

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **89402585.7**

⑥ Int. Cl. 5: **H 01 Q 5/00**  
**H 01 Q 21/24, H 01 Q 21/06**

㉑ Date de dépôt: **21.09.89**

③① Priorité: **21.09.88 FR 8812332**

④③ Date de publication de la demande:  
**28.03.90 Bulletin 90/13**

⑥④ Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

⑦① Demandeur: **AGENCE SPATIALE EUROPEENNE**  
**8-10, rue Mario Nikis**  
**F-75738 Paris Cedex 15 (FR)**

⑦② Inventeur: **Roederer, Antoine Georges**  
**Breloftpark 32**  
**Noordwijk (NL)**

**Ramos, Emmanuel**  
**Floris Versterstraat 1**  
**Oegstgeest (NL)**

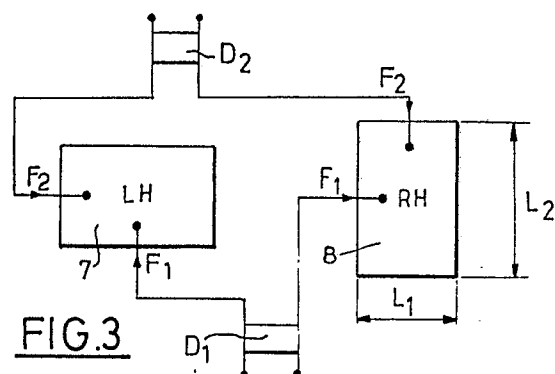
⑦④ Mandataire: **Rodhain, Claude et al**  
**Cabinet Claude Rodhain 30, rue la Boétie**  
**F-75008 Paris (FR)**

⑥④ **Antenne composite à duplexage à polarisation circulaire.**

⑥⑦ L'invention concerne une antenne composite à duplexage à polarisation circulaire.

Elle comprend au moins un couple de radiateurs (7, 8) à polarisation linéaire horthogonale et alimentés avec un déphasage de 90° ; dans chaque couple, chaque radiateur travaille à deux fréquences différentes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>) présentant des polarisations orthogonales entre elles.

L'invention s'applique en particulier aux antennes utilisées dans les techniques spatiales.



## Description

**Antenne composite à duplexage à polarisation circulaire.**

La présente invention concerne les antennes composites fonctionnant en émission et en réception simultanées sur deux fréquences. Pour séparer le canal récepteur du canal émetteur dont la puissance est nettement plus élevée, on utilise généralement un duplexeur. Il est nécessaire de prévoir un duplexeur pour chaque élément actif de l'antenne si bien que le nombre des duplexeurs est égal au nombre d'éléments actifs.

Les duplexeurs présentent généralement un volume et un poids supérieurs à ceux de l'élément radiateur ; de ce fait, l'utilisation de duplexeurs entraîne une augmentation importante du poids et de l'encombrement, ce qui est particulièrement gênant dans le cas d'applications spatiales. C'est pourquoi il est désirable de réduire le poids et l'encombrement du duplexeur ou même de le supprimer.

Une solution consiste à utiliser des polarisations opposées pour la transmission et la réception, le polariseur réalisant la séparation nécessaire ; cependant, cette solution n'est généralement pas acceptable au niveau du système complexe.

Une autre solution, qui est décrite dans l'article de T SHIOKAWA et al dans la revue IECE of Japan, technical report, AP 86-60, propose l'utilisation de radiateurs duplexeurs pour obtenir un fonctionnement en polarisation circulaire. Les radiateurs qui sont proposés dans ce document fournissent un isolement de 20 à 30 dB entre l'émission et la réception et il est actuellement nécessaire de prévoir des filtres passe bande pour compléter la séparation désirée.

Dans les deux cas qui viennent d'être décrits, les radiateurs sont composés de deux radiateurs élémentaires, l'un fonctionnant en émission, et l'autre fonctionnant en réception, qui sont montés selon une configuration astucieuse afin d'occuper la même surface. Dans une première réalisation, le radiateur est constitué d'une pastille (PATCH) double à duplexage constituée de deux plaques en matière diélectrique munies de revêtements métalliques. On utilise la sélectivité en fréquence entre la pastille du dessus et la pastille du dessous ; cette solution est intéressante mais elle complique la structure du radiateur et augmente par conséquent, le poids et l'encombrement.

