

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82400050.9

(51) Int. Cl.³: **H 01 Q 5/00**
H 01 Q 25/04

(22) Date de dépôt: 12.01.82

(30) Priorité: 23.01.81 FR 8101286

(43) Date de publication de la demande:
04.08.82 Bulletin 82/31

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI NL SE

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

(72) Inventeur: Salvat, François
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: Bouko, Jean
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

(72) Inventeur: Coquio, Claude
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

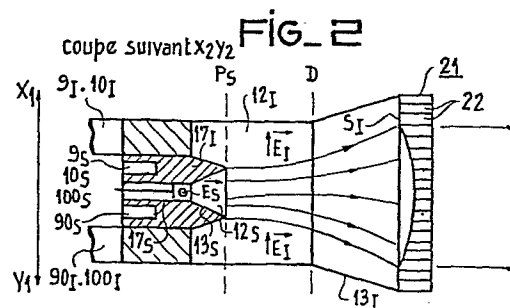
(74) Mandataire: Eisenbeth, Jacques Pierre et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75360 Paris Cedex 08(FR)

(54) Source hyperfréquence bi-bande et antenne comportant une telle source.

(57) Source hyperfréquence à large bande, multi-mode, susceptible de fonctionner dans deux bandes de fréquences différentes.

Deux sources multi-mode indépendantes opérant chacune dans l'une des bandes de fréquence (I - S) sont mécaniquement couplées en réalisant la source en bande élevée à l'intérieur de l'obstacle (17_I) constituant le modeur plan E de la source en bande basse, de façon que les plans de polarisation des deux sources soient orthogonaux; une lentille transparente (21) en bande basse prolonge la zone de Rayleigh de la source en bande haute jusqu'à l'intérieur de la zone de Fraunhofer de la source en bande basse.

Antennes de radar de poursuite à site bas.



SOURCE HYPERFREQUENCE BI-BANDE ET ANTENNE
COMPORTANT UNE TELLE SOURCE.

La présente invention est relative à une source hyperfréquence monopulse, multi-mode bi-bande et aux aériens utilisant une telle source.

5 A l'heure actuelle la technique des radars de poursuite à site bas s'oriente vers les radars bi-bandes. La bande basse (bande I par exemple) permet une poursuite correcte jusqu'à un certain angle de site au-dessus de l'horizon. Pour des angles de site inférieurs à celui-ci, on utilise une bande à fréquence supérieure, (bande W par exemple) donnant un faisceau beaucoup plus fin.

10 Suivant l'art antérieur toutefois, les sources fonctionnant dans chacune des bandes respectivement sont séparées provoquant des difficultés pour la coïncidence des axes de rayonnement, déterminant un mauvais fonctionnement de l'ensemble.

15 Suivant l'invention on remédie à ces difficultés en définissant une source unique capable de rayonner dans les deux bandes de fréquence envisagées.

Il est inutile alors d'insister sur les avantages que procure l'utilisation d'une antenne unique alimentée par une telle source fonctionnant dans les deux gammes de fréquence, à la fois en ce qui
20 concerne les coûts de fabrication, d'installation et la facilité de maintenance.

La demanderesse a déjà étudié des sources hyperfréquence multi-mode et les antennes les utilisant. Ces études ont notamment conduit à des réalisations décrites dans le brevet 2 418 551 et la
25 demande de brevet européen E.P.-A 0035929.

La deuxième demande citée décrit une structure de source hyperfréquence multi-mode mono-bande et à large bande constituant la figure 1 de la présente demande et décrite à titre d'art antérieur.

30 Suivant l'invention une source hyperfréquence bi-bande de

préférence monopulse, multi-mode et à large bande comportant un ensemble constitué par une première cavité alimentée par un groupement de guides d'excitation transmettant le mode fondamental dans une première bande de fréquence et un obstacle profilé pénétrant dans cette cavité et définissant le mode de propagation dans le plan E est caractérisée en ce que l'obstacle profilé est creux, délimitant intérieurement une seconde cavité dans laquelle débouche un autre groupement de guides d'excitation transmettant le mode fondamental dans une bande de fréquence différente de la première, cette seconde cavité débouchant dans la première capable de transmettre simultanément des ondes qui s'y propagent provenant des deux sources imbriquées rayonnant dans des bandes de fréquence différentes l'une dite inférieure (I), l'autre supérieure (S).

