(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 664 749**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 09006**

(51) Int Cl^5 : H 01 Q 13/10

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 11.07.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 17.01.92 Bulletin 92/03.

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

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

(71) **Demandeur(s) :** *CENTRE REGIONAL D'INNOVATION ET DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE DE BRETAGNE, (CRITT)* — FR et *UNIVERSITE DE RENNES 1* — FR.

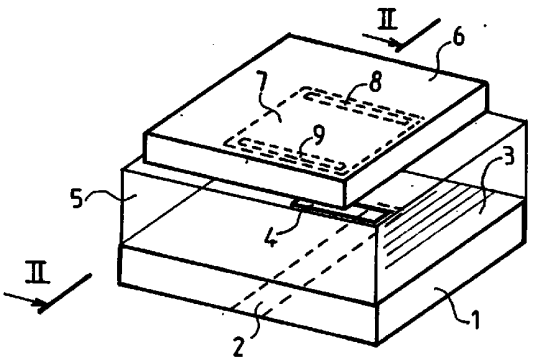
(72) **Inventeur(s) :** Dupuis Philippe, Daniel Jean-Pierre, Louis, Marie et Himdi Mohammed.

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

(74) **Mandataire :** Le Guen Louis Cabinet L. Le Guen.

(54) Antenne microonde.

(57) L'invention concerne une antenne microonde du type à alimentation par fente comprenant une première plaque (1) en matériau diélectrique dont la face inférieure est pourvue d'une ligne microruban d'alimentation 2 et la face supérieure d'une couche métallique (3) la recouvrant entièrement à l'exception d'une fente (4) qui, vue de dessus, est perpendiculaire à la ligne microruban (2), une couche (5) en matériau diélectrique et une seconde plaque (6) en matériau diélectrique dont la face inférieure est pourvue d'une pastille métallique (7), ladite antenne pouvant être munie d'une couche métallique (10) parallèle à la couche (1) et sous elle. Elle est remarquable en ce que la pastille (7) est pourvue d'au moins un couple de fentes (8 et 9) si bien qu'elle présente deux fréquences d'accord.



FR 2 664 749 - A1

2664749

L'invention concerne une antenne microonde fonctionnant à deux fréquences distinctes.

Dans certaines applications de télécommunication ou de radar, il est parfois nécessaire d'avoir une application qui fonctionne simultanément selon deux fréquences. Par exemple, on peut émettre des signaux en les modulant sur une première fréquence et recevoir, simultanément, d'autres signaux modulés sur une seconde fréquence. Ou bien, on émet, de façon aléatoire, des signaux modulés sur une fréquence et d'autres signaux sur une autre fréquence.

Dans la plupart des cas, on utilise deux antennes l'une fonctionnant sur une première fréquence et l'autre sur la seconde fréquence. On citera, à titre d'exemple, le système connu sous le nom de "système LOCSTAR" qui fonctionne sur une fréquence d'émission de 1,618 GHz et sur une fréquence de réception de 2,491 GHz.

Afin de simplifier ces systèmes travaillant à deux fréquences, on a été amené à concevoir des antennes fonctionnant à deux fréquences. On peut citer un article de S.E. Davidson, S. A. Long et W. F. Richards qui décrit, dans la revue "Electronics letters" de septembre 1985, des antennes à microrubans qui présentent deux bandes de fréquences de travail.

Par ailleurs, on connaît des antennes à alimentation par fente qui fonctionnent sur une bande de fréquences unique. Ce type d'antenne est généralement constituée d'une première plaque en matériau diélectrique sur la surface inférieure de laquelle est imprimée une ligne microruban, une seconde plaque en matériau diélectrique sur la surface supérieure de laquelle est imprimée une pastille métallique et, entre les deux plaques, un plan métallique présentant, en son centre, une fente. Cette structure est particulièrement intéressante car sa technologie de fabrication est simple et donc peu coûteuse.

Dans ce contexte particulier, le but de l'invention est de prévoir une antenne microonde fonctionnant dans deux bandes de fréquences distinctes, cette antenne étant une antenne à alimentation par fente.

Pour ce faire, on a trouvé qu'en prévoyant au moins un couple de fentes dans la pastille supérieure d'une antenne à fente, celle-ci présentait un comportement bifréquence.

Les caractéristiques de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite

description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels:

la Fig. 1 est une vue en perspective d'une antenne selon l'invention,

la Fig. 2 est une vue en coupe selon le plan vertical II/II de la Fig. 1,

la Fig. 3 est une vue de dessus d'une antenne selon l'invention, la plaque supérieure étant considérée comme tranparente pour mieux voir la pastille,

la Fig. 4 est un diagramme d'impédance selon un abaque de Smith d'une antenne particulière selon l'invention,

les Fig. 5a à 5d sont des courbes de caractéristiques directionnelles d'une antenne particulière selon l'invention,

la Fig. 6 est un circuit électrique équivalent qui permet d'expliquer le fonctionnement d'une antenne selon l'invention, et

les Figs. 7a à 7c sont des vues de dessus de pastilles utilisées par des antennes selon des réalisations différentes de l'invention.

L'antenne représentée aux Figs. 1 à 3 est essentiellement constituée d'une première plaque 1 en un matériau diélectrique. On a considéré, dans la présente description, que la forme de la plaque 1 est carré, mais elle peut, en réalité, être de forme quelconque. Sur sa surface inférieure, est imprimée une ligne d'alimentation microruban 2 qui est métallique. Sur sa face supérieure, la plaque 1 est entièrement recouverte d'une couche 3 d'un matériau conducteur à l'exception d'une fente 4 prévue dans la couche 3. La fente 4 est, vue de dessus, perpendiculaire à la ligne microruban 2. Elle est généralement, mais pas nécessairement, positionnée symétriquement par rapport à la longueur de la ligne 2.

