

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 85400336.5

51 Int. Cl.⁴: **H 01 Q 21/24**
H 01 Q 9/16

22 Date de dépôt: 22.02.85

30 Priorité: 24.02.84 FR 8402857

43 Date de publication de la demande:
02.10.85 Bulletin 85/40

84 Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

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

72 Inventeur: **Cohen, Georges**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

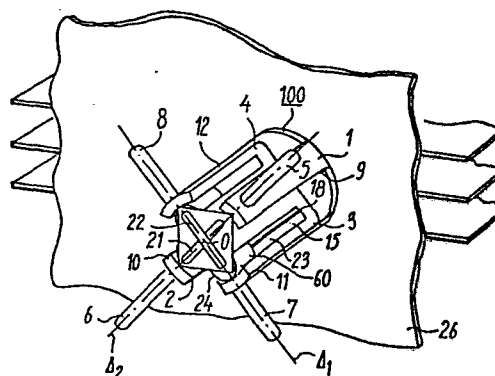
74 Mandataire: **Benoit, Monique et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

54 **Elément rayonnant des ondes électromagnétiques, et son application à une antenne à balayage électronique.**

57 **Elément rayonnant formé par deux dipôles orthogonaux réalisés chacun à partir de deux lignes coaxiales (1 et 2; 3 et 4) associées à deux brins rayonnants (5 et 6; 7 et 8), une des deux lignes coaxiales (1 ; 3) de chaque couple étant alimentée par une de ses extrémités (17 ; 18) de son conducteur central (13 ; 15) dont l'autre extrémité (19 ; 20) est reliée électriquement au conducteur central (14 ; 16) de l'autre ligne coaxiale qui est ouverte (2 ; 4) de façon à ce que les centres de phase (0) des deux dipôles soient confondus.**

Application à une antenne à balayage électronique.

FIG_1



ELEMENT RAYONNANT DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES
ET SON APPLICATION A UNE ANTENNE A BALAYAGE
ELECTRONIQUE

5 La présente invention concerne un élément rayonnant des ondes électromagnétiques, particulièrement intéressant par le fait qu'il peut rayonner avec une polarisation commutable. L'invention concerne également son application à la réalisation d'une antenne réseau, linéaire ou bi-dimensionnelle, du type antenne à balayage électronique notamment.

10 On connaît déjà des antennes réseaux à balayage électronique qui rayonnent des ondes électromagnétiques en polarisation rectiligne ou circulaire fixe. Or, il peut être intéressant de modifier en un temps très court la polarisation émise - en quelques dizaines de
15 us par exemple - notamment en présence de clutters ou de brouilleurs. Le taux d'élimination de ces éléments parasites sera d'autant plus important que l'on pourra aisément agir sur la polarisation, c'est-à-dire sur l'orientation du plan de polarisation dans le cas d'une
20 polarisation rectiligne ou sur les caractéristiques de l'ellipse de polarisation dans le cas d'une polarisation circulaire.

La présente invention permet de résoudre le problème technique posé par la commutation de polarisation d'un élément rayonnant, notamment en vue de la réalisation d'une antenne à balayage
25 électronique.

Pour cela, l'invention a pour objet un élément rayonnant conçu de telle sorte que la polarisation de l'onde électromagnétique qu'il émet est commutable. Un tel élément peut rayonner une onde suivant une polarisation commutable, qui peut être rectiligne suivant une direction donnée ou suivant une autre direction rectiligne
30 orthogonale à la précédente, ou bien encore circulaire droite ou

gauche avec, pour chacun des sens de rotation, plusieurs configurations possibles de l'ellipse de polarisation.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un élément rayonnant comportant deux couples de lignes coaxiales adjacentes deux à deux, associées chacune à un brin conducteur en contact électrique avec le conducteur extérieur de chaque ligne, chaque couple comprenant deux lignes disposées symétriquement par rapport à un axe de symétrie passant par les brins conducteurs des deux lignes de l'autre couple, les deux axes de symétrie étant orthogonaux de sorte que les 10 quatre brins forment deux dipôles orthogonaux et en ce qu'une des deux lignes coaxiales de chaque couple est alimentée par une des extrémités de son conducteur central et dont l'autre extrémité est reliée électriquement au conducteur central de l'autre ligne coaxiale ouverte, par une ligne de liaison électrique, de façon à ce que les 15 centres de phase des deux dipôles soient confondus.

