

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 79401032.2

(51) Int. Cl.³: **H 01 P 1/185**

(22) Date de dépôt: 18.12.79

(30) Priorité: 22.12.78 FR 7836247

(43) Date de publication de la demande:
09.07.80 Bulletin 80/14

(84) Etats Contractants Désignés:
CH DE GB IT NL SE

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

(72) Inventeur: Baril, Michel
"THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: Hoang, Vu San
"THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

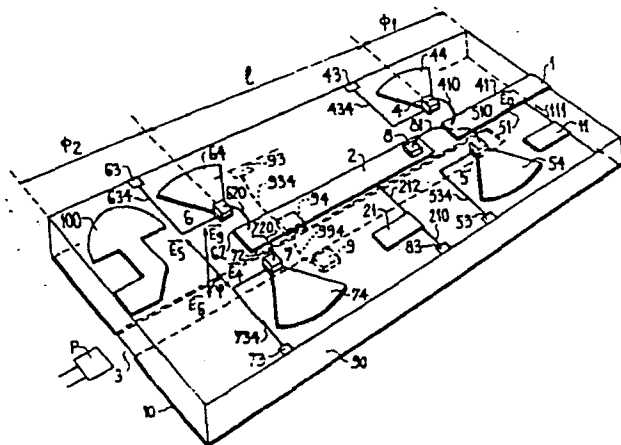
(74) Mandataire: Eisenbeth, Jacques Pierre et al,
"THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

(54) Déphaseur hyperfréquence à diodes et antenne à balayage électronique comportant un tel déphaseur.

(57) Déphaseur hyperfréquence à diodes (4,5,6,7,8,9), réalisé en structure plane sur substrat céramique (90), donnant plusieurs états de phase.

Comporte deux déphaseurs élémentaires $0-\pi$ reliés 5 par deux lignes de transmission (1,2; 3) à structures de champ électrique différentes.

Antenne à balayage électronique comportant un tel déphaseur.



DEPHASEUR HYPERFREQUENCE A DIODES ET ANTENNE A
BALAYAGE ELECTRONIQUE COMPORTANT UN TEL DEPHASEUR

La présente invention est relative à un déphaseur hyperfréquence à diodes. Plus particulièrement, ce déphaseur est réalisable en structure plane sur
5 substrat de constante diélectrique élevée et est capable de donner quatre états de phase.

Il existe différentes sortes de déphaseur à diodes, utilisant celles du type PIN, comme les déphaseurs à perturbation qui se caractérisent par une
10 forte tenue en puissance et une large bande passante et les déphaseurs à tronçons de lignes, tel le déphaseur à commutation, qui se caractérisent par rapport aux précédents par un plus faible encombrement et des pertes constantes en fonction du déphasage. Ces
15 deux types de déphaseurs, à perturbation et à tronçons de lignes, se prêtent bien à une réalisation en structure plane, et c'est sur les critères de nombre de diodes de déphasage, de taux d'ondes stationnaires (TOS), de pertes d'insertion et de tenue en puissance,
20 que le choix se porte sur l'un ou l'autre type.

Cependant, ces déphaseurs relevant de l'art antérieur, faisant intervenir des longueurs de lignes de propagation, présentent de ce fait des caractéristiques de déphasage, de pertes et de TOS variant en
25 fonction de la fréquence.

L'objet de l'invention est un déphaseur hyperfréquence à diodes PIN, dont la structure permet d'éviter les inconvénients précédemment signalés. Cette structure regroupe les avantages des structures
30 à perturbation qui donnent assez commodément des phases constantes, mais au prix d'un grand nombre de diodes, et ceux des structures à tronçons de lignes qui utilisent peu de diodes, mais dont le déphasage varie linéairement dans la bande de fréquence
35 envisagée.

Suivant l'invention, le déphaseur est réalisée avantageusement par la combinaison de deux déphaseurs élémentaires identiques à diodes appelés communément déphaseurs $0-\pi$, réalisant une structure donnant
5 quatre pas de phase, tout en ne présentant que deux états électriques différents. Une telle structure donne l'avantage d'une mise au point simple.

Suivant l'invention, d'une part, le déphasage de π entre deux positions - $(0, \pi)$ et $(\varphi, \varphi + \pi)$ - est
10 créé par l'inversion de champ obtenue dans la zone de couplage d'une ligne à structure de champ dissymétrique comme une ligne à fente et d'une ligne à structure de champ symétrique, telle qu'une ligne à ruban ou une ligne coplanaire, réalisables également
15 en structure plane sur substrat céramique de constante diélectrique élevée ; d'autre part, le déphasage de π est obtenu par changement de la structure de la ligne assurant la transmission de l'onde.

Suivant une caractéristique de l'invention, le
20 déphaseur considéré comporte un premier déphaseur $0-\pi$ agissant dans la zone de couplage de deux lignes à structures de champ électrique différentes, et un deuxième déphaseur $0-\pi$ identique au premier, situé à une distance déterminée du premier, la liaison
25 entre les deux déphaseurs étant établie par deux lignes de propagation à structures de champ électrique différentes, de constantes de propagation différentes et d'axes de propagation confondus ou parallèles, les deux lignes étant alors situées dans deux plans
30 parallèles et les axes de propagation définissant un plan orthogonal aux plans des lignes.

