

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **81400706.8**

⑤① Int. Cl.³: **H 01 J 25/11, H 01 J 23/24**

㉔ Date de dépôt: **05.05.81**

③⑩ Priorité: **23.05.80 FR 8011552**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **02.12.81**
Bulletin 81/48

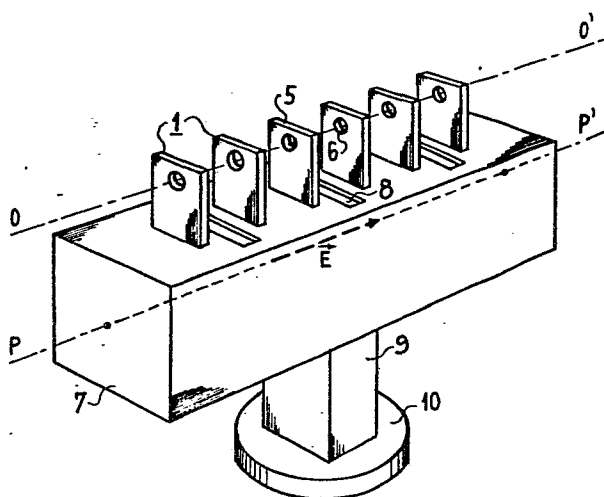
⑦② Inventeur: **Epsztein, Bernard, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **DE GB NL**

⑦④ Mandataire: **Benichou, Robert et al, "THOMSON-CSF" - SCPI 173 bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑤④ **Oscillateur hyperfréquence à interaction étendue.**

⑤⑦ Cet oscillateur comporte une ligne à structure périodique constituée par une succession de vanes (5) qui sont percées d'un orifice (6) où se propage un faisceau d'électrons linéaire. Cette ligne surmonte une cavité (7) constituée par un parallélépipède droit à base rectangulaire, dont les dimensions (a, b) sont déterminées pour qu'elle se comporte comme un guide d'onde à la fréquence de coupure, selon l'axe longitudinal de la ligne et sur un mode transverse magnétique TM_{mn} , avec $m = 1, 3, 5, \dots$ et $n = 1, 2, 3, 4, \dots$. Des fentes de couplage (8) sont prévues sur la cavité entre deux vanes successives et dans un intervalle entre vanes sur deux. La tension d'anode du faisceau et la distance entre deux vanes successives sont choisies pour que la cavité résonne à la fréquence de coupure et sur le mode π . Application aux oscillateurs de mesure et aux émetteurs et récepteurs hétérodynes radars.



OSCILLATEUR HYPERFREQUENCE A INTERACTION ETENDUE

La présente invention concerne un oscillateur hyperfréquence à interaction étendue.

Les oscillateurs à interaction étendue sont bien connus de l'art antérieur. En anglais, on les désigne par "extended interaction oscillators" ou E.I.O.

Ces oscillateurs sont surtout utilisés vers les longueurs d'onde millimétriques comme oscillateurs de mesure ou comme émetteurs et récepteurs hétérodynes radars. Ils sont constitués par un tronçon de ligne à structure périodique, relativement court, puisqu'il ne comporte généralement qu'une dizaine d'étages identiques. Cette ligne comporte généralement une succession de barreaux métalliques et de fentes ou une suite de vannes métalliques, identiques ou non (cas de la structure du type "rising sun"). Ce tronçon de ligne est contenu dans un boîtier étanche au vide.

Un faisceau d'électrons linéaire traverse la ligne ou la lèche, cependant qu'est créée une onde hyperfréquence qui se propage dans le boîtier.

Il y a interaction entre l'onde et le faisceau, et l'ensemble de la ligne et du boîtier se met en résonance. L'oscillation se produit généralement sur le mode π .

