



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 325 537 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.06.2004 Bulletin 2004/23

(51) Int Cl.7: **H01Q 21/28**, H01Q 5/00,
H01Q 11/08, H01Q 13/24

(21) Numéro de dépôt: **01976390.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2001/003132

(22) Date de dépôt: **11.10.2001**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2002/031920 (18.04.2002 Gazette 2002/16)

(54) **PERFECTIONNEMENT AUX SOURCES D'EMISSION / RECEPTION D'ONDES
ELECTROMAGNETIQUES POUR ANTENNE A MULTIREFLECTEURS**

VERBESSERUNG DES ERREGERS FÜR SENDER/EMPFÄNGER ELEKTROMAGNETISCHER
WELLEN IN EINER MEHRREFLEKTOR-ANTENNE

IMPROVEMENTS TO TRANSMISSION/RECEPTION SOURCES OF ELECTROMAGNETIC WAVES
FOR MULTIREFLECTOR ANTENNA

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

• **PINTOS, Jean-François**
F-35700 RENNES (FR)

(30) Priorité: **12.10.2000 FR 0013213**

(74) Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte**
THOMSON multimedia,
46 quai A. Le Gallo
92648 Boulogne Cédex (FR)

(43) Date de publication de la demande:
09.07.2003 Bulletin 2003/28

(73) Titulaire: **Thomson Licensing S.A.**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(56) Documents cités:
US-A- 5 041 840

(72) Inventeurs:

- **LOUZIR, Ali**
F-35000 RENNES cedex (FR)
- **MINARD, Philippe**
F-35700 RENNES (FR)
- **THUDOR, Franck**
F-35000 RENNES (FR)

• **BARTLETT H E: "A BROADBAND FIVE-HORN
CASSEGRAIN FEED" INTERNATIONAL
CONFERENCE ON ANTENNAS AND
PROPAGATION. ANTENNAS. 28-30 NOVEMBER
1978, I.E.E. CONFERENCE PUBLICATION,
LONDON, I.E.E, GB, vol. PART 1 NO. 169, 28
novembre 1978 (1978-11-28), pages 350-354,
XP002077075**

EP 1 325 537 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne une antenne source d'émission (E) / réception (R), appelée ci-après source E/R pouvant être placée au point focal d'un système d'antenne et plus particulièrement au point focal d'une antenne à double réflecteur de type Cassegrain. Une application possible pour cette source d'E/R se trouve dans les systèmes de communication par satellite utilisant les bandes C, Ku ou Ka.

[0002] La demande de brevet européen publiée EP1 162 686 A1 faisant partie de l'état de la technique au sens de l'article 54(3) revendique la priorité de la demande de brevet national français FR2810163 enregistré sous le n° 00 07424.

[0003] Dans la demande de brevet français n° 00 07424 déposée le 9 Juin 2000 au nom de THOMSON multimedia avec pour titre « perfectionnement aux antennes-source d'émission/réception d'ondes électromagnétiques », on a proposé une source E/R hybride constituée d'un réseau d'hélices excité par un circuit d'alimentation imprimé, entourant une antenne à rayonnement longitudinal telle qu'une hélice ou un « polyrod ».

[0004] Afin de minimiser les interactions entre les sources d'émission et de réception, il est avantageux d'utiliser le réseau d'hélices pour la réception et la source à rayonnement longitudinal pour l'émission. Cependant, en réception les pertes du réseau imprimé d'alimentation affectent doublement le bilan de liaison. En effet, le facteur de mérite G/T de l'antenne est diminué du fait d'une part de la réduction du gain G de l'antenne, et d'autre part, de l'augmentation de la température de bruit T du système liée aux pertes dissipatives du réseau d'alimentation. De ce point de vue, la solution proposée dans la demande de brevet 00 07424 permet, en utilisant un réseau d'hélices de préférence à un réseau de patches, d'améliorer le facteur G/T de l'antenne.

[0005] Par ailleurs, dans la demande de brevet français 00 07424, le substrat sur lequel est gravé le réseau imprimé d'alimentation des hélices et qui inclut les circuits de réception de l'antenne est disposé perpendiculairement à l'axe de rayonnement des hélices. Ainsi, dans une structure Cassegrain, afin d'éviter des blocages par le LNB (Low Noise Block en langue anglaise), il est nécessaire de placer le foyer du système à double réflecteur au sommet du réflecteur principal. Cette contrainte sur la géométrie du système Cassegrain nécessite l'usage d'une source trop directive qui a pour effet d'augmenter le niveau des lobes secondaires du système d'antenne.

[0006] En effet, comme illustré sur la figure 1 qui représente schématiquement une structure Cassegrain comportant un réflecteur principal 1, une source 2 et un réflecteur secondaire 3 face à la source 2, les lobes secondaires proviennent principalement :

i) de la diffraction par le réflecteur secondaire 3. L'énergie diffractée a un niveau absolu en dB égal à (G-Edge). G est le gain de la source primaire défini essentiellement par sa directivité. Pour un fonctionnement optimal du système d'antenne à double réflecteur, Edge est de l'ordre de 20 dB. Le niveau des lobes secondaires issus de cette diffraction est de l'ordre de la valeur de (G-Edge),

ii) des lobes secondaires rayonnés par la source même 2 et n'interceptant pas le réflecteur secondaire 3. Si la source primaire 1 présente un niveau de lobes secondaires égal en dB à SLL, alors le niveau absolu des lobes secondaires du système d'antenne issus des lobes secondaires de la source primaire est égal à (G-SLL).

Une solution pour réduire les lobes d'un système Cassegrain est de réduire G. Cependant, comme illustré en figure 2, pour réduire G et maintenir une valeur de Edge optimale (de l'ordre de 20 dB), il faut que la focale 2' du système d'antenne soit située entre le réflecteur principal 1 et le réflecteur secondaire 3.

[0007] La présente invention a pour but de remédier à ce problème en proposant une structure de source E/R ayant son centre de phase entre le réflecteur principal et le réflecteur secondaire sans induire de blocage pour le fonctionnement du système d'antenne à deux réflecteurs. Elle rend ainsi possible une réduction des lobes secondaires du système d'antenne.

