



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **95400324.0**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> : **H01P 1/26**

(22) Date de dépôt : **15.02.95**

(30) Priorité : **18.02.94 FR 9401884**

(43) Date de publication de la demande :  
**23.08.95 Bulletin 95/34**

(84) Etats contractants désignés :  
**BE CH DE ES FR GB IT LI NL**

(71) Demandeur : **TEKELEC AIRTRONIC**  
Cité des Bruyères,  
Rue Charles Vernet  
F-93310 Sèvres (FR)

(72) Inventeur : **Forterre, Gérard**  
3 rue du Pasteur Martin Luther King  
F-92700 Colombes (FR)  
Inventeur : **Rannou, Claude**  
25 rue Maryse Bastié  
F-78300 Poissy (FR)

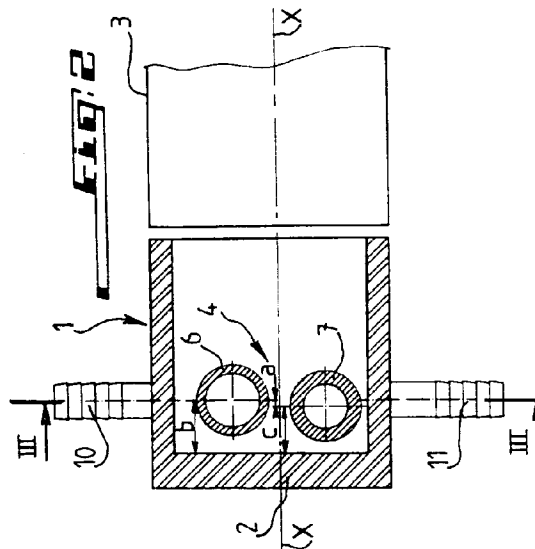
(74) Mandataire : **Berger, Helmut et al**  
Cabinet **Z. WEINSTEIN**  
20, avenue de Friedland  
F-75008 Paris (FR)

(54) **Agencement de charge de puissance en hyperfréquence notamment pour dispositif guide d'ondes et isolateur à ferrite équipée d'un tel agencement.**

(57) L'invention concerne un agencement de charge de puissance en hyperfréquence, notamment pour dispositif guide d'ondes.

Cet agencement est du type comprenant un élément guide d'ondes (1) fermé à une extrémité par une paroi de court-circuit (2) et ouvert à l'autre extrémité qui est configurée pour être reliée audit dispositif guide d'ondes et un dispositif formant charge (4) en un matériau diélectrique à pertes, placé dans l'espace interne de l'élément guide d'ondes. L'agencement est caractérisé en ce que le dispositif de charge (4) est configuré pour fonctionner en mode de résonance et comprend au moins deux résonateurs (6, 7) qui sont placés dans l'élément guide d'ondes (1) et choisis de façon à présenter dans la bande de fréquence utile des variations de pertes en fonction de la température, de tendances inverses afin d'obtenir un effet de compensation de ces variations.

L'invention est utilisable comme dispositif d'absorption de l'énergie à la sortie d'un guide d'ondes.



L'invention concerne un agencement de charge de puissance en hyperfréquence notamment pour dispositif guide d'ondes, du type comprenant un élément guide d'ondes fermé à une extrémité par une paroi de court-circuit et ouvert à l'autre extrémité qui est configurée pour être reliée audit dispositif guide d'ondes et un dispositif formant charge en un matériau diélectrique absorbant hyperfréquence, placé dans l'espace interne de l'élément guide d'ondes à une certaine distance de la paroi de court-circuit.

Dans un agencement de charge de puissance, de ce type, qui est connu, le dispositif formant charge comprend un ou deux tubes en un matériau diélectrique, qui sont disposés perpendiculairement à l'axe de l'élément guide d'ondes, décalés dans la direction de cet axe et remplis d'eau qui constitue un diélectrique à pertes d'une forte permittivité.

Cet agencement de charge présente l'inconvénient majeur qu'il nécessite un dispositif de réglage comportant une multitude de vis d'adaptation et des éléments métalliques localisés pour pouvoir être utilisés dans une bande de fréquences suffisamment large, mais fonctionnant dans une gamme de températures relativement faible nettement inférieure à la gamme utile de 10 à 60°C.

D'autres agencements de charge de puissance sont connus, qui utilisent des tubes à eau qui s'étendent avec une faible inclinaison par rapport à l'axe de l'élément guide d'ondes et présentent ainsi l'inconvénient majeur d'être longs et donc très encombrants.

