



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.05.2011 Bulletin 2011/19

(51) Int Cl.:
H01Q 21/22 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10187135.8**

(22) Date de dépôt: **11.10.2010**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Raguenet, Gérard**
31600 Eaunes (FR)

(74) Mandataire: **Esselin, Sophie et al**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(30) Priorité: **20.10.2009 FR 0905031**

(71) Demandeur: **THALES**
92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

(54) **Architecture d'antenne mettant en jeu une synthèse de faisceaux avec des échantillonneurs à pas variable**

(57) La présente invention concerne un dispositif d'antenne générant un ou plusieurs faisceaux et destinée à être embarquée sur un satellite, notamment un satellite de type géostationnaire ou fonctionnant en mode HEO (High Elliptical Orbit).

L'invention a pour principal avantage de simplifier significativement la complexité d'une antenne embarquée, en réduisant notamment le nombre de sources à mettre en oeuvre, et, par conséquent, l'invention permet de réduire les coûts de développement associés à une telle antenne.

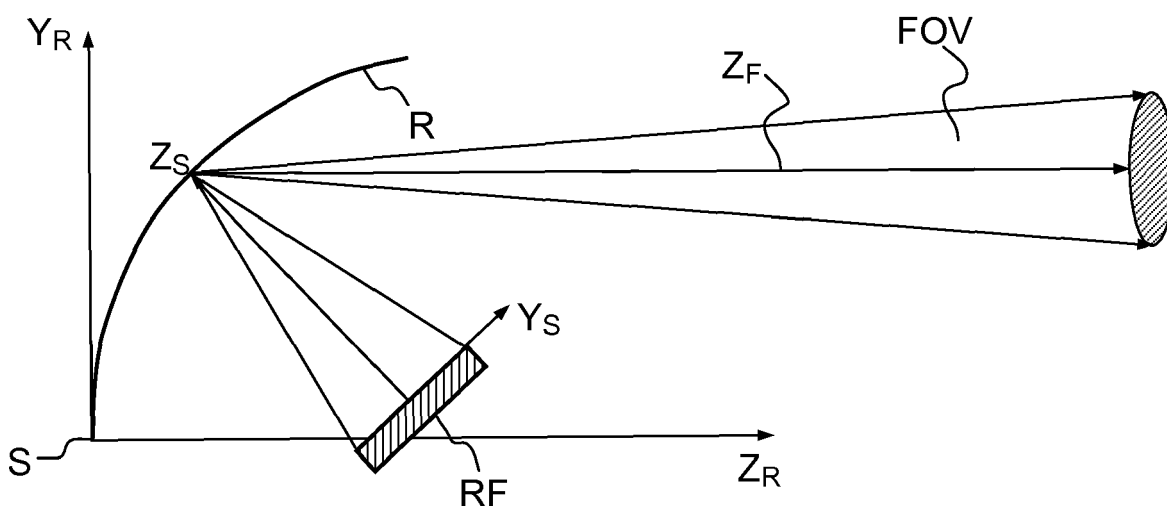


FIG.4

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'antenne générant un ou plusieurs faisceaux et destinée à être embarquée sur un satellite, notamment un satellite de type géostationnaire ou fonctionnant en mode HEO (High Elliptical Orbit).

[0002] La conception de l'antenne embarquée selon l'invention s'inscrit dans le contexte d'une problématique générale liée à la tenue de performances en termes de champ de vue, de directivité et de facteur de mérite G/T, où G est le gain de l'antenne et T la température de bruit équivalente élaborée au niveau système, et donc mettant en jeu l'architecture de la charge utile, avec un minimum de sources. L'objectif est d'arriver à un dimensionnement optimisé d'une telle antenne en termes de complexité et de coût, tout en tenant d'objectifs systèmes précis relatifs à la qualité de la liaison envisagée. Ces objectifs systèmes sont paramétrables en fonction de la capacité ou du débit, ou, au niveau du segment bord, par des grandeurs comme le gain G ou le facteur de mérite G/T.

[0003] L'évolution actuelle des satellites s'effectue dans le sens de missions générant des spots, c'est-à-dire des faisceaux, de plus en plus fins, propres à augmenter les capacités des segments bord. Plusieurs motifs peuvent expliquer cette évolution.

