



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 443 481 A1**

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: **91102262.2**

Int. Cl.⁵: **H01P 1/208, H01P 7/10**

Date de dépôt: **18.02.91**

Priorité: **23.02.90 FR 9002280**

CH LI

Date de publication de la demande:
28.08.91 Bulletin 91/35

Inventeur: **Brouzes, Carol**
282, avenue d'Argenteuil
F-92600 Asnières(FR)
Inventeur: **Ressencourt, Claude**
58, rue Aristide Briand
F-27400 Acquigny(FR)
Inventeur: **de Place, Alain**
115, boulevard Haussmann
F-75008 Paris(FR)

Etats contractants désignés:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

Demandeur: **ALCATEL TRANSMISSION PAR**
FAISCEAUX HERTZIENS A.T.F.H.
55, rue Greffulhe
F-92301 Levallois-Perret Cédex(FR)

DE ES FR GB IT NL SE

Demandeur: **ALCATEL N.V.**
Strawinskylaan 341 (World Trade Center)
NL-1077 XX Amsterdam(NL)

Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)

54 Filtre agile hyperfréquence.

57 Filtre agile hyperfréquence, accordable par ferrite.

Il est constitué comme un filtre à résonateurs à confinement diélectrique, et comprend de ce fait un guide (2) en mode évanescent et des cylindres résonants (15, 16) placés dans ce guide. En outre, des moyens (11A, 11B, 17) sont prévus pour appliquer à ces cylindres (15, 16), qui ont la particularité d'être en ferrite, un champ magnétique réglable (H_1 , H_2) pour déplacer la fréquence centrale de ce filtre.

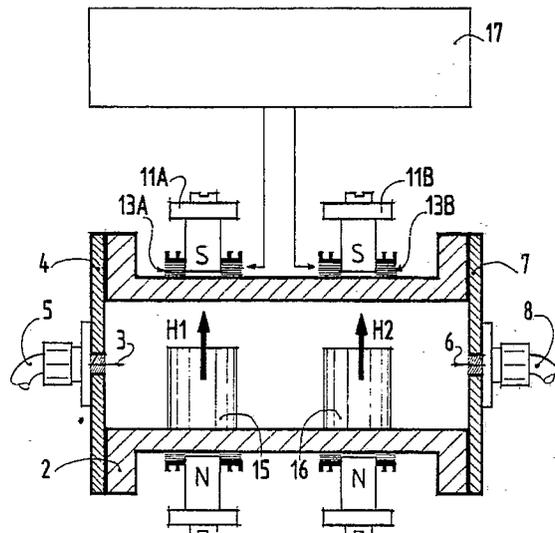


FIG 3

EP 0 443 481 A1

La présente invention se rapporte à un filtre agile hyperfréquence, et en particulier à un filtre de ce type apte à être utilisé, aussi bien à l'émission qu'à la réception, pour la réalisation de faisceaux hertziens agiles en fréquence.

Un filtre agile est un filtre dont la fréquence centrale peut être volontairement déplacée, dans une gamme de fréquences pouvant couvrir une fraction importante d'une octave, au moyen d'une commande électrique ou électronique. De tels filtres sont, avec les synthétiseurs de fréquence, les éléments indispensables à la réalisation des faisceaux hertziens agiles, qui sont en particulier très utilisés dans les applications où l'on désire pouvoir changer très rapidement la fréquence d'émission d'un signal.

Ces filtres agiles doivent non seulement pouvoir changer très rapidement de fréquence centrale, mais encore supporter des niveaux de puissance variables :

- employés à l'émission, ils fonctionnent sous forte puissance (en sortie des amplificateurs d'émission) et ont pour rôle d'éviter à l'émetteur de polluer les canaux voisins ;
- employés à la réception comme filtres de canal, ils permettent au récepteur de n'amplifier que le signal utile, à l'exclusion de la pollution introduite par les émissions adjacentes ; bien que fonctionnant alors en principe sous faible puissance, ils doivent néanmoins ne pas pouvoir être détériorés ou détruits par ces émissions adjacentes, qui peuvent leur appliquer des signaux perturbateurs de puissance très supérieure à celle des signaux normalement reçus.

De nombreux types de filtres agiles hyperfréquence ont été jusqu'à présent soit utilisés, soit décrits dans la littérature.

