

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: **86402346.0**

⑤① Int. Cl.4: **H 01 Q 3/38**
H 01 Q 3/30

②② Date de dépôt: **20.10.86**

③① Priorité: **22.10.85 FR 8515663**

④③ Date de publication de la demande:
10.06.87 Bulletin 87/24

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

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

⑦② Inventeur: **Bouko, Jean**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Drabowitch, Serge
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑦④ Mandataire: **Benoit, Monique et al**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

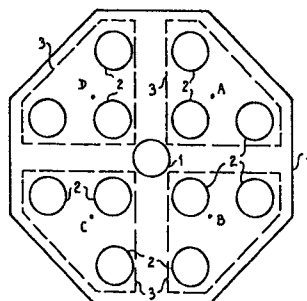
⑤④ **Antenne réseau à balayage conique et radar comportant une telle antenne.**

⑤⑦ L'invention a principalement pour objet une antenne réseau à balayage conique et un radar comportant une telle antenne.

L'antenne plane selon l'invention comporte quatre quadrants (3), la permutation circulaire du déphasage et quadrants les uns par rapport aux autres permettant d'obtenir un balayage conique. La présence des sources (1) non déphasées permet d'améliorer le diagramme de rayonnement de l'antenne (4) selon l'invention notamment en diminuant le lobe de coma.

L'invention s'applique principalement à la constitution d'antennes d'acquisition à faisceau large pour radars de trajectographie. L'invention s'applique aussi à la construction d'antennes à balayage conique plane de faible coût.

FIG_1



Description

ANTENNE RESEAU A BALAYAGE CONIQUE ET RADAR COMPORTANT UNE TELLE ANTENNE

L'invention a principalement pour objet une antenne réseau à balayage conique et un radar comportant une telle antenne.

Le livre, "Les antennes, application aux radars et aux techniques spatiales" de Léo Thourel, deuxième édition éditée chez Dunod en 1971 décrit, pages 408 et 409 un exemple d'antenne plane à balayage conique. Ce livre décrit une antenne comportant des groupements des guides à fentes rayonnantes. Ces guides sont groupés en quatre quadrants identiques alimentés par quatre guides d'onde d'excitation se trouvant à l'arrière. Chacun des quadrants constitue un groupement équiphase, dont le centre de phase se trouve au barycentre des amplitudes d'excitation desdites fentes. Du fait de l'identité des quatre groupes les barycentres de phase forment le sommet d'un carré dont le centre est le centre de l'antenne. Si les quatre quadrants sont alimentés en phase l'ensemble de l'antenne est équiphase et le maximum de rayonnement apparaît suivant l'axe normal au plan de l'antenne, passant par son centre. Le balayage conique est réalisé en réalisant l'alimentation de chacun des quadrants par un déphaseur. Le déphasage successif des divers quadrants permet d'obtenir une inclinaison du faisceau d'énergie.

L'auteur souligne deux graves défauts de ce dispositif, le niveau des lobes secondaires lointains est toujours très élevé et le facteur de gain est faible. En effet, le diagramme obtenu est le produit du diagramme d'un quadrant par le facteur d'alignement des quatre barycentres qui sont toujours distants de plus d'une longueur d'onde. Il apparaît donc inévitablement des lobes de deuxième ordre (lobe des réseaux). De plus le gain est affaibli par la présence de ces lobes et affecté par les pertes dans les déphaseurs, qui sont souvent de l'ordre d'un demi-décibel, et qui se retranche du gain de l'antenne seule.

La présente invention se rapporte à une antenne plane à balayage conique comportant en plus des quatre quadrants dont le rayonnement est susceptible d'être déphasé des sources de rayonnement placées par exemple au centre de l'antenne dont le déphasage par rapport à l'énergie d'alimentation est constant.

Le balayage conique permet d'obtenir une grande précision à détermination de la direction d'une cible. Les antennes à balayage conique sont notamment utilisées pour les radars de poursuite ainsi que pour des radars de trajectographie. Les antennes de type Cassegrain directives, avec une ouverture du faisceau à mi-puissance de l'ordre de 1° sont utilisées notamment dans un radar de trajectographie. La grande directivité de ces antennes permet une poursuite de grande précision. Par contre, l'acquisition de cible au départ est assez difficile. De plus, le problème d'acquisition initiale peut se reposer après une perte après que ladite cible ait été masquée par un obstacle comme par exemple un bâtiment ou des arbres.

La présente invention a pour objet une antenne à balayage conique à faisceau large, par exemple avec une ouverture du faisceau à mi-puissance de l'ordre de 10° . Cette antenne a une faible précision, mais une grande probabilité de détection initiale. L'antenne selon l'invention à large ouverture du faisceau est donc particulièrement performante pour constituer une antenne secondaire associée à une antenne primaire à balayage conique à faible ouverture du faisceau, l'antenne principale étant par exemple de type Cassegrain.

L'invention a principalement pour objet une antenne plane comportant des sources élémentaires, la permutation circulaire dans le plan de l'antenne du déphasage de certaines desdites sources par rapport aux autres permettant d'obtenir un balayage conique, caractérisée par le fait qu'elle comporte au moins une source élémentaire dont le déphasage est constant.

