

⑤④ Antenne active dont les éléments rayonnants sont montés sur une surface conique.

②② Date de dépôt : 14.06.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *THALES Société anonyme —FR, UNIVERSITE DE BORDEAUX Etablissement public national à caractère scientifique, culturel et professionnel FR, INSTITUT POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX Etablissement public national à caractère scientifique, culturel et professionnel FR et CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public à caractère scientifique et technique — FR.*

⑦② Inventeur(s) : MAZEAU Thierry, RENARD Christian, GHIOTTO Anthony et BELLANGER Yohan.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.12.23 Bulletin 23/50.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.11.24 Bulletin 24/46.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ Titulaire(s) : THALES (SA), UNIVERSITE DE BORDEAUX (EPSCP), INSTITUT POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX (EPSCP), CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (EPST).

⑦④ Mandataire(s) : Lavoix.



Description

Titre de l'invention : Antenne active dont les éléments rayonnants sont montés sur une surface conique

- [0001] La présente invention concerne les antennes actives, notamment les antennes actives pour l'aéronautique, en particulier des avions de chasse.
- [0002] Aujourd'hui, les antennes actives sont des antennes planes. Elles comportent un plateau portant des éléments rayonnants disposés selon un motif régulier.
- [0003] En particulier, le RADAR de pointe avant d'un avion de chasse émet et reçoit sur une antenne de front, qui est coiffée d'un radôme de forme conique pour des raisons d'aérodynamique.
- [0004] Pour augmenter l'exploration de l'espace autour de l'avion, il est connu d'embarquer des antennes additionnelles à bord de l'avion, dont les plateaux sont disposés perpendiculairement à l'antenne de front.
- [0005] On souhaiterait augmenter les capacités d'une antenne de front en utilisant une surface de support des éléments rayonnants qui exploite au maximum le volume intérieur du radôme conique.
- [0006] Ceci permettrait, par exemple pour un avion de chasse, d'augmenter les capacités en terme de détection RADAR (en particulier par accroissement du domaine d'exploration angulaire de l'antenne), mais également en terme de guerre électronique et de télécommunications.
- [0007] Le but de la présente invention est de répondre à ce problème.
- [0008] Pour cela l'invention a pour objet une antenne active comportant une pluralité d'éléments rayonnants, caractérisée en ce que les éléments rayonnants sont disposés sur une surface de support non plane qui est inscrite à l'intérieur d'un cône, un élément rayonnant étant positionné en un point de la surface de support de manière à ce qu'une direction normale audit élément rayonnant forme un angle d'inclinaison par rapport à un axe du cône.
- [0009] Suivant des modes particuliers de réalisation, l'antenne active comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :
- [0010] - l'angle d'inclinaison est tel qu'un ensemble d'éléments rayonnants actifs parmi ladite pluralité d'éléments rayonnants peut, par dépointage électronique, observer un domaine situé à l'avant de la surface de support, selon l'axe du cône.
- [0011] - l'angle d'inclinaison de chaque élément rayonnant est nul.
- [0012] - la surface de support est étagée de manière à présenter une pluralité de couronnes concentriques distantes les unes des autres le long de l'axe du cône, les éléments

rayonnants étant positionnés sur les différentes couronnes.

- [0013] - les couronnes de la pluralité de couronnes sont circulaires ou polygonales.
- [0014] - dans un plan de référence perpendiculaire à l'axe du cône, les projections des éléments rayonnants suivent un motif régulier, à symétrie cartésienne ou à symétrie radiale.
- [0015] - l'angle d'inclinaison de chaque élément rayonnant est non nul et est égal à une valeur commune pour tous les éléments rayonnants.
- [0016] - la direction normale à un élément rayonnant repose dans un plan axial comportant l'axe du cône et le centre de l'élément rayonnant considéré.
- [0017] - lorsqu'un élément rayonnant est actif, un déphasage dit géométrique est introduit pour compenser une différence de marche entre ledit élément rayonnant et un plan de référence commun à l'ensemble des éléments rayonnants actifs, de sorte que pour qu'un rayonnement total de l'antenne active soit équivalent à celui d'une antenne active plane située dans le plan de référence.
- [0018] - lorsqu'un élément rayonnant est actif, une correction de puissance est introduite pour compenser une différence entre la surface dudit élément rayonnant et une surface d'une projection dudit élément rayonnant dans le plan de référence commun à l'ensemble des éléments rayonnants actifs.
- [0019] L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, donné uniquement à titre d'exemple non limitatif, cette description étant faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :
- [0020] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation selon un plan axial et un plan transversal d'un premier mode de réalisation d'une antenne active conique selon l'invention ;
- [0021] [Fig.2] La [Fig.2] est une représentation du gain en émission d'antennes conformes au premier mode de réalisation de la [Fig.1] par rapport à une antenne plane ;
- [0022] [Fig.3] La [Fig.3] est une représentation d'une variante du premier mode de réalisation d'une antenne active conique ;
- [0023] [Fig.4] La [Fig.4] est une représentation selon un plan axial d'un second mode de réalisation d'une antenne active conique selon l'invention ; et,
- [0024] [Fig.5] La [Fig.5] est une représentation selon un plan transversal de l'antenne de la [Fig.4].
- [0025] D'un point de vue général, la présente invention est relative au placement d'éléments rayonnants sur une surface de support non plane afin de réaliser une antenne active fonctionnelle apte à être positionnée à l'intérieur d'un radôme de forme essentiellement conique constituant le nez d'un avion.
- [0026] Ainsi, le radôme est un cône S , d'axe A , de sommet S_0 , et de demi-angle au sommet σ . La surface de support est quant à elle notée S' .

