

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: 84402741.7

⑸ Int. Cl.⁴: **H 01 P 5/103**

⑱ Date de dépôt: 27.12.84

H 01 P 1/17, H 01 Q 9/27
H 01 Q 11/08, H 01 Q 13/24

⑳ Priorité: 13.01.84 FR 8400500

⑴ Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑶ Date de publication de la demande:
24.07.85 Bulletin 85/30

⑵ Inventeur: **Rannou, Jean**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑸ Etats contractants désignés:
DE GB IT SE

⑵ Inventeur: **Pouderous, Emile**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑵ Inventeur: **Gilbert, Pascal**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

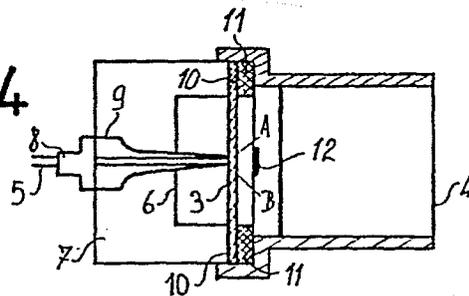
⑴ Mandataire: **Benoit, Monique et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑸ **Aérien comportant un dispositif d'excitation en mode circulaire.**

⑸ L'invention concerne un aérien comportant un dispositif d'excitation de guide d'onde en polarisation circulaire comprenant une ligne (5) d'alimentation hyperfréquence parcourue par une onde transverse électromagnétique, un guide d'onde (1) et un élément rayonnant (3) alimenté par la ligne et apte à rayonner une onde excitant le guide en polarisation circulaire, l'aérien émettant par l'ouverture du guide des ondes à polarisation circulaire.

Application aux aériens hyperfréquences.

FIG_4



AERIEN COMPORTANT UN DISPOSITIF D'EXCITATION
EN MODE CIRCULAIRE

La présente invention se rapporte aux aériens comportant un dispositif d'excitation en mode circulaire.

5 Pour alimenter un aérien comportant un guide d'onde circulaire à partir d'une ligne hyperfréquence, il est nécessaire de changer le mode de propagation de l'onde transmise par la ligne.

10 En effet, dans les lignes hyperfréquences couramment utilisées, comme les lignes coaxiales, bifilaires, triplaques ou à plan parallèles (microstrip), le mode de propagation des ondes est un mode transverse électromagnétique (TEM).

Le mode de propagation des ondes dans un guide est un mode transverse électrique (TE) ou transverse magnétique (TM).

15 Le mode d'excitation privilégié d'un guide d'onde circulaire est le mode circulaire (TE 11 ou TM 11).

Pour passer d'un mode TEM à un mode guidé en polarisation circulaire dans un guide circulaire, deux solutions sont connues.

20 La première solution consiste tout d'abord à effectuer un couplage électrique. Ce couplage permet de passer du mode TEM au mode TE 10 en guide rectangulaire. Il faut ensuite effectuer un couplage par transition pour passer en mode TE 11 (rectiligne) en guide circulaire. Il faut ensuite passer du mode TE 11 en un mode circulaire. Ce couplage est généralement réalisé par un rotateur de polarisation du type à iris ou à lame diélectrique.

25 La deuxième solution consiste à attaquer le guide circulaire par deux sondes disposées perpendiculairement. Elles sont alimentées par des ondes d'égale amplitude déphasées de $\frac{\pi}{2}$, transmises par une ligne hyperfréquence. Le déphasage peut être effectué avant l'alimentation des sondes, dans ce cas les sondes sont situées dans un même plan. Il peut se faire dans le guide par un décalage des sondes d'une longueur égale à $\frac{\lambda_g}{4}$ où λ_g est la longueur d'onde

30

guidée.

Les deux solutions connues sont généralement complexes et les dispositifs d'excitation obtenus sont encombrants, notamment dans le cas de la première solution.

5 Dans les deux cas de la deuxième solution, le rotateur de polarisation doit être alimenté par deux voies de même puissance. Il est donc nécessaire d'utiliser un diviseur de puissance apte à répartir l'énergie équitablement sur chaque voie.

