(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 707 357 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
17.04.1996 Bulletin 1996/16

(51) Int Cl.[6]: **H01Q 19/17**, H01Q 1/24, H01Q 13/10

(21) Numéro de dépôt: **95402265.3**

(22) Date de dépôt: **09.10.1995**

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT SE

(30) Priorité: **10.10.1994 FR 9412082**

(71) Demandeur: **Wang, Pierre**
F-92050 Paris La Défense (FR)

(72) Inventeur: **Louzir, 1-M. Ali, Thomson Multimedia**
F-92050 Paris la Défense (FR)

(74) Mandataire: **Wang, Pierre**
Thomson Multimedia,
9 Place des Vosges
F-92050 Paris la Défense (FR)

(54) Système à antennes source multiples intégrées au convertisseur de fréquence à faible bruit

(57) L'invention concerne un dispositif de réception de signaux transmis par N satellites, ledit dispositif comprenant des moyens de focalisation des faisceaux correspondant auxdits signaux.

Le dispositif comprend plusieurs antennes source, lesdites antennes source étant des antennes imprimées réalisées sur un seul substrat.

Application à la réception de signaux transmis par satellite.

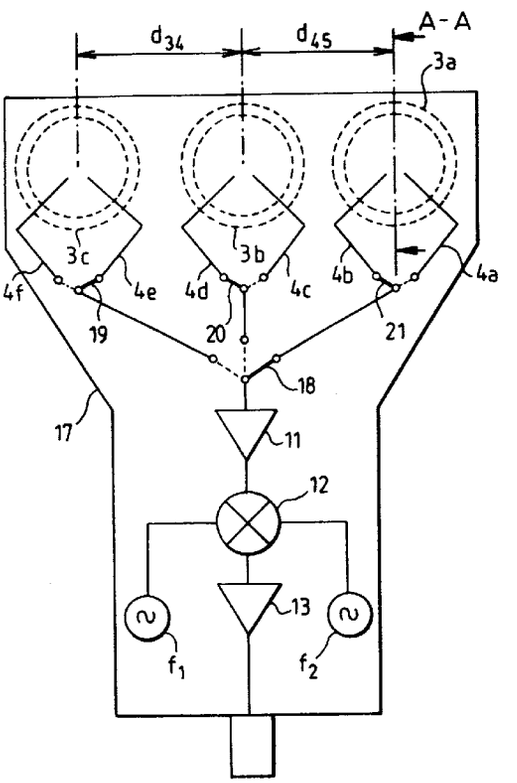


FIG.3

EP 0 707 357 A1

Description

L'invention concerne un dispositif de réception comprenant un convertisseur de fréquence à faible bruit intégrant plusieurs antennes source ("Feeds" en terminologie anglaise). L'invention s'applique notamment dans la réception de signaux transmis par plusieurs satellites.

La réception de signaux transmis par satellites géostationnaires, par exemple des satellites relayant des émissions de télévision, se fait classiquement à l'aide d'une parabole qui concentre le faisceau reçu en son point focal. On place alors une antenne source en guide d'onde de façon appropriée par rapport à la parabole pour coupler le signal reçu à une ou plusieurs sondes qui le transmettent à un convertisseur de fréquence à faible bruit. Ce dernier effectue la conversion du signal en fréquence intermédiaire, le signal converti pouvant être traité par démodulateur satellite et/ou le décodeur du récepteur.

Dans le cas où l'on désire viser plusieurs satellites géostationnaires proches, plusieurs solutions sont actuellement utilisées. La solution la plus évidente, à défaut d'être la plus économique, est d'utiliser autant de paraboles qu'il y a de satellites. Une autre solution, adaptée à la réception des signaux émis par deux satellites proches, consiste à utiliser une seule parabole, mais avec deux antennes source en guides d'ondes et deux convertisseurs de fréquence. La parabole pointe alors soit l'un des satellites, soit une position intermédiaire entre les deux. Les faisceaux issus des deux satellites et réfléchis par la parabole convergent alors en deux points distincts. Etant donné que dans ce cas, au moins un des signaux n'est pas focalisé de manière optimale, il en résulte une réception dégradée. De plus, si les satellites sont proches, les points de convergence des faisceaux sont également proches, cette proximité étant d'autant plus grande que la parabole est petite. Apparaît alors le problème de positionner côte à côte des guides d'onde, dont les dimensions sont difficilement modifiables. Certains produits du marché procèdent à une fusion des extrémités des guides d'onde, ce qui dégrade encore plus la qualité de la réception en augmentant le couplage entre les faisceaux. La présence de plusieurs convertisseurs de fréquence grève d'autre part le prix du produit.

