



(11) **EP 2 610 965 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**03.07.2013 Bulletin 2013/27**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 1/38** (2006.01) **H01Q 9/28** (2006.01)  
**H01Q 17/00** (2006.01) **H01Q 19/10** (2006.01)  
**H01Q 21/26** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12199498.2**

(22) Date de dépôt: **27.12.2012**

(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) Inventeurs:  
• **Clauzier, Olivier**  
**35000 RENNES (FR)**  
• **Colombel, Franck**  
**35160 Montfort-sur-Meu (FR)**  
• **Himdi, Mohammed**  
**35200 RENNES (FR)**  
• **Le Meins, Cyrille**  
**49309 CHOLET CEDEX (FR)**

(30) Priorité: **27.12.2011 FR 1104120**

(71) Demandeurs:  
• **Thales**  
**92200 Neuilly Sur Seine (FR)**  
• **Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S)**  
**75016 Paris (FR)**  
• **Université de Rennes 1**  
**35065 Rennes (FR)**

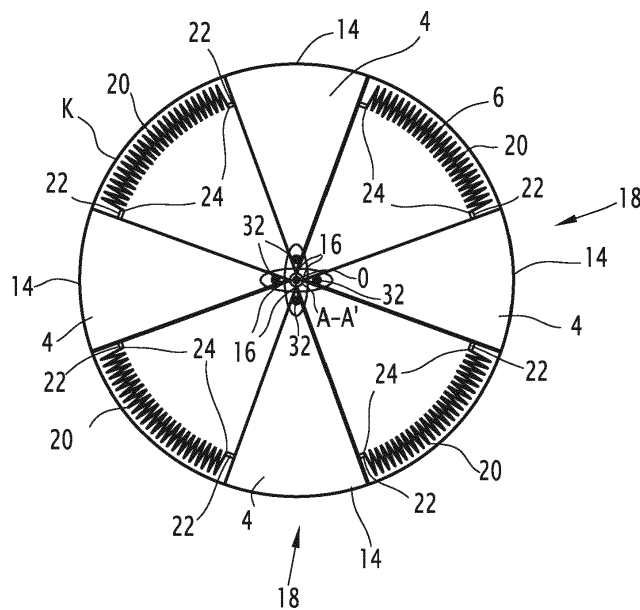
(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**  
**Cabinet Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) **Antenne compacte à large bande à double polarisation linéaire**

(57) Une antenne (2) d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, du type comprenant un plan réflecteur (12), une surface absorbante (10) et deux dipôles (18) orthogonaux comprenant chacun deux éléments

rayonnants (4).

Les éléments rayonnants (4) sont sensiblement plans et présentent chacun une forme générale triangulaire.



**FIG.1**

**EP 2 610 965 A1**

**Description**

[0001] L'invention concerne une antenne compacte.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne une antenne d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, du type comprenant :

- deux dipôles orthogonaux, chaque dipôle comprenant deux éléments rayonnants,
- un plan réflecteur, et
- une surface absorbante.

[0003] L'invention se situe dans le domaine des antennes et des systèmes antennaires dédiés à des applications de réception et d'émission d'ondes électromagnétiques dans une très large bande de fréquences. Par exemple, l'antenne compacte opère dans les bandes VHF et UHF, c'est-à-dire à des fréquences comprises entre 30 MHz et 3 GHz, et plus particulièrement à des fréquences comprises entre 30 MHz et 500 MHz.

[0004] De telles antennes sont utilisées à diverses fins, par exemple dans le domaine des télécommunications, et sont notamment destinées à être emportées sur un engin, qu'il soit terrestre, aéroporté ou naval.

[0005] Dès lors, ces antennes sont soumises à un certain nombre de contraintes techniques spécifiques.

[0006] Ainsi, ces antennes doivent par exemple présenter une discrétion visuelle ou une SER, pour Surface Equivalente Radar, faibles, disposer de performances radioélectriques élevées telles qu'un ROS, pour Rapport d'Onde Stationnaire, faible, un gain fort, etc., tout en présentant de faibles dimensions.

[0007] Dans certains cas, elles doivent également être adaptées pour recevoir, émettre et/ou discriminer les ondes électromagnétiques quelle que soit leur polarisation.

[0008] En outre, elles doivent disposer d'une couverture radioélectrique unidirectionnelle.

[0009] Enfin, elles ne doivent pas dégrader l'aérodynamisme ou le gabarit routier d'un engin auquel elles sont intégrées et présenter des performances radioélectriques indépendantes vis-à-vis de celui-ci.

[0010] Des antennes satisfaisant certaines de ces contraintes sont connues de l'état de la technique, par exemple dans les applications de communication.

[0011] Ainsi, US 7 692 603 B1 décrit une antenne dont les éléments rayonnants sont spiralés. Une telle antenne présente de faibles dimensions adaptées pour minimiser les couplages et interférences électromagnétiques avec les objets avoisinants.

[0012] En outre, il existe des antennes omnidirectionnelles de type monopôle ou dipôle à polarisation linéaire, principalement à polarisation linéaire verticale, permettant de couvrir la bande comprise entre 30 MHz et 500 MHz.

[0013] Toutefois, ces solutions ne donnent pas entière satisfaction.

[0014] En effet, la plupart des antennes de l'état de la technique ne présentent qu'une partie des caractéristiques décrites ci-dessus.

[0015] Ainsi, la plupart des antennes connues de l'homme du métier présentent un encombrement incompatible avec les critères:

- de discrétion visuelle,
- et/ou de réduction de la SER,
- et/ou d'optimisation de l'aérodynamisme de l'engin auquel elles sont intégrées,
- et/ou de respect du gabarit routier dudit engin.