La présente invention a pour but de proposer un agencement de charge de puissance qui est d'un faible encombrement et ne nécessite aucun réglage dans des gammes de fréquences et de températures importantes imposées par l'emploi qui sera fait de cet agencement.

Pour atteindre ce but, l'agencement de charge de puissance selon l'invention est caractérisé en ce que le dispositif de charge est configuré pour fonctionner en mode de résonance et comprend au moins deux résonateurs qui sont placés approximativement dans un même plan perpendiculaire à l'axe de l'élément guide d'ondes et choisis de façon à présenter dans la bande de fréquences utile des variations des pertes en fonction de la température, de tendances inverses afin d'obtenir un effet de compensation de ces variations.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le dispositif de charge comprend, à titre de résonateurs, deux tubes d'eau dont les diamètres sont différents et choisis pour obtenir les variations de perte précitées de tendances inverses.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention les tubes sont légèrement décalés dans l'axe de l'élément guide d'ondes pour obtenir une meilleure adaptation de l'agencement de charge.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les résonateurs sont situés à une distance prédétermi-

née de la paroi de court-circuit qui est choisie de façon que la puissance réfléchie à l'entrée du dispositif de charge et la puissance réfléchie par la paroi de court-circuit soit en opposition de phase à ladite entrée.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant un mode de réalisation de l'invention et dans lesquels.

La figure 1 est une vue en perspective, avec arrachement, d'un agencement de charge de puissance selon la présente invention.

La figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1.

La figure 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la figure 2.

La figure 4 montre quatre courbes représentant chacune à une température différente des pertes en transmission du quadripôle adapté du tube d'eau de plus grand diamètre, représenté dans l'agencement de charge selon les figures 1 à 3.

La figure 5 est similaire à la figure 4, mais montre les quatre courbes de pertes en transmission du quadripôle à l'état adapté représentant le tube d'eau du plus faible diamètre de l'agencement de charge selon les figures 1 à 3.

La figure 6 montre trois courbes chacune à une température différente des pertes de transmission du quadripôle à l'état adapté représentant les deux tubes d'eau de l'agencement de charge selon les figures 1 à 3.

La figure 7 montre quatre courbes représentant chacune à une température différente les taux de puissance en retour de l'agencement de charge selon les figures 1 à 3, en fonction de la fréquence.

La figure 8 est une vue de dessus d'un isolateur équipé d'un agencement de charge selon la présente invention.

La figure 9 est une vue en direction de la flèche 9 de la figure 8.

En se référant aux figures, on décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, un agencement de charge de puissance en hyperfréquence selon l'invention, dans son mode de réalisation utilisant l'eau comme diélectrique à pertes.

Comme il ressort clairement des figures 1 à 3, l'agencement de charge selon l'invention comprend essentiellement un élément guide d'ondes 1 fermé à une extrémité par une paroi transversale 2 établissant un court-circuit et ouvert à son autre extrémité, configuré pour être relié à un dispositif guide d'ondes schématiquement indiqué en 3, ainsi que la charge à eau 4. Ce dispositif comprend deux tubes d'eau 6 et 7 de diamètres différents et reliés à une extrémité l'un à l'autre par un canal interne 8 pratiqué dans une

partie d'excroissance 9 de l'élément guide d'ondes. A leur autre extrémité, les tubes sont reliés respectivement à des raccords 10 et 11, par l'intermédiaire de portions de canal internes 12 et 13 pratiquées dans une autre partie d'excroissance 14 de l'élément guide d'ondes. Comme on le voit notamment sur la figure 2, les deux tubes 6 et 7 sont légèrement décalés dans l'axe X-X du guide d'ondes. Ce faible écart est indiqué par  $a$ . Il permet d'optimiser le taux de puissance en retour dans la bande de fréquences utile et dans toute la gamme de température utile.

On constate en outre que les tubes 6 et 7 sont disposés à une faible distance de la paroi de court-circuit 2 de l'élément guide d'ondes 1. Sur la figure 2, les plans transversaux d'emplacement des tubes 6 et 7 se trouvent à des distances respectivement  $b$  et  $c$  de cette paroi 2. Ces distances constituent des paramètres de mise au point de l'agencement de charge, comme il sera expliqué plus loin. Les deux tubes sont réalisés en un matériau diélectrique tel que par exemple le polypropylène.

On exposera ci-après, en se référant aux figures 4 à 7, les considérations qui permettent de choisir les différents paramètres du dispositif de charge à eau 4 de l'invention, tels que notamment les diamètres des deux tubes d'eau 6 et 7 et leur écart de la paroi de court-circuit 2 de l'élément de guide d'ondes.