Elle comprend encore, recouvrant la première plaque 1 et la couche 3, une couche 5 d'un matériau diélectrique et une seconde plaque 6 d'un matériau diélectrique dont la fonction essentielle est d'assurer une protection de l'antenne. Sur la face inférieure de la plaque 6, est prévue une pastille métallique 7 présentant, par exemple, la forme d'un rectangle de longueur a et de largeur b. Dans certain mode de réalisation d'une antenne selon l'invention, la pastille 7 forme un disque.

On a représenté à la Fig. 2 une plaque 10 métallique située sous la plaque 1, parallèle à elle, et servant de plaque réflectrice.

On remarquera que l'antenne décrite jusqu'ici est une antenne à alimentation par fente travaillant sur une bande de fréquences unique. Ce type d'antenne est parfaitement connu de l'homme de métier.

On a trouvé qu'en munissant la pastille 7 d'un couple de deux fentes 8 et 9 situées au voisinage des côtés opposés de la pastille 7 qui sont parallèles à la fente 4 et qui les longe, on pouvait faire travailler l'antenne sur deux fréquences distinctes. Avantageusement, bien que cela ne soit pas obligatoire au bon fonctionnement de l'antenne, les fentes 8 et 9 sont symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe de symétrie de la pastille 7 qui est parallèle à leurs longueurs.

On a réalisé une antenne comme celle qui vient d'être décrite avec deux fentes 8 et 9 et présentant les dimensions indiquées ci-dessous.

La première plaque 1 a une épaisseur d'environ 0,8 mm et forme un carré d'environ 150 mm de côté. Elle est constituée dans un matériau présentant une constante diélectrique de 2,55.

La couche 5 a une épaisseur de 3,2 mm et est constituée dans un matériau de constante diélectrique voisine de 1. La fente 4 a une longueur de 18 mm et une largeur de 2 mm.

La pastille 7 présente la forme d'un carré dont le côté est de 47 mm. Un des côtés de la pastille 7 est parallèle à la longueur de la fente 4. Entre les côtés longitudinaux externes des deux fentes, est prévue une distance d de 42 mm. La largeur w des fentes 8 et 9 est de 1,5 mm et leur longueur l est de 46 mm.

Enfin, la seconde plaque 6 a une épaisseur de 1,6 mm et présente une constante diélectrique de 2,55.

La couche 3 et la pastille 7 sont constituées dans un matériau métallique tel que de l'aluminium ou du cuivre.

La courbe de la caractéristique d'impédance de cette antenne est montrée à la Fig. 4 selon un abaque de Smith. On y voit les points obtenus mesurés à différentes fréquences: le point P1 à une première fréquence de 2,060 GHz, P2 à une seconde fréquence de 2,075 GHz, P3 à une troisième fréquence de 2,090 GHz, P4 à une quatrième fréquence de 3,005 GHz et P5 à une dernière fréquence de 3,057 GHz. On constate que pour des fréquences voisines de 2,075 GHz et de 3,005 GHz, l'antenne est particulièrement bien adpatée. Elle présente, en effet, une réactance très faible et une résistance d'environ 50 Ohms. Il est

donc clair, à la lecture, de cet abaque, qu'une antenne selon l'invention présente deux fréquences d'accord.

Avec une telle antenne, le plan H est le plan vertical parallèle à la longueur de la fente 4 et le plan E est le plan vertical perpendiculaire à sa longueur.

On a tracé ses diagrammes directionnels, dans les plans H et E pour les composantes principales et les composantes croisées, d'abord à une fréquence de 2,06 GHz (Figs. 5a et 5b) et ensuite à une fréquence de 3,06 GHz (Figs. 5c et 5d). On constate, d'après ces diagrammes, que les composantes principales forment un lobe à environ - 3 dB d'angle au sommet compris entre 30° et 45°. Quant aux composantes croisées, elles sont faibles comparées aux composantes principales puisqu'elles en sont inférieures de 30 dB. Cette dernière caractéristique est particulièrement intéressante.

On a également effectué des mesures de gain récapitulées dans le tableau suivant:

Gain autour de la 1ère résonance		Gain autour de la 2ème résonance	
F(GHz)	Gain (dB)	F(GHz)	Gain (dB)
2,05	6,1	3	8,2
2,06	7,1	3,036	8,7
2,075	7,4	3,06	8,13
2,09	6,25	3,11	8,1

On constate que, pour les deux fréquences de 2,06 GHz et 3,036 GHz, qui sont les fréquences où les gains sont maximum, ils ont un même ordre de grandeur d'environ 7 à 8 dB.

On a représenté à la Fig. 6 un circuit équivalent permettant de calculer l'impédance d'une antenne selon l'invention. Ce circuit peut être facilement décrit par un logiciel de conception assistée par ordinateur. Ce circuit comprend deux lignes 10 et 20 respectivement de longueur L1 et L2 aux extrémités desquelles sont montées, en parallèle, un condensateur C et une résistance R. Les longueurs L1 et L2 représentent respectivement les distances des bords longitudinaux de la fente 4 aux côtés du carré de la pastille 7. Les résistances R et les condensateurs C ont des valeurs qui dépendent respectivement de la quantité d'énergie rayonnée par les bords de la pastille 6 vers la couche 3 et de la quantité d'énergie localisée autour de la structure

rayonnante. Les deux lignes 10 et 20 sont alimentées par un transformateur 30. L'enroulement primaire 31 du transformateur 30 présente une impédance qui est égale à l'impédance caractéristique des antennes à alimentation par fente.

