

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 108 797

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 20 03063

51 Int Cl⁸ : H 01 Q 19/30 (2019.12), H 01 Q 1/28

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.03.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.10.21 Bulletin 21/39.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : AIRBUS SAS — FR.

72 Inventeur(s) : SMITH Leslie.

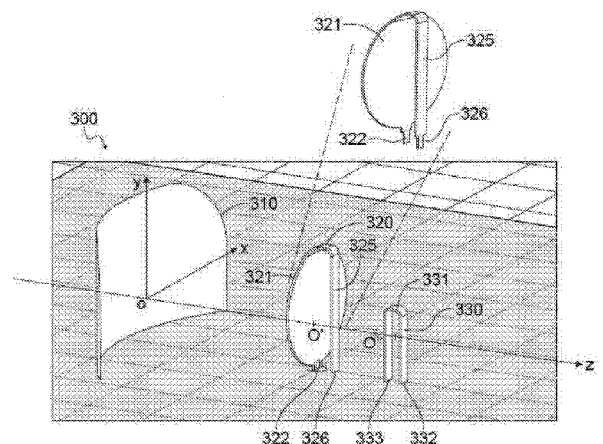
73 Titulaire(s) : AIRBUS SAS.

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 ANTENNE DIRECTIVE LARGE BANDE À ÉMISSION LONGITUDINALE.

57 La présente invention concerne une antenne monopolaire de type Yagi-Uda (300) destinée à être montée sur la surface conductrice d'un véhicule, notamment d'un aéronef. L'antenne comporte un élément rayonnant, sous la forme d'une plaque conductrice (320), par exemple sous la forme d'un disque (321), équipée d'un retour conducteur (325), un élément réflecteur (310) et au moins un élément directeur (330) sous la forme d'un monopole replié sur lui-même. Les différents éléments sont montés sur une surface substantiellement plane telle que la peau du fuselage d'un aéronef. L'antenne présente à la fois une large bande de fonctionnement, une bonne compacité et une bonne directivité. Elle peut notamment servir d'antenne globale pour une pluralité de systèmes de communication air-sol d'un aéronef.

Fig. 3



FR 3 108 797 - A1



Description

Titre de l'invention : ANTENNE DIRECTIVE LARGE BANDE À ÉMISSION LONGITUDINALE

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine général des antennes et plus particulièrement des antennes à émission longitudinale de type Yagi-Uda. L'antenne selon la présente invention peut être avantageusement embarquée à bord d'un aéronef pour permettre des communications air-sol dans une large bande de fréquence.

Etat de la technique antérieure

[0002] Le nombre croissant de systèmes de communications embarqués sur les véhicules nécessite de pouvoir transmettre et recevoir dans une pluralité de bandes de fréquences, ce qui implique généralement de devoir installer sur un véhicule autant d'antennes que de systèmes de communications distincts qu'il comporte, cette multiplication d'antennes représentant une source de complexité tant pour l'installation que pour la maintenance. Il peut être alors intéressant, a fortiori lorsque les destinataires de ces communications sont colloqués ou proches en termes d'angle de visée, d'utiliser une antenne globale commune à l'ensemble de ces systèmes de communications. Ainsi par exemple, à bord d'un aéronef, plusieurs systèmes de communications air-sol utilisant des bandes de fréquence distinctes peuvent partager une antenne globale large-bande. L'avantage d'une telle mutualisation réside également dans une moindre protubérance à la surface de l'aéronef et par conséquent une trainée plus faible.

[0003] Par ailleurs, il est souvent préférable que les antennes embarquées présentent une grande directivité et donc un gain élevé, de manière à réduire la consommation énergétique et à augmenter le rapport signal sur bruit. De manière générale, le gain d'une antenne étant proportionnelle à la section efficace d'ouverture de l'antenne, elle-même proportionnelle à la surface de l'antenne dans le plan orthogonal à la direction du lobe principal, la recherche d'antennes à forte directivité conduit à des antennes de grandes dimensions dans le plan orthogonal à celui de la direction d'émission. Dans le cas précité de communications d'un aéronef avec le sol, le lobe principal de l'antenne doit présenter un faible angle d'élévation et la surface d'ouverture de l'antenne doit donc être importante dans un plan orthogonal à l'axe longitudinal de l'aéronef, ce qui accroît la trainée et donc la consommation de carburant.

[0004] L'antenne Yagi-Uda développée initialement pour l'aéronautique et universellement utilisée ensuite comme antenne TV est une antenne présentant à la fois une bonne directivité et une surface d'ouverture relativement réduite. Il est en effet connu de l'homme du métier que ce type d'antenne se compose d'un dipôle linéaire demi-onde,

généralement replié, d'un élément parasite réflecteur situé en arrière et d'un ou plusieurs éléments parasites directeurs situés en avant de ce dipôle, tous montés sur un même mât, la direction du lobe principal étant donnée par la direction du mât.

