suivantes sont disposées consécutivement de haut à droite vers en bas à gauche, jusqu'à la dernière antenne qui se trouve en bas à gauche. Cette orientation, à des fins illustratives et pour davantage de clarté, ne préjuge pas de la disposition de la structure antennaire lors de son utilisation en pratique dans son environnement, qui peut varier selon les applications. En particulier, la structure antennaire est généralement disposée avec l'entrée d'excitation au niveau du sol et s'étendant verticalement vers le haut.

**[0045]** La figure 1 représente schématiquement une structure antennaire selon un premier mode de réalisation de l'invention. La structure antennaire est composée d'une première antenne 10 et d'une deuxième antenne

20, les deux antennes étant colinéaires et alimentées indépendamment.

**[0046]** Chaque antenne comprenant une portion rayonnante comprenant une première succession d'éléments rayonnants coaxiaux autour d'un premier axe (référéncés 12i pour la première antenne 10 et 22i pour la deuxième antenne 20), en alternance avec au moins une succession additionnelle d'éléments rayonnants coaxiaux autour d'au moins un second axe, ici deux successions additionnelles autour de deux axes. Ainsi, les deux successions additionnelles sont composées de deux éléments rayonnants disposés côte à côte (référéncés 11i pour la première antenne 10 et 21i pour la deuxième antenne 20) et en alternance avec la première succession d'éléments rayonnants coaxiaux.

**[0047]** Chaque antenne comprend une entrée d'excitation (référéncés 16 pour la première antenne 10 et 26 pour la deuxième antenne 20) permettant l'alimentation de l'antenne par un câble coaxial. Entre l'entrée d'excitation et la portion rayonnante est disposé un piège quart d'onde dit piège quart d'onde inférieur (référéncés 15 pour la première antenne 10 et 25 pour la deuxième antenne 20). Dans ce mode de réalisation, chaque piège quart d'onde est composé de deux sous-pièges quart d'onde (respectivement deux sous-pièges quart d'onde 15<sub>1</sub> et 15<sub>2</sub> pour le piège 15 quart d'onde inférieur de la première antenne 10 et deux sous-pièges quart d'onde 25<sub>1</sub> et 25<sub>2</sub> pour le piège 25 quart d'onde inférieur de la deuxième antenne 20). L'espacement entre le piège 15 quart d'onde inférieur et le premier élément rayonnant 11<sub>1</sub> doit être de longueur comprise entre 20% et 30% inférieure à celle des éléments rayonnants.

**[0048]** Au niveau d'une seconde extrémité de la portion rayonnante de chaque antenne, c'est-à-dire l'extrémité la plus éloignée de l'entrée d'alimentation, chaque antenne comprend un piège quart d'onde supérieur (référéncés 14 pour la première antenne 10 et 24 pour la deuxième antenne 20).

**[0049]** À la deuxième extrémité de chaque antenne, après le piège quart d'onde supérieur, chaque antenne comprend un élément terminal (référéncés 13 pour la première antenne 10 et 23 pour la deuxième antenne 20) formé par le prolongement d'au moins une âme creuse, ici de deux âmes creuses latérales décrits plus loin.

**[0050]** Enfin, entre les deux antennes, le câble 17 coaxial d'alimentation sort de l'élément 13 terminal de la première antenne 10 et se connecte à l'entrée 26 d'excitation de la deuxième antenne 20. Entre les deux antennes, le câble coaxial est entouré d'un piège 131 quart d'onde intermédiaire, dans le prolongement de l'élément 13 terminal et dans lequel passe le câble 17 coaxial d'alimentation. En outre, entre le piège 131 quart d'onde intermédiaire et l'entrée 26 d'excitation de la deuxième antenne 20, la structure antennaire comprend de préférence au moins un dispositif de blocage de courant de gaine, ici un dispositif 18 de blocage de courant de gaine.

**[0051]** Les figures 2, 3 et 4 représentent schématiquement en coupe respectivement un premier, deuxième,

et troisième détail de la première antenne d'une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention. Les descriptions des éléments en référence avec ces figures 2-4 sont aussi valables pour les éléments identiques de la deuxième antenne de la structure antennaire.

**[0052]** Dans ce mode de réalisation de l'invention, les éléments rayonnants sont des éléments cylindriques creux et disposés autour d'un axe formé par une âme. Les âmes peuvent être pleines ou creuses et sont conductrices. En particulier, avec n le nombre d'antennes de la structure, au moins n-1 âmes de la première antenne sont creuses et reçoivent un câble d'alimentation destiné à une antenne suivante dans la structure antennaire. Dans ce mode de réalisation, les âmes 191 et 190 formant les axes des successions additionnelles d'éléments rayonnants, dites âmes latérales sont creuses et une des âmes 191 comprend le câble 17 d'alimentation de la deuxième antenne 20. Le câble coaxial passe donc à l'intérieur d'éléments rayonnants, des pièges quart d'onde et de l'élément terminal, comme visible sur les figures. L'âme centrale formant l'axe de la première succession d'éléments rayonnants et permettant l'alimentation de l'antenne, est composée d'une partie 163 pleine et d'une partie 162 creuse, entourés d'un élément 161 cylindrique conducteur. L'âme centrale permet l'adaptation d'impédance de l'antenne à l'impédance adéquate à la fréquence considérée. La deuxième antenne 20, même si elle ne nécessite pas de posséder une âme creuse car aucun câble d'alimentation ne la traverse, peut aussi comprendre la même structure à âmes creuses. La partie 163 est un élément d'ajustement d'impédance. Selon d'autres modes de réalisation, la partie 163 peut aussi être creuse. Selon d'autres mode de réalisation, la partie 163 n'est pas présente et l'antenne est connectée à la partie 162 creuse.

**[0053]** La figure 2 représente un premier détail de la première antenne 10 au niveau de l'entrée 16 d'alimentation, à la première extrémité de la première antenne de la structure antennaire. Les sous-pièges 15<sub>1</sub> et 15<sub>2</sub> sont de formes cylindriques, possédant chacun un contour cylindrique conducteur creux (référéncés respectivement 151<sub>1</sub> et 151<sub>2</sub>), une base pleine conductrice (référéncées respectivement 152<sub>1</sub> et 152<sub>2</sub>), et une base vide à l'opposé de la base pleine. Des rondelles diélectriques de centrage (référéncées respectivement 153<sub>1</sub> et 153<sub>2</sub>) sont ici disposées dans la base vide pour permettre un renforcement mécanique des sous-pièges quart d'onde. En faisant varier l'épaisseur et le matériau de ces rondelles diélectriques, il est aussi possible d'ajuster la longueur électrique des sous-pièges. Dans d'autres modes de réalisation, les sous-pièges ne comprennent pas de rondelles diélectriques de centrage.

**[0054]** Les bases pleines permettent un contact électrique avec une gaine du câble coaxial, directement ou via l'âme 191 latérale. En outre, elles présentent des orifices (non visibles) pour faire passer les âmes latérales 190 et 191.

**[0055]** Le câble coaxial est ici dans l'âme 191 latérale qui passe à l'intérieur des sous-pièges mais si les sous-pièges quarts d'onde sont de diamètre insuffisant, le câble coaxial peut être fixé au contact du contour cylindrique.

**[0056]** La figure 3 représente un deuxième détail de la première antenne 10 au niveau de l'élément 13 terminal, à la seconde extrémité de la première antenne de la structure antennaire.

**[0057]** L'élément 13 terminal est formé par les âmes latérales 190 et 191 se prolongeant parallèlement après le passage dans le piège 14 quart d'onde supérieur. Dans ce mode de réalisation, l'élément terminal comprend un élément 192 de court-circuit creux reliant les deux âmes latérales 190 et 191 et s'étendant, dans ce mode de réalisation, perpendiculairement auxdites âmes latérales 190 et 191. Ici, l'élément 192 de court-circuit est un prolongement structurel de l'âme latérale 190 et rejoint l'âme latérale 191. Selon d'autres modes de réalisation, l'élément 192 de court-circuit peut ne pas être perpendiculaire aux âmes latérales.