[0027] **Premier mode de réalisation : direction de référence parallèle à l'axe du cône et éléments rayonnants disposés en gradins plans**

[0028] Dans un premier mode de réalisation illustré sur la [Fig.1], l'antenne active 100 permet l'observation d'un domaine situé à l'avant du nez de l'avion, c'est-à-dire selon une direction de référence V qui soit parallèle à l'axe A du radôme conique.

[0029] Un plan de référence PRef est défini comme perpendiculaire à la direction de référence V, passant par exemple par le sommet S0 du radôme conique. Le plan de référence est muni d'un repère XY.

[0030] Dans ce premier mode de réalisation, les éléments rayonnants ERij sont disposés de manière à être parallèles au plan de référence PRef.

[0031] Compte tenu de la symétrie autour de l'axe A, il convient alors de disposer les éléments rayonnants ERij sur une pluralité de couronnes Ci, circulaires et concentriques échelonnées le long de l'axe A. L'antenne active 100 est ainsi étagée, selon l'axe A, de manière à présenter des paliers annulaires. Chaque couronne porte des éléments rayonnants sur sa face orientée selon l'axe A.

[0032] Pour occuper au mieux le volume intérieur du radôme conique, le rayon Ri du bord extérieur d'une couronne Ci est de préférence égal (ou légèrement inférieur) au rayon du radôme pour cette position le long de l'axe A. La surface de support S' de l'antenne active 100 est donc inscrite dans le cône S que forme le radôme.

[0033] Par exemple, l'antenne active comporte une pluralité de couronnes Ci, indexées par l'entier i, entre 1 et N. Par exemple, sur la [Fig.1], elle comporte quatre couronnes (N=4).

[0034] Chaque couronne porte une pluralité d'éléments rayonnants ERij indexés par l'entier i et l'entier j, entre 1 et M. La valeur M dépend de la couronne considérée. M est donc fonction de i : M(i).

[0035] Les éléments rayonnants ERij sont identiques entre eux. Ils sont plans. Ils ont par exemple une forme carrée. Le centre de chaque élément rayonnant ERij est noté CRij. En variante, un élément rayonnant peut avoir une autre forme (circulaire, elliptique, etc.) ou relever d'une autre technologie qu'un plan rayonnant, comme une antenne dipolaire, une antenne Vivaldi, etc.

[0036] Dans un plan transversal, ils sont orientés de manière à être parallèles entre eux, pour faciliter par exemple l'émission d'ondes polarisées. En variante, pour respecter la symétrie par rotation autour de l'axe A, les éléments rayonnants sont tournés, dans le plan transversal, vers l'axe A. Pour que l'antenne émette une onde polarisée, il faut alors tenir compte d'une orientation relative entre les éléments rayonnants.

[0037] Le vecteur normal Vij définissant la direction normale à la surface de l'élément rayonnant ERij est parallèle à l'axe A, quel que soit i et quel que soit j, pour permettre l'observation du domaine à l'avant de l'antenne.

- [0038] La distance entre deux couronnes successives évaluée selon l'axe A est noté L.
- [0039] Les éléments rayonnants ER_{ij} portés par une couronne C_i doivent rayonner avec une compensation de phase ϕ_{ij} proportionnelle à la différence de marche dij, c'est-à-dire à la distance entre la couronne C_i et le plan de référence PRef, pour que le rayonnement total de l'antenne active soit équivalent à celui d'une antenne active plane située dans le plan de référence PRef.
- [0040] Dans le mode de réalisation de la [Fig.1], on a :
- [0041]
$$\phi_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda} \cdot 2\pi$$
- [0042] où λ est la longueur d'onde considérée.
- [0043] Ce déphasage sur la commande d'activation électronique de l'élément rayonnant, est ici dénommé déphasage « géométrique ». Il peut être complété par un déphasage « électronique » pour former un faisceau dans une direction de pointage D hors de la direction de référence V.
- [0044] La [Fig.2] est une simulation du rayonnement d'une antenne réseau constituée d'une matrice de 3x3 éléments rayonnants.
- [0045] La courbe G1 correspond à une antenne plane.
- [0046] La courbe G2 correspond à une antenne selon le premier mode de réalisation, à deux couronnes et tel que la première couronne, portant l'élément rayonnant central, est disposée en avant de la seconde couronne, portant les huit autres éléments rayonnants, d'une distance L qui est prise comme égale à une fois la longueur d'onde.
- [0047] La courbe G3 correspond à une antenne selon le premier mode de réalisation, mais cette fois-ci la distance L est prise comme égale à cinq fois la longueur d'onde.
- [0048] Pour la courbe G1, la largeur à 3 dB du lobe principal est d'environ 34°, le gain est de 14,6 dB, et la réjection des lobes secondaires est de 16 dB.
- [0049] Pour la courbe G2, la largeur à 3 dB est d'environ 30°, le gain de 13,4 dB, et la réjection des lobes secondaires de 12 dB.
- [0050] Pour la courbe G3, la largeur à 3 dB est d'environ 30°, un gain de 14,5 dB (donc similaire à la disposition planaire), et la réjection des lobes secondaires de 17,5 dB (soit une amélioration de 1,5 dB par rapport à la disposition planaire).
- [0051] Cette amélioration peut être expliquée par le fait que les éléments rayonnants ne sont pas tous dans le même plan transversal, ils n'interagissent pas autant les uns avec les autres que dans le cas d'une configuration plane.
- [0052] Pour l'optimisation de la position des éléments rayonnants sur les différentes couronnes de l'antenne, on peut partir d'un motif régulier dans le plan de référence et le projeter sur les différentes couronnes.
- [0053] Par exemple, le motif régulier peut être une matrice cartésienne délimitée extérieurement par un cercle dont le rayon correspond à celui de la première couronne (la