[0004] D'abord, pour des applications télécom, l'utilisateur est de plus en plus mobile et doté d'un terminal portable de petite taille, ce qui nécessite des spots fins afin d'atteindre un niveau de performance satisfaisant.

[0005] Ensuite, pour des applications haut-débit, le problème consiste à maximiser le gain, notamment dans les cas où les spots sont fortement dépointés, ce qui induit une directivité de plus en plus forte. Les approches de type mission relais conduisent à des faisceaux fins, fortement dépointés et devant suivre des utilisateurs en orbite basse, tels des satellites d'observation civils ou militaires, des stations orbitales, des drones, voire des avions de reconnaissance ou de cartographie.

[0006] Dans ce contexte de cette recherche d'un dimensionnement optimal d'antennes embarquées performantes et aux coûts de développement le plus sécurisés possibles, un axe d'amélioration consiste à réduire le nombre de sources. Pour cela, on s'intéresse à l'échantillonnage d'un réseau focal constitué à partir desdites sources. De cette façon, on entend maintenir un haut niveau de performance tout en diminuant la complexité technique du système.

[0007] Afin d'illustrer le problème technique résolu par l'invention, la présente description se fonde sur des exemples de dimensionnement d'antennes embarquées multi-faisceaux. Partant d'une méthode de dimensionnement connue, la description qui suit montre comment la présente invention permet principalement de réduire le nombre de sources nécessaires, tout en conservant des objectifs systèmes conformes aux besoins de la mission.

[0008] Des satellites télécom tels que les satellites

connus du système INMARSAT IV comprennent 120 sources permettant de générer 220 faisceaux. Ils induisent chacun la mise en oeuvre d'un réseau focal éclairant un réflecteur de 9 mètres de diamètre. Ce réseau focal occupe une surface d'environ 2,5 mètres sur 2,5 mètres pour une épaisseur d'une soixantaine de centimètres. La complexité du système résulte du produit du nombre de sources par le nombre de faisceaux.

[0009] D'autres types de missions télécom peuvent induire la mise en oeuvre de 1000 faisceaux : comme on le voit, le nombre de sources est un paramètre dimensionnant de tels systèmes et la réduction de ce nombre revêt une importance primordiale.

[0010] Pour des applications haut-débit assurées par des satellites d'observation en orbite basse relayés par des satellites géostationnaires, la problématique de réduction du nombre de sources se pose également.

[0011] En effet, la liaison-satellite du satellite géostationnaire vers le satellite en orbite basse présente une contrainte sur la directivité des faisceaux de l'antenne embarquée sur ledit satellite géostationnaire. Ainsi, la fixation d'une contrainte sur la directivité, typiquement 44 dBi et d'une contrainte sur le rapport G/T, G étant le gain de l'antenne et T la température de bruit équivalente, typiquement 17 dB/K, induit, pour une fréquence de fonctionnement donnée, par exemple 8 GHz, un diamètre minimal pour le réflecteur de l'antenne, 2,5 mètres dans le présent exemple. Selon des méthodes connues de l'état de la technique, et en fonction de contraintes liées à la mission, il est ensuite possible de calculer la géométrie d'un cornet adapté à une telle antenne, présentant typiquement dans ce cas un diamètre de 14 centimètres pour une longueur de 45 centimètres, et la taille d'un réseau focal correspondant, configuré pour assurer les performances souhaitées en termes de directivité, à savoir 44 dBi, pour un dépointage pouvant atteindre 9°. Les calculs, avec les données de l'exemple choisi ici, donnent un réseau focal de 1,25 à 1,3 mètre de diamètre. Il reste, pour clore cet exemple d'application numérique, à déterminer le nombre de sources à mettre en oeuvre, qui dépend du pas des sources, la taille du réseau focal étant connu.

[0012] Dans l'état de la technique, l'échantillonnage des sources se fait à pas constant.

[0013] Il faut noter que le pas des sources est choisi proportionnel à la longueur d'onde de fonctionnement de l'antenne. En appliquant les méthodes connues de dimensionnement, on trouve un optimum pour un pas d'échantillonnage d'environ 1 à 1,2 fois la longueur d'onde de fonctionnement, ce qui donne, avec déjà 217 sources, un diamètre maximum du réseau focal de 800 millimètres, ce qui est très loin des 1,25 à 1,3 mètre requis. Cela implique d'ajouter des couronnes de part et d'autre des sources afin de créer un réseau focal d'environ 1,3 mètre de diamètre.

