(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 746 548**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **96 03699**

(51) Int Cl[6] : **H 01 Q 11/08**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 19.03.96.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 26.09.97 Bulletin 97/39.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *FRANCE TELECOM ETABLISSEMENT PUBLIC* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** SHARATHA ALA, TOUREILLES JEAN MARC, TERRET CLAUDE et BLOT JEAN PIERRE.

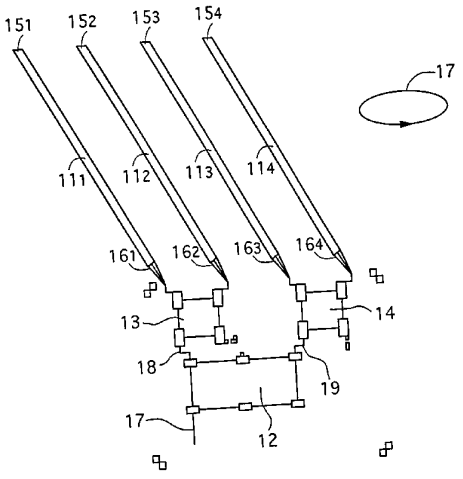
(73) **Titulaire(s) :** .

(74) **Mandataire :** CABINET PATRICE VIDON.

(54) ANTENNE HELICOIDALE A MOYENS DE DUPLEXAGE INTEGRES, ET PROCEDES DE FABRICATION CORRESPONDANTS.

(57) L'invention concerne une antenne hélicoïdale à moyens de duplexage intégrés, comprenant deux hélices coaxiales découplées, formées chacune de brins rayonnants imprimés (11_1 à 11_4) sur un substrat, chacune desdites hélices étant associée à une structure (12, 13, 14) indépendante d'alimentation large bande desdits brins rayonnants, lesdites structures d'alimentation étant imprimées sur ledit substrat correspondant et comprenant au moins un coupleur hybride (12, 13, 14) réalisé à partir d'éléments semi-localisés. Avantageusement, lesdites hélices sont enroulées selon des sens d'enroulement (17) opposés et leurs points d'excitation sont décalés l'un par rapport à l'autre, dans un plan perpendiculaire à l'axe desdites hélices.

Procédés de fabrication correspondants.



FR 2 746 548 - A1

Antenne hélicoïdale à moyens de duplexage intégrés, et procédés de fabrication correspondants.

Le domaine de l'invention est celui des antennes à large bande passante et à diagramme de rayonnement hémisphérique ou quasi-hémisphérique. Plus précisément, l'invention concerne les antennes hélicoïdales résonnantes fonctionnant dans deux bandes de fréquence voisines correspondant à l'émission et à la réception, et en particulier le découplage de ces deux voies, et donc la fonction de duplexeur.

L'antenne de l'invention trouve notamment des applications dans le cadre des communications mobiles par satellite entre utilisateurs fixes et des mobiles de tout type, par exemple aéronautiques, maritimes ou terrestres. Dans ce domaine, plusieurs systèmes de communication par satellite sont mis en oeuvre, ou sont actuellement en cours de développement (par exemple les systèmes INMARSAT, INMARSAT-M, GLOBALSTAR,...). Ces antennes présentent également un intérêt dans le déploiement des systèmes de communications personnelles (PCS) par satellites géostationnaires.

Pour tous ces systèmes, qui prévoient des liaisons avec des satellites géostationnaires, les incidences très différentes des signaux reçus ou émis imposent aux antennes de posséder un diagramme de rayonnement à couverture hémisphérique. De plus la polarisation doit être circulaire avec un rapport d'ellipticité meilleur que 5 dB dans la bande utile.

Plus généralement, l'invention peut trouver des applications dans tous les systèmes nécessitant l'emploi d'une large bande, un diagramme à couverture hémisphérique, une polarisation circulaire et un bon rapport d'ellipticité.

Dans les domaines d'application cités plus haut, les antennes doivent en effet présenter les caractéristiques précédentes soit dans une bande passante très large, de l'ordre de 10 %, soit dans deux sous-bandes voisines correspondant respectivement à la réception et à l'émission.

On connaît déjà, par le brevet FR-89 14952 au nom du même déposant, un type d'antenne particulièrement adapté à de telles applications.

Cette antenne, appelée antenne hélice quadrifilaire résonnante (HQR), possède des caractéristiques très proches des critères énoncés dans une bande de fréquence limitée

en général à 5 % par des problèmes d'adaptation d'impédance. Un fonctionnement sur deux bandes est possible en utilisant des antennes HQR bicouche. Ces antennes sont formées par l'"emboîtement" concentriques de deux hélices quadrifilaires résonnantes coaxiales, couplées électromagnétiquement.

Une antenne quadrifilaire est formée de quatre brins rayonnants. Un exemple de réalisation est décrit en détail dans le document "Analysis of quadrifilar resonant helical antenna for mobile communications" (analyse de l'antenne hélice quadrifilaire résonnante pour les communications avec les mobiles), par A. Sharaiha et C. Terret (IEEE - Proceedings H, vol. 140, n° 4, août 1993).

Selon ce mode de réalisation, les brins rayonnants sont imprimés sur un substrat diélectrique de faible épaisseur, puis enroulé sur un support cylindrique transparent du point de vue radioélectrique. Les quatre brins de l'hélice sont ouverts ou court-circuités à une extrémité et connectés électriquement à l'autre extrémité avec des segments conducteurs disposés sur la base de la partie inférieure du cylindre support. Les quatre brins de l'hélice sont donc excités à travers ces segments conducteurs.

Cette antenne nécessite, classiquement, un circuit d'alimentation, qui assure l'excitation des différents brins d'antenne par des signaux de même amplitude en quadrature de phase. Plusieurs techniques sont connues pour réaliser de tels circuits d'alimentation.

Dans le document "Analysis of quadrifilar resonant helical antenna for mobile communications" cité ci-dessus, cette fonction est réalisée à partir de structure de coupleurs (3 dB, -90 °) et d'un anneau hybride. Cet ensemble est implanté sur un circuit imprimé qui est placé à la base de l'antenne.

Cette technique présente l'avantage d'être relativement simple à réaliser et à mettre en oeuvre. En revanche, elle conduit à un encombrement non négligeable, par rapport à la taille de l'antenne (qui peut par exemple présenter une taille de l'ordre d'une dizaine de centimètres). Cet inconvénient rend cette solution incompatible avec de nombreuses applications, notamment lorsqu'une miniaturisation maximum est requise.

Selon une deuxième technique, décrite dans le document "UHF satellite array nulls adjacent signals" par J. L. Wong et H. E. King (Microwaves & RF, mars 1984),

chaque hélice bifilaire peut être alimentée par un symétriseur coaxial du type dit "balun replié". Les deux bifilaires sont ensuite excitées en quadrature de phase à l'aide d'un coupleur hybride.

L'avantage de cette méthode est qu'elle ne nécessite l'utilisation que d'un seul élément hybride externe. En revanche, le montage symétriseur/adaptateur utilisé pour ce type d'antennes (réalisé par exemple à partir d'un tronçon de coaxial, dont l'âme et la gaine forment dipôle) est complexe et encombrant.