**[0058]** Entre l'élément 13 terminal et la partie rayonnante de la première antenne 10, la première antenne comprend un piège 14 quart d'onde supérieur, ici comprenant deux sous-pièges 140 et 141 disposés parallèlement l'un de l'autre. Les sous-pièges 140 et 141 ont comme axe les âmes latérales respectivement 190 et 191. Les sous-pièges 140 et 141 sont formés d'éléments cylindriques creux fermés chacun à leur base la plus proche de l'élément 13 terminal par un élément annulaire conducteur respectivement référencés 142 et 143, formant un court-circuit des sous-pièges 140 et 141. Les éléments annulaires conducteurs 142 et 143 sont disposés sur l'antenne avec un espacement inférieur ou égal à un quart d'onde à la fréquence centrale de fonctionnement par rapport à l'extrémité des âmes latérales 190 et 191. Pour assurer la rigidité mécanique des sous-pièges 140 et 141, ceux-ci peuvent chacun comprendre, de façon analogue aux sous-pièges inférieurs, une rondelle diélectrique (respectivement référencées 144 et 145) disposée au niveau de la base de l'élément cylindrique opposée à celle comprenant l'élément annulaire conducteur.

**[0059]** Entre la première antenne 10 et la deuxième antenne 20, et plus généralement, dans d'autres modes de réalisation entre chaque antenne consécutive, la structure antennaire comprend un piège 131 quart d'onde intermédiaire, ici cylindrique et de structure similaire aux pièges quart d'onde inférieurs. L'âme latérale 191 comprenant le câble 17 coaxial se prolonge après l'élément 13 terminal, formant ainsi une prolongation 194 de préférence colinéaire avec l'axe de l'âme centrale des antennes. Le piège 131 quart d'onde intermédiaire entoure le câble 17 coaxial au niveau de cette prolongation 194. La prolongation 194 se termine après le piège 131 quart d'onde et le câble 17 coaxial sort de la prolongation et est disposé de façon à être connecté à l'antenne suivante, ici la deuxième antenne 20. Les dimensions du

piège quart d'onde intermédiaire seront telles que la somme de son rayon avec sa longueur sera inférieure ou égale à un quart de la longueur d'onde associée à la fréquence centrale de fonctionnement.

**[0060]** Dans les modes de réalisation comprenant plus de deux antennes et donc au moins deux câbles coaxiaux traversant la première antenne, il y a autant de pièges quart d'onde intermédiaires que de câbles coaxiaux sortant de chaque antenne pour aller alimenter une antenne suivante.

**[0061]** Un dispositif 18 de blocage de courant de gaine peut être fixé au câble 17 coaxial. Ce dispositif 18 de blocage peut être composé d'un ou plusieurs pièges quart d'onde filaire ou en forme de L, ou une ou plusieurs ferrites de blocage dont l'impédance sera la plus élevée possible à la fréquence de fonctionnement du système. Les ferrites seront utilisées de préférence lorsque la section du câble coaxial est réduite. La section de câble 17 coaxial à nu entre le piège 131 quart d'onde intermédiaire et le dispositif 18 de blocage doit être petite vis-à-vis de la longueur d'onde de travail (typiquement inférieure à un sixième de la longueur d'onde à la fréquence la plus basse de fonctionnement).

**[0062]** Après ce dispositif 18 de blocage, le câble 17 coaxial est relié à la deuxième antenne au niveau de son entrée 26 d'excitation, notamment grâce à un élément 264 de connexion de la gaine du câble 17 coaxial vers l'élément 261 cylindrique conducteur et un élément 265 de connexion du conducteur central du câble 17 coaxial vers la partie 263 pleine de l'âme centrale. Ces éléments 264 et 265 de connexion sont dimensionnés pour assurer la continuité de l'impédance caractéristique entre le câble 17 coaxial et l'entrée 26 d'excitation. En particulier, les éléments de connexion peuvent être de forme tronconique de dimension adaptée à l'impédance caractéristique de l'antenne ou, si l'impédance de l'antenne est une impédance standard de type  $50\Omega$ , de forme en adéquation avec le diamètre du câble 17 coaxial. De préférence, la distance entre l'élément terminal de l'antenne précédente et l'entrée d'excitation de l'antenne suivante doit être supérieure à un tiers de longueur d'onde de fonctionnement.

**[0063]** La figure 4 représente un troisième détail de la première antenne 10 au niveau de la portion rayonnante.

**[0064]** La première succession d'éléments rayonnants est composée d'éléments 12i rayonnants comprenant un cylindre 120 creux conducteur positionné coaxialement à l'âme centrale 162 (qui participe de ce fait localement au rayonnement sur la longueur du cylindre 120). Le cylindre 120 est espacé de l'âme centrale par des éléments 112 annulaires diélectriques de centrage.

**[0065]** Les successions additionnelles d'éléments rayonnants comprennent les éléments 11i rayonnants. Une première succession additionnelle d'éléments rayonnants est formé par des cylindres 110 creux conducteurs positionnés autour d'un axe formé par l'âme latérale 190. Une deuxième succession additionnelle d'éléments rayonnants est formée par des cylindres 111

creux conducteurs positionnés autour d'un axe formé par l'âme latérale 191. Les âmes latérales 190 et 191 participent de ce fait localement au rayonnement sur la longueur des cylindres. Les cylindres 110 et 111 sont espacés de leur âme latérale 190 et 191 respective par des éléments 112 annulaires diélectriques de centrage.

**[0066]** La permittivité relative des éléments 112 de centrage modifie la longueur guidée des sections coaxiales : ainsi, l'épaisseur et la permittivité relative de ces éléments 112 de centrage influencent directement la longueur des éléments 11i rayonnants. La longueur de ces derniers sera alors proche de la demi longueur d'onde guidée  $\lambda G$  effective à la fréquence centrale de fonctionnement (en particulier entre  $0,43 \lambda G$  et  $0,5 \lambda G$ ).

**[0067]** Afin d'assurer la continuité électrique de l'antenne et l'alimentation en série des éléments rayonnants suivants, les cylindres 110 et 111 sont connectés électriquement, idéalement sur toute leur longueur, à l'âme centrale 162.

**[0068]** De préférence, la longueur des cylindres 110, 111 et 120 sont identiques. Concernant la deuxième antenne ou plus généralement, une antenne suivante, la longueur des cylindres précédents sur ces autres antennes pourra être réduit (généralement de moins de 5%) par rapport à leur longueur sur la première antenne, afin de réduire les lobes secondaires vers le bas.

**[0069]** La figure 5 représente schématiquement en perspective une structure antennaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Ce mode de réalisation est identique au premier mode de réalisation de l'invention, excepté que le prolongement 194 est plus long (sur plusieurs longueurs d'onde de travail) afin d'augmenter le découplage entre les deux antennes (découplage supérieur à 50 dB). Cela entraîne que le dispositif 18 de blocage est composé d'une pluralité de sous-dispositifs de blocage. Les sous-dispositifs de blocage sont répartis en deux groupes, un premier groupe  $18_1$  de sous-dispositifs 180 de blocage formés d'éléments cylindriques de type piège quart d'onde dont les courts-circuits les reliant au câble 17 coaxial sont disposés du côté de la deuxième antenne 20, et un deuxième groupe  $18_2$  de sous-dispositifs 181 de blocage formés d'élément cylindriques de type piège quart d'onde dont les courts-circuits les reliant au câble 17 coaxial sont disposés du côté de la première antenne 10.

**[0070]** Les sous-dispositifs de blocage sont espacés au maximum d'un tiers de la longueur d'onde relative à la fréquence de travail centrale.

**[0071]** La figure 6 représente schématiquement en perspective une structure antennaire selon un troisième mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode de réalisation, la structure antennaire comprend trois antennes, une première antenne 10, une deuxième antenne 20 et une troisième antenne 30. Le principe de fonctionnement et les éléments décrits pour une structure antennaire à deux antennes en référence aux figures 1 à 4 s'appliquent dans cette structure antennaire à trois antennes.