L'invention sera bien comprise en se reportant à la description suivante et aux figures qui l'accompagnent dans lesquelles :

- la figure 1 est une source multi-mode à large bande monobande selon l'art antérieur,
- la figure 2 est une vue en coupe dans le même plan que la figure 1 d'une source bi-bande selon l'invention,
- les figures 3 et 4 sont des vues en coupe de la source de la figure 2,
- la figure 5 est une coupe schématique d'une réalisation d'antenne comportant une source selon l'invention.

La figure 1 représente, vue en coupe par un plan longitudinal contenant le vecteur champ électrique (plan E) la source multi-mode à large bande décrite dans la deuxième demande de brevet citée. Pour simplifier l'exposé on a repris les mêmes notations. La source comporte essentiellement une cavité 12 dont l'ouverture se trouve dans le plan S, derrière lequel peut être placé un modeur plan H, qui constituera avec le modeur plan E une source mixte hyperfréquence, plan E, plan H ; dans cette cavité débouchent quatre guides 9, 10, 90 et 100, adjacents deux à deux, le long d'une paroi 11 pour les guides en position supérieure 9 et 10, et d'une paroi 110 pour les guides en position inférieure 90 à 100.

On dispose sur une partie du plan P, dit de discontinuité, parallèle au champ électrique $\vec{E}$ et terminant les guides d'alimentation supérieurs et inférieurs, un obstacle profilé 17 dont la forme et les dimensions déterminent une action différente suivant la
5 fréquence, sur les modes créés dans la zone où se trouve l'obstacle. Cette forme est telle que l'obstacle fait saillie à l'intérieur de la cavité 12 avec une section décroissante.

Cet obstacle est un pavé de section droite trapézoïdale dont la grande base 18 se trouve dans le plan P, au niveau duquel débouchent les guides d'alimentation du modeur, dans la partie située
10 entre les guides supérieurs 9-10 et inférieurs 90-100. La petite base 19 se trouve à une distance l du plan P, à l'intérieur de la cavité 12 et à une distance a de la paroi de la cavité, distance mesurée parallèlement au champ électrique $\vec{E}$. Cette distance est variable
15 quand on passe de la petite à la grande base.

Les côtés du pavé 17, entre la grande et la petite base déterminent un angle α avec la direction D perpendiculaire au plan P. Les autres dimensions du modeur sont b et c, cette dernière dans une direction perpendiculaire au plan de la figure 1.

La cavité entre les plans P_B et S définit une transition aboutissant au cornet 13 dont l'ouverture 16 constitue l'ouverture de la source. Ainsi qu'il est connu, (voir notamment le brevet français 2 418 551) un modeur en plan H peut être réalisé à l'aide des barreaux 14, 140 et 15, 150 disposés perpendiculairement au plan de figure
20 dans le cornet 13.

Le fonctionnement de la source E peut être rappelé en se reportant figure 1. Etant donné la forme de l'obstacle 17 dont une des bases se trouve dans le plan dit de discontinuité P, les modes supérieurs, principalement le mode hybride EM 12, ne sont pas créés
30 au niveau du plan P, mais dans des plans de court-circuit différents suivant la fréquence dans la bande de fonctionnement.