Les oscillateurs à interaction étendue selon l'art antérieur présentent les inconvénients suivants :

- les tolérances mécaniques concernant la ligne à structure périodique sont très strictes. En effet, on peut considérer que l'oscillateur à interaction étendue est constitué par une suite de cavités à la résonance. Il est très important, notamment pour éviter les oscillations parasites, que ces cavités aient exactement la même structure géométrique ; ce qui impose des tolérances mécaniques très strictes surtout pour la ligne ;

- les oscillateurs à interaction étendue sont accordables mécaniquement dans une bande de fréquence relativement faible ;

- les divers modes d'oscillation sont très proches les uns des

autres et des sauts de modes aléatoires se produisent. La qualité du spectre de fréquence engendré est donc médiocre d'autant plus que la surtension est faible. A cause de cette faible surtension, les pertes sont importantes et le rendement peu élevé.

5 La présente invention concerne un oscillateur à interaction étendue qui ne présente pas ces inconvénients.

 L'oscillateur à interaction étendue selon la présente invention comporte une ligne à structure périodique constituée par une succession de vannes, ces vannes étant traversées ou léchées par un faisceau d'électrons linéaire. Cette ligne surmonte une cavité rec-
10 tiligne dont les dimensions sont déterminées pour qu'elle se comporte comme un guide d'onde à la fréquence de coupure, selon l'axe longitudinal de la ligne et sur un mode transverse magnétique, TM_{mn} , avec $m = 1, 3, 5 \dots$ et $n = 1, 2, 3, 4 \dots$. Des orifices de
15 couplage entre les vannes et la cavités sont prévus sur la cavité, entre deux vannes successives et à intervalles réguliers. La tension d'anode du faisceau, les distances entre deux vannes successives et entre deux orifices de couplage successifs sont fixées en fonction de la fréquence d'oscillations choisie pour l'oscillateur qui est égale à la
20 fréquence de coupure de la cavité. Enfin, un dispositif de couplage permet de prélever sur la cavité l'énergie de sortie de l'oscillateur.

 Parmi les principaux avantages de l'oscillateur selon l'invention, on peut citer :

25 - le fait que les tolérances mécaniques sur les dimensions des vannes de la ligne ne soient plus critiques comme c'était le cas pour la ligne à retard de l'oscillateur selon l'art antérieur ; par contre, les tolérances mécaniques sur les dimensions de la cavité percée d'orifices de couplages sont assez strictes mais cela pose moins de problèmes que pour les vannes ;

30 - le fait qu'une grande gamme d'accord mécanique puisse être obtenue, particulièrement dans les modes de réalisation de l'oscillateur où la cavité est un parallélépipède ;

 - enfin, le fait qu'on obtienne une résonance unique à très haute surtension, et donc une grande pureté spectrale de l'oscillation

; ainsi les sauts de mode aléatoires sont inexistants et le rendement excellent.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées qui représentent :

- La figure 1, une vue en perspective d'un oscillateur à interaction étendue selon l'art antérieur ;

- La figure 2, une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un oscillateur à interaction étendue selon l'invention ;

- La figure 3, une vue en coupe transversale d'un autre mode de réalisation d'un oscillateur à interaction étendue selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté, les cotes et proportions des divers éléments ne sont pas respectées.

La figure 1 concerne une vue en perspective d'un oscillateur à interaction étendue selon l'art antérieur.

Cet oscillateur comporte une ligne à retard 1 qui est constituée de deux plaques métalliques identiques qui se font face. Chacune de ces plaques comporte la succession à intervalles réguliers de deux types de fentes d'inégales longueurs : une petite fente 2 et une grande fente 3 ; les fentes de même nom des deux plaques sont en vis-à-vis. Il s'agit donc là d'une ligne à retard 1 qui comporte une succession de barreaux métalliques et de fentes.

Cette ligne à retard 1 est contenue dans un boîtier 4 étanche au vide.

Un faisceau d'électrons linéaire est produit par un canon à électrons, non représenté sur la figure et qui se trouve situé à une extrémité du boîtier 4. Ce faisceau d'électrons se propage entre les deux plaques qui constituent la ligne à retard 1 selon un axe OO' qui est l'axe longitudinal du boîtier 4. A l'autre extrémité du boîtier 4, ce faisceau d'électrons est recueilli sur un collecteur qui n'est pas représenté. Enfin, un focalisateur magnétique, non représenté et constitué de façon tout à fait classique par un solénoïde ou un

aimant permanent, guide le faisceau d'électrons selon l'axe OO'.