[0014] Le dépointage requis se trouvant à +/-9° environ, il est nécessaire d'accroître le nombre de couronnes et de faire évoluer ce premier résultat de dimensionne-

ment vers un plus grand nombre de sources. Le calcul optimal, donnant un pas des sources de 1,2 fois la longueur d'onde de fonctionnement, et permettant de tenir les performances invoquées, permet de calculer un nombre de sources proche de 630.

[0015] Un but de l'invention est de simplifier la conception et surtout le dimensionnement des antennes embarquées mono ou multi-faisceaux, et notamment de diminuer le nombre de sources à mettre en oeuvre, à performances égales ou supérieures.

[0016] La démarche innovante s'appuie sur trois éléments : une remarque d'ordre système, un principe de flexibilité au niveau des sources échantillonneuses et un savoir-faire en conception d'antennes pour des applications spatiales.

[0017] A cet effet, l'invention a pour objet un système d'antenne embarquée pour satellite, comportant un ensemble de sources, constituant un réseau focal, et espacées d'un pas d'échantillonnage, chaque source de l'ensemble de sources présentant un angle de dépointage, ladite antenne embarquée présentant une directivité, un gain et une température de bruit équivalente, **caractérisé en ce que** ledit pas d'échantillonnage est :

- variable,
- et configuré de manière à optimiser la directivité de l'antenne en fonction de l'angle de dépointage des dites sources et à maintenir sensiblement constant le rapport du gain sur la température de bruit équivalente, correspondant au facteur de mérite du système.

[0018] Selon un mode de mise en oeuvre de l'invention, ladite antenne génère une pluralité de faisceaux.

[0019] Avantagusement, l'antenne du système selon l'invention peut comprendre n rangées de sources dont un premier sous-ensemble de p rangées de sources présente un premier pas d'échantillonnage, constant, et un second sous-ensemble de n-p rangées présente un second pas d'échantillonnage, constant et différent dudit premier pas d'échantillonnage, n et p étant des entiers naturels supérieurs ou égaux à 1, et n étant supérieur ou égal à p.

[0020] Avantagusement, l'antenne du système selon l'invention peut comprendre n rangées de sources dont un premier sous-ensemble de p rangées de sources présente un premier pas d'échantillonnage, constant, et un second sous-ensemble de n-p rangées présente un second pas d'échantillonnage, variable, n et p étant des entiers naturels supérieurs ou égaux à 1, et n étant supérieur ou égal à p.

[0021] Avantagusement, il existe un phénomène de relaxe correspondant à une diminution de la température de bruit due au dépointage du faisceau, **caractérisé en ce que** celle(s), parmi l'ensemble de sources, qui présentent un angle de dépointage supérieur ou égal à un seuil prédéterminé, constitue(nt) ledit second sous-ensemble de sources, présentant le second pas d'échan-

tionnement, variable.

[0022] Dans un exemple de mise en oeuvre de l'invention, le système selon l'invention présente une longueur d'onde de fonctionnement λ , **caractérisé en ce que** :

- l'ensemble de sources comprend environ 550 sources,
- ledit premier sous-ensemble est constitué des sources, parmi l'ensemble de sources, présentant un angle de dépointage inférieur ou égal à 7° , et présente un pas d'échantillonnage constant égal à $1,4\lambda$,
- ledit deuxième sous-ensemble est constitué des sources, parmi l'ensemble de sources, présentant un angle de dépointage compris entre 7° et 9° , et présente un pas d'échantillonnage variable, évoluant de $1,4\lambda$ à $1,6\lambda$,
- ladite antenne présente une directivité sensiblement égale à 44 dBi.

[0023] Avantagusement, le système selon l'invention peut présenter des performances de pertes de dépointage selon l'ensemble des directions de ladite antenne inférieures à 1 dB.

[0024] Le système selon l'invention peut comporter en outre des couronnes disposées de part d'autre d'au moins une partie des sources.

[0025] Avantagusement, le système selon l'invention peut comprendre un réflecteur éclairé par l'ensemble de sources et au moins un cornet associé audit ensemble de sources.

