

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 584 872

21 N° d'enregistrement national :

85 10463

51 Int Cl⁴ : H 01 Q 13/08, 1/27.

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 9 juillet 1985.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 16 janvier 1987.

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : *AGENCE SPATIALE EUROPEENNE, organisation intergouvernementale.* — FR.

72 Inventeur(s) : Antoine Georges Roederer.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : Cabinet Claude Rodhain.

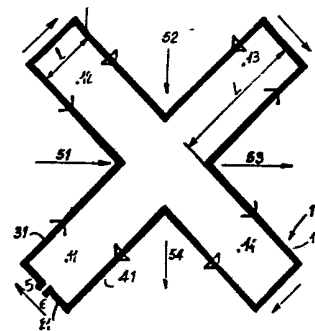
54 Antenne plate à large bande à polarisation circulaire, utilisations d'une telle antenne, applications, et procédé de fabrication.

57 Le domaine de l'invention est celui des antennes destinées à recevoir et/ou à rayonner les ondes électromagnétiques en polarisation circulaire, réalisées par la technologie des circuits imprimés.

Le problème résolu consiste à permettre la réalisation d'une antenne de faible coût, à large bande de fréquence, avec un bon rendement, et la possibilité d'être utilisée soit seule, soit en réseau.

Selon l'invention, l'antenne est constituée d'au moins un conducteur 1 filaire ou micro-ruban de façon à former un circuit continu cruciforme disposé parallèlement à une plaque conductrice dont il est séparé par une couche diélectrique.

L'invention trouve une application préférentielle pour l'équipement des terminaux terrestres mobiles avec liaison de communication par satellite.



FR 2 584 872 - A1

D

"Antenne plate à large bande à polarisation circulaire, utilisations d'une telle antenne, applications, et procédé de fabrication".

5 L'invention a trait à une antenne destinée à recevoir et / ou à rayonner les ondes électromagnétiques, en polarisation circulaire, et même en polarisation linéaire dans certaines configurations.

10 Structurellement parlant, il s'agit d'une antenne plate, susceptible d'être réalisée par la technologie des circuits imprimés, et donc de faible coût et de masse réduite.

L'antenne selon l'invention est également conçue de façon à présenter une large bande de fréquences de fonctionnement, (ce qui n'est généralement pas le cas des antennes imprimées), avec un gain moyen.

15 L'invention concerne également différentes utilisations préférentielles de l'antenne, en fonction des configurations réalisées.

20 L'invention trouve une application préférentielle pour l'équipement en grandes séries des terminaux mobiles terrestres, ou des récepteurs de télévision notamment, en communication par satellites.

L'invention concerne enfin un procédé avantageux de fabrication de telles antennes.

25 On connaît déjà deux dispositifs appartenant approximativement au même domaine de la technique que l'invention. Il s'agit d'une part de l'antenne rempart (fig.1), et d'autre part de l'antenne "chaîne".

30 Selon les articles de NISHIMURA Sadahiko* Crank-type circularly polarized micro-strip line antenna (antenne linéaire micro-ruban à créneaux à polarisation circulaire)", et de J.R. James "Some recent developments in microstrip antenna design" (quelques développements récents dans la conception des antennes micro-ruban)" parus dans la revue de l'IEEE en 1983 et en Janvier 1981 respectivement (PP 162 à 165 et 35 PP 124 à 127), l'antenne rempart consiste en un alignement

rectiligne de créneaux, reliés les uns aux autres en série, Ces créneaux ont une hauteur $\lambda g/2$, une largeur $\lambda g/4$ et sont reliés par des éléments linéaires de longueur $3 \lambda g/4$. L'alignement de créneaux est situé dans un plan unique, parallèle à une plaque conductrice au dessus de laquelle il est supporté. λg correspond à la longueur d'onde guidée pour les ondes se propageant entre le conducteur filaire (ou micro-ruban) constituant l'alignement de créneaux et la plaque conductrice.

10 Un mode de réalisation préférentiel de ce dispositif connu consiste à décaper à l'acide l'une des faces d'une plaquette de circuit imprimé double face, afin d'y faire apparaître l'alignement de créneaux, l'autre face servant de plaque conductrice, associée à l'alignement de créneaux pour former le guide d'onde.

15 La disposition et la longueur de chacun des segments des créneaux permet de générer un champ électrique de polarisation circulaire lorsque la ligne est alimentée par un courant de fréquence appropriée. Toutefois, ce type d'antenne présente au moins deux inconvénients :

20 - le rendement de cette antenne est réduit du fait que, sur chaque segment de liaison de $\lambda g/4$, circulent des courants égaux et opposés dont les rayonnements s'annulent. Ces segments sont donc neutres et inefficaces du point de vue du rayonnement ;

25 - du fait de la configuration linéaire relativement étendue de l'antenne repart (ce type d'antenne a été réalisé dans une configuration où chaque élément de linéaire comporte 16 créneaux alignés), le diagramme de rayonnement est fortement elliptique, ce qui limite le domaine de balayage d'un réseau d'antennes repart et fait apparaître des lobes de réseaux parasites, voisins de l'axe de rayonnement.

30 L'antenne "chaîne" est décrite dans un article de J. ERIKSON publié dans la revue l'IEEE de Décembre 1979 intitulé "A circularly polarised travelling wave chain antenna

35

(Antenne chaîne à onde progressive et à polarisation circulaire)". En fait, il apparaît que ce second dispositif connu présente les mêmes inconvénients que l'antenne rempart, tels que décrits ci-dessus.