**[0072]** Comme décrit précédemment, chaque antenne

comprend une entrée d'excitation (référencées respectivement 16, 26 et 36 pour la première, deuxième et troisième antenne), un piège quart d'onde inférieur (référencés respectivement 15, 25 et 35 pour la première, deuxième et troisième antenne), une première succession d'éléments rayonnants (référencés  $12_1$  et  $12_2$  pour la première antenne 10,  $22_1$  et  $22_2$  pour la deuxième antenne 20, et  $32_1$  et  $32_2$  pour la troisième antenne 30), deux successions additionnelles d'éléments rayonnants (référencés  $11_1$  et  $11_2$  pour la première antenne 10,  $21_1$  et  $21_2$  pour la deuxième antenne 20, et  $31_1$  et  $31_2$  pour la troisième antenne 30), un piège quart d'onde supérieur (référencés respectivement 14, 24 et 34 pour la première, deuxième et troisième antenne), un élément terminal (référencés respectivement 13, 23 et 33 pour la première, deuxième et troisième antenne), et deux pièges quart d'onde intermédiaires, un premier piège 131 quart d'onde intermédiaire entre la première antenne 10 et la deuxième antenne 20 (comprenant deux sous-pièges, un par câble coaxial allant de la première à la deuxième antenne), et un deuxième piège 231 quart d'onde intermédiaire entre la deuxième antenne 20 et la troisième antenne 30.

**[0073]** Le câble 17 coaxial d'alimentation de la deuxième antenne 20 passe à travers la première antenne 10 dans l'une de ces âmes creuses, par exemple l'âme 191 latérale comme décrit précédemment. Pour la troisième antenne, un câble 27 coaxial d'alimentation passe à travers la première antenne 10 dans une autre âme creuse, par exemple dans l'âme 190 latérale décrit précédemment, puis à travers la deuxième 20 antenne par une âme creuse.

**[0074]** La figure 7 représente schématiquement en perspective une structure antennaire selon un quatrième mode de réalisation de l'invention. En se basant sur les structures antennaires décrites précédemment et en modifiant le nombre de successions additionnelle d'éléments rayonnants, on peut obtenir une multitude d'âmes creuses par lesquelles peuvent passer des câbles coaxiaux d'alimentation d'antennes suivantes. Ainsi, dans ce mode de réalisation, la structure antennaire comprend cinq antennes, une première antenne 10 comprenant une première succession d'éléments  $12_1$ ,  $12_2$  rayonnants et quatre successions additionnelles d'éléments  $11_1, 11_2$  rayonnants (soit quatre éléments rayonnants côte à côte autour de quatre axes formés par au moins quatre âmes creuses pour faire passer les câbles coaxiaux des quatre antennes suivantes), une deuxième antenne 20 comprenant une première succession d'éléments  $22_1$ ,  $22_2$  rayonnants et quatre successions additionnelles d'éléments  $21_1, 21_2$  rayonnants (soit quatre éléments rayonnants côte à côte autour de quatre axes formés par quatre âmes dont au moins trois âmes creuses pour faire passer les câbles coaxiaux des trois antennes suivantes), une troisième antenne 30 comprenant une première succession d'éléments  $32_1$ ,  $32_2$  rayonnants et quatre successions additionnelles d'éléments  $31_1, 31_2$  rayonnants (soit quatre éléments rayonnants côte à côte autour de quatre axes formés par quatre âmes

dont au moins deux âmes creuses pour faire passer les câbles coaxiaux des deux antennes suivantes), une quatrième antenne 40 comprenant une première succession d'éléments  $42_1$ ,  $42_2$  rayonnants et quatre successions additionnelles d'éléments  $41_1, 41_2$  rayonnants (soit quatre éléments rayonnants côte à côte autour de quatre axes formés par quatre âmes dont au moins une âme creuse pour faire passer les câbles coaxiaux de l'antenne suivante), et une cinquième antenne 50 comprenant une première succession d'éléments  $52_1$ ,  $52_2$  rayonnants et quatre successions additionnelles d'éléments  $51_1, 51_2$  rayonnants (soit quatre éléments rayonnants côte à côte autour de quatre axes formés par quatre âmes, creuses ou non).

**[0075]** Dans un mode de réalisation alternatif, comme les deuxième, troisième, quatrième et cinquième antennes n'ont pas besoin de quatre âmes creuses pour permettre la traversée de quatre câbles coaxiaux, le nombre de successions additionnelles d'éléments rayonnants peut être réduit pour correspondre au nombre d'âmes creuses nécessaires. En particulier, les troisième, quatrième et cinquième antennes peuvent prendre la forme des antennes décrites précédemment dans le troisième mode de réalisation décrit en référence à la figure 6.

**[0076]** La figure 8 représente schématiquement en perspective une structure antennaire selon un cinquième mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode de réalisation simplifié de structure antennaire comprenant une première antenne 10 et une deuxième antenne 20, chaque antenne comprend, outre la première succession d'éléments rayonnants ( $12_1$  et  $12_2$  pour la première antenne 10, et  $22_1$  et  $22_2$  pour la deuxième antenne 20), une unique succession additionnelle d'éléments rayonnants ( $11_1$  et  $11_2$  pour la première antenne 10, et  $21_1$  et  $21_2$  pour la deuxième antenne 20), c'est-à-dire composé d'un élément rayonnant autour d'un axe, notamment une âme creuse permettant de faire passer un câble coaxial.

**[0077]** Cette structure antennaire est plus simple mécaniquement mais présente un très léger défaut d'omnidirectionnalité (inférieur à 1 dB) et une dissymétrie des lobes latéraux.

**[0078]** La figure 9 est un diagramme de rayonnement unitaire dans le plan vertical d'une structure antennaire selon un mode de réalisation de l'invention, en traits pleins pour l'antenne supérieure (la dernière antenne de la structure antennaire) et en traits pointillés pour la première antenne de la structure antennaire. On constate une forte diminution des lobes secondaires problématiques pour le découplage des antennes, c'est-à-dire les lobes secondaires vers le bas pour l'antenne supérieure et les lobes secondaires vers le haut pour l'antenne inférieure, notamment due à l'ajustement des longueurs des cylindres des éléments rayonnants selon les antennes.

**[0079]** La figure 10 est un graphique représentant le découplage entre les antennes et les adaptations d'impédance obtenues par une structure antennaire selon le premier mode de réalisation de l'invention, exprimés en

dB par rapport à la fréquence de fonctionnement.

**[0080]** La figure 11 est un graphique représentant le découplage entre les antennes et les adaptations d'impédance obtenues par une structure antennaire selon le deuxième mode de réalisation, exprimé en dB par rapport à la fréquence de fonctionnement.

**[0081]** L'invention ne se limite pas aux seuls modes de réalisation décrits.

**[0082]** En particulier, les structures antennaires peuvent être entourées d'un radôme non représenté sur les figures pour des raisons de clarté. Les radômes sont des structures diélectriques à base de fibre de verre assurant l'étanchéité de la structure antennaire et modifiant légèrement les caractéristiques de rayonnement de celle-ci selon la permittivité relative et les pertes diélectriques du radôme.

**[0083]** De même, un dispositif de maintien mécanique peut être aménagé pour le maintien des antennes supérieures. Celui-ci est composé d'éléments diélectriques de faible permittivité emmanchés sur les embases d'excitation sur leur partie supérieure et sur les éléments rayonnants terminaux sur leur partie inférieure.