L'impédance, les performances de polarisation croisée et la configuration sont affectées par la dissymétrie du système d'alimentation. En plus de cela, il faut revoir fortement la conception pour réaliser l'assemblage double des pastilles et leur duplexage.

Une autre solution est décrite dans le brevet français n°84 14189 du 17 septembre 1984 (Publié sous le n°2 570 546) de la demanderesse ; il s'agit d'une antenne multifilaire hélicoïdale, constituée de brins de rayonnement indépendants, enroulés en hélice autour d'un même noyau, lesdits brins étant décalés angulairement de manière régulière les uns par rapport aux autres, au moins deux brins de

rayonnement de ladite antenne étant connectés chacun en continu à un appareil émetteur ou récepteur distincts.

Cette dernière solution n'est pas sélective en fréquences et entraîne une perte de gain.

La présente invention a pour objet une antenne du type précité qui permet d'éviter les problèmes qui viennent d'être exposés ainsi que de supprimer les duplexeurs. En outre, l'invention se propose de traiter les problèmes des produits d'intermodulation passive, ce qui peut être un facteur décisif pour éviter l'utilisation de deux ensembles d'antennes séparés pour le fonctionnement en transmission et en réception.

L'invention permet également de supprimer la polarisation axiale croisée et de réaliser des configurations de radiation symétrique.

L'invention a pour objet une antenne composite à duplexage du type à polarisation circulaire. Elle est notamment remarquable en ce qu'elle comprend au moins un couple de radiateurs à polarisations linéaires orthogonales (verticale et horizontale), les deux radiateurs d'un même couple étant alimentés avec un déphasage relatif de 90°, et en ce que, dans chaque couple de radiateurs, chaque radiateur reçoit et/ou émet des signaux à deux fréquences différentes présentant des polarisations orthogonales entre elles, un radiateur travaillant à une première fréquence ( $F_1$ ) en polarisation verticale et une deuxième fréquence ( $F_2$ ) en polarisation horizontale, et l'autre radiateur travaillant à la première fréquence ( $F_1$ ) en polarisation horizontale et à la deuxième fréquence ( $F_2$ ) en polarisation verticale.

L'utilisation de radiateurs à polarisation circulaire, permet une transmission et une réception simultanées de deux signaux polarisés circulairement et ayant un mode de polarisation identique à des fréquences différentes, et cela sans interférence mutuelle.

Selon un mode de réalisation, une des fréquences est assignée à la réception et l'autre fréquence est assignée à l'émission. Selon un autre mode de réalisation de l'invention, l'antenne travaille soit en émission, soit en réception sur les deux fréquences.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'antenne composite comporte deux couples de radiateurs.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on utilise des répartiteurs de puissance d'alimentation, constitués par des coupleurs hybrides à 3 dB ; ceci permet d'obtenir deux polarisations circulaires par fréquence.

Avantageusement, on utilise des répartiteurs de puissance non compensés dans la zone de bord de l'antenne-réseau.

Selon un mode de réalisation pratique de l'invention, les radiateurs sont constitués par des pastilles en circuit imprimé en forme de microbande, et les lignes d'alimentation sont situées dans le même plan que les radiateurs ; avantageusement, les lignes d'alimentation sont imprimées sur le même substrat

que les pastilles.

Enfin, on peut également prévoir que les lignes d'alimentation de chaque fréquence sont situées à des niveaux différents ce qui limite la possibilité de couplage éventuel d'intermodulation d'une bande sur l'autre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, en se référant aux dessins ci-annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un couple de radiateurs fournissant une polarisation circulaire,
- la figure 2 représente deux couples de radiateurs disposés et alimentés pour fournir une polarisation circulaire,
- la figure 3 est un schéma plus détaillé de l'antenne de la figure 1, et
- la figure 4 est un schéma plus détaillé de l'antenne de la figure 2.

La présente invention est basée sur l'utilisation d'antennes composites ou antennes-réseaux qui comportent au moins un couple d'éléments radiateurs à polarisations linéaires orthogonales, ces deux radiateurs étant disposés l'un par rapport à l'autre et alimentés de manière à réaliser une polarisation circulaire ; l'alimentation des deux radiateurs en couple étant faite simplement sous un déphasage mutuel de  $90^\circ$ , il est possible de travailler en émission et réception simultanées sans avoir à utiliser de duplexeurs.