Par ailleurs, ce type de montage présente l'inconvénient de former une sorte de filtre passe-bande à bande encore trop étroite.

Une troisième technique, plus complexe, est décrite dans le document "resonant quadrifilar helix" (hélice résonnante quadrifilaire) par C.C. Kilgus (Microwave Journal, décembre 1970) La ligne coaxiale d'alimentation est fendue à son extrémité pour constituer un symétriseur. La quadrature de phase est assurée en ajustant la longueur des brins.

Cette technique permet de supprimer les coupleurs hybrides. Elle présente en revanche l'inconvénient de nécessiter un réglage délicat de la longueur des brins. De plus, l'antenne n'est plus symétrique, et la réalisation sera plus complexe. Par ailleurs, cette méthode reste spécifiquement réservée aux systèmes utilisant une bande de fonctionnement étroite.

Dans le cas des antennes bidirectionnelles, devant assurer l'émission et la réception de signaux, il est bien sûr nécessaire de découpler au tant que faire se peut la bande de fréquence d'émission et la bande de fréquence de réception, qui sont généralement voisines.

C'est le rôle du duplexeur, généralement placé au niveau du point d'alimentation de l'antenne. Plusieurs types de duplexeurs sont connus. Le document "RF filters and Diplexers for Cellular Applications", par Gord Neilson et John Mchory (Antem'90) présentent ainsi divers types de duplexeurs utilisés dans le domaine de la radiocommunication.

D'une façon générale, ces dispositifs connus ont l'inconvénient de se présenter sous la forme d'un élément indépendant et complémentaire à l'antenne. Ils entraînent

donc un encombrement non négligeable, notamment dans les cas où les antennes sont de taille très réduite.

Par ailleurs, il s'agit d'éléments complexes à réaliser et à mettre en oeuvre. En conséquence, leur coût de revient est important, par rapport au coût de l'antenne proprement dite.

Enfin, ces duplexeurs agissent comme des filtres, et peuvent donc introduire des pertes de parties utiles de signal.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces divers inconvénients de l'état de la technique.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une antenne et son système d'alimentation (par la suite, le terme "antenne" englobe l'antenne proprement dite et son système d'alimentation) qui présente deux sous-bandes qui sont suffisamment découplées pour ne pas nécessiter la présence d'un duplexeur supplémentaire classique.

En d'autres termes, l'invention a pour objectif de fournir une antenne bidirectionnelle assurant de façon simple et efficace la fonction de duplexage, sans faire appel aux duplexeurs connus.

Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle antenne, qui soit d'un coût de revient peu important, et aisément réalisable industriellement. En particulier, l'invention à pour objectif de fournir une telle antenne, qui puisse être fabriquée en un nombre très réduit d'opérations successives.

Un autre objectif de l'invention est également de fournir une telle antenne, qui ne nécessite par de réglages spécifiques et complexes.

Encore un autre objectif de l'invention est de fournir une telle antenne (et notamment son système d'alimentation), qui soit d'un encombrement réduit, par rapport aux dispositifs connus.

L'invention a également pour objectif de fournir une telle antenne, qui assure une excitation équiamplitude des quatre brins et une loi en exacte quadrature de phase, et donc une bonne qualité de polarisation circulaire, dans les deux sous-bandes.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'une antenne hélicoïdale à moyens de duplexage intégrés,

comprenant deux hélices coaxiales découplées, formées chacune de brins rayonnants imprimés sur un substrat, chacune desdites hélices étant associée à une structure indépendante d'alimentation large bande desdits brins rayonnants, lesdites structures d'alimentation étant imprimées sur ledit substrat correspondant et comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés.

La réalisation des brins d'antenne et de l'alimentation en éléments imprimés permet de produire l'antenne, son alimentation et le duplexeur en une seule opération, sans moyens de connexion spécifiques, et sous un format particulièrement réduit.

L'utilisation de coupleurs hybrides réalisés à partir d'éléments semi-localisés permet d'obtenir l'ensemble des qualités désirées.

Les deux couches formant chacune desdites hélices coaxiales étant parfaitement découplées, cette structure joue directement le rôle de duplexeur, sans aucun élément supplémentaire. Les points d'alimentation de chacune des hélices correspondent respectivement, et directement, au signal d'émission et au signal de réception.

On obtient ainsi une antenne bidirectionnelle très simple, et à faible coût de revient.

De façon avantageuse, lesdites hélices sont enroulées selon des sens d'enroulement opposés.

Cette technique permet que la face imprimée de l'hélice interne soit dirigée vers l'intérieur, et celle de l'hélice externe vers l'extérieur.

Préférentiellement, dans le but d'augmenter le découplage, les points d'excitation de chacune desdites hélices quadrifilaires sont décalés l'un par rapport à l'autre, dans un plan perpendiculaire à l'axe desdites hélices. Selon un mode de réalisation avantageux, ils sont décalés de 135°.

L'invention peut s'appliquer à tous les types d'antennes en hélices. Selon un mode de réalisation préférentiel, ladite hélice est une hélice quadrifilaire, formée de quatre brins rayonnants alimentés par une structure d'alimentation comprenant trois coupleurs hybrides.

De façon avantageuse, dans ce dernier cas, ladite structure d'alimentation comprend un premier coupleur hybride à 180° associant une entrée et/ou sortie

d'alimentation de ladite antenne à deux sorties et/ou entrées intermédiaires déphasées de 180°, et deux coupleurs hybrides à 90° associant chacun l'une desdites sorties et/ou entrées intermédiaires dudit premier coupleur hybride à une des extrémités de deux desdits brins rayonnants.

Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, ladite antenne est montée sur un support présentant une première et une seconde parties distinctes ayant des permittivités différentes, ladite première partie portant lesdits brins rayonnants et ladite seconde partie portant ladite structure d'alimentation.

Préférentiellement, ladite première partie portant les brins d'antenne présente une permittivité supérieure à 1.

Ainsi, il est possible de réduire encore l'encombrement de l'antenne.

Une antenne telle que décrite ci-dessus peu être utilisée seule, ou en réseau d'antennes.

L'invention concerne également la fabrication de telles antennes, qui s'avère particulièrement simplifiée, par rapport aux techniques connues.

Selon un premier procédé de fabrication d'une antenne hélicoïdale résonnante, on prévoit les étapes suivantes :

- impression sur un substrat plan d'au moins deux brins rayonnants destinés à former une hélice et d'une structure d'alimentation large bande desdits brins rayonnants comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés ;
- enroulement dudit substrat autour d'un support cylindrique.