L'invention sera mieux comprise dans la description qui suit d'exemples de réalisation donnés à l'aide des figures qui représentent :

35 - la figure 1, un déphaseur à quatre pas de

appelé aussi à deux bits, réalisé entre une ligne à ruban et une ligne à fente, vu de dessus ;

- la figure 2, un autre type de réalisation d'un déphaseur à deux bits réalisé entre une ligne à 5 ruban et une ligne à fente, vu de dessus ;

- la figure 3, le déphaseur de la figure 1 vu en coupe ;

- la figure 4, une variante vue en coupe du déphaseur de la figure 1 ;

10 - la figure 5, un déphaseur à deux bits réalisé entre une ligne coplanaire et une ligne à fente, vu de dessus ;

- la figure 6, une ligne coplanaire vue en coupe, transmettant un mode de réalisation à struc- 15 ture de champ électrique symétrique ;

- la figure 7, une ligne coplanaire, vue en coupe, transmettant un mode de propagation à structure de champ électrique dissymétrique.

Comme cela a été indiqué dans l'introduction, 20 l'invention se propose de réaliser un déphaseur donnant quatre pas de phase, appelé aussi déphaseur deux bits, à diodes PIN, utilisant l'absence de couplage qui existe entre deux lignes parallèles superposées, dont l'une a une structure de champ 25 symétrique et l'autre une structure de champ dissymétrique, ces deux lignes ayant des axes de propagation parallèles appartenant à un même plan orthogonal aux plans des lignes. La liaison entre les deux déphaseurs identiques $0-\pi$ se fait par de telles 30 lignes, réalisées en structure plane sur substrat céramique, et dont une autre caractéristique est qu'elles ont des constantes de propagation β_1 et β_2 différentes, telles que la différence $(\beta_1 - \beta_2)$ est constante dans la bande de fréquence choisie. La 35 différence entre les constantes de propagation peut

bien être due à la nature même des lignes, ou bien être obtenue à l'aide de filtres passe-haut dans une ligne et passe-bas dans l'autre.

On rappellera brièvement dans ce qui suit, ce
5 que l'on entend par ligne à fente, ligne à ruban et ligne coplanaire dont les structures de champ sont différentes.

Une ligne à fente est une ligne de propagation constituée d'une ouverture pratiquée dans un plan de
10 masse, déposé sur un substrat diélectrique. Le support diélectrique assure la tenue mécanique des conducteurs métalliques, généralement réalisés par photo-gravure ou photolithographie. C'est une ligne à structure de champ dissymétrique.

15 Dans une ligne de propagation à fente, la presque totalité de l'énergie se propage dans le diélectrique et se trouve concentrée entre les bords de la fente. L'épaisseur du matériau diélectrique est liée à sa nature et la largeur de la ligne à fente
20 détermine alors l'impédance caractéristique de la ligne.

Une ligne de propagation à ruban, connue sous le vocable de ligne microstrip en langue anglaise, comporte une plaque diélectrique placée entre un
25 ruban métallique et un plan métallique, ce dernier appelé plan de masse. Là aussi, la presque totalité de l'énergie est concentrée dans le diélectrique. C'est une ligne à structure de champ symétrique.

Une ligne coplanaire se compose d'un ruban
30 métallique de faible épaisseur déposé sur la surface d'un diélectrique 90 avec deux électrodes de masse placées parallèlement et de part et d'autre du ruban. Lorsque la constante diélectrique est élevée, la majeure partie de l'énergie est emmagasinée dans le
35 diélectrique. La ligne coplanaire est une ligne

susceptible de transmettre deux modes de propagation représentés par les figures 6 et 7 : un mode à structure de champ symétrique et un mode à structure de champ dissymétrique.

5 Suivant l'invention, il s'agit de déphaser le champ électromagnétique hyperfréquence établi dans une ligne de transmission considérée, en un point localisé de cette ligne. Le but que se propose l'invention est atteint en associant, par au moins
10 deux diodes, deux déphaseurs à diodes $0-\pi$ tels qu'ils ont été décrits dans une demande de brevet déposée par la Demanderesse N° 76.12999 du 30 avril 1976.

Suivant les différentes combinaisons des polarités de chacune des diodes de ce dispositif, le
15 couplage entre la ligne à structure de champ dissymétrique et la ligne à structure de champ symétrique se fait au niveau soit du premier déphaseur $0-\pi$, soit du second ; et dans ces conditions la transmission de l'énergie se fait dans l'un ou l'autre cas dans une
20 ligne ou dans l'autre.

La figure 1 représente un exemple de déphaseur à deux bits à diodes suivant l'invention, constitué par deux déphaseurs $0-\pi$ hyperfréquence, à diodes, réalisés dans la zone de couplage d'une ligne à fente
25 et d'une ligne à ruban, et reliés entre eux par deux lignes à structure de champ électrique différentes, une ligne à fente qui se prolonge de part et d'autre par les lignes à fente des deux déphaseurs $0-\pi$ constituant ainsi la ligne 3, et une ligne à ruban
30 qui se prolonge à l'une de ses extrémités par la ligne à ruban du second déphaseur $0-\pi$, constituant ainsi la ligne 2.