5 Enfin, on connaît également un autre procédé de réalisation d'une antenne plate consistant à utiliser des sous-réseaux d'éléments classiques (dipôles croisés, spirales, éléments micro-ruban), alimentés par un répartiteur. Ainsi, selon la configuration connue et représentée en fig.2 (cf article de J.R. JAMES mentionné
10 précédemment), un sous-réseau à polarisation circulaire peut être constitué de quatre éléments plans carrés placés sur un même substrat. Or, ce type de sous-réseau présente l'inconvénient, outre sa complexité et son coût, que sa bande passante est très étroite. De plus, le répartiteur utilisé est à l'origine de pertes importantes, dans la mesure où il est
15 généralement situé derrière le plan de masse, et non imprimé dans le même plan que les éléments de façon à ne pas perturber le rayonnement.

 En conséquence, l'objectif de l'invention est de pallier les inconvénients mentionnés ci-dessus des dispositifs
20 connus.

 A cet effet, un premier objet de l'invention est de fournir une antenne plate, à large bande de fréquence, et à gain moyen, qui puisse fonctionner principalement en polarisation circulaire, et qui soit d'un coût de revient réduit. L'objectif d'obtention d'un gain moyen s'explique par l'intérêt
25 qu'il y a à limiter le nombre de points d'alimentation des antennes, et donc la complexité, ainsi que les pertes susceptibles d'apparaître dans des réseaux ayant ces antennes pour éléments.

 Un autre objet de l'invention est de fournir une
30 telle antenne qui puisse rayonner dans un angle solide délimité par un cône d'au moins 10 degrés de demi-angle.

 Un objet complémentaire de l'invention est de fournir une telle antenne qui puisse être imprimée, et plus précisément réalisée au moyen de la technologie des circuits
35 imprimés.

L'antenne selon l'invention a également pour objet de pouvoir être constituée de circuits indépendants, utilisables soit isolément, soit en réseaux.

Un autre objet important de l'invention est de
5 fournir une antenne plate qui, selon son mode d'alimentation, soit capable d'émettre ou de recevoir soit en polarisation circulaire, soit en polarisation rectiligne, avec la faculté supplémentaire dans chaque cas de fonctionner sélectivement avec
10 la polarisation circulaire ou rectiligne donnée, ou avec la polarisation circulaire inverse ou la polarisation rectiligne orthogonale respectivement.

Ces différents objets de l'invention ainsi que d'autres objets qui y sont corrélés ou s'en déduisent sont atteints au moyen d'une antenne destinée au rayonnement et à
15 la réception d'ondes électromagnétiques, du type constitué d'au moins un élément conducteur filaire ou micro-ruban disposé de façon à former un circuit continu, et d'une plaque conductrice placée à distance dudit circuit de façon à former avec lui une ligne de transmission rayonnante,

20 caractérisée en ce que ledit circuit formé par chaque élément conducteur filaire ou micro-ruban affecte la forme du contour d'une croix régulière à N branches, en ce que les segments latéraux et terminaux de chaque branche de ladite croix ont une longueur sensiblement égale à la moitié et au Nième respectivement de la longueur d'onde guidée
25 de la ligne de transmission, et en ce que ledit circuit est presque fermé au niveau des deux extrémités du conducteur filaire ou micro-ruban qui le constitue.

Selon le mode de réalisation le plus simple de
30 l'invention, ledit circuit continu presque fermé est constitué d'un conducteur filaire ou micro-ruban s'étendant dans un plan unique parallèle au plan de ladite plaque conductrice.

Selon d'autres modes de réalisation de l'invention, ledit circuit continu peut être constitué d'un conducteur fi-
35 laire ou micro-ruban conformé selon les contours d'une croix sur

plusieurs tours successifs, disposés soit à la manière d'une "spirale" qui serait de section cruciforme, soit à la manière d'une "hélice" également de section cruciforme, voire selon une combinaison des deux.

5 Selon un autre mode de réalisation, l'antenne peut être constituée de plusieurs circuits constitués chacun d'un élément conducteur filaire ou micro-ruban continu, ces circuits étant juxtaposés, reliés en réseau, et placés à distance d'une même plaque conductrice.

10 D'autres modes de réalisation et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture suivante de la description de quelques modes de réalisation préférentiels de l'antenne, et des dessins annexés dans lesquels :

15 - la fig. 1 représente l'antenne rampart, appartenant à l'état de la technique connu ;

 - la fig. 2 représente un sous-réseau d'antenne connu constitué de quatre plaques carrés reliées entre elles ;

20 - la fig. 3 représente une vue de dessus d'un premier mode de réalisation de l'antenne selon l'invention, avec des flèches symbolisant l'état des phases de l'onde progressive qui la parcourt à un moment donné ;

 - la fig. 4 représente une vue en coupe de l'antenne de la fig. 3 ;

25 - les figures 5a à 5d représentent quelques modes de réalisation avantageux de l'antenne suivant l'invention, obtenus en faisant varier le nombre de branches de la croix ainsi que le nombre de tours du conducteur ;

30 - la fig. 6 représente le diagramme de rayonnement calculé correspondant au mode de réalisation de l'antenne de la figure 5.d ;

 - la fig. 7 représente un exemple de groupement de plusieurs circuits cruciformes pour constituer une antenne selon l'invention en réseau ou en sous-réseaux ;

35 - la fig. 8 représente un mode de réalisation de l'antenne sous forme d'un circuit cruciforme "à coins coupés" ;

- la fig.9 représente un autre mode de réalisation de l'antenne sous forme de deux circuits cruciformes indépendants imbriqués.