L'invention sera mieux comprise au moyen de la description ci-après des figures annexées données comme des exemples non limitatifs parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue de face d'une première variante de réalisation de l'antenne selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue de face d'une seconde variante de réalisation de l'antenne selon l'invention ;

- la figure 3 est une illustration d'un premier exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 4 est une illustration d'un second exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 5 est une illustration d'un troisième exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 6 est une illustration d'un quatrième exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 7 est une illustration d'un cinquième exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 8 est une illustration d'un sixième exemple de réalisation de sources de rayonnement mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 9 est une illustration du principe du déphasage par commutation ;

la figure 10 est une vue en perspective des lignes d'alimentation mises en oeuvre dans l'antenne selon l'invention ;

- la figure 11 est un schéma illustrant la disposition relative de l'antenne à déphasage conique plane par rapport à une antenne à balayage conique de type Cassegrain à laquelle

il est associé ;

- la figure 12 présente des courbes de rayonnement de l'antenne de type connu ;
- la figure 13 présente des courbes de l'antenne selon l'invention.

Sur les figures 1 à 13 on a utilisé les mêmes références pour désigner les mêmes éléments.

Sur la figure 1, on peut voir une antenne réseau à balayage conique, améliorée.

L'antenne 4, illustrée sur la figure 1, comporte quatre quadrants 3. Dans l'exemple non limitatif illustré chaque quadrant 3 comporte trois sources élémentaires 2. Les points A, B, C, D représentent les centres de phase des quadrants 3 se trouvant aux barycentres des amplitudes émises par les sources 2. L'antenne 4 comporte en plus des sources appartenant aux quadrants 3 une source 1 placée par exemple au centre de l'antenne.

Les sources 2 des quatre quadrants 3 et la source 1 sont par exemple alimentées en énergie à partir d'un oscillateur unique. Les sources 2 des quadrants 3 sont alimentées à travers un déphaseur variable par exemple à deux états. Le déphasage de la source 1 central par rapport à l'énergie fournie par l'oscillateur est fixe. En effectuant la permutation circulaire des déphasages appliqués aux divers quadrants 3 on réalise le balayage conique.

Dans un premier exemple de réalisation de l'antenne selon l'invention, on applique un déphasage à un des quadrants 3 par rapport aux trois autres. On permute de façon circulaire ce déphasage. Par exemple dans un premier temps le déphasage est appliqué au quadrant dont le centre de phase est le point A. Dans un second temps le déphasage est appliqué au quadrant 3 dont le centre de phase est le point B. Dans un troisième temps le déphasage est appliqué au quadrant 3 dont le centre de phase est le point C. Dans un quatrième temps le déphasage est appliqué au quadrant 3 dont le centre de phase est le point D. Dans un cinquième temps le déphasage est appliqué au quadrant 3 dont le centre de phase est le point A, et ainsi de suite.

Avantageusement, on applique le même déphasage à deux quadrants 3 successifs. De même, on effectue la permutation circulaire de ces déphasages. Ainsi par exemple, dans un premier temps on applique un déphasage aux quadrants 3 dont les centres de phase sont le point A et le point B. Dans un second temps on applique le déphasage aux quadrants 3 dont les centres de phase sont le point B et le point C. Dans un troisième temps on applique un déphasage aux quadrants 3 dont les centres de phase sont le point C et le point D. Dans un quatrième temps, on applique un déphasage aux quadrants 3 dont les centres de phase sont le point D et le point A. Dans un cinquième temps on applique un déphasage aux quadrants 3 dont les centres de phase sont le point A et le point B, et ainsi de suite.

Il est évident que la permutation circulaire peut être effectuée en sens inverse.

Dans une troisième variante de réalisation du déphasage de l'antenne 4 selon l'invention, la phase des sources élémentaires 2 varie avec l'abscisse et l'ordonnée de ces sources sur la surface de

l'antenne 4. Le déphasage est par exemple le plus grand pour les sources extrêmes 2 du quadrant 3 dont le centre de phase est le point A, le déphasage diminuant au fur et à mesure qu'on se rapproche des sources élémentaires 2 extrêmes du quadrant 3 dont le centre de phase est le point C. Ensuite on fait la permutation circulaire de ces déphasages de manière analogue comme dans l'un des deux exemples précédents de distribution de déphasage sur l'antenne.

Avantageusement, le déphasage fixe de la source 1 centrale est compris entre le déphasage de source appartenant à un quadrant 3 déphasé et celui des sources appartenant à un quadrant 3 non déphasé.

Avantageusement, le déphasage de la source 1 centrale est égal à la moitié de la valeur du déphasage relatif des sources 2 appartenant à un quadrant 3 déphasé par rapport à une source 2 d'un quadrant 3 non déphasé.

L'utilisation d'une source élémentaire 1 de rayonnement d'un déphasage est constant par rapport à l'oscillateur permet d'améliorer de façon très sensible la qualité du diagramme de rayonnement de l'antenne 4, notamment par l'abaissement des lobes de coma.

