

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 89110612.2

51 Int. Cl.4: **H01P 1/208**

22 Date de dépôt: 12.06.89

30 Priorité: 17.06.88 FR 8808140

43 Date de publication de la demande:
20.12.89 Bulletin 89/51

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

71 Demandeur: **ALCATEL TRANSMISSION PAR FAISCEAUX HERTZIENS A.T.F.H.**
55, rue Greffulhe
F-92301 Levallois-Perret Cédex(FR)
84 **DE ES FR GB IT NL SE**

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

84 **BE CH LI**

72 Inventeur: **Sauvage, Marc**
33bis, rue Thomas Lemaître
F-92000 Nanterre(FR)
Inventeur: **Simon, Catherine**
8, allée des Courtils
F-95800 Cergy St Christophe(FR)
Inventeur: **Le Roux, Robert**
1, avenue Besquerelle
F-92600 Asnières(FR)

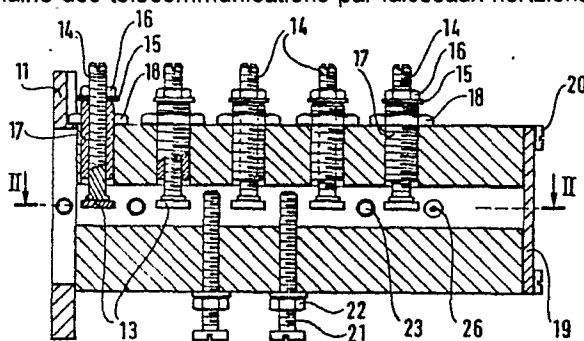
74 Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
D-8133 Feldafing(DE)

54 **Filtre passe-bande à résonateurs diélectriques.**

57 L'invention concerne un filtre passe-bande à résonateurs diélectriques comprenant un guide micro-onde (10), dans lequel sont disposés les résonateurs diélectriques (13), dans lequel chaque résonateur diélectrique (13) est solidaire d'un support (14) en matériau diélectrique permettant de modifier la position du résonateur (13) correspondant dans le guide (10), ledit filtre comprenant au moins une vis (21) réalisant un "suppresseur de modes" réglable placée parallèlement aux supports (14) des résonateurs.

Application notamment au domaine des télécommunications par faisceaux hertziens.

FIG.1



Xerox Copy Centre

Filtre passe-bande à résonateurs diélectriques

L'invention se rapporte à un filtre passe-bande à résonateurs diélectriques. L'invention concerne plus particulièrement un filtre passe-bande hyperfréquence utilisant des résonateurs diélectriques résonnant en mode TE₀₁₁ : Ces résonateurs diélectriques sont placés dans un guide utilisé sous sa fréquence de coupure.

5 Dans les faisceaux hertziens, on a besoin de filtres de branchement pour sélectionner les différents canaux dans une bande donnée (par exemple de 7,1 à 7,7 GHz). Les filtres doivent donc être accordables dans chacun des canaux compris dans la bande.

Il est connu de réaliser des filtres à résonateurs diélectriques accordables dans une bande de fréquence. Il suffit d'enfoncer fortement les vis de réglage au dessus des résonateurs afin d'élever la
10 fréquence de résonance de ces derniers, mais alors on diminue la surtension du filtre. Une autre méthode consiste à changer les dimensions des résonateurs diélectriques (hauteur et diamètre) afin de conserver un bon coefficient de surtension : le rapport diamètre sur hauteur doit être voisin de 1,8. Dans ce cas, pour réaliser des filtres ayant les mêmes caractéristiques suivant les canaux, il faut modifier l'entraxe entre les résonateurs diélectriques pour compenser leur différents diamètres, donc modifier les dimensions mécani-
15 ques. Il est alors nécessaire de réaliser autant de filtres différents qu'il y a de canaux dans la bande.

Des dispositifs de l'art connu sont décrits dans les demandes de brevet européen EP-0 176 966 et EP-0 209 878 :

- la demande de brevet EP-0 176 966 décrit un filtre passe-bande dans lequel plusieurs résonateurs diélectriques sont disposés en alignement, deux plots métalliques de longueur peu différente du quart de la
20 longueur d'onde de la fréquence centrale du filtre étant positionnés aux deux extrémités du filtre ; l'un entre le premier résonateur et le connecteur d'entrée, l'autre entre le dernier résonateur et le connecteur de sortie.

- la demande de brevet EP-0 209 878 décrit un filtre hyperfréquence à résonateurs diélectriques dans lequel une plaque de base en métal supporte plusieurs résonateurs, un élément de couplage d'entrée et un
25 élément de couplage de sortie, un connecteur d'entrée et un connecteur de sortie, cette plaque étant protégée par un couvercle muni d'une cavité pour former ainsi un guide d'onde.

Mais dans les filtres ainsi décrits, le réglage ne peut avoir lieu qu'à une fréquence donnée, ces filtres ayant de nombreuses réponses parasites favorisées par les discontinuités créées par les vis métalliques de réglage permettant l'accord des résonateurs diélectriques.

30 L'invention a pour objet de supprimer au maximum ces différents inconvénients.

L'invention propose à cet effet un filtre passe-bande à résonateurs diélectriques comprenant un guide micro-onde, dans lequel sont disposés les résonateurs diélectriques, caractérisé en ce que chaque résonateur diélectrique est solidaire d'un support en matériau diélectrique permettant de modifier la position du résonateur correspondant dans le guide, et en ce que ledit filtre comprend au moins une vis réalisant un
35 "suppresseur de mode" réglable placée parallèlement aux supports des résonateurs diélectriques.