Ainsi aux fréquences inférieures de la bande, le plan d'excitation du mode hybride EM 12 se trouve en P_B , qui se trouve être le plan de la petite base du pavé trapézoïdal 17. La longueur de mise

en phase est alors L_B , longueur entre le plan P_B et le plan de l'ouverture S du modeur. Le module du rapport de mode a l'expression suivante :

$$\left| \beta \right| = \frac{2 \sin 2 \pi \frac{a_B}{b}}{2 \frac{a_B}{b}}$$

- 5 Aux fréquences supérieures de la bande le plan d'excitation du mode hybride EM 12, se trouve en P_H , position intermédiaire entre le plan P et le plan P_B . La longueur de mise en phase est L_H , distance entre le plan P_H et le plan de l'ouverture S. Le module du rapport des modes prend l'expression suivante :

10
$$\left| \beta \right| = \frac{2 \sin \frac{2 \pi a_H}{b}}{2 \frac{a_H}{b}}$$

- Les conditions qui ont été énoncées pour que le modeur fonctionne à large bande passante, que le rapport de mode augmente avec la fréquence et que le déplacement du plan d'excitation du mode hybride EM 12 se fasse vers la gauche, c'est-à-dire vers la source, pour des fréquences croissantes, entraînant L_H plus grand que L_B , sont ainsi remplies.
- 15

- La figure 2 reprend les mêmes notations que la figure 1, ces notations étant affectées de l'indice I lorsqu'elles se rapportent à des éléments de l'ensemble opérant à fréquence inférieure et étant affectées de l'indice S lorsqu'elles se rapportent à des éléments de l'ensemble opérant à fréquence supérieure. On reconnaît ainsi les quatre guides d'alimentation représentés respectivement en 9, 10, 90 et 100. Les cavités 12 abritant les obstacles 17 se terminent en une partie évasée 13 définissant le plan d'ouverture de l'ensemble en son extrémité de plus grande surface. On a repéré le plan D. correspondant au plan de coupe de la figure 4, le plan P_S correspondant à
- 20
- 25

l'ouverture de l'ensemble opérant à la fréquence supérieure et le plan S_I correspondant à l'ouverture de l'ensemble opérant à la fréquence inférieure. Ainsi qu'il apparaît, la totalité de la cavité 12_S est située à l'intérieur de l'obstacle 17_I . Ainsi qu'il apparaît également une lentille 21 est disposée dans le plan S_I . Elle est constituée de lames métalliques parallèles 22 disposées parallèlement au champ électrique $\vec{E}_S$ de l'ensemble opérant à la fréquence supérieure. Cette lentille dont le foyer est situé dans le plan P_S a pour effet de transformer l'onde émise par la source à fréquence supérieure en une onde plane. Le diamètre de la lentille 21 est choisi supérieur à l'ouverture du faisceau rayonné dans le plan S_I . Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le plan S_I se trouve dans la zone de Rayleigh de l'onde rayonnée par l'ensemble à fréquence supérieure. Pratiquement on est amené à utiliser des valeurs de fréquence moyenne des deux bandes dont le rapport est voisin ou supérieur à 10 de façon à permettre une réalisation mécanique simple de cette condition. Un exemple particulier de réalisation d'une source selon l'invention a été fait en utilisant comme bande de fréquence inférieure la bande dite bande I de l'ordre de 9 GHz et comme bande de fréquence supérieure la bande dite M de l'ordre de 94 GHz. L'ensemble en bande M (nouvelle appellation de la bande W) est calculé de façon que dans le plan P_S les paramètres de l'ouverture soient respectivement de 16mm et de 40mm. La distance $P_S S_I$ est alors choisie égale à 60mm. On peut vérifier que dans ces conditions le plan S_I se trouve dans la zone de Rayleigh de l'ensemble opérant dans la bande supérieure de fréquence M. On rappelle que cette condition est essentielle pour la mise en oeuvre de l'invention. Le diamètre de la lentille 21 est alors de 45mm.