La figure 2 concerne une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un oscillateur à interaction étendue selon l'invention et la figure 3 concerne une vue en coupe transversale d'un autre mode de réalisation de l'oscillateur selon l'invention.

L'oscillateur à interaction étendue selon l'invention comporte une ligne à structure périodique 1 qui est constituée par la succession à intervalles réguliers de vannes 5.

Chaque vanne est percée d'un orifice 6, comme cela est représenté sur la figure 2, ou comporte une fente 11, comme sur la figure 3. A travers ces orifices ou ces fentes, se propage un faisceau d'électrons linéaire selon l'axe OO' qui passe par le milieu des fentes ou des trous. Ce faisceau d'électrons est émis par un canon à électrons, focalisé selon l'axe OO' par un focalisateur magnétique et enfin, reçu par un collecteur ; tous ces éléments, canon, focalisateur et collecteur, sont bien connus de l'art antérieur et ne sont pas représentés sur les figures.

Le faisceau d'électrons peut aussi être un faisceau plat qui lèche le bord supérieur des vannes 5 qui ne comportent alors ni orifice, ni fente.

La ligne 1 surmonte une cavité 7 presque entièrement fermée qui est rectiligne. La section de cette cavité peut prendre diverses formes ; elle peut être circulaire par exemple. Mais, la cavité est le plus souvent constituée par un parallélépipède droit dont la section est un rectangle ou un carré. C'est le cas sur la figure 3 où la section de la cavité a pour dimensions a selon l'horizontale et b selon la verticale.

Les dimensions de la cavité sont déterminées pour qu'elle se comporte comme un guide d'onde à la fréquence de coupure, selon l'axe longitudinal OO' de la ligne et sur un mode transverse magnétique, TM_{mn} , avec $m = 1, 3, 5 \dots$ et $n = 1, 2, 3, 4 \dots$

En se limitant aux modes TM_{mn} avec $m = 1, 3, 5 \dots$ et $n = 1, 2, 3, 4 \dots$, on sélectionne les modes pour lesquels le champ électrique est maximal selon le plan médian de la cavité qui contient l'axe OO'.

On rappelle en effet que les indices m et n correspondent au nombre de demi-périodes du champ électrique selon les dimensions a et b du guide, dans le cas d'un guide rectangulaire. En choisissant m impair, on obtient donc un champ maximal dans le plan médian en ce qui concerne le champ selon la dimension a . En ce qui concerne le champ selon la dimension b , le fait que n soit pair ou impair ne réagit pas sur la valeur du champ dans le plan médian indiqué.

Sur la figure 3, on a choisi m et n égaux à 1 et les variations du champ électrique, dans la section droite sont représentées en trait fin.

L'oscillateur selon l'invention comporte des orifices de couplage 8 entre les vannes et la cavité. Ces orifices sont constitués par des fentes percées sur la cavité entre deux vannes successives et à intervalles réguliers. Sur la figure 2, on trouve une fente de couplage 8 dans un intervalle entre vannes sur deux.

Un dispositif de couplage permet de prélever l'énergie de sortie de l'oscillateur : ce dispositif peut être constitué par un guide rectangulaire 9 relié à la cavité via un iris et prolongé par une bride 10.

Enfin, il est bien entendu que l'oscillateur représenté sur la figure 2 est contenu dans un boîtier étanche au vide qui n'est pas représenté.

On va maintenant examiner le fonctionnement de l'oscillateur selon l'invention. Ce fonctionnement présente des analogies avec celui d'un magnétron coaxial.

On rappelle que la cavité se comportant comme un guide d'onde à la fréquence de coupure selon l'axe OO' et sur un mode TM_{mn} , le champ électrique $\vec{E}$ qui règne à l'intérieur de la cavité est invariant selon l'axe longitudinal PP' de la cavité qui est parallèle à OO' . Le champ électrique $\vec{E}$ est représenté symboliquement sur la figure 2 par une flèche en trait discontinu portée par l'axe PP' .

Les orifices de couplage 8 sont donc excités en phase par le champ électrique $\vec{E}$.