Avantageusement dans le filtre de l'invention on utilise une même mécanique pour chacun des canaux, en ne changeant que la hauteur des résonateurs diélectriques. En effet, leur diamètre reste constant quels que soient les canaux à couvrir dans la bande, seule leur hauteur varie suivant le canal utilisé. La surtension des résonateurs n'est plus optimum mais les différences observées sur les pertes des filtres, suivant les
40 canaux, sont négligeables.

Dans une réalisation avantageuse le filtre selon l'invention est composé:

- d'un guide monobloc,
- d'un accès en guide,
- d'au moins deux résonateurs diélectriques,
- 45 - de supports de résonateurs, en matériau diélectrique filetés,
- de rondelles élastiques et d'écrous de blocage de la position de chaque support,
- de manchons métalliques filetés permettant le passage des résonateurs diélectriques dans le guide,
- d'écrous de blocage pour maintenir les manchons,
- d'un fond métallique fermant le guide, maintenu par vis,
- 50 - de vis avec écrou de blocage permettant le réglage du couplage entre résonateurs, placées perpendiculairement aux supports de résonateurs diélectriques,
- d'un accès coaxial formant une antenne afin d'exciter le résonateur adjacent,
- et d'une vis avec son écrou de blocage pour régler le couplage entre l'antenne et le résonateur adjacent.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- les figures 1 à 3 illustrent schématiquement deux vues en coupe longitudinale (respectivement selon le plan de coupe I-I représenté à la figure 2, et selon le plan de coupe II-II représenté à la figure 1) et une vue de face du filtre selon l'invention ;

- la figure 4 représente une courbe illustrant le couplage de deux résonateurs du filtre selon l'invention ;

- les figures 5 à 9 représentent différentes courbes illustrant le fonctionnement du filtre selon l'invention.

Le filtre selon l'invention, tel que représenté sur les figures 1 à 3, est composé :

- d'un guide 10, par exemple monobloc, réalisé par exemple en extrudé d'aluminium recouvert d'une fine couche d'argent (environ 10 μ m) pour diminuer les pertes électriques,
- d'un accès en guide 11, par exemple une bride standard vissée sur le guide 10 à l'aide de vis 9,
- d'au moins deux résonateurs diélectriques 13,
- de supports 14 de résonateurs, en matériau diélectrique comme par exemple du polypenco ou de la rexolite, filetés,
- de rondelles élastiques 15 et d'écrous de blocage 16 de la position de chaque support 14,
- de manchons métalliques 17 filetés permettant le passage des résonateurs diélectriques 13 dans le guide 10,
- d'écrous de blocage 18 pour maintenir les manchons 17,
- d'un fond métallique 19 fermant le guide, maintenu par des vis 20,
- d'au moins une vis 21 avec son écrou de blocage 22 réalisant un "suppresseur de mode", placée parallèlement aux supports 14 des résonateurs diélectriques,
- de vis 23 avec écrou de blocage 24 permettant le réglage du couplage entre résonateurs, placées perpendiculairement aux supports de résonateurs diélectriques 13,
- d'un accès coaxial 25 formant une antenne 26 afin d'exciter le résonateur adjacent,
- et d'une vis 27 avec son écrou de blocage 28 pour régler le couplage entre l'antenne 26 et ledit résonateur adjacent.

Les courbes de la figure 4 montrent que le couplage de deux résonateurs diélectriques varie très peu lorsque les résonateurs diélectriques ont un même diamètre D et des hauteurs h différentes; En effet on a :

- une première courbe (30) avec :	D = 7,3 mm	h = 2,70 mm	fo = 7700 MHz
- une seconde courbe (31) avec :	D = 7,3 mm	h = 3,78 mm	fo = 7100 MHz

En faisant varier la distance d entre deux résonateurs on mesure l'écart en fréquence (Δf) correspondant à la résonance des deux résonateurs diélectriques. Le Δf est directement lié à la valeur du coefficient de couplage : (voir "MICROWAVE FILTERS IMPEDANCE-MATCHING, NETWORKS AND COUPLING STRUCTURES" de : G. MATTHAEI, L. YOUNG, E.N.T. JONES ARTECH HOUSE BOOKS pages 666-667).

On en déduit la formule suivante :

$$\Delta f = \frac{f_2 - f_1}{\sqrt{g_i \cdot g_{i+1}}}$$

ou : $f_2 - f_1$ représente la bande passante du filtre (la fréquence centrale est : $f_0 = \sqrt{f_2 + f_1}$)
 g_i et g_{i+1} représentent les éléments du passe-bas prototype.

Le faible écart entre ces deux courbes permet le rattrapage du couplage par les vis 23. On peut ainsi régler aisément la bande passante du filtre, quel que soit le canal utilisé, en gardant la même mécanique.

Les résonateurs diélectriques 13 sont fixés sur leur support 14, par exemple par collage. Ce dernier est en matériau diélectrique, ayant une faible permittivité relative ϵ_r , ainsi qu'une bonne tangente de perte δ ; ce peut être par exemple : du polypenco, de la rexolite... Ce support 14 est fileté, ce qui permet de modifier la position des résonateurs diélectriques 13 dans le guide 10. On peut ainsi ajuster la fréquence de résonance de chaque résonateur diélectrique en l'éloignant ou en le rapprochant d'une paroi du guide. Lorsque le résonateur diélectrique se trouve placé au milieu du guide, sa fréquence de résonance ne peut plus être diminuée car alors le moindre mouvement tendrait à rapprocher le résonateur diélectrique soit du fond, soit du dessus du guide. Pour pallier ce défaut et afin d'augmenter la plage d'ajustabilité, le support 14 est vissé dans un manchon métallique 17 lui même fileté et vissé dans la paroi du guide 10.