[0008] D'autre part, la réduction du niveau SLL des lobes secondaires de la source primaire permet aussi de réduire les lobes secondaires du système d'antenne.

[0009] La présente invention a aussi pour but de proposer une nouvelle structure de source E/R qui permet de réduire les lobes secondaires de sources d'émission et de réception.

[0010] De plus, contrairement à un système de focalisation à base de lentille homogène, un système d'antenne à double réflecteur présente un point focal parfaitement défini et nécessite pour les sources E/R une coïncidence parfaite de leurs centres de phase.

[0011] Ainsi, la présente invention a encore pour but de proposer une structure de source E/R qui permet de faire coïncider parfaitement les centres de phase des sources d'émission et de réception.

[0012] La présente invention a donc pour objet une source d'émission / réception (E/R) d'ondes électromagnétiques pour antenne à multiréflecteur du type Cassegrain comportant des moyens à rayonnement longitudinal fonctionnant dans une première bande de fréquences et un réseau de n éléments rayonnants du type à ondes progressives fonctionnant dans une seconde bande de fréquences avec les n éléments rayonnants disposés symétriquement autour

EP 1 325 537 B1

des moyens à rayonnement longitudinal, le réseau et les moyens à rayonnement longitudinal ayant un centre de phase sensiblement commun, caractérisée en ce que le réseau de n éléments rayonnants est excité par un guide d'ondes formant une cavité en forme de "tranche d'ananas" de section droite rectangulaire.

5 [0013] Selon un mode de réalisation, le réseau de n éléments rayonnants est un réseau circulaire et le guide forme une cavité en forme de « tranche d'ananas ». Dans ce cas, le guide d'ondes est dimensionné de telle sorte que, D étant le diamètre moyen du réseau circulaire :

[0014] $D = n\lambda_g/2$ où n représente le nombre d'éléments rayonnants et λ_g la longueur d'onde guidée à la fréquence de fonctionnement.

10 [0015] $\lambda_g = \lambda_0[\epsilon_r - (\lambda_0/\lambda_c)^2]^{-1/2}$ avec λ_c la longueur d'onde de coupure du guide rectangulaire pour le mode fondamental TE₀₁, λ_0 la longueur d'onde dans le vide et ϵ_r la permittivité du matériau diélectrique remplissant le guide.

[0016] $\lambda_c = 2a(\epsilon_r)^{1/2}$ où a est la largeur du guide rectangulaire. Pour obtenir une bonne directivité de la source, D est choisi tel que :

$$1,3 \lambda_0 < D < 1,9 \lambda_0.$$

15 [0017] Le guide rectangulaire ci-dessus est excité par une sonde reliée aux circuits de réception (LNA (Low Noise Amplifier en langue anglaise), mélangeur, etc...) par une ligne coaxiale.

20 [0018] Par ailleurs, pour l'émission, l'antenne à rayonnement longitudinal qui peut être constituée soit par un « polyrod » excité par un guide circulaire ou carré soit par une hélice longue excitée par une ligne coaxiale, située au centre du réseau présente une sorte de cavité arrière qui permet :

1) de réduire les lobes secondaires et arrières de l'antenne à rayonnement longitudinal,

2) de faire coïncider les centres de phase des sources d'émission et de réception, et

25 3) d'améliorer les performances d'isolation entre les sources d'émission et de réception.

[0019] Enfin pour réduire les lobes secondaires du réseau d'hélices, une deuxième cavité conique entoure celui-ci.

30 [0020] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description faite ci-après de différents modes de réalisation, cette description étant faite avec référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

figure 1 déjà décrite est une représentation schématique d'un système Cassegrain selon l'art antérieur,

figure 2 déjà décrite est une représentation schématique correspondant à celle de la figure 1 et expliquant un des problèmes que cherche à résoudre l'invention,

35 figure 3 est une représentation schématique d'un système Cassegrain comportant une source conforme à la présente invention,

figures 4a et 4b représentent respectivement une vue en coupe et une vue de dessus d'un système-source selon un mode de réalisation de la présente invention,

figure 5 est une vue en coupe de détail d'une hélice utilisée dans le système des figures 4,

40 figure 6 est une courbe donnant les résultats du couplage du guide rectangulaire aux hélices en fonction de la fréquence,

figure 7 est une vue identique à celle de la figure 4a représentant le système réalisé pour simulation,

figures 8,9 et 10 sont des courbes donnant des résultats de simulations réalisées avec le système-source de la figure 7, et

45 figure 11 représente une autre mode de réalisation d'un système-source selon la présente invention.

[0021] Pour simplification, dans les figures les mêmes éléments portent les mêmes références.

[0022] On décrira maintenant avec référence aux figures 3 à 11 différents modes de réalisation de la présente invention.

50 [0023] La Figure 3 montre schématiquement une vue en coupe de la source E/R 10 objet de l'invention, placée au foyer FP d'un système d'antenne à double réflecteur situé entre les deux réflecteurs 1 et 3.

[0024] L'antenne source d'émission/réception objet de l'invention bénéficie, par rapport aux solutions plus conventionnelles utilisant la technologie guide d'onde, des avantages suivants, à savoir :

55 un encombrement, un poids et un coût réduits en même temps qu'une bonne isolation électrique entre les voies d'émission et de réception grâce à une isolation physique entre les deux voies.

[0025] De plus, par rapport au système décrit dans la demande de brevet français 00 07424 :

i) Elle permet de réduire encore les pertes de la source constituée du réseau d'hélices grâce aux très faibles pertes de son réseau d'alimentation utilisant un guide rectangulaire monomode, connu pour ces pertes minimales, et dont la longueur est réduite en moyenne au demi-périmètre du réseau circulaire.

5 ii) Elle apporte une solution à faible coût au problème des lobes secondaires trop élevés des antennes à double réflecteur de type Cassegrain :

- en permettant de placer le centre de phase du système source hybride entre le réflecteur principal et le réflecteur secondaire
- en réduisant les lobes secondaires des sources primaires d'émission et de réception.

10 iii) Elle permet de faire parfaitement coïncider les centres de phase des sources d'émission et de réception et permet ainsi de positionner la source primaire de manière optimale en émission et en réception.