Dans le cas de la figure 2, où on trouve un orifice de couplage

8 dans un intervalle entre vannes sur deux, on peut fonctionner sur les modes π ou 3π . Au-delà, c'est-à-dire pour les modes $5\pi, 7\pi, \dots$, l'impédance de l'oscillateur n'est plus acceptable. On ne va donc pas au-delà du mode 3π .

5 On rappelle que pour le mode π , le champ électrique est déphasé de π d'une vanne à l'autre, alors que le déphasage est de 3π pour le mode 3π .

10 Dans le cas de la figure 2, pour fonctionner selon le mode π , qui est le mode le plus couramment utilisé, la tension d'anode qui détermine la vitesse du faisceau d'électrons et la distance entre deux vannes successives sont choisies pour que le temps de transit du faisceau d'électrons d'un orifice de couplage au suivant soit voisin de la période du champ électrique dont la longueur d'onde est λ_C .

15 Il y a ainsi un déphasage de π sur le champ électrique d'une vanne à l'autre.

Le faisceau d'électrons est ainsi freiné par le champ électrique auquel il cède de l'énergie au niveau des orifices de couplage en produisant l'énergie hyperfréquence utile et en entretenant l'oscillation.

20 Un régime résonnant est ainsi établi dans la cavité à la fréquence de coupure du guide d'onde auquel peut être assimilée la cavité.

25 Dans le cas de la figure 2, on peut aussi fonctionner selon le mode 3π . Le temps de transit du faisceau d'électrons d'un orifice de couplage au suivant doit être alors voisin de trois fois la période du champ électrique dont la longueur d'onde est λ_C . Il faut modifier la tension d'anode.

30 On peut aussi fonctionner sur le mode 2π en prévoyant un orifice de couplage 8 dans chaque intervalle entre vannes. Le temps de transit du faisceau d'électrons d'un orifice de couplage au suivant doit être alors voisin de la période du champ électrique.

On constate donc que la fréquence d'oscillation de l'oscillateur selon l'invention est la fréquence de coupure du guide d'onde auquel peut être assimilée la cavité 7 percée d'orifices de couplage 8. Ce

sont donc les dimensions de la cavité qui sont importantes pour fixer la fréquence d'oscillations et non celles des vannes comme c'est le cas pour l'oscillateur de l'art antérieur.

On conçoit donc qu'une grande gamme d'accord mécanique de la fréquence d'oscillation puisse être obtenue très simplement, particulièrement dans les modes de réalisation de l'oscillateur où la cavité est un parallélépipède droit.

On rappelle en effet que dans le cas d'un guide d'onde rectangulaire, les dimensions a et b de la section droite du guide sont reliées aux indices m et n et à la longueur d'onde de coupure λ_c par la relation :

$$\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2 = \frac{1}{\lambda_c^2} \quad (1)$$

En faisant varier a ou b (voir figure 3), on obtient un réglage mécanique de la fréquence d'oscillations.

Les variations du champ électrique qui sont représentées sur la figure 3 en trait fin ne sont pas pour autant modifiées car l'amplitude du champ rapportée à des axes horizontaux et verticaux dont l'origine se trouve sur l'axe PP' s'écrit :

$$E = E_0 \cdot \cos \frac{\pi x}{a} \cdot \cos \frac{\pi y}{b}, \text{ où } E_0 \text{ est une constante.}$$

Sur la figure 3, on a représenté schématiquement comment il est possible de faire varier la dimension horizontale a de la base de la cavité constituée par un parallélépipède droit en utilisant un piston 12 vertical. Il serait tout aussi possible de faire varier la dimension b de la cavité.

Le champ électrique $\vec{E}$ dans la cavité et les lignes de courant dans ses parois latérales sont perpendiculaires au plan de la figure 3. Il n'est donc pas utile que le piston 12 soit en contact avec les parois horizontales 16 et 17 de la cavité. Par contre, le piston doit être en contact avec les parois verticales qui ferment la cavité et qui sont perpendiculaires à l'axe PP' car des lignes de courant traversent ces parois.