Il existe également des réflecteurs "paraboloïdes" dont le rôle est d'améliorer la convergence de faisceaux en provenance de plusieurs satellites plus ou moins proches. Les réflecteurs sont alors conçus de manière à présenter à chaque faisceau une surface sensiblement parabolique.

La situation dans laquelle un certain nombre de satellites sont angulairement très proches est une situation qui est loin d'être exceptionnelle et qui deviendra de plus en plus fréquente au fur et à mesure de l'encombrement de l'orbite géostationnaire. Un exemple de "bouquet" de satellites en Europe est l'ensemble de satellites Eutelsat.

L'invention a pour objet un dispositif de réception de signaux transmis par N (N > 1) satellites comprenant des moyens de focalisation des faisceaux correspondant auxdits signaux caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs antennes source, lesdites antennes étant des antennes source imprimées réalisées sur un seul substrat.

L'utilisation de plusieurs antennes à fente imprimées sur un substrat permet de s'affranchir des problèmes liés à l'utilisation de guides d'onde.

Selon un mode de réalisation particulier, la disposition desdites antennes sur ledit substrat est déterminée par la localisation des points de focalisation desdits faisceaux.

De plus, le positionnement des antennes sur le substrat est déterminé par la disposition des meilleurs points de focalisation disponibles pour chaque faisceau. Lors de l'installation de la parabole et des antennes, il suffira de positionner correctement ces moyens de réception en se référant à un seul satellite. Le positionnement pour les autres satellites est alors réalisé automatiquement.

Selon un mode de réalisation particulier, les moyens de focalisation comprennent une lentille électromagnétique, par exemple une lentille de type Luneburg (lentille en demi-sphère).

Une telle lentille permet d'obtenir une convergence optimale de tous les faisceaux, contrairement à une parabole qui ne possède qu'un véritable point focal.

Selon un autre mode de réalisation particulier, les moyens de focalisation des faisceaux comprennent un réflecteur parabolique. Pour des satellites relativement proches, une parabole peut être considérée comme suffisante pour focaliser les différents faisceaux de manière adéquate. Pour des éloignements angulaires plus grands, la lentille de type Luneburg est plus adaptée.

Selon un mode de réalisation particulier, les moyens de focalisation étant un réflecteur parabolique, une première antenne est placée au point focal du réflecteur, les autres antennes étant placées d'un côté ou de l'autre par rapport à la première antenne.

Selon un mode de réalisation particulier, les antennes sont des antennes à fente.

Selon un mode de réalisation particulier, les antennes sont des antennes à fente annulaire.

Cette forme d'antenne est particulièrement adaptée à la réception d'ondes polarisées orthogonalement ayant des polarisations linéaires ou circulaires.

Selon un mode de réalisation particulier, ledit dispositif comprend au moins un convertisseur de fréquence réalisé sur le même substrat que lesdites antennes.

Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comprend des moyens de multiplexage qui multiplexent les signaux reçus par les antennes vers un convertisseur de fréquence.

Ainsi, un seul convertisseur de fréquence est nécessaire. Il en résulte un gain de place et de composants très important.

Selon un mode de réalisation particulier, ledit convertisseur de fréquence est réalisé sur le même substrat que les antennes.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à travers la description de deux modes de réalisation particuliers non limitatifs et illustrés par les figures jointes, parmi lesquelles:

- la figure 1 représente schématiquement les points de convergence au niveau d'un réflecteur parabolique pour des faisceaux issus de deux satellites angulairement proches,
- la figure 2 représente schématiquement les points focaux au niveau d'une lentille de type Luneburg pour des faisceaux issus de trois satellites,
- la figure 3 représente schématiquement un exemple de réalisation de dispositif conforme à l'invention pour la réception dans le cadre de la configuration de la figure 2,
- la figure 4 représente une variante de réalisation reprenant une coupe de la figure 3,
- la figure 5 représente schématiquement un coupleur hybride utilisé pour le couplage d'ondes polarisées circulairement.