Les fentes 8 et 9 sur la pastille sont considérées comme des lignes à fente court-circuitées qui ont leur propre impédance caractéristique Zc^{as} et leurs propres constantes de propagation k^{as}. Ces fentes sont considérées comme non rayonnantes, puisqu'elles se trouvent dans une zone où les courants sur la pastille sont très faibles.

Comme les fentes 8 et 9 sont aux extrémités de la pastille, elles entraînent une modification de la valeur de la capacité C équivalente si bien que l'admittance de charge Ypastille = 1/R + j B qui devient:

$$Ypastille = 1/R + j(B + Bf)$$

avec

B= 2nfC, f étant la fréquence de travail, et

$$B_f = \frac{-2}{Zc^{as}} \cot g\left(\frac{k^{as} l}{2}\right)$$

$\underline{l}$ étant la longueur de chaque fente 8 et 9.

Le fonctionnement à deux fréquences de l'antenne de l'invention est parfaitement décrit par ce modèle.

On comprendra que, le connaissant, il est possible de faire l'optimisation de tous les paramètres de l'antenne, en particulier, la longueur des fentes 8 et 9, leurs positions par rapport aux côtés de la pastille, leur largeur $\underline{w}$ et longueur $\underline{l}$ afin d'obtenir une antenne présentant une impédance caractéristique et des fréquences de travail donnés.

L'invention concerne également des antennes dont la pastille comporte deux fentes 8 et 9 parallèles entre elles placées assymétriquement par rapport à un axe de symétrie de la pastille qui joint deux côtés opposés (Fig. 7a).

On prévoit aussi des antennes à alimentation par fente dont la pastille présentent une pluralité de couples parallèles entre eux de fentes parallèles entre elles 8 et 9. On aura remarqué que les longueurs des fentes ne sont pas toutes égales. On a représenté une

telle structure dans le cas où le nombre de couples est de deux. Ce nombre pourrait être plus élevé. Cette configuration permet d'obtenir une antenne dont les largeurs des bandes de fréquences sont augmentées par rapport au cas où la pastille 7 comprend un seul couple de fentes. Dans cette configuration, le couple central peut se réduire à une seule fente (Fig. 7b).

Une antenne à alimentation par fente qui utilise le concept de l'invention et qui est particulièrement intéressante consiste à prévoir deux couples de fentes 8 et 9 qui soient orthogonaux entre eux (Fig. 7c). On obtient les caractéristiques mentionnées ci-dessus dans les deux plans E et H et, de plus, les mêmes caractéristiques dans deux autres plans respectivement orthogonaux à ces premiers plans. Il est ainsi possible, par excitation en quadrature de phase pour deux fréquences différentes, d'obtenir une polarisation circulaire ou élliptique à deux fréquences.

L'invention prévoit également une antenne à alimentation par fente dont la pastille 7 est un disque et dont les couples de fentes 8 et 9 sont en arc de cercle de même centre que le disque. On a représenté une seule couple de fentes 8 et 9 sur la Fig. 7d, mais une pluralité de couples peuvent coexister sur le disque.

REVENDICATIONS

1) Antenne microonde du type à alimentation par fente comprenant une première plaque (1) en matériau diélectrique dont la face inférieure est pourvue d'une ligne microruban d'alimentation 2 et la face supérieure d'une couche métallique (3) la recouvrant entièrement à l'exception d'une fente (4) qui, vue de dessus, est perpendiculaire à la ligne microruban (2), une couche (5) en matériau diélectrique et une seconde plaque (6) en matériau diélectrique dont la face inférieure est pourvue d'une pastille métallique (7), ladite antenne pouvant être munie d'une couche métallique (10) parallèle à la couche (1) et sous elle, caractérisée en ce que la pastille (7) est pourvue d'au moins un couple de fentes (8 et 9).

2) Antenne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pastille (7) est un disque pourvu d'au moins un couple de fentes (8 et 9) en arc de cercle.

3) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce la pastille (7) est pourvue d'au moins un couple de fentes (8 et 9) parallèles entre elles.

4) Antenne selon la revendication 1 ou 3, caractérisée en ce que la pastille (7) présente une forme rectangulaire, un des côtés de ladite pastille (7) étant perpendiculaire à la longueur de la fente.

5) Antenne selon la revendication 4, caractérisée en ce que les fentes sont parallèles à un des bords de ladite pastille (7).

6) Antenne selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que la pastille (7) est pourvue de deux fentes (8 et 9) situées au voisinage des côtés opposés de la pastille (7) qui sont parallèles à la fente (4) dans la couche (3) et qui les longe.

7) Antenne selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les fentes (8 et 9) sont symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe de symétrie de la pastille (7) parallèle à leurs longueurs.

8) Antenne selon une des revendications 4 à 7, caractérisée en ce que la pastille (7) est pourvue d'une pluralité de couples de fentes (8 et 9) parallèles entre elles et un côté de la pastille qui est parallèle à la fente (4) dans la couche (3).

9) Antenne selon la revendication 8, caractérisée en ce que, dans chaque couple de fentes, les fentes (8 et 9) sont situées

symétriquement l'une de l'autre par rapport à l'axe de symétrie de la pastille (7) parallèles à leurs longueurs.

10) Antenne selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que le couple central est réduit à une seule fente.

11) Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que la pastille (7) est pourvue de deux couples de fentes (8 et 9) parallèles entre elles et situées symétriquement par rapport à un axe de symétrie du carré qui passe par ses côtés opposés, chaque couple étant perpendiculaire à l'autre.