Selon un second procédé de fabrication d'une antenne hélicoïdale résonnante, encore plus simple à mettre en oeuvre, on réalise les étapes suivantes :

- obtention d'un support cylindrique portant un substrat ;
- impression sur ledit substrat d'au moins deux brins rayonnants destinés à former une hélice et d'une structure d'alimentation large bande desdits brins rayonnants comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la

description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 illustre un exemple d'hélice quadrifilaire à alimentation intégrée selon l'invention, formant la couche externe de l'antenne, développée à plat ;
- la figure 2 présente l'hélice de la figure 1, enroulée cylindriquement, de façon à former une première hélice opérationnelle ;
- la figure 3 illustre une seconde hélice quadrifilaire à alimentation intégrée selon l'invention formant la couche interne de l'antenne, développée à plat ;
- la figure 4 présente l'hélice de la figure 3, enroulée cylindriquement, de façon à former une seconde hélice opérationnelle ;
- la figure 5 présente une vue en coupe de l'antenne montée, comprenant les hélices des figures 2 et 4, montées en décalage ;
- la figure 6 présente de façon plus détaillée la structure d'alimentation des figures 1 et 3 ;
- les figures 7A à 7C illustrent la conception d'un coupleur -3 dB 90° selon l'invention :
  - figure 7A : coupleur classique en éléments distribués ;
  - figure 7B : représentation correspondante à l'aide de cellules en π ;
  - figure 7C : coupleur en lignes microrubans correspondant ;
  - les figures 8A et 8B illustrent la conception d'un coupleur -3 dB 180 ° ;
  - figure 8A : représentation d'un anneau hybride 180 ° ;
  - figure 8B : coupleur en lignes microrubans correspondant.
- la figure 9 illustre le rapport d'onde stationnaire (ROS) d'un mode de réalisation particulier de l'antenne des figures 1 et 2 ;
- les figures 10 et 11 présentent des diagrammes de rayonnement mesurés en polarisation circulaire droite et gauche du même mode de réalisation, respectivement aux fréquences 1,98 GHz et 2,2 GHz ;

- la figure 12 montre le découplage (S_{21}) entre les deux hélices.

L'invention concerne donc une antenne à système d'alimentation à large bande et duplexeur intégrés, réalisée selon une technique de fabrication simple et présentant un faible coût de revient.

Comme indiqué précédemment, l'invention peut s'appliquer à tout type d'antenne en hélices. Le mode de réalisation préférentiel décrit ci-dessus concerne une antenne à hélices quadrifilaires.

Selon l'invention, l'antenne présente donc deux hélices coaxiales assurant respectivement l'émission et la réception. Chacune de ces hélices est formée de quatre brins imprimés sur un substrat, sur lequel est conjointement imprimé une structure d'alimentation.

Ainsi, en une seule opération sont implantée les fonctions d'antenne, d'alimentation et de duplexeur. Cela permet d'obtenir une antenne très compacte, et à coût de revient très faible.

On décrit maintenant en détail la première hélice formant la couche.

La figure 1 illustre les éléments imprimés, lorsqu'elle est développée à plat.

Elle comprend tout d'abord quatre brins d'antenne rayonnants 11_1 à 11_4.

Un mode de détermination des caractéristiques de ces brins est par exemple donné dans le brevet FR-89 14952 déjà cité.

Les dimensions de l'antenne varient en fonction de la bande de fréquence et des couvertures exigées. A titre d'exemple, les dimensions de ces brins peuvent être les suivantes :

- longueur : 90 mm ;
- largeur : 2 mm ;
- épaisseur : 35 µm ;
- angle d'inclinaison : 54,5°.

Ils sont par exemple réalisés en cuivre, sur un substrat diélectrique de faible épaisseur, tel que du kapton ($\varepsilon_r \approx 3,8$).

Les quatre brins 11_1 à 11_4 sont préférentiellement ouverts à leur extrémité supérieure 15_1 à 15_4. Ils peuvent également être court-circuités. Toutefois, le système de

l'invention convient particulièrement à l'excitation d'antennes à brins plus ouverts qui, à performances égales, possèdent des dimensions plus réduites que les antennes à brins court-circuités.

L'autre extrémité 16_1 à 16_4 des brins est connectée aux lignes d'attaque du circuit d'alimentation.

Le système d'alimentation est réalisé sur le même substrat, dans le prolongement de l'antenne. Il est formé de trois coupleurs hybrides 12, 13 et 14 conçus en éléments semi-localisés.

Le premier coupleur hybride 12 est relié d'une part à l'entrée (respectivement sortie selon l'utilisation) 17 de signal de l'antenne, et d'autre aux deux entrées (respectivement sorties) 18 et 19 des deux autres coupleurs 13 et 14. Il s'agit d'un coupleur hybride 180°.

Les coupleurs hybrides 13 et 14 sont deux coupleurs identiques 90 °. Ils sont reliés d'une part à l'entrée 18 (respectivement 19) et d'autre part à l'extrémité des brins 16_1 et 16_2 (respectivement 16_3 et 16_4).

Ainsi, les quatre brins sont alimentés en parfaite quadrature de phase, sur une large bande.

L'ensemble ainsi obtenu est ensuite enroulé sur un support cylindrique dans le sens trigonométrique, vers l'extérieur (les éléments imprimés étant à l'extérieur du cylindre), pour obtenir l'hélice externe, représentée en vue de face en figure 2.

Le support cylindrique est un support transparent du point de vue radioélectrique, c'est-à-dire présentant une permittivité voisine de 1.

Il est à noter qu'il est aisé de réduire encore la hauteur de l'ensemble, en utilisant un support de permittivité supérieure à 1, pour la partie correspondant aux brins d'antenne.

La figure 3 illustre les éléments formant la couche interne de l'antenne, représentés à plat. Ces éléments sont tout à fait similaires à ceux décrits en relation avec la figure 1, si ce n'est que les brins d'antennes 51_1 à 51_4, sont inclinés dans le sens opposé, le sens d'enroulement 52 étant opposé au sens d'enroulement 17 de la première hélice.

Le substrat diélectrique est dans cet exemple identique au premier. Le système

d'alimentation 53 se trouve également dans le prolongement des brins d'antennes 511 et 514 et est réalisé en éléments semi-localisés.

L'ensemble est ensuite, enroulé vers l'intérieur (flèche 52) sur un support transparent du point de vue radioélectrique, pour fournir l'hélice interne de la figure 4.

Les deux couches ainsi obtenues sont finalement montées concentriquement l'une dans l'autre, ainsi que cela est illustré par la vue en coupe de la figure 5.

La couche externe (formée des conducteurs externes 61) et la couche externe (formée des conducteurs internes 62) sont décalés d'un angle $\alpha = 135°$ par rapport à leurs points d'excitation.

La figure 6 illustre de façon plus précise la structure d'alimentation en éléments semi-localisés selon l'invention, grossie sensiblement d'un facteur 3 par rapport à la réalité. Elle comprend deux types de lignes imprimées :

- des lignes de faible largeur, présentant une caractéristique inductive ;
- des lignes plus larges, présentant une caractéristique capacitive.

Ainsi, les coupleurs 90 ° 13 et 14 sont constitués chacun de 4 éléments larges 31_1 et 31_4, reliés 2 à 2 par 4 lignes de faible largeur 32_1 à 32_4. Le coupleur 190 ° comprend 6 éléments larges 331 à 336 reliés par 6 lignes de faible largeur 34_1 à 34_6.

Les figures 7A et 7C illustrent la conception d'un coupleur -3 dB 90°.

De plus amples informations pourront être trouvées, si nécessaire, dans la thèse de M. Coupez, Université de Bretagne Occidentale, "Etude de structures de déphaseurs potentiellement intégrables à 900 MHz", mai 1988.