Le filtre agile le plus classique est le filtre à cavités résonnantes dont l'accord est réalisé mécaniquement sous commande d'un moteur. Ce type de filtre peut supporter des puissances élevées, mais il ne peut plus convenir dans les applications actuelles car son temps de manoeuvre pour réaliser un changement de fréquence est extrêmement élevé, de l'ordre de la minute pour fixer les idées, alors que certaines applications projetées exigeront un temps de commutation de canal très inférieur à la seconde, et plus spécifiquement plutôt de l'ordre de la milliseconde. En outre, ils ont pour autres inconvénients d'être encombrants, plutôt lourds, et particulièrement onéreux et complexes à réaliser en raison des impératifs mécaniques délicats et précis qui sont à mettre en oeuvre.

L'accord de la cavité résonnante peut aussi être apporté par l'utilisation de diodes à capacité variable, ou "varactors", qui réagissent en un temps très bref, typiquement de l'ordre de la mi-

croseconde. De tels filtres ne sont malheureusement pas envisageables, pour les faisceaux hertziens, en raison de leur puissance acceptable qui est beaucoup trop faible (inférieure à 0 dBm), ainsi que leur fréquence de fonctionnement qui est, avec les composants connus actuellement, limitée à des fréquences inférieures à 2 Gigahertz.

Cet accord peut aussi être obtenu de manière rapide par l'action d'un champ magnétique polarisant un résonateur à billes YIG (Yttrium Iron Garnet). La tenue en puissance d'un tel résonateur reste cependant beaucoup trop faible, environ du même ordre de grandeur de celle des filtres à varactors précités.

Le document FR-A-2.521.786 décrit, en se référant au document FR-A-2.509.537, un filtre passe-bande à résonateurs diélectriques placés dans un guide d'ondes dont les dimensions de la section transversale sont de l'ordre de 2,5 fois les dimensions transversales de ces résonateurs. Une pastille de grenat de fer Yttrium est placée sur chacun de ces résonateurs diélectriques afin, sous l'action de champs magnétiques extérieurs réglables, de rendre ce filtre accordable magnétiquement. L'entrefer des circuits magnétiques nécessaires à la création de ces champs magnétiques est alors très large, de sorte que le nombre d'ampères tours, et donc la consommation de courant nécessaire, sont très élevés pour obtenir une gamme de variation satisfaisante. Par ailleurs, la réalisation de tels résonateurs composites est assez onéreuse, en raison justement de ce caractère composite.

Enfin, le document FR-A-2.610.766 de la Demanderesse décrit un résonateur de puissance constitué au moins partiellement de ferrite polycristallin, et dont l'accord est changé très rapidement par l'application d'un champ magnétique extérieur réglable. La technique présentée dans ce document est basée sur l'emploi d'une ligne coaxiale résonnante réalisée à partir d'un barreau cylindrique de ferrite polycristallin métallisé. Ce résonateur à ferrite est placé dans un dispositif apte à créer un champ magnétique variable. Ce dernier fait alors varier la perméabilité magnétique du matériau ferrite de façon à modifier la longueur électrique de la ligne coaxiale, en faisant par là même varier la fréquence de ce résonateur.

Cette dernière technique ne permet toutefois pas d'obtenir les forts coefficients de surtension à vide qui sont indispensables à la réalisation des filtres hyperfréquences à bande très étroite nécessaires aux faisceaux hertziens actuels. En effet, la surtension à vide de la structure décrite dans ce document FR-A-2.610.766 est limitée par le confinement métallique des champs électromagnétiques hyperfréquences de la cavité coaxiale, d'autant plus sensible que la permittivité diélectrique du matériau réduit les dimensions de la cavité réson-

nante par rapport à son homologue remplie d'air, ainsi que par l'apparition de modes parasites perturbateurs qui seraient conséquents à un éventuel agrandissement de la structure, effectué pour augmenter cette surtension à vide.

L'invention vise à remédier à ces divers inconvénients. Elle se rapporte à cet effet à un filtre agile hyperfréquence dont la structure est semblable à celle des filtres à résonateur (s) diélectrique(s) placé(s) par exemple dans un guide d'ondes fonctionnant sous la coupure, mais pour lequel le ou les résonateurs à confinement diélectrique sont remplacés par des résonateurs semblables, mais réalisés en matériau ferrite et non pas en matériau purement diélectrique, des moyens étant par ailleurs prévus pour appliquer à ce ou ces résonateurs en ferrite un champ magnétique d'intensité réglable, de manière à déplacer ainsi la fréquence centrale du filtre.