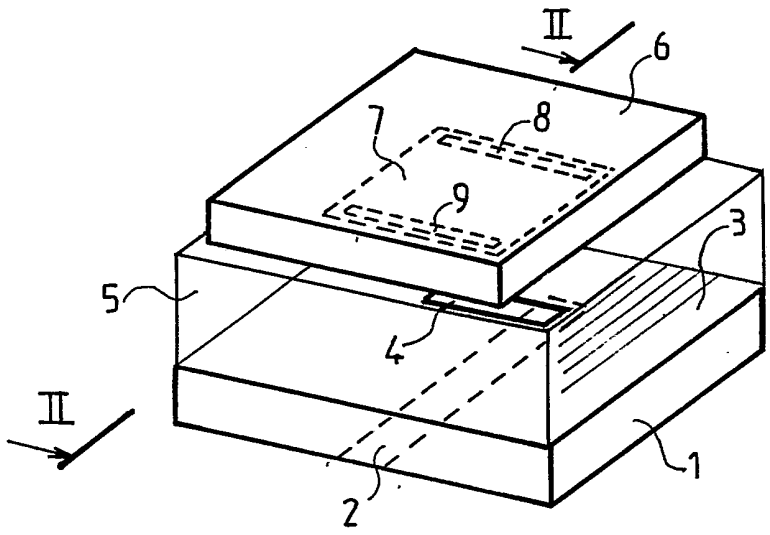


FIG.1

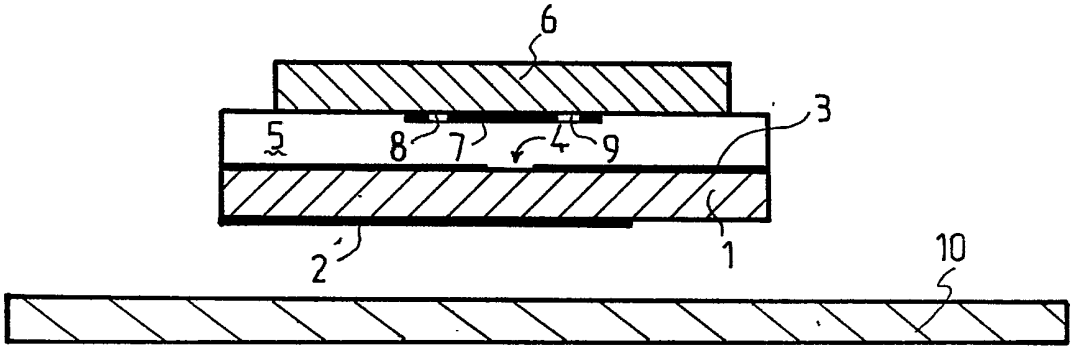


FIG.2

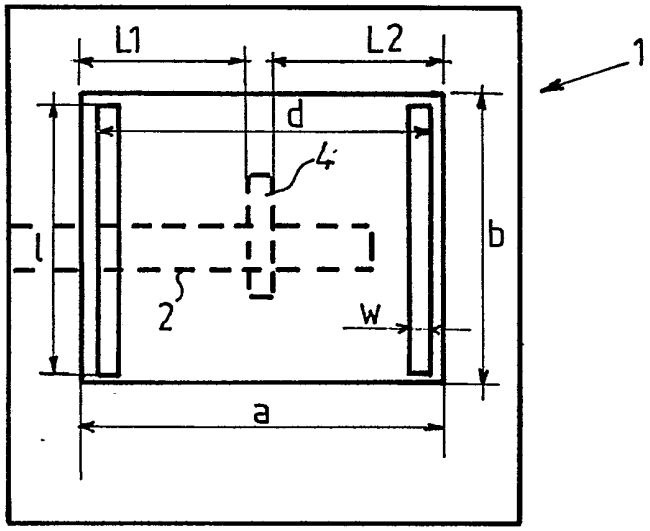


FIG.3

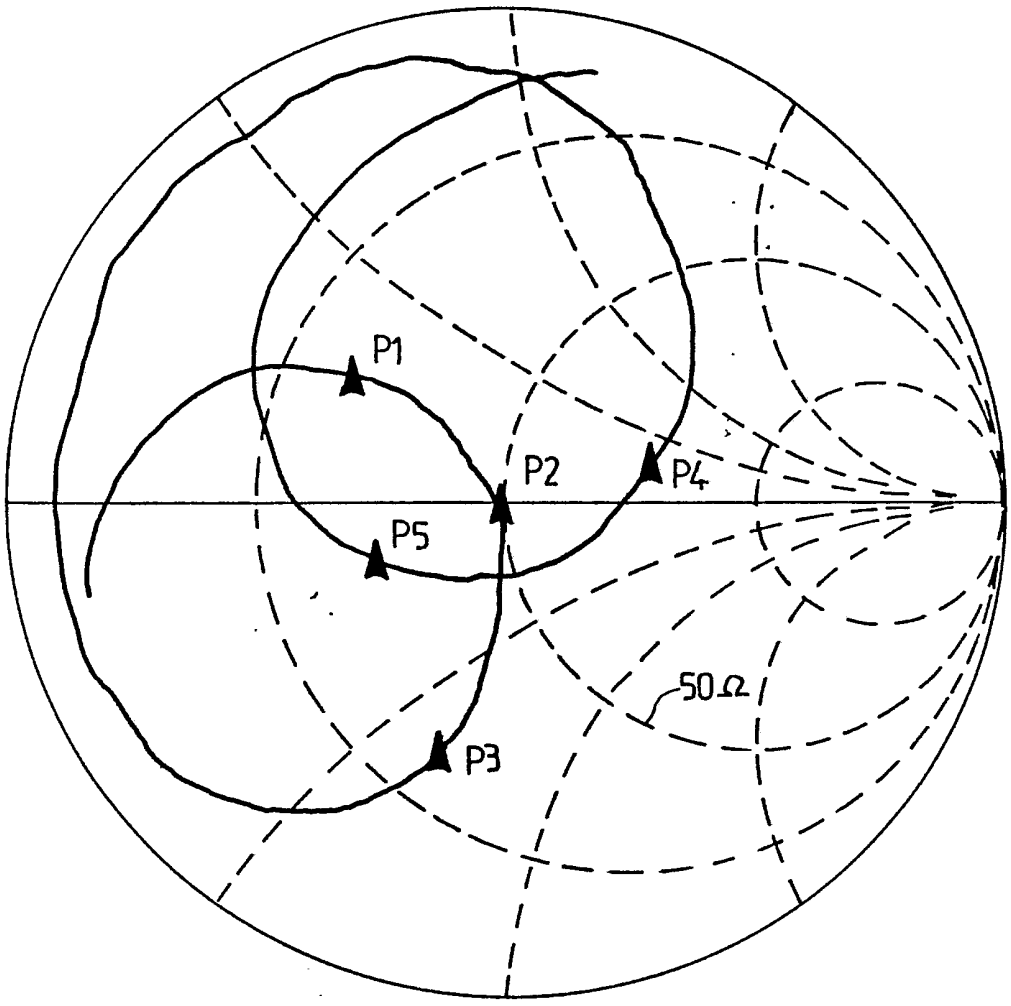