[0026] On décrira maintenant de manière plus détaillée, avec référence aux figures 4 à 10, un mode de réalisation préférentiel de la présente invention.

[0027] Les figures 4a et 4b présentent respectivement une vue en coupe et une vue de dessus du système source objet de l'invention. Dans ce cas particulier :

- le réseau de n éléments rayonnants du type à ondes progressives est constitué de huit hélices 11. Elles sont placées sur la circonférence d'un cercle de diamètre D fonctionnant dans une seconde bande de fréquences. Elles sont montées sur la face supérieure 15a d'un guide d'onde 15 en forme de « tranche d'ananas ».
- l'antenne à rayonnement longitudinal située au milieu du réseau est un « polyrod » 12,

25 [0028] Comme représenté sur les figures 4a et 7, les cavités arrières 13 et 14 permettant de réduire le rayonnement des lobes latéraux pour le « polyrod » et pour le réseau d'hélices sont coniques.

[0029] Le guide d'onde 15 rectangulaire en forme de « tranche d'ananas » est excité par une ligne coaxiale 16. Les hélices rayonnantes 11 sont à leur tour couplées par sonde 17 à la cavité en guide rectangulaire.

[0030] Pour une excitation optimale des hélices, celles-ci sont placées au milieu de la section droite du guide dans des plans de champ maximum, à savoir les plans de circuits ouverts.

30 [0031] La figure 5 montre le détail et le dimensionnement d'une hélice 11 excitée à 12 GHz montée sur un guide d'onde 15 de section droite polygonale, plus particulièrement rectangulaire avec des dimensions a et b.

[0032] La figure 6a présente des simulations montrant le résultat du couplage du guide rectangulaire aux hélices selon l'invention ainsi que l'adaptation de la cavité en guide, à la fréquence centrale de 12 GHz., dans le cas de 4 hélices telles que 11-2, 11-3, 11-4, 11-5 par rapport au port A1 (figure 6b).

35 [0033] Ainsi, le dimensionnement du guide rectangulaire 15 se fait de la manière suivante :

$$D = 8 \lambda_g / 2 = 4 \lambda_g \quad (I)$$

40 (dans le cas d'un réseau de 8 hélices 11) ; λ_g est la longueur d'onde guidée à la fréquence de fonctionnement ;

$$\lambda_g = \lambda_0 [\epsilon_r - (\lambda_0 / \lambda_c)^2]^{-1/2} \quad (II) ;$$

45 λ_c est la longueur d'onde de coupure du guide rectangulaire pour le mode TE₁₀ et λ_0 est la longueur d'onde dans le vide ;

$$\lambda_c = 2a(\epsilon_r)^{1/2}; a \text{ est la largeur du guide rectangulaire}$$

$$\epsilon_r = \text{permittivité du matériau diélectrique remplissant le guide}$$

- Par ailleurs pour un éclairage optimal du réflecteur secondaire, la directivité de la source primaire varie entre +/- 20° et +/- 30° à -20 dB. Ces valeurs de directivité sont obtenues pour des diamètres moyens D tels que :

$$1,3 \lambda_0 < D < 1,9 \lambda_0 \quad (III) ;$$

λ_0 étant la longueur d'onde dans le vide

[0034] Pour D fixé par la directivité de la source, les équations (I) et (III) permettent de déduire une relation entre λ_g et λ_0 . En tenant compte de cette relation dans (II), on en déduit a. Pour minimiser les pertes dans le guide rectangulaire, la hauteur b du guide rectangulaire est choisie égale à environ la moitié de sa largeur. Soit donc $b \sim a/2$.

[0035] En général, pour minimiser les pertes et le coût, le guide est choisi vide ($\epsilon_r = 1$). Cependant si le guide est trop large, ou s'il y a besoin de dégager plus d'espace au milieu pour le placement du polyrod 12 avec sa cavité arrière 13, il suffit de remplir le guide d'un matériau diélectrique de permittivité $\epsilon_r > 1$. La largeur du guide est réduite d'un facteur $(\epsilon_r)^{-1/2}$.

[0036] Pour le dimensionnement de la cavité extérieure, les grandeurs Δ , α et h sont ajustées de manière à réduire le niveau des lobes secondaires du réseau d'hélices.

[0037] Pour la cavité intérieure 13, le diamètre d_c est donné par le dimensionnement du guide rectangulaire 15, et plus particulièrement par sa largeur a.. Comme représenté sur la figure 7, la profondeur d est telle que le centre de phase FP du « polyrod » 12 (qui se trouve environ au 1/3 de la longueur du polyrod) coïncide avec le centre de phase FH du réseau d'hélices 11 (soit au milieu du réseau d'hélices et environ au 1/3 de la longueur de l'hélice). Ainsi, en faisant référence à la figure 7, et à partir d'une origine située sur la base et au centre de la cavité conique de profondeur d, le point Fp se trouve à une hauteur d'environ $L_p/3$ où L_p est la longueur totale du polyrod 12 comptée à partir de l'origine. Pour faire coïncider les centres de phase, il faut que les points Fh soient à la même hauteur que Fp, ce qui se traduit par la relation :

$$d + Lh/3 = L_p/3 \text{ soit donc } d = (L_p - Lh)/3 ;$$

où

Lh est la longueur de chacune des hélices 11.

[0038] Les dimensions de chacune des hélices 11 fonctionnant en mode longitudinal à la fréquence centrale, ainsi que celles du polyrod central en fonction des directivités recherchées, sont données par des formules classiques connues de l'homme de l'art.

[0039] Enfin la forme de la cavité arrière du polyrod central peut être modifiée. Ainsi, à la place d'une forme conique 13, la cavité arrière peut avoir une forme cylindrique ou similaire.

[0040] La figure 7 représente une réalisation particulière de la source d'émission/réception objet de l'invention. La partie émission est constituée du polyrod 12 et fonctionne dans la bande 14-14,5 GHz. La partie réception fonctionne dans la bande 11.7-12.5 GHz et est constituée d'un réseau de 8 hélices 11 situées sur un cercle de diamètre D = 42 mm soit environ $1,7\lambda_0$ où λ_0 représente la longueur d'onde dans le vide à la fréquence centrale de la bande de réception soit donc $\lambda_0 = 24,7$ mm.