La figure 7A présente un schéma classique d'un coupleur -3 dB 90° en éléments distribués. Il comprend deux tronçons de ligne 81, 82 de longueur $\lambda g/4$ et d'impédance caractéristique Zc, et deux tronçons de ligne 83, 84 de longueur $\lambda g/4$, et d'impédance $Zc/\sqrt{2}$.

On peut remplacer chacun de ces tronçons de ligne par des cellules en π d'éléments localisés, formées de capacités C et d'inductances L et L', tel que cela est illustré en figure 7B.

En utilisant les propriétés inductive (lignes de faible largeur 85) et capacitive (lignes plus large 86) des lignes microrubans, on peut alors transformer à nouveau le

coupleur en éléments distribués, ainsi qu'illustré en figure 7C.

On procède de même pour transformer la structure classique d'un anneau hybride -3 dB, 180 illustrée en figure 8A, en un coupleur en éléments semi-localisés, illustré en figure 8B.

Une telle hélice présente notamment les avantages suivants :

- elle est à brins ouverts, donc l'impédance de chaque brin est aisément adaptable à 50 Ω pour une antenne ayant les propriétés souhaitées (couverture hémisphérique et polarisation inverse faible) ;
- la structure d'alimentation utilisant des hybrides est large bande, et parfaitement équilibrée :
  - en amplitude (identique pour chaque brin) ; et
  - en phase (0° ; ± 90° ; ± 180° ; ± 270°) ;
- les dimensions du dispositif d'alimentation sont plus faibles que celles des systèmes connus (un gain de l'ordre de 50 % peut être obtenu) ;
- l'antenne présente une forte isolation brin à brin.

A titre indicatif, on présente maintenant les résultats de mesure obtenus à partir d'un mode de réalisation particulier, destiné aux communications avec les matériels et aux communications de proximité.

Les dimensions de l'ensemble formé par l'antenne et l'alimentation intégrée sont les suivantes :

- diamètre : 26 mm ;
- hauteur : 130 mm ;
- poids total : 70 g.

Les caractéristiques radio-électriques relevées sont :

- émission : 2.17 - 2.2 GHz
- réception : 1.98 - 2.01 GHz
- polarisation : circulaire droite
- couverture : 180 °
- ellipticité : < 5 dB pour $\theta < 90°$
  < 2 dB pour $\theta < 75°$

- défaut d'omnidirectionnalité : ± 0,6 dB à l'horizon.

Sur la figure 9 on présente le rapport d'onde stationnaire (ROS) à l'entrée de chaque antenne, en fonction de la fréquence de chacune des hélices. On constate que l'on obtient un ROS inférieur à 2 pour chaque antenne, dans une bande de 400 MHz.

Les figures 10 et 11 sont relatives aux diagrammes de rayonnement mesurés en polarisation circulaire droite (a) et en polarisation circulaire gauche (6), avec un dipôle tournant respectivement aux fréquences 1,98 GHz (figure 10) et 2,2 GHz (figure 11).

On peut observer que l'on obtient :

- une ouverture moyenne à -3 dB quasi-hémisphérique supérieure à 180° ;
- une réjection de la polarisation inverse supérieure à -15 dB dans toute la couverture.

La figure 12 montre que le découplage entre les deux hélices est supérieur à 20 dB.

Une antenne selon l'invention peut être réalisée de plusieurs façons.

Ainsi, selon un premier mode de réalisation, les hélices peuvent être imprimées à plat, tel qu'illustré en figure 1 et 3. Elles sont ensuite enroulées sur un support pour former l'antenne (figure 2 et 4).

Selon un autre mode de réalisation, encore plus rapide, le substrat destiné à recevoir les éléments imprimés peut être réalisé directement dans sa forme cylindrique définitive. Dans ce cas, l'impression des brins et de la structure d'alimentation est effectué directement sur le cylindre.

Par ailleurs, il est à noter que, bien qu'elle soit utilisable à l'unité, l'antenne de l'invention se prête avantageusement à la réalisation de réseaux d'antennes.

REVENDICATIONS

1. Antenne hélicoïdale à moyens de duplexage intégrés, caractérisée en ce qu'elle comprend deux hélices coaxiales découplées, formées chacune de brins rayonnants imprimés sur un substrat, chacune desdites hélices étant associée à une structure indépendante d'alimentation large bande desdits brins rayonnants, lesdites structures d'alimentation étant imprimées sur ledit substrat correspondant et comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdites hélices sont enroulées selon des sens d'enroulement opposés.

3. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les points d'excitation de chacune desdites hélices quadrifilaires sont décalés l'un par rapport à l'autre, dans un plan perpendiculaire à l'axe desdites hélices.

4. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que lesdits points d'excitation sont décalés de 135°.

5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que lesdites hélices sont des hélices quadrifilaires, formées chacune de quatre brins rayonnants alimentés par une structure d'alimentation comprenant trois coupleurs hybrides.

6. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce que chacune desdites structures d'alimentation comprend un premier coupleur hybride à 180° associant une entrée et/ou sortie d'alimentation de ladite antenne à deux sorties et/ou entrées intermédiaires déphasées de 180°, et deux coupleurs hybrides à 90° associant chacun l'une desdites sorties et/ou entrées intermédiaires dudit premier coupleur hybride à une des extrémités de deux desdits brins rayonnants.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'au moins une desdites hélices est montée sur un support présentant une première et une seconde parties distinctes ayant des permittivités différentes, ladite première partie portant lesdits brins rayonnants et ladite seconde partie portant ladite structure d'alimentation.

8. Antenne selon la revendication 7, caractérisée en ce que ladite première partie portant lesdits brins rayonnants présente une permittivité supérieure à 1.

9. Procédé de fabrication d'une antenne hélicoïdale résonnante, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- impression sur un substrat plan d'au moins deux brins rayonnants destinés à former une hélice et d'une structure d'alimentation large bande desdits brins rayonnants comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés ;
- enroulement dudit substrat autour d'un support cylindrique.

10. Procédé de fabrication d'une antenne hélicoïdale résonnante, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- obtention d'un support cylindrique portant un substrat ;
- impression sur ledit substrat d'au moins deux brins rayonnants destinés à former une hélice et d'une structure d'alimentation large bande desdits brins rayonnants comprenant au moins un coupleur hybride réalisé à partir d'éléments semi-localisés.