FIG.4

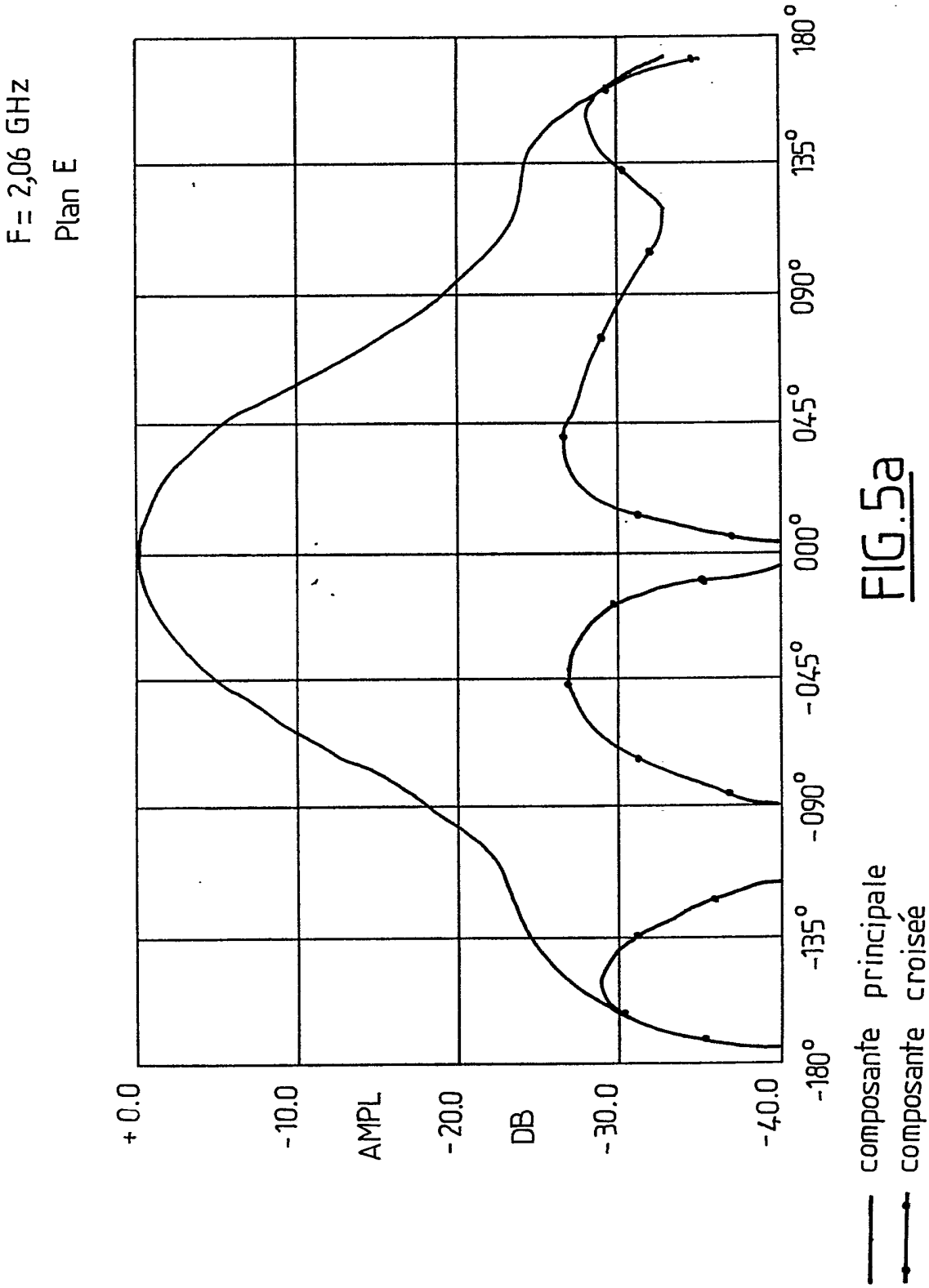

F= 2,06 GHz
Plan E
+ 0.0
-10.0
-20.0
-30.0
-40.0
AMPL
DB
-180°
-135°
-090°
-045°
000°
045°
090°
135°
180°
composante principale
composante croisée