[0026] Dans un exemple de mise en oeuvre, le système selon l'invention présente un rapport de la distance focale sur le diamètre du réflecteur supérieur ou égal à 1,6.

[0027] Selon l'invention, une méthode pour dimensionner un système d'antenne embarquée conforme à l'invention peut comprendre les étapes suivantes :

- le calcul de la température de bruit équivalente de ladite antenne, en fonction de l'angle de dépointage des sources de l'ensemble de sources, mettant en évidence un phénomène de relaxe ;
- le calcul du besoin en directivité des sources de l'ensemble de sources en fonction de l'angle de dépointage des dites sources, tenant compte du phénomène de relaxe ;
- le calcul du pas d'échantillonnage des sources de sorte à satisfaire le besoin en directivité calculé pour l'ensemble des sources.

[0028] La méthode pour dimensionner un système d'antenne embarquée conforme à l'invention peut comporter par ailleurs une étape de calcul du décalage à appliquer au réseau focal relativement au réflecteur, de manière à prendre en compte la dissymétrie des performances de pertes de dépointage selon l'ensemble des directions de ladite antenne.

[0029] D'autres caractéristiques et avantages de l'in-

vention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- la figure 1 : un abaque de la température système - intervenant dans l'équation du bilan de liaison - en fonction du dépointage des faisceaux, démontrant un phénomène de relaxe ;
- la figure 2 : un graphique représentant la directivité requise en fonction du dépointage des faisceaux, démontrant une chute du besoin en directivité dès lors que le spot intercepte de l'espace « froid » ;
- la figure 3 : la définition des repères associées aux réflecteur et sources d'une antenne ;
- la figure 4 : un schéma représentant notamment la disposition d'un réseau focal relativement aux sources, dans le repère défini à la figure 3.

[0030] La figure 1 montre clairement qu'un phénomène de relaxe se produit pour des angles de dépointage supérieurs à 7°. La figure 1 donne en effet, dans le cadre d'une antenne de réception présentant des caractéristiques et des objectifs de performances tels que décrit dans l'exemple présenté ci-dessus, la température thermodynamique de l'ensemble de réception - comprenant une antenne, un « feeder » et une section de réception - T_{syst} , exprimée en dBK, en fonction de l'angle de dépointage, noté Dep , du faisceau rayonné.

[0031] On constate immédiatement que la température T_{syst} n'est pas constante au cours du dépointage. Habituellement, dans la formulation par l'expression de FRIIS, on considère une température antenne qui est le résultat de la convolution du diagramme de l'antenne avec une carte de température. Le choix qui consiste à fixer une température, par exemple 295 K ou 300 K, n'est vrai que si la totalité du faisceau ne voit que la Terre. A partir du moment où le faisceau se dépointe, la convolution avec une source froide, l'espace intersidéral, va abaisser cette température. Il est donc possible de disposer d'un abaque de la température T_{syst} en fonction de l'angle de dépointage du faisceau. Or, le besoin en performance au niveau du bilan de liaison, s'exprime par l'intermédiaire du rapport G/T_{syst} , donc si T_{syst} diminue, l'exigence est moins forte sur la directivité G . Il y a donc un phénomène de relaxe sur les directivités au cours du dépointage, ainsi que le montre l'abaque de la figure 2.

[0032] Sur la figure 1, on remarque que l'on part d'un besoin système à 26 dBK, correspondant à 400 K, pour des angles de dépointage allant de 0° à 7° environ. Ensuite, lorsque le faisceau intercepte du froid, la température système T_{syst} décroît de près de 2 dBK.

[0033] Le premier principe de l'invention consiste à exploiter ce phénomène de relaxe pour adapter au plus juste l'espacement des sources en vue de diminuer la complexité globale du système.

[0034] La figure 2 illustre ce principe. En effet, la figure 2 présente la directivité requise en fonction du dépointage des faisceaux.