Sur la figure 2, on peut voir un autre exemple de disposition des sources élémentaires de rayonnement 1 et 2. L'antenne comporte cinq sources élémentaires 1 placées en croix au centre de l'antenne 4. Les sources sont régulièrement réparties sur la surface de l'antenne 4.

Dans l'exemple illustré sur la figure 2 les quatre quadrants 3 comportent chacun quatre sources élémentaires 2. Une variante de réalisation de l'antenne 4 selon l'invention comporte quatre sources supplémentaires 10 par exemple à déphasage par rapport à l'oscillateur d'alimentation constant, placées aux extrémités de la croix formée par l'ensemble des sources élémentaires 1. Le déphasage est obtenu de la même manière que le dispositif de l'antenne 4 de la figure 1. La variation de déphasage avec l'abscisse et l'ordonnée des sources 2 sur la surface de l'antenne 4 est obtenue dans le cas de l'antenne 4 de la figure 2 par exemple par l'utilisation de déphaseurs numériques à deux bits permettant quatre positions de déphasage.

Les figures 3 à 8 illustrent divers exemples de réalisation des sources élémentaires de rayonnement 1, 2 ou 10.

Les sources illustrées sur les figures 3 à 8 sont connues en tant que telles.

Sur la figure 3, on peut voir deux sources élémentaires 5 de type patch. Les sources patch 5 sont alimentées par un arbre de distribution 6. Les sources sont réalisées en technologie dite de microruban (microstrip en terminologie anglo-saxonne), consistant à déposer des métallisations sur un diélectrique 70 dont la face opposée comporte un plan de masse métallisée 7. Les sources 5 patch sont des élargissements de métallisation d'alimentation dont la largeur est par exemple égale à $\lambda/2$, λ étant la longueur d'onde des rayonnements en espace libre.

Sur la figure 4, on peut voir une source élémen-

taire 5 constituée par une fente rayonnante.

Sur la figure 5, on peut voir une source élémentaire constituée par un cornet. Le cornet illustré dans l'exemple non limitatif de la figure 5 est un cornet rectangulaire.

Sur la figure 6, on peut voir un exemple de source élémentaire 5 du type à bougie diélectrique 12. La source 5 alimentée par un ruban 6 couplé à travers une paroi 8 à un guide d'onde circulaire 9. A l'extrémité du guide d'onde est placée une pièce diélectrique 12 de forme allongée donnant le nom de bougie à l'ensemble de la source élémentaire 5.

Sur la figure 7, on peut voir une source élémentaire 5 de type hélice.

Sur la figure 8, on peut voir une spirale logarithmique double enroulée sur un cône 60. La flèche 61 indique le sens de rayonnement de la source 5.

Sur la figure 9, on peut voir un déphaseur 40, dit déphaseur à commutation. Le déphaseur 40 comporte deux chemins 41 et 46 de longueurs différentes. Selon que le signal empreinte entre une entrée 30 et une sortie 31 le chemin le plus long 46 ou le chemin le plus court 41 le déphasage du signal présent à la sortie 31 du déphaseur 40 sera plus ou moins important par rapport au signal présent à l'entrée 30 du déphaseur 40. Les commutations entre les deux chemins 41 et 46 sont obtenues par commutation de l'état saturé à l'état bloqué des diodes PIN 32, 33 et 34. Dans l'exemple illustré sur la figure 9 le chemin 41 a une longueur égale à $\lambda/2$, la diode 34 est placée à mi-chemin, à une distance égale $\lambda/4$ de l'entrée 30 et de la sortie 31. Le chemin 46 comporte deux diodes PIN 33 et 32 placées respectivement à une distance égale à $\lambda/4$ de l'entrée 30 et de la sortie 31 du déphaseur 40. Le dispositif non représenté sur la figure 9 permet la commutation des diodes PIN par exemple la diode 34 dans son état saturé et les diodes 32 et 33 dans leur état bloqué permet le passage du signal par la branche 41. De même le blocage de la diode 34 et la mise en conduction des diodes 32 et 33 permet le passage du signal par la branche 46.

Sur la figure 9 le déphaseur 40 comporte deux branches 41 et 46 permettant deux déphasages différents. On dit que le déphaseur 40 de la figure 9 est un déphaseur un bit. Il est bien entendu que le déphaseur 40 peut avoir un nombre de branches supérieur permettant un nombre plus important de déphasages. De même l'invention n'est pas limitée à la mise en oeuvre des déphaseurs à commutation. D'autres types de déphaseurs peuvent être utilisés pour la mise en oeuvre de l'antenne à balayage conique plane selon l'invention.

Sur la figure 10, on peut voir une ligne d'alimentation triplaue. La ligne triplaue peut être particulièrement avantageuse pour la réalisation de l'alimentation et/ou du déphasage de l'énergie fournie aux sources élémentaires. Une ligne triplaue est décrite dans le brevet français N° 2 496 996 déposé par la Demanderesse.