La figure 5 représente d'une façon schématique l'utilisation d'une source selon la présente invention dans une antenne du type Cassegrain. On reconnaît en 1 l'ensemble source complet. On a représenté en trait-point interrompu le trajet de l'onde émise par l'élément opérant en bande de fréquence inférieure en polarisation

verticale et en trait interrompu le trajet de l'onde émise par l'élément opérant en bande supérieure en polarisation horizontale. Un premier réflecteur 30 semi-transparent destiné à réfléchir l'onde en bande inférieure est totalement transparent vis-à-vis de l'onde en bande supérieure. Etant donné que ces deux ondes présentent des polarisations orthogonales, cette condition peut être facilement remplie en utilisant un réflecteur fait de conducteurs disposés convenablement par rapport aux orientations des deux champs électriques. L'onde en bande inférieure est renvoyée par le réflecteur principal 31 vers la partie droite de la figure ayant subi une rotation de sa polarisation sur la grille 33. Elle traverse alors le réflecteur semi transparent 30. L'onde en bande supérieure ayant traversée le réflecteur 30 sans atténuation est totalement réfléchiée par le réflecteur 32 réalisé en métal plein. Le diamètre de ce réflecteur est choisi compte tenu de la dimension du faisceau en bande supérieure telle que défini par la lentille 21 de la source bi-bande. La totalité de l'énergie est renvoyée sur le réflecteur principal 31 et réfléchiée vers la droite de la figure sans aucune atténuation due au réflecteur 30. Dans une antenne particulière utilisant la source correspondant à l'exemple donné ci-dessus, on a utilisé un réflecteur 32 d'un diamètre de 80mm et une distance FF' égale à 330mm. On a figuré en 33 la surface du réflecteur principal 31 effectuant une rotation du plan de polarisation de l'onde en bande inférieure de façon à permettre sa transmission sans atténuation à travers le réflecteur intermédiaire 30. De telles réalisations sont bien connues de l'Homme de l'Art.

On a ainsi décrit une source hyperfréquence bi-bande monopulse et à large bande.

REVENDICATIONS

1. Source hyperfréquence bi-bande de préférence monopulse, multimode et à large bande comportant un ensemble constitué par une première cavité (12) alimentée par un groupement d'excitation (9, 10, 90, 100) transmettant le mode fondamental dans une première bande de fréquence, et un obstacle profilé (17_I) pénétrant dans cette cavité et définissant le mode de propagation dans le plan E, caractérisée en ce que cet obstacle profilé (17_I) est creux, délimitant intérieurement une seconde cavité (12_S) dans laquelle débouche un autre groupement de guides d'excitation (9_S, 10_S, 90_S, 100_S) transmettant le mode fondamental dans une bande de fréquence différente de la première, cette seconde cavité (12_S) débouchant dans la première (12_I) capable de transmettre simultanément les ondes qui s'y propagent provenant des deux sources imbriquées rayonnant dans des bandes de fréquence différentes, l'une dite inférieure (I), l'autre supérieure (S).

2. Source hyperfréquence suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la première cavité (12) dont l'ouverture constitue l'ouverture du modeur E pour la source fonctionnant dans la première bande de fréquence se continue par un cornet évasé (13) constituant un modeur H dont l'ouverture (S_I) constitue l'ouverture de la source complète dans laquelle est disposée une lentille métallique (21) focalisant les ondes appartenant à la deuxième bande de fréquence dite bande supérieure.

3. Source hyperfréquence suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que les plans de polarisation des ondes des deux bandes de fréquence considérées sont orthogonaux et que la distance entre les ouvertures respectivement de la source opérant dans la bande supérieure (P_S) et de la source opérant dans la bande inférieure (S_I) est inférieure à la dimension de la zone de Rayleigh de l'ensemble opérant dans la bande supérieure (S) mesurée suivant la direction de propagation.