[0035] Ainsi, la prise en compte du phénomène de re-

laxe décrit ci-dessus amène au second point de l'invention, qui consiste à échantillonner au plus juste, avec des sources adaptées, de façon à tenir les objectifs de directivité minimum requise pour fonctionner au niveau système à iso G/T . Cette condition traduit un bilan de liaison constant tout au long du dépointage et permet de ne pas sur-dimensionner inutilement le système tel que cela se produit lorsqu'on travaille à iso gain. La condition iso G/T issue du phénomène de relaxe équivaut à offrir la même capacité système aux utilisateurs quelque soit leur localisation et ouvre ainsi les perspectives de simplification du segment bord associée.

[0036] En d'autres termes, on va adapter le pas d'échantillonnage des sources, au plus juste, en fonction du besoin en directivité, et donc en fonction du dépointage des faisceaux, comme le montre la figure 2.

[0037] Dans le cas présenté ici à titre d'exemple, on constate un besoin en directivité de 44 dBi jusqu'à des angles de dépointage d'environ 7°.

Ensuite, le second principe mis en oeuvre au titre de l'invention consiste à faire évoluer l'espacement des sources, c'est-à-dire le pas d'échantillonnage des dites sources, en exploitant le phénomène de relaxe, et en conservant un niveau de performance constant du point de vue du rapport G/T . L'exigence, comme on l'a vu, se traduit sous la forme d'un besoin en directivité en fonction de l'angle de dépointage, qui bénéficie par conséquent de la relaxe à partir de 7° hors axe.

[0039] Par des calculs classiques, dont la synthèse se trouve en figure 2, et toujours dans le cadre de l'application numérique donnée à titre d'exemple dans la présente description, on détermine une géométrie du système telle que :

- le pas d'échantillonnage des sources est de $1,4 \lambda$, λ étant la longueur d'onde de fonctionnement, jusqu'à des angles de dépointage de 7°, permettant de tenir des performances de directivité de 44 dBi ;
- le pas d'échantillonnage des sources est de $1,6 \lambda$, pour les angles de dépointage de 7° à 9°, permettant de tenir des performances de directivité de 42,13 dBi pour le cas extrême de 9° de dépointage hors de l'axe.

[0040] Par ailleurs, pour la conception complète d'une antenne, la prise en compte des performances de pertes de dépointage selon l'ensemble des directions de ladite antenne est essentielle. Or, ces performances ne sont pas équilibrées, selon les quatre plans cardinaux, en raison des aberrations de dé focalisation plus fortes selon les différents axes des repères source ou réflecteur.

[0041] La figure 3 donne une indication des repères réflecteur et source, typiquement utilisés pour définir des géométries de réflecteur offset. Le réflecteur R d'une antenne est ici représenté en coupe sous la forme d'un arc de parabole de sommet S . Comme cela apparaît sur la figure 3, le réflecteur R est associé au repère constitué des axes X_R , Y_R et Z_R , et de centre le sommet S de la

parabole. Le repère source, associé aux sources de l'antenne, est constitué des axes X_S , Y_S et Z_S , et présente pour centre le foyer F de la parabole correspondant au réflecteur R, comme représenté sur le schéma.

[0042] Les repères réflecteur et source étant définis, on constate que le cas le plus pénalisant en termes d'impact sur la réduction de directivité concerne les translations des sources du côté des Y_S négatifs.

[0043] En effet, à titre d'exemple selon cet axe, l'évaluation des performances pour différents cas de dépointage et de pas d'échantillonnage des sources montre qu'un réseau focal RF générant des faisceaux selon une symétrie conique au sol, typiquement un cône Terre FOV à $\pm 9^\circ$ environ autour d'un axe focal Z_F correspondant au centre Terre, ne sera pas symétrique autour du point focal F, mais désaxé vers les Y_S positifs dans le repère source, comme cela est présenté sur la figure 4.

[0044] Au final, un exemple de dimensionnement d'antenne embarquée multi-faisceaux selon l'invention donne, dans le cas présent, les résultats suivants :

- 25 rangées de sources, soit un nombre de l'ordre de 550 sources de nature différente, distribuées sur un réflecteur éclairé par des cornets haute efficacité, par exemple de $1,4 \lambda$ et $1,6 \lambda$.

[0045] Un dimensionnement selon l'état de la technique aurait donné, pour un niveau de performances équivalent :

- 27 rangées de sources, soit 631 éléments.