Sur la figure 10 est représenté un détail d'une ligne triplaue assurant la division équilibrée d'énergie entre une entrée 63 et deux sorties 53. La distribution d'énergie est assurée par un ruban métallique par exemple en cuivre. Le ruban en cuivre

est placé entre deux plaques métalliques 51 et 52. Les supports diélectriques 50 assurent l'espacement constant entre le ruban métallique et les plaques 51 et 52. L'air présent entre les plaques 51 et 52 joue le rôle de diélectrique, sans pour autant engendrer de pertes de puissance.

Avantageusement, l'antenne selon l'invention a un faisceau large d'énergie. Par exemple l'antenne illustrée par la figure 1 dont les sources élémentaires sont des bougies diélectriques illustrées sur la figure 6 a une ouverture à mi-puissance du faisceau de l'ordre de 10° . Il est donc avantageux de l'associer à une antenne de radar de trajectographie du type Cassegrain.

Sur la figure 11, on peut voir un exemple d'association d'une antenne Cassegrain 112 avec une antenne 4 telle que décrite précédemment. L'antenne Cassegrain comporte une source de rayonnement 13 placée en face d'un miroir auxiliaire 15 et traversant un miroir principal 14.

Avantageusement, l'antenne plate 4 est placée sur la face opposée à la source 13 du miroir auxiliaire 15. La flèche 61 indique les directions moyennes du rayonnement de l'antenne 4 et de l'antenne Cassegrain 112.

Il est bien entendu que l'exemple de la figure 11 n'est pas limitatif. L'antenne 4 pouvant être placée par exemple à côté de l'antenne Cassegrain 112. Il est toutefois important que l'antenne 4 ne perturbe pas le rayonnement émis et reçu par l'antenne Cassegrain 112.

L'association d'une antenne à balayage conique 4 avec un radar comportant une antenne Cassegrain 112 à balayage conique permet d'utiliser pour le traitement des signaux reçus dans l'antenne 4 la chaîne du traitement radar de l'antenne principale 112.

L'invention n'est pas délimitée aux antennes planes à faisceaux larges. L'invention permet aussi de réaliser des antennes planes à balayage conique de faible coût d'ouverture de faisceau désirée.

Sur la figure 12, on peut voir des courbes représentant les performances de l'antenne de type connu. Pour faciliter la comparaison avec les courbes de la figure 13 on a utilisé les mêmes sources de rayonnement pour la réalisation des figures 12 et 13. Ces sources de rayonnement sont les bougies diélectriques telles qu'illustrées sur la figure 6.

En abscisse 16 on a représenté l'azimut en degré. En ordonnée 15 on a représenté la puissance en décibel.

La courbe 17 représente le diagramme de rayonnement d'une antenne dont les quatre quadrants 3 rayonnent en phase. La courbe 18 représente le diagramme de rayonnement de la même antenne dont on effectue le balayage conique en déphasant deux quadrants 3 par rapport aux deux autres quadrants 3.

Sur la figure 13, on peut voir les performances des antennes selon l'invention illustrées sur la figure 1. La courbe 17 montre un diagramme de rayonnement toutes les sources 2 et 1 émettant en phase. La courbe 18 représente le diagramme de rayonnement dont deux quadrants 3 présentent un déphasage par

rapport aux deux autres, la source centrale 1 présentant un déphasage moitié moindre. Comme on peut le voir l'antenne selon l'invention a des performances supérieures à l'antenne de type connu notamment en ce que les lobes secondaires sont moins élevés.

L'invention s'applique principalement à la réalisation d'antennes à balayage conique à faisceau large permettant l'acquisition des cibles dans un radar de trajectographie, la poursuite étant effectuée par une antenne Cassegrain à balayage conique à faisceau étroit.

L'invention s'applique aussi à la réalisation d'antennes à balayage conique de faible coût.

Revendications

1. Antenne plane (4) comportant des sources élémentaires (2), la permutation circulaire dans le plan de l'antenne du déphasage de certaines desdites sources (2) par rapport aux autres permettant d'obtenir un balayage conique, caractérisé par le fait qu'elle comporte au moins une source élémentaire (1) dont le déphasage est constant.

2. Antenne (4) selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la ou les sources élémentaires (1) dont le déphasage est constant présentent une symétrie par rapport au centre de l'antenne.

3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait qu'elle comporte des déphaseurs (140) à commutation.

4. Antenne (4) selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée par le fait que la valeur du déphasage constant de la source élémentaire (1) est intermédiaire entre la valeur du déphasage des sources élémentaires (2) déphasées et la valeur du déphasage des sources élémentaires (2) non déphasées.

5. Antenne selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la valeur du déphasage constant de la source élémentaire (1) est égale à la moitié de la valeur du déphasage relatif des diverses sources élémentaires (2).

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que ladite antenne est partagée en quatre quadrants (3) comportant des sources élémentaires (2) de même déphasage, à chaque instant sont formés deux groupes de deux quadrants contigus de déphasage identique.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait que ladite antenne (4) est partagée en quatre quadrants (3) comportant des sources élémentaires (2) de même déphasage, à chaque instant trois quadrants ont un même déphasage relatif par rapport au quatrième.