Chaque tube 6, 7 est dimensionné pour qu'il se comporte comme un guide d'ondes diélectrique à pertes, sièges de plusieurs modes plus ou moins couplés et résonnants. Comme dans l'exemple de réalisation de l'invention qui est représenté, les tubes ont des sections transversales circulaires, c'est le choix des diamètres des tubes qui est déterminant pour l'invention.

L'invention est fondée sur le fait que, dans ces conditions, les pertes du diélectrique que constitue l'eau remplissant les tubes varient en fonction de la température et du diamètre des tubes. Ce phénomène est illustré clairement par les figures 4 et 5. Ces figures représentent pour les tubes respectivement 6 et 7 de plus grand et de plus faible diamètre les pertes en transmission  $P_T$  en fonction de la fréquence  $F$  pour les températures de 10, 23, 45 et 60°C. Dans chaque cas les mesures ont été faites en considérant le tube 6 ou 7 considéré comme un quadripôle. Les pertes ont été mesurées sélectivement pour chacun des tubes en l'absence de l'autre. Sur chaque figure on a indiqué sur l'abscisse la bande de fréquence utile  $\Delta F$  et la fréquence centrale  $F_c$  de cette bande.

On constate sur la figure 4 qui indique les pertes en transmission  $P_T$  mesurées ainsi pour le tube de plus grand diamètre 6, que les fréquences de résonance  $F_r$  des quatre courbes sont inférieures à la fréquence centrale  $F_c$  de façon que la bande utile  $\Delta F$  soit située sur le flanc de droite de la pente descendante des courbes de résonance. On constate en outre que les fréquences de résonance  $F_r$  des courbes s'éloi-

gnent de la fréquence centrale  $F_c$  dans la mesure où la température diminue, d'une part, et, d'autre part, que la valeur du sommet des courbes de référence augmente avec la température. En considérant la bande de fréquence utile, les pertes augmentent avec la température.

Dans le cas de la figure 5 qui indique les pertes en transmission mesurées pour le tube de plus faible diamètre 7, les fréquences de résonance  $F_r$  des différentes courbes sont supérieures à la fréquence centrale  $F_c$  de la bande utile  $\Delta F$ , ce dernier étant situé sur les pentes descendantes des courbes de résonance situées à gauche des fréquences de résonance. En considérant la bande de fréquence  $\Delta F$ , on constate que les pertes en transmission diminuent avec la température.

Il ressort des deux figures 4 et 5, que les variations des pertes évoluent avec des tendances inverses selon que le diamètre des tubes est plus grand ou plus faible. Il s'est avéré dans le cadre de l'invention qu'en juxtaposant les deux tubes de diamètres différents 6 et 7 dans un même plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'élément de guide d'ondes 1, ou avec un faible décalage axial, on obtient un ensemble dans lequel les pertes en transmission dans la bande utile sont relativement stables, c'est-à-dire varient relativement peu en fonction de la température, grâce à une compensation des variations produites par chaque tube. La figure 6 montre les pertes en transmission  $\alpha_T$  pour les températures de 10, 23, 45 et 60°,  $\alpha_T$  étant défini par l'expression  $\alpha_T = 10 \log \frac{P_T}{P_i}$  où  $P_T$  et  $P_i$  sont respectivement les puissances transmises et incidente.

Pour réaliser un agencement de charge ayant les propriétés illustrées par la figure 6, qui est en mesure d'absorber toute la puissance véhiculée par le guide d'ondes 3, il convient de placer la paroi de court-circuit 2 par rapport aux deux tubes 6 et 7 de façon que la puissance réfléchie par la paroi 2 se présente à l'entrée du dispositif de charge 4 en opposition de phase de la puissance réfléchie à cette entrée pour obtenir un effet d'annulation optimal. La figure 7 montre les taux de puissance en retour  $R_L$  du dispositif de charge 4 pour les différentes températures retenues,  $R_L$  étant défini par l'expression  $R_L = 10 \log \frac{P_r}{P_i}$ , où  $P_r$  et  $P_i$  sont respectivement les puissances réfléchie et incidente. On constate que cette puissance  $P_r$  est inférieure à 20db par rapport à la puissance incidente  $P_i$  dans la gamme de température comprise entre 10 et 60°.

Les courbes représentées aux figures 5 à 7 ont été établies pour un agencement de charge utilisant un élément guide d'ondes du type WR 340, deux tubes en polypropylène ayant le même diamètre extérieur de 16 mm et des diamètres internes de respec-

tivement 12 et 10 mm. La distance  $c$  du tube 7 de la paroi de court-circuit est de l'ordre de 10,6 mm et l'écart  $a$  est de 1,4 mm. Dans ces conditions, on obtient une bande passante utile comprise entre 2425 MHz et de 2475 MHz.