La possibilité d'obtenir une polarisation circulaire en utilisant des éléments radiateurs à polarisation linéaire a été décrite dans l'article JOHN HUANG "A Technique for an array to Generate Circular Polarization with Linearly Polarized Elements" publié dans la revue "IEEE Transactions on Antennas and Propagation", volume AP-34, n°9 de Sept. 1986. Les figures 1 à 4 illustrent de telles antennes à polarisations circulaires.

La figure 1 représente une première antenne-réseau comportant un seul couple d'éléments rayonnants dont les modes de polarisation sont coplanaires et orthogonaux. Ces deux éléments, qui peuvent être constitués par des pastilles en circuit imprimé 1 et 2, de forme rectangulaire, sont disposés perpendiculairement l'un à l'autre et alimentés avec un déphasage de  $90^\circ$ , un premier élément 1 étant alimenté sans déphasage et un deuxième élément 2 étant alimenté avec un déphasage de  $90^\circ$ .

Sur la figure 2, on a représenté un ensemble de deux couples d'éléments à radiateurs à polarisations orthogonales ; les éléments ou pastilles 5 et 6 à polarisation verticale sont combinés avec des pastilles 3 et 4 à polarisation horizontale. L'excitation des éléments à polarisation horizontale 3 et 4 présente un déphasage de  $90^\circ$  par rapport à l'excitation des éléments à polarisation verticale 5 et 6. On peut obtenir une polarisation circulaire droite ou gauche en fonction de l'orientation et de la phase de l'excitation.

L'invention propose d'utiliser ce type d'alimentation engendrant une polarisation circulaire avec une sélection des fréquences des deux éléments radiateurs d'un même couple. La figure 3 représente

schématiquement le circuit d'alimentation d'une telle antenne constituée par un seul couple de deux éléments 7 et 8 à polarisations linéaires orthogonales. Chaque élément radiateur du couple représenté reçoit et/ou émet deux fréquences  $F_1$  et  $F_2$  suivant des modes d'excitation linéaire orthogonaux ; ainsi, l'élément radiateur 7 est alimenté à une fréquence  $F_1$  pour laquelle il rayonne en polarisation linéaire verticale et à une fréquence  $F_2$  pour laquelle il rayonne en polarisation linéaire horizontale. Le deuxième élément radiateur du couple 8 est alimenté de manière inverse, c'est-à-dire qu'il reçoit ou émet la fréquence  $F_1$  et rayonne en polarisation linéaire horizontale et la fréquence  $F_2$  en rayonnant en polarisation linéaire verticale. En d'autres termes, chaque élément radiateur supporte deux modes de polarisation linéaire orthogonaux sous deux fréquences différentes.

Le déphasage de l'alimentation pour chaque fréquence est réalisé au moyen de diviseurs ou répartiteurs tels que des répartiteurs hybrides de puissance à 3 dB  $D_1$  et  $D_2$  ; on peut également utiliser d'autres répartiteurs ou diviseurs de puissance tels que des diviseurs en T avec des longueurs de ligne d'alimentation différentes, pour créer le déphasage.

L'alimentation des pastilles 7 et 8 aux fréquences  $F_1$  et  $F_2$  est telle que l'ensemble des deux pastilles crée une polarisation circulaire gauche ou droite selon la répartition des fréquences sur chacune des pastilles.

Il est nécessaire que les éléments radiateurs de chaque couple soient adaptés en impédance sur les deux fréquences dans leur deux directions orthogonales, de manière à éviter une réduction du gain. Les fréquences de résonance sont déterminées par un choix approprié des dimensions  $L_1$  et  $L_2$  de la pastille constituant l'élément radiateur.

Pour réaliser les éléments radiateurs à polarisation linéaire, on peut utiliser tous types de radiateurs appropriés, tels que des dipôles croisés imprimés, des fentes, des radiateurs en cornets, etc, à la place des pastilles microbandes représentées sur les figures.

On peut également, dans le cas de pastilles, utiliser des pastilles imprimées à deux couches. Dans ce cas, l'espace entre les éléments est plus serrée qu'avec des pastilles à double excitation en polarisation circulaire pour lesquelles, il y a plus de couplage mutuel.