De toute façon, l'invention sera bien comprise, et ses avantages et autres caractéristiques ressortiront, lors de la description suivante de trois exemples non limitatifs de réalisation, en référence au dessin schématique annexé dans lequel :

- Figure 1 montre un premier exemple de réalisation de ce filtre agile ;
- Figure 2 est une variante du filtre de la figure 1 ;
- Figure 3 est un exemple de réalisation de filtre passe-bande comprenant plusieurs éléments résonnants.

En se référant à la figure 1, ce filtre agile hyperfréquence est composé d'un cylindre de ferrite 1, de diamètre D et de hauteur h qui, à l'instar des filtres à résonateur(s) diélectrique(s) de l'art connu, est placé sur le fond d'une portion 2 de guide à section rectangulaire et fonctionnant en mode évanescent, c'est à dire sous la coupure.

Plus précisément, le barreau de ferrite 1 fonctionne en mode TM_{01s} , tandis que le guide à mode évanescent 2 est excité selon le mode TM_{11} par une antenne coaxiale 3 placée en entrée du filtre et traversant classiquement une première plaque métallique d'extrémité 4. Le signal hyperfréquence d'entrée est véhiculé jusqu'à cette antenne 3 par le câble coaxial d'amenée du signal 5.

De façon totalement symétrique, le signal de sortie du filtre est prélevé à l'autre extrémité du guide 2 par l'antenne coaxiale 6 qui traverse de même la seconde plaque métallique d'extrémité 7, cette antenne 6 prolongeant classiquement l'âme du câble coaxial de sortie 8 (de la même façon que l'antenne 3 prolonge, quant à elle, l'âme du câble coaxial d'entrée 5).

Le barreau de ferrite 1 a la propriété, actuellement plutôt méconnue à tort, d'avoir non seulement une forte perméabilité magnétique, mais encore une permittivité diélectrique plutôt élevée, sa

permittivité relative étant de l'ordre de 15, alors que celle des matériaux résonateurs diélectriques classiques est de l'ordre de 40. Il en résulte que, contrairement à ce que l'on pourrait penser à priori, le barreau 1 réalise ici, sans qu'il soit, comme celui du document FR-A-2.610.766, blindé par deux couches métalliques concentriques, un confinement diélectrique lui conférant une fonction de résonateur.

En réalité cependant, la fréquence de résonance du barreau de ferrite 1 dépend du produit de sa permittivité diélectrique par sa perméabilité magnétique, de sorte qu'en fait, il va être possible de faire varier la fréquence de résonance du barreau 1, et donc la fréquence centrale d'accord du filtre de la figure 1 en faisant varier cette perméabilité magnétique ce qui, pour du matériau ferrite, est possible en lui appliquant un champ magnétique polarisant d'intensité réglable, à l'instar de ce qui est décrit dans le document FR-A-2.610.766 précité.

Dans ce but, le barreau de ferrite 1 est en outre placé dans un champ magnétique H qui est créé, coaxialement au barreau 1, entre les deux pièces polaires 9, 10 d'un électro-aimant 11 comportant un circuit magnétique en fer doux 12 et une bobine d'excitation 13 parcourue par un courant continu de valeur réglable : en faisant varier le courant d'excitation de la bobine 13, on fait varier la valeur du champ H, et par suite la fréquence de résonance du barreau 1, ce qui déplace la fréquence centrale du filtre.

A noter que la propriété de conduction magnétique du barreau 1, combinée avec sa hauteur h non négligeable, entraîne pour le circuit magnétique 12, un entrefer assez restreint, ce qui permet de faire varier ce champ H, et donc de déplacer la fréquence centrale du filtre dans de bonnes proportions sans nécessiter, pour les bobinages 13, une consommation de courant excessive.

A titre d'exemple, il a été utilisé pour la réalisation d'un tel filtre agile hyperfréquence, un matériau ferrite polycristallin de type grenat dont la largeur de raie effective est très faible, afin d'avoir un coefficient de surtension important (supérieur à 2000).