La figure 1 explicite la position des point de convergence optimaux au niveau d'un réflecteur parabolique lorsque ce dernier reflète les faisceaux issus de deux satellites éloignés angulairement d'un angle θ . Une parabole 1 de diamètre Ø possède un point focal F1. On suppose que la parabole est orientée de façon à ce qu'idéalement, un satellite S1 se trouve sur l'axe de la parabole et que le plan d'onde de ce faisceau est perpendiculaire à cet axe. Le faisceau reflété converge en F1, situé sur l'axe de la parabole.

Un second satellite S2 émet un second faisceau dont le plan d'onde est incliné de l'angle θ par rapport à l'axe de la parabole. Le point de convergence optimum se trouve sur une droite inclinée de l'angle $-\theta$ par rapport à l'axe.

La figure 2 explicite la position des points focaux dans le cas d'utilisation d'une lentille de type Luneburg. Pour la clarté de la représentation, la lentille 2 a la forme d'une sphère, ce qui permet de représenter les points objet et les points images correspondants d'un côté et de l'autre de ladite sphère. L'implémentation pratique fera appel à une demi-sphère sur un plan réflecteur.

La lentille de type Luneburg a un rayon R. Les points focaux se situent à environ 1,5xR du centre de la lentille. Un point focal est situé sur la droite parallèle au faisceau qui illumine la lentille et passant par le centre de celle-ci. Comme cela a été mentionné précédemment, l'avantage de la lentille par rapport à la parabole est de présenter autant de points focaux qu'il y a de sources de signal. Il n'y a pas de défocalisation étant donné la symétrie sphérique de la lentille.

En toute rigueur, une lentille de Luneburg a ses points focaux au niveau de la surface de la lentille. Une approximation utilisée ici permet de déplacer ces points focaux vers 1.5 fois le rayon. La séparation entre les points focaux est ainsi améliorée.

Trois satellites S3, S4, S5 sont éloignés angulairement respectivement de $\theta 1$ et $\theta 2$. A ces trois satellites correspondent respectivement des points focaux F3, F4 et F5. Si l'on considère les angles $\theta 1$ et $\theta 2$ comme petits (inférieurs à 5° par exemple), les distances linéaires d34 et d45 séparant respectivement F3 de F4 et F4 de F5 sont sensiblement égales à $1,5R\theta 1$ et $1,5R\theta 2$ en mètres, où $\theta 1$ et $\theta 2$ sont donnés en radians.

Pour une lentille de 30 centimètres de rayon et des angles de 3°, les distances linéaires sont égales à environ 2.4 centimètres.

Pour des raisons de clarté de la figure 2, la distance entre les points focaux et le centre de la lentille n'est pas à l'échelle par rapport au rayon R de cette même lentille.

Un exemple de réalisation du dispositif conforme à l'invention est illustré à la figure 3. L'exemple illustré concerne un dispositif de réception de signaux en provenance de trois satellites, par exemple les satellites S3, S4 et S5 de la figure 2. L'homme du métier adaptera l'invention à d'autres cas de figure, tel que celui de la figure 1.

Le dispositif comprend un substrat diélectrique 17 qui supporte trois antennes à fentes annulaires 3a, 3b, 3c gravées à même le substrat. Ces antennes sont excitées par des lignes à micro ruban 4a à 4f d'une manière décrite ultérieurement. Les centres des fentes sont positionnés sur le substrat de manière à ce que les distances qui les séparent soient égales aux distances qui séparent les points focaux F3, F4 et F5.