[0046] L'invention a pour principal avantage de réduire significativement la complexité d'une antenne embarquée mono ou multi-faisceaux, en réduisant notamment le nombre de sources à mettre en oeuvre, et, par conséquent, l'invention permet de réduire les coûts de développement associés à une telle antenne.

[0047] Cette réduction de la complexité générale, correspondant à une diminution de 10 % à 15 % en termes de composants élémentaires à mettre en oeuvre, est obtenue sans pénaliser les performances globales du système, puisque celui-ci est dimensionné à capacité équivalente, cette condition étant traduite en iso G/T au niveau des paramètres du segment bord.

Revendications

1. Système d'antenne embarquée pour satellite, comportant un ensemble de sources, constituant un réseau focal, et espacées d'un pas d'échantillonnage, chaque source de l'ensemble de sources présentant un angle de dépointage, ladite antenne embarquée présentant une directivité, un gain et une température de bruit équivalente (T_{syst}), **caractérisé en ce que** ledit pas d'échantillonnage est :

- variable,
- et configuré de manière à optimiser la directivité de l'antenne en fonction de l'angle de dépointage desdites sources et à maintenir sensiblement constant le rapport du gain sur la température de bruit équivalente (T_{syst}), correspondant au facteur de mérite du système.

2. Système d'antenne embarquée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite antenne génère une pluralité de faisceaux.

3. Système d'antenne embarquée selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend n rangées de sources dont un premier sous-ensemble de p rangées de sources présente un premier pas d'échantillonnage, constant, et un second sous-ensemble de n-p rangées présente un second pas d'échantillonnage, constant et différent dudit premier pas d'échantillonnage, n et p étant des entiers naturels supérieurs ou égaux à 1, et n étant supérieur ou égal à p.

4. Système d'antenne embarquée selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend n rangées de sources dont un premier sous-ensemble de p rangées de sources présente un premier pas d'échantillonnage, constant, et un second sous-ensemble de n-p rangées présente un second pas d'échantillonnage, variable, n et p étant des entiers naturels supérieurs ou égaux à 1, et n étant supérieur ou égal à p.

5. Système d'antenne embarquée selon la revendication 4, pour lequel il existe un phénomène de relaxe correspondant à une diminution de la température de bruit due au dépointage du faisceau, **caractérisé en ce que** celle(s), parmi l'ensemble de sources, qui présentent un angle de dépointage supérieur ou égal à un seuil prédéterminé, constitue(nt) ledit second sous-ensemble de sources, présentant le second pas d'échantillonnage, variable.

6. Système d'antenne embarquée selon l'une quelconque des revendications 4 à 5, présentant une longueur d'onde de fonctionnement λ , **caractérisé en ce que** :

- l'ensemble de sources comprend environ 550 sources,
- ledit premier sous-ensemble est constitué des sources, parmi l'ensemble de sources, présentant un angle de dépointage inférieur ou égal à 7° , et présente un pas d'échantillonnage constant égal à $1,4\lambda$,
- ledit deuxième sous-ensemble est constitué des sources, parmi l'ensemble de sources, présentant un angle de dépointage compris entre

7° et 9°, et présente un pas d'échantillonnage variable, évoluant de $1,4\lambda$ à $1,6\lambda$,
 • ladite antenne présente une directivité sensiblement égale à 44 dBi.

5

7. Système d'antenne embarquée selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** présente des performances de pertes de dépointage selon l'ensemble des directions de ladite antenne inférieures à 1 dB.

10

8. Système d'antenne embarquée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des couronnes disposées de part d'autre d'au moins une partie des sources.

15

9. Système d'antenne embarquée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un réflecteur (R) éclairé par l'ensemble de sources et au moins un cornet associé audit ensemble de sources.

20

10. Système d'antenne embarquée selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** présente un rapport de la distance focale sur le diamètre du réflecteur (R) supérieur ou égale à 1,6.

25

11. Méthode pour dimensionner un système d'antenne embarquée conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'elle** comprend les étapes suivantes :

30

- le calcul de la température de bruit équivalente (T_{syst}) de ladite antenne, en fonction de l'angle de dépointage des sources de l'ensemble de sources, mettant en évidence un phénomène de relaxe ;
- le calcul du besoin en directivité des sources de l'ensemble de sources en fonction de l'angle de dépointage desdites sources, tenant compte du phénomène de relaxe ;
- le calcul du pas d'échantillonnage des sources de sorte à satisfaire le besoin en directivité calculé pour l'ensemble des sources.