Les dimensions du cylindre résonnant 1 étaient les suivantes :

- . diamètre D : 5,8 mm
- . hauteur h : 4,2 mm

avec les dimensions internes suivantes pour le guidage rectangulaire 1 à mode évanescent :

- . petit côté : 4,9 mm
- . grand côté : 10,7 mm

Au lieu de poser le cylindre de ferrite 1 sur le fond du guide 2, il est aussi possible de le poser, comme le montre la figure 2, sur une mince pastille 14 de matériau diélectrique à faible permittivité, elle-même posée sur le fond du guide 2, ce qui

permet, dans certains cas, d'éviter des perturbations.

En jouant sur l'excitation des bobinages 13, la fréquence centrale du filtre hyperfréquence selon les figures 1 ou 2 a pu être déplacée continûment entre 14,450 Gigahertz et 15,447 Gigahertz sans consommation excessive de courant dans ces bobinages.

Enfin, la figure 3 montre la réalisation d'un filtre agile passe-bande formé par l'association, dans un même guide 2, de deux résonateurs ferrite 15 et 16 fonctionnant eux-aussi en résonateurs à confinement diélectrique, ce filtre étant basiquement semblable aux filtres de bande classiques à résonateurs diélectriques (voir par exemple la figure 1 du document FR-A-2.590.537 précité) à cette différence près que les résonateurs couplés 15, 16 sont constitués en ferrite et qu'en outre ils sont soumis, à l'instar du résonateur 1 selon les figures 1 et 2, aux champs magnétiques réglables respectifs H_1 et H_2 créés par les électro-aimants 11_A et 11_B .

Comme indiqué schématiquement au dessin, les bobinages 13_A et 13_B de ces électro-aimants 11_A et 11_B sont alimentés chacun en courant d'excitation réglable par une unité d'alimentation et de commande 17.

Comme il va de soi, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. C'est ainsi par exemple que les dimensions relatives des résonateurs et du guide pourraient être autres. D'autres modes de couplage d'entrée et de sortie, par exemple réalisés à l'aide d'iris, pourraient être utilisés, auquel cas le guide utilisé pourrait ne pas fonctionner en mode évanescent, etc... Bien entendu, les circuits magnétiques des électroaimants pourront, sans sortir du cadre de l'invention, comporter des aimants permanents contribuant à la création du champ magnétique.

Revendications

1. Filtre agile hyperfréquence, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un résonateur (1, 15, 16) à confinement diélectrique constitué en matériau ferrite et placé dans un guide d'ondes (2), et en ce que, dans le but de déplacer la fréquence centrale de ce filtre, des moyens (11, 11_A , 11_B 17) sont prévus pour appliquer, à chacun de ces résonateurs en ferrite (1, 15, 16), un champ magnétique (H, H_1 , H_2) d'intensité réglable.
2. Filtre agile hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que ce guide d'ondes (2) est un guide fonctionnant en mode évanescent.
3. Filtre agile hyperfréquence selon la revendica-

tion 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le résonateur en ferrite (1, 15, 16) est posé sur le fond du guide d'ondes (2).

- 5 4. Filtre agile hyperfréquence selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le résonateur en ferrite (1) est posé sur une mince pastille diélectrique (14, elle-même posée sur le fond du guide d'ondes (2)).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