10 Dans le premier cas de la deuxième solution, on fait généralement appel à un déphaseur pour déphaser les sondes alimentant le guide.

15 Outre les inconvénients de la complexité et de l'encombrement, un troisième inconvénient se rajoute concernant la bande passante du dispositif, car elle est généralement étroite et par conséquent inadaptée à de nombreuses applications nécessitant une bande très large. Toutefois, une solution connue permet d'élargir la bande passante. Elle consiste à utiliser un guide d'onde du type "double ridge orthogonaux". Un tel guide est usiné de sorte qu'il présente des décrochements longitudinaux qui donnent une forme cannelée à la section du guide. La fabrication de tels guides est bien sûr plus complexe que celle de guides ordinaires et par conséquent plus onéreuse.

20 La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients et propose un aérien comportant un dispositif excitateur de guide d'onde en polarisation circulaire comprenant une antenne à rayonnement unidirectionnel en polarisation circulaire alimentée directement par une ligne hyperfréquence, cette antenne ayant des dimensions adaptées pour que le rayonnement émis excite le guide, et la bande passante du guide étant très large puisqu'elle n'est plus limitée que par la fréquence de coupure du guide.

30 L'invention a donc pour objet un aérien comportant un dispositif d'excitation de guide d'onde en polarisation circulaire principalement caractérisé en ce qu'il comprend une ligne d'alimentation hyperfréquence parcourue par une onde transverse électromagnétique, un guide d'onde et un élément rayonnant alimenté par

la ligne et apte à rayonner une onde excitant le guide en polarisation circulaire.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description suivante présentée à titre d'exemple non limitatif et faite en regard des figures du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 représente un dispositif d'excitation en mode circulaire de l'aérien selon l'invention ;

- les figures 2 et 3 représentent un élément rayonnant selon la figure 1, suivant un premier et un deuxième modes de réalisation ;

- la figure 4 représente l'aérien selon l'invention ;

- la figure 5 représente une variante de réalisation de l'aérien.

Le dispositif d'excitation de guide d'onde en mode circulaire représenté sur la figure 1 permet de passer directement d'un mode transverse électromagnétique T.E.M. qui est le mode de propagation classique dans les lignes hyperfréquences, à un mode guidé en polarisation circulaire. Ce dispositif comprend un guide 1 circulaire d'axe longitudinal XX' et de diamètre D déterminé en fonction de la longueur d'onde de coupure λ_C désirée. Une extrémité 2 que l'on qualifiera d'entrée est placée devant un élément rayonnant 3, l'autre extrémité 4 que l'on qualifiera de sortie est ouverte.

L'élément rayonnant 3 est constitué par une antenne émettant un rayonnement unidirectionnel en polarisation circulaire lorsqu'elle est alimentée par une onde transverse électromagnétique. L'alimentation est réalisée au moyen d'une ligne hyperfréquence 5. La ligne 5 peut être une ligne coaxiale, ou bifilaire ou microstrip.

L'antenne excitatrice 3 émet donc une onde à polarisation circulaire dans la direction de l'ouverture 4. Une cavité 6 placée contre l'antenne 3 en amont de celle-ci et dans le prolongement du guide constitue un plan réflecteur permettant d'obtenir un rayonnement unidirectionnel de l'antenne 3.

La figure 2 représente un exemple de réalisation d'élément rayonnant 3 en polarisation circulaire. Il s'agit d'une antenne double spirale logarithmique classique ; une spirale d'Archimède ou une

multi-spirale peut également convenir. L'antenne est réalisée à partir d'un centre d'expansion 0 et d'un taux d'expansion τ donnés. L'alimentation s'effectue à partir des points A et B, les deux bras de l'antenne sont alimentés en opposition de phase pour obtenir un champ maximum dans la direction XX'. L'antenne est placée devant le plan réflecteur 6 représenté sur la figure 1 pour rayonner unidirectionnellement. La longueur d'un bras fixe la fréquence la plus basse, tandis que la largeur AB fixe la fréquence la plus élevée. La bande passante de ce type d'antenne est très large.