5 Comme on peut le noter en figures 3 et 4, le mode de réalisation le plus simple de l'antenne suivant l'invention consiste à monter un conducteur filaire ou micro-ruban. (vue de dessus en figure 3) sur un support diélectrique 2, et parallèlement à une plaque conductrice 3 disposée sur l'autre face de la couche diélectrique.

10 On pourra noter que la couche diélectrique peut être tout simplement de l'air.

Selon un autre mode de réalisation, le circuit cruciforme 1 est réalisé par impression photographique, chimique, ou autre, sur une peau diélectrique fine appliquée sur une structure plane en nid d'abeille ou en mousse isolante, elle-même appliquée sur une plaque conductrice.

20 Un autre mode de fabrication consiste à utiliser un triplaque dans lequel la couche centrale diélectrique est prise en sandwich entre deux plaques conductrices en cuivre ou autre, l'une des plaques étant découpée à l'acide ou autre, pour présenter un ou plusieurs circuits cruciformes.

25 L'alimentation peut alors être réalisée par les lignes constituées de câbles coaxiaux cylindriques ou rectangulaires, reliés aux circuits cruciformes par extension de leur conducteur central.

30 Comme on peut le noter en figure 3, le circuit cruciforme 1 est constitué d'un conducteur filaire ou micro-ruban unique 10 que l'on a disposé de façon qu'il épouse les contours d'une croix à quatre branches 11, 12, 13, 14. Le circuit s'apparente donc à une croix évidée, dont seul le profil extérieur est conducteur sur une faible épaisseur (l'épaisseur du fil ou du micro-ruban).

35 Le conducteur est interrompu ponctuellement sur le segment terminal 21 de l'une 11 des branches de la croix, de façon à définir ses deux extrémités 5 et 6.

Suivant ce mode de réalisation de la figure 3, qui ne représente qu'une des configurations possibles pour l'élément rayonnant, le ruban imprimé ou fil conducteur 10 suit donc un contour plan cruciforme presque fermé, et constitue avec la plaque conductrice 3 dont il est séparé par la couche diélectrique 2, une ligne de transmission d'onde.

Les dimensions caractéristiques de cet élément d'antenne sont d'une part les dimensions des branches 11, 12, 13, 14 du circuit cruciforme, et d'autre part la hauteur de la couche diélectrique 2, séparant le circuit cruciforme 1 de la plaque conductrice 3.

Selon un mode de réalisation avantageux, le conducteur 10 est en forme de croix régulière dont chaque branche est constituée de deux segments latéraux, parallèles ou non, réunis par un segment terminal. La longueur L des segments latéraux est préférentiellement égale à la moitié de la longueur d'onde du rayonnement que l'on souhaite émettre ou recevoir. D'autre part, la longueur l du segment terminal de chaque branche est avantageusement égale au Nième de cette même longueur d'onde, N représentant le nombre de branches que comporte la croix dessinée par le conducteur 10. En l'occurrence, dans l'exemple de réalisation représentée en figure 3, les segments latéraux de chaque branche 11, 12, 13, 14 ont donc une longueur égale au quart de la longueur d'onde en question.

Pour ce qui est de la hauteur H séparant le circuit cruciforme 1 de la plaque conductrice 3, celle-ci est choisie de telle sorte que la ligne de transmission d'onde ainsi définie par la coopération du circuit 1 et de la plaque 3, rayonne une partie de la puissance transportée. Plus précisément, la hauteur H est calculée de telle sorte que, lorsqu'on applique une différence de potentiel alternative entre une extrémité 5 du circuit cruciforme 1 et la plaque conductrice 3, l'affaiblissement de l'onde qui se propage de long de la ligne soit suffisant pour que la puissance à l'extrémité 6 de la ligne soit considérée comme négligeable. (par exemple égale à 5% de la puissance à l'entrée 5). A ce moment, le rendement de l'antenne est

optimal dans la mesure où la plus grande partie de la puissance est dissipée en rayonnement.

5 Lorsque le diélectrique de la couche 2 est de l'air H prend préférentiellement pour valeur $1/10$ à $1/5$ de la longueur d'onde émise ou reçue .

10 Si l'on reste au mode d'alimentation évoqué ci-dessus, à savoir l'application d'une différence de potentiel alternative entre une seule des extrémités du circuit cruciforme 1 et la plaque conductrice 3, on obtient une répartition particulière des courants le long de la ligne.

15 En effet, ce montage produit une onde progressive de longueur d'onde λ_g se propageant le long de la ligne de transmission. Les courants parcourant à un instant donné chacun des segments des circuits produisent des champs électromagnétiques qui coopèrent entre eux. A l'instant particulier représenté en figure 3, le segment latéral 31 de la branche 11 du circuit cruciforme 1 se trouve par exemple en phase 0 ou 180 (flèche ouverte). Le segment latéral 41 de la même 20 branche 11 se trouve alors en phase 90 ou 270 respectivement (flèche fermée), et le segment terminal 21 se trouve en phase 225 ou 45 respectivement (flèche semi-fermée). Il est à noter que la flèche semi-fermée sert également à représenter les 25 phases 315 ou 135 respectivement se trouvant par exemple sur le segment terminal 22 de la branche 12 du circuit cruciforme.

25 On retrouvera aisément cette répartition des phases de l'onde progressive en représentant le long du circuit les sinusoides représentant le courant qui y est présent à un instant donné.