L'élément réflecteur présente une extension latérale plus grande que celle du dipôle, celui-ci présentant une extension latérale plus importante que celle des éléments directeurs. Les éléments parasites réflecteur et directeurs agissent comme des dipôles rayonnants alimentés par induction par le dipôle demi-onde qui est le seul alimenté par voie filaire. L'antenne Yagi-Uda peut être assimilée en première approximation à une antenne réseau dont les éléments seraient alimentés par induction mutuelle. En choisissant convenablement la position et l'espacement entre les différents éléments, les ondes émises par les différents éléments s'additionnent de manière constructive dans la direction du mât et de manière destructive dans la direction inverse.

[0005] Toutefois, un inconvénient majeur des antennes de type Yagi-Uda est leur fonctionnement en bande étroite les rendant inutilisables comme antenne large bande globale au sens précédent. En effet, leur bande fractionnelle, autrement dit le rapport entre leur largeur de bande sur leur fréquence centrale est de l'ordre de 10%.

[0006] Un objet de la présente invention est par conséquent de proposer une antenne possédant une faible section efficace d'ouverture tout en offrant une large bande de fonctionnement et une directivité élevée.

Présentation de l'invention

[0007] La présente invention est définie par une antenne de type Yagi-Uda comprenant un élément rayonnant, un élément parasite réflecteur et au moins un élément parasite directeur disposés dans cet ordre le long d'un axe longitudinal de l'antenne, l'antenne étant spécifique en ce que l'élément rayonnant est formé par une plaque conductrice, disposée de manière sensiblement orthogonale à l'axe longitudinal de l'antenne et au-dessus d'un plan de masse de manière à constituer un monopole, la plaque étant pourvue, du côté du plan de masse, d'une borne d'alimentation pour appliquer ou recevoir un signal d'antenne.

[0008] La plaque conductrice se présente avantageusement sous forme circulaire, ellipsoïdale ou rectangulaire, et est équipée, à une extrémité opposée au plan de masse, d'un retour conducteur, le retour conducteur étant électriquement relié au plan de masse, de sorte que l'ensemble constitué par la plaque conductrice et le retour conducteur forment un monopole replié.

[0009] En particulier, la plaque conductrice peut se présenter comme un disque de diamètre de l'ordre de $\lambda/4$ où λ est une longueur d'onde correspondant à la borne inférieure de la bande de fréquence de fonctionnement de l'antenne, le retour conducteur se présentant comme une tige ou une bande de longueur sensiblement identique au

diamètre du disque.

- [0010] Selon une première variante, le retour conducteur s'étend parallèlement au disque et est situé derrière celui-ci, entre le disque et l'élément parasite réflecteur.
- [0011] Selon une seconde variante, le retour conducteur s'étend parallèlement au disque et est situé devant celui-ci, entre le disque et l'élément parasite directeur.
- [0012] Avantagement, l'élément parasite réflecteur présente, dans la direction perpendiculaire au plan de masse, une dimension supérieure à celle de la plaque conductrice selon cette même direction.
- [0013] De préférence, l'élément parasite directeur est configuré comme un monopole replié, comprenant un premier segment conducteur et un second segment conducteur, parallèles entre eux et à la plaque conductrice, lesdits premier et second segments conducteurs étant reliés en une première extrémité commune, du côté opposé au plan de masse et n'étant pas reliés à leurs secondes extrémités, du côté du plan de masse.
- [0014] La plaque conductrice peut se présenter sous la forme d'un disque et les premier et second segments conducteurs ont une longueur inférieure au diamètre de ce disque.
- [0015] La bande passante de fonctionnement de l'antenne de type Yagi-Uda pourra couvrir plus d'une octave.
- [0016] Enfin, l'invention concerne également un aéronef sur lequel est montée une antenne Yagi-Uda comme exposé ci-dessus, ladite antenne étant montée sur la partie inférieure du fuselage de l'aéronef, l'axe longitudinal de l'antenne étant sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de l'aéronef et le plan de masse étant constitué par la peau du fuselage.

Brève description des figures

- [0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, décrit en référence aux figures jointes parmi lesquelles :
- [0018] [fig.1] représente de manière schématique une antenne plaque monopolaire sous forme de disque ;
- [0019] [fig.2] représente un diagramme donnant le coefficient de réflexion de l'antenne de la Fig. 1, en fonction de la fréquence ;
- [0020] [fig.3] représente de manière schématique une antenne à émission longitudinale large bande selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0021] [fig.4] représente un diagramme donnant le coefficient de réflexion de l'antenne de la Fig. 3 en fonction de la fréquence ;
- [0022] [fig.5] représente le diagramme de rayonnement tridimensionnel de l'antenne de la Fig. 3 ;
- [0023] [fig.6] représente un diagramme de rayonnement bidimensionnel de l'antenne de la

Fig. 3 dans un plan d'élévation à 5°.