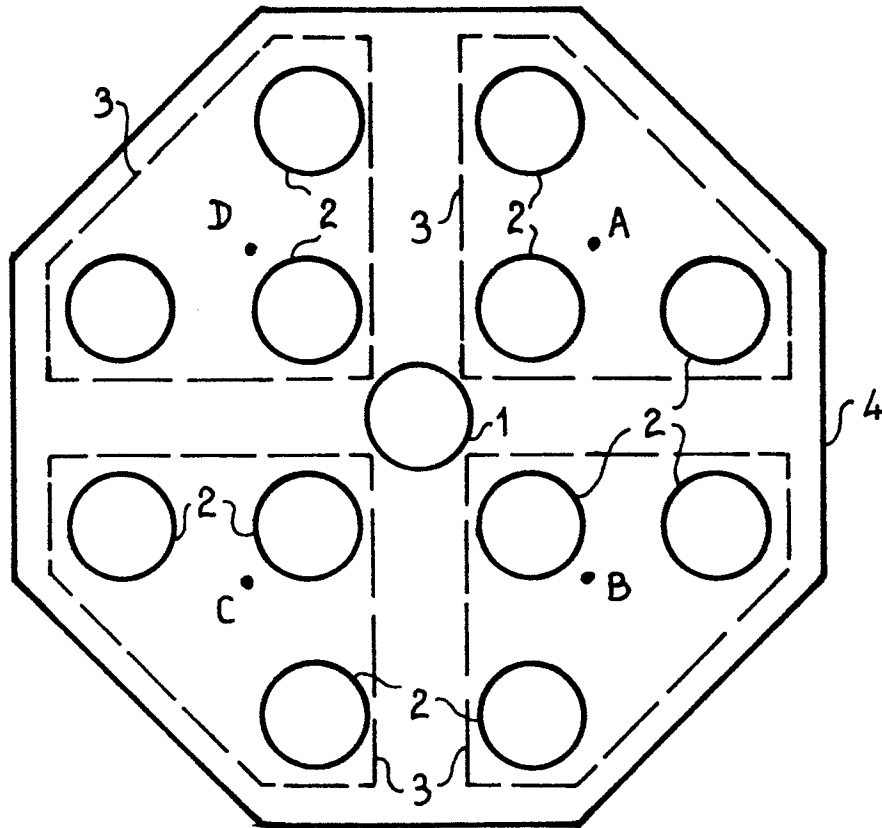
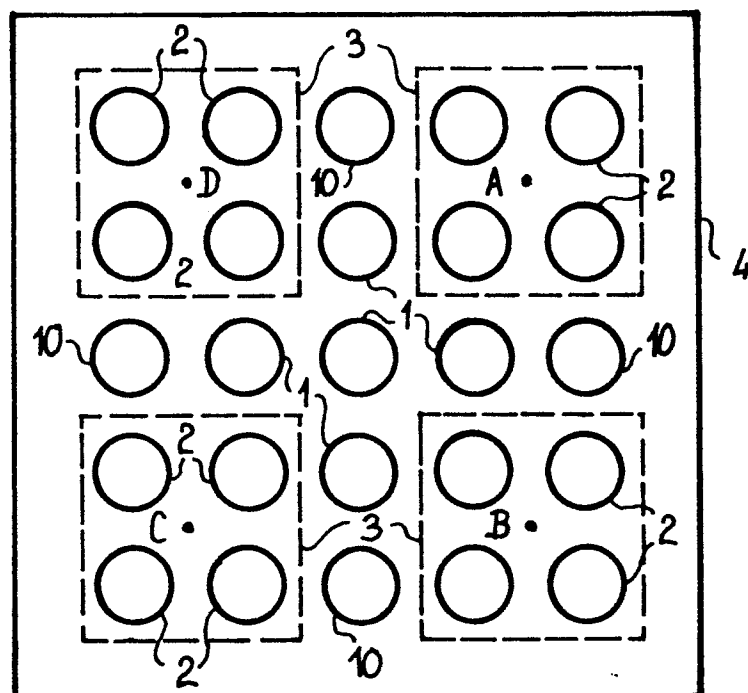
8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait qu'elle comporte des déphaseurs à au moins deux bits.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les sources élémentaires (1, 2, 10) comportent des bougies diélectriques.

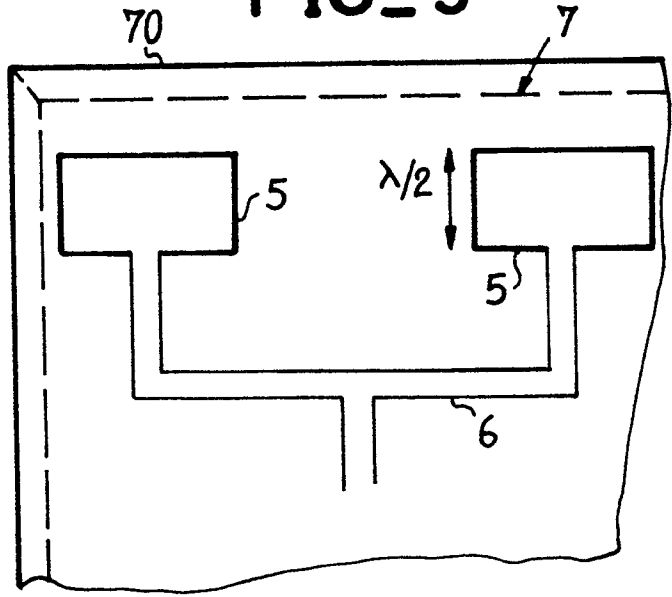
10. Radar de trajectographie comportant une antenne Cassegrain (112) à balayage conique, caractérisé par le fait qu'il comporte une antenne (4) plane à balayage conique selon l'une quelconque des revendications précédentes.