[0016] En outre, les performances radioélectriques des antennes omnidirectionnelles de type dipôle sont sensiblement dégradées lorsqu'elles sont intégrées à des engins présentant des parties métalliques situées à proximité desdites antennes.

[0017] Par ailleurs, les antennes omnidirectionnelles de type monopôle nécessitent un plan de masse suffisamment grand par rapport à la longueur d'onde pour obtenir des performances radioélectriques optimales, celles-ci étant en outre dépendantes de la surface de l'engin sur laquelle elles sont agencées. Ces antennes présentent ainsi des performances radioélectriques impactées par la surface sur laquelle elles sont agencées. De plus, elles ne permettent pas de traiter l'aspect multi-polarisations des ondes électromagnétiques. Enfin, bien que ces antennes aient des dimensions réduites par rapport aux antennes dipôles, celles-ci restent parfois incompatibles avec des critères de discrétion visuelle, de SER, d'aérodynamisme et/ou de gabarit routier.

[0018] De même, les antennes spiralées présentent une limitation de la fréquence basse d'utilisation située aux alentours de 200 MHz au regard de l'encombrement visé par l'objet de la présente demande. En outre, ces antennes sont pour la plupart à polarisation circulaire droite ou gauche et ne permettent pas de traiter l'aspect multi-polarisation des ondes électromagnétiques à partir d'une seule antenne. De plus, ces antennes présentent généralement des valeurs de gain et de ROS ainsi qu'un caractère unidirectionnel du rayonnement insuffisants en basses fréquences.

**[0019]** Ce dernier type d'antenne présente enfin des performances radioélectriques particulièrement dégradées en basses fréquences, c'est-à-dire en dessous d'environ 200 MHz, dans le cas où elles doivent être placées dans une cavité métallique destinée à améliorer la discrétion visuelle, la SER et/ou l'aérodynamisme de l'engin auquel elles sont intégrées. Le niveau de dégradation de performances varie en fonction du diamètre de cette cavité.

**[0020]** L'objet de l'invention est donc d'obtenir une antenne qui permette d'améliorer la satisfaction de ces critères.

**[0021]** A cet effet, l'invention concerne une antenne du type précité **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants sont sensiblement plans et présentent chacun une forme générale triangulaire.

**[0022]** Selon d'autres aspects de l'invention, l'antenne compacte à large bande comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) seule(s) ou selon toute combinaison(s) techniquement possible(s):

- les éléments rayonnants sont tous sensiblement compris dans un même plan ;
- chaque élément rayonnant présente un bord libre légèrement arrondi, les dipôles étant sensiblement inscrits dans un cercle, le bord libre de chaque élément rayonnant appartenant audit cercle ;
- chaque élément rayonnant comprend un sommet opposé à son bord libre arrondi, ledit sommet de chaque élément rayonnant étant sensiblement orienté vers le centre dudit cercle ;
- chaque élément rayonnant est agencé entre les deux éléments rayonnants de l'autre dipôle, deux éléments rayonnants successifs étant reliés par une couronne bobinée ;
- la couronne bobinée comprend des bobines de liaison, chaque bobine de liaison étant raccordée à deux éléments rayonnants successifs ;
- une bobine de liaison présente deux extrémités raccordées chacune via une résistance à l'un des éléments rayonnants auxquels la bobine de liaison est raccordée ;
- la couronne bobinée comprend des portions de couronne bobinée, chaque portion de couronne bobinée reliant deux éléments rayonnants successifs et présentant plusieurs bobines de liaison adjacentes, une résistance étant disposée entre deux bobines de liaison adjacentes ;
- elle est intégralement comprise dans un cylindre de diamètre sensiblement égal à 350 mm et de hauteur sensiblement égale à 150 mm ;
- elle est adaptée pour émettre/recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 500 MHz, et avantageusement dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 800 MHz ;
- elle est propre à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques présentant une polarisation parmi une polarisation linéaire quelconque, une polarisation circulaire ou une polarisation elliptique, chaque dipôle étant respectivement propre à l'émission/réception d'ondes électromagnétiques présentant une polarisation linéaire horizontale pour l'un des dipôles et linéaire verticale pour l'autre dipôle.

**[0023]** En outre, l'invention concerne un engin terrestre, aéroporté ou naval du type comportant :

- une surface plane et/ou une cavité ménagée de l'engin,
- une antenne telle que décrite plus haut agencée sur la surface plane et/ou dans la cavité.

**[0024]** Selon d'autres aspects de l'invention, l'engin peut comprendre la caractéristique suivante :

- la surface plane et/ou la cavité sont réalisées à partir d'un matériau métallique.

**[0025]** L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue du dessus d'un premier mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 2 représente une vue d'une partie d'une bobine de liaison de l'antenne de la figure 1,
- la figure 3 représente une vue du dessus de la surface absorbante dans une antenne selon l'invention,
- la figure 4 représente une vue de côté du premier mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 5 est un diagramme de représentation du rapport d'onde stationnaire en fonction de la fréquence pour une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est un diagramme de représentation du gain d'une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention en fonction de la fréquence,
- la figure 7 représente des diagrammes de rayonnement selon le plan azimutal d'une antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention pour des fréquences valant 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 300 MHz et 500 MHz,
- la figure 8 représente une vue du dessus d'un second mode de réalisation d'une antenne selon l'invention,
- la figure 9 est un diagramme de représentation du rapport d'onde stationnaire en fonction de la fréquence dans une

- antenne selon les premier et deuxième modes de réalisation de l'invention,
- la figure 10 est un diagramme de représentation du gain en fonction de la fréquence d'une antenne selon le premier et le second modes de réalisation de l'invention,
- la figure