Description de modes de réalisation

- [0024] Une première idée à la base de l'invention est de modifier une antenne de type Yagi-Uda, en choisissant comme élément rayonnant une plaque conductrice de manière à la rendre large bande sans lui faire perdre pour autant ses propriétés de directivité. Une seconde idée à la base de l'invention est de réduire l'extension latérale de cette antenne en utilisant un plan de masse pour adopter une configuration monopolaire. Cette configuration monopolaire est d'autant plus avantageuse que le plan de masse est disponible naturellement sous la forme d'une surface conductrice du véhicule lui-même.
- [0025] Ainsi, le dipôle linéaire de l'antenne Yagi-Uda alimenté par voie filaire est remplacé ici de manière originale par une antenne plaque monopolaire, avantageusement choisie de forme circulaire.
- [0026] Nous considérerons tout d'abord un monopole sous forme d'un disque rayonnant situé au-dessus d'un plan de masse, tel qu'illustré schématiquement en Fig. 1. Ce disque est alimenté à son extrémité inférieure O' par un signal d'antenne via un évidement aménagé à travers le plan de masse P. De manière connue en soi, le rayonnement d'un tel monopole est identique d'un dipôle équivalent constitué du monopole et de son image par rapport au plan de masse.
- [0027] La bande passante de fonctionnement de l'antenne plaque circulaire est sensiblement supérieure à celle d'un monopole de hauteur égale au diamètre de l'antenne en question. A titre d'exemple, on a représenté en Fig. 2 un diagramme donnant le coefficient de réflexion (magnitude en décibels du paramètre S_{11}) de l'antenne de la Fig. 1 en fonction de la fréquence du signal d'antenne, ce pour un diamètre de disque de 20mm. On remarque que la largeur de la bande de fonctionnement prise à 10dB s'étend sur une gamme de fréquence commençant à environ 3.3 GHz et allant au-delà de 12 GHz.
- [0028] La Fig. 3 représente schématiquement une antenne à émission longitudinale large bande selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0029] Avantageusement, l'antenne se présente dans une configuration monopolaire au sens où se situe au-dessus d'un plan conducteur P faisant office de plan de masse. Le terme « au-dessus » est ici purement relatif et l'antenne pourra se situer sous le plan conducteur. Par exemple, si l'antenne est montée sous le fuselage d'un aéronef pour une communication avec le sol, on comprendra que l'antenne en question sera située sous le plan conducteur constitué par la peau du fuselage.
- [0030] L'antenne représentée, 300, est à émission longitudinale (*end-fire antenna*) au sens où le signal émis par l'antenne le sera dans la direction Oz. Dans le cas du montage sur un aéronef, la direction Oz pourra être sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de

l'aéronef et pointer vers l'avant ou bien l'arrière de l'appareil. Alternativement, l'antenne pourra pointer dans une direction latérale.

[0031] L'antenne comprend un élément rayonnant, 320, sous la forme d'une plaque alimentée par voie filaire. Cet élément rayonnant est le seul élément de l'antenne à être alimenté directement, les autres éléments n'étant alimentés que par induction. Avantageusement, l'élément rayonnant 320 se présente sous la forme d'un disque bien que d'autres formes puissent également être envisagées. Par exemple, l'élément rayonnant pourra se présenter sous la forme d'une plaque ellipsoïdale ou rectangulaire.

[0032] Dans le cas d'un disque, le diamètre sera choisi de l'ordre de $\lambda/4$ où λ est la longueur d'onde correspondant à la borne inférieure de la bande de fonctionnement de l'antenne. Dans le cas d'une plaque ellipsoïdale ou rectangulaire, les dimensions selon les axes Ox et Oy orthogonaux à l'axe longitudinal Oz seront choisies de manière à ce que les fréquences de résonance selon les modes transverses, dans les directions en question, soient situées dans la bande de fréquence utilisée.

[0033] Avantageusement, l'élément rayonnant 320 sera avantageusement monté sous forme repliée au moyen d'un retour conducteur 325 sensiblement parallèle à la plaque 321 et présentant une faible dimension transversale dans la direction Ox. Par exemple, le retour conducteur 325 pourra être constitué par une tige conductrice de faible diamètre ou une bande conductrice rigide de faible largeur. L'extrémité inférieure 326 du retour conducteur 325 est électriquement reliée à un plan de masse. A l'émission, le signal d'antenne est appliqué entre l'extrémité inférieure 322 et le plan de masse. De manière similaire, à la réception, le signal d'antenne est pris entre l'extrémité 322 et le plan de masse.

[0034] La forme repliée de l'élément rayonnant 320 est une caractéristique avantageuse de l'invention. Cette forme permet en effet d'augmenter l'impédance de l'élément rayonnant du monopole connu de l'art antérieur. En effet, si l'impédance d'un disque monopole est d'environ 37 Ohms, celle de ce monopole en configuration repliée est quatre fois plus élevée.