Les réseaux d'alimentation peuvent être dans le même plan que les éléments ; ils sont imprimés sur le même substrat dans le cas d'éléments réalisés sous forme de circuits imprimés. On peut également prévoir, toujours dans le cadre d'éléments plats, que les différentes lignes d'alimentation soient à des niveaux différents. En particulier, on peut disposer les réseaux d'alimentation correspondant aux deux fréquences sur deux niveaux séparés, ce qui limite les possibilités de couplage d'une quelconque intermodulation ou les signaux erratiques d'une bande vers l'autre.

L'antenne représentée à la figure 3, qui comporte un seul couple d'éléments, peut être utilisée soit en émission-réception simultanées, une fréquence

étant réservée à l'émission et une fréquence à la réception, soit en émission ou en réception sur les deux fréquences.

Dans le cas d'une antenne composite comportant un seul couple d'éléments radiateurs, c'est-à-dire dans le cas de la figure 3, on peut polariser d'une manière parfaitement circulaire la radiation dans la ligne de visée mais les configurations de radiation ne seront pas symétriques.

On peut également utiliser une antenne réseau comportant deux couples d'éléments radiateurs comme représenté sur la figure 4. Dans ce cas, les configurations de radiation seront symétriques du fait de la symétrie de la configuration elle-même et une telle antenne à deux couples d'éléments est donc préférable.

Si la répartition de la puissance est réalisée au moyen de diviseurs en T, on ne pourra disposer que d'une fréquence par polarisation circulaire ; par contre, si l'on utilise des coupleurs hybrides à 3 dB, on pourra engendrer deux polarisations circulaires par fréquence si cela s'avère nécessaire.

Le mode de réalisation représenté à la figure 4 permet d'obtenir toutes les lignes d'alimentation sur le même niveau ; elles peuvent être réalisées sous forme de circuits imprimés en même temps que les éléments radiateurs ; elles peuvent être également réalisées sous forme de microbandes (microstrip), en forme de lignes (stripline) ou sous forme d'axes rectangulaires (squareaxe) fixés en dessous du plan de base.

On voit que l'invention permet de réaliser une antenne qui est très simple par rapport aux antennes complexes de duplexage de l'art antérieur. Par ailleurs, la méthode d'alimentation est compatible avec n'importe quel type de radiateur double à polarisation linéaire.

Une des raisons de la simplicité de l'antenne selon l'invention est qu'il n'y a pas besoin de modifier la conception de l'élément radiateur.

L'optimisation des performances du radiateur, en particulier en ce qui concerne la polarisation croisée et la réduction du couplage mutuel, améliore également la symétrie de configuration de la radiation.

Les produits d'intermodulation passive engendrés dans le circuit émetteur sont isolés du canal récepteur, ce qui n'est pas le cas des antennes réseaux classiques dans lesquelles les canaux d'émission et de réception utilisent le même réseau d'alimentation en amont du duplexeur. Ceci doit être un facteur décisif pour éviter d'avoir à utiliser deux antennes réseaux séparées pour le fonctionnement en émetteur-récepteur.

La méthode d'alimentation d'un réseau de duplexage selon l'invention comprend les réseaux de la bande F et permet l'application à des réseaux et à des sources des satellites relais de transmission de données, le réseau actif ARAMIS, les radiateurs LOCSTAR etc... (European Data Relay Satellite).

La description ci-dessus n'a été fournie qu'à titre d'exemple nullement limitatif et il est évident que l'on peut y apporter des modifications ou variantes sans sortir du cadre de la présente invention.

En particulier, l'invention s'applique aux antennes

réseaux comportant un nombre quelconque de couples d'éléments radiateurs à polarisation linéaire pourvu que leur orientation et leur déphasage soient appropriés. Par ailleurs, comme indiqué plus haut, l'invention s'applique à tout type d'éléments radiateurs polarisés linéairement ou même elliptiquement.

Il peut être nécessaire de réaliser une répartition non compensée au moyen d'un diviseur en T ou de diviseurs hybrides, en particulier dans la région de bord d'un réseau dans lequel les conditions de couplage mutuel ne seraient pas symétriques et pourraient induire une polarisation croisée avec un système équilibré.