Les lignes à ruban 1 et 2, dont les axes longitudinaux sont confondus, sont obtenues par dépôt d'un
35 ruban conducteur d'une certaine longueur sur un

substrat céramique 90, situé au-dessus d'un plan de masse 10. La ligne à fente 3 est découpée dans ce plan de masse et son axe de propagation est parallèle à l'axe longitudinal des lignes à ruban 1 et 2, et 5 définit avec ce dernier un plan orthogonal au plan des lignes. L'adaptation entre les lignes est obtenue, d'une part par le fait que la ligne à fente 3 se prolonge vers la ligne à ruban 1 d'une longueur de $\lambda/4$, et d'autre part par une diode 9 pouvant court-circuiter la ligne à fente 3 à une distance voisine de $\lambda/4$ à partir de l'extrémité de la ligne à ruban 2. 10

A l'extrémité de la ligne à ruban 1 sont placées de part et d'autre deux diodes, généralement du type PIN, 4 et 5. Une des bornes d'une diode, 4 par 15 exemple, est fixée d'une part à une ligne à ruban 44 quart d'onde ouverte réalisée dans le plan du substrat 90, sur lequel sont déposées les lignes à ruban 1 et 2, et d'autre part à la source 43 de tension de polarisation, par le conducteur 434. 20 L'autre borne de la diode 4 est connectée à un bord 41 de la ligne à ruban 1 par un conducteur 410. Un montage identique est réalisé pour les diodes 5, 6 et 7, dont une borne est fixée respectivement d'une part aux lignes à ruban 54, 64 et 74 quart d'onde 25 ouvertes, et d'autre part aux sources 53, 63 et 73 de tension de polarisation par des conducteurs 534, 634 et 734, et dont l'autre borne est connectée respectivement aux bords 51, 62 et 72 des lignes à ruban 1 et 2 par les conducteurs 410, 510, 620 et 720. 30 L'adaptation en hyperfréquence de la ligne à ruban 1 se fait par une ligne quart d'onde ouverte 11, placée à une distance de $\lambda/4$ de la ligne à ruban 1 ; cette ligne quart d'onde 11, équivalente en hyperfréquence à un court-circuit dans son plan, ramène une 35 impédance infinie dans le plan de la ligne à ruban 1.

On pourra noter que les diodes peuvent être fixées directement par brasage sur les lignes à ruban 1 et 2, si les dimensions de celles-ci le permettent, et reliées aux lignes quart d'onde par un conducteur.

5 Pour assurer la transmission de l'énergie de la ligne à ruban 1 à la ligne à ruban 2, ou à la ligne à fente 3, une diode 8 est fixée directement par brasage sur la ligne à ruban 2 et reliée à la ligne à ruban 1 par un conducteur 81. La polarisation de
10 cette diode se fait par l'intermédiaire d'une ligne à ruban quart d'onde 21, reliée au bord 72 de la ligne à ruban 2 par un conducteur 212 et à la source 83 de tension de polarisation par un conducteur 210.

 Pour assurer la transmission de l'énergie de
15 la ligne à ruban 2 à la ligne à fente 3, une diode 9 est fixée par brasage sous le plan de masse 10 et reliée par un conducteur 994, à un condensateur 94, lui-même relié à une source de tension de polarisation 93 par un conducteur 934.

20 Pour recueillir le signal en sortie du déphaseur, on utilise généralement une prise coaxiale P, dont le raccordement avec une ligne à ruban est plus aisé qu'avec une ligne à fente, en raison de la disposition radiale des lignes de champ dans une
25 prise coaxiale. C'est pourquoi la ligne à fente 3 est couplée à son extrémité à une ligne à ruban 100, afin que l'énergie se propageant dans la ligne à fente ressorte par la ligne à ruban 100.

 On rappellera brièvement la réalisation du
30 couplage entre les deux lignes à structures de champ différentes que sont par exemple la ligne à ruban 1 ou 2 et la ligne à fente 3, situées dans deux plans confondus ou parallèles, d'axes de propagation confondus ou parallèles définissant un plan ortho-
35 gonal aux plans des lignes. Chaque élément de ligne

à ruban quart d'onde 44 ou 54 ou 64 ou 74 ramène, dans le plan perpendiculaire à son plan de connexion au bord de la ligne à ruban, un effet équivalent à un court-circuit entre le bord considéré de la ligne 5 à ruban et un bord de la ligne à fente. Ainsi, un champ électrique $\vec{E}$ perpendiculaire à la ligne à ruban 1 ou 2 induit un champ électrique dans la ligne à fente 3.

Pour mettre en évidence le fonctionnement, on 10 va examiner les différents états de phase que l'invention permet d'obtenir, les longueurs électriques des lignes repérées par ϕ_1 et ϕ_2 représentant les zones extérieures aux déphaseurs $0-\pi$ et dont le déphasage est constant. Lorsque les diodes 4, 5, 6, 7, 15 8 et 9 sont montées comme indiqué dans la description et la figure 1, elles se comportent en première approximation, suivant leur polarité, soit comme un court-circuit équivalent à une inductance de faible valeur, soit comme un circuit ouvert, équivalent à 20 une capacité de faible valeur.

Dans ces conditions, on définit l'état 0 en polarisant en inverse les diodes 5, 6, 7, 8 et 9 et en direct la diode 4. Ainsi la ligne à ruban 1 est reliée par la diode conductrice 4 à la ligne à fente 25 3, tel que cela a été décrit précédemment. Comme la diode 8, entre les deux lignes à ruban 1 et 2, est bloquée, l'énergie n'est pas transmise dans la ligne à ruban 2 mais dans la ligne à fente 3. Le champ électrique $\vec{E}_0$, appliqué à la ligne à ruban 1, induit 30 dans la ligne à fente 3, un champ électrique $\vec{E}_4$ dans un sens déterminé et ce champ est maximum, le court-circuit de la ligne à fente étant placé, comme cela a été signalé, à une longueur voisine de $\lambda/4$ sous la ligne à ruban. Le blocage des diodes 6 et 7 rend 35 impossible le couplage entre la ligne à ruban 2 et

et la ligne à fente 3. La phase de transmission est alors :

$$\phi_0 = \phi_1 + \beta_2 l + \phi_2$$

puisque l'énergie se propage sur une longueur l de la ligne à fente 3, dont la constante de propagation est β_2 .