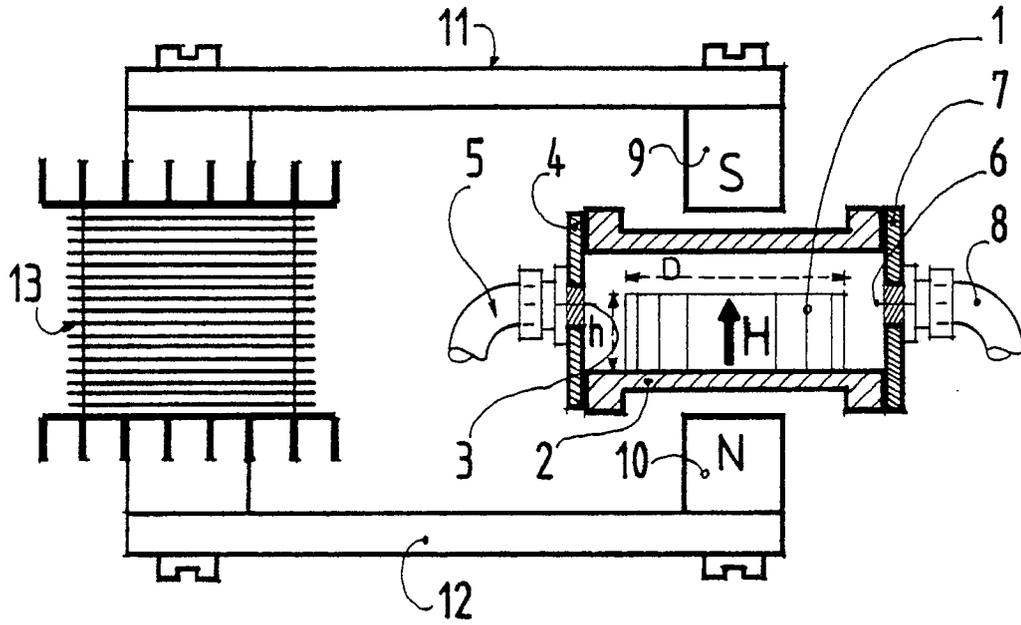


FIG 1

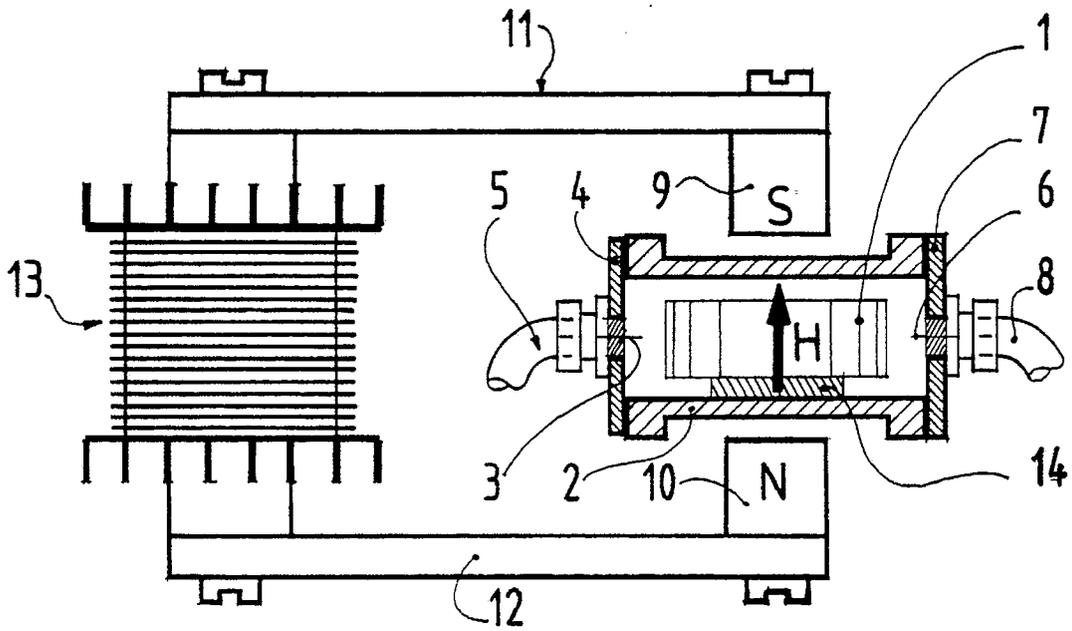


FIG 2

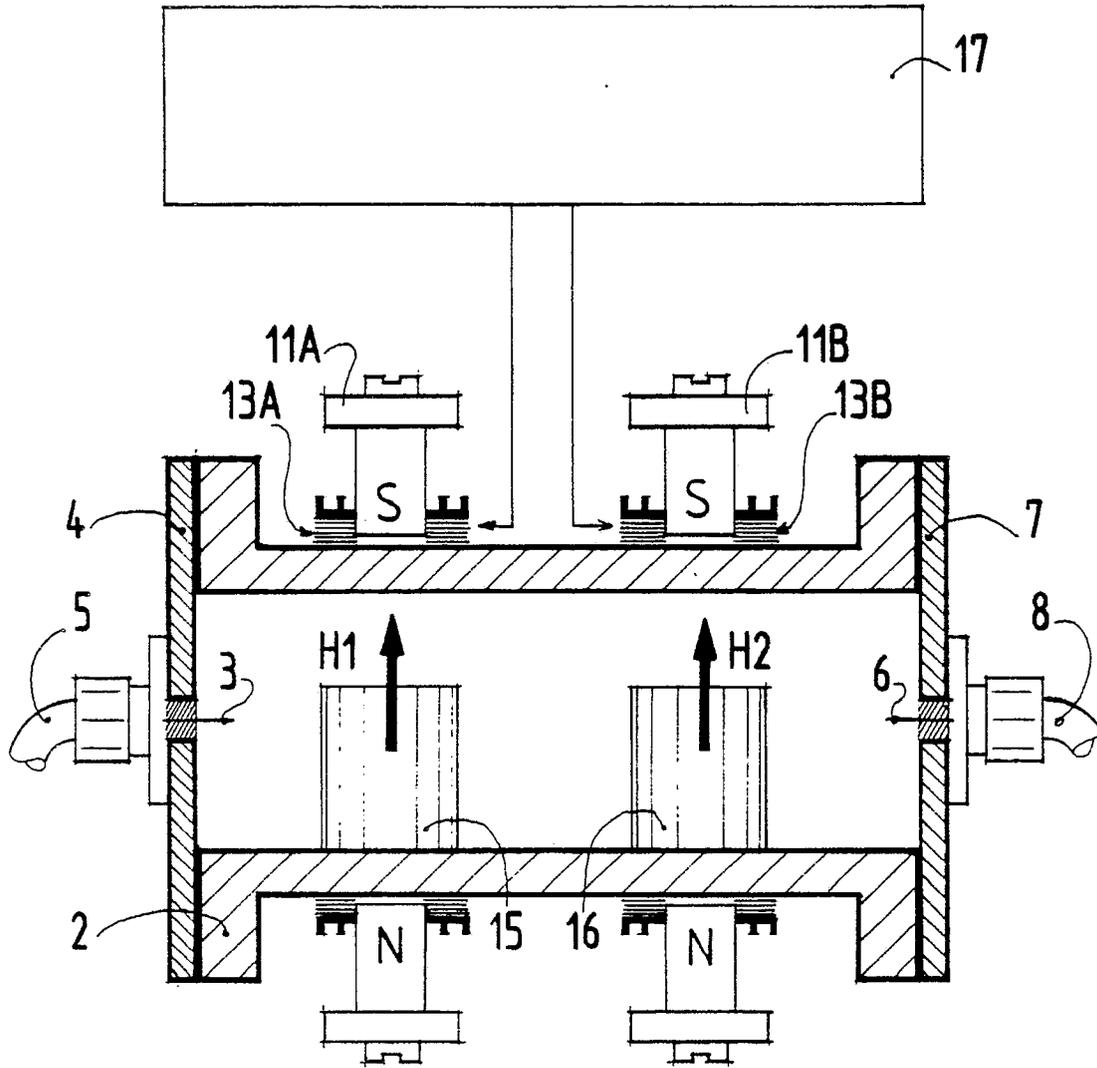


FIG 3



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)
D,Y	FR-A-2 521 786 (THOMSON-CSF) * le document en entier * - - - -	1-4	H 01 P 1/208 H 01 P 7/10
Y	US-A-3 919 673 (KOSTELNICK) * colonne 1, ligne 57 - colonne 2, ligne 9 * * colonne 2, ligne 62 - colonne 4, ligne 41; figure 1 * - - - -	1-4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 70 (E-485)(2517) 03 mars 1987, & JP-A-61 225903 (FUJITSU LTD) 07 octobre 1986, * le document en entier * - - - -	1	
A	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES. vol. 29, no. 8, août 1981, NEW YORK US pages 754 - 770; J.K.PLOURDE et al.: "Application of dielectric resonators in microwave components" * page 754, colonne de droite, lignes 41 - 43 * * page 756, colonne de droite, lignes 16 - 27 @ page 757, colonne de gauche, ligne 21 EP 91102262030 colonne de droite, ligne 10; figures 5, 7 * - - - -	1-4	
A	GB-A-1 340 162 (STANDARD TELEPHONES AND CABLES LTD) * page 1, lignes 58 - 75 * * page 2, ligne 97 - page 3, ligne 19; figure 5 * - - - -	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H 01 P
A	US-A-3 001 154 (REGGIA) * le document en entier * - - - - -	1,3,4	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 16 mai 91	Examineur DEN OTTER A.M.
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			