FIG.5a

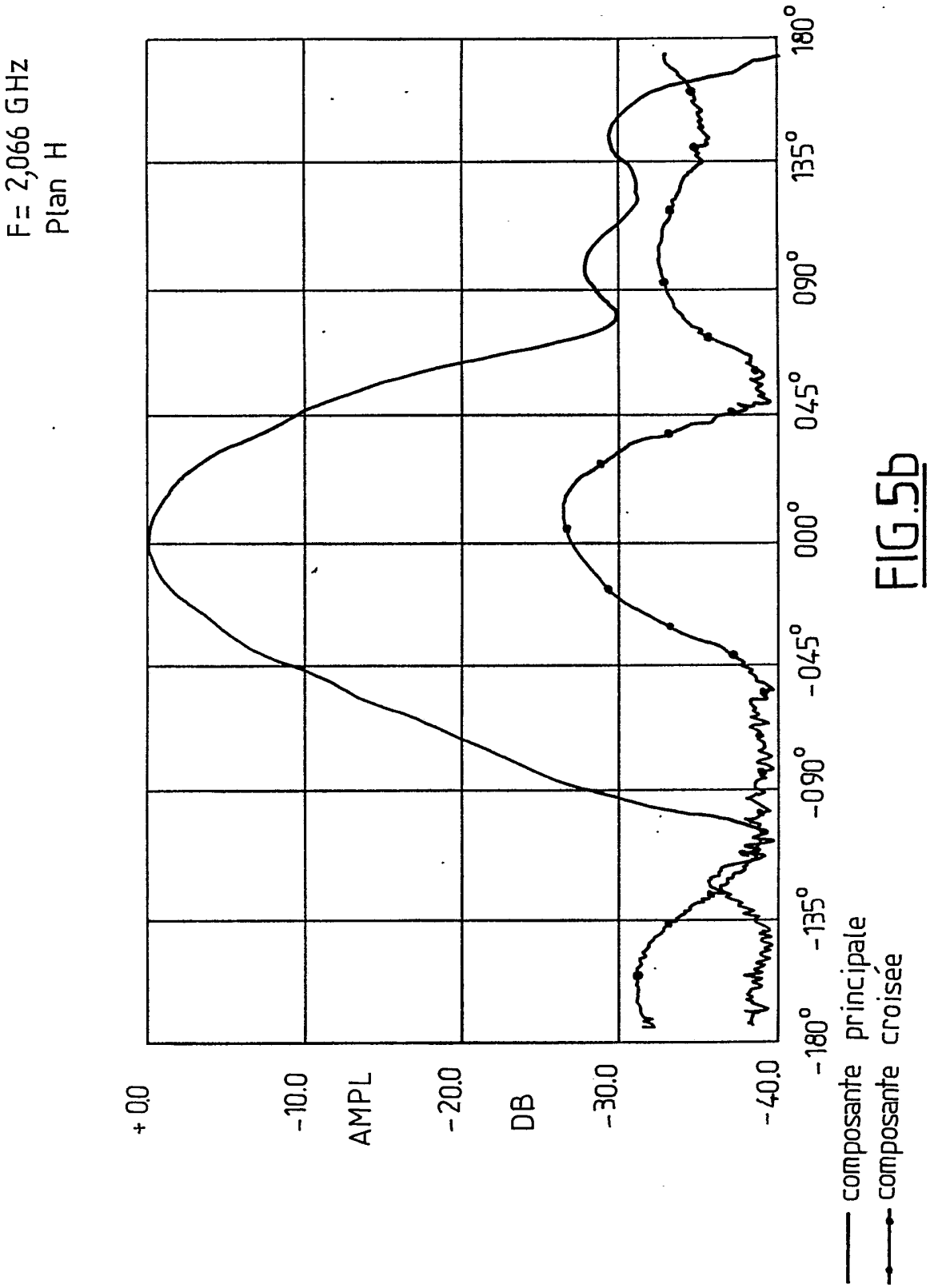

F= 2,066 GHz
Plan H
+ 0.0
-10.0
AMPL
-20.0
DB
-30.0
-40.0
-180°
-135°
-090°
-045°
000°
045°
090°
135°
180°
composante principale
composante croisée