En dévissant ce manchon 17, on éloigne artificiellement la paroi du guide et, ainsi on diminue la fréquence de résonance du résonateur diélectrique. Un écrou de blocage 18 vient maintenir le manchon 17, une fois le filtre réglé. De cette manière on peut faire varier la fréquence d'accord du filtre de $f_0 \pm 20$ MHz, sans dégradation des caractéristiques du filtre. En aucun cas le manchon 17 ne doit rentrer à l'intérieur du guide 10.

De plus, ce manchon 17 a un diamètre supérieur à celui des résonateurs diélectriques, permettant de les monter dans le guide 10. Le guide 10 peut donc être monobloc et tous les problèmes inhérents au guide en deux parties sont supprimés, en ce qui concerne notamment:

- les mauvais contacts entre le guide et son couvercle,
- les pertes supplémentaires,
- le surcoût de fabrication.

Un autre aspect de l'invention concerne la suppression des réponses parasites (ou modes supérieurs). En effet, bien que l'on n'introduise pas de vis de réglage métalliques dans le guide pour ajuster la fréquence de résonance des résonateurs diélectriques, ces derniers résonnent suivant de nombreux modes au delà du mode TE₀₁₁. Pour pallier ce défaut, il est connu de réduire la hauteur intérieure du guide afin d'avoir une fréquence de coupure la plus haute possible. Toutefois, si l'on ne veut pas dégrader la surtension du filtre, il faut que la hauteur intérieure du guide fasse environ deux fois la hauteur des résonateurs diélectriques. Dans ces conditions, les modes parasites ne sont pas suffisamment atténués.

Il est connu d'utiliser des "suppresseurs de modes" ("Mode suppressor for dielectric resonator filter" de C.L. REN, IEEE MTT-S DIGEST 1982 p. 389), qui consistent à intercaler une fine plaque métallique entre deux résonateurs diélectriques traversant le guide dans sa hauteur. Une telle plaque est maintenue par des supports en diélectrique. Ce système a deux inconvénients :

- Il est très difficile d'introduire ces "suppresseurs de modes" dans le guide lors d'une production en série,
- le diélectrique de maintien des plaques crée inévitablement des pertes supplémentaires.

Dans l'invention, on remplace cette plaque par au moins une vis 21 placée entre deux résonateurs diélectriques, dans un axe parallèle à leurs supports.

Ce montage est simple, peu onéreux et n'introduit pas de diélectrique dans le guide. De plus, en faisant varier la position de la vis 21 par rapport au dessus du guide, on peut augmenter l'efficacité de l'atténuation des modes supérieurs en créant une capacité de bout entre l'extrémité de la vis 21 et le dessus du guide 10.

L'effet de cette capacité de bout s'ajoute avec l'effet "suppresseur de modes" décrit dans l'article cité ci-dessus. On place de telles vis 21 de préférence dans la zone médiane du filtre.

Dans l'exemple de réalisation représenté aux figures 1 à 3, le filtre 10 a un accès guide 11 et un accès coaxial 25. Ces deux accès peuvent être soit en guide soit en coaxial. Dans le cas de l'accès coaxial, il faut augmenter la hauteur du résonateur diélectrique adjacent afin que sa fréquence de résonance soit environ 20 MHz plus basse que la fréquence de réglage du filtre. En effet, l'antenne 26 a pour effet d'augmenter la fréquence de résonance de ce résonateur diélectrique car on approche du métal à proximité de ce dernier. Dans le cas de l'accès guide 11 on introduit une vis 27 dans la bride, afin de régler le couplage d'entrée. Cette vis 27 est dans le même plan que les autres vis de couplage 23.

Le guide 10 est monobloc mais peut également être réalisé en plusieurs parties, en différents métaux.

Le nombre maximal de vis 21 "suppresseurs de modes" est de $n-1$ si n est le nombre de résonateurs diélectriques composant le filtre. Mais un tel nombre n'est pas nécessaire car l'influence des vis supplémentaires devient négligeable sur l'atténuation des réponses parasites alors que le niveau des pertes dû à ces vis a tendance à devenir non négligeable.

Les courbes, représentées à la figure 5, montrent les résultats d'un filtre à six résonateurs diélectriques selon l'invention, en ce qui concerne les pertes en transmission P_t ainsi que les pertes par réflexion P_r ("return loss"). Il s'agit d'un filtre TCHEBYTCHEFF 6 pôles, d'ondulation 0,02 dB et de bande équivalent $B = 20,5$ MHz. Les résonateurs diélectriques utilisés sont en titanate de zirconium ayant les caractéristiques suivantes : $D = 7,3$ mm ; $h = 2,9$ mm ; $\epsilon_r = 37$; $T_f = 5,5$ ppm par degrés C (T_f : Coefficient de dérive en température des résonateurs diélectriques). Le guide a les dimensions intérieures suivantes, largeur intérieure $l = 12,62$ mm ; hauteur intérieure $H = 9$ mm.

Les courbes représentées à la figure 6, montrent ce même filtre décalé de 18 MHz plus bas en fréquence, en dévissant les "manchons métalliques".