Un amplificateur pour fréquences radio 11 amplifie un des signaux en provenance des lignes micro-ruban. Ce signal est transmis à un mélangeur 12, recevant une des fréquences F1 ou F2 à partir d'oscillateurs appropriés. Le signal en sortie du mélangeur est amplifié par un amplificateur pour fréquences intermédiaires 13, avant d'être transmis, par exemple par câble coaxial (non illustré) à une unité intérieure (démodulateur, décodeur, récepteur TV).

La figure 4 illustre une coupe de la figure 3, à travers le centre de la fente annulaire 3a. Cette figure illustre une variante de réalisation dont certain éléments ne figurent pas sur la figure 3. Le côte 5 du substrat diéletrique est recouvert d'une couche métallique dans laquelle est gravée un anneau 6. En première approximation, les modes résonants de la fente se produisent à des fréquences pour lesquelles la circonférence de la fente est égale à un multiple entier de la longueur d'onde guidée.

La couche métallique est reliée à la terre. Selon un mode de réalisation particulier, le substrat est orienté de façon à présenter les fentes annulaires au réflecteur.

Le côté 7 du substrat comporte les moyens d'excitation de la fente. Sur la figure 4, la ligne à micro-ruban 4b est visible. Cette ligne à micro-ruban pénètre à angle droit dans l'enceinte formée par la fente annulaire 6, d'une profondeur qui est de l'ordre du quart de la longueur d'onde guidée. La pénétration à angle droit correspond à un couplage maximal. Les dimensions des lignes micro-ruban sont optimisées de façon à présenter une large bande passante autour de la fréquence de

fonctionnement. Elles présentent notamment un rétrecissement (non illustré) avant de pénetrer dans l'enceinte formée par la fente annulaire.

Selon un mode de réalisation particulier, un culot 8 est disposé sur la face 7 du substrat. La fonction de ce culot, qui n'est pas illustré sur la figure 3, est de permettre l'obtention d'un ventre d'onde au niveau de la fente annulaire. Le culot est formé par une cavité conductrice reliée au plan métallique de la face 5 par l'intermédiaire d'une ligne conductrice 9. Un orifice 10 permet à la ligne micro-ruban 4b de pénétrer à l'intérieur du culot 8 tout en étant électriquement isolé par rapport à celui-ci. La profondeur H du culot est égale à environ le quart de la longueur d'onde guidée. L'épaisseur du substrat et des plans métalliques a été exagérée sur la figure 4, de façon à mieux faire ressortir les caractéristiques décrites.

Selon le présent exemple de réalisation et en revenant à la figure 3, chaque fente annulaire est pourvue de deux lignes micro-ruban disposées à angle droit, permettant ainsi la réception d'ondes polarisées linéairement de façon horizontale et verticale. On dispose ainsi de six signaux, disponibles respectivement à l'extrémité de chaque ligne micro-ruban 4a à 4f. Des moyens de multiplexage (représentés de manière schématique par des interrupteurs 18 à 21 et par des pointillés indiquant les connexions possibles) permettent la sélection d'un de ces signaux pour transmission à l'amplificateur 11. Ces moyens de multiplexage sont par exemple des amplificateurs-bloqueurs dont l'état passant ou bloquant est commandé par une tension continue.

Pour une plus grande clarté des schémas, le culot 8 ne figure pas sur la figure 3.

Pour la réception d'ondes polarisées circulairement dans le sens trigonométrique ou dans le sens contraire, on intercale un coupleur hybride entre chaque fente annulaire et les moyens de multiplexage. Le coupleur 14 est illustré à la figure 5. Ce coupleur hybride est alimenté par l'intermédiaire des deux lignes à micro-ruban 4a et 4b. La longueur de chacun des côtés du coupleur est d'envrion le quart de la longueur d'onde de l'onde guidée.

On notera que les extrémités des deux lignes micro-ruban sont recourbées à l'intérieur de l'enceinte de la fente annulaire pour éviter un couplage indésirable entre les composantes guidées.

Soit $(o,\vec{i},\vec{j})$ un repère orthonormé, o étant le centre de la fente annulaire 3a, $\vec{i}$ et $\vec{j}$ étant des vecteurs respectivement parallèles aux segments des lignes micro-ruban 4a et 4b pénétrant perpendiculairement dans l'enceinte formée par la fente.