Bien entendu il est évident que le procédé de dimensionnement des tubes diélectriques qui ressort de la description qui vient d'être faite en se référant aux figures permet de réaliser des agencements de charge adaptés à d'autres gammes de fréquence. Il conviendrait alors d'établir des courbes du type représenté aux figures 4 et 5 pour une série de tubes de diamètres différents et de choisir au moins deux tubes qui permettent d'obtenir l'effet de compensation optimal dans la bande de fréquence utile. Les diamètres des deux tubes seront définis en fonction de l'absorption moyenne nécessaire pour obtenir une énergie transmise compatible avec l'énergie en retour du quadripôle formé par les deux tubes. Puis il faut ajuster le taux de puissance en retour en choisissant de façon appropriée la distance entre les tubes et la paroi de court-circuit en fonction de la valeur de réflexion maximale admissible.

Dans le cadre de l'invention on pourrait également utiliser plus de deux tubes sans que le procédé de dimensionnement des tubes disposés approximativement dans un même plan soit changé. Un troisième tube pourrait être placé entre le tube 6 et 7 et permettrait d'augmenter les pertes par absorption du dispositif de charge. On pourrait aussi prévoir plusieurs plans de tubes décalés dans l'axe de l'élément de guide d'ondes, à des distances de  $\lambda_g/4$ ,  $\lambda_g$  étant la longueur d'onde de propagation dans le guide d'ondes. Cette disposition permet d'élargir la bande de fréquences utiles. D'autre part, les tubes pourraient être inclinés par rapport à l'axe de l'élément guide d'ondes en étant parallèles ou non, pour obtenir des résultats sensiblement identiques.

Il est encore à noter que l'invention n'est pas limitée à l'utilisation de tubes de section transversale circulaire. Au contraire, celle-ci pourrait être de toute autre forme appropriée. L'invention n'est également pas limitée à l'utilisation de tubes parcourus par de l'eau. En effet, on pourrait employer des éléments en forme de tiges massifs à condition que le matériau diélectrique les constituant ait une permittivité élevée et un facteur de pertes suffisant.

D'autre part, l'agencement de charge selon l'invention telle que décrite ci-avant est utilisable dans toute application où il s'agit de prévoir à la sortie d'une voie de guide d'ondes une charge devant absorber l'ensemble de l'énergie véhiculée par cette voie. Les figures 8 et 9 illustrent l'application de l'invention à un isolateur monobloc à ferrite 16. Dans ce cas l'agencement de charge est directement monté dans une voie d'un circulateur en étant intégré à son corps, transformant ce circulateur en un isolateur à charge intégrée sensiblement sans changement de dimen-

sions. Ceci permet de supprimer la bride d'assemblage. On obtient ainsi un ensemble ayant des dimensions très réduites. Dans ce cas la paroi de court-circuit est formée par un élément de paroi rapporté.

En se reportant aux figures 1 à 3, il est encore à noter que les excroissances 9 et 11 peuvent être réalisés sous forme d'éléments rapportés et réalisés en un matériau non attaqué par l'eau tel que par exemple en INOX. En utilisant des joints 18 au bout des tubes on évite que l'eau vienne en contact avec le matériau constituant le guide d'ondes, tel que de l'aluminium.

## Revendications

1. Agencement de charge de puissance en hyperfréquence, notamment pour dispositif guide d'ondes, du type comprenant un élément guide d'ondes fermé à une extrémité par une paroi de court-circuit et ouvert à l'autre extrémité qui est configurée pour être reliée audit dispositif guide d'ondes et un dispositif formant charge en un matériau diélectrique à pertes, placé dans l'espace interne de l'élément guide d'ondes à une certaine distance de la paroi de court-circuit, caractérisé en ce que le dispositif de charge (4) est configuré pour fonctionner en mode de résonance et comprend au moins deux résonateurs (6, 7) qui sont placés dans l'élément guide d'ondes (1) à une distance l'une de l'autre dans l'axe longitudinal de l'élément guide d'ondes (1) qui ne constitue au maximum qu'un faible décalage et sont choisis de façon à présenter dans la bande de fréquence utile ( $\Delta F$ ) des variations de pertes en fonction de la température (T), de tendances inverses afin d'obtenir un effet de compensation de ces variations.
2. Agencement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de charge (4) est placé à une distance prédéterminée de la paroi de court-circuit (2), qui est choisie de façon que la puissance réfléchie à l'entrée du dispositif de charge (4) et la puissance réfléchie par la paroi de court-circuit (2) soit en opposition de phase à ladite entrée.
3. Agencement selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les résonateurs (6, 7) sont placés sensiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe de l'élément guide d'ondes (1).
4. Agencement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les deux résonateurs sont inclinés par rapport à l'axe de l'élément guide d'ondes (1).

5. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de charge comprend, à titre de résonateurs, deux tubes d'eau (6 et 7) qui s'étendent perpendiculairement à l'axe longitudinal (X-X) de l'élément guide d'ondes (1) au moins approximativement dans un même plan transversal et dont les diamètres sont différents et choisis pour obtenir les variations de pertes précitées de tendances inverses.
6. Agencement selon la revendication 5, caractérisé en ce que les deux tubes (6 et 7) sont légèrement décalés dans l'axe (X-X) de l'élément guide d'ondes pour optimiser le taux de puissance en retour ( $R_L$ ) dans la bande de fréquences utile ( $\Delta F$ ) et dans toute la gamme de température utile.
7. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins trois résonateurs disposés sensiblement dans un même plan transversal pour augmenter les pertes par absorption du dispositif de charge.
8. Agencement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on prévoit au moins un deuxième réseau de résonateurs situé approximativement dans un même plan, à une distance d'un quart de la longueur d'onde de propagation du guide d'ondes, afin d'élargir la bande de fréquences utile.
9. Isolateur à ferrite, caractérisé en ce que l'agencement de charge selon l'une des revendications 1 à 8 est directement monté dans une voie d'un circulateur en étant intégré à son corps, transformant ce circulateur en un isolateur à charge intégrée sensiblement sans chargement des dimensions.