Les courbes représentées aux figures 7, 8 et 9 donnent les courbes en transmission du filtre de l'invention sur une très large bande de fréquences.

La courbe, représentée à la figure 7, montre ce filtre sans vis "suppresseur de modes". On remarque de nombreuses réponses parasites : à $f = 10$ GHz, $f = 12$ GHz, $f = 13,5$ GHz et $f = 15,5$ GHz.

La courbe représentée à la figure 8, montre ce filtre avec trois vis "suppresseur de modes", en contact

avec le dessus du guide : il n'y a pas d'effet capacité de bout. On remarque que les réponses à $f = 10$ GHz sont atténuées de plus de 50dB, à $f = 11.7$ GHz l'atténuation est de 20dB et de même pour les réponses autour de $f = 15.5$ GHz.

La courbe, représentée à la figure 9, montre ce filtre avec trois vis "suppresseur de modes", sans contact avec le dessus du guide : cette fois on règle les vis "suppresseur de modes" pour atténuer davantage les réponses parasites, on utilise l'effet capacité de bout de ces vis. Les réponses entre 10 GHz et 12 GHz sont atténuées de 10dB par rapport au cas de la figure 8, celles autour de 13.2 GHz sont atténuées de 40dB et celles autour de 15.5 GHz sont atténuées de 20dB. On remarque que l'atténuation de l'harmonie deux dans la bande 7.1-7.9 GHz est supérieure à 60dB (bande 14 à 16 GHz).

Il est bien entendu que la présente invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et que l'on pourra remplacer ses éléments constitutifs par des éléments équivalents sans, pour autant, sortir du cadre de l'invention.

15 Revendications

1/ Filtre passe-bande à résonateurs diélectriques comprenant un guide micro-onde (10), dans lequel sont disposés les résonateurs diélectriques (13), caractérisé en ce que chaque résonateur diélectrique (13) est solidaire d'un support (14) en matériau diélectrique permettant de modifier la position du résonateur (13) correspondant dans le guide (10), et en ce que ledit filtre comprend au moins une vis (21) réalisant un "suppresseur de mode" réglable placée parallèlement aux supports (14) des résonateurs diélectriques (13).

2/ Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque support (14) est vissé dans un manchon métallique (17) lui-même fileté qui est vissé dans la paroi du guide (10).

3/ Filtre selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque support est associé une rondelle élastique (15) et un écrou de blocage (16) de manière à fixer la position de celui-ci dans le manchon (17) correspondant.

4/ Filtre selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un écrou de blocage (18) est associé à chaque manchon (17) de manière à maintenir celui-ci dans la paroi du guide (10).

5/ Filtre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des vis (23) de réglage disposées respectivement entre les résonateurs (13) et perpendiculairement aux supports (14) de ceux-ci de manière à permettre de régler le couplage entre ceux-ci.

6/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le guide (10) est un guide monobloc muni à une extrémité d'une bride (11) et à son autre extrémité d'un fond métallique (19).

7/ Filtre selon la revendication 6, caractérisé en ce que la bride (11) est munie d'une vis (27) permettant de régler le couplage d'entrée.

8/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un accès coaxial (25) formant une antenne (26) afin d'exciter le résonateur adjacent.

9/ Filtre selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une vis (27) pour régler le couplage entre l'antenne (26) et le résonateur adjacent.

10/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le guide (10) est réalisé en extrudé d'aluminium recouvert d'une fine couche d'argent pour diminuer les pertes électriques.

11/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les supports (14) de résonateurs diélectriques sont réalisés en polypenco ou en rexolite.

12/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les résonateurs ont un même diamètre, quelque soit le canal utilisé dans la bande de fréquence (seule la hauteur du résonateur diélectrique varie).

13/ Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le résonateur adjacent à l'antenne, dans le cas d'un accès coaxial, a sa hauteur supérieure à celle des autres résonateurs, de manière à avoir une fréquence d'environ 20 MHz plus basse.