On définit aussi l'état φ , en polarisant en inverse les diodes 4, 5 et 7 et en direct les diodes 6, 8 et 9. Dans ce cas, le premier déphaseur $0-\pi$ ne fonctionne pas et la diode 8 étant conductrice, l'énergie se propage de la ligne à ruban 1 à la ligne à ruban 2 jusqu'à la diode 6 conductrice, où elle est transmise alors dans la ligne à fente 3. La diode 9 en conduction court-circuite la ligne à fente 3 à $\lambda/4$ de l'extrémité de la ligne à ruban 2 et assure son adaptation. Le champ électrique $\vec{E}_6$ créé dans la ligne à fente est de même valeur que $\vec{E}_4$, mais leurs directions font entre elles un angle φ .

Cette fois, la phase de transmission est $\phi_\varphi = \phi_1 + \beta_1 l + \phi_2$ puisque l'énergie se propage sur la longueur l de la ligne à ruban 2 de constante de propagation β_1 .

Le déphasage différentiel par rapport à l'état 0 est donc :

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \phi_\varphi - \phi_0 = (\phi_1 + \beta_1 l + \phi_2) - (\phi_1 + \beta_2 l + \phi_2) \\ &= (\beta_1 - \beta_2) l \end{aligned}$$

Le troisième état π fonctionne de la même manière que l'état 0, avec cette fois la diode 5 en conduction au lieu de la diode 4. Ainsi, dans la ligne à fente 3, le champ électrique $\vec{E}_5$ a une valeur identique à $\vec{E}_4$ mais son sens est inversé.

Le déphasage différentiel par rapport à l'état 0 est :

$$\Delta\phi = \pi$$

Enfin, le dernier état $\varphi + \pi$ fonctionne comme l'état φ , avec la diode 7 en conduction au lieu de la diode 6. Le champ électrique $\vec{E}_9$, créé dans la ligne à fente 3, a une valeur identique à $\vec{E}_6$ mais son sens est inversé.

En conséquence, le déphasage différentiel par rapport à l'état 0 est :

$$\Delta\Phi = (\beta_1 - \beta_2) l + \pi,$$

Une variante de l'invention est présentée figure 2, dans laquelle la ligne à ruban 2 est formée de deux tronçons distincts T_1 et T_2 . La liaison hyperfréquence entre ces deux tronçons est assurée par un condensateur 200 de très grosse valeur. Par contre, en continu ce condensateur isolé les deux tronçons, évitant toute propagation parasite des signaux de commande des diodes. La polarisation de la diode 8 se fait par l'intermédiaire d'une ligne quart d'onde ouverte 21, qui d'un côté lui est reliée par un conducteur 212 et de l'autre est reliée à la source de tension de polarisation 83 par un conducteur 210. L'adaptation en hyperfréquence du deuxième tronçon T_2 de la ligne à ruban 2 est assurée par une ligne quart d'onde ouverte 221, placée à une distance de $\lambda/4$ de la ligne 2.

La figure 3 présente en coupe simplifiée une partie du premier déphaseur de la figure 1, montrant plus nettement comment sont réalisées les connexions d'une diode du déphaseur. La diode 4, par exemple, est d'une part fixée par brasage au ruban de la ligne quart d'onde 44 par une de ses électrodes, la même qui la relie à une source de tension de polarisation non dessinée, et d'autre part, reliée par son autre électrode à la ligne à ruban 1 au moyen du conducteur 410.

Dans la variante présentée en coupe seulement

figure 4, la ligne quart d'onde 44 est supprimée et le contact à la ligne à fente se fait à travers le substrat 90. Dans la réalisation dessinée, le substrat est découpé à l'aplomb de la ligne à ruban 1. Dans la fente ainsi réalisée et dans le plan de masse 10 on dispose une diode 4 sur un culot 40, par lequel se fait la polarisation de cette diode. Un disque diélectrique 41, métallisé sur ses deux faces est brasé sur le plan de masse 10 et sur le culot de la diode. Le conducteur 410 connecte directement une électrode de la diode à un bord de la ligne à ruban 1.

La figure 5 représente un autre exemple de déphaseur deux bits à diodes suivant l'invention, constitué par deux éléments $0-\pi$ hyperfréquence à diodes, réalisés dans la zone de couplage d'une ligne à fente et d'une ligne coplanaire, et reliés entre eux à la fois par une ligne coplanaire se prolongeant à l'une de ses extrémités par la ligne coplanaire du second déphaseur $0-\pi$ et constituant avec elle la ligne 13, et aussi par une ligne à fente divisée en deux tronçons parallèles 14 et 15 situés de part et d'autre du ruban métallique central de la ligne coplanaire 13.

Les lignes coplanaires 12 et 13, dont les axes longitudinaux sont confondus, sont obtenues par dépôt d'un ruban conducteur d'une certaine longueur, compris entre deux plans de masse 16 et 17, sur un substrat céramique.

Comme on l'a vu précédemment, la ligne coplanaire est susceptible de transmettre deux modes de propagation donc elle a deux constantes de propagation : γ_1 pour le mode à structure de champ symétrique et γ_2 pour le mode à structure de champ dissymétrique.