L'invention vise également l'application de l'élément rayonnant selon l'invention à la réalisation d'une antenne réseau et notamment d'une antenne réseau à balayage électronique.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit, illustrée par les figures qui représentent des modes de réalisation non limitatifs donnés à titre d'exemple :

- 25 - les figures 1 et 2 : deux vues en perspective et en coupe transversale d'un élément rayonnant selon l'invention, suivant un mode de réalisation ;
- la figure 3 : une vue en perspective d'un élément rayonnant selon l'invention, suivant un autre mode de réalisation ;
- les figures 4 et 5 : deux vues, en coupe et arrière, d'un élément rayonnant associé à des moyens d'alimentation ;

- la figure 6 : une vue avant d'une antenne réseau linéaire selon l'invention ;

- la figure 7 : une vue avant d'une antenne réseau bi-dimensionnelle selon l'invention.

5 Les éléments portant les mêmes références dans les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

Suivant le mode de réalisation représenté sur les figures 1 et 2, l'élément rayonnant 100 objet de l'invention comporte
10 deux couples de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) associées chacune à un brin conducteur 5 à 8 respectivement. Les conducteurs extérieurs des lignes coaxiales 1 à 4 sont référencés respectivement 9 à 12 et leurs conducteurs centraux respectivement par 13 à 17. Chaque
15 couple de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) comprend deux lignes disposées symétriquement par rapport à un axe de symétrie, respectivement Δ_1 et Δ_2 , passant par les brins conducteurs (7 et 8 ; 5 et 6) des deux lignes (3 et 4 ; 1 et 2) de l'autre couple, ces deux axes Δ_1 et Δ_2 étant orthogonaux. Ainsi, les quatre brins conducteurs 5 à 8 constituent les brins rayonnants de deux dipôles croisés. L'excitation
20 des brins se fait par les conducteurs centraux des lignes coaxiales de la façon suivante : pour chaque couple de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) une des lignes 1 et 3 est alimentée par une des extrémités 17 et 18 respectivement de son conducteur central 13 et 15 dont l'autre extrémité est reliée électriquement au
25 conducteur central 14 et 16 de l'autre ligne coaxiale 2 et 4, qui est une ligne ouverte, par une ligne de liaison électrique 21 et 22.

Le centre de phase de chacun des deux dipôles ainsi constitués par deux lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) et par deux brins rayonnants (5 et 6 ; 7 et 8) se trouve situé au niveau de la ligne de
30 liaison 21 et 22, à égale distance des conducteurs centraux

(13 et 14 ; 15 et 16) des deux lignes. Les centres de phase de ces deux dipôles sont donc confondus au point O.

5 Dans l'exemple de réalisation non limitatif représenté en perspective sur la figure 1 et en coupe transversale dans la figure 2, chaque couple de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) associées à un
10 dipôle est constitué par deux cylindres de matériau conducteur, du métal par exemple, qui forment les conducteurs extérieurs des lignes. Ces derniers présentant chacun deux fentes 23 ; 24, pour la ligne coaxiale 3 par exemple, diamétralement opposées par rapport à l'axe de symétrie Δ_1 du dipôle formé par les deux brins conducteurs 7 et 8. Les fentes, de longueur L donnée, permettent l'excitation des brins rayonnants. Pour chaque couple de lignes coaxiales, une des lignes comporte un conducteur central de longueur L_0 égale à la longueur totale de la ligne et l'autre ligne qui
15 est une ligne ouverte comporte un conducteur central de longueur l inférieure à L.