plus large) et comportant des colonnes d'éléments rayonnants selon la direction de référence X du plan PRef et des lignes selon la direction de référence Y du plan PRef.

- [0054] Pour conserver cette répartition, il suffit de délimiter des zones annulaires dans le motif régulier et de projeter les éléments rayonnants de chaque zone sur la couronne correspondante.
- [0055] Les éléments rayonnants qui sont à cheval sur deux zones annulaires sont éliminés, ce qui conduit à un réseau ponctuellement lacunaire.
- [0056] Alternativement, le motif régulier respecte une symétrie radiale autour du sommet S. C'est cette variante de réalisation qui est représentée sur la [Fig.1].
- [0057] **Variante du premier mode de réalisation : antenne à couronnes polygonales.**
- [0058] Dans une variante de réalisation de ce premier mode de réalisation, représentée à la [Fig.3], les éléments rayonnants ER_{ij} de l'antenne active 200 sont répartis, non plus sur des couronnes circulaires, mais sur des couronnes polygonales C'_i, en l'occurrence hexagonales. Les sommets du bord extérieur de chaque couronne polygonale reposent sur le cône que définit le radôme. La surface de support S' de l'antenne active 200 est donc inscrite dans le cône S que forme le radôme.
- [0059] Cette variante permet de tenir compte de la géométrie des éléments rayonnants et d'optimiser le nombre et le placement des éléments rayonnants.
- [0060] Dans un plan transversal, l'antenne peut être divisée en secteurs. Deux éléments rayonnants situés dans un même secteur sont orientés parallèlement, alors que deux éléments rayonnants de deux secteurs différents ont une orientation relative. Cette orientation relative doit être prise en compte pour pouvoir émettre un rayonnement selon une polarité commune à l'ensemble des éléments rayonnants.
- [0061] Une orientation relative entre éléments rayonnant dans le plan transversal peut être compensée par exemple en tournant les éléments rayonnants pour qu'ils soient tous orientés parallèlement les uns aux autres, ou encore par des moyens physiques ou électroniques (comme des éléments rayonnants multiports).
- [0062] **Second mode de réalisation : direction de référence présentant un angle d'inclinaison avec l'axe du cône / éléments rayonnants disposés en gradins inclinés**
- [0063] Dans ce second mode de réalisation, représenté sur les figures 4 et 5, les éléments rayonnants ER_{ij} de l'antenne active 300 sont également disposés en couronne autour de l'axe A, mais ils sont inclinés par rapport à l'axe A vers l'extérieur du cône S. Ceci afin d'augmenter la couverture angulaire vers l'arrière du nez de l'avion. La surface de support S' sur laquelle sont implantés les éléments rayonnants est ici essentiellement un cône similaire au cône S.
- [0064] Le mode de réalisation présenté ici est particulièrement simple, au sens où tous les éléments rayonnants ER_{ij} sont parallèles entre eux. Ils présentent le même angle

d'inclinaison avec l'axe A. En variante, le vecteur V_{ij} normal à la surface de l'élément rayonnant ER_{ij} fait un angle d'inclinaison avec l'axe A qui dépend de l'élément rayonnant considéré.