35

40

45

12. Méthode selon la revendication 11, pour dimensionner un système d'antenne embarquée selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'elle** comporte par ailleurs une étape de calcul du décalage à appliquer au réseau focal relativement au réflecteur, de manière à prendre en compte la dissymétrie des performances de pertes de dépointage selon l'ensemble des directions de ladite antenne.

50

55

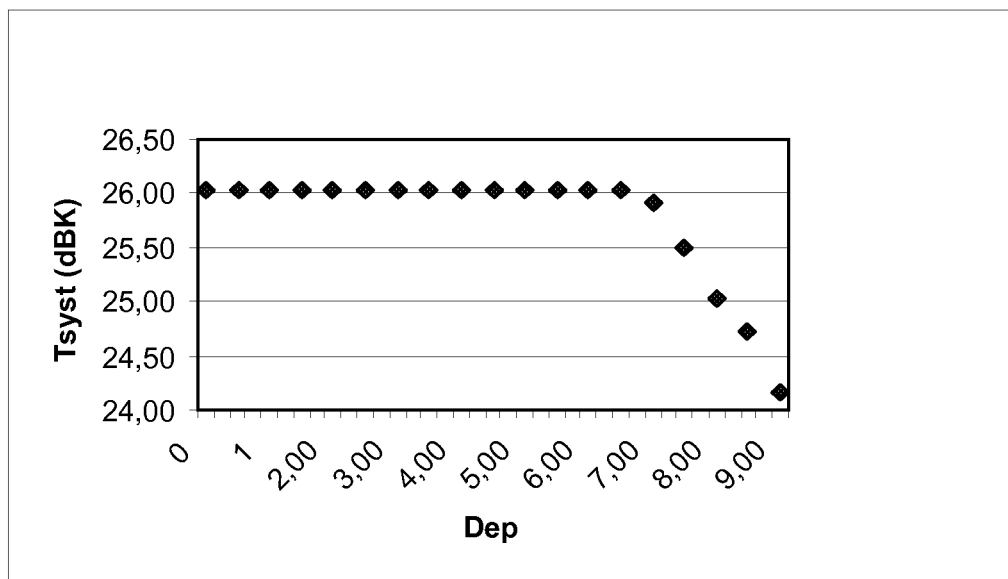


FIG. 1

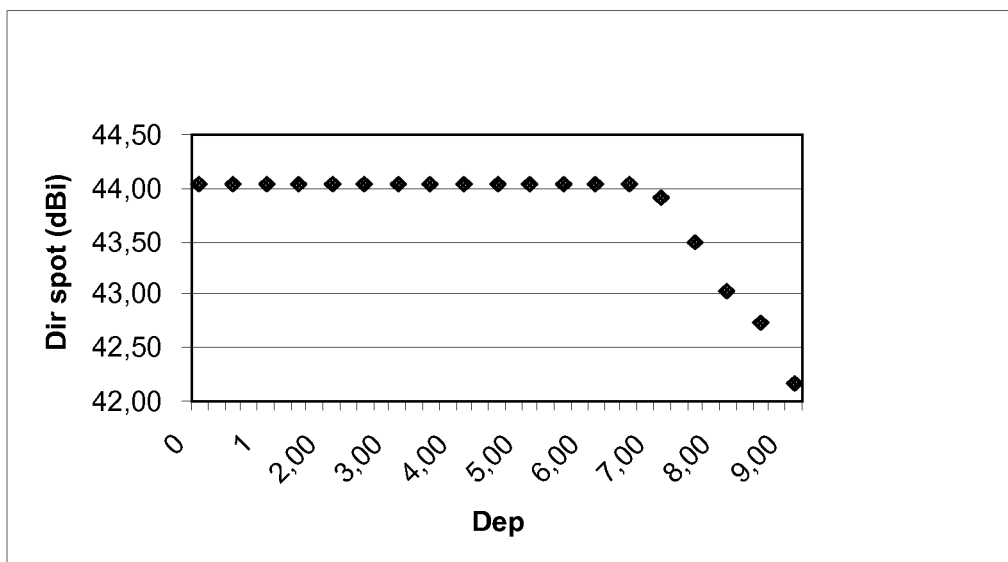


FIG. 2

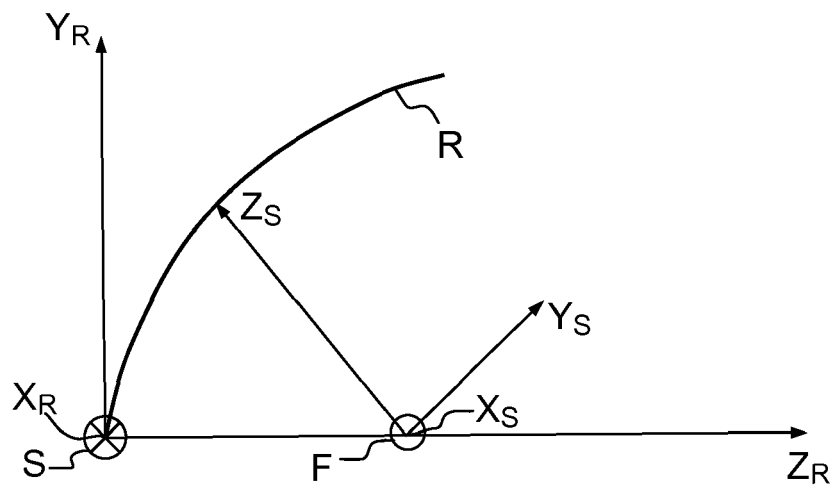


FIG.3

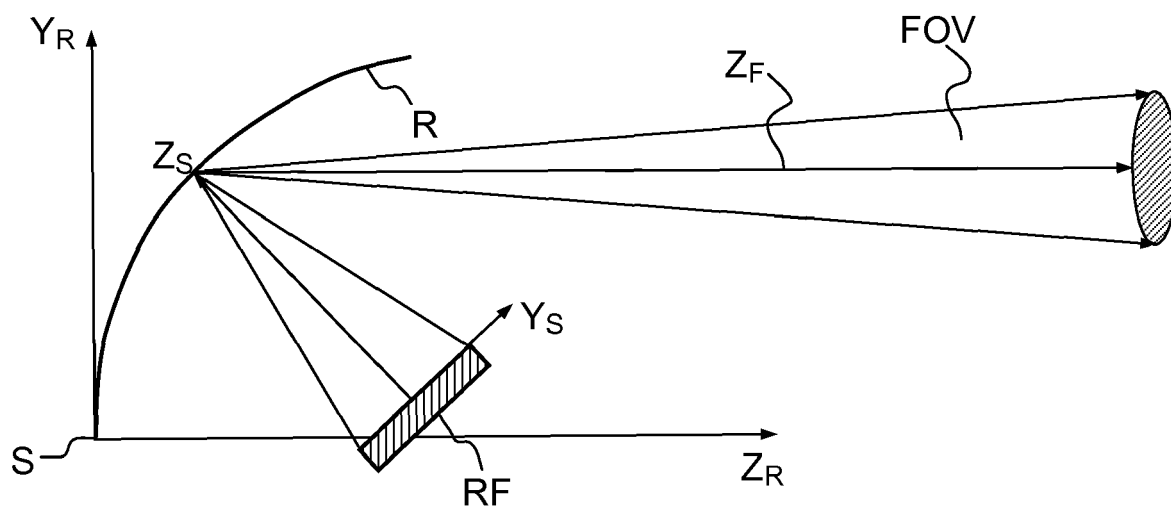


FIG.4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 18 7135

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 0 964 268 A1 (THOMSON CSF [FR] THALES SA [FR]) 15 décembre 1999 (1999-12-15) * alinéa [0018] - alinéa [0019] * -----	1-12	INV. H01Q21/22
A	FR 2 588 422 A1 (THOMSON CSF [FR]) 10 avril 1987 (1987-04-10) * page 4, ligne 24 - ligne 30 * -----	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 10 mars 2011	Examineur La Casta Muñoa, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 10 18 7135

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-03-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0964268 A1	15-12-1999	DE 69938475 T2 FR 2779831 A1	09-07-2009 17-12-1999
FR 2588422 A1	10-04-1987	AUCUN	

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82