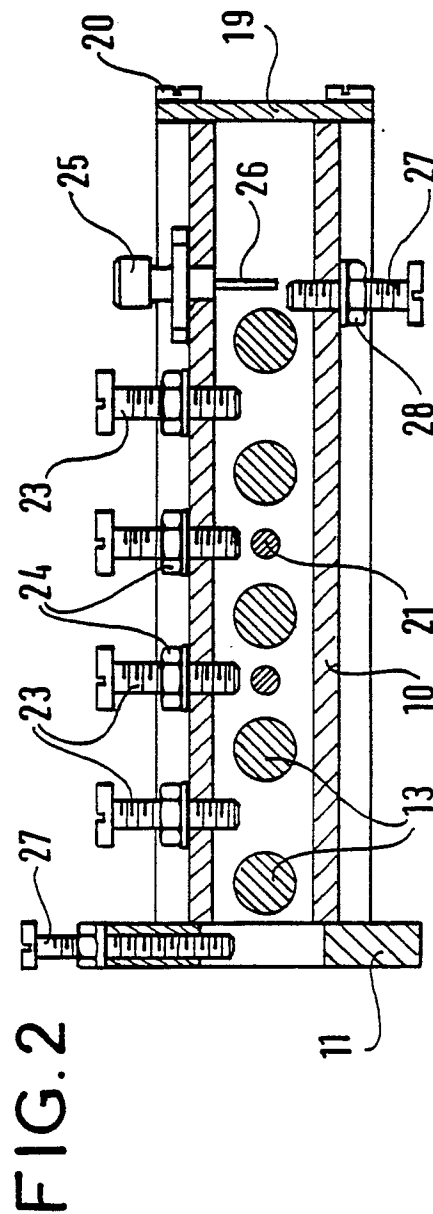
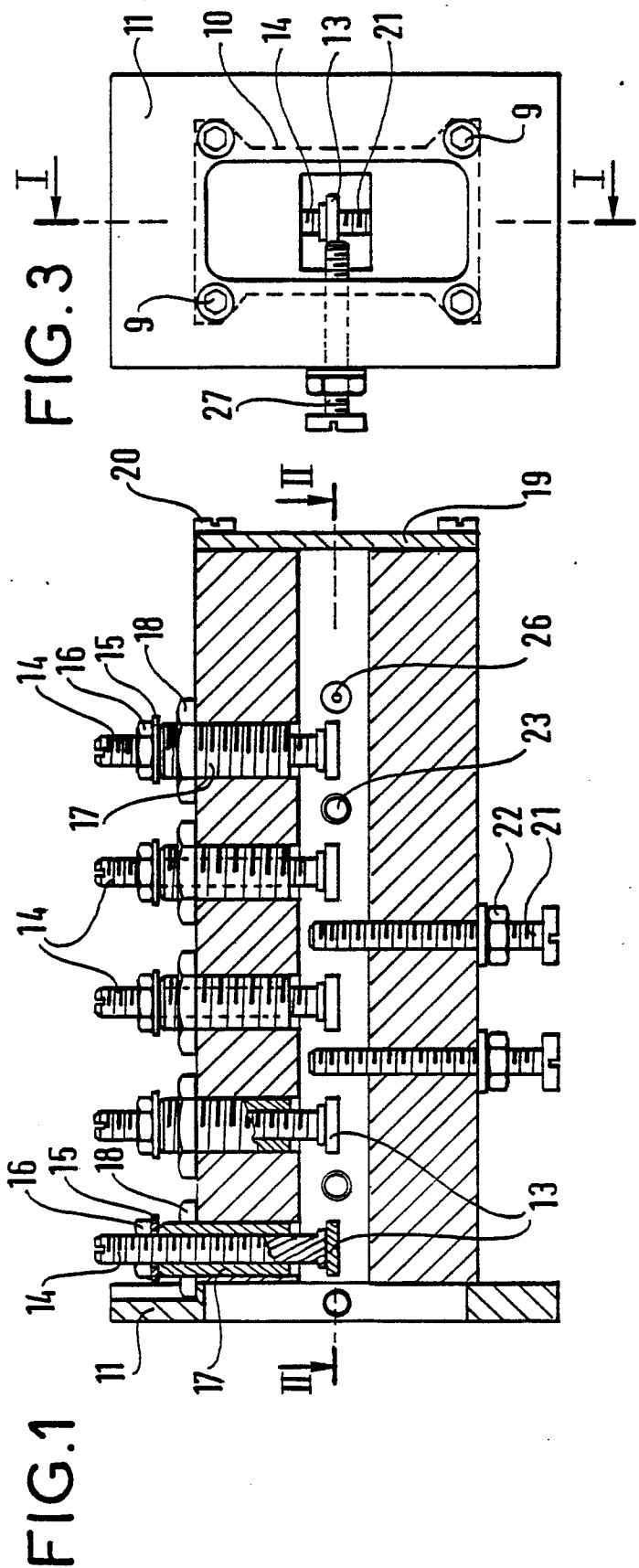