[0041] Pour cette réalisation, la forme du polyrod 12 a tout d'abord été optimisée. Puis les trois types de cavités intérieures (à savoir une cavité cylindrique, une cavité cylindrique avec pièges et une cavité conique), toutes de profondeur d = 30 mm (soit donc environ $(L_p - Lh)/3 = (110 - 30)/3 = 26,6$ mm) de manière à faire coïncider les centres de phase des deux sources ont été simulées. La cavité conique a permis pour cette configuration d'obtenir le meilleur résultat. L'adaptation du polyrod dans la bande visée (14-14,5 GHz) ainsi que les diagrammes de rayonnement obtenus en présence de la cavité conique sont donnés en figure 8.

[0042] On a ensuite réalisé l'optimisation de l'angle ∞ et de la hauteur h de la cavité conique extérieure 14, vis-à-vis des lobes secondaires du polyrod. Le meilleur résultat est alors obtenu pour $\infty = 45^\circ$ et h = 25 mm. La figure 9 montre les résultats de simulation de la courbe d'adaptation et les diagrammes de rayonnement obtenus pour ces valeurs de ∞ et h. On peut noter une réduction significative des lobes secondaires en présence de la cavité extérieure.

[0043] Enfin, la figure 10 montre les diagrammes de rayonnement du réseau de huit hélices toutes de longueur 30 mm régulièrement espacés sur un cercle de diamètre D = 42 mm soit environ $1,7\lambda_0$ où λ_0 représente la longueur d'onde dans le vide à la fréquence centrale de la bande de réception.

[0044] L'optimisation des lobes secondaires de la source de réception par la cavité extérieure aboutit à des valeurs optimales de h = 25mm et $\infty = 40^\circ$. Ces valeurs sont légèrement différentes de celles obtenues pour l'optimisation des lobes secondaires de la source d'émission (h = 25 mm et $\infty = 45^\circ$). Ce sont les valeurs obtenues pour la source d'émission qui ont été privilégiées, compte-tenu des contraintes plus fortes sur le diagramme d'émission.

[0045] Sur la figure 11, on a représenté une variante de réalisation de la source à rayonnement longitudinal. Dans ce cas, la source est constituée par une hélice 12 montée dans une cavité conique 13 et couplée par une sonde 17 à l'alimentation Tx.

[0046] Dans les modes de réalisation représentés, les polarisations des sources à l'émission et à la réception sont circulaires et peuvent être de même sens ou de sens opposé.

[0047] De manière évidente pour l'homme de l'art, l'hélice 12' peut être positionnée dans une cavité cylindrique

comme le polyrod.

[0048] La présente invention peut être modifiée de nombreuses manières sans sortir du cadre des revendications ci-après.

5

Revendications

10

1. Source d'émission / réception (E/R) d'ondes électromagnétiques pour antenne à multiréfecteur du type comportant des moyens à rayonnement longitudinal (12, 12') fonctionnant dans une première bande de fréquences et un réseau de n éléments rayonnants (11) du type à ondes progressives fonctionnant dans une seconde bande de fréquences avec les n éléments rayonnants disposés symétriquement autour des moyens à rayonnement longitudinal, le réseau et les moyens à rayonnement longitudinal ayant un centre de phase sensiblement commun, **caractérisée en ce que** le réseau de n éléments rayonnants est excité par' un guide d'ondes (15) formant une cavité en forme de "tranche d'ananas" de section droite polygonale.

15

2. Source selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le réseau de n éléments rayonnants est un réseau circulaire.

20

3. Source selon les revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** le guide d'ondes (15) est dimensionné de telle sorte que, D étant le diamètre moyen du réseau circulaire :

$D = n\lambda_g/2$ où n représente le nombre d'éléments rayonnants et λ_g la longueur d'onde guidée à la fréquence de fonctionnement.

25

$\lambda_g = \lambda_0[\epsilon_r - (\lambda_0/\lambda_c)^2]^{-1/2}$ avec λ_c la longueur d'onde de coupure du guide rectangulaire pour le mode fondamental TE01, λ_0 la longueur d'onde dans le vide et ϵ_r la permittivité du matériau diélectrique remplissant le guide.

$\lambda_c = 2a(\epsilon_r)^{1/2}$ où a est la largeur du guide rectangulaire.

30

4. Source selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** D est choisi tel que :

$$1,3 \lambda_0 < D < 1,9 \lambda_0.$$

35

5. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le guide est rempli d'un matériau diélectrique de permittivité ≥ 1 .

6. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants du type à ondes progressives sont des hélices (11).

40

7. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les moyens à rayonnement longitudinal sont constitués par une tige de diélectrique à rayonnement longitudinal ou "polyrod" (12) d'axe confondu avec l'axe de rayonnement, excitée par des moyens comportant un guide d'ondes.

45

8. Source selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les moyens à rayonnement longitudinal sont constitués par un dispositif en hélice (12') d'axe confondu avec l'axe de rayonnement excité par des moyens comportant une ligne coaxiale.

50

9. Source selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisée en ce que** les moyens à rayonnement longitudinal sont entourés par une cavité (14) réduisant les lobes secondaires.

Claims

55

1. Electromagnetic wave transmission/reception (T/R) source for a multireflector antenna of the Cassegrain type comprising longitudinal-radiation means (12, 12') operating in a first frequency band and an array of n radiating elements (11) of the travelling-wave type operating in a second frequency band with the n radiating elements arranged symmetrically around the longitudinal-radiation means, the array and the longitudinal-radiation means having an approximately common phase centre, **characterized in that** the array of n radiating elements is excited

EP 1 325 537 B1

by a waveguide (15) forming a cavity in the shape of a "slice of pineapple" of polygonal cross section.

2. Source according to Claim 1, **characterized in that** the array of n radiating elements is a circular array.

5 3. Source according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the waveguide (15) has dimensions such that, D being the mean diameter of the circular array :

$D = n\lambda_g/2$ where n represents the number of radiating elements and λ_g represents the wavelength of the guided wave at the operating frequency ;

10 $\lambda_g = \lambda_0[\epsilon_r - (\lambda_0/\lambda_c)^2]^{-1/2}$, where λ_c is the cut-off wavelength of the rectangular waveguide for the TE₀₁ fundamental mode, λ_0 is the wavelength *in vacuo* and ϵ_r is the permittivity of the dielectric filling the waveguide ; and $\lambda_c = 2a(\epsilon_r)^{1/2}$, where a is the width of the rectangular waveguide.