5

10

15

20

25

30

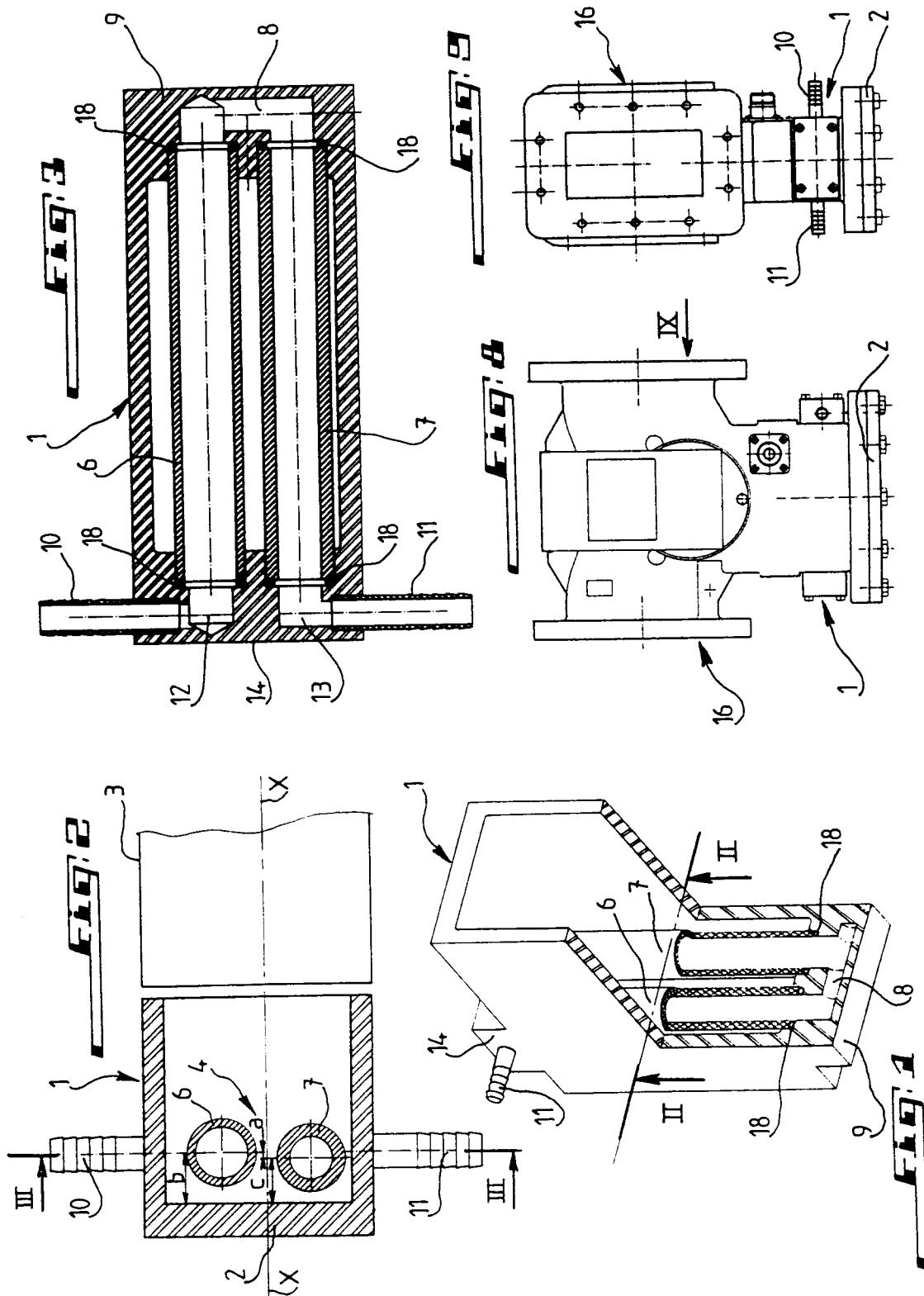
35