**[0084]** Les dimensions des éléments décrits peuvent différer de ceux représentés sur les figures. En particulier, les dimensions des pièges quart d'onde supérieurs, inférieurs et intermédiaires ainsi que de l'élément terminal pourront être modifiées en fonction des performances souhaitées, notamment en termes d'adaptation, gain, ouverture du diagramme en site, minimisation des lobes secondaires supérieurs ou inférieurs, etc. Les dimensions peuvent aussi varier dans une même structure antennaire, entre antennes, mais tout en veillant à conserver des caractéristiques radioélectriques similaires. Dans tous les cas, pour chaque antenne, les pièges quart d'onde supérieurs et les éléments terminaux doivent être de longueur inférieure ou égale au quart d'onde de la fréquence centrale de fonctionnement et l'élément terminal doit être de longueur inférieure ou égale au piège quart d'onde supérieur.

## Revendications

1. Structure antennaire pour l'émission et/ou la réception d'ondes de fréquence métrique ou décimétrique, qui comprend n antennes colinéaires, avec  $n \geq 2$ ,

- chaque antenne (10; 20; 30; 40; 50) comprenant une portion rayonnante comprenant une première succession de i éléments rayonnants ( $12_1, 12_2; 22_1, 22_2; 32_1, 32_2; 42_1, 42_2; 52_1, 52_2$ ) coaxiaux autour d'un premier axe en alternance avec au moins une succession additionnelle de i éléments rayonnants coaxiaux ( $11_1, 11_2; 21_1, 21_2; 31_1, 31_2; 41_1, 41_2; 51_1, 51_2$ ), chaque succession additionnelle étant disposée autour d'un axe différent du premier axe, avec  $i \geq 2$ ,
- chaque antenne (10; 20; 30) étant alimentée

- indépendamment par un câble coaxial au niveau d'une entrée d'excitation (16 ; 26 ; 36),  
 - chaque antenne (10 ; 20 ; 30) comprenant au moins un premier piège quart d'onde (15 ; 25 ; 35) disposé entre l'entrée d'excitation (16 ; 26 ; 36) et une première extrémité de la portion rayonnante, et au moins un deuxième piège quart d'onde (14 ; 24 ; 34) disposé au niveau d'une seconde extrémité de la portion rayonnante,  
 - au moins une première antenne comprenant au moins n-1 âmes creuses (190, 191) s'étendant sur toute la longueur, lesdites âmes creuses formant les axes des successions d'éléments rayonnants coaxiaux et au moins une des âmes creuses (191) étant configurée pour recevoir un câble coaxial (17) destiné à l'alimentation d'une autre antenne colinéaire à la première antenne,  
 - au moins un piège quart d'onde intermédiaire (131 ; 231) étant disposé entre deux antennes colinéaires consécutives autour d'un câble coaxial (17), et  
 - un élément terminal (13 ; 23 ; 33), disposé au niveau de la seconde extrémité de la portion rayonnante après le deuxième piège quart d'onde (14 ; 24 ; 34), et formé de la ou des âmes creuses de l'antenne.
2. Structure antennaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le nombre i d'éléments rayonnants ( $12_1, 12_2, 11_1, 11_2, 22_1, 22_2, 21_1, 21_2$ ) coaxiaux autour de chaque axe est compris entre deux et quatre.
3. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque deuxième piège quart d'onde (15 ; 25 ; 35), chaque premier piège quart d'onde (14 ; 24 ; 34) et chaque piège quart d'onde intermédiaire (131) est traversé par une âme creuse.
4. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** qu'elle comprend n antennes colinéaires (10, 20, 30, 40, 50),  $n > 2$ , et que chaque antenne colinéaire comprend au moins n-x âmes creuses s'étendant sur toute la longueur, les âmes creuses étant configurées pour recevoir un câble coaxial destiné à l'alimentation d'une autre antenne colinéaire à ladite antenne, avec x le nombre d'antennes disposées à l'opposé de l'entrée d'excitation de ladite antenne sur la structure antennaire.
5. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** chaque élément terminal (13) comprend un élément de court-circuit (192) reliant deux âmes creuses (190, 191) de l'antenne (10) à laquelle il appartient.
6. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** chaque premier piège quart d'onde (15 ; 25) est composé de deux sous-pièges quart d'onde ( $15_1, 15_2; 25_1, 25_2$ ) cylindriques colinéaires de dimensions identiques et espacés d'un rayon des sous-pièges quart d'onde.
7. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** chaque deuxième piège quart d'onde (14) est composé de deux sous-pièges quart d'onde cylindriques (140, 141) parallèles de dimensions identiques.
8. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** entre chaque antenne, la structure antennaire comprend au moins un dispositif de blocage de courant de gaine (18) disposé sur chaque câble coaxial (17).

### Patentansprüche

1. Antennenstruktur für die Emission und/oder den Empfang von Meter- oder Dezimeterfrequenzwellen, die n kollineare Antennen umfasst, mit  $n \geq 2$ ,
- wobei jede Antenne (10; 20; 30; 40; 50) einen strahlenden Abschnitt umfasst, der eine erste Folge von i koaxialen strahlenden Elementen ( $12_1; 12_2; 22_1; 22_2; 32_1; 32_2; 42_1; 42_2; 52_1; 52_2$ ) um eine erste Achse abwechselnd mit mindestens einer zusätzlichen Folge von i koaxialen strahlenden Elementen ( $11_1; 11_2; 21_1; 21_2; 31_1; 31_2; 41_1; 41_2; 51_1; 51_2$ ) umfasst, wobei jede zusätzliche Folge um eine Achse angeordnet ist, die sich von der ersten Achse unterscheidet, mit  $i \geq 2$ ,
  - wobei jede Antenne (10; 20; 30) unabhängig von einem Koaxialkabel an einem Anregungseingang (16; 26; 36) gespeist wird,
  - wobei jede Antenne (10; 20; 30) mindestens eine erste Viertelwellensperre (15; 25; 35), die zwischen dem Anregungseingang (16; 26; 36) und einem ersten Ende des strahlenden Abschnitts angeordnet ist, und mindestens eine zweite Viertelwellensperre (14; 24; 34), die an einem zweiten Ende des strahlenden Abschnitts angeordnet ist, umfasst,
  - wobei mindestens eine erste Antenne mindestens n-1 Hohlkerne (190, 191) umfasst, die sich über die gesamte Länge erstrecken, wobei die Hohlkerne die Achsen der Folgen von koaxialen strahlenden Elementen bilden und mindestens einer der Hohlkerne (191) konfiguriert ist, um ein Koaxialkabel (17) zu empfangen, das zur Speisung einer anderen, zur ersten Antenne kollinearen Antenne bestimmt ist,
  - wobei mindestens eine mittlere Viertelwellen-

- sperre (131; 231) zwischen zwei aufeinanderfolgenden kollinearen Antennen um ein Koaxialkabel (17) angeordnet ist, und
- ein Endstellenelement (13; 23; 33), das am zweiten Ende des strahlenden Abschnitts nach der zweiten Viertelwellensperre (14; 24; 34) angeordnet ist und aus dem oder den Hohlkernen der Antenne gebildet ist.
2. Antennenstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl  $i$  von koaxialen strahlenden Elementen ( $12_1$ ;  $12_2$ ;  $11_1$ ;  $11_2$ ;  $22_1$ ;  $22_2$ ;  $21_1$ ;  $21_2$ ) um jede Achse zwischen zwei und vier umfasst ist.
  3. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede zweite Viertelwellensperre (15; 25; 35), jede erste Viertelwellensperre (14; 24; 34) und jede mittlere Viertelwellensperre (131) von einem Hohlkern durchquert wird.
  4. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie  $n$  kollineare Antennen (10, 20, 30, 40, 50) umfasst,  $n > 2$ , und dass jede kollineare Antenne mindestens  $n-x$  Hohlkerne umfasst, die sich über die gesamte Länge erstrecken, wobei die Hohlkerne konfiguriert sind, um ein Koaxialkabel zu empfangen, das zur Speisung einer anderen, zur Antenne kollinearen Antenne bestimmt ist, wobei  $x$  die Anzahl von Antennen ist, die dem Anregungseingang der Antenne entgegengesetzt auf der Antennenstruktur angeordnet sind.
  5. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Endstellenelement (13) ein Kurzschlusselement (192) umfasst, das zwei Hohlkerne (190, 191) der Antenne (10), zu der es gehört, verbindet.
  6. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede erste Viertelwellensperre (15; 25) aus zwei kollinearen zylindrischen Teilviertelwellensperren ( $15_1$ ,  $15_2$ ;  $25_1$ ,  $25_2$ ), mit identischen Dimensionen und um einen Strahlenweg von den Teilviertelwellensperren beabstandet, zusammengesetzt sind.
  7. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede zweite Viertelwellensperre (14) aus zwei parallelen Teilviertelwellensperren (140, 141) mit identischen Dimensionen zusammengesetzt ist.
  8. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennenstruktur zwischen jeder Antenne mindestens eine Mantelstrom-Arretierungsvorrichtung (18) umfasst,

die auf jedem Koaxialkabel (17) angeordnet ist.