C'est pourquoi, lorsque la ligne coplanaire, constituée par le conducteur central 13 et les deux plans de masse 16 et 17, transmet le mode de propagation à structure de champ symétrique, on peut
 5 l'assimiler à une ligne à fente, constituée par les deux fentes 14 et 15 réalisées entre les conducteurs métalliques. Là encore, l'adaptation entre les lignes est obtenue par le fait que, d'une part, la ligne à fente 14-15 se prolonge vers la ligne coplanaire 12
 10 d'une longueur voisine de $\lambda/4$ jusqu'au conducteur 30 et d'autre part, une diode 601 peut court-circuiter la ligne à fente à une distance voisine $\lambda/4$ à partir de l'extrémité de la ligne coplanaire 13.

Comme dans la figure 1, on retrouve un système
 15 de diodes, 101, 201, 301, 401, 501 et 601 reliées respectivement d'une part, par des conducteurs 102, 202, 302, 402, 502 et 602, aux sources de tension de polarisation 103, 203, 303, 403, 503 et 603 et d'autre part aux lignes 12 et 13 par des conducteurs 104, 204,
 20 304, 404 et 504 et au plan de masse 17 par un conducteur 604. Pour mettre en évidence le fonctionnement de ce déphaseur deux bits, on va étudier les différents états de phase que l'invention permet d'obtenir.

On définit l'état 0 en polarisant en inverse
 25 les diodes 201, 301, 401, 501 et 601 et en direct la diode 101. Ainsi la ligne coplanaire 12 est au même potentiel que le plan de masse 16 dans le plan de la diode 101 ce qui excite un mode à structure de champ dissymétrique au-delà de cette diode jusqu'au plan
 30 contenant les diodes 301 et 401. Entre ces deux plans, la phase de transmission est :

$$\phi_0 = \gamma_2 \cdot L$$

puisque l'énergie se propage sur une longueur L de la
 • ligne à structure de champ dissymétrique, dont la
 35 constante de propagation est γ_2 .

On définit aussi l'état φ , en polarisant en inverse les diodes 101, 201 et 401 et en direct les diodes 301, 501 et 601. Alors le premier déphaseur ne fonctionne pas, et la diode 501 étant conductrice, 5 l'énergie se propage de la ligne coplanaire 12 à la ligne coplanaire 13 jusqu'à la diode conductrice 601, où elle est transmise dans la ligne à fente.

Cette fois, la phase de transition est :

$$\phi_{\varphi} = \gamma_1 \cdot L$$

10 puisque l'énergie se propage sur la longueur L de la ligne de champ symétrique.

Par rapport à l'état 0, le déphasage différentiel est :

$$\Delta\phi = \phi_{\varphi} - \phi_0 = (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot L$$

15 Le troisième état π est défini de la même manière que l'état 0, mais avec cette fois la diode 201 en conduction au lieu de la diode 101. Ainsi, la ligne coplanaire 12 est mise au potentiel du plan de masse 17 dans le plan de la diode 201, excitant 20 ainsi, au-delà de ce plan, un mode dissymétrique en opposition de phase par rapport à celui de l'état 0. Par rapport à ce dernier, le déphasage différentiel est :

$$\Delta\phi = (\gamma_1 L + \pi) - \gamma_1 L = \pi$$

25 Enfin, le dernier état $\varphi + \pi$ est établi comme l'état φ , avec la diode 401 en conduction au lieu de la diode 301.

L'énergie se propage de la ligne coplanaire 12 à la ligne coplanaire 13 jusqu'au plan de la diode 30 601. La phase de transmission est :

$$\phi_{\varphi+\pi} = \gamma_2 L + \pi$$

et le déphasage différentiel par rapport à l'état 0 est :

$$\Delta\phi = (\gamma_1 - \gamma_2) L + \pi$$

35 Dans ces trois exemples de déphaseurs, on notera

un cas particulier, celui où $\varphi = \pi/2$, permettant d'obtenir les quatre déphasages symétriques 0, $\pi/2$, π , $3\pi/2$. On obtient $\varphi = \pi/2$ en utilisant, comme liaison entre les deux déphaseurs 0- π des lignes à

5 structures de champ électrique différentes de longueur l , et dont les constantes de propagation β_1 et β_2 (ou γ_1 et γ_2) sont telles que

$$(\beta_1 - \beta_2) l = \pi/2 \text{ ou } (\gamma_1 - \gamma_2) l = \pi/2.$$

On a ainsi décrit deux réalisations de dépha-

10 seurs deux bits à diodes, à large bande, réalisés en structure plane sur substrat céramique de constante diélectrique élevée et établis dans la zone de couplage de deux lignes de transmission à structures de champ électrique différentes et d'axes de propa-

15 gation confondus ou parallèles, les deux lignes étant alors situées dans deux plans parallèles et les axes de propagation définissant un plan orthogonal aux plans des lignes. Ces déphaseurs présentent plusieurs avantages, notamment une faible variation du dépha-

20 sage dans la bande de fréquence considérée, qui peut avoir une grande largeur. La superposition de lignes à structures de champ différentes, ayant des axes de propagation parallèles, permet de réaliser des déphaseurs d'encombrement réduit.