[0035] Le retour conducteur 325 pourra être situé devant la plaque 321 du monopole dans le sens de la direction longitudinale Oz. Par exemple, le retour conducteur pourra s'étendre parallèlement à la plaque et est situé devant celle-ci, entre la plaque (par exemple un disque) et l'élément parasite directeur. Alternativement et préférentiellement, ce retour conducteur sera situé derrière la plaque, entre la plaque (par exemple un disque) et un élément réflecteur passif, décrit ci-après, de manière à ne pas gêner la propagation dans le sens longitudinal.

[0036] L'antenne comporte également un élément réflecteur passif, 310, dit encore élément réflecteur parasite situé à l'arrière de l'élément rayonnant. Cet élément réflecteur pourra également se présenter sous différentes formes. De manière générale, l'élément

réflecteur possèdera une dimension verticale (c'est-à-dire dans la direction Oy perpendiculaire au plan de masse) supérieure voire simplement légèrement supérieure à la dimension verticale de la plaque 321. Par exemple, la dimension verticale de l'élément réflecteur pourra excéder de 5% celle de la plaque rayonnante. De manière plus générale, l'élément réflecteur possèdera des dimensions transversales (perpendiculaires à l'axe Oz) supérieures à celle de la plaque rayonnante.

- [0037] Ainsi, lorsque la plaque 321 se présente sous la forme d'un disque, l'élément réflecteur 310 pourra se présenter sous la forme d'un disque de plus grand diamètre voire d'un parabolöide ayant une section efficace de plus grand diamètre et dont l'axe de révolution est confondu avec l'axe longitudinal Oz.
- [0038] Alternativement, lorsque la plaque 321 a une forme ellipsoïdale, l'élément réflecteur pourra se présenter également sous une forme ellipsoïdale dont les longueurs du grand axe et du petit axe sont respectivement supérieures aux longueurs du grand axe et du petit axe de la plaque. Dans ce cas également, l'élément réflecteur pourra également se présenter sous la forme d'un parabolöide aplati selon la direction du petit axe de la plaque et d'axe de symétrie confondu avec l'axe longitudinal Oz. Dans les deux cas, le grand axe de l'ellipsoïde ou de la section transversale du parabolöide sera avantageusement choisi orthogonal au plan de masse.
- [0039] Enfin, la plaque 321 pourra se présenter sous une forme de portion de cylindre, par exemple sous forme hémicylindrique, ayant un axe de révolution perpendiculaire au plan de masse, la portion de cylindre étant ouverte en direction de l'axe longitudinal Oz.
- [0040] Avantageusement, l'antenne 300 comprend en outre un ou plusieurs éléments directeurs 330. Ces éléments directeurs peuvent posséder chacun la forme d'une tige verticale de diamètre quelconque ou, de préférence, d'une structure linéaire repliée sur elle-même présentant l'avantage d'être plus solide et plus légère. Dans ce cas, un tel élément directeur 330 comprend un premier segment perpendiculaire au plan de masse, sous la forme d'une tige ou d'une bande rigide conductrice et d'un second segment conducteur parallèle et de même forme, situé à une faible distance du premier. Les premier et second segments sont reliés ensemble à une première extrémité commune 331 du côté opposé au plan de masse. En revanche, les secondes extrémités respectives, 332 et 333, des premier et second segments situés du côté du plan de masse ne sont pas connectées entre elles.
- [0041] De manière générale, le fait d'utiliser des éléments linéaires repliés sur eux-mêmes permet d'améliorer la rigidité d'ensemble de l'antenne.
- [0042] Les dimensions transversales des éléments directeurs 330 dans un plan orthogonal à l'axe Oz sont choisies inférieures voire légèrement inférieures aux dimensions transversales respectives de la plaque rayonnante 321. Par exemple, lorsque la plaque

possède une forme circulaire, ellipsoïdale ou rectangulaire, les premier et second segments d'un élément directeur ont une longueur de l'ordre de 5% plus courte que le diamètre du cercle, le petit côté de l'ellipse ou le petit côté du rectangle dans le sens de l'axe Oy.