FIG. 4

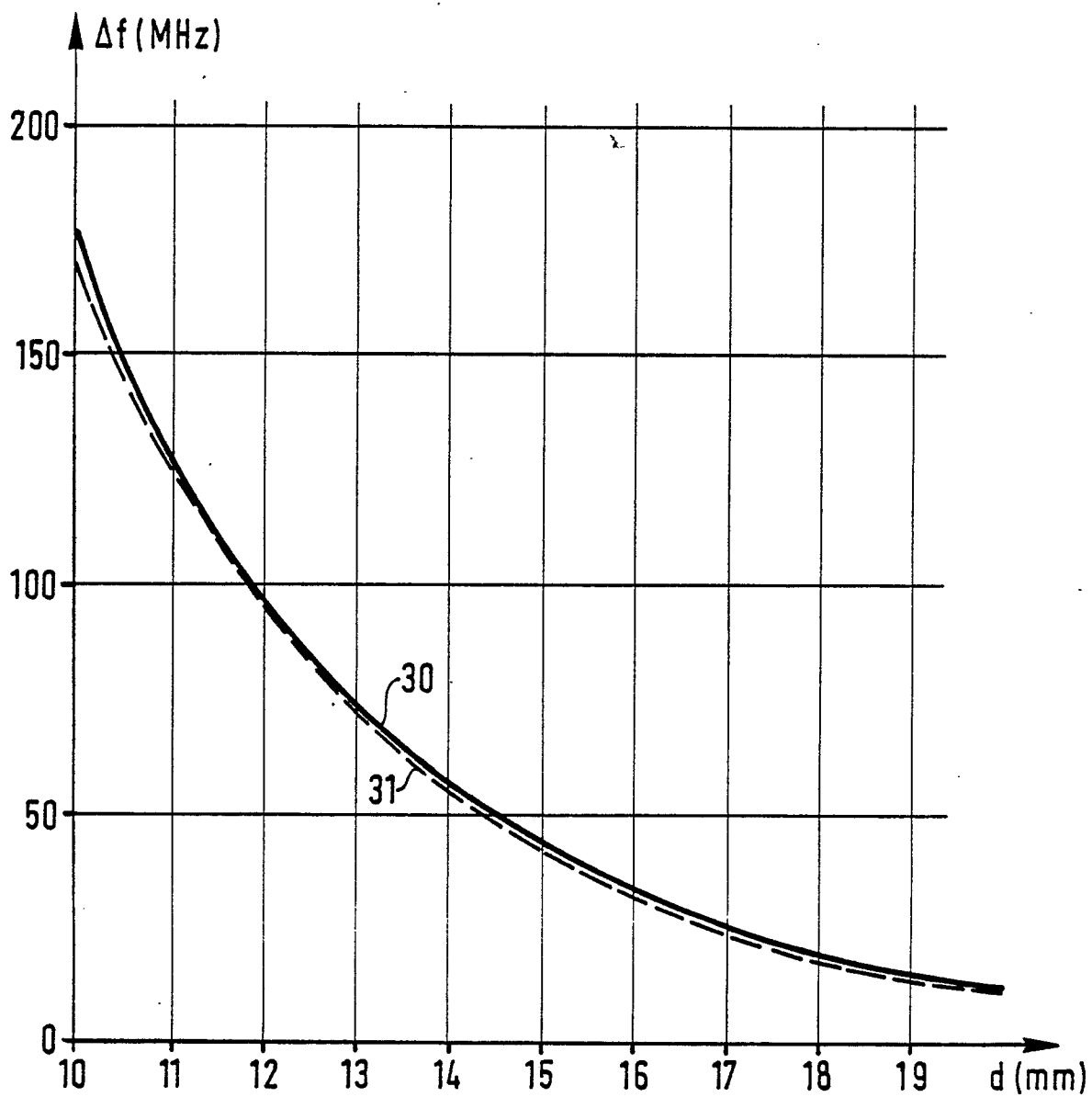


FIG.5