De plus, grâce à cette répartition particulière des lignes de courant, il est possible de supprimer tous les modes parasites. On

distingue essentiellement deux types de modes parasites :

5 - les modes de cavité. Ces modes sont des modes TE et des modes TM présentant une variation longitudinale, c'est-à-dire des modes TM_{mnp} avec $p \neq 0$. Tous ces modes présentent des
10 composantes de courant transversales. Il est donc aisé de les atténuer en disposant au niveau des arêtes longitudinales de la cavité une substance atténuante 13 protégée par un cache métallique 14 comme cela est représenté sur la figure 3 pour deux arêtes. En effet, dans les modes TM_{mno} qui sont utilisés dans l'oscillateur selon l'invention, même la composante longitudinale du courant est nulle sur ces arêtes. On peut également disposer de la substance atténuante 13 dans l'épaisseur du piston mobile ;

15 - les modes dus aux orifices de couplage. Les fentes 8 qui constituent les orifices de couplage présentent des fréquences de résonance que l'on atténue en disposant une substance atténuante 13 protégée par un cache métallique 15 aux extrémités de ces fentes de part et d'autre des vannes.

20 Enfin, on peut disposer de la substance atténuante à l'intérieur du boîtier étanche au vide qui contient l'oscillateur pour amortir les modes parasites qui pourraient s'y propager.

Cette élimination des modes parasites permet d'obtenir une résonance unique à très haute surtension et une grande pureté spectrale de l'oscillation. Ainsi, les sauts de mode aléatoires sont pratiquement inexistantes et le rendement excellent.

REVENDEICATIONS

1. Oscillateur hyperfréquence à interaction étendue, comportant une ligne à structure périodique constituée par une succession de vanes (5), ces vanes étant traversées ou léchées par un faisceau d'électrons linéaire, caractérisé en ce que :

5 - cette ligne surmonte une cavité rectiligne (7) dont les dimensions (a, b) sont déterminées pour qu'elle se comporte comme un guide d'onde à la fréquence de coupure, selon l'axe longitudinal (OO') de la ligne et sur un mode transverse magnétique, TM_{mn} , avec $m = 1, 3, 5 \dots$ et

10 $n = 1, 2, 3, 4 \dots$;

- des orifices de couplage (8) entre les vanes et la cavité sont prévus sur la cavité, entre deux vanes successives et à intervalles réguliers, la tension d'anode du faisceau, les distances entre deux vanes successives et entre deux orifices de couplage successifs étant fixées en fonction de la fréquence d'oscillations choisie pour l'oscillateur qui est égale à la fréquence de coupure de la cavité ;

- enfin, un dispositif de couplage (9) permet de prélever sur la cavité l'énergie de sortie de l'oscillateur.

2. Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque vanne (5) est percée d'un orifice (6) ou comporte une fente (11) où se propage le faisceau d'électrons.

3. Oscillateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'oscillation se produit sur le mode π ou le mode 3π et en ce que la distance entre deux orifices de couplage successifs (8) est le double de celle entre deux vanes (5) successives.

4. Oscillateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'oscillation se produit sur le mode 2π et en ce que la distance entre deux orifices de couplage successifs (8) égale celle entre deux vanes (5) successives.

5. Oscillateur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la cavité (7) est un parallélépipède droit, dont la base est un rectangle ou un carré de dimensions a et b, les dimensions a et b étant reliées à la longueur d'onde de coupure de la cavité λ_c et aux

indices m et n par la relation :

$$\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2 = \frac{1}{\lambda^2 c}$$