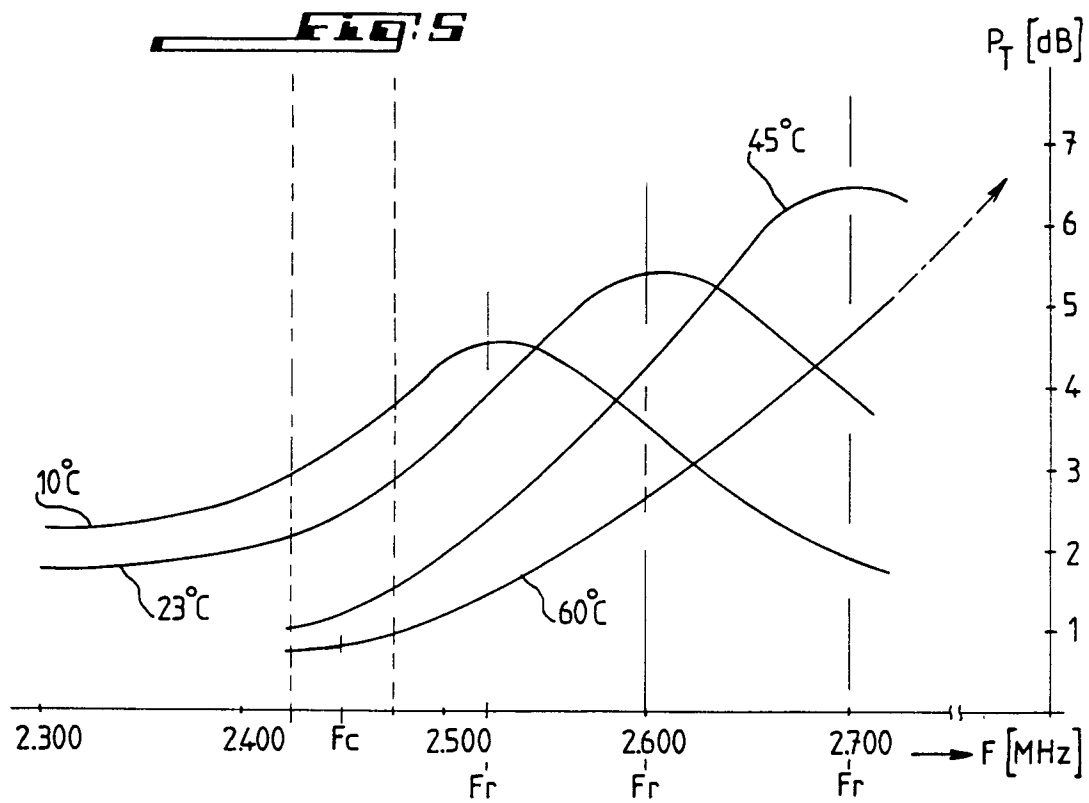
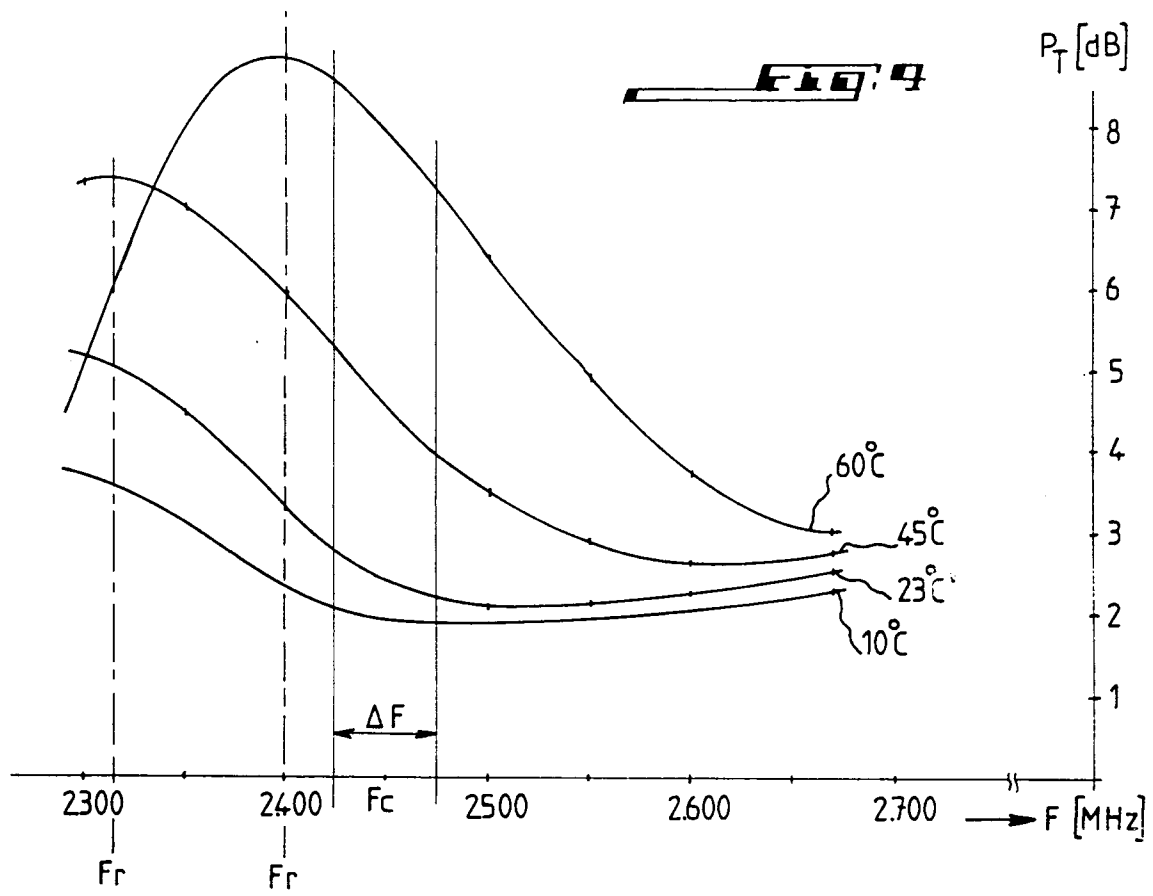
40