15 4. Source according to Claim 3, **characterized in that** D is chosen such that:

$$1.3\lambda_0 < D < 1.9\lambda_0.$$

20 5. Source according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the waveguide is filled with a dielectric of permittivity ≥ 1 .

6. Source according to any one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the radiating elements of the travelling-wave type are helices (11).

25 7. Source according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the longitudinal-radiation means consist of a longitudinal-radiation dielectric rod or "polyrod" (12) whose axis is coincident with the radiation axis, the said rod being excited by means comprising a waveguide.

30 8. Source according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the longitudinal-radiation means consist of a device (12') in the form of a helix whose axis is coincident with the radiation axis, the said device being excited by means comprising a coaxial line.

35 9. Source according to either of Claims 7 and 8, **characterized in that** the longitudinal-radiation means are surrounded by a cavity (14) that reduces the side lobes.

Patentansprüche

40 1. Sende/Empfangs-Quelle (E/R) von elektromagnetischen Wellen für eine Multirefektor-Antenne vom Typ mit Mitteln zur Longitudinalstrahlung (12, 12'), die in einem ersten Frequenzband arbeiten, und einer Anordnung von n strahlenden Elementen (11) vom Wanderwellentyp, die in einem zweiten Frequenzband mit den n strahlenden Elementen arbeiten, die symmetrisch um die Mittel zur Longitudinalstrahlung angeordnet sind, wobei die Anordnung und die Mittel zur Longitudinalstrahlung ein im Wesentlichen gemeinsames Phasenzentrum aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**

45 die Anordnung von n strahlenden Elementen durch einen Wellenleiter (15) erregt wird, der einen Hohlraum in Form einer "Ananasscheibe" mit einem mehreckigförmigen Querschnitt bildet.

50 2. Quelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung von n strahlenden Elementen eine runde Anordnung ist.

3. Quelle nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wellenleiter (15) derart bemessen ist, wobei D der mittlere Durchmesser der runden Anordnung ist:

55 $D = n\lambda_g/2$, wo n die Anzahl der strahlenden Elemente und λ_g die Länge des Wellenleiters bei der Arbeitsfrequenz darstellt.

$\lambda_g = \lambda_0 [\epsilon_r - (\lambda_0/\lambda_c)^2]^{-1/2}$ wo λ_c die Grenzwellenlänge des rechteckförmigen Wellenleiters für den TE₀₁-Grundmodus, λ_0 die Wellenlänge im Vakuum und ϵ_r die Permittivität des den Wellenleiter ausfüllenden Dielektrikums

EP 1 325 537 B1

ist.

$\lambda_c = 2a(\epsilon_r)^{1/2}$, wo a die Breite des rechteckförmigen Wellenleiters ist.

5 4. Quelle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** D derart gewählt ist, dass

$$1,3 \lambda_0 < D < 1,9 \lambda_0.$$

10 5. Quelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wellenleiter mit einem Dielektrikum mit der Permittivität ≥ 1 gefüllt ist.

15 6. Quelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strahlenden Elemente vom Wanderwellentyp Wendeln (11) sind.

7. Quelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Longitudinalstrahlung aus einem dielektrischem Stab zur Longitudinalstrahlung oder einem "Polyrod" (12) bestehen, dessen Achse mit der Strahlungsachse zusammenfällt, und dass der Stab durch Mittel mit einem Wellenleiter angeregt wird.

20 8. Quelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Longitudinalstrahlung durch eine Einheit (12') in der Form einer Wendel bestehen, deren Achse mit der Strahlungsachse zusammenfällt, und dass die Einheit durch eine Koaxialleitung enthaltenden Mittel angeregt wird.

25 9. Quelle nach einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Longitudinalstrahlung durch einen Hohlraum (14) umgeben sind, der die Sekundärkeulen verringert.