Un signal V=Acos(ωt) présent au port 16 engendre, au niveau des ports reliés aux lignes 4a et 4b, des signaux respectivement de la forme:

$$Vx = \frac{A}{\sqrt{2}}\cos(\omega t + \varphi)$$

$$Vy = \frac{A}{\sqrt{2}}\cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$$

Les tensions Vx et Vy donnent naissance par couplage à la fente à des champs de la forme:

$$\vec{Ex} \equiv \frac{A}{\sqrt{2}}\cos(\omega t + \varphi)\vec{i}$$

$$\vec{Ey} \equiv \frac{A}{\sqrt{2}}\sin(\omega t + \varphi)\vec{j}$$

Le champ total rayonné correspond à la somme de ces deux champs. On peut vérifier que le vecteur somme tourne dans le sens trigonométrique et que l'extrémité de ce vecteur décrit un cercle.

Par réciprocité, une onde à polarisation circulaire gauche couplée à la fente 3a donnera naissance à une tension V=Acos(ωt) au port 16.

Selon un mode de réalisation particulier, le réflecteur utilisé en conjonction avec l'invention est un réflecteur paraboloïde destiné à améliorer la focalisation des différents faisceaux.

Enfin, suivant le type d'onde et de polarisation à recevoir, les antennes à fente peuvent avoir d'autres formes qu'annulaires.

L'homme du métier pourra facilement adapter l'invention aux différentes configurations pouvant se présenter.

Revendications

1. Dispositif de réception de signaux transmis par N (N > 1) satellites (S1, S2, S3, S4, S5) comprenant des moyens de focalisation (1, 2) des faisceaux correspondant auxdits signaux caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs antennes source, lesdites antennes source étant des antennes imprimées (3a, 3b, 3c) réalisées sur un seul substrat (17).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la disposition desdites antennes (3a, 3b, 3c) sur ledit substrat (17) est déterminée par la localisation des points de focalisation (F1, F2, F3, F4, F5) desdites faisceaux.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de focalisation comprennent une lentille électromagnétique (2).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de focalisation des faisceaux comprennent un réflecteur parabolique (1).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une première antenne source est placée au point focal (F1) dudit réflecteur, les autres antennes étant placées d'un côté ou de l'autre par rapport à ladite première antenne.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les antennes sont des antennes à fente (3a, 3b, 3c).

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les antennes sont des antennes à fente annulaire (3a, 3b, 3c).

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend des moyens de multiplexage (18, 19, 20, 21) qui multiplexent les signaux reçus par les antennes (3a, 3b, 3c) vers un convertisseur de fréquence (11, 12, 13, f1, f2).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit convertisseur de fréquence (11, 12, 13, f1, f2) est réalisé sur le même substrat (17) que les antennes (3a, 3b, 3c).

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit dispositif comprend au moins un convertisseur de fréquence (11, 12, 13, f1, f2) réalisé sur le même substrat (17) que lesdites antennes (3a, 3b, 3c).