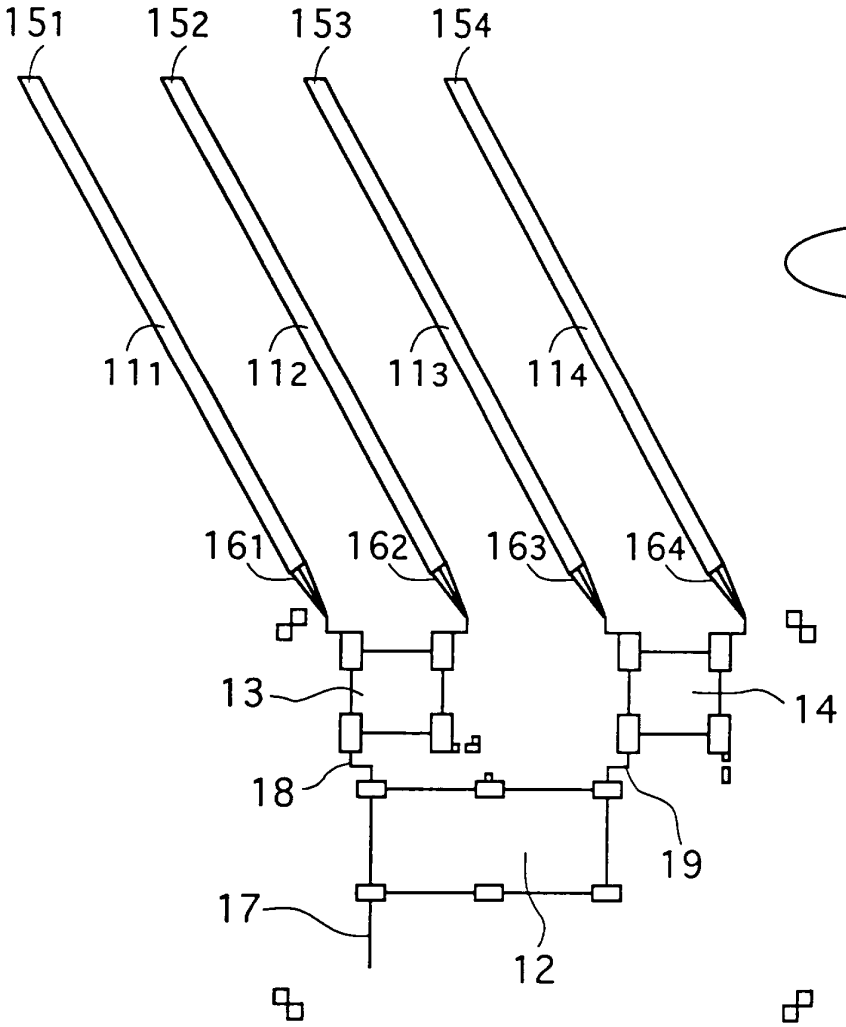

151
152
153
154
17
111
112
113
114
161
162
163
164
13
14
18
19
17
12

Fig. 1

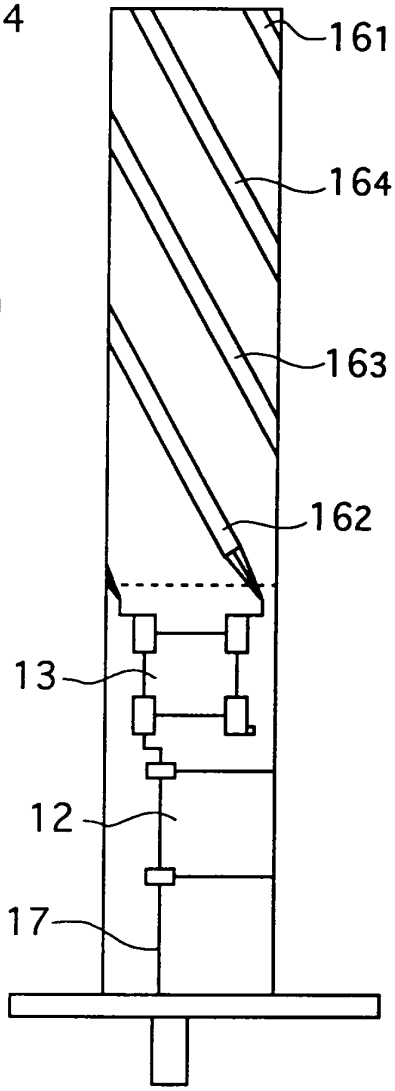

161
164
163
162
13
12
17

Fig. 2

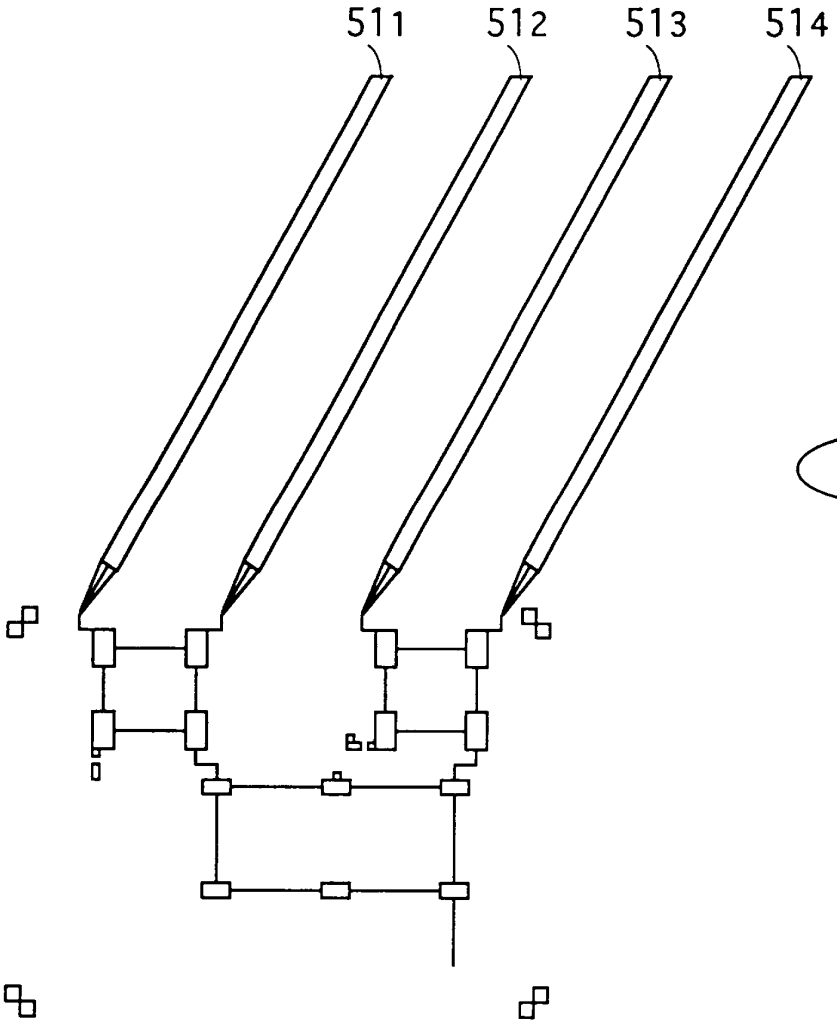
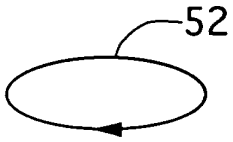