30

35

40

45

50

55

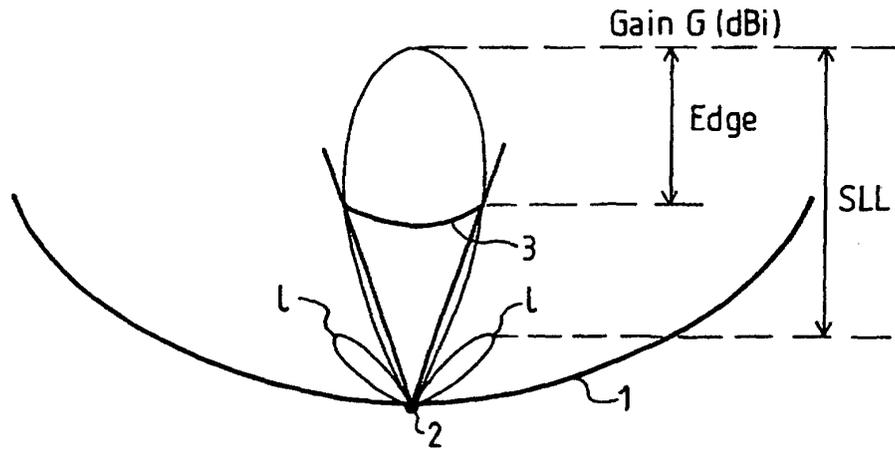


FIG. 1

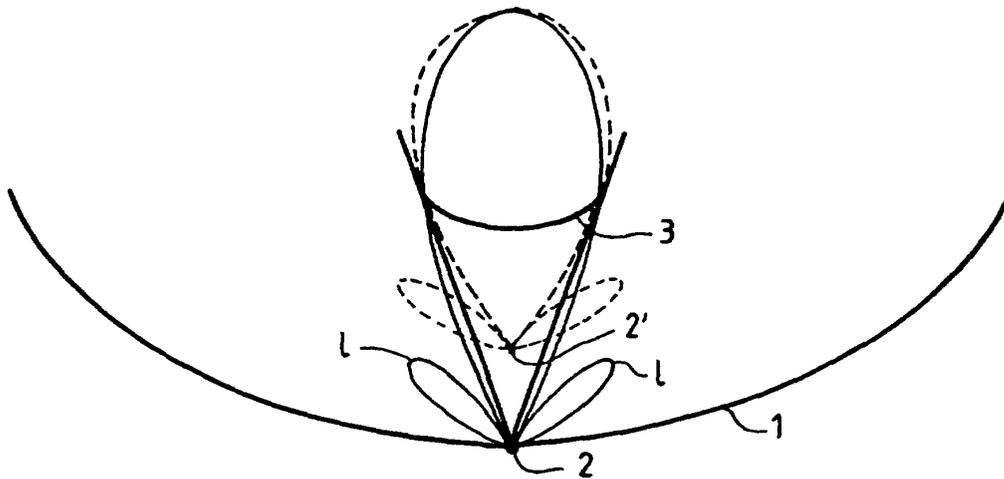


FIG. 2

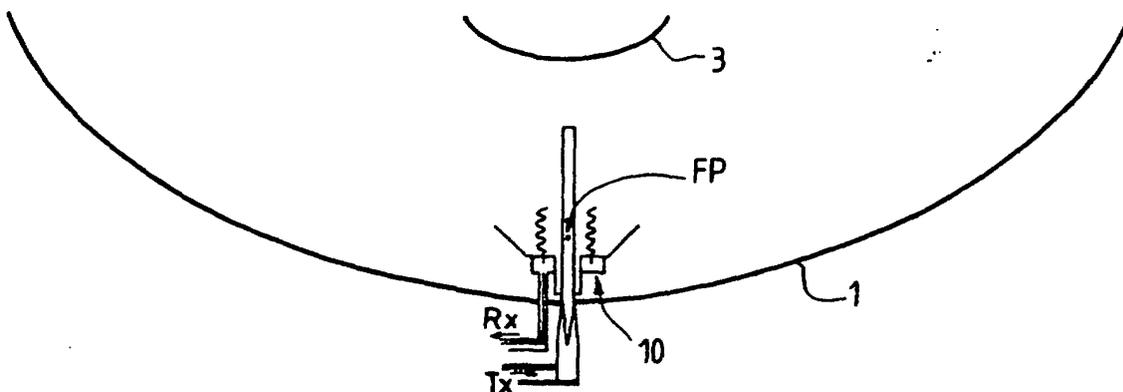
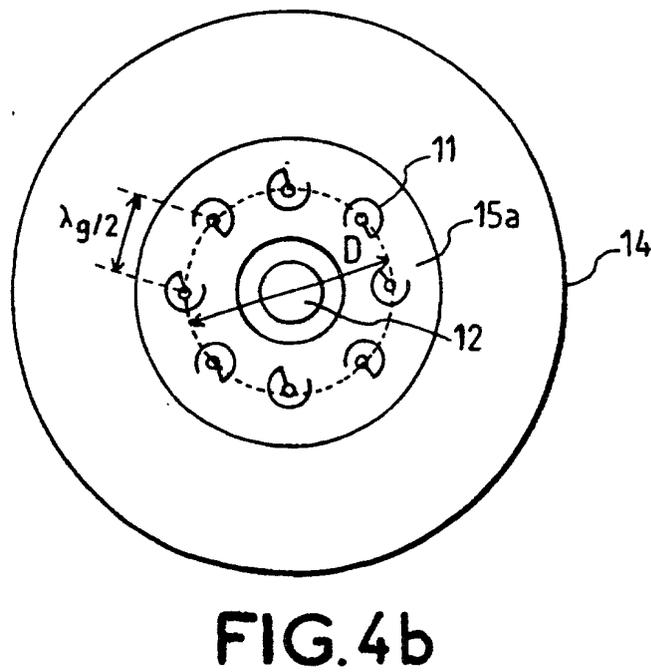
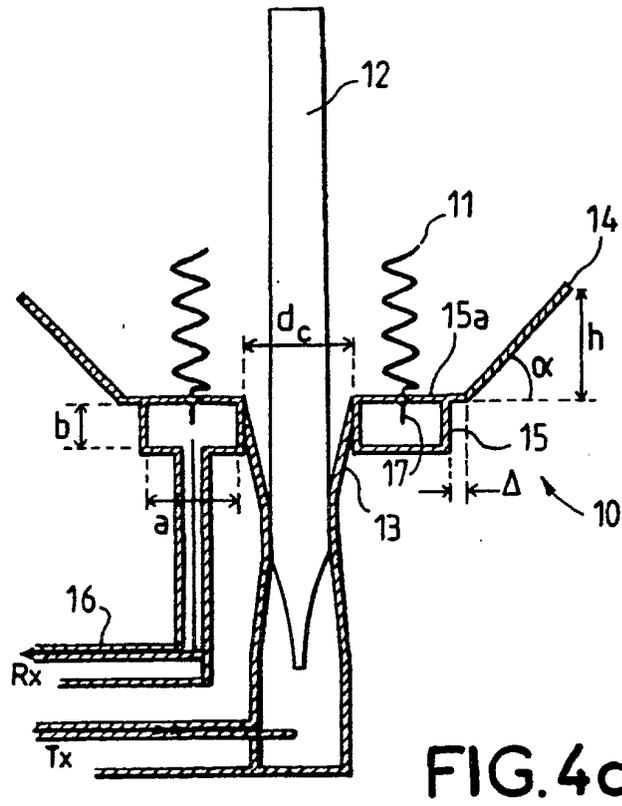