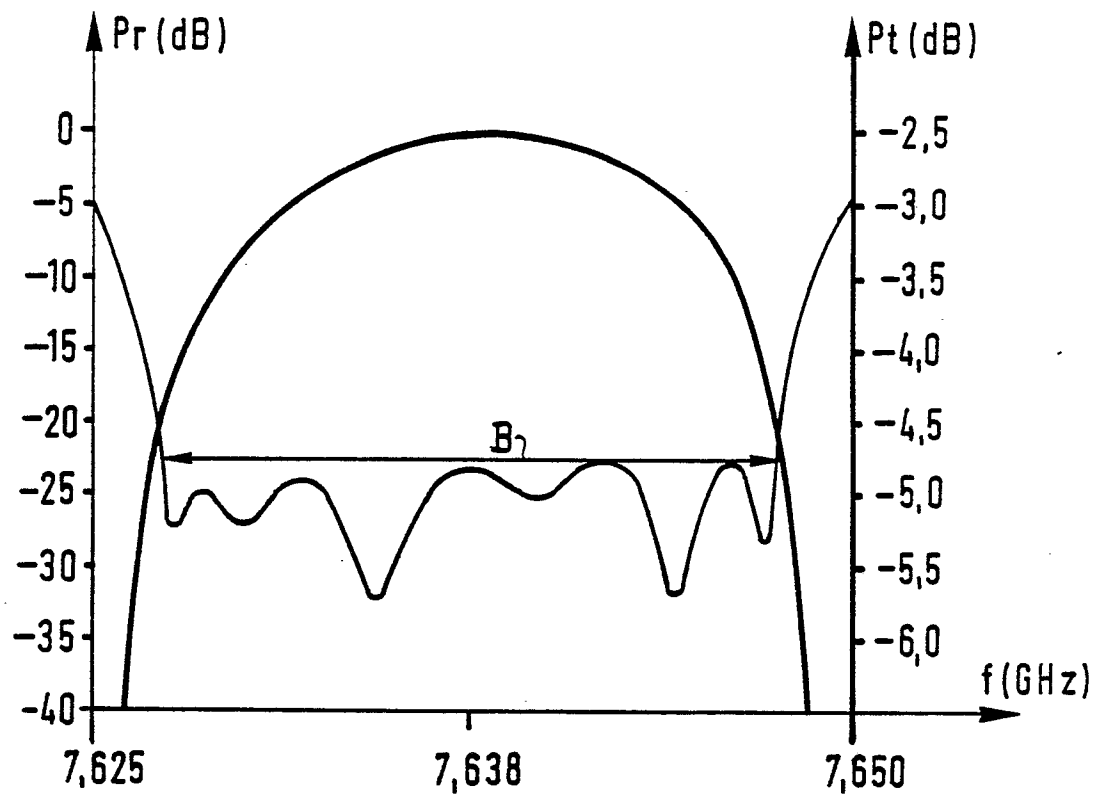
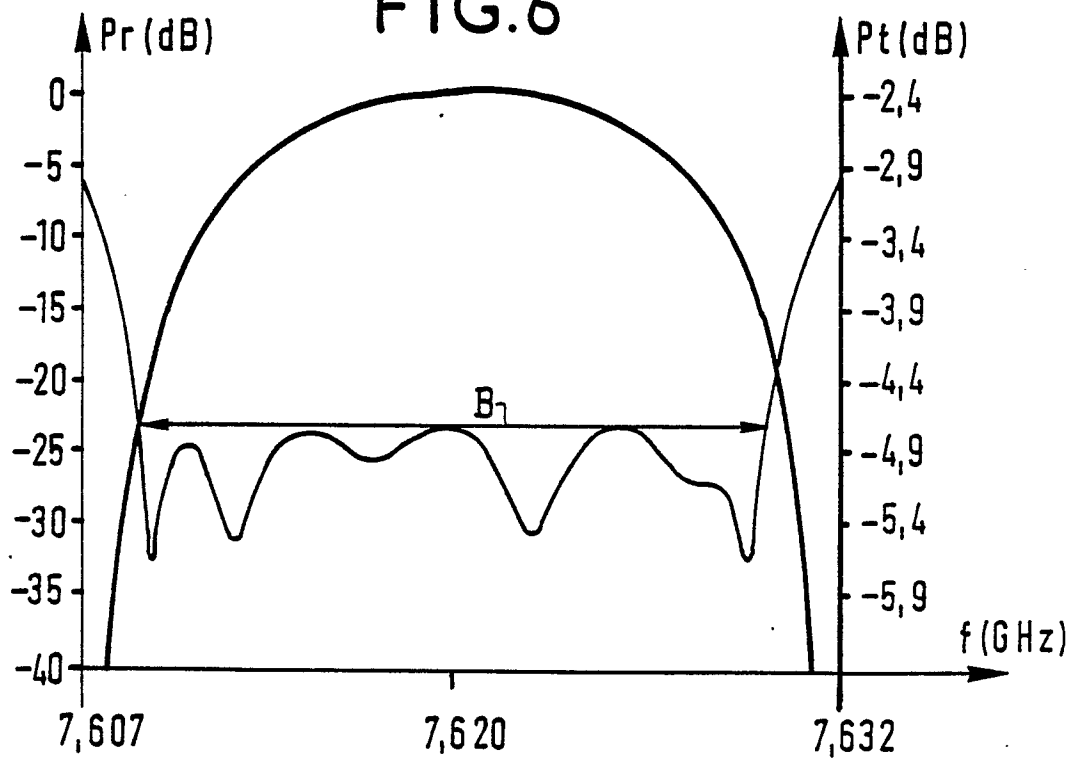