Pour éviter des phénomènes de court-circuit entre les deux lignes de liaison qui se croisent, celles-ci doivent être isolées électriquement, non seulement l'une de l'autre, mais encore des
20 conducteurs extérieurs 9 à 12 des lignes coaxiales. Les lignes de liaison sont constituées chacune par exemple par une barrette de matériau diélectrique, photogravée sur une seule face, elles sont disposées perpendiculairement l'une à l'autre, les deux faces diélectriques en regard pour éviter les court-circuits électriques. Pour
25 assurer la liaison électrique entre les conducteurs centraux des deux lignes coaxiales de chaque couple, les lignes de liaison présentent chacune deux trous conducteurs 25 à leurs extrémités.

On peut constater sur les figures 1 et 2 la présence d'une
30 rondelle 60 de diélectrique destinée à assurer le centrage du conducteur central de chaque ligne coaxiale.

Sur la figure 3, comme sur la figure 1, l'élément rayonnant 100 est fixé sur un plan conducteur 26 jouant le rôle de plan réflecteur. Des brins métalliques 27 placés à l'avant des brins rayonnants 5 à 8 sont maintenus en place, parallèlement à chacun d'eux, par l'intermédiaire d'un support diélectrique 28 de faible constante diélectrique, dans le but de servir d'éléments directeurs. Ces éléments directeurs permettent d'obtenir, pour chacun des dipôles, des diagrammes de rayonnement voisins dans les plans site et gisement (par l'augmentation de la directivité dans le plan normal à l'axe des dipôles). La figure 3 représente le mode de réalisation préférentiel de l'élément rayonnant selon l'invention.

A cet élément rayonnant 100 objet de l'invention tel qu'il vient d'être décrit, on doit associer des moyens d'alimentation représentés figures 4 et 5, qui permettent à cet élément de rayonner selon plusieurs polarisations possibles. Les moyens d'alimentation comportent deux répartiteurs d'énergie 29 et 30 réalisés à partir de deux lignes de transmission hyperfréquence du type triplaque-air, suivant l'objet de la demande de brevet français publiée sous le No. 2 496 996. Dans l'application d'un tel élément à la réalisation d'une antenne réseau, qui sera décrite ultérieurement, les répartiteurs sont suivis chacun d'un déphaseur à diodes 31 et 32 de N bits représentés sur la figure 5 permettant d'obtenir une direction et une forme déterminée du faisceau de l'antenne comportant un tel élément rayonnant et de polariser l'onde émise suivant une caractéristique définie. Un dispositif de sortie 51 assure la liaison entre chaque répartiteur et le déphaseur associé. Chacun de ces déphaseurs 31 et 32 est d'autre part relié à des moyens de distribution 52 de puissance. Des moyens 53 de commande, d'alimentation et de test sont adjoints à ces déphaseurs.

Comme le montre plus précisément la figure 4, chacune des lignes de transmission est constituée par deux plaques conductrices parallèles 33 et 34 séparées l'une de l'autre par de l'air et élec-

triquement au même potentiel et par un ruban conducteur central 35 placé parallèlement et entre les deux plaques 33 et 34, à égale distance de celles-ci. Pour alimenter un élément rayonnant selon l'invention, il est nécessaire d'utiliser deux répartiteurs identiques qui sont superposés. Pour cela, un de leurs plans de masse est
5 constitué par une plaque conductrice commune 34.

Le ruban conducteur central 35 de chaque répartiteur est relié par une première extrémité à un déphaseur à diodes 31 et par une autre extrémité, au conducteur central 13 et 15 d'une des deux lignes coaxiales 1 et 3 de chaque couple qui, associé aux brins conducteurs 5 et 6, forment l'élément rayonnant, par l'intermédiaire
10 d'un piège quart d'onde classique 38 et d'une transition 39 ligne coaxiale - ligne triplaque également connue. Ce piège est réalisé par l'extrémité ouverte du conducteur central des lignes coaxiales 1 et 3, qui ramène un court-circuit à $\lambda/4$ de cette extrémité. La présence de diélectrique 50 autour du conducteur central permet de
15 réduire les dimensions mécaniques.