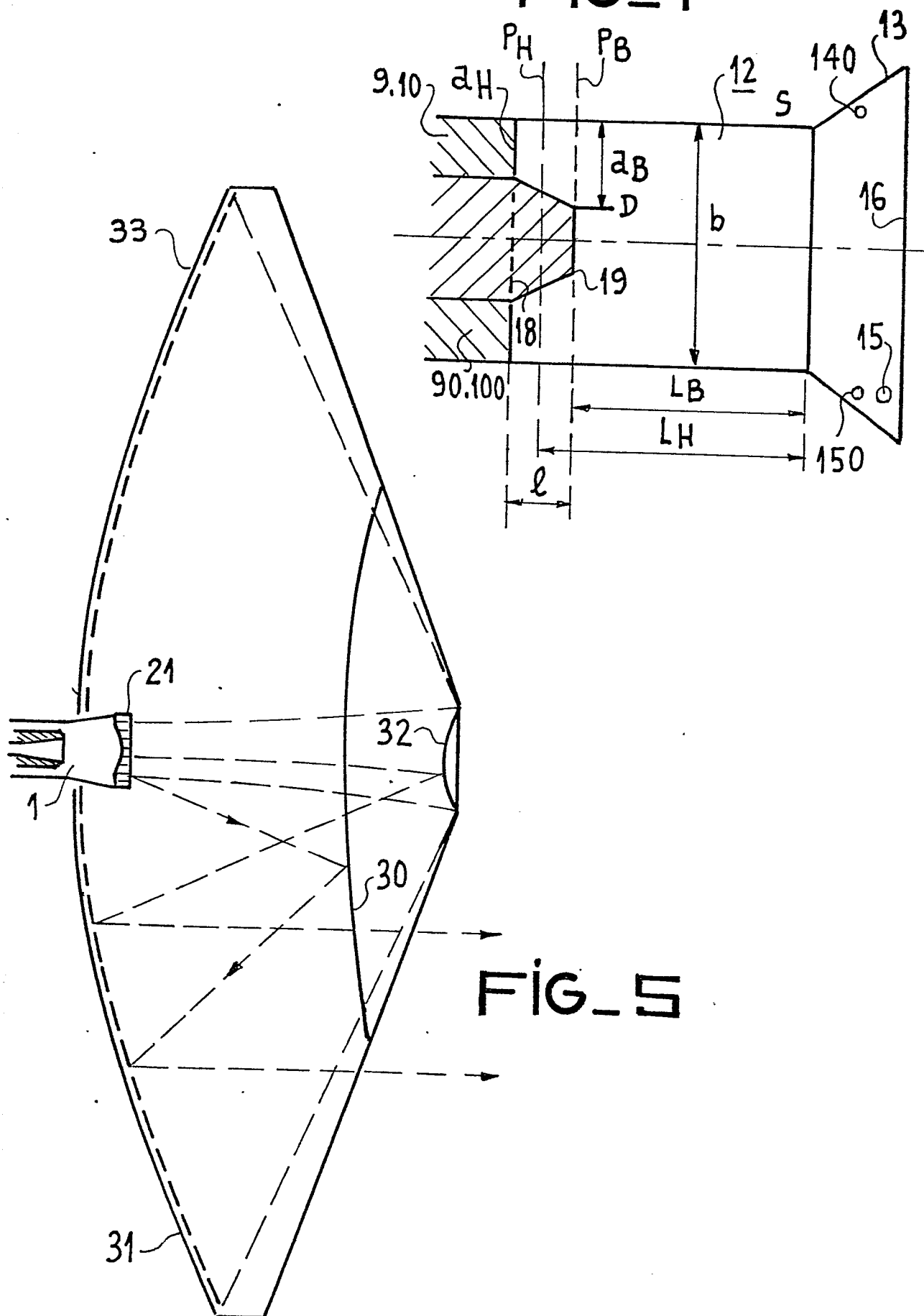
4. Source hyperfréquence suivant la revendication 2, caracté-

risée en ce que la lentille (21) est transparente aux ondes de la bande des fréquences inférieure (I), comportant des lamelles (22) parallèles au champ électrique des ondes de la bande supérieure (S).

5 5. Source hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisée en ce que les deux obstacles (17_I , 17_S) sont homothétiques dans le rapport des fréquences moyennes des bandes I et S.