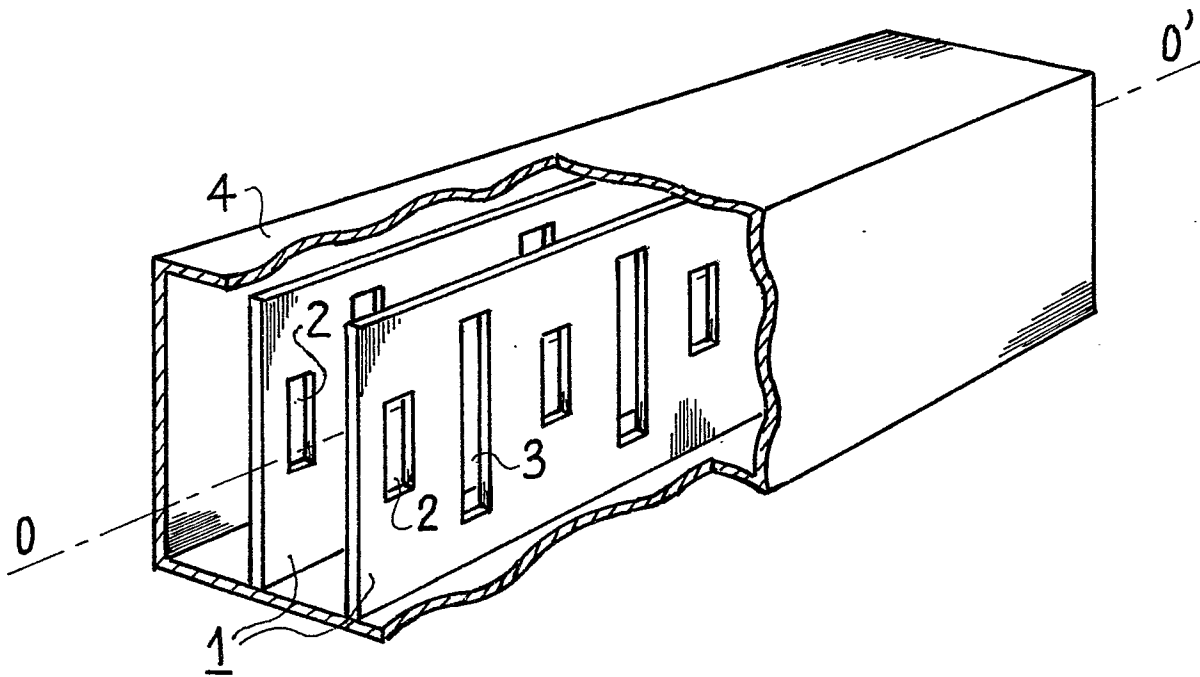
5 6. Oscillateur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte une substance atténuante (13) protégée par un cache métallique (14) au niveau des arêtes longitudinales de la cavité (7).

10 7. Oscillateur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte une substance atténuante (13) protégée par un cache métallique (15) aux extrémités des orifices de couplage (8) de part et d'autre des vannes (5).

15 8. Oscillateur selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte un piston (12) qui permet de modifier les dimensions a ou b de la cavité, ce piston n'étant en contact qu'avec les deux parois fermant la cavité qui sont perpendiculaires à l'axe longitudinal (PP') de la cavité (7).

9. Oscillateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que de la substance atténuante (13) se trouve disposée dans l'épaisseur du piston mobile (12).