- [0043] L'élément réflecteur, 310, l'élément rayonnant, 320, composé de l'antenne plaque, et l'(es) élément(s) directeur(s), 330, sont avantageusement montés sur une surface substantiellement plate comme par exemple un plan de masse ou la peau d'un aéronef dirigé selon la direction Oz et forment une antenne de type Yagi-Uda monopolaire.
- [0044] Les positions relatives des éléments le long de l'axe Oz et leurs espacements sont choisis de manière à optimiser la forme du faisceau, notamment à en réduire les lobes secondaires, et à permettre l'adaptation d'impédance (généralement à 50Ω). L'introduction d'éléments directeurs et d'un élément réflecteur dans le champ de de l'élément rayonnant a pour conséquence de réduire l'impédance de l'antenne et donc la puissance non rayonnée. L'élément rayonnant possède une impédance élevée, de l'ordre de 150Ω , ce qui permet d'utiliser des éléments directeurs 330 et un élément réflecteur 310 tout en réduisant la puissance non rayonnée.
- [0045] Les différents éléments de l'antenne peuvent être réalisés simplement et à bas coût à partir de feuilles ou de bandes métalliques.
- [0046] La Fig. 4 représente un diagramme donnant le coefficient de réflexion (paramètre S_{11}) de l'antenne de la Fig. 3 en fonction de la fréquence.
- [0047] La plaque rayonnante est constituée par un disque métallique de diamètre 20mm. L'antenne comporte en outre un élément réflecteur hémicylindrique et un élément directeur. On remarque sur la Fig. 4 que la largeur de la bande de fonctionnement prise à 10dB s'étend sur une octave de 3 à 6 GHz. Elle englobe par conséquent la plupart des bandes de fréquence 4G et 5G utilisées dans le monde.
- [0048] Ainsi, l'antenne proposée peut notamment servir comme antenne globale à plusieurs systèmes de communication air-sol embarqués, en particulier lorsque l'aéronef est en phase d'approche. Cette antenne peut aussi servir d'antenne relais en cas d'utilisation de téléphones cellulaires par les passagers de l'aéronef.
- [0049] La Fig. 5 représente le diagramme de rayonnement tridimensionnel de l'antenne de la Fig. 3 à une fréquence de 4 GHz.
- [0050] On note que l'antenne présente une bonne directivité à faible et moyenne élévation, une émission longitudinale dans la direction de l'axe Oz avec un gain de près de 10 dB.
- [0051] Cette bonne directivité à faible élévation est confirmée par le diagramme de rayonnement bidimensionnel de cette même antenne, toujours à une fréquence de 4GHz, dans un plan d'élévation à 5° , comme illustré en Fig. 6. Cet angle d'élévation

correspond au cas d'une antenne montée sur la partie inférieure du fuselage de l'aéronef (l'axe Oz étant sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de ce dernier) et d'une situation typique où l'aéronef vole à une altitude de 3km et la station au sol se trouve à une trentaine de kms.

[0052] La largeur angulaire en azimut du lobe principal est de plus de 120° ce qui autorise des communications à qualité de service élevée même lorsque la station au sol n'est pas dans l'alignement du cap de l'avion. Il n'est donc pas nécessaire d'effectuer une formation de faisceau dynamique pour pointer dans la direction de cette station.

[0053] En outre, le diagramme de rayonnement présente des lobes secondaires peu nombreux avec une forte réjection, ce qui réduit d'autant les risques d'interférence en réception.

Revendications

- [Revendication 1] Antenne de type Yagi-Uda comprenant un élément rayonnant (320), un élément parasite réflecteur (310) et au moins un élément parasite directeur (330) disposés dans cet ordre le long d'un axe longitudinal de l'antenne, caractérisée en ce que l'élément rayonnant est formé par une plaque conductrice (321), disposée de manière sensiblement orthogonale à l'axe longitudinal de l'antenne et au-dessus d'un plan de masse (310) de manière à constituer un monopole, la plaque étant pourvue, du côté du plan de masse, d'une borne d'alimentation (322) pour appliquer ou recevoir un signal d'antenne.
- [Revendication 2] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 1, caractérisée en ce que la plaque conductrice se présente sous la forme circulaire, ellipticoïdale ou rectangulaire, et qu'elle est équipée, à une extrémité opposée au plan de masse, d'un retour conducteur (325), le retour conducteur étant électriquement relié au plan de masse, de sorte que l'ensemble constitué par la plaque conductrice et le retour conducteur forment un monopole replié.
- [Revendication 3] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la plaque conductrice se présente comme un disque de diamètre de l'ordre de $\lambda/4$ où λ est une longueur d'onde correspondant à la borne inférieure de la bande de fréquence de fonctionnement de l'antenne et que le retour conducteur se présente comme une tige ou une bande de longueur sensiblement identique au diamètre du disque.
- [Revendication 4] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 3, caractérisée en ce que le retour conducteur s'étend parallèlement au disque et est situé derrière celui-ci, entre le disque et l'élément parasite réflecteur.
- [Revendication 5] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 3, caractérisée en ce que le retour conducteur s'étend parallèlement au disque et est situé devant celui-ci, entre le disque et l'élément parasite directeur.
- [Revendication 6] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'élément parasite réflecteur présente, dans la direction perpendiculaire au plan de masse, une dimension supérieure à celle de la plaque conductrice selon cette même direction.
- [Revendication 7] Antenne de type Yagi-Uda selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément parasite directeur est configuré comme un monopole replié, comprenant un premier segment conducteur et un second segment conducteur, parallèles entre eux et à la plaque

conductrice, lesdits premier et second segments conducteurs étant reliés en une première extrémité commune, du côté opposé au plan de masse et n'étant pas reliés à leurs secondes extrémités, du côté du plan de masse.