La figure 3 représente un autre exemple de réalisation d'élément rayonnant 3. Il s'agit d'une antenne en hélice dont les dimensions sont choisies pour qu'elle rayonne axialement en polarisation circulaire. Les conditions à respecter pour le choix de la longueur, du diamètre et du pas de chaque spire afin d'obtenir un rayonnement unidirectionnel sont connues. Dans cette réalisation, un réflecteur n'est pas indispensable pour obtenir l'effet unidirectionnel, mais il est nécessaire pour l'adaptation de la ligne d'alimentation 5. L'antenne 3 peut par exemple être alimentée par une ligne coaxiale 5 dont la gaine est réunie au réflecteur 6.

Dans ces deux exemples de réalisation, il faut bien entendu que les dimensions des antennes soient compatibles avec celles du guide qu'elles excitent afin que la totalité du rayonnement se fasse à l'intérieur du guide sans atténuation. Les longueurs d'onde doivent pour cela être inférieures à la longueur d'onde de coupure λ_C , ce qui conduit à une bande passante $f_C - f_M$, f_M ne dépendant que de l'antenne excitatrice 3. Comme ces antennes ont une bande passante très large, le dispositif a lui-même une bande passante très large.

La longueur d'onde de coupure λ_C d'un guide d'onde circulaire en mode de polarisation circulaire (TE 11) est déterminée par la relation (1) suivante :

$$(1) \lambda_C = 1,7 \times D \quad \text{où } D \text{ est le diamètre du guide.}$$

Le diamètre moyen D_m défini par le diamètre de la zone de rayonnement d'une antenne spirale est donné par la relation (2) suivante :

(2) $D_m = \frac{\lambda}{\pi}$ où λ est la longueur d'onde de l'onde rayonnée.

On constate donc que pour des longueurs d'onde inférieures à λ_C , le diamètre D_m est toujours inférieur au diamètre D . Le rayonnement se fait donc entièrement dans le guide jusqu'à la coupure tant que les fréquences restent supérieures à la fréquence de coupure du guide. Le choix d'une antenne en spirale pour exciter un guide d'onde circulaire en polarisation circulaire est parfaitement compatible avec la relation (1).

Dans le cas de l'antenne en hélice, on choisit un pas S d'hélice tel qu'il soit inférieur à $\frac{\lambda_0}{2}$ (λ_0 correspondant à f_0 , fréquence centrale de la bande), ainsi qu'un diamètre D_H tel que la longueur de la circonférence C_H soit comprise entre $0,7 \lambda_0$ et $1,7 \lambda_0$, D_H étant par conséquent compris entre $0,22 \lambda_0$ et $0,45 \lambda_0$. Il résulte de ce choix que le déphasage entre des points rayonnants situés identiquement sur des spires adjacentes réalise la condition de rayonnement longitudinal, ce qui permet d'obtenir un maximum de rayonnement dans l'axe XX' . On constate comme dans le cas précédent que D_H est toujours inférieur à D .

Sur la figure 4 on a représenté l'aérien et son dispositif d'excitation de guide d'onde. L'aérien tel qu'il est représenté sur cette figure est vu en coupe.

L'élément rayonnant 3 est constitué par une antenne double spirale logarithmique imprimée sur un substrat par exemple. Le support de cet élément rayonnant 3 peut d'ailleurs servir également de support à des composants micro-électroniques pour des applications particulières. En effet, il est aisé de placer une diode détectrice entre les points A et B de la double spirale et ainsi d'effectuer la fonction détection à la réception. On peut placer des diodes PIN entre les deux bras, légèrement écartées du centre pour réaliser une modulation du signal reçu par l'antenne. On peut aussi placer des condensateurs en série sur chaque bras entre le centre et les diodes PIN permettant le découplage entre le courant de modulation et la tension détectée.