11. Radar selon la revendication 10, caractérisé par le fait que l'antenne (4) plane est disposée devant le miroir secondaire (15) de l'antenne Cassegrain (112) de façon à ne pas perturber l'émission et la réception de l'antenne Cassegrain (112).

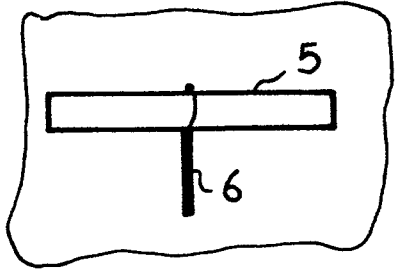
12. Radar selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait que l'antenne (4) plane et l'antenne Cassegrain (112) sont connectées à un même chaîne de traitement radar.

FIG_1**FIG_2**

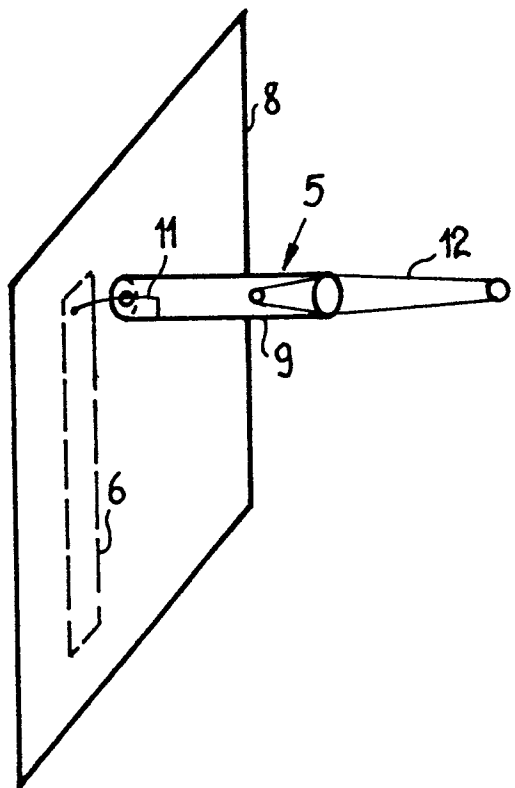
FIG_3



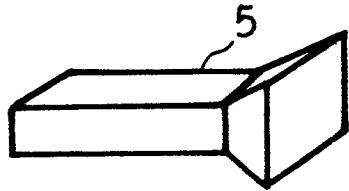
FIG_4