Le fonctionnement d'un élément rayonnant selon l'invention est alors le suivant. Considérons un couple de lignes coaxiales 1 et 2 associé à des brins conducteurs 5 et 6 formant un dipôle. Une partie
20 de l'énergie provenant du déphaseur 31 et circulant dans le répartiteur 29 puis dans une première ligne coaxiale 1 dont le conducteur central 13 est relié au conducteur central 35 du répartiteur, excite les fentes de cette ligne coaxiale tandis qu'une autre partie de cette énergie, qui est transmise par la ligne de liaison 21 reliant les deux
25 lignes coaxiales 1 et 2, excite les fentes de la deuxième ligne coaxiale ouverte 2. L'ensemble des courants créés par les quatre fentes alimente les brins conducteurs 5 et 6 du dipôle rayonnant. Les deux dipôles formant l'élément rayonnant sont alimentés chacun de la même façon de manière à ce que leurs deux centres de phase
30 soient confondus. Sans cette superposition de leurs deux centres de phase, il ne peut y avoir rayonnement selon une polarisation

circulaire dans une grande plage angulaire. L'adaptation et le découplage des deux dipôles de l'élément rayonnant sont obtenus par action sur les longueurs l des conducteurs centraux des deux lignes ouvertes.

5 Pour modifier la polarisation de l'onde émise, on agit sur l'état des diodes de l'un des déphaseurs 31 et 32. Si les deux déphaseurs sont dans le même état, l'onde rayonnée par l'élément rayonnant sera en polarisation linéaire verticale par exemple ; s'il diffère de π , la polarisation sera linéaire horizontale et s'il diffère de $\pi/2$ la polarisation sera circulaire droite ou gauche, etc...

10

Comme cela a été dit dans l'introduction de la demande, l'invention vise également l'application de l'élément rayonnant à la réalisation d'une antenne réseau qu'elle soit linéaire ou bidimensionnelle, comme le montrent les figures 6 et 7.

15 Dans le cas d'une antenne réseau linéaire, représentée en perspective figure 6, elle est composée d'éléments rayonnants 40 selon l'invention, alignés à l'une des extrémités d'un ensemble de deux répartiteurs d'énergie identiques 29 et 30 accolés l'un à l'autre comme précédemment. Pour un réseau linéaire donné, tous les éléments rayonnants 40 ont leurs dipôles inclinés selon deux mêmes directions orthogonales D_1 et D_2 et tous les dipôles de même inclinaison respectivement 41 et 42 sont alimentés par un même répartiteur 29 et 30 respectivement relié à un déphaseur à diodes à N bits 31 et 32 respectivement à son autre extrémité. Dans ce cas

20

25 de réseau linéaire, le ruban conducteur central 35 de chaque répartiteur (seul celui du répartiteur 29 a été représenté en pointillés), dont une première extrémité est reliée au déphaseur 31 est relié à son autre extrémité à des diviseurs en anneau 46 suivis de diviseurs à branches 47 réalisant des étages successifs de division de puissance afin de diviser la puissance d'entrée du répartiteur pour

30

alimenter en puissance chacun des éléments rayonnants 40.

Dans le cas d'une antenne réseau bidimensionnelle, à balayage électronique par exemple, représentée en perspective figure 7, elle est constituée par une pluralité de réseaux linéaires 45 tels qu'ils viennent d'être décrits, tous identiques et superposés. La distance d séparant deux réseaux linéaires 45 tient compte des données opérationnelles, notamment pour éviter l'apparition d'un lobe de réseau, et de l'encombrement des éléments rayonnants 40 les uns par rapport aux autres. Pour l'ensemble des éléments rayonnants de l'antenne, tous les dipôles sont inclinés selon seulement deux directions orthogonales, D_1 et D_2 .