- [0065] Pour pouvoir observer un domaine angulaire non plus centré sur l'axe A du cône S, on choisit une direction de référence V1 faisant un angle α_0 avec l'axe A.
- [0066] Un plan de référence PRef1 est maintenant choisi perpendiculairement à la direction de référence V1.
- [0067] Dans le plan axial défini par l'axe A et la direction de référence V1 (c'est-à-dire le plan de la figure 4), on choisit d'incliner les éléments rayonnants ER_{ij} de l'angle α_0 pour qu'ils soient disposés parallèlement au plan de référence PRef1.
- [0068] L'angle α_0 est avantageusement choisi pour pouvoir dépointer le faisceau selon une direction D faisant un angle de dépointage ϕ par rapport à la direction de référence V1 de manière à conserver la possibilité d'observer le domaine dans l'axe de l'avion, c'est-à-dire selon l'axe A.
- [0069] Sachant que l'angle de dépointage ϕ est limité par une valeur maximale ϕ_{max} (par exemple d'environ 60°) par rapport à la direction de référence V1 (c'est-à-dire la direction sans dépointage), pour pouvoir observer selon l'axe A tout en accroissant le domaine d'observation vers l'arrière le plus possible, α_0 est choisi égal à ϕ_{max} .
- [0070] La valeur maximale ϕ_{max} de l'angle de dépointage est définie en fonction de la dégradation du diagramme de rayonnement que l'on peut tolérer.
- [0071] Dans le plan transversal à l'axe A (c'est-à-dire le plan de la [Fig.5]), les éléments rayonnants ER_{ij} pouvant potentiellement participer à l'observation selon la direction de référence V1, sont les éléments rayonnants du demi-cône résultant de la section du cône S par un plan axial P0, orthogonal au plan défini par les directions A et V1.
- [0072] Cependant, plus l'élément rayonnant ER_{ij} se situe à l'écart du plan défini par les directions A et V1, plus sa projection dans le plan de référence PRef1 est déformée. Le centre CR_{ij} de l'élément ER_{ij} se projette au point CE_{ij} , qui est le centre de l'élément rayonnant équivalent EE_{ij} , résultant de la projection de l'élément ER_{ij} dans le plan de référence PRef1.
- [0073] Cette déformation influe sur le diagramme de rayonnement général et sur la puissance rayonnée par chaque élément rayonnant.
- [0074] La puissance rayonnée par l'élément rayonnant doit alors être augmentée pour compenser cette déformation afin que l'antenne active sur la surface conique se comporte comme une antenne active plane dans le plan de référence.
- [0075] Il est donc nécessaire de compenser le gain de chaque élément rayonnant en fonction de sa position par rapport au plan défini par les directions A et V1.
- [0076] Cependant, il n'est pas possible de compenser le gain pour les éléments rayonnants les plus distants, c'est-à-dire ceux proches du bord du demi-cône (c'est-à-dire proches

du plan P0). Il est donc nécessaire d'effectuer une coupure en ne retenant que les éléments rayonnants les plus proches du plan défini par les directions A et V1.

- [0077] Par exemple, le réseau actif est réduit à la section du cône entre deux plans axiaux P1 et P2 faisant un angle β_0 de $\pm 60^\circ$ par rapport au plan défini par les directions A et V1.
- [0078] Les éléments rayonnants qui ne peuvent contribuer au rayonnement dans la direction de référence V1 doivent être éteints.
- [0079] Restreindre le nombre d'éléments rayonnants dégrade les caractéristiques de l'antenne, notamment la réjection des lobes secondaires. De plus, cela diminue la « Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente » - PIRE ou le gain d'antenne par rapport à une antenne plane. Il peut donc être préférable de relâcher la contrainte sur la réjection des lobes secondaires pour conserver une PIRE maximum et une largeur du lobe principal minimum.
- [0080] On notera que l'antenne active selon ce second mode de réalisation est symétrique autour de l'axe A. Ainsi, il est envisageable plutôt que d'activer les éléments rayonnants associés à une première direction de référence, puis de dépointer le faisceau dans une direction de dépointage par rapport à cette première direction de référence, d'activer les éléments rayonnants associés à une seconde direction de référence correspondant à la direction de dépointage initialement recherchée.
- [0081] Les éléments rayonnants actifs pour un fonctionnement selon la direction de référence sélectionnée doivent rayonner avec une compensation de phase ϕ_{ij} proportionnelle à la distance d_{ij} entre leur centre CR_{ij} et le plan de référence pour que le rayonnement total de l'antenne active soit équivalent à celui d'une antenne active plane située dans le plan de référence.
- [0082] On notera que l'inclinaison des éléments rayonnants limite la surface rayonnante en raison du masquage des éléments rayonnants entre eux lorsque le faisceau est proche de l'axe A. La zone d'ombre d'un élément rayonnant est proportionnelle à l'angle de masquage et à la forme de l'élément rayonnant (carré, disque, ...).
- [0083] Une manière d'augmenter la surface rayonnante d'un élément rayonnant est de lui donner une forme sphérique.
- [0084] Une autre manière de limiter ce masquage est de disposer les éléments rayonnants en quinconce d'une couronne à l'autre.
- [0085] Quel que soit le mode de réalisation, il faut s'assurer que tous les éléments rayonnants émettent avec une polarisation identique par rapport à un trièdre de référence associé au plan de référence considéré pour la formation du faisceau. Pour cela, il est nécessaire d'ajuster les polarisations de chaque élément rayonnant en fonction de sa position et son orientation par rapport au plan de référence.
- [0086] Comme pour le premier mode de réalisation, en variante de ce second mode de réa-

lisation, les éléments rayonnants pourraient être disposés non pas sur des couronnes circulaires, mais sur des couronnes polygonales.