30 On constate alors que pour la configuration de la figure 3, des champs électromagnétiques résultant apparaissent du fait de la coopération des segments latéraux jointifs pour chaque paire de branches adjacentes (11,12;12,13;13,14;14,11) Il se crée alors les champs électriques dont les composantes sont symbolisées par les flèches 51,52,53,54. Or, il est bien 35 clair que ces composantes sont celles que prend le champ

électrique à un moment donné du cycle périodique de propagation de l'onde le long de la ligne. En fait, du fait que l'antenne forme une ligne de transmission rayonnante à ondes progressives, le champ électrique, qui donne la polarisation, est tournant dans le plan du circuit cruciforme.

On constate donc que, lorsque l'antenne selon l'invention est alimentée par une seule 5 de ses extrémités, elle rayonne en polarisation circulaire. On pourra noter que lorsque le circuit cruciforme est alimenté par l'autre 6 extrémité, la polarisation circulaire rayonnée est inverse de celle rayonnée lorsqu'elle est alimentée par l'extrémité 5.

En outre, le mécanisme de rayonnement par onde progressive obtenu est à large bande.

Si on alimente simultanément les deux extrémités 5,6 du circuit cruciforme 1, soit en phase, soit en opposition de phase, on obtient un rayonnement en polarisation rectiligne.

En effet, contrairement à l'antenne repart, il n'y a pas ici annulation partielle du rayonnement pour des courants opposés, et le domaine de rayonnement est symétrique autour de la normale à l'antenne. Suivant la phase de l'alimentation de chacune des extrémités 5 et 6, on obtiendra soit une polarisation rectiligne donnée, soit la polarisation rectiligne orthogonale. Il y a donc une très grande souplesse d'utilisation de ce type d'antenne.

En cas d'utilisation en polarisation circulaire, l'extrémité du circuit cruciforme opposée à l'extrémité d'alimentation peut être terminée sur charge adaptée, où 5 à 10% de la puissance d'entrée sera dissipée. Suivant les cas il est également possible de laisser cette extrémité ouverte, ou encore de la mettre en court-circuit.

Les figures 5a,5b,5c,5d illustrent d'autres modes de réalisation du circuit cruciforme de l'antenne suivant l'invention.

La figure 5a concerne une croix à quatre bras et trois tours.

La figure 5b représente un circuit cruciforme à quatre bras et deux tours, formant géométriquement une Croix de Malte.

5 La figure 5c illustre une réalisation avec trois branches et trois tours, la base des branches étant plus évasée que le segment terminal, à l'inverse de la configuration en Croix de Malte de la figure 5b.

La figure 5d représente enfin une croix à six bras et deux tours.

10 Il est clair que pourvu que l'on respecte le principe de réaliser des branches dont les segments latéraux ont une longueur sensiblement égale à $\lambda g/2$, et les segments terminaux une largeur sensiblement égale à $\lambda g/N$, N représentant le nombre de branches, avec une séparation angulaire égale à $2\pi/N$ entre chaque branche, on peut choisir N quelconque.

D'autre part, il est également possible de réaliser un circuit cruciforme tel que représenté en figure 8, dans lequel les "coins" 80,81,82,83 de chaque branche sont arrondis ou "coupés".

20 Le diagramme de polarisation d'une antenne à six branches et deux tours a été représenté en figure 6. Il apparaît qu'il se compose essentiellement du lobe principal 60 symétrique par rapport à la normale au plan de l'antenne, et passant par son centre, ainsi que de deux lobes latéraux nettement moins importants, et centrés sensiblement autour de 45° à 50° d'angle par rapport à cette normale.

25 L'antenne selon l'invention se prête également tout à fait à un groupement en sous-réseau ou en réseau comme représenté en figure 7. Il est ainsi possible de disposer 30 quatre circuits cruciformes 71, 72, 73, 74 de façon que leurs extrémités d'alimentation respectives soient regroupées au centre du sous-réseau. Ceci permet notamment de limiter les perturbations qui seraient introduites dans le rayonnement.

35 De manière préférentielle, les circuits 71, 72, 73, 74 sont alimentés à partir d'un répartiteur de puissance, monté avantageusement en arrière du plan conducteur, le

point d'alimentation de chaque circuit étant choisi pour chaque circuit de manière symétrique par rapport au centre du sous-réseau. Les champs rayonnés par chaque circuit du sous-réseau sont donc également symétriques par rapport au centre.

5

Un tel sous-réseau peut bien entendu être utilisé soit seul, soit en coopération avec d'autres sous-réseaux. Il n'existe bien évidemment aucune limitation au nombre de circuits composant un réseau, ni encore au nombre de sous-réseaux composant un sous-réseau. Enfin les circuits cruciformes composant chaque réseau ou sous-réseau peuvent être réalisés avec un nombre de branches, un nombre de tours, et une configuration des branches (Croix de Malte...) quelconques.

10

15

La figure 9 représente enfin, un autre mode de réalisation intéressant du circuit cruciforme selon l'invention, en utilisant plusieurs éléments conducteurs indépendants pour former un même dessin cruciforme. Dans le cas représenté, deux éléments conducteurs filaires ou micro-rubans 91 ou 92 forment deux circuits cruciformes plan continus presque fermés, placés dans un même plan parallèle à une plaque conductrice, le premier circuit suivant extérieurement et à faible intervalle le contour du second circuit cruciforme de façon que le circuit intérieur 91 soit exactement inscrit dans le circuit extérieur 92. Enfin, l'extrémité 101,201 de l'élément conducteur 91 d'une part, et l'extrémité 102,202 de l'élément conducteur 92 sont disposées symétriquement l'une par rapport à l'autre. L'alimentation s'effectue en outre de façon que les courants circulant dans leurs portions conductrices parallèles soient eux-mêmes parallèles et de même sens.