## Revendications

1) Antenne composite à duplexage à polarisation circulaire, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un couple de radiateurs (1,2 ; 3,5 ; 4,6 ; 7,8) à polarisations linéaires orthogonales (verticale et horizontale), les deux radiateurs d'un même couple étant alimentés avec un déphasage relatif de 90°, et en ce que dans chaque couple de radiateurs, chaque radiateur reçoit et/ou émet des signaux à deux fréquences différentes présentant des polarisations orthogonales entre elles, un radiateur travaillant à une première fréquence (F<sub>1</sub>) en polarisation verticale et à une deuxième fréquence (F<sub>2</sub>) en polarisation horizontale, et l'autre radiateur travaillant à la première fréquence (F<sub>1</sub>) en polarisation horizontale et à la deuxième fréquence (F<sub>2</sub>) en polarisation verticale.

2) Antenne composite selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une fréquence est affectée à l'émission et une autre fréquence est affectée à la réception.

3) Antenne composite selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'antenne travaille soit en émission, soit en réception sur les deux fréquences (F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>).

4) Antenne composite selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte deux couples d'éléments radiateurs (3,5 ; 4,6).

5) Antenne composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les répartiteurs de puissance d'alimentation (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>) sont des coupleurs hybrides à 3 dB.

6) Antenne composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que on prévoit des répartiteurs de puissance non compensés dans la zone de bord de ladite antenne composite.

7) Antenne composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les lignes d'alimentation sont disposées dans le même plan que les éléments radiateurs.

8) Antenne composite selon la revendication 7, caractérisée en ce que les éléments radiateurs sont réalisés sous forme de circuits imprimés sur un substrat et en ce que les lignes

d'alimentation sont également réalisées en circuits imprimés sur le même substrat.

9) Antenne composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les alimentations des deux fréquences ( $F_1$ ,  $F_2$ ) sont disposées à des niveaux différents.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