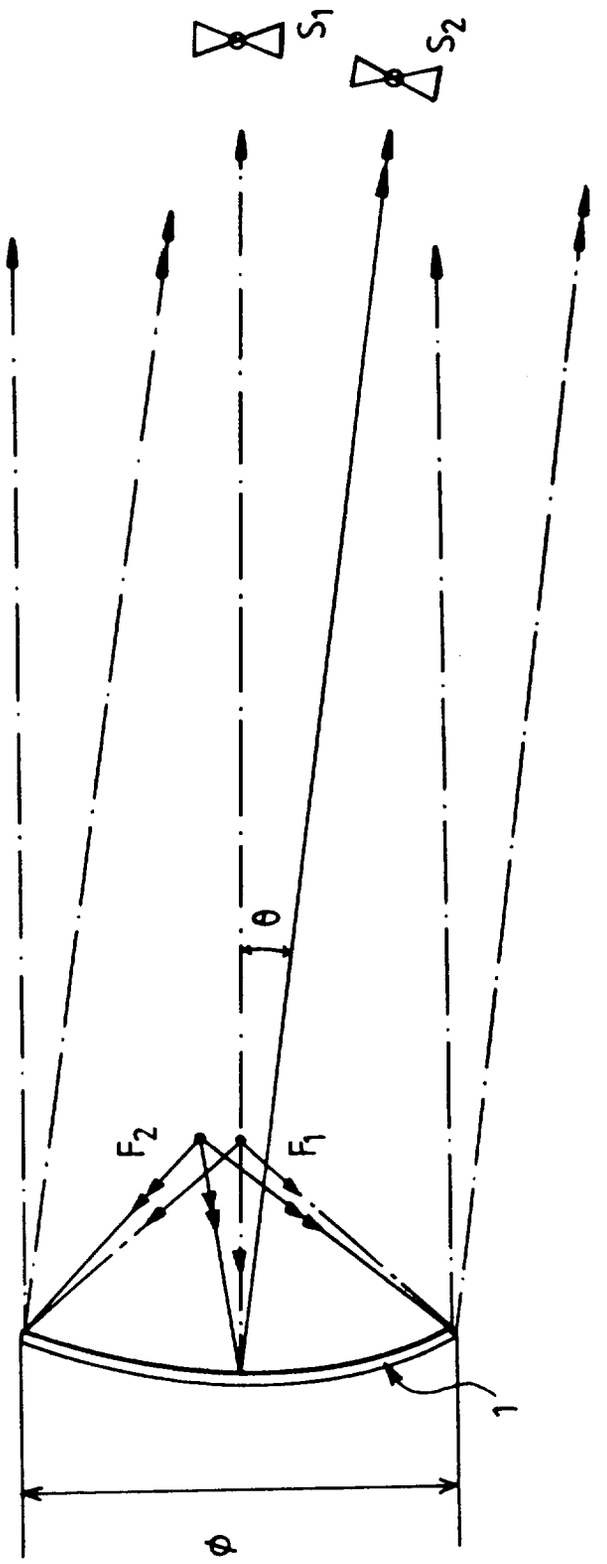


FIG.1

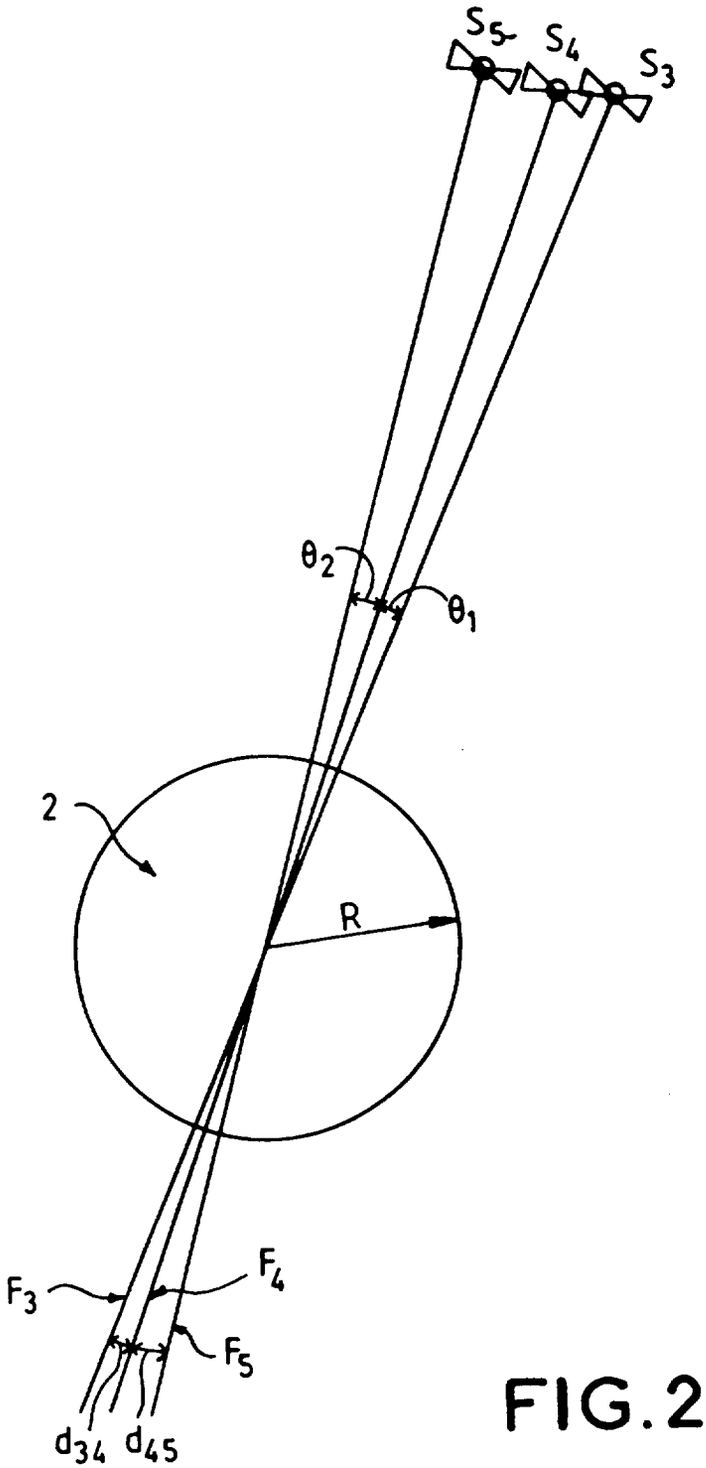