Fig. 3



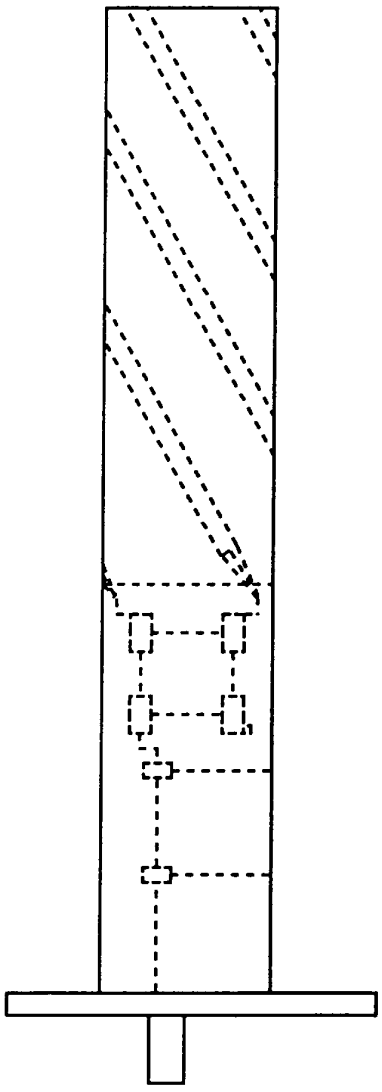


Fig. 4

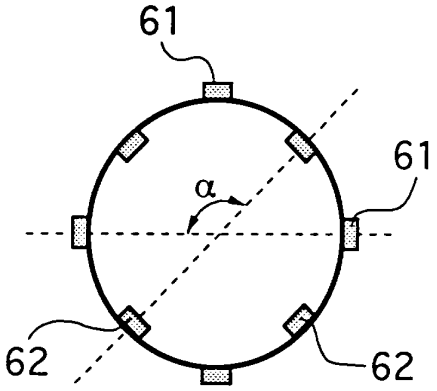


Fig. 5

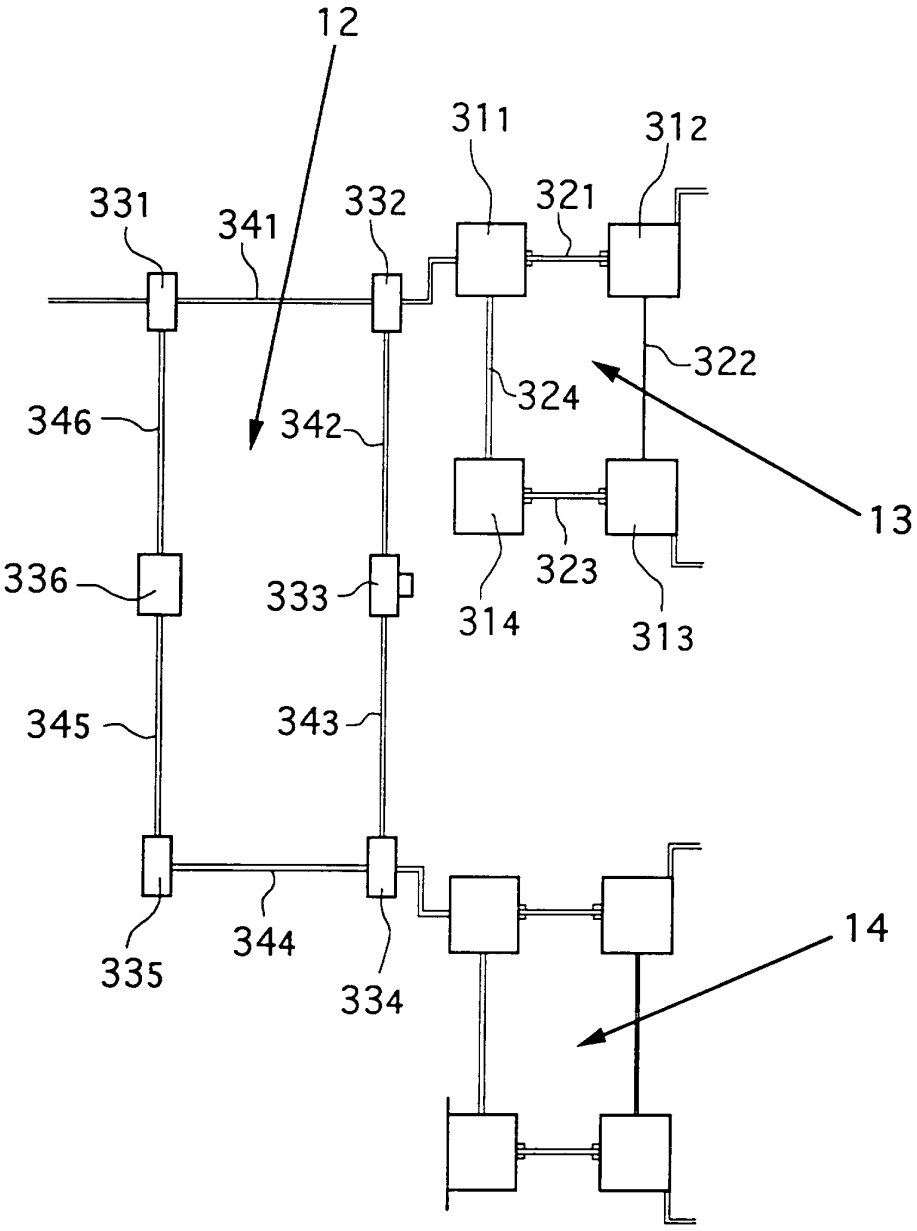

12
311
312
331
341
332
321
322
324
346
342
13
336
333
323
314
313
345
343
14
335
344
334