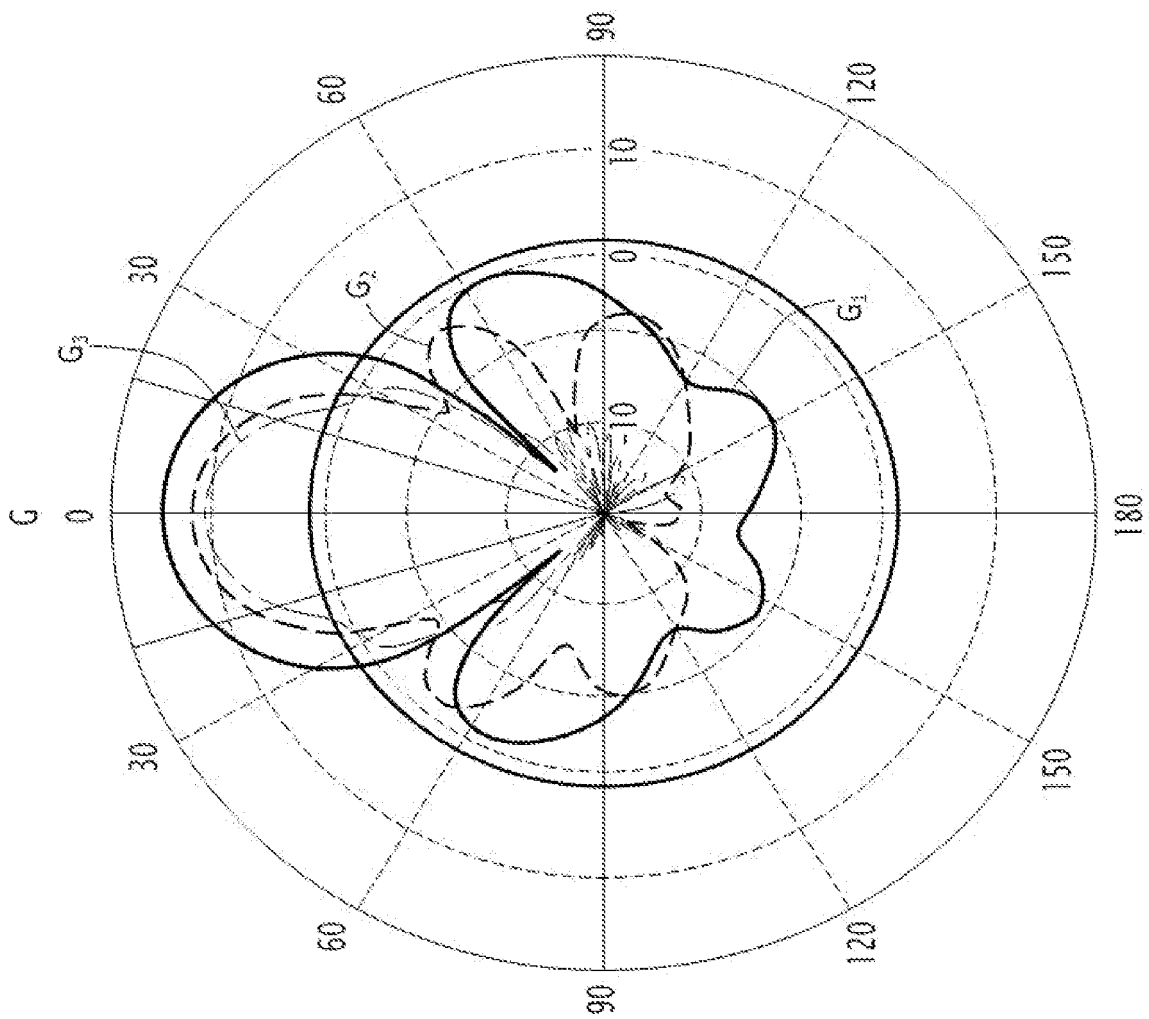
Avantages

- [0087] La présente invention présente différentes façons de disposer les éléments rayonnants d'une antenne non plane dans le but d'augmenter leur nombre, donc la PIRE ou le gain antennaire et de maîtriser la qualité des diagrammes de rayonnement pour se rapprocher le plus possible d'une antenne planaire.
- [0088] En particulier, la disposition d'une antenne active sur une surface de support conique permet de créer des sous réseaux d'antennes. Les éléments rayonnants d'un sous réseau sont dans une direction de référence particulière à ce sous réseau. Il est alors possible d'orienter le faisceau par déphasage électronique dans n'importe quelle direction à l'intérieur d'un domaine d'exploration RADAR étendu. Une telle antenne active autorise une exploration non seulement vers l'avant, mais également sur les côtés, jusqu'à un angle d'ouverture par rapport à l'axe du cône, par exemple de l'ordre de 120°.
- [0089] L'invention permet par conséquent de disposer des éléments rayonnants sur une surface de support non plane, de préférence conique, pour occuper au mieux le volume intérieur du radôme conique du nez d'un avion, tout en optimisant le nombre d'éléments rayonnants, la couverture angulaire de l'antenne active ainsi obtenue, et la qualité du diagramme de rayonnement.