FIG_1



FIG_2

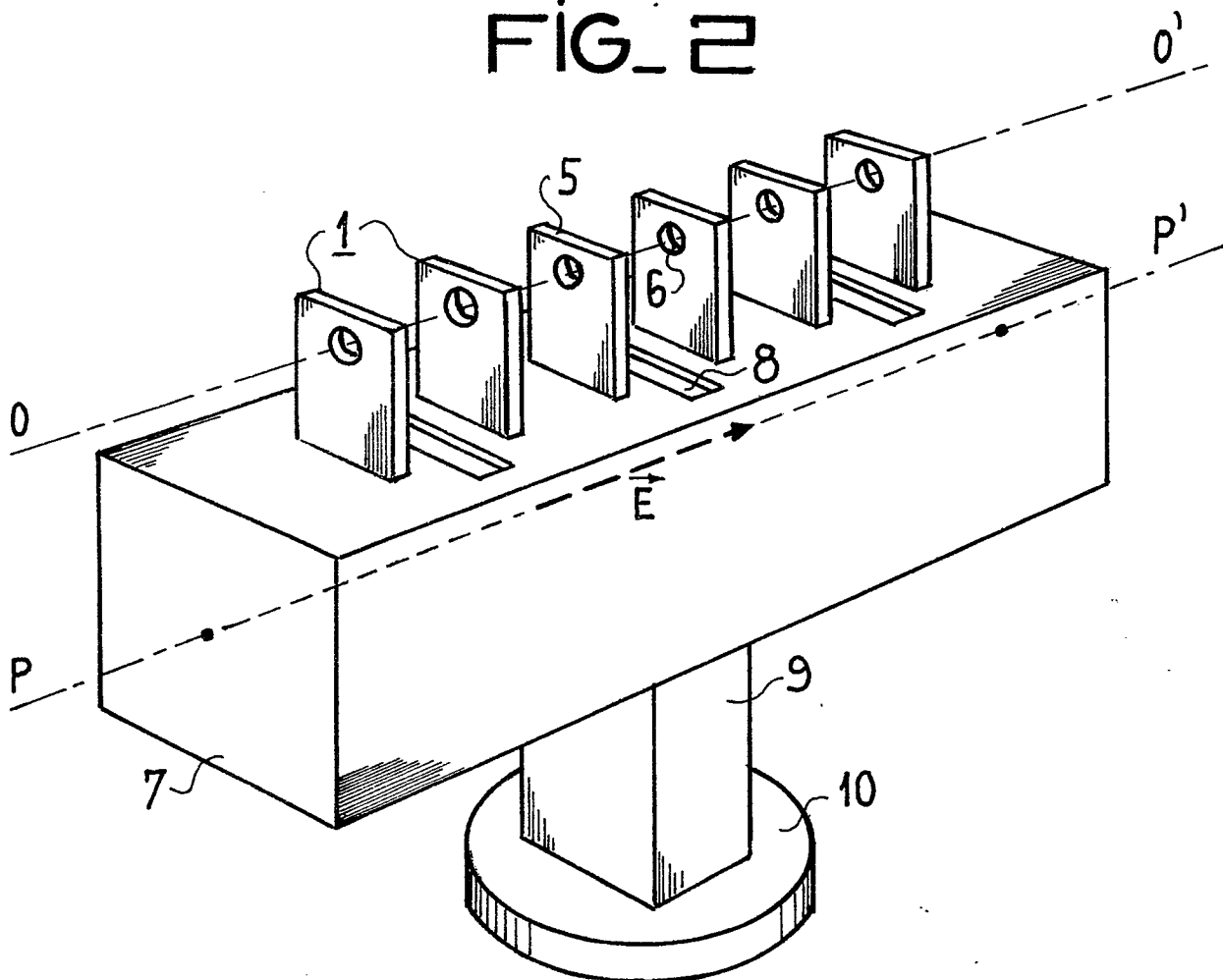
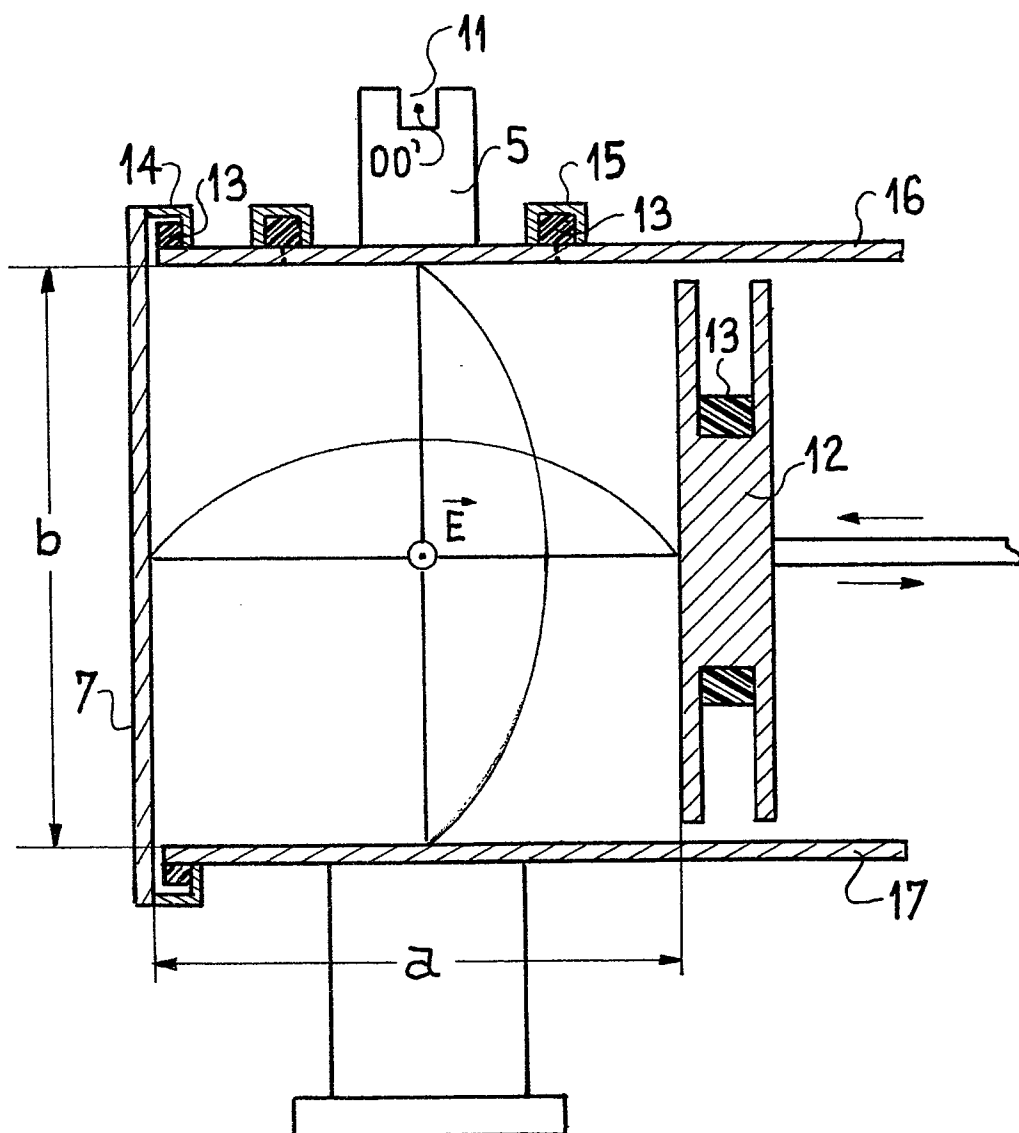