FIG.6



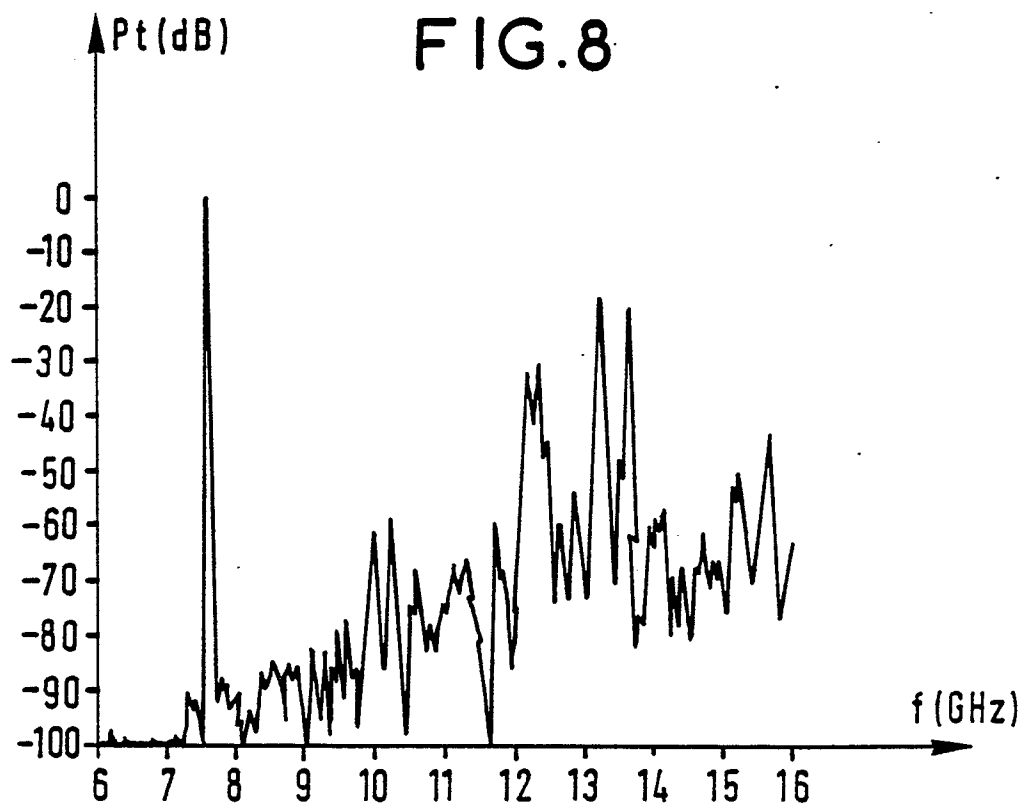
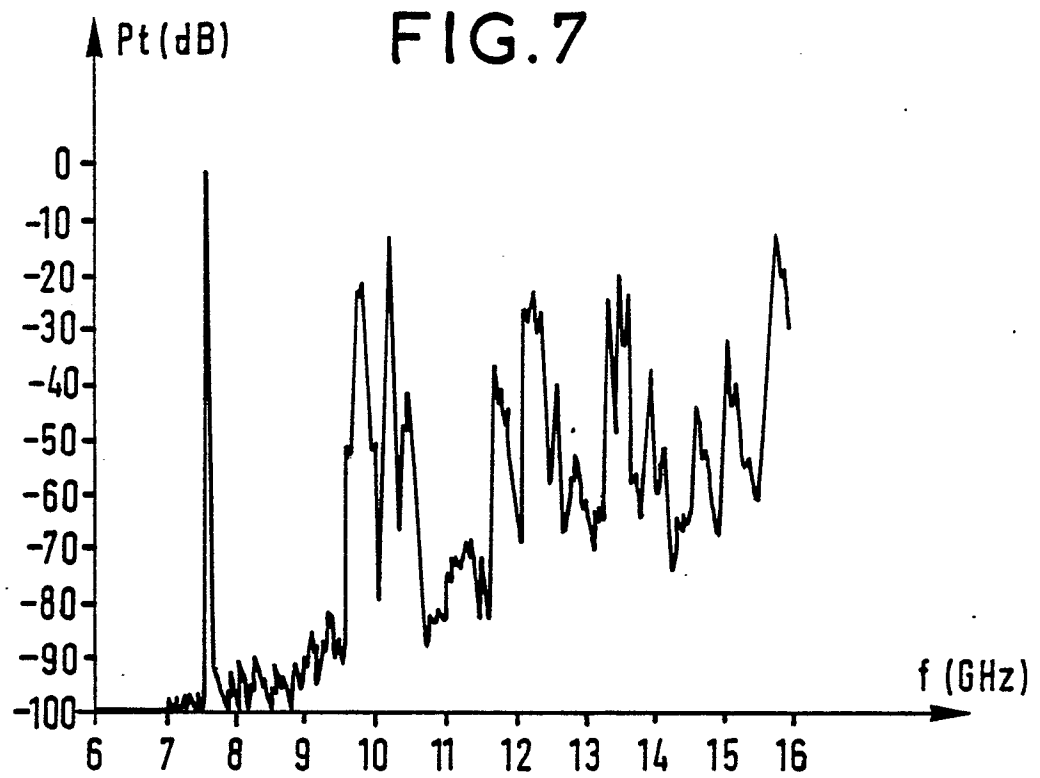
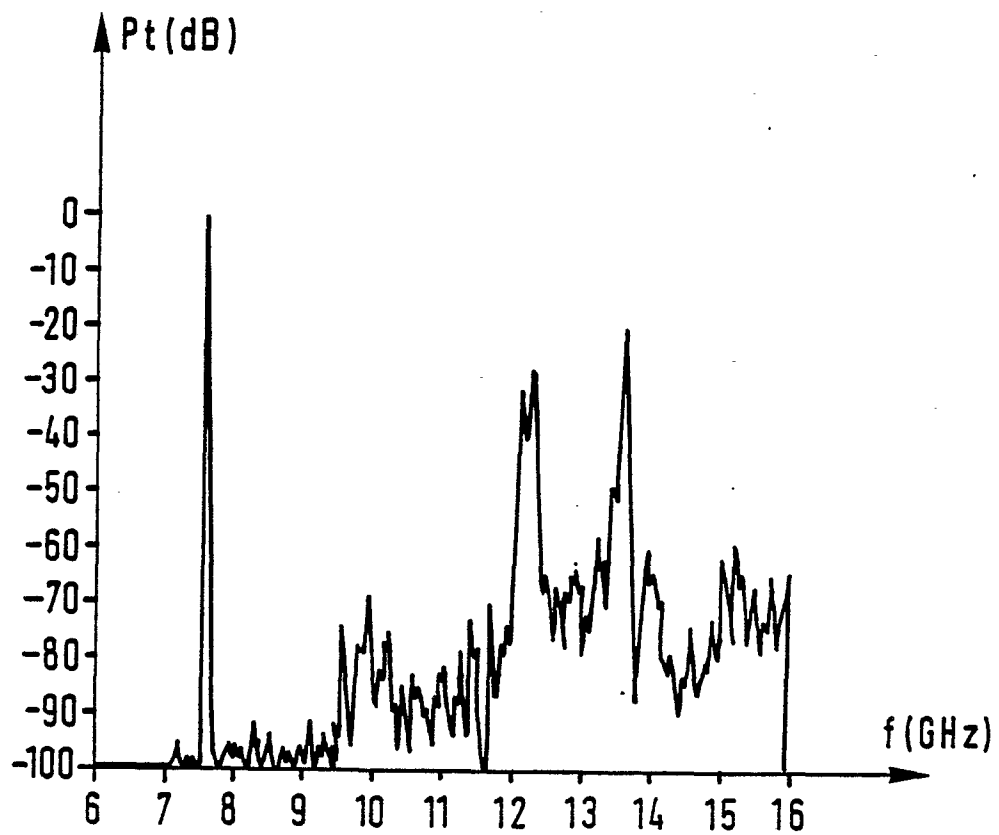


FIG. 9





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)
Y	WO-A-8 700 350 (FORD AEROSPACE) * En entier *	1,8,11	H 01 P 1/208
A	---	6,10,12	
Y	EP-A-0 047 203 (THOMSON-CSF) * Page 3, lignes 6-20; page 4, lignes 21-26; figures *	1,8,11	
A	---	3,6,12	
A	EP-A-0 035 922 (THOMSON-CSF) * Figures 3,4 *	2-4	
D,A	EP-A-0 209 878 (N.E.C. CORP.) * En entier *	1,5	
A	GB-A-1 190 495 (STANDARD TELEPHONES) * Page 2, lignes 66-74; figure 1 *	6,7,13	
A	FR-A-2 355 403 (MURATA) * Page 3, lignes 21-30; page 4, lignes 3-13; figures 2,4a) *	1,8,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-09-1989	Examineur LAUGEL R.M.L.
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			