Un dispositif de connexion 7 est placé à l'arrière de la

cavité 6. Il permet de relier une ligne coaxiale 5 à l'antenne excitatrice 3. Le dispositif de connexion 7 comprend une prise coaxiale 8 et un adaptateur 9 permettant de passer progressivement d'une ligne coaxiale à une ligne microstrip puis bifilaire. La ligne bifilaire alimente directement l'antenne excitatrice aux points A et B.

L'antenne 3 est chargée en ses extrémités 10 par un absorbant 11 plaqué sur le circuit support de l'antenne pour absorber l'énergie non rayonnée.

La sortie 4 du guide constitue ainsi une ouverture rayonnante.

Pour améliorer le rendement de l'adaptation de l'aérien, on a interposé à l'entrée du guide et en son centre un disque métallique 12 à une distance d voisine de $\frac{\lambda_0}{10}$ de l'antenne excitatrice, λ_0 correspondant à la longueur d'onde de la fréquence centrale f_0 de la bande passante de travail de l'aérien.

La figure 5 représente une variante de réalisation selon la figure 4. L'aérien vu en coupe est identique à celui de la figure 4 à la différence près que le guide est rempli d'un matériau diélectrique 13 dont la constante diélectrique est supérieure à 1. Le milieu dans lequel se propagent les ondes est modifié et permet de réduire les dimensions du guide. La forme du diélectrique au droit de l'embouchure est choisie de manière à répondre au diagramme de rayonnement que l'on s'est imposé. Cette forme est également choisie de manière à obtenir un aérodynamisme compatible avec l'implantation de l'aérien. Sur cette figure on a représenté une antenne diélectrique en forme de cône qui est parfaitement compatible avec une implantation sur un avion par exemple.

L'aérien représenté sur la figure 5 a pour avantage de présenter les mêmes caractéristiques que celui qui est représenté sur la figure 4 tout en ayant un encombrement réduit car les dimensions du guide sont réduites. Cette variante présente également l'avantage d'obtenir une protection contre des contraintes extérieures sur le guide et ainsi d'assurer les mêmes fonctions que celles d'un radôme.

En conclusion, l'aérien selon l'invention comporte un dispositif

d'excitation de guide d'onde en polarisation circulaire peu encombrant qui permet le passage direct d'un mode de polarisation transverse électromagnétique à un mode de polarisation circulaire et qui lui permet des ondes en polarisation circulaire et large bande. Pour cela, on utilise un élément rayonnant 3 en polarisation circulaire qui excite le guide d'onde en mode circulaire et qui est alimenté par une ligne hyperfréquence 5 dans laquelle le mode de propagation est transverse électromagnétique. De ce fait, la bande passante du dispositif est déterminée par la bande passante de l'antenne excitatrice 3 d'une part et la fréquence de coupure du guide d'autre part. L'ouverture du guide sert d'élément rayonnant et le guide sert de filtre passe haut. Dans le cas où l'élément rayonnant 3 est une antenne double spirale, on peut utiliser cette antenne comme support de composants micro-électroniques.

REVENDICATIONS

5 1. Aérien, caractérisé en ce qu'il comporte un guide d'onde (1), une ligne d'alimentation (5) hyperfréquence parcourue par une onde transverse électromagnétique (TEM), un élément rayonnant (3) placé en amont de l'une des extrémités du guide (1) cet élément étant alimenté par la ligne hyperfréquence et apte à rayonner une onde excitant le guide en polarisation circulaire qui rayonne cette onde à l'autre extrémité.

10 2. Aérien, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément rayonnant (3) est une antenne multi-spirale dont le diamètre D_m de la zone de rayonnement est toujours inférieur au diamètre D du guide quelle que soit la fréquence pour des fréquences supérieures à la fréquence f_c du guide (1).

15 3. Aérien selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément rayonnant (3) est une antenne multi-spirale dont le diamètre D_m de la zone de rayonnement est toujours inférieure au diamètre D du guide quelle que soit la fréquence pour des fréquences supérieures à la fréquence de coupure f_c du guide (1).