FIG.5b

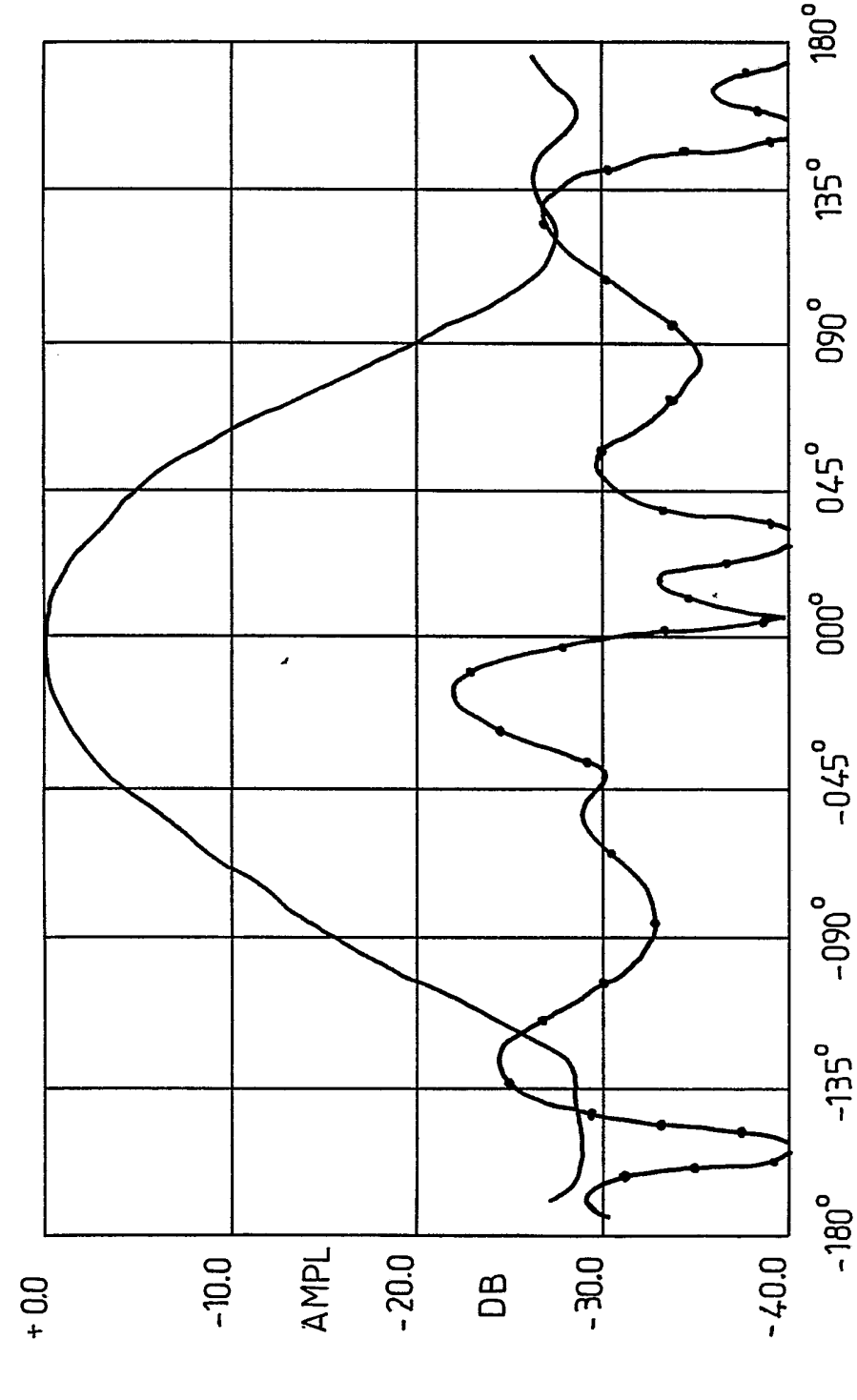

F = 3,06 GHz
Plan E
+ 0.0
-10.0
-20.0
-30.0
-40.0
AMPL
DB
-180°
-135°
-090°
-045°
000°
045°
090°
135°
180°
composante principale
composante croisée