25 On notera que dans les exemples décrits, la largeur du ruban, la largeur de la fente, et l'épaisseur du substrat sont conditionnées par la valeur de l'impédance caractéristique de la ligne de transmission en amont et en aval du plan des diodes. La ligne

30 est chargée par cette impédance caractéristique pour que l'on obtienne une puissance maximale transmise avec un faible TOS, pouvant être voisin de 1.

On notera également une application intéressante de ces déphaseurs. Ceux-ci, particulièrement

35 fiables et présentant une faible variation du dépha-

sage, de l'atténuation et du rapport d'onde stationnaire dans une bande de fréquence importante sont avantageusement utilisés dans des antennes à balayage électronique, étant connectés directement à l'élément 5 rayonnant principalement si celui-ci est à fente sur substrat. Dans ce cas, en se reportant à la figure 5 par exemple, on peut connecter un élément rayonnant R à la ligne à fente 14-15 et connecter la ligne coplanaire 12 à une source d'énergie H.

REVENDEICATIONS

1. Déphaseur hyperfréquence à diodes, comportant au moins un déphaseur $0-\pi$ hyperfréquence à diodes réalisé en structure plane sur substrat céramique, caractérisé en ce qu'il comprend un second déphaseur
- 5 $0-\pi$, relié au premier par au moins deux lignes de transmission à structures de champ électrique différentes, de longueur l , d'axes de propagation confondus ou parallèles superposés, ces lignes ayant des constantes de propagation β_1 et β_2 différentes telles que
- 10 leur différence ($\beta_1 - \beta_2$) est constante dans la bande de fréquence utilisée, et au moins une diode étant prévue à l'une des extrémités de chacune de ces deux lignes, avec des moyens de commutation de leurs éta.
2. Déphaseur suivant la revendication 1, caractérisé
- 15 en ce qu'il comprend deux déphaseurs $0-\pi$ hyperfréquence à diodes, comprenant chacun une ligne à ruban et une ligne à fente d'axes de propagation parallèles superposés, séparées par un substrat diélectrique (90), ces deux déphaseurs étant reliés
- 20 entre eux d'une part par un tronçon de ligne à fente creusée dans le plan de masse se prolongeant à chaque extrémité par la ligne à fente des deux déphaseurs, une diode (9) étant directement fixée sur le plan de masse par une de ses électrodes et l'autre électrode
- 25 étant reliée par un conducteur (994) à un condensateur (94) connecté à une source de tension de polarisation (93), et d'autre part par un tronçon de ligne à ruban déposé sur le substrat céramique (90) dont une extrémité se prolonge par la ligne à ruban
- 30 du deuxième déphaseur $0-\pi$ et sur l'autre extrémité duquel est fixée une diode (8) par une de ses électrodes, l'autre électrode étant fixée à la ligne à ruban du premier déphaseur $0-\pi$ par un conducteur (81), la diode (8) étant polarisée par l'intermédiaire

d'une ligne à ruban quart d'onde (21), reliée d'un côté par un conducteur (212) à la ligne à ruban (2) et de l'autre par un conducteur (210) à une source de tension de polarisation (83).

5 3. Déphaseur suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que la diode (9) est placée à une distance de $\lambda/4$ de l'extrémité du second déphaseur $0-\pi$.

4. Déphaseur suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que la ligne à fente (3) se prolonge
10 d'une longueur égale au quart de la longueur d'onde, sous la ligne à ruban (1).

5. Déphaseur suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que la diode (8) assurant la transmission de l'énergie électrique du premier déphaseur $0-\pi$ à
15 l'une ou l'autre des deux lignes de transmission, est fixée directement par brasage sur la ligne à ruban (1) du premier déphaseur $0-\pi$ et reliée par un conducteur à la ligne à ruban (2).

6. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 3,
20 caractérisé par le fait qu'il comprend une ligne à ruban (100) couplée à l'extrémité de sortie de la ligne à fente (3) du second déphaseur $0-\pi$.

7. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que la ligne à ruban (2)
25 faisant la liaison entre les deux déphaseurs $0-\pi$ est divisée en deux tronçons T_1 et T_2 , reliés entre eux par un condensateur (200), une ligne quart d'onde ouverte (221) étant placée à une distance de $\lambda/4$ de la ligne (2).

30 8. Déphaseur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend deux déphaseurs $0-\pi$, comprenant chacun une ligne coplanaire et une ligne à fente réalisées du même côté d'un substrat céramique d'axes de propagation parallèles comprises entre deux
35 plans de masse (16 et 17), ces deux déphaseurs $0-\pi$

étant reliés entre eux d'une part par un tronçon de ligne à fente (14-15), une diode (601) étant directement fixée sur un des plans de masse par une de ses électrodes, la même qui la relie à une source de tension de polarisation (603) et l'autre électrode étant reliée au second plan de masse par un conducteur (604), cette diode (601) court-circuitant la ligne à fente (14-15), et d'autre part par un tronçon de ligne coplanaire (13) dont une extrémité se prolonge par la ligne coplanaire du second déphaseur $0-\pi$ et sur l'autre extrémité duquel est fixée une diode (501) par la même électrode qui la relie à une source de tension de polarisation (503), l'autre électrode la reliant à la ligne coplanaire (12) du premier déphaseur $0-\pi$.

9. Déphaseur suivant la revendication 8, caractérisé en ce que la diode (601) est placée à une distance égale au quart de la longueur d'onde, de l'extrémité du second déphaseur $0-\pi$.

10. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que chacune des diodes est fixée directement sur un support (40) monté dans les fentes des lignes à fentes associées aux lignes à ruban et aux lignes coplanaires, par une de ses électrodes, l'autre électrode de la diode étant connectée par un conducteur (410) à travers le substrat des lignes à ruban et des lignes coplanaires, et à la source de tension de polarisation.

11. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que l'une des diodes du premier déphaseur $0-\pi$ est polarisée en direct, toutes les autres diodes du déphaseur deux bits étant polarisées en inverse, définissant ainsi l'état de phase dit 0.

12. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 10,

caractérisé par le fait qu'une des deux diodes du premier déphaseur $0-\pi$, celle qui est polarisée en inverse dans l'état de phase 0, est polarisée en direct, toutes les autres diodes du déphaseur deux bits étant polarisées en inverse, définissant ainsi l'état de phase dit π .

13. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que les deux diodes du premier déphaseur $0-\pi$ et une des deux diodes du second déphaseur $0-\pi$ sont polarisées en inverse, toutes les autres diodes du déphaseur deux bits étant polarisées en direct, et les constantes de propagation β_1 et β_2 des deux lignes de liaison entre les deux déphaseurs $0-\pi$ étant telles que $(\beta_1 - \beta_2) \cdot l = \varphi$, définissant ainsi l'état de phase dit φ .

14. Déphaseur suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que les deux diodes du premier déphaseur $0-\pi$ et la diode du second déphaseur $0-\pi$, qui est polarisée en direct dans l'état φ , sont polarisées en inverse, toutes les autres diodes étant polarisées en direct et les constantes de propagation des deux déphaseurs $0-\pi$ étant telles que $(\beta_1 - \beta_2) \cdot l = \varphi$ définissant l'état de phase dit $\varphi + \pi$.

15. Déphaseur selon les revendications 13 ou 14, caractérisé par le fait que les lignes de liaison entre les deux déphaseurs $0-\pi$ sont telles que $(\beta_1 - \beta_2) \cdot l = \pi/2$.

16. Déphaseur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait qu'il est utilisé dans une antenne à balayage électronique, la sortie du déphaseur étant connectée à un élément rayonnant et la ligne à ruban (1) ou la ligne coplanaire (12) étant connectée à une source d'énergie.