20

25

30

35

Les différents modes de réalisation de l'antenne selon l'invention décrite ci-dessus, sont donnés à titre illustratif et non exhaustif, et trouvent notamment les

applications avantageuses suivantes.

5 Ce type d'antenne est tout à fait adéquat pour équiper des terminaux mobiles (automobiles, camions, navires) utilisant une liaison de communication par satellites. Elle est également adaptée à la réception de signaux provenant de satellites de diffusion ou de distribution de télévision. Enfin, ce type d'antenne peut également équiper des satellites destinés à la communication avec des terminaux mobiles terrestres, soit comme antenne à rayonnement direct, soit
10 encore comme antenne source d'un système à réflecteur.

L'antenne peut être également utilisée pour des opérations d'écartométrie radio-électrique, lorsqu'elle est réalisée sous forme d'un réseau de quatre circuits cruciformes ou d'un multiple de quatre circuits cruciformes, lesdits
15 circuits étant alimentés de manière à former une voie "somme" et deux voies "différence".

Un modèle d'une antenne à circuit uniforme à 6 branches a été construit, et soumis à des essais. L'impédance de l'antenne a été adaptée pour un fonctionnement à 3GHz. Il
20 s'est avéré que la puissance restante à la sortie du circuit cruciforme (d'une longueur de 9 longueurs d'onde) était inférieure de 10,3 dB à la puissance d'entrée, La radiation de ce type d'antenne est donc tout à fait remarquable.

REVENDEICATIONS

1°) Antenne destinée au rayonnement et à la réception d'ondes électromagnétiques, notamment pour les liaisons entre un satellite et un terminal terrestre, du type constituée d'au moins un élément conducteur (1) filaire ou micro-ruban disposé de façon à former un circuit continu, et d'une plaque conductrice (3) séparée dudit circuit par une couche diélectrique (2) de façon à former avec lui une ligne de transmission rayonnante,

caractérisée en ce que le circuit (10) formé par chaque conducteur (1) filaire ou micro-ruban affecte la forme du contour d'une croix régulière à N branches, en ce que les segments latéraux (31,41) et terminaux (21) de chaque branche (11,12,13,14) de ladite croix ont une longueur sensiblement égale à la moitié et au Nième respectivement de la longueur d'onde guidée de la ligne de transmission, et en ce que ledit circuit est presque fermé au niveau des deux extrémités (5,6) du conducteur (1) filaire ou micro-ruban qui la constitue.

2°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit cruciforme (10) est constitué par un conducteur (1) filaire ou micro-ruban s'étendant dans un plan unique parallèle à ladite plaque conductrice (3).

3°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit continu cruciforme est constitué d'un conducteur (1) filaire ou micro-ruban, "spirale" selon les contours d'une croix sur au moins deux tours successifs, chaque tour supplémentaire étant réalisé dans un même plan, parallèlement, et à léger intervalle des tours adjacents.

4°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit continu cruciforme est constitué d'un conducteur (1) filaire ou micro-ruban, enroulé en hélice selon les contours d'une croix sur au moins deux

tours successifs, chaque tour supplémentaire étant superposé parallèlement, et à léger intervalle des tours adjacents, de façon à former une "hélice" de section cruciforme dont l'axe longitudinal s'étend perpendiculairement à la plaque conductrice (3).

5 5°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit cruciforme suit les contours d'une Croix de Malte.

10 6°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit cruciforme présente des angles 80,81,82,83 arrondis ou coupés.

15 7°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est constituée de plusieurs circuits continus cruciformes (71,72,73,74) juxtaposés en réseau, à distance d'une même plaque conductrice (3).

20 8°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est constituée d'au moins deux éléments conducteurs filaires ou micro-rubans (91,92) formant deux circuits plans continus presque fermés et indépendants, placés dans un même plan parallèle à la plaque conductrice (3), en ce qu'un premier circuit (92) suit extérieurement et à faible intervalle le contour du second circuit (91) cruciforme, et en ce que la paire d'extrémités (102) du premier circuit (92) est située symétriquement à la paire d'extrémités (101,201) du second circuit (91) par rapport au centre dudit circuit (91,92).

25 9°) Antenne selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce que lesdits circuits cruciformes (71,72,73,74;91,92) sont alimentés par un système répartiteur de puissance monté en arrière de la plaque conductrice (3).

30 10°) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que les extrémités (5,6) de l'élément conducteur (1) filaire ou micro-ruban sont formées par une interruption ponctuelle du circuit cruciforme sensiblement

35

dans la partie médiane du segment terminal (21) de l'une des branches (11) dudit circuit.

5 11°) Utilisation d'une antenne selon l'une quel-
conque des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que
chaque élément conducteur (1) filaire ou micro-ruban est
connecté à un émetteur/récepteur uniquement par l'une (5)
de ses extrémités (5,6) de façon que l'antenne rayonne/
reçoive, dans deux polarisations rectilignes orthogonales,
des puissances totales pratiquement égales avec un dépha-
10 sage relatif de $\pm 90^\circ$, fonctionnant ainsi en polarisation
circulaire avec une direction de propagation perpendiculaire
au plan de l'antenne.

15 12°) Utilisation d'une antenne selon l'une quel-
conque des revendications 1 à 10 caractérisée en ce qu'on
connecte chaque élément conducteur (1) filaire ou micro-ru-
ban sélectivement par une de ses deux extrémités (5 ou 6),
de façon à permettre l'émission/ la réception d'une première
polarisation circulaire, ou d'une seconde polarisation cir-
culaire de sens inverse à la première, respectivement.