FIG.5c

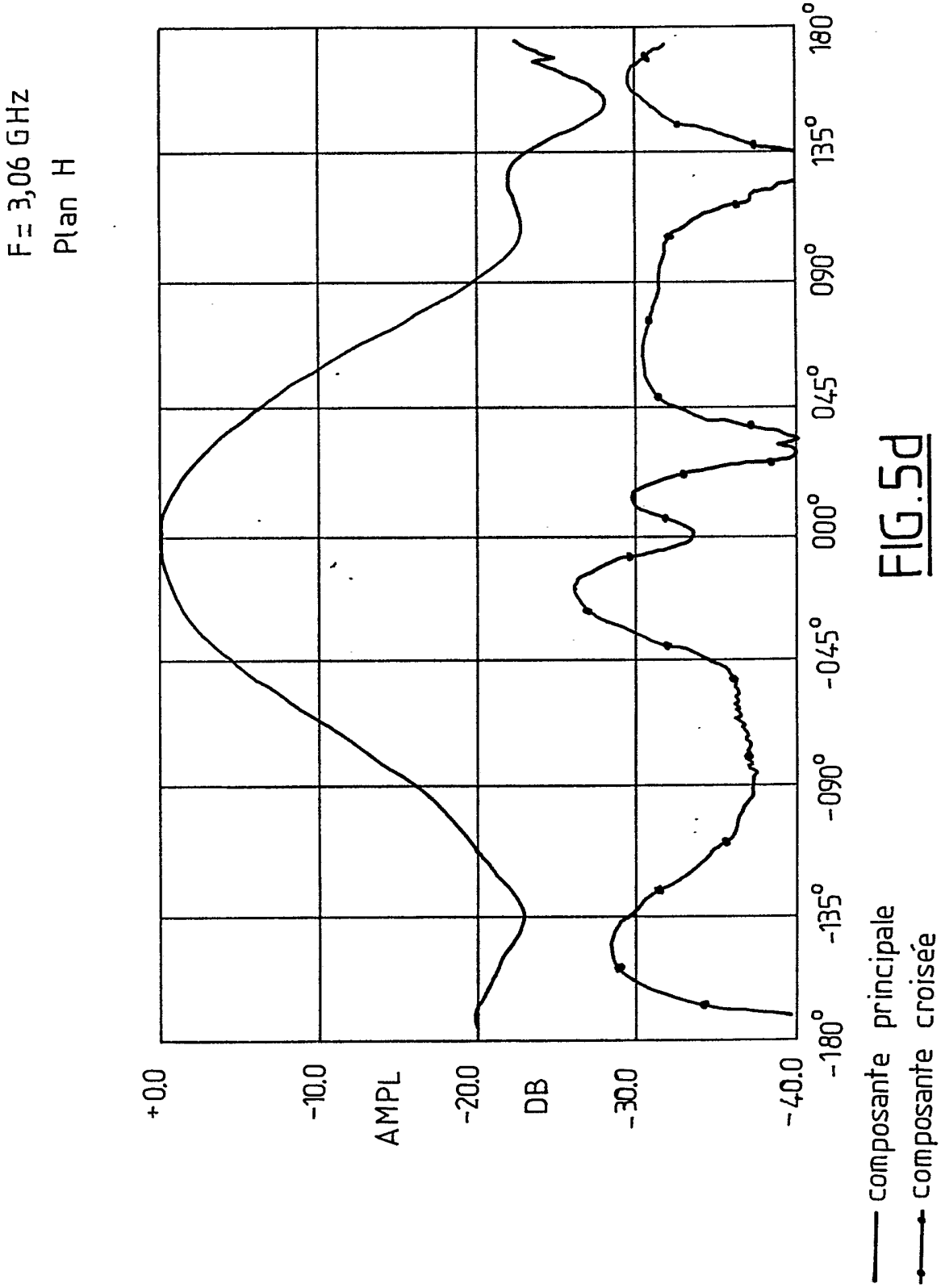

F= 3,06 GHz
Plan H
+0.0
-10.0
-20.0
-30.0
-40.0
AMPL
DB
-180°
-135°
-090°
-045°
000°
045°
090°
135°
180°
composante principale
composante croisée

FIG.5d

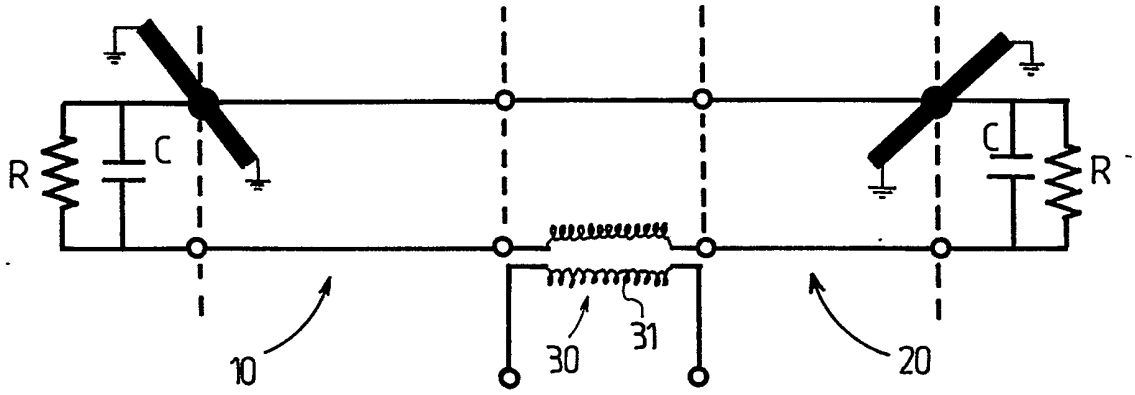


FIG.6

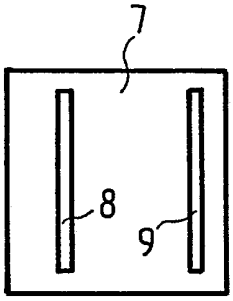


FIG.7a

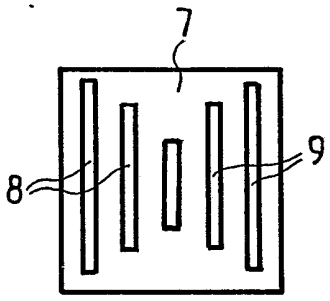


FIG.7b

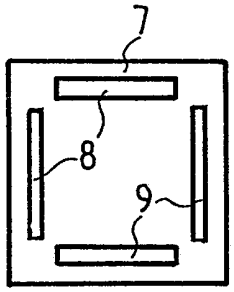


FIG.7c

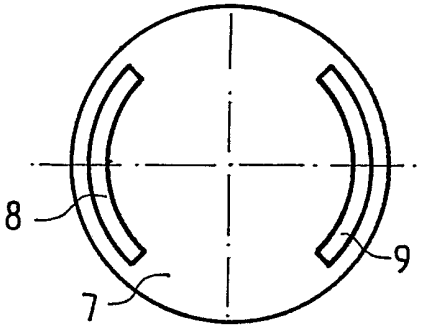


FIG.7d

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2664749

N° d'enregistrement national

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 9009006
FA 448817

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
Y	ELECTRONICS LETTERS. vol. 24, no. 23, 10 novembre 1988, ENAGE GB pages 1433 - 1435; Zürcher: "THE SSFIP: A GLOBAL CONCEPT FOR HIGH-PERFORMANCE BROADBAND PLANAR ANTENNAS" * page 1433; figure 1 *	1, 3, 4
Y	US-A-4771291 (LO ET AL.) * abrégé; figures 1, 4, 7 *	1, 3, 4
A	US-A-4692769 (GEGAN) * abrégé; figures 1, 3 *	1, 2
A	EP-A-0342175 (COMMUNICATIONS SATELLITE) * abrégé; figures 3b, d, f *	1-5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

H01Q

Date d'achèvement de la recherche: 05 MARS 1991

Examinateur: ANGRABEIT F.F.K.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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

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

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

1