Pour un réseau linéaire comme pour une antenne à balayage électronique, la polarisation de l'onde émise par l'antenne est fonction de l'état des diodes des deux déphaseurs liés à chaque réseau linéaire ; quant aux caractéristiques particulières de pointage et de largeur du faisceau, elles dépendent de l'état des déphaseurs. Le déphasage existant entre les états des deux déphaseurs de chaque réseau linéaire doit être le même pour tous les réseaux linéaires composant une antenne à balayage électronique. Le nombre possible de polarisation de l'onde émise par l'antenne est lié au nombre de bits des déphaseurs - pour des déphaseurs à quatre bits, il y a trente configurations possibles.

Ainsi viennent d'être décrits à la fois un élément rayonnant à polarisation commutable pouvant être utilisé comme source primaire et une antenne réseau à balayage électronique également à polarisation commutable constituée de multiples éléments rayonnants selon l'invention.

Un des avantages d'une antenne ainsi réalisée vient de son coût relativement faible dans la mesure où :

- les deux répartiteurs alimentant chaque réseau linéaire d'éléments rayonnants sont identiques ;
- les éléments rayonnants peuvent être fabriqués en série, par mise

au point d'un procédé industriel ;

- le conducteur central des lignes coaxiales est démontable.

5 Un autre avantage vient de la bonne conservation des caractéristiques de polarisation sur une partie du faisceau rayonné par l'antenne, grâce à la superposition des centres de phase des deux dipôles composant chaque élément rayonnant.

REVENDEICATIONS

1. Elément rayonnant comportant deux couples de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) adjacentes deux à deux, associées chacune à un brin conducteur (5 et 6 ; 7 et 8) en contact électrique avec le conducteur extérieur (9 et 10 ; 11 et 12) de chaque ligne coaxiale, caractérisé en ce que chaque couple comprend deux lignes (1 et 2 ; 3 et 4) disposées symétriquement par rapport à un axe de symétrie (Δ_1 ; Δ_2) passant par les brins conducteurs (7 et 8 ; 5 et 6) des deux lignes (3 et 4 ; 1 et 2) de l'autre couple, les deux axes de symétrie (Δ_1 ; Δ_2) étant orthogonaux de sorte que les quatre brins (5 à 8) forment deux dipôles orthogonaux et en ce qu'une des deux lignes coaxiales (1 ; 3) de chaque couple est alimentée par une des extrémités (17 ; 18) de son conducteur central (13 ; 15) dont l'autre extrémité (19 ; 20) est reliée électriquement au conducteur central (14 ; 16) de l'autre ligne coaxiale ouverte (2 ; 4), par une ligne de liaison électrique (21 ; 22), de façon à ce que les centres de phase (0) des deux dipôles soient confondus et en ce que chaque couple de lignes coaxiales (1 et 2 ; 3 et 4) associées à un dipôle est constitué par deux cylindres de matériau conducteur, formant les conducteurs extérieurs des lignes (9 et 10 ; 11 et 12), présentant chacun deux fentes (23 ; 24) diamétralement opposées par rapport à l'axe de l'autre dipôle de l'élément rayonnant, de longueur L donnée ; le conducteur central (14 ; 16) de la ligne coaxiale ouverte (2 ; 4) ayant une longueur l inférieure à L.

2. Elément rayonnant selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux lignes de liaison (21 ; 22) sont isolées électriquement d'une part l'une de l'autre et d'autre part des conducteurs extérieurs (9 à 12) des lignes coaxiales.

3. Elément rayonnant selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux lignes de liaison (21 ; 22) sont constituées chacune

5 par une barrette de matériau diélectrique, photogravée sur une seule face, les deux lignes étant disposées perpendiculairement l'une à l'autre, les deux faces diélectriques en regard, et en ce qu'elles présentent à chaque extrémité des trous (25) permettant la liaison électrique avec les conducteurs centraux (13 à 16) des lignes coaxiales.

10 4. Élément rayonnant selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il est associé à des moyens d'alimentation constituées par deux répartiteurs d'énergie (29 ; 30) identiques et superposés, réalisés à partir de deux lignes de transmission hyperfréquence du type triplaque-air, suivis chacun d'un déphaseur à diodes (31 ; 32) de N bits.