20 13°) Utilisation d'une antenne selon l'une quel-
conque des revendications de 1 à 10, caractérisée en ce
qu'on connecte simultanément les deux extrémités (5 et 6)
de chaque élément conducteur (1) filaire ou micro-ruban,
soit en phase, soit en opposition de phase, de façon à per-
25 mettre l'émission/la réception d'une première polarisation
rectiligne, ou d'une seconde polarisation rectiligne ortho-
gonale à la première, respectivement.

30 14°) Utilisation d'une antenne selon la revendi-
cation 8, caractérisée en ce qu'on connecte les circuits
cruciformes (91,92) de manière symétrique, de façon à faire
circuler dans leurs portions conductrices parallèles des
courants parallèles et de même sens.

35 15°) Utilisation d'une antenne selon la revendi-
cation 7, caractérisée en ce qu'elle est constituée par
l'association de quatre circuits (71,72,73,74), connectés

avec des phases choisies tels que le rayonnement/la réception soient maximal(e) dans la direction normale au plan de l'antenne, tout en ayant la pureté de polarisation et/ou l'adaptation à l'entrée.

5 16°) Utilisation d'une antenne selon les revendications 7 et 9, caractérisée en ce qu'elle est constituée par l'association d'au moins un ensemble de quatre circuits (71,72,73,74), alimentés de manière à produire une voie somme et deux voies différence à fin d'écartométrie radio-électrique.

10

17°) Application de l'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à l'équipement des terminaux mobiles terrestres pour les communications par satellite.

15

18°) Application de l'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à la réception de signaux provenant de satellites de diffusion ou de distribution de Télévision.

20

19°) Application de l'antenne selon l'une quelconque des revendications de 1 à 10 à l'équipement des satellites de communication avec des terminaux mobiles terrestres, comme antenne à rayonnement direct et/ou source d'un système à réflecteur.

25

20°) Procédé de fabrication d'une antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on réalise l'impression photographique, chimique ou autre de chaque circuit cruciforme sur une peau diélectrique fine appliquée sur une structure plane en nid d'abeille / mousse isolante/ou équivalent, elle-même appliquée sur une plaque conductrice (3), et qu'on connecte chaque circuit cruciforme au moyen de câbles coaxiaux.

30

35

21°) Procédé de fabrication d'une antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on réalise l'impression photographique, chimique, ou autre de chaque circuit cruciforme sur une première

face conductrice d'un circuit imprimé à double face, la seconde face conductrice formant la plaque conductrice (3) et étant séparée de ladite première plaque par une couche diélectrique (2), et qu'on connecte chaque circuit cruciforme au moyen de câbles coaxiaux.