[Revendication 8] Antenne de type Yagi-Uda selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que la plaque conductrice se présente sous la forme d'un disque et que les premier et second segments conducteurs ont une longueur inférieure au diamètre de ce disque.

[Revendication 9] Antenne Yagi-Uda selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que sa bande passante de fonctionnement couvre plus d'une octave.

[Revendication 10] Aéronef caractérisé en ce qu'il comporte une antenne Yagi-Uda selon l'une des revendications précédentes, ladite antenne étant montée sur la partie inférieure du fuselage de l'aéronef l'axe longitudinal de l'antenne étant sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de l'aéronef, et le plan de masse étant constitué par la peau du fuselage.

[Fig. 1]

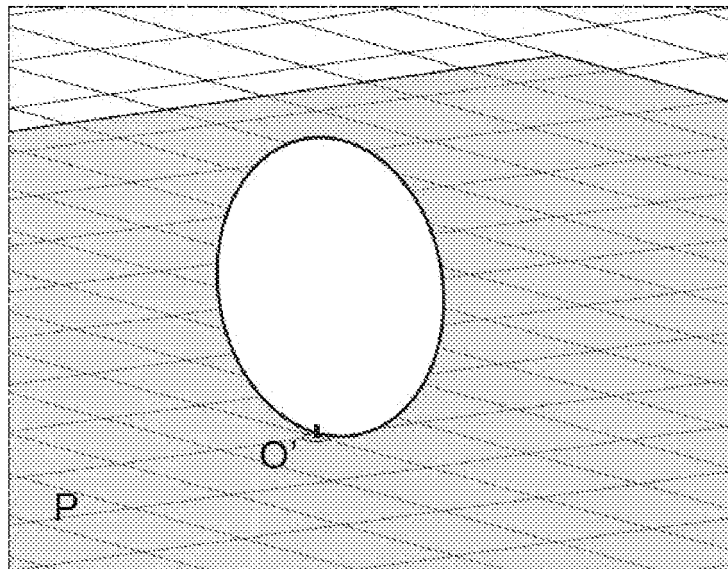


FIG.1

[Fig. 2]