FIG. 3



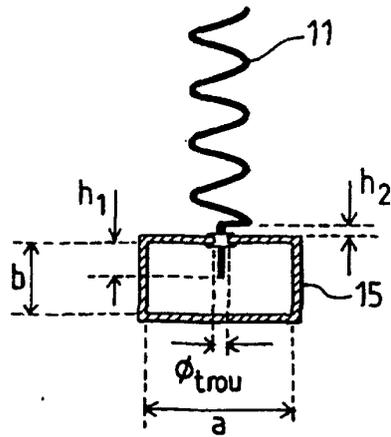


FIG. 5

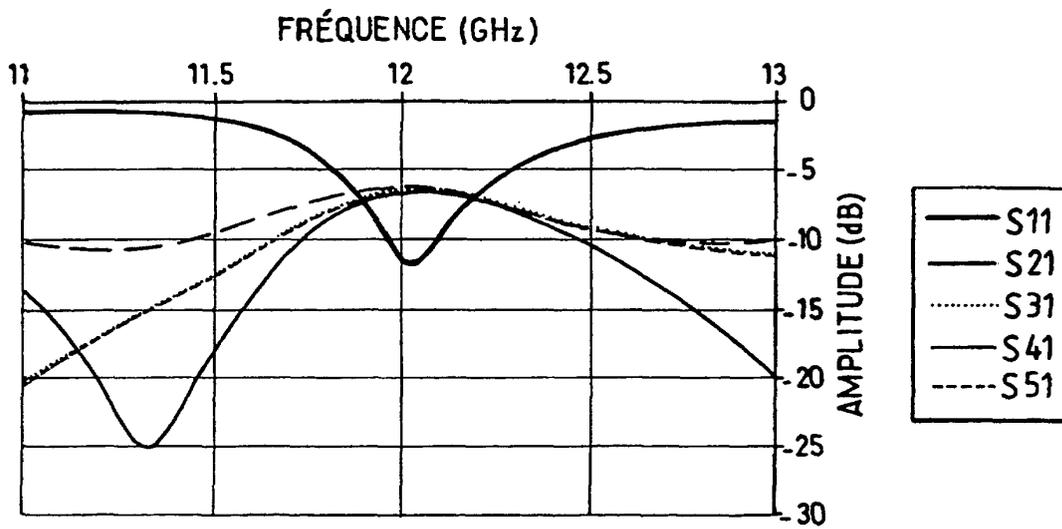


FIG. 6a

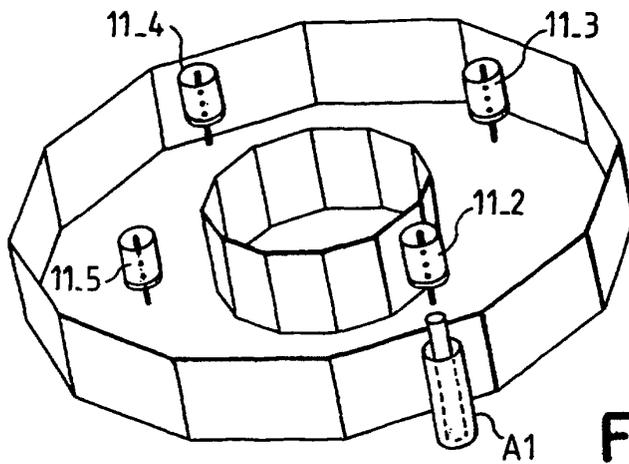


FIG. 6b

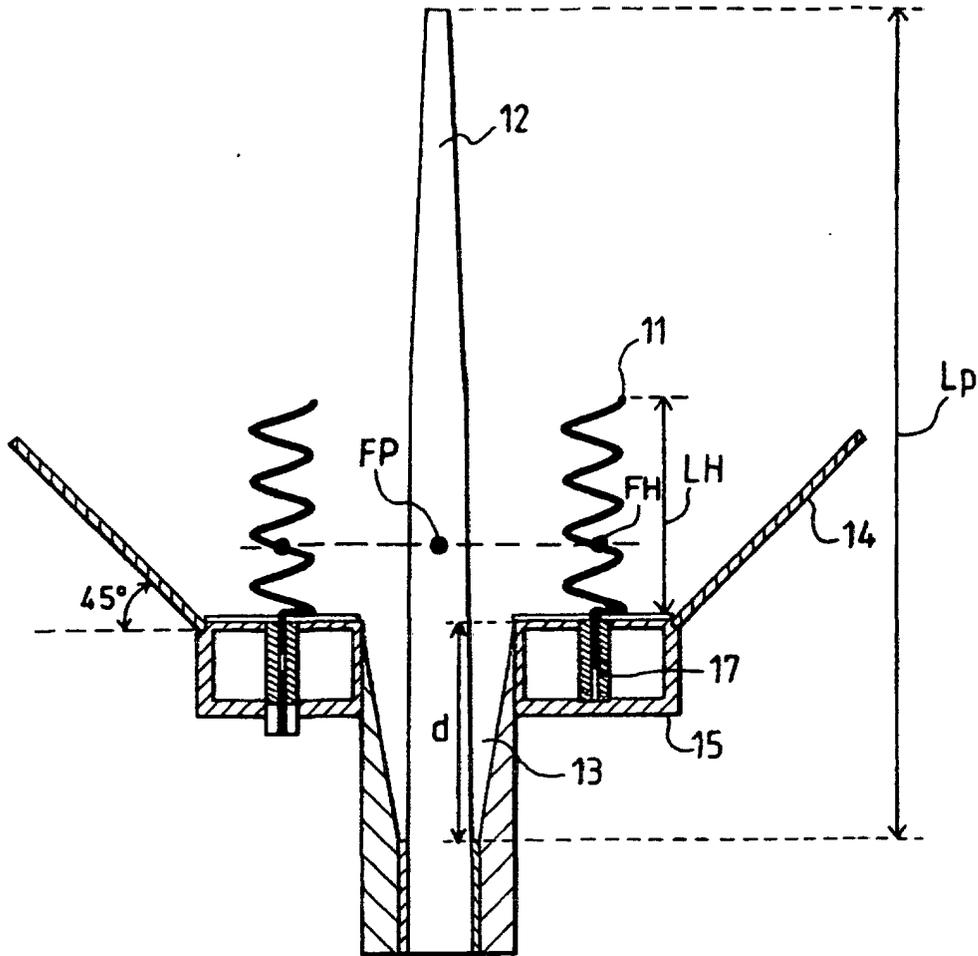


FIG.7

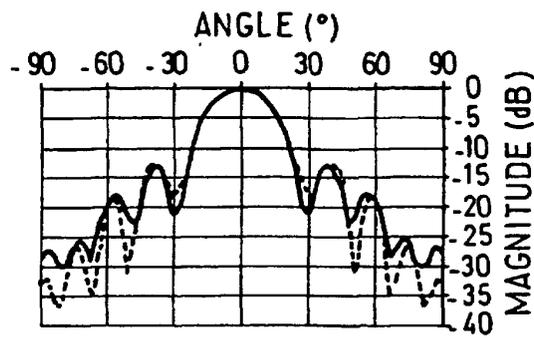
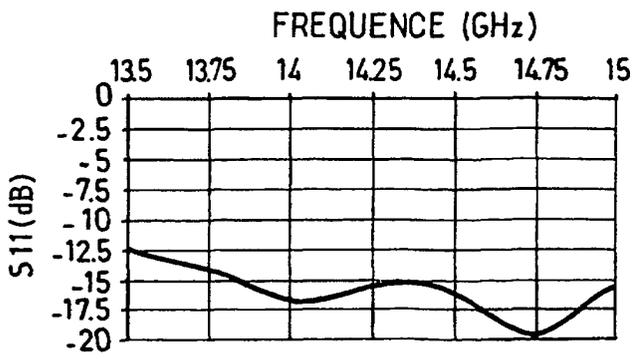