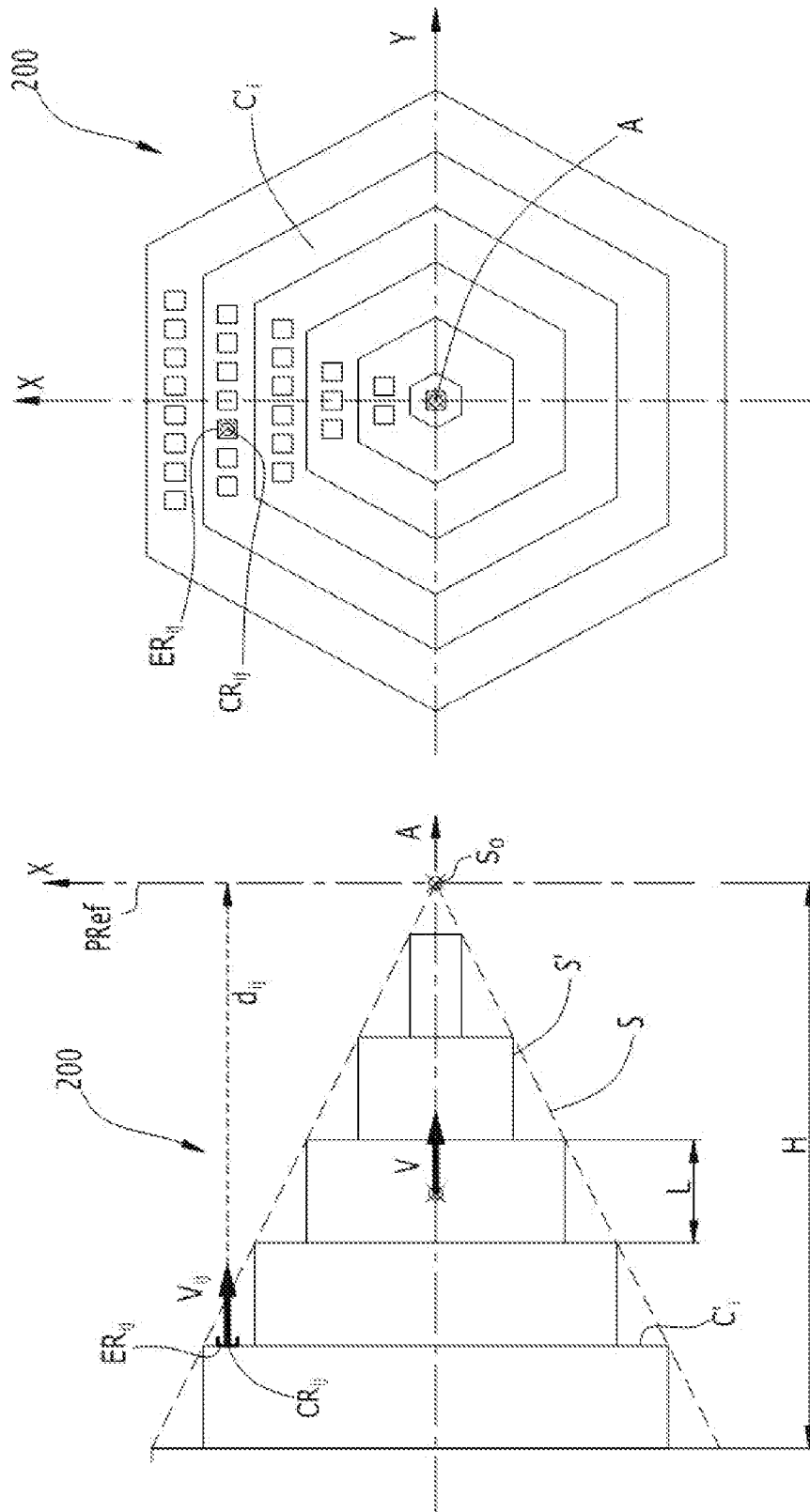
Revendications

- [Revendication 1] Antenne active (100) comportant une pluralité d'éléments rayonnants, les éléments rayonnants (ER_{ij}) étant disposés sur une surface de support non plane qui est inscrite à l'intérieur d'un cône (S), un élément rayonnant étant positionné en un point (CR_{ij}) de la surface de support (S') de manière à ce qu'une direction normale (V_{ij}) audit élément rayonnant (ER_{ij}) forme un angle d'inclinaison par rapport à un axe (A) du cône, caractérisée en ce que l'angle d'inclinaison de chaque élément rayonnant est nul et la surface de support est étagée de manière à présenter une pluralité de couronnes (C_i) concentriques distantes les unes des autres le long de l'axe (A) du cône, les éléments rayonnants étant positionnés sur les différentes couronnes.
- [Revendication 2] Antenne active selon la revendication 1, dans laquelle ledit angle d'inclinaison est tel qu'un ensemble d'éléments rayonnants actifs parmi ladite pluralité d'éléments rayonnants peut, par dépointage électronique, observer un domaine situé à l'avant de la surface de support, selon l'axe (A) du cône.
- [Revendication 3] Antenne active (100) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle les couronnes de la pluralité de couronnes sont circulaires ou polygonales.
- [Revendication 4] Antenne active (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle, dans un plan de référence perpendiculaire à l'axe (A) du cône, les projections (EE_{ij}) des éléments rayonnants (ER_{ij}) suivent un motif régulier, à symétrie cartésienne ou à symétrie radiale.
- [Revendication 5] Antenne active (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle, lorsqu'un élément rayonnant (ER_{ij}) est actif, un déphasage dit géométrique est introduit pour compenser une différence de marche entre ledit élément rayonnant et un plan de référence commun à l'ensemble des éléments rayonnants actifs, de sorte que pour qu'un rayonnement total de l'antenne active soit équivalent à celui d'une antenne active plane située dans le plan de référence.
- [Revendication 6] Antenne active (100) selon la revendication 5, dans laquelle, lorsqu'un élément rayonnant est actif, une correction de puissance est introduite pour compenser une différence entre la surface dudit élément rayonnant (ER_{ij}) et une surface d'une projection (EE_{ij}) dudit élément rayonnant dans le plan de référence commun à l'ensemble des éléments rayonnants actifs.