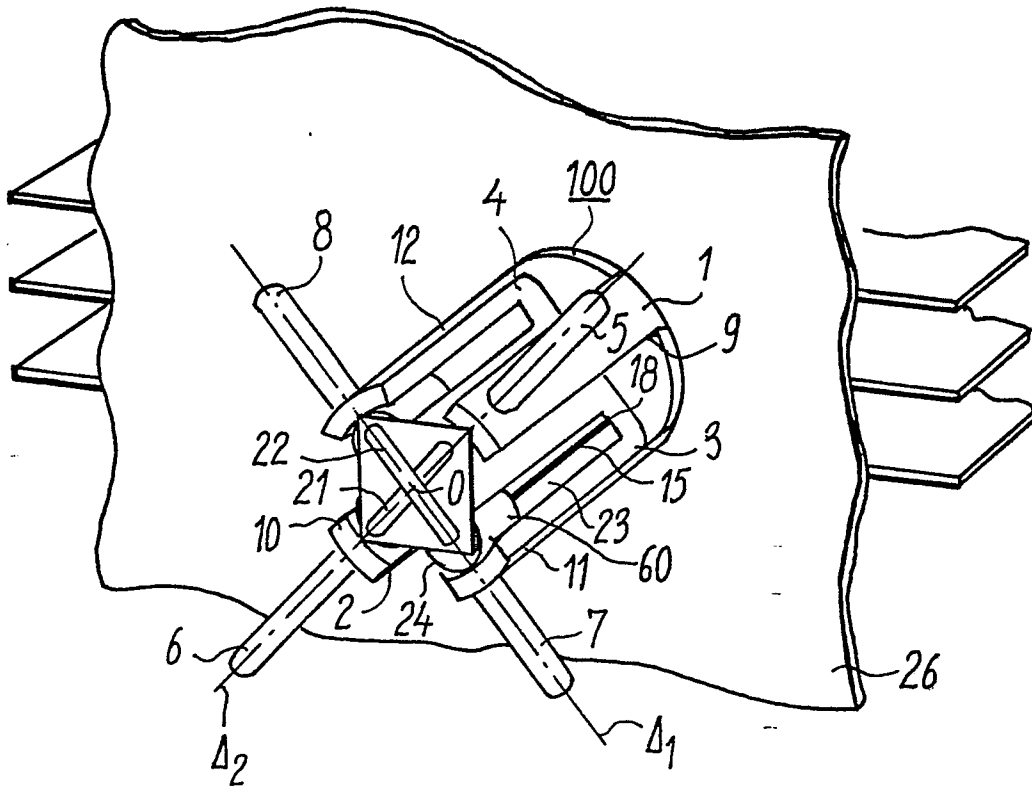
15 5. Élément rayonnant selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux répartiteurs d'énergie (29 ; 30) sont constitués chacun par deux plaques conductrices parallèles (33 et 34), séparées par de l'air et électriquement au même potentiel, et par un ruban central conducteur (35) placé parallèlement entre les deux plaques (33 et 34), les deux répartiteurs (29 ; 30) présentant une plaque commune (34) et ayant leur conducteur central (35) relié par une première extrémité (36) à un déphaseur (31) et par une deuxième extrémité (37) opposée à la première, au conducteur central d'une des deux lignes coaxiales (1 ; 3) de chaque couple.

25 6. Antenne réseau linéaire, caractérisée en ce qu'elle est constituée par une pluralité d'éléments rayonnants (40) selon l'une des revendications 1 à 5, ces éléments étant alignés à l'une des extrémités d'un ensemble de deux répartiteurs d'énergie identiques (29 ; 30) superposés, connectés chacun à un déphaseur (31 ; 32) à son autre extrémité.