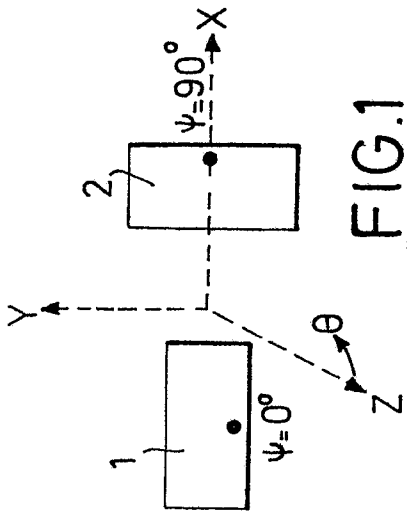


FIG. 1

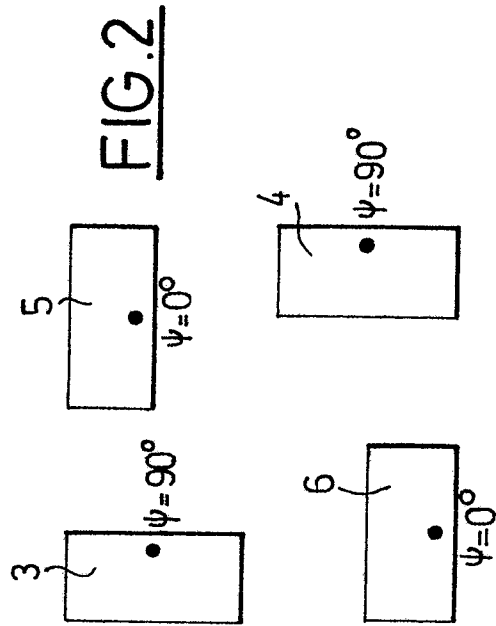


FIG. 2

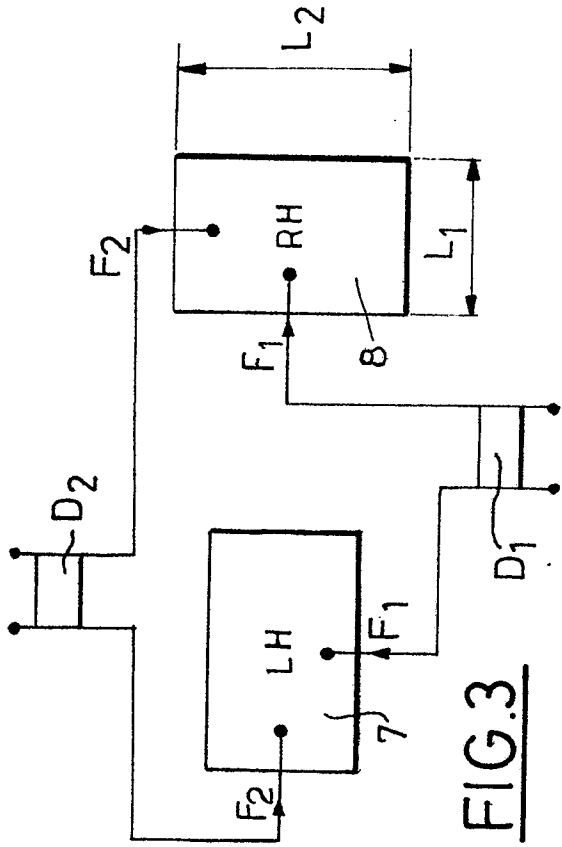


FIG. 3

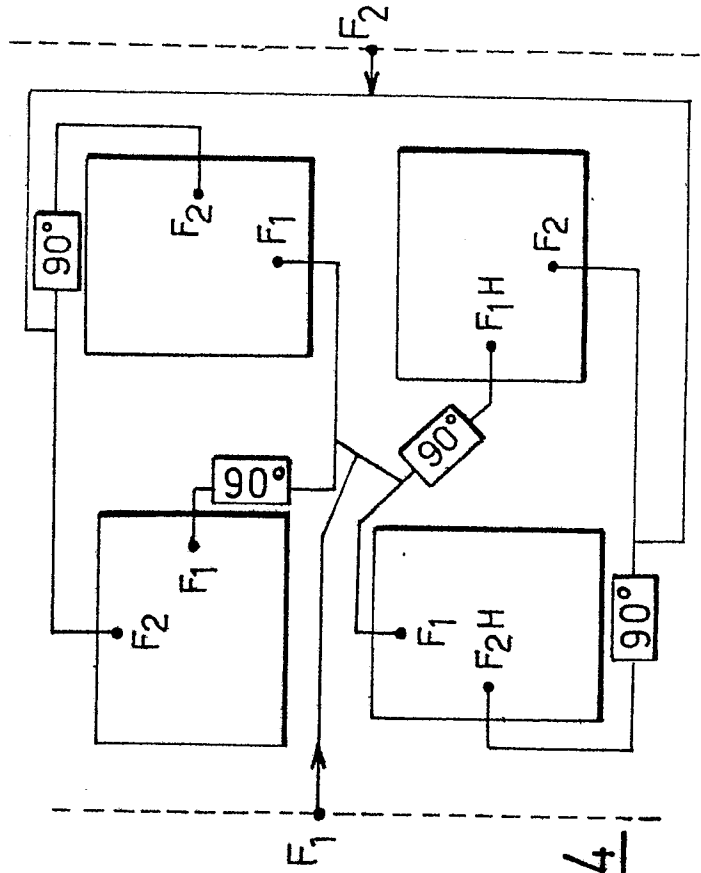


FIG. 4



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.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 145 (E-407)[2202], 28 mai 1986; & JP-A-61 7706 (NIHON MUSEN K.K.) 14-01-1986 * Résumé *	1-3,5	H 01 Q 5/00 H 01 Q 21/24 H 01 Q 21/06
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 145 (E-407)[2202], 28 mai 1986; & JP-A-61 7707 (NIHON MUSEN K.K.) 14-01-1986	1,4,5	
X	GB-A-2 189 080 (THORN EMI) * Figures 1,2; page 1, lignes 46-56 *	1-4	
A	MICROWAVE JOURNAL, vol. 30, no. 4, avril 1987, pages 87-96, Norwood, MA., US; F. LALEZARI et al.: "mm-Wave microstrip antennas" * Figure 11 *	1-4,6-8	
A	US-A-3 921 177 (R.E. MUNSON) * Figure 2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-4 464 663 (F. LALEZARI et al.) * En entier *	1,6-8	H 01 Q
A	EP-A-0 270 209 (STC PLC)		
A	US-A-3 971 032 (R.E. MUNSON et al.)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15-11-1989	Examineur CHAIX DE LAVARENE C.P.H.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> 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	