17. Antenne à balayage électronique utilisant les déphaseurs conformément aux revendications 1 à 16.

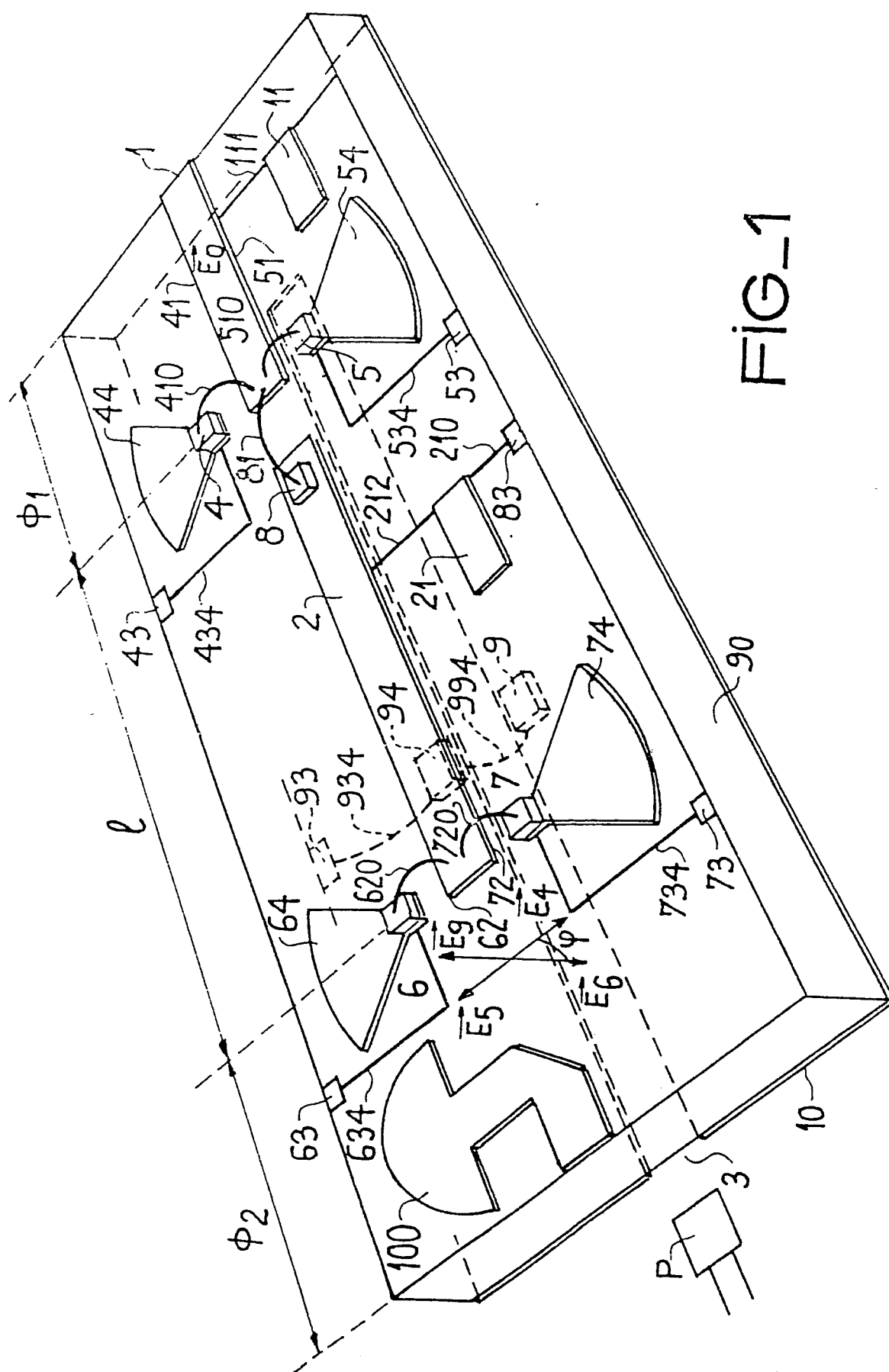


FIG. 1

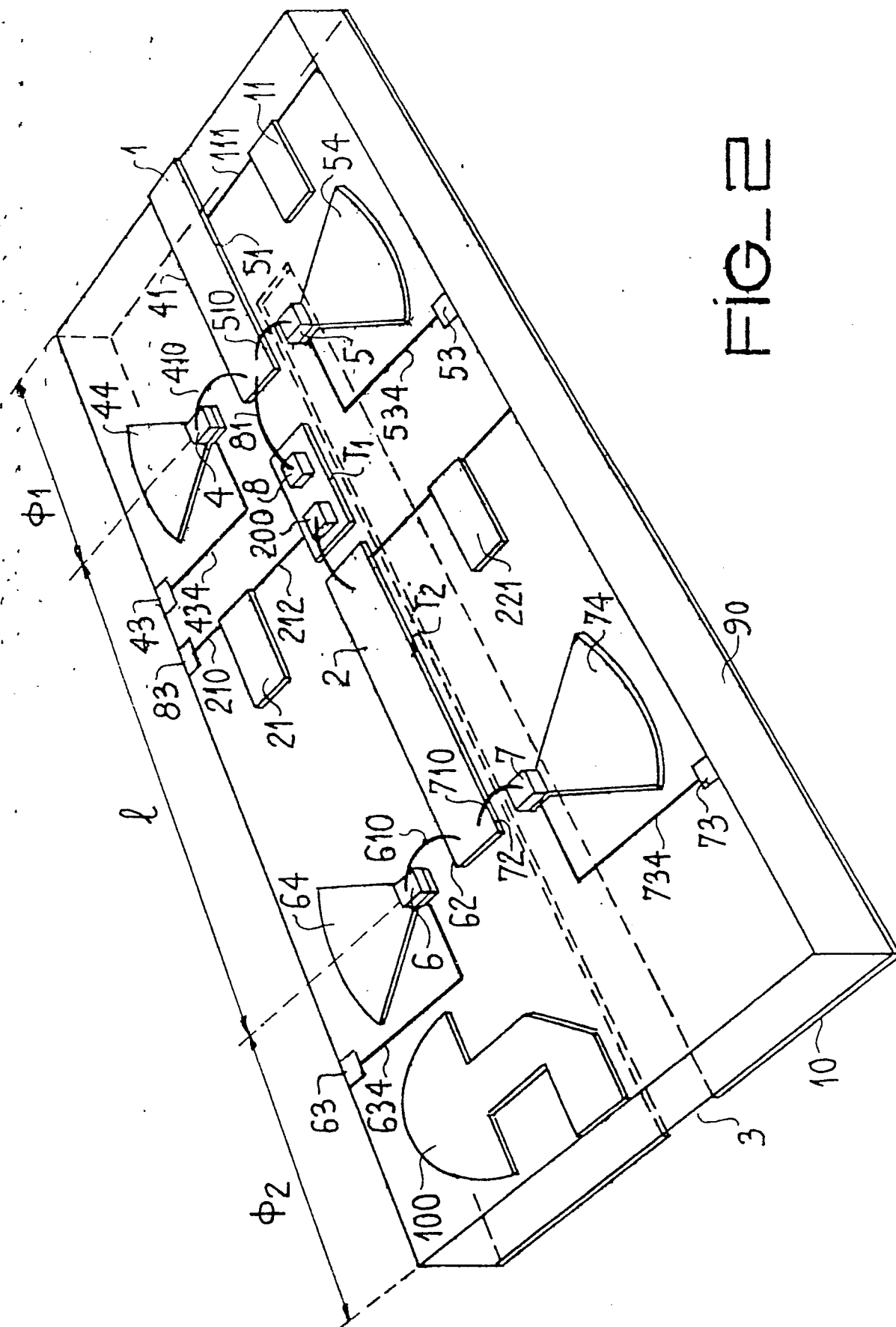


FIG. 2

A cross-sectional view of a substrate 10. A raised portion 410 is formed on the top surface of the substrate. A conductive layer 4 is disposed on the top surface of the raised portion 410. A conductive layer 44 is disposed on the top surface of the substrate 10, extending from the raised portion 410.

A horizontal rod is shown with points Y, X, and Z marked on it. A vector $\vec{E}$ points from Y to X. A curved arrow indicates a clockwise rotation around X.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0013222

Numero de la demande

EP 79 40 1032

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 11)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
AD	<u>FR - A - 2 379 196</u> (THOMSON-CSF) * En entier *	1	H 01 P 1/185
	--		
A	<u>US - A - 3 568 097</u> (T.M. HYLTIEN) * Colonne 2, lignes 17-28; figure 1 *	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 11)
			H 01 P 1/185 5/10
			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
			&: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 26-03-1980	Examineur LAUGEL