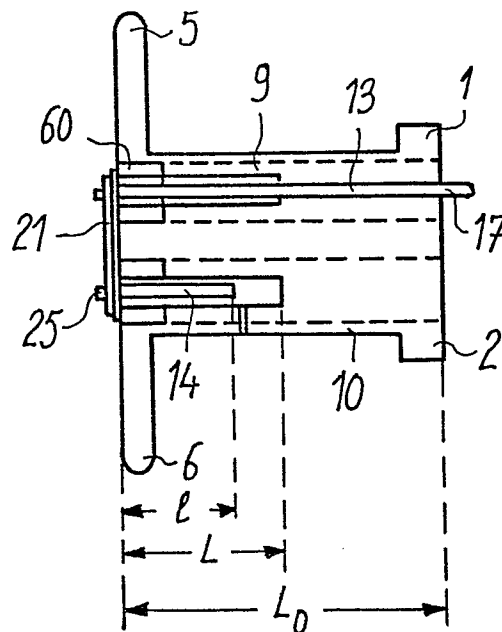
30 7. Antenne réseau à balayage électronique, caractérisée en ce qu'elle est constituée par une pluralité de réseaux linéaires d'éléments rayonnants selon la revendication 6.

1/4

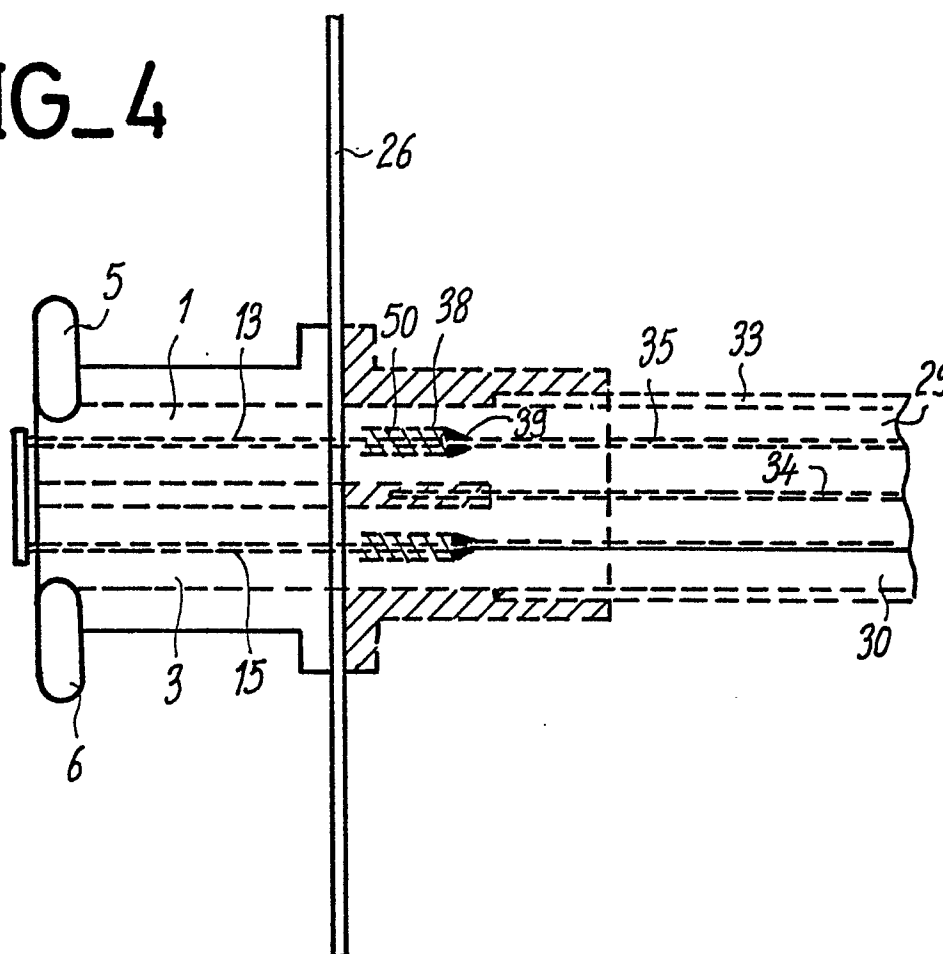
FIG_1



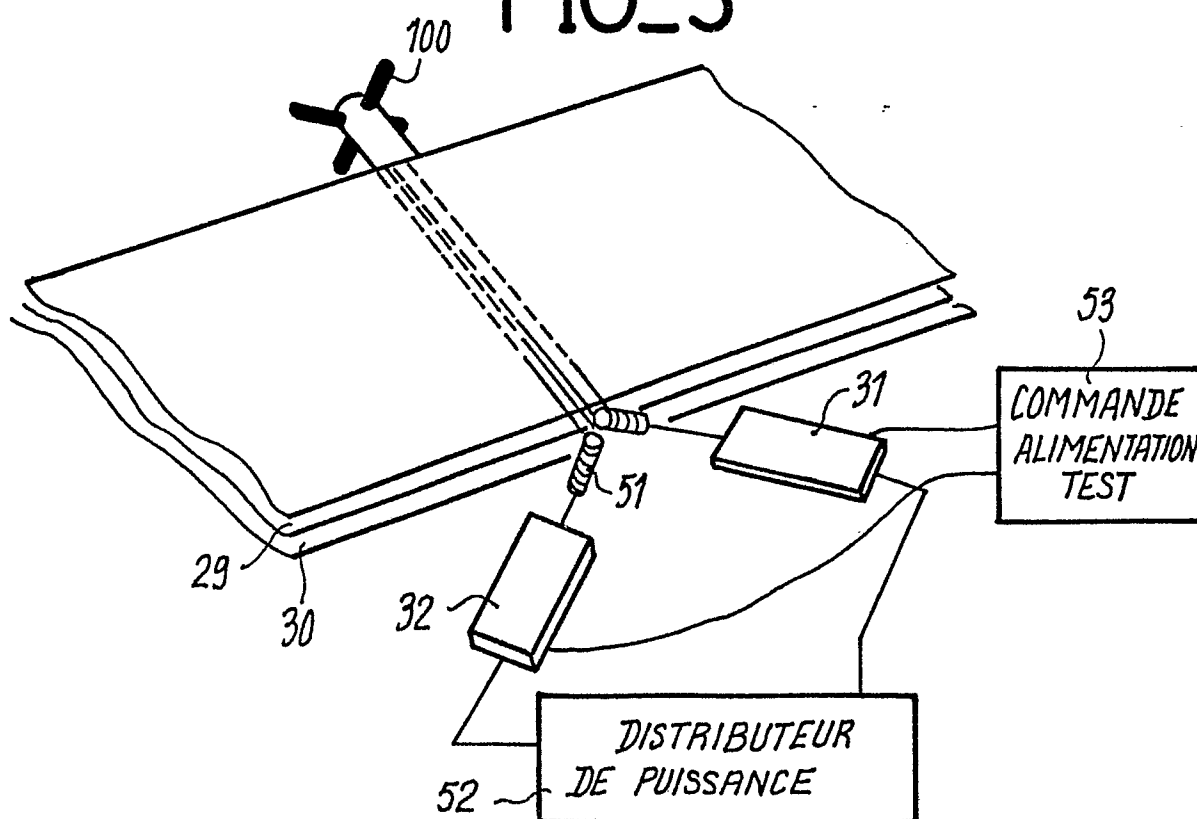
FIG_2



FIG_4



FIG_5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0156684

Numéro de la demande

EP 85 40 0336

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 439 483 (NATIONAL AERONAUTICS) * En entier *	1,2,4	H 01 Q 21/24 H 01 Q 9/16
A	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. MTT-14, no. 3, mars 1966, pages 112-119, New York, US; G. OLTMAN: "The compensated balun" * En entier *	1	
A	US-A-4 109 254 (E.W. WOLOSZCZUK) * Figures 5,6; colonne 3, lignes 15-50 *	1	
A	FR-A- 942 896 (C.F.T.H.) * En entier *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	FR-A-1 327 622 (AZIONI CO-EL)		H 01 Q
A	FR-A-2 347 792 (THE U.S.A.)		
A	FR-A-2 046 880 (KATHREIN-WERKE)		
A	DE-B-1 101 536 (SIEMENS)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-06-1985	Examineur CHAIX DE LAVARENE C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			