Fig. 6

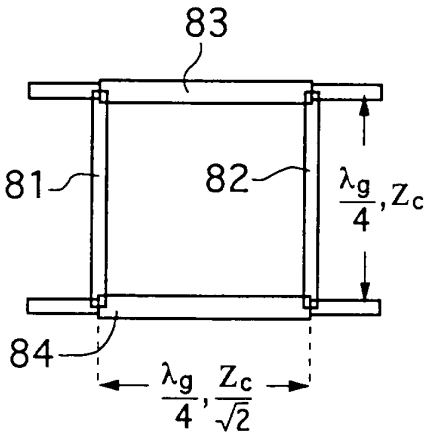


Fig. 7A

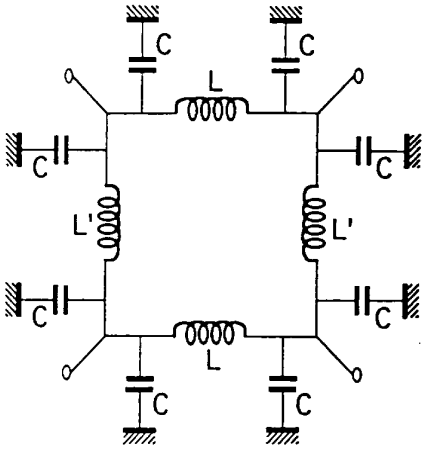


Fig. 7B

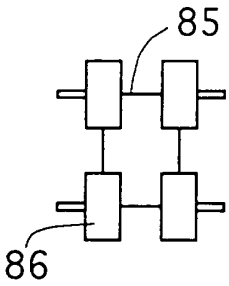


Fig. 7C

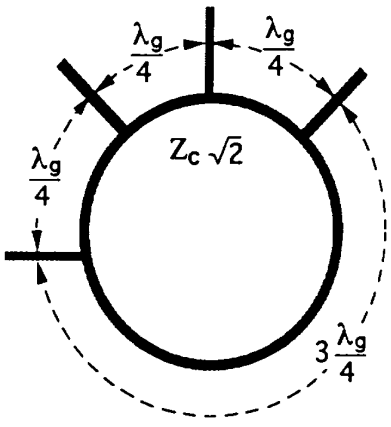


Fig. 8A

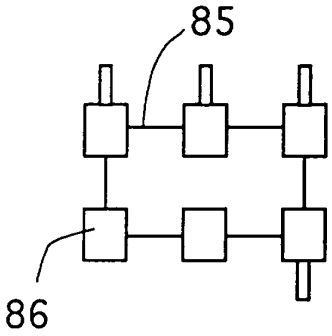


Fig. 8B

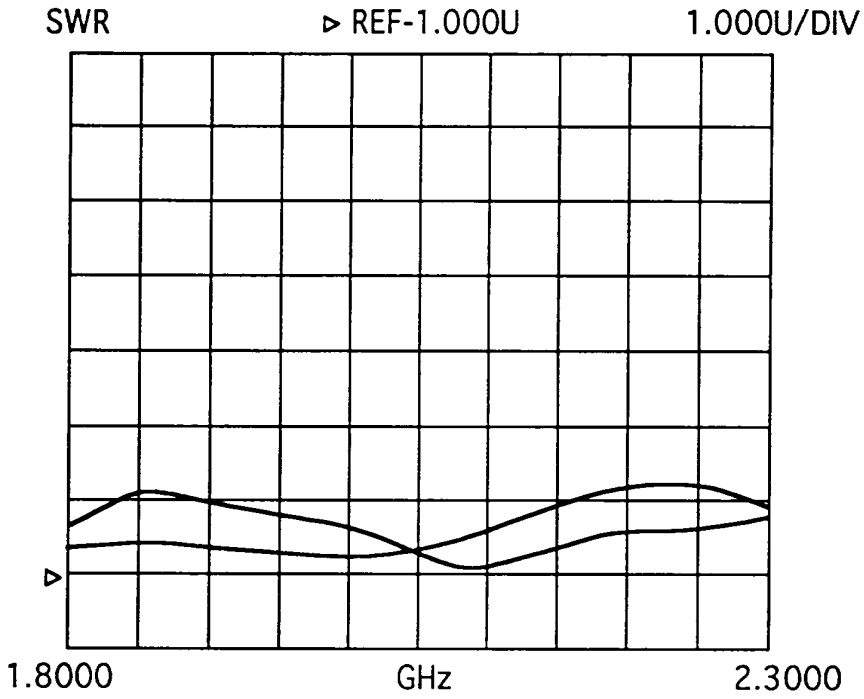


Fig. 9

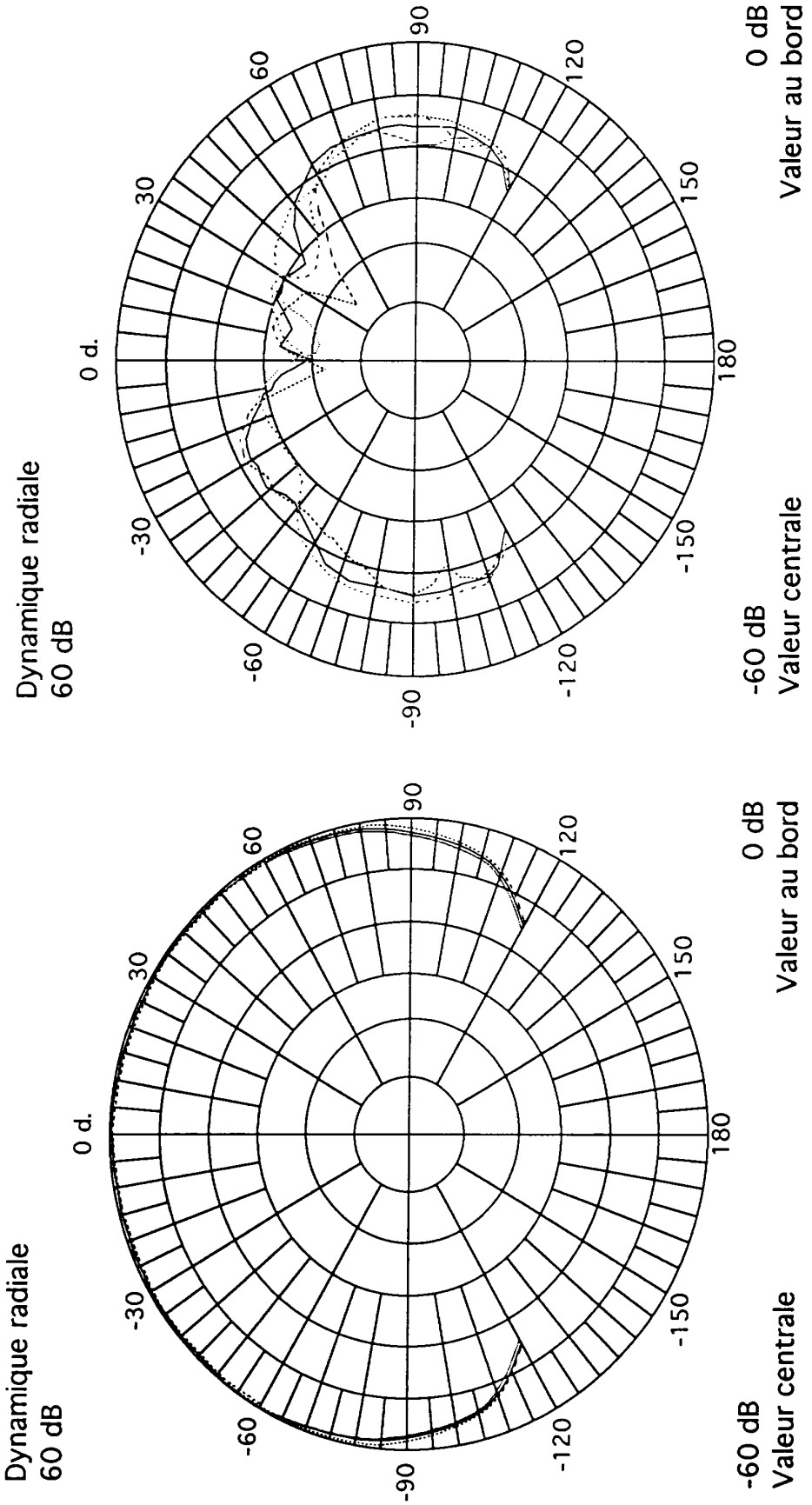

Dynamique radiale
60 dB
0 d.
30
60
90
120
150
180
-30
-60
-90
-120
-150
0 dB
Valeur au bord
-60 dB
Valeur centrale
(a)
(b)