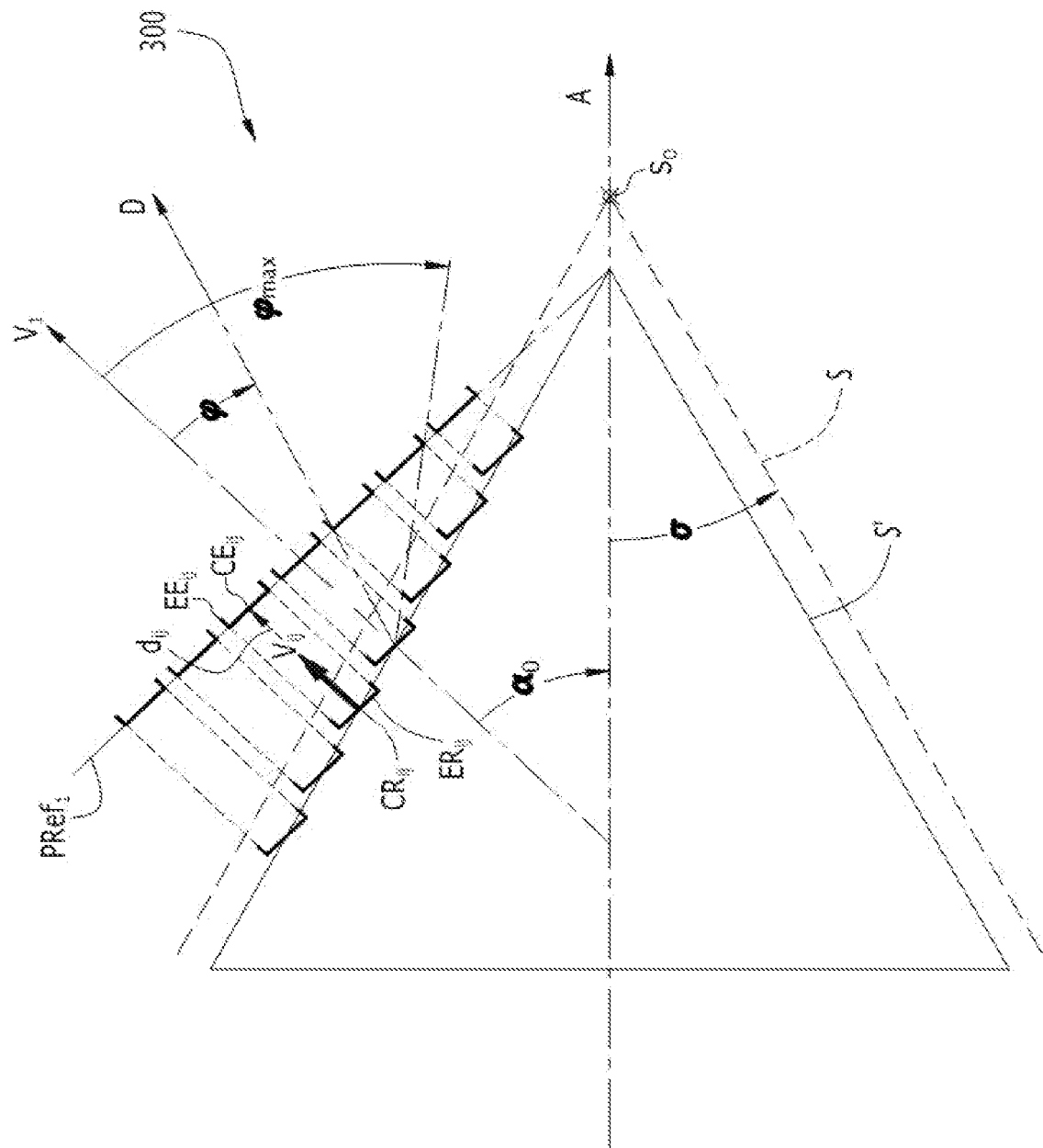
[Fig. 2]