FIG.2

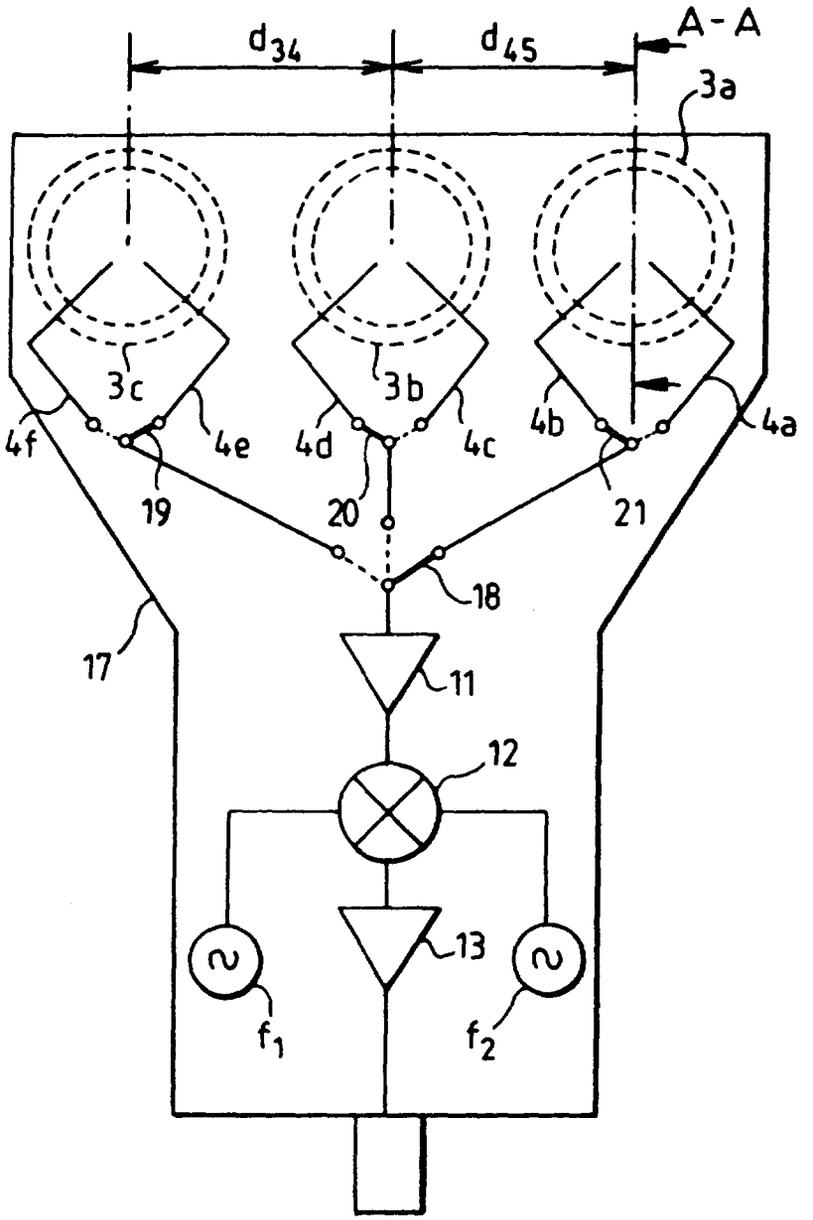
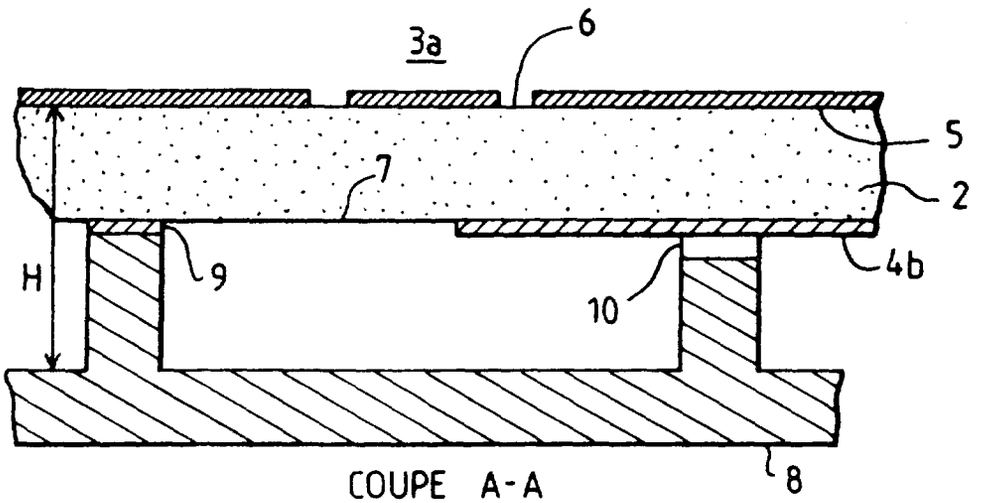