Fig. 10

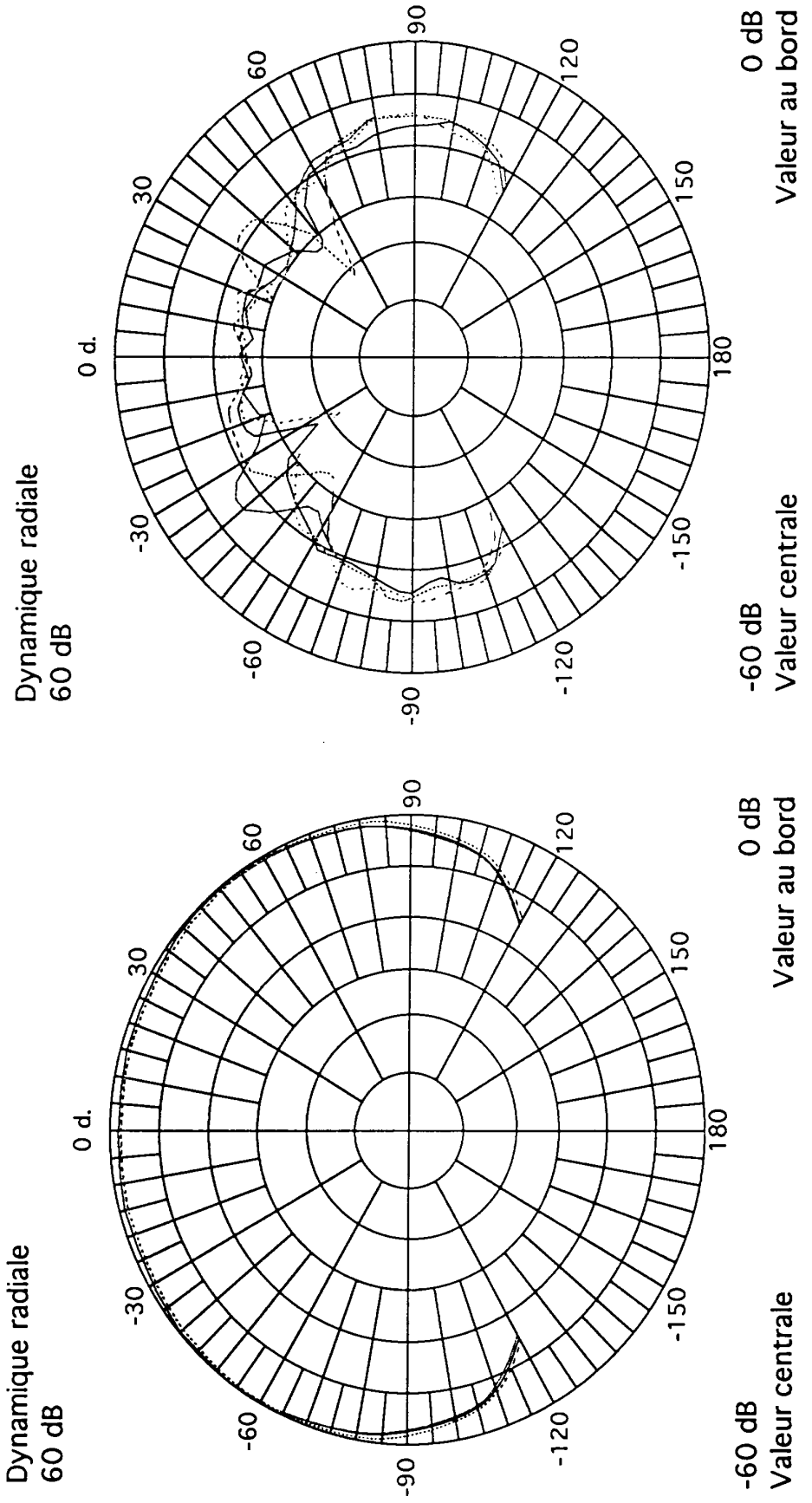

Dynamique radiale
60 dB
0 d.
30
60
90
120
150
180
-30
-60
-90
-120
-150
0 dB
Valeur au bord
-60 dB
Valeur centrale
(a)
(b)

Fig. 11

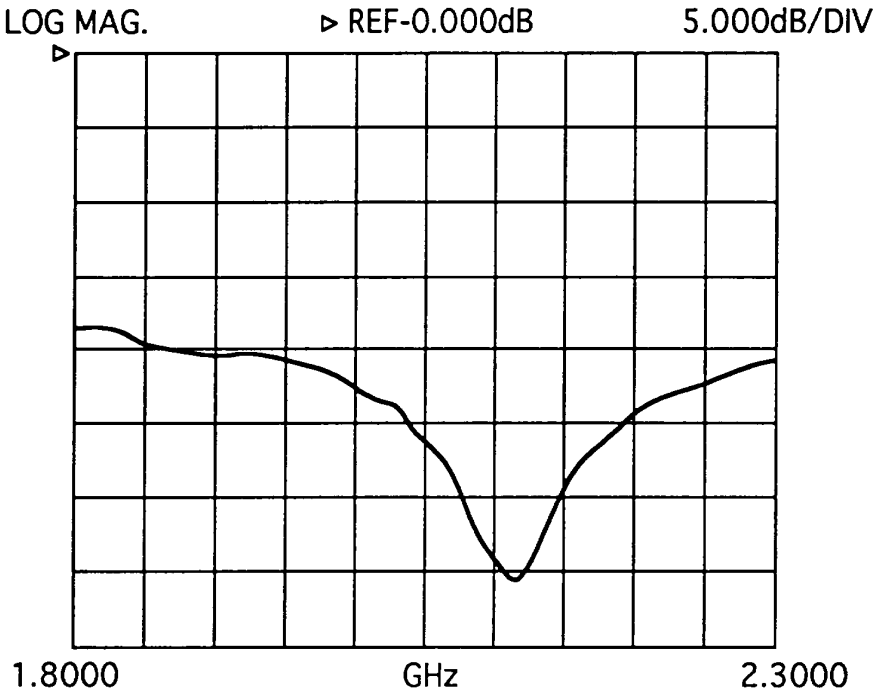


Fig. 12

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2746548
N° d'enregistrement national

FA 529366
FR 9603699

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, vol. 22, no. 2, Mars 1974, NEW YORK US, pages 173-178, XP002019016 ADAMS ET AL.: "The Quadrifilar Helix Antenna" * page 176, colonne de droite, alinéa C. - page 177, colonne de gauche; figures 1,2 *	1,9,10
Y	US-A-5 235 296 (SAKA) 10 Août 1993 * colonne 2, ligne 42 - colonne 4, ligne 9; figures 1-9 *	1,9,10
A	US-A-4 008 479 (SMITH) 15 Février 1977 * colonne 1, ligne 67 - colonne 3, ligne 30; figure *	1-10
A	WO-A-92 05602 (GARMIN INTERNATIONAL) 2 Avril 1992 * page 4, ligne 9 - page 7, ligne 6; figures 5-12 *	1-10
A	ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 3, 1 Février 1996, page 153/154 XP000554906 SHUMAKER P K ET AL: "PRINTED HALF-WAVELLENGTH QUADRIFILAR HELIX ANTENNA FOR GPS MARINE APPLICATIONS" * le document en entier *	1-10
A D	EP-A-0 427 654 (ETAT FRANCAIS REPRESENTE PAR LE MINISTRE DES PTT) 15 Mai 1991 * le document en entier * & FR-A-8 914 952	1-10

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

H01Q
H01P

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
20 Novembre 1996	Angrabeit, F

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)