FIG. 8

— Phi = 0°
 - - - Phi = 90°

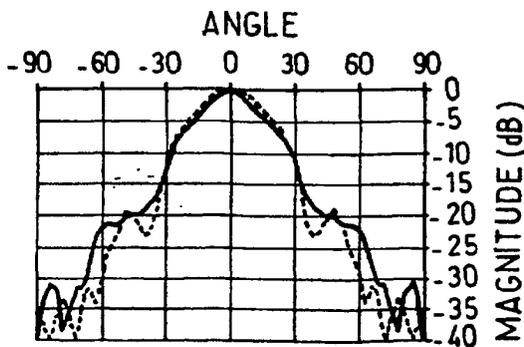
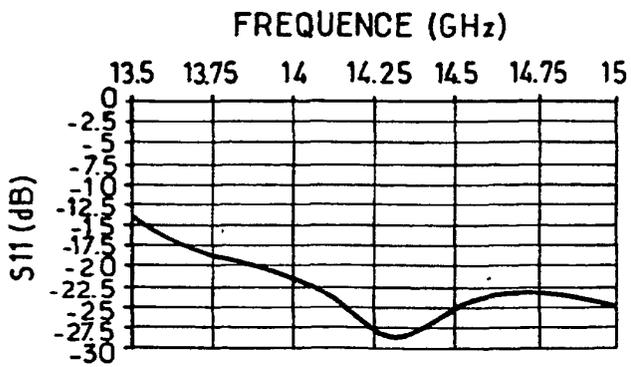


FIG. 9

F = 14.25 GHz

— Phi = 0°
 - - - Phi = 90°

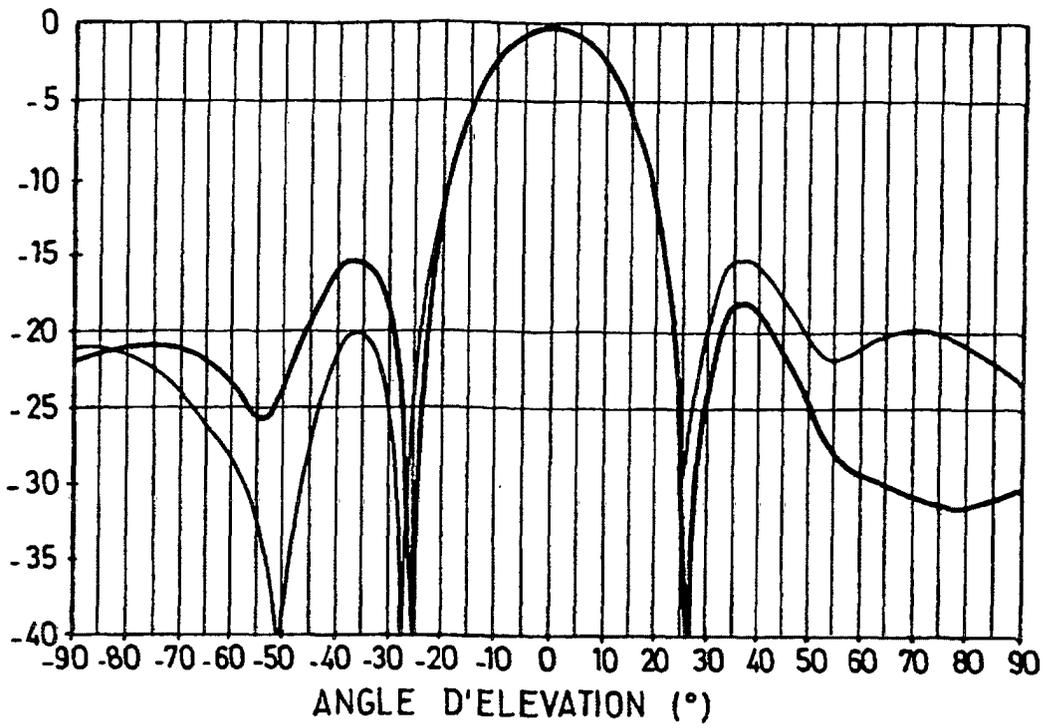


FIG.10

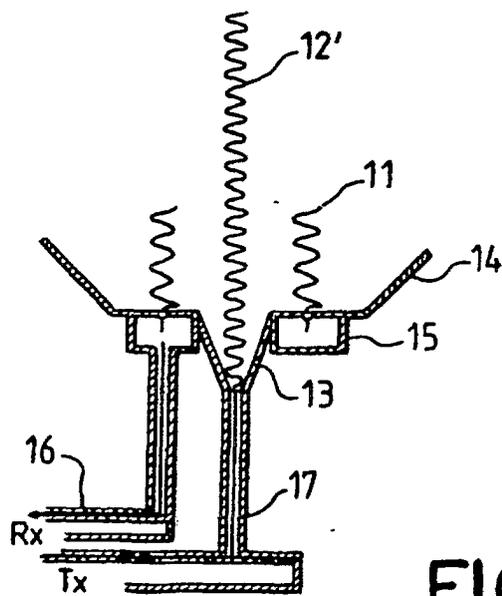


FIG.11