45

50

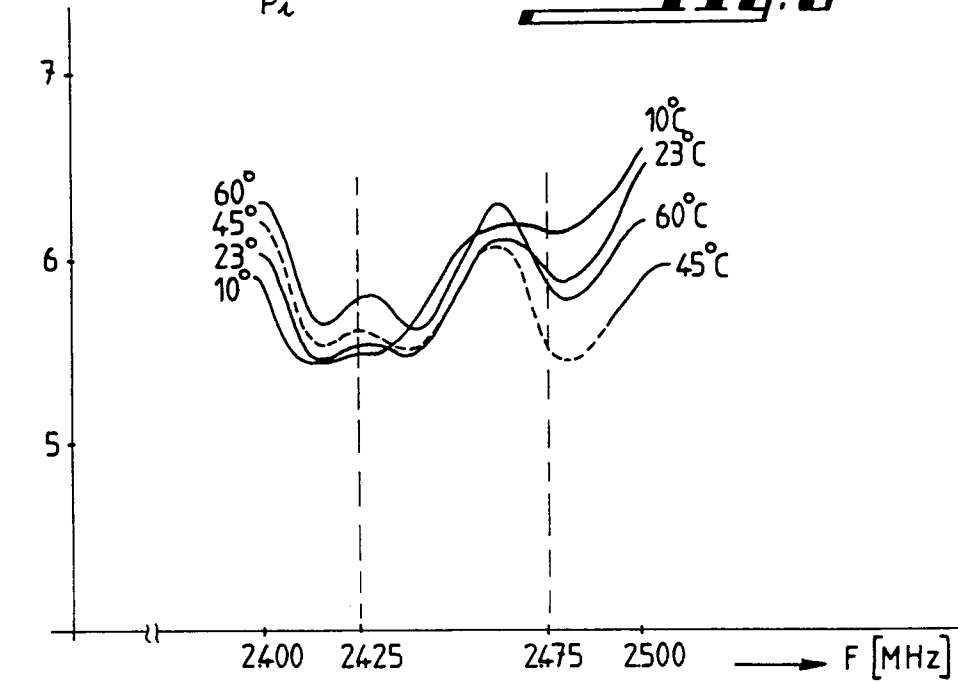
55





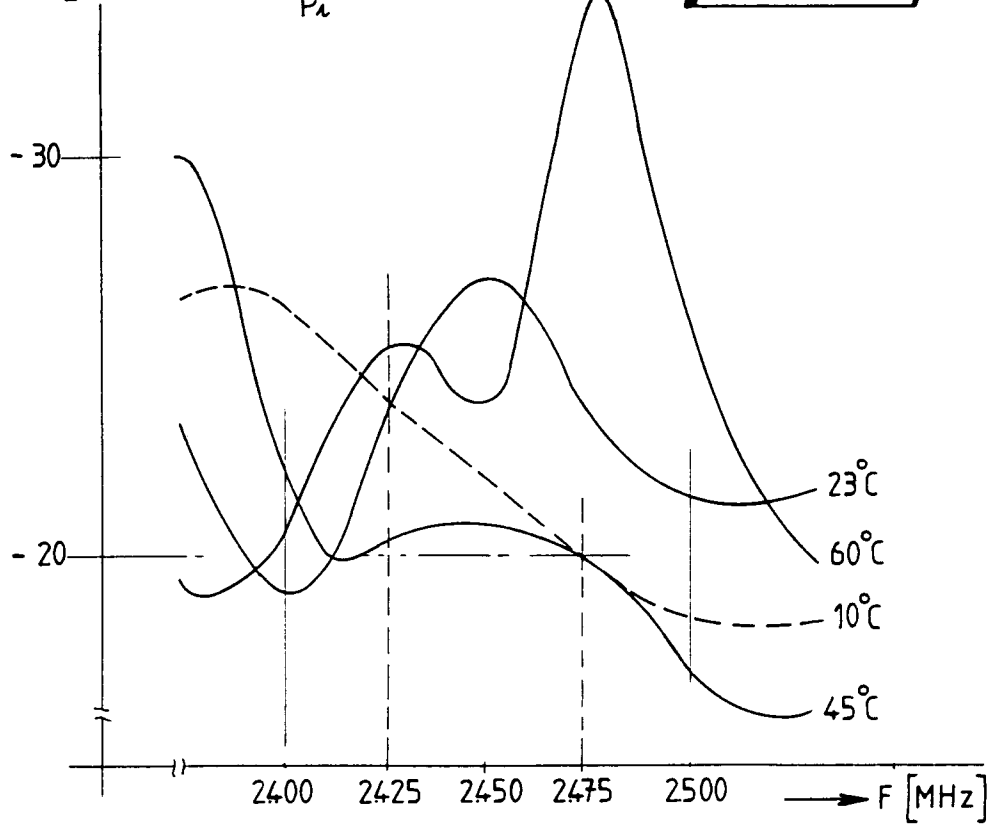
$$\alpha_T [\text{dB}] = 10 \log \frac{P_T}{P_i}$$

**FIG. 6**



$$R_L [\text{dB}] = 10 \log \frac{P_r}{P_i}$$

**FIG. 7**







Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 40 0324

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.6)
X	GB-A-1 164 945 (ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LTD)	1,3,5,6	H01P1/26
Y	* le document en entier *	2,4,7-9	
Y	NTZ NACHRICHTENTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, vol.11, no.3, Mars 1958, BERLIN DE pages 138 - 141 U.V. KIENLIN ET AL. 'Ein Hohlleiterabschluss mit handelsüblichen Schichtwiderständen' * page 139, colonne de gauche, ligne 43 - ligne 49; figures 1,2 *	2	
Y	DE-A-21 57 352 (ROTAX LTD) * page 2, ligne 17 - page 3, ligne 37; figure 1 *	4	
Y	US-A-3 474 354 (SIMON) * colonne 2, ligne 33 - ligne 68; figures 1,3 *	7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Y	FR-A-1 445 906 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * page 2, colonne de droite, ligne 18 - page 3, colonne de gauche, ligne 19; figures 3-5 *	8	H01P
Y	US-A-3 846 720 (MOHR) * colonne 2, ligne 9 - ligne 36; figure 1 *	9	
A	MICROWAVE JOURNAL, vol.18, no.3, Mars 1975, DEDHAM US pages 45 - 57 R.Z. GERLACK 'Short waterloads for large waveguides' * le document en entier *	1,3,5,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 Avril 1995	Examineur Den Otter, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>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</p> <p>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 &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (12.82) (P04C02)