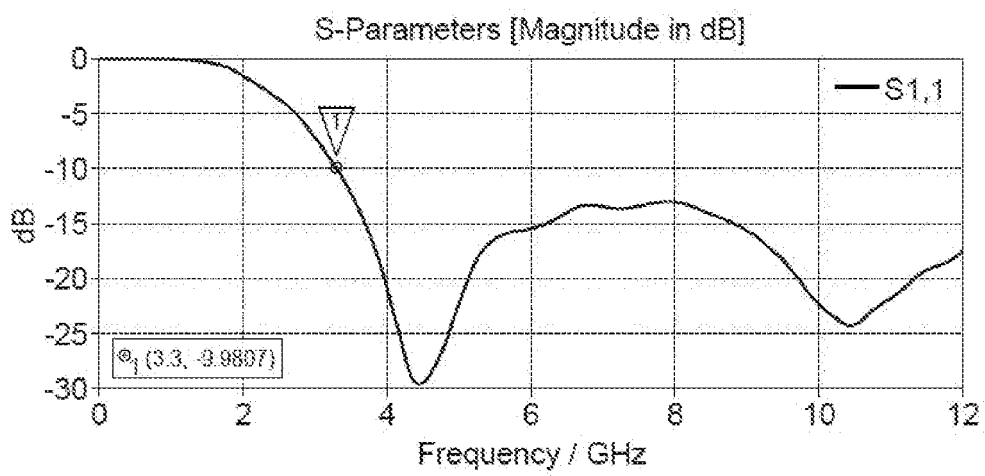
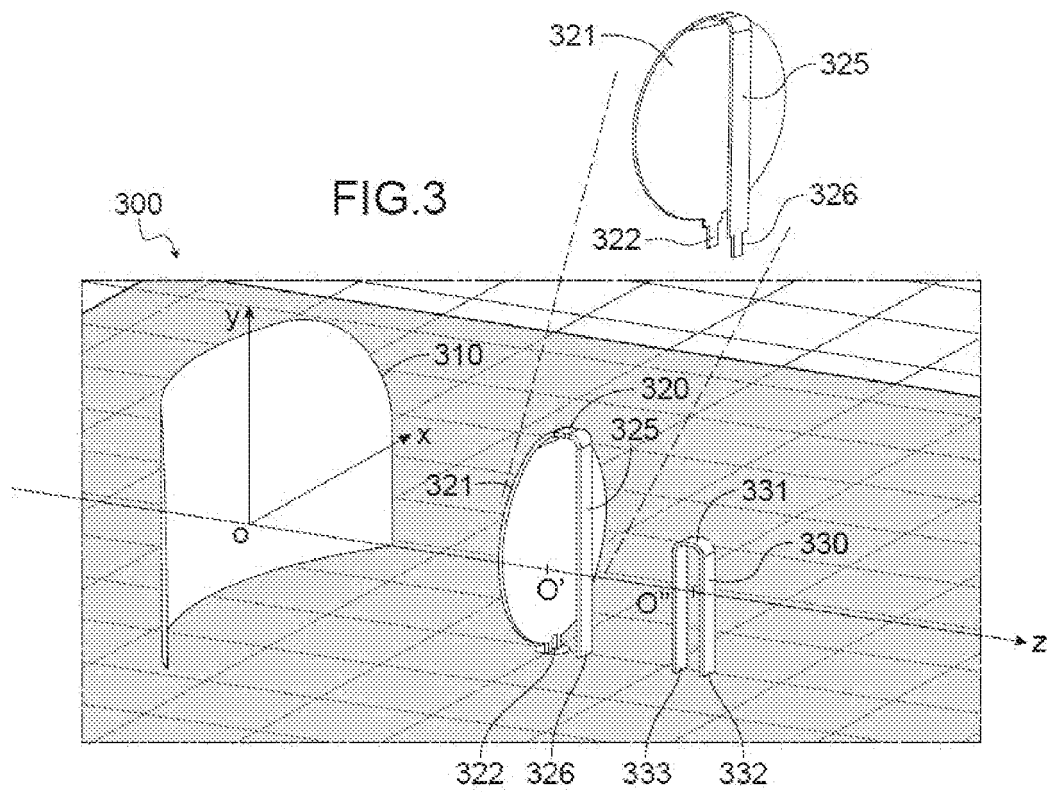
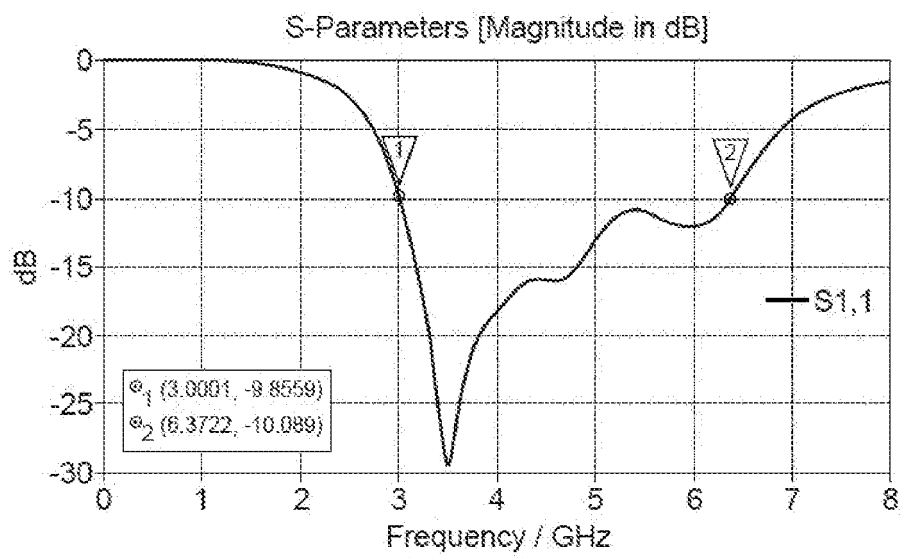


FIG.2

[Fig. 3]



[Fig. 4]

**FIG. 4**

[Fig. 5]