## Claims

1. Antenna structure for transmitting and/or receiving waves of metric or decimetric frequency, which comprises  $n$  colinear antennas, with  $n \geq 2$ ,
  - each antenna (10; 20; 30; 40; 50) comprising a radiating portion comprising a first series of  $i$  radiating elements ( $12_1$ ,  $12_2$ ;  $22_1$ ,  $22_2$ ;  $32_1$ ,  $32_2$ ;  $42_1$ ,  $42_2$ ;  $52_1$ ,  $52_2$ ) coaxial about a first axis, alternating with at least one additional series of  $i$  coaxial radiating elements ( $111$ ,  $112$ ;  $211$ ,  $212$ ;  $311$ ,  $312$ ;  $411$ ,  $412$ ;  $511$ ,  $512$ ), each additional series being arranged about an axis different from the first axis, with  $i \geq 2$ ,
  - each antenna (10; 20; 30) being independently powered by a coaxial cable at the level of an excitation input (16; 26; 36),
  - each antenna (10; 20; 30) comprising at least one first quarter wavelength trap (15; 25; 35) arranged between the excitation input (16; 26; 36) and a first end of the radiating portion, and at least one second quarter wavelength trap (14; 24; 34) arranged at the level of a second end of the radiating portion,
  - at least one first antenna comprising at least  $n-1$  hollow cores (190, 191) extending over the whole length, said hollow cores forming the axes of the series of coaxial radiating elements and at least one of the hollow cores (191) being configured to receive a coaxial cable (17) intended for powering another antenna colinear to the first antenna,
  - at least one intermediate quarter wavelength trap (131; 231) being arranged between two consecutive colinear antennas about a coaxial cable (17), and
  - a terminal element (13; 23; 33), arranged at the level of the second end of the radiating portion after the second quarter wavelength trap (14; 24; 34), and formed from the hollow core(s) of the antenna.
2. Antenna structure according to claim 1, **characterised in that** the number  $i$  of radiating elements ( $12_1$ ,  $12_2$ ;  $11_1$ ,  $11_2$ ;  $22_1$ ,  $22_2$ ;  $21_1$ ,  $21_2$ ) coaxial about each axis is comprised between two and four.
3. Antenna structure according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** each second quarter wavelength trap (15; 25; 35), each first quarter wavelength trap (14; 24; 34) and each intermediate quarter wavelength trap (131) is passed through by a hollow core.

4. Antenna structure according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** it comprises  $n$  colinear antennas (10, 20, 30, 40, 50),  $n > 2$ , and that each colinear antenna comprises at least  $n-x$  hollow cores extending over the whole length, the hollow cores being configured to receive a coaxial cable intended for powering another antenna colinear to said antenna, with  $x$  the number of antennas arranged opposite the excitation input of said antenna on the antenna structure. 5  
10
5. Antenna structure according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** each terminal element (13) comprises a short-circuit element (192) connecting two hollow cores (190, 191) of the antenna (10) to which it belongs. 15
6. Antenna structure according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** each first quarter wavelength trap (15; 25) is composed of two colinear cylindrical quarter wavelength sub-traps (15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub>, 25<sub>1</sub>, 25<sub>2</sub>) of identical dimensions and spaced apart from a radius of the quarter wavelength sub-traps. 20
7. Antenna structure according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** each second quarter wavelength trap (14) is composed of two cylindrical parallel quarter wavelength sub-traps (140, 141) of identical dimensions. 25  
30
8. Antenna structure according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** between each antenna, the antenna structure comprises at least one sheath current blocking device (18) arranged on each coaxial cable (17). 35