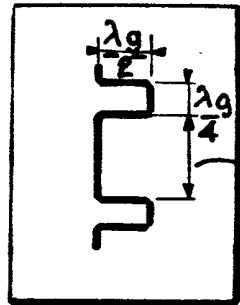


FIG. 1

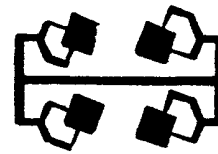


FIG. 2

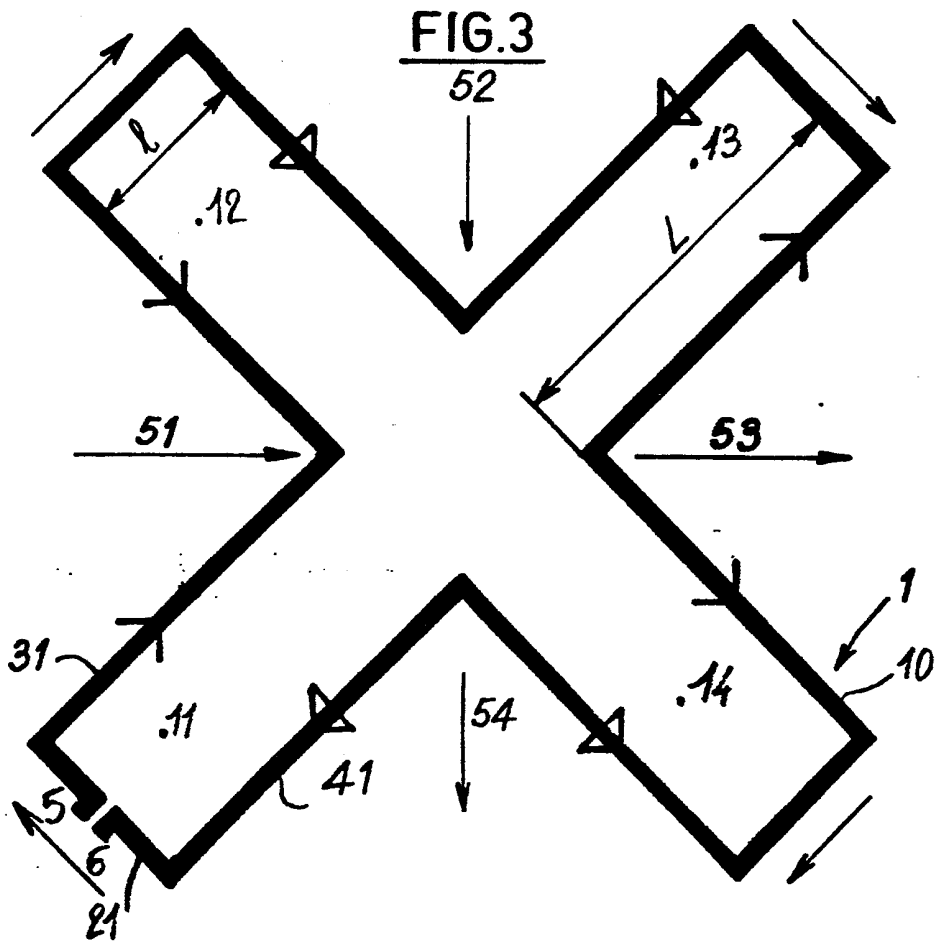


FIG. 3

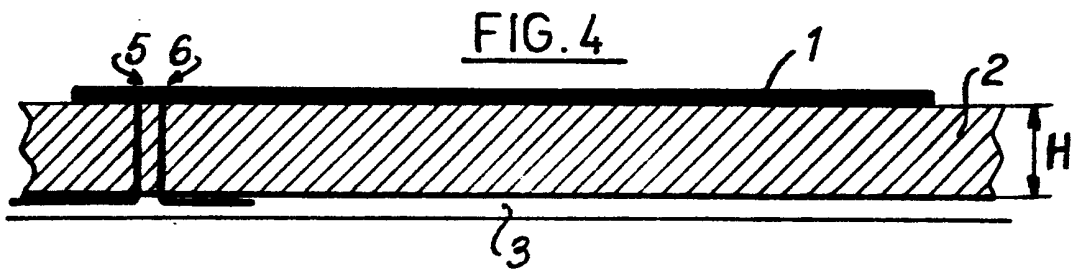


FIG. 4

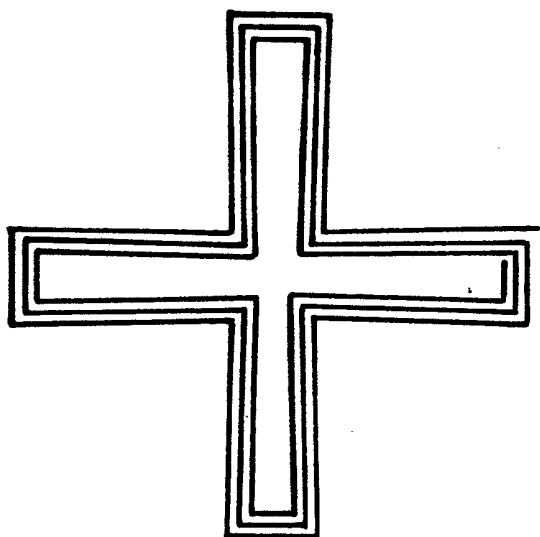


FIG. 5a

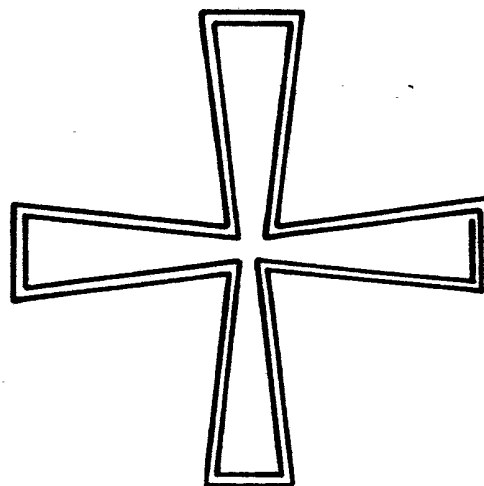


FIG. 5b

FIG. 5c

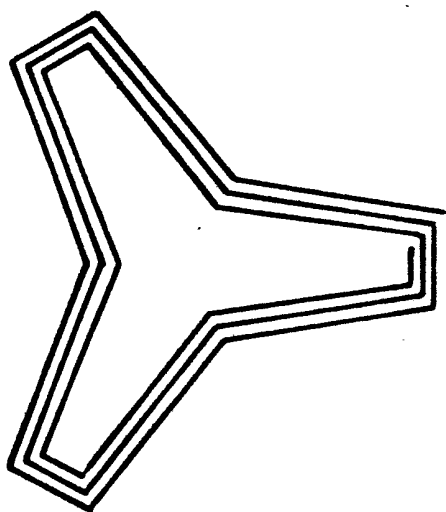
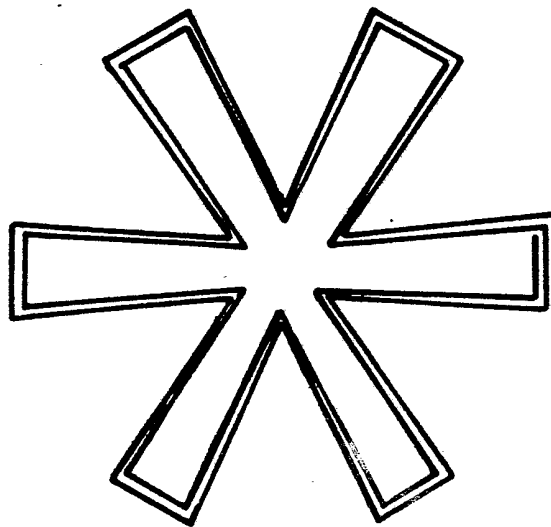