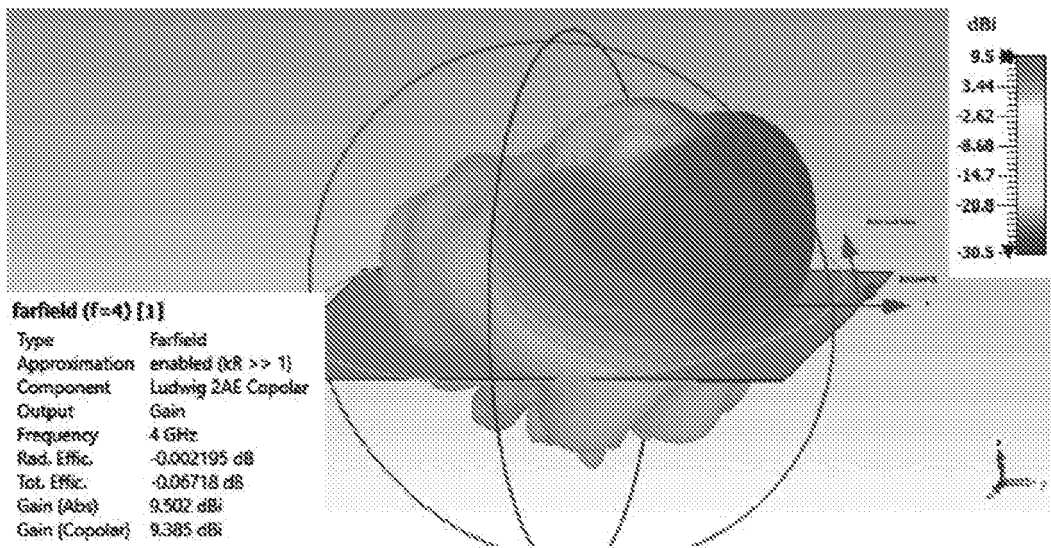


FIG.5

[Fig. 6]

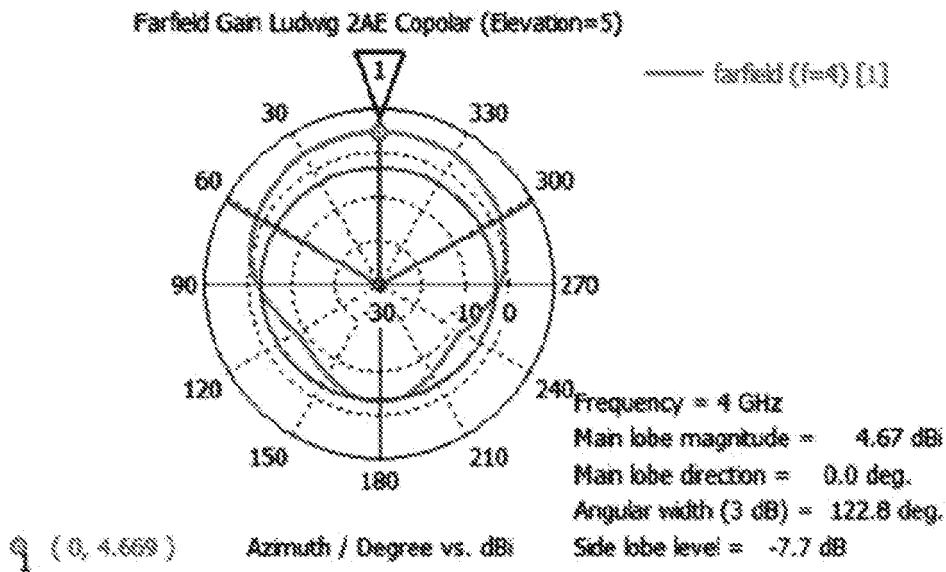


FIG.6

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 880163
 FR 2003063

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 8 228 254 B2 (FOLTZ HEINRICH [US]; ASGHARIAN LALEH [US]; SHOOSHTARI SEFF [US]) 24 juillet 2012 (2012-07-24)	1-3,6-10	H01Q19/30 H01Q1/28
Y	* colonne 2 - colonne 5; figures 2-6 *	4,5	
X	US 2019/280365 A1 (SONG HYOK JAE [US] ET AL) 12 septembre 2019 (2019-09-12)	1,2,6,10	
A	* alinéa [0019] - alinéa [0020] *	3-5,7-9	
X	NUANGPIROM PINIT ET AL: "A Dual-Band Microstrip fed Monopole Quasi - Yagi Antenna", 2018 INTERNATIONAL ELECTRICAL ENGINEERING CONGRESS (IEECON), IEEE, 7 mars 2018 (2018-03-07), pages 1-4, XP033547958, DOI: 10.1109/IEECON.2018.8712181 [extrait le 2019-05-09]	1,6,9,10	
Y	* le document en entier *	4,5	
A		2,3,7,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	US 2014/043197 A1 (LEE YOUN MOO [US] ET AL) 13 février 2014 (2014-02-13)	1,6,9,10	H01Q
Y	* alinéa [0055] - alinéa [0063]; figures 1A-2C *	4,5	
A		2,3,7,8	
A	US 7 023 396 B2 (THOMSON LICENSING [FR]) 4 avril 2006 (2006-04-04) * alinéa [0012] - alinéa [0017]; figures 1-5 *	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 novembre 2020		Keyrouz, Shady	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2003063 FA 880163**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-11-2020**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 8228254	B2	24-07-2012	AUCUN	

US 2019280365	A1	12-09-2019	CN 110247152 A	17-09-2019
			DE 102019105395 A1	12-09-2019
			US 2019280365 A1	12-09-2019

US 2014043197	A1	13-02-2014	AUCUN	

US 7023396	B2	04-04-2006	CN 1523709 A	25-08-2004
			EP 1443593 A1	04-08-2004
			FR 2850794 A1	06-08-2004
			JP 2004236315 A	19-08-2004
			KR 20040070024 A	06-08-2004
			MX PA04000846 A	05-08-2004
			US 2004183740 A1	23-09-2004