40

45

50

55

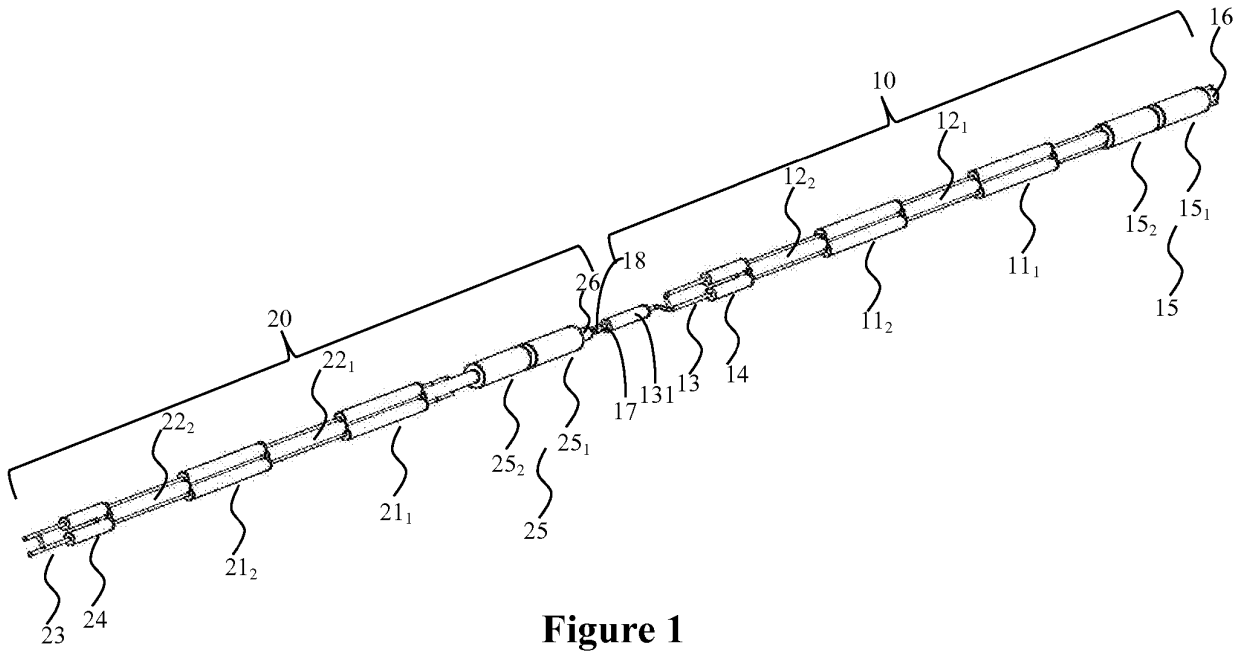


Figure 1

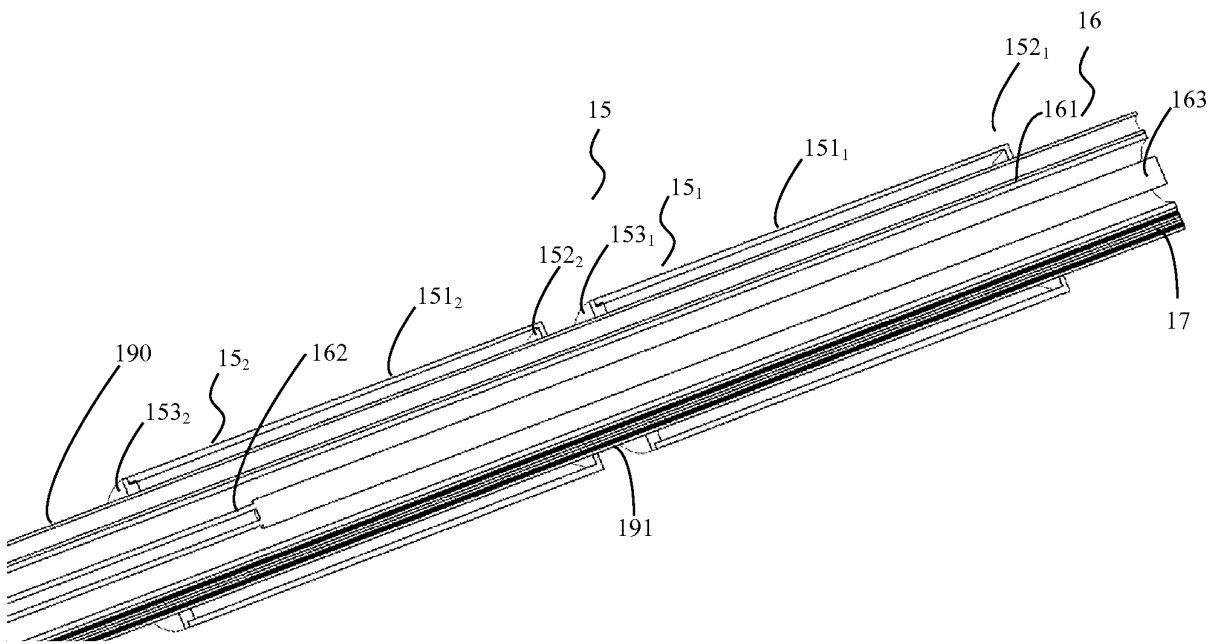


Figure 2

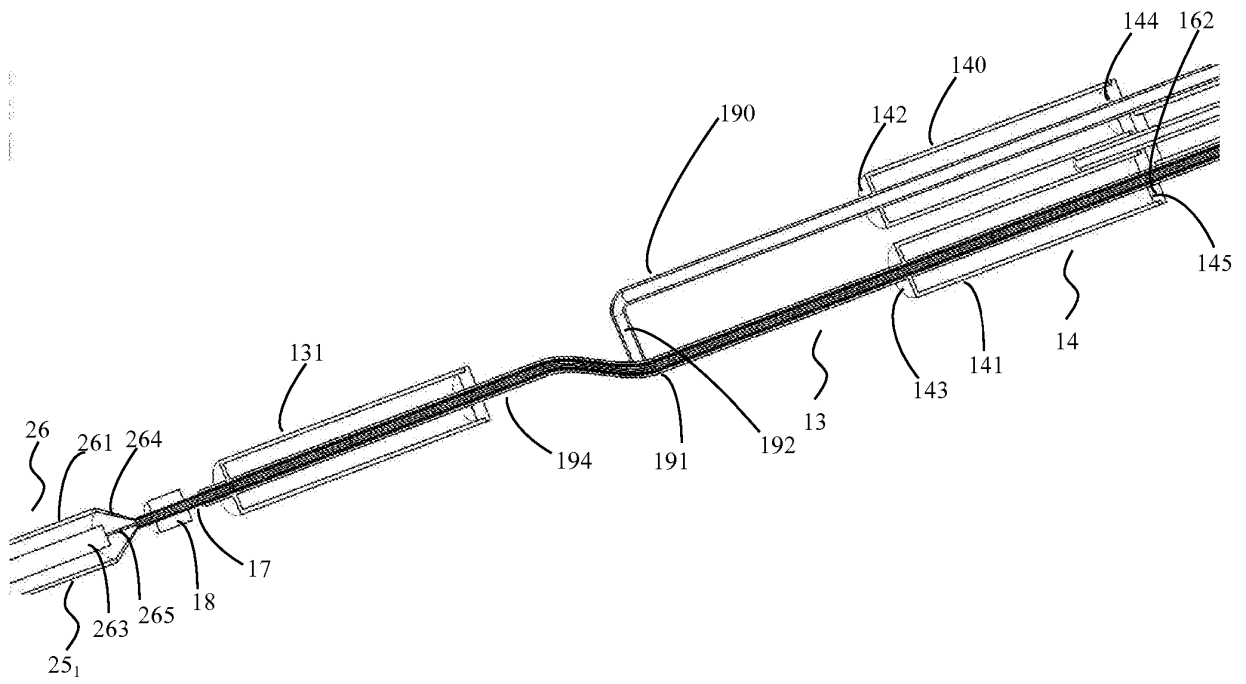


Figure 3

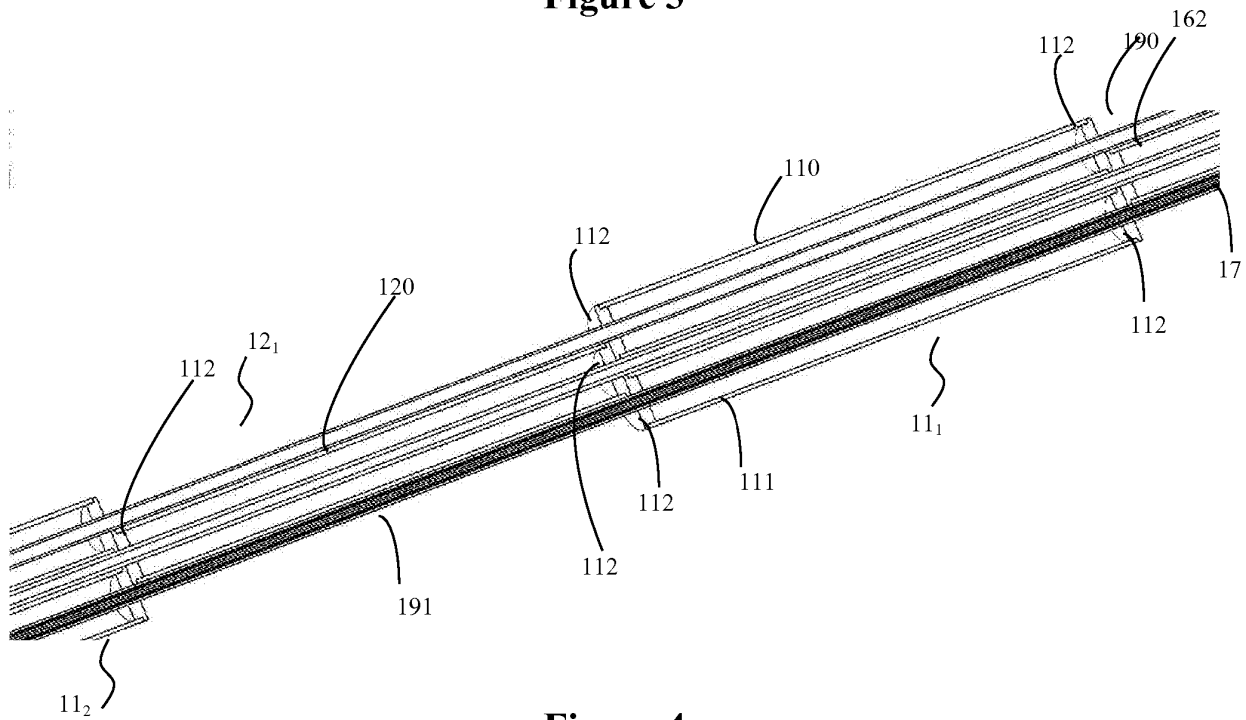