FIG. 3



COUPE A-A

FIG. 4

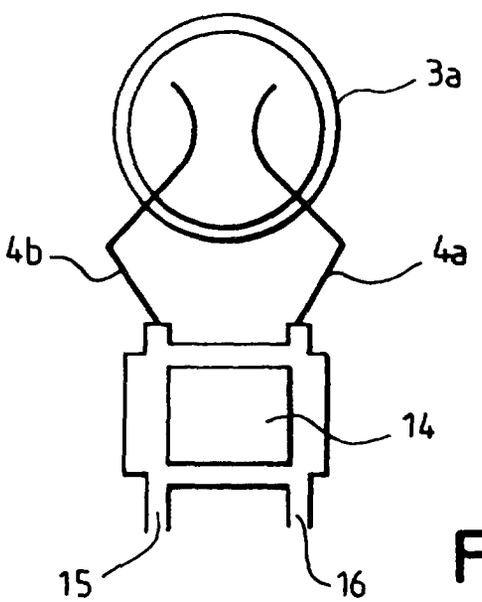


FIG. 5

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2265

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)
Y	WO-A-94 19842 (THOMSON CONSUMER ELECTRONICS) * revendications 1,2,6,8; figures 1-7 *	1-7	H01Q19/17 H01Q1/24 H01Q13/10
Y	DE-A-36 05 195 (LICENTIA) * revendications 1-3; figures 3,4 *	1-7	
A	GB-A-2 266 190 (BRIAN WILLIAM EWAN) * abrégé; figures 1-7 *	1,8-10	
A	EP-A-0 516 981 (SUMITOMO ELECTRIC) * abrégé; figures 1,6-9 *	1	
A	US-A-5 202 700 (MILLER) * abrégé; figures 1-8 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01Q

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	30 Novembre 1995	Angrabeit, F

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)