FIG. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0040998

Numéro de la demande

EP 81 40 0705

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	IRE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. ED-6, no. 1, janvier 1959 New York, US J. FEINSTEIN et al.: "A class of waveguide-coupled slow-wave structures", pages 9-17 * En entier *	1,3-5	H 01 J 25/11 23/24
	IRE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. ED-9, no. 2, mars 1962 New York, US J.W. GEWARTOWSKI: "Waveguide-vane coupled slow-wave structure suitable for a high-power traveling-wave amplifier", pages 204-209 * En entier *	1,2,4,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) H 01 J 23/24 25/11 25/42 25/50
	THE MICROWAVE JOURNAL, vol. 2, no. 12, décembre 1959 Horizon House, Dedham, US E.J. NALOS: "Present state of art on high-power traveling-wave tubes", pages 31-38 * Page 38, dernier alinéa; figure 14 *	1-4	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
	FR - A - 1 578 600 (S.F.D. LABS.) * En entier *	1,3,7-9	&: membre de la même famille, document correspondant
	US - A - 2 951 182 (J. FEINSTEIN) * En entier *	1,3,6,8	
	./.		
X	Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
La Haye	30-07-1981	LAUGEL	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendica- tion concernée	
	<u>US - A - 3 535 584</u> (A.B. CUTTING) * En entier *	1,8	
	--		
	<u>US - A - 2 411 953</u> (W.C. BROWN) * En entier *	1	
	--		
	<u>US - A - 2 552 334</u> (E.G. LINDER) * Colonne 4, ligne 45 - colonne 5, ligne 7; figures 1-6 *	1-3,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
	--		
	<u>FR - A - 987 573</u> (CSF) * En entier *	1,4,5	
	--		
	<u>FR - A - 1 050 701</u> (PATELHOLD) * En entier *	1,5	
	--		
	<u>FR - A - 1 472 704</u> (ELLIOTT BROTHERS) * En entier *	1,3,5, 8	
	--		
	<u>FR - A - 1 173 546</u> (CFTH) * En entier *	1,3,6, 8	