Figure 4

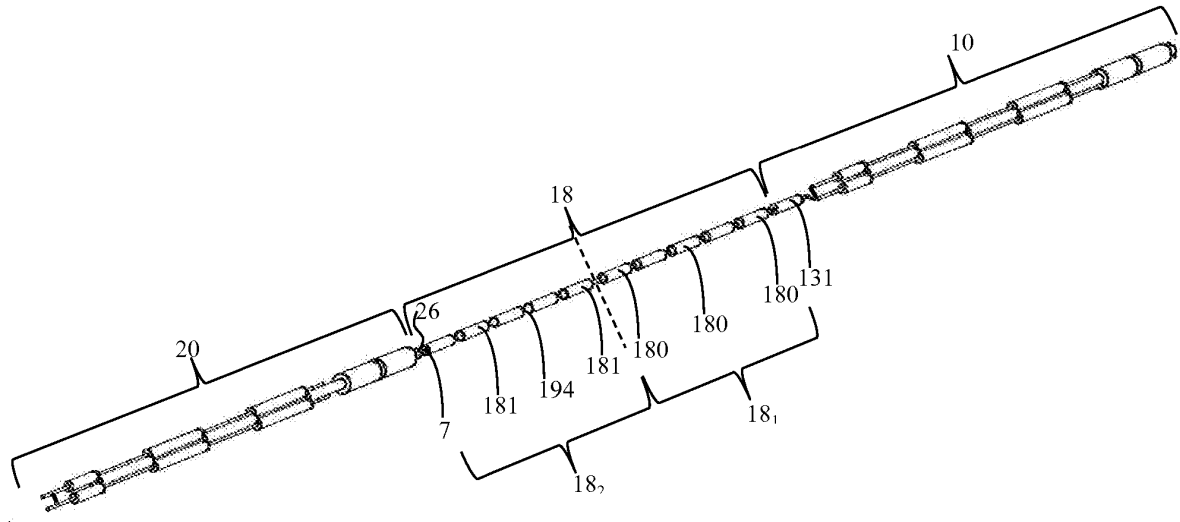


Figure 5

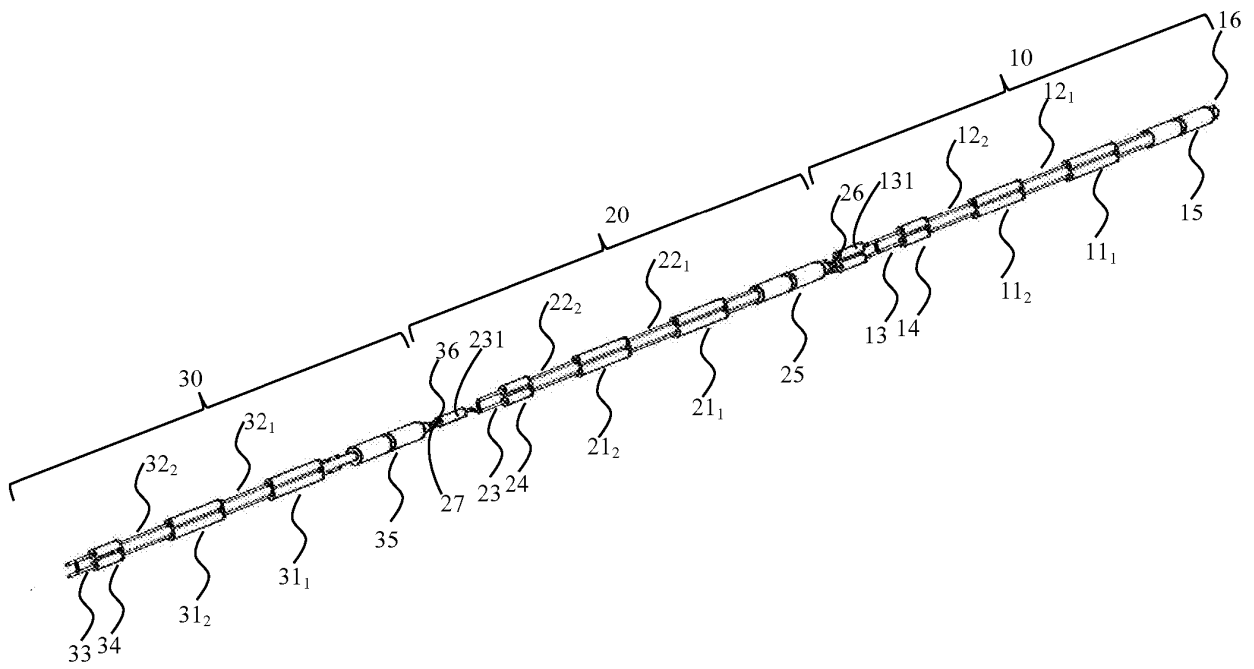
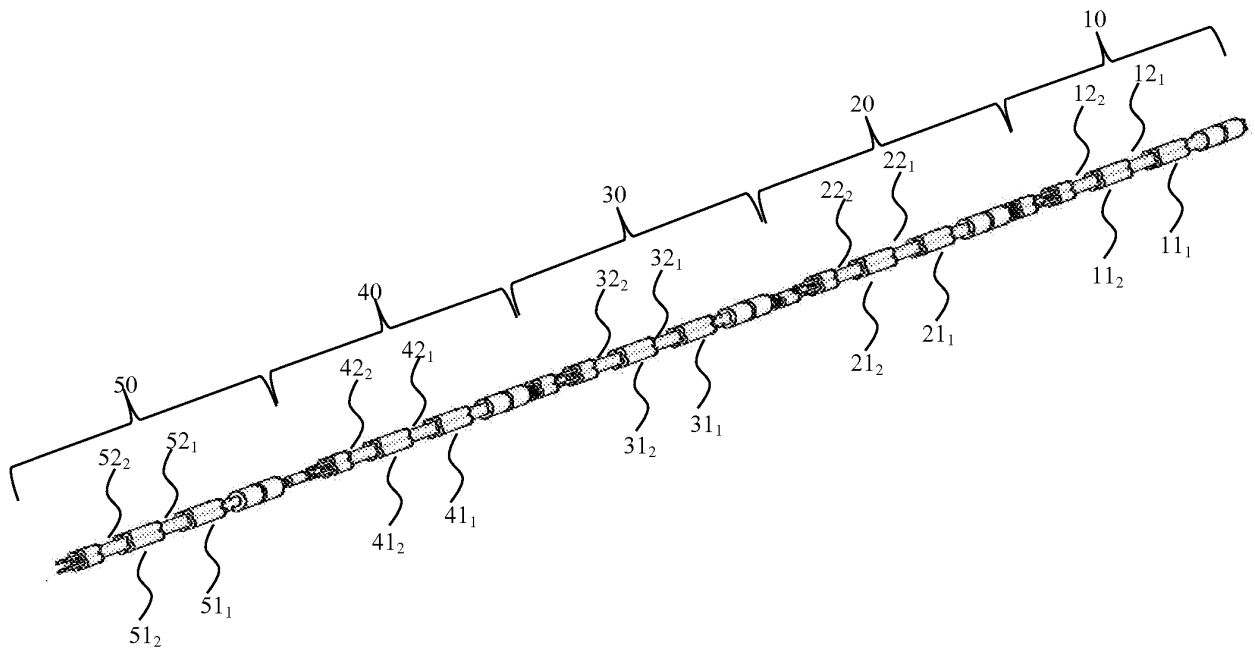
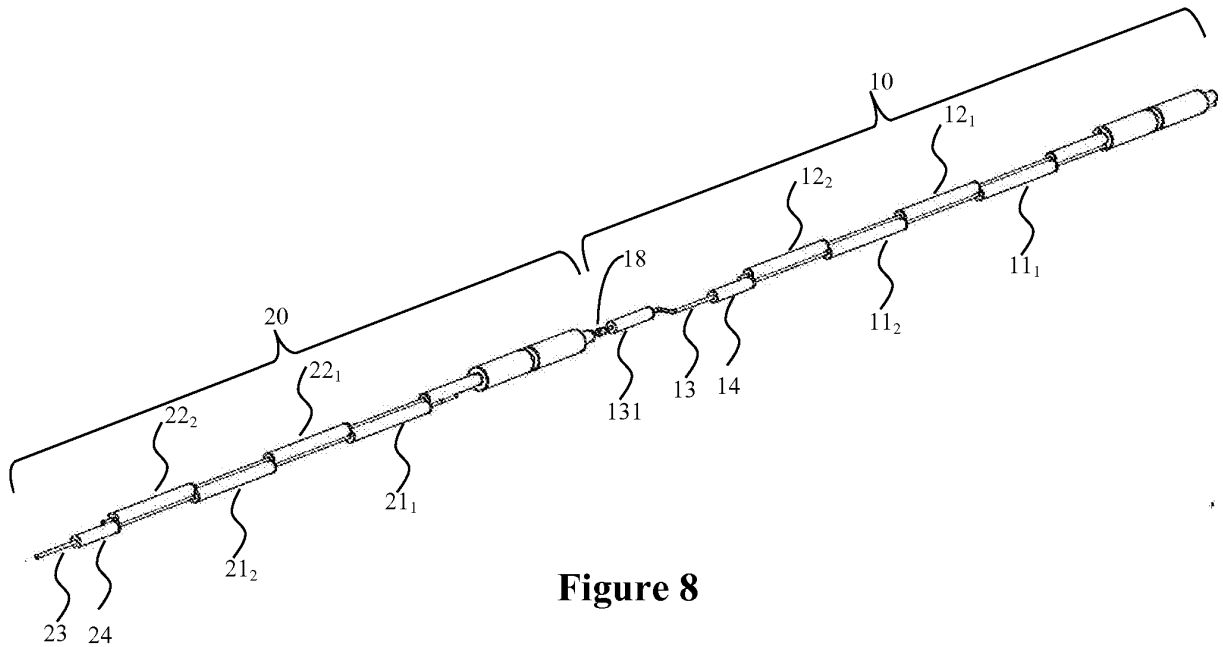