FIG. 5d



3/4

FIG. 7

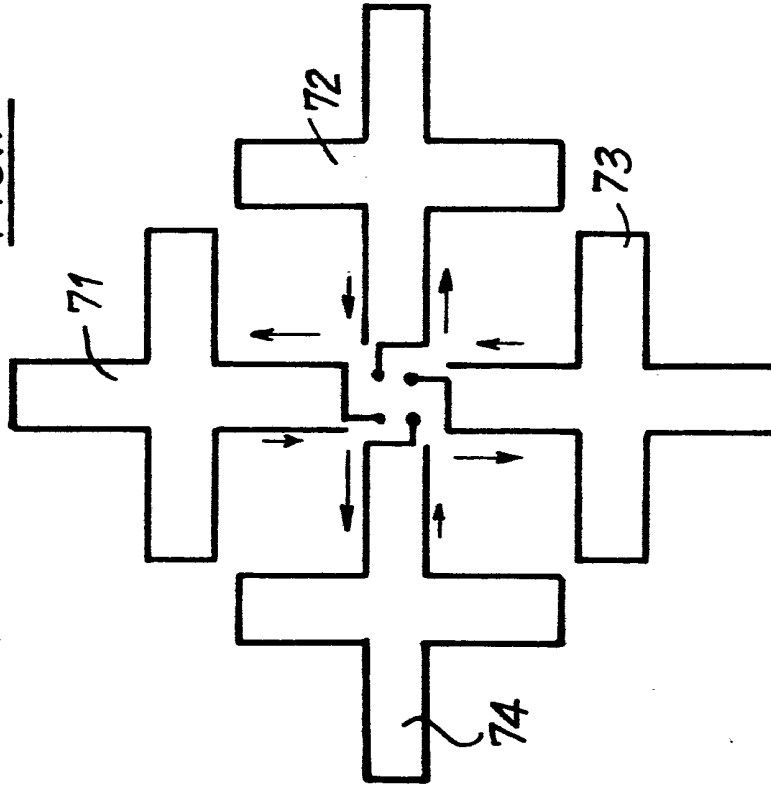


FIG. 6

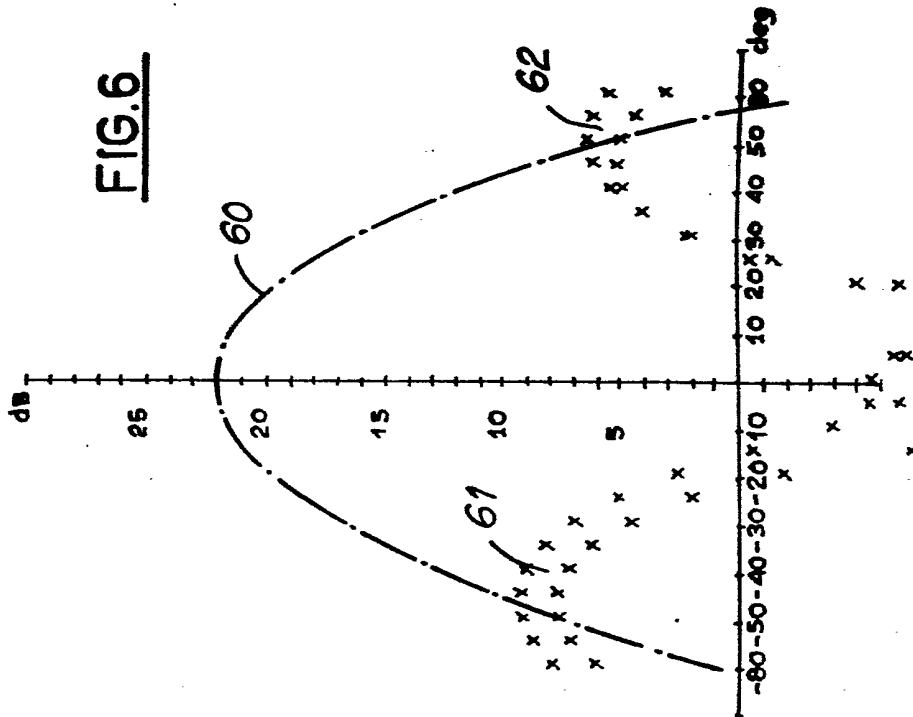


FIG. 8

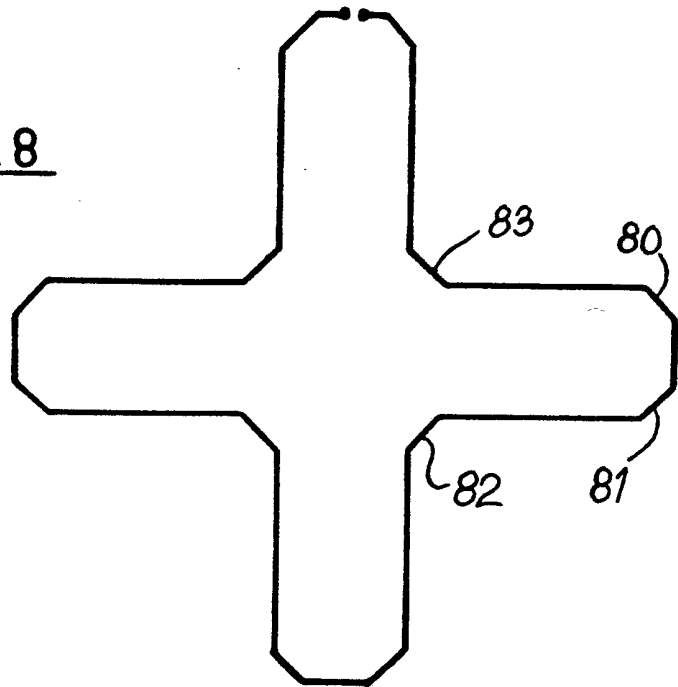


FIG. 9