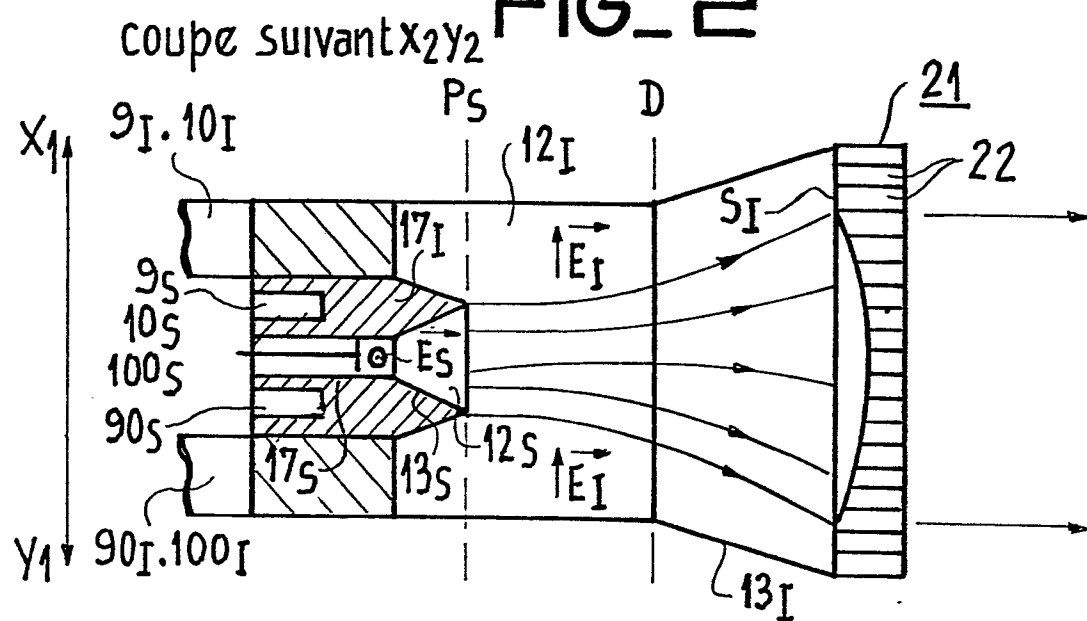
10 6. Antenne hyperfréquence comportant une source selon l'une des revendications 1 à 5, éclairant un premier réflecteur (32) plein de diamètre légèrement supérieur à l'ouverture de l'ensemble opérant en bande S à travers un deuxième réflecteur (30) transparent à l'onde issue de l'ensemble opérant en bande S et semi-transparent vis-à-vis de l'onde émise par l'ensemble opérant en bande I associés
15 un troisième réflecteur principal équipé d'une grille (33) de rotation de la polarisation de dimensions supérieures disposé autour de ladite source (1) et situé en zone de Fraunhofer vis-à-vis de l'ensemble opérant en bande I.

^{1/2} FIG_1

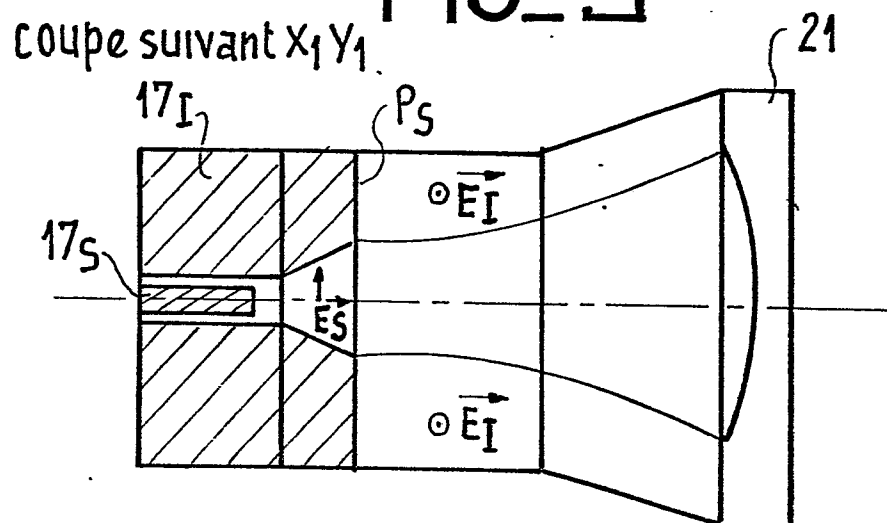


2/2

FIG_2



FIG_3



FIG_4