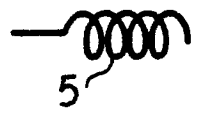
FIG_6



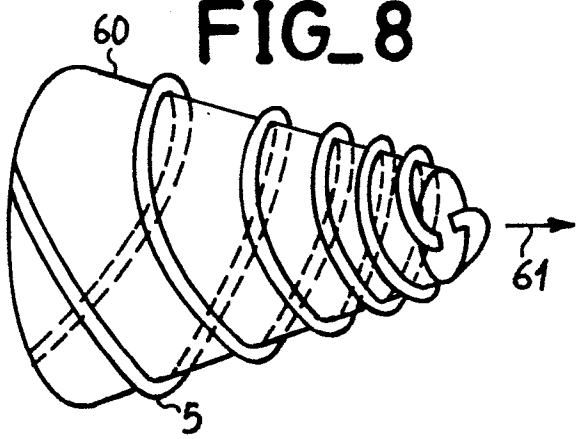
FIG_5



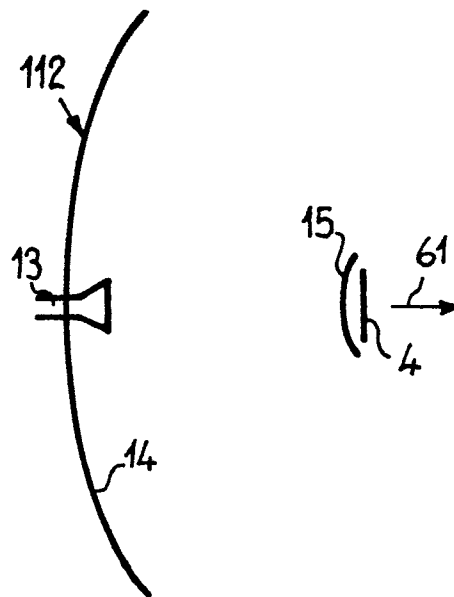
FIG_7



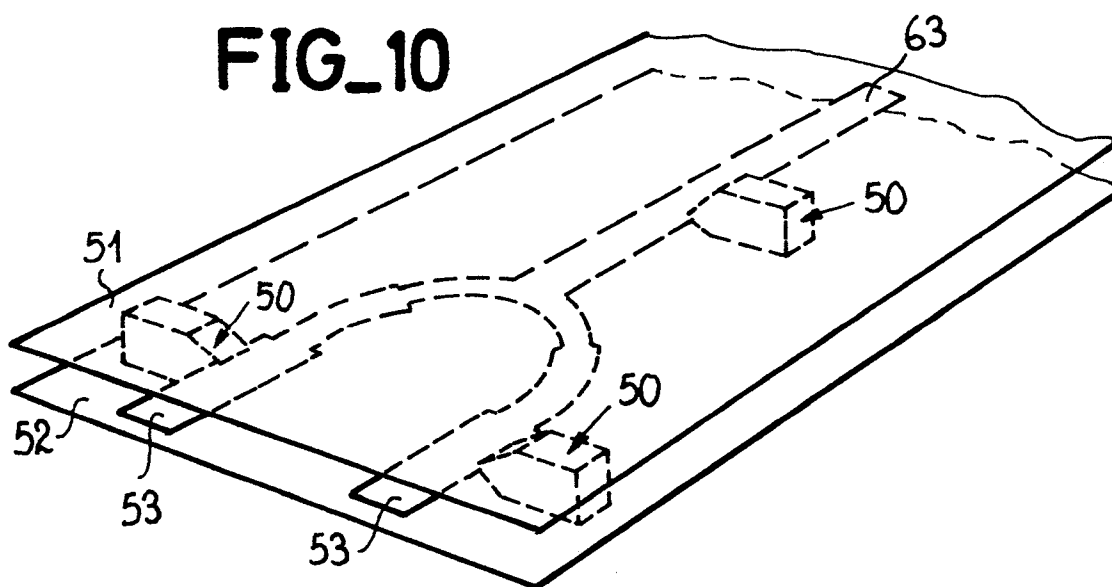
FIG_8



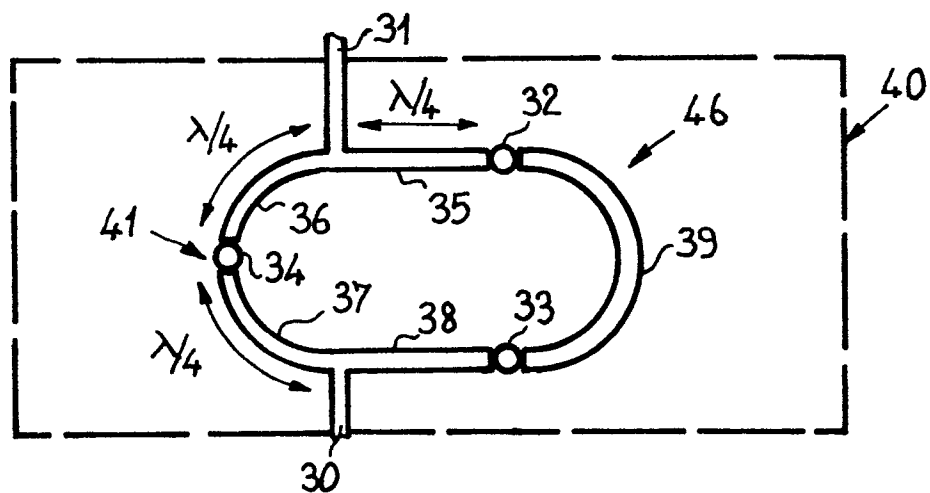
FIG_11

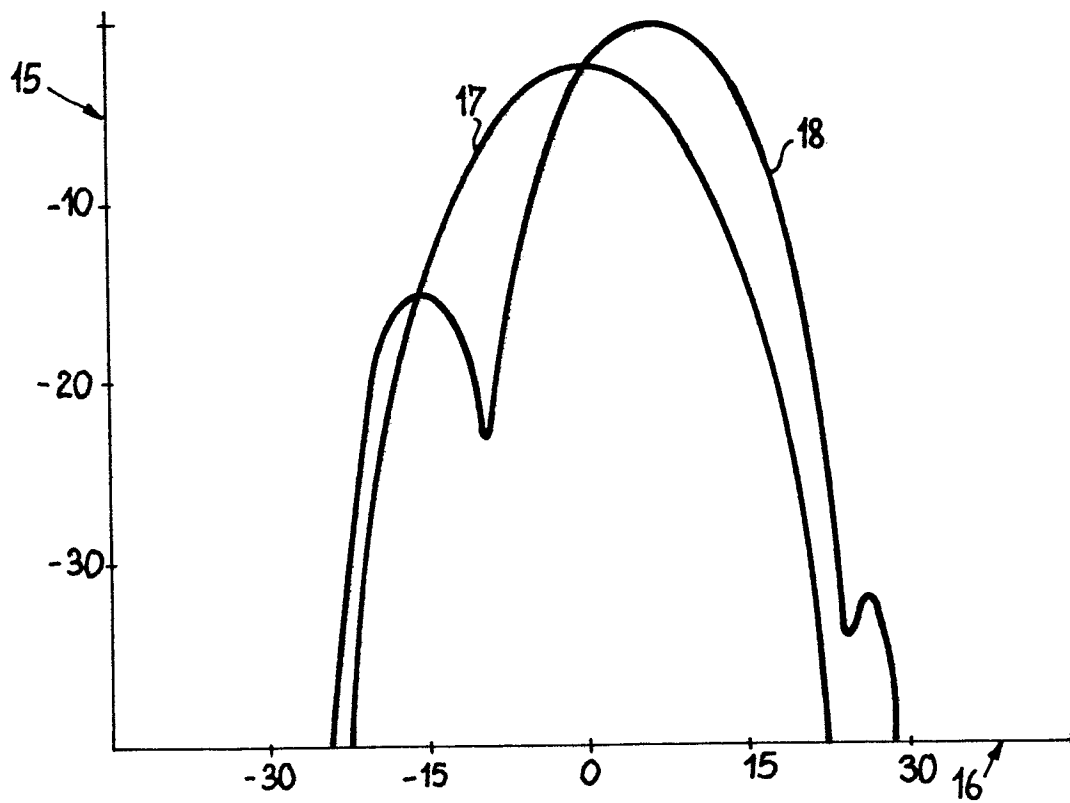
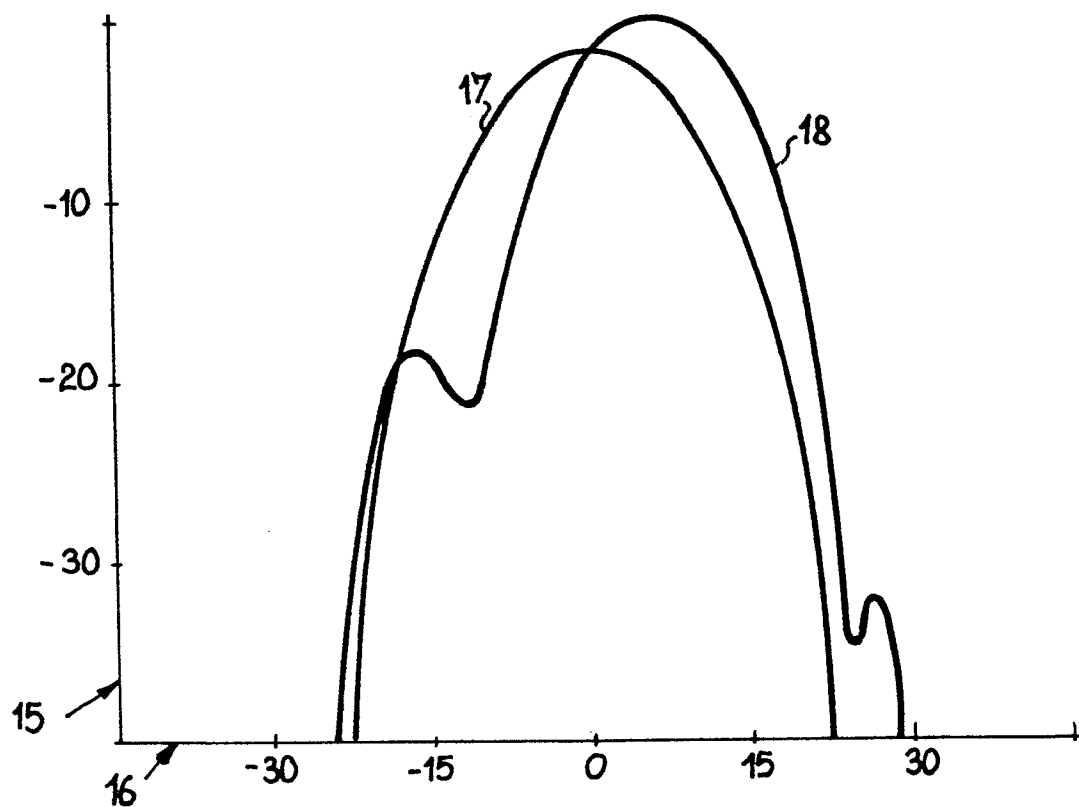


FIG_10



FIG_9



FIG_12**FIG_13**



EP 86 40 2346

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. 4)
X	US-A-3 045 238 (T.C. CHESTON) * Figure 6; colonne 3, lignes 6-12; colonne 4, lignes 1-27 *	1,2,4, 5,9	H 01 Q 3/38 H 01 Q 3/30
X	--- US-A-4 378 559 (O.E. RITTENBACH) * En entier *	1,3-5, 8	
A	--- US-A-4 460 898 (R.E. SILINSKY) * En entier *	1,2	
A	--- US-A-3 983 562 (W.C. BLANCHARD et al.) * En entier *	1,2,10	
A	--- US-A-3 147 479 (LA VERGNE E. WILLIAMS) * Figure 2D; colonne 1, lignes 57-68; colonne 4, ligne 75 - colonne 5, ligne 24 *	1,2,4, 5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) H 01 Q
A	--- US-A-2 751 586 (H.J. RIBLET) * Colonne 3, lignes 69-75 * -----	1,2	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-01-1987	Examineur CHAIX DE LAVARENE C.
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			