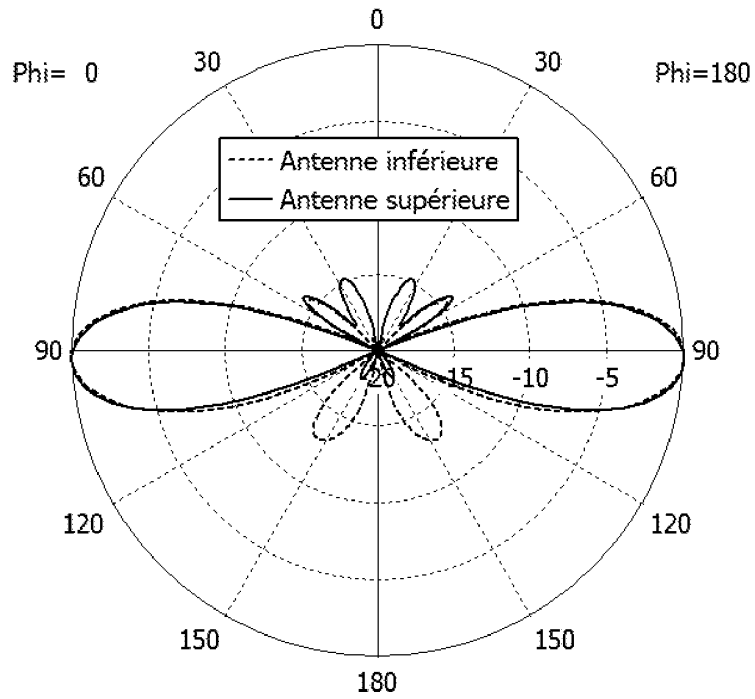
Figure 6



**Figure 7**

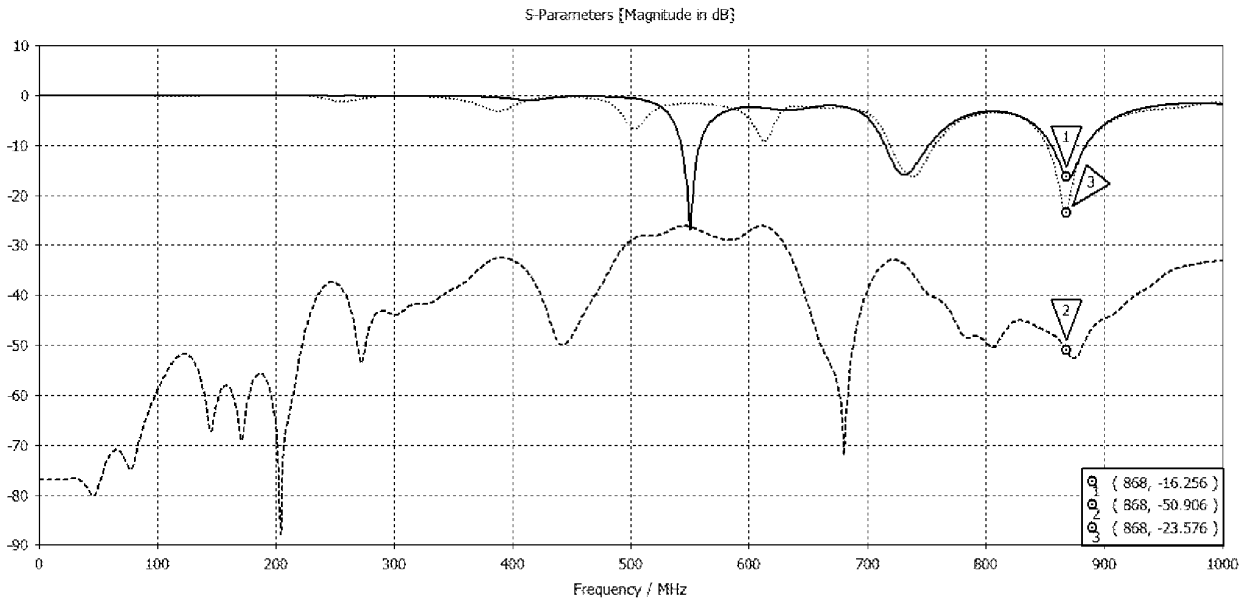


**Figure 8**



Theta / Degree vs. dB

**Figure 9**



**Figure 10**

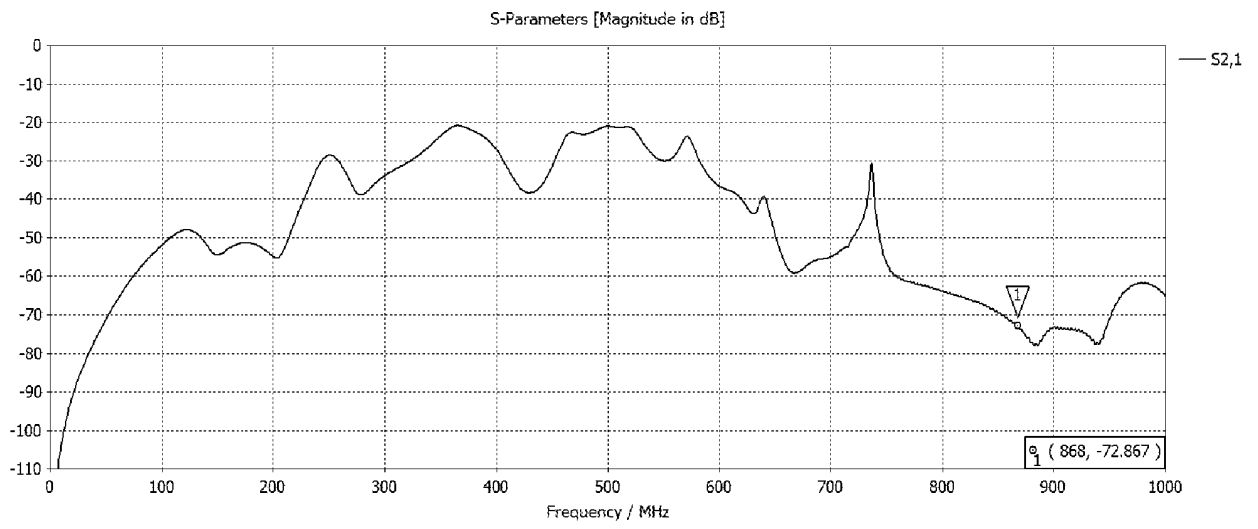


Figure 11

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 1432073 A [0003]
- DE 1923334 [0004]