4. Aérien selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne multi-spirale est une antenne double spirale.

20 5. Aérien selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'antenne (3) est imprimée sur un substrat.

25 6. Aérien selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'élément rayonnant (3) est une hélice dont les dimensions permettent d'avoir un rayonnement en polarisation circulaire dans l'axe du guide.

7. Aérien selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,

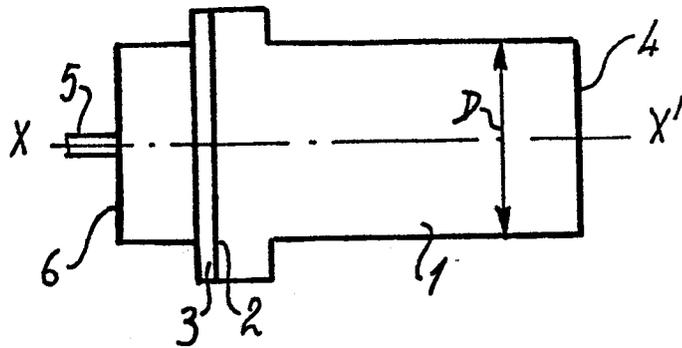
caractérisé en ce qu'il comprend une charge absorbante (11) placée en extrémité de l'antenne excitatrice (3) de manière à absorber l'énergie non dissipée dans le guide.

5 8. Aérien selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend un élément résonateur (12) aux fréquences élevées, placé au centre et en avant de l'antenne excitatrice (3).

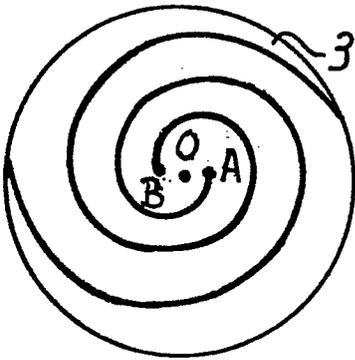
10 9. Aérien selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le guide (1) est rempli de matériau diélectrique (13), sa sortie (4) constituant une ouverture rayonnante.

10. Aérien selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'antenne excitatrice (3) imprimée sur un substrat est le support de composants micro-électroniques.

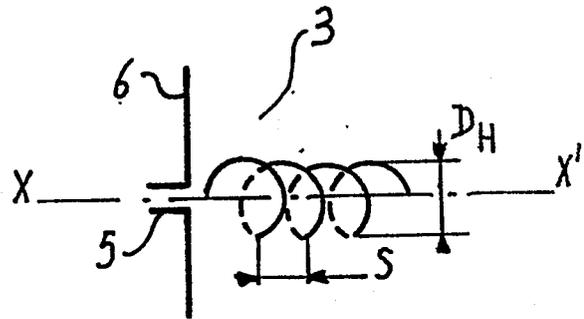
FIG_1



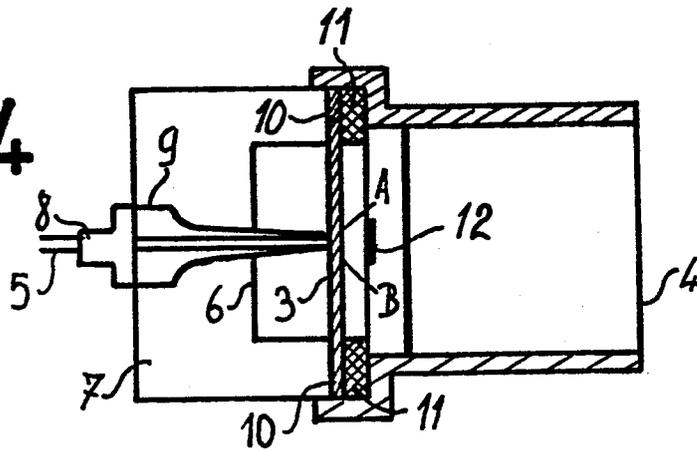
FIG_2



FIG_3



FIG_4



FIG_5