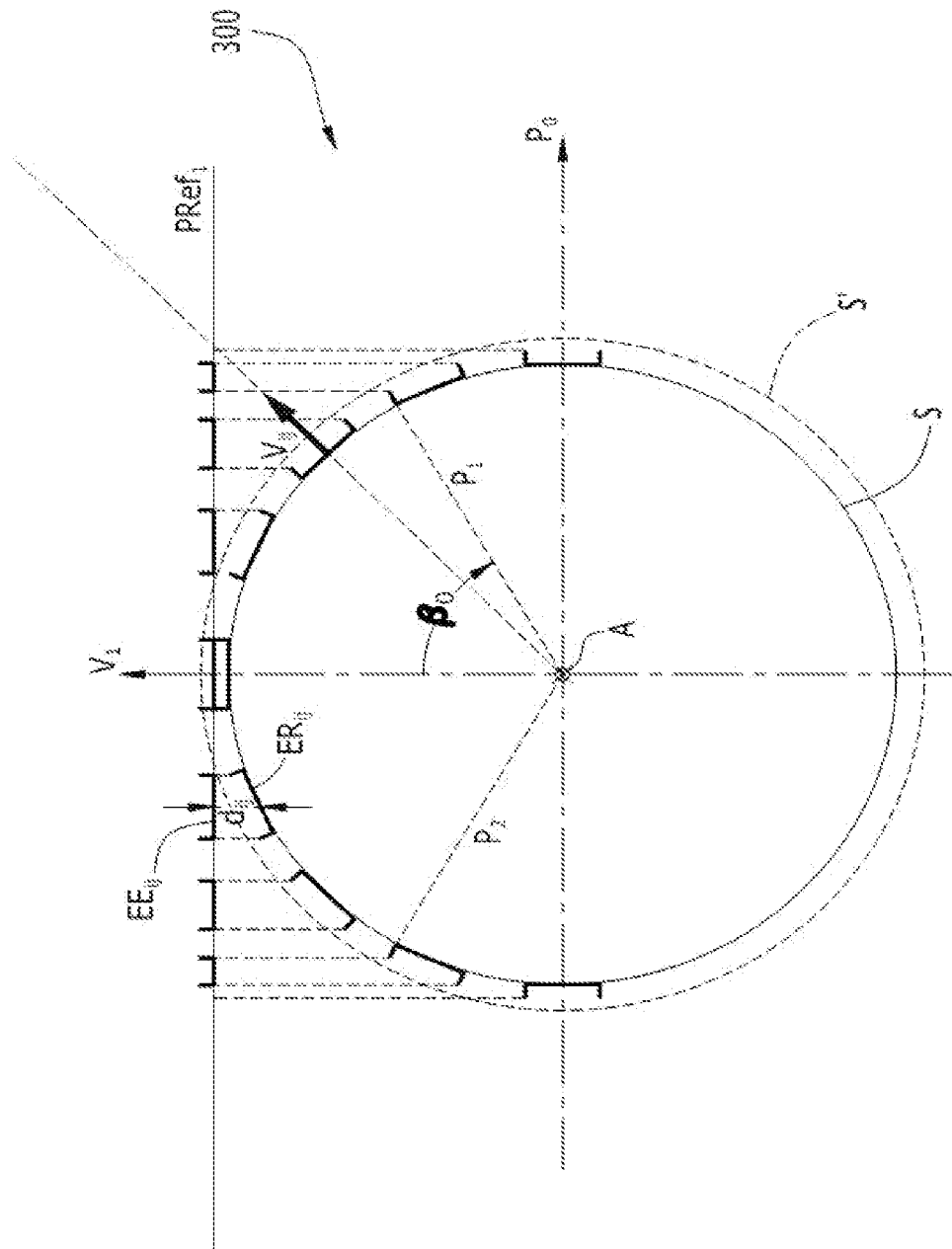
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

JAECK V ET AL: "Design and manufacturing of conformal antenna array on a conical surface at 5.2 GHz",
2017 EUROPEAN RADAR CONFERENCE (EURAD),
EUROPEAN MICROWAVE ASSOCIATION,
11 octobre 2017 (2017-10-11), pages
359-362, XP033292855,
DOI: 10.23919/EURAD.2017.8249221
[extrait le 2018-01-05]

EP 0 512 487 B1 (ALCATEL ESPACE [FR])
24 juillet 1996 (1996-07-24)

DE 26 50 603 A1 (SIEMENS AG)
11 mai 1978 (1978-05-11)

YUNXIANG ZHANG ET AL: "Full-polarisation three-dimensional pattern synthesis for conformal conical arrays with dynamic range ratio constraint by using the initialisations based on equivalence theorem",
IET MICROWAVES, ANTENNAS & PROPAGATION,
THE INSTITUTION OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, UNITED KINGDOM,
vol. 9, no. 15,
1 décembre 2015 (2015-12-01), pages
1659-1666, XP006106536,
ISSN: 1751-8725, DOI:
10.1049/IET-MAP.2015.0273

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

WO 2018/036009 A1 (AXILSPOT COMMUNICATION CO LTD [CN]) 1 mars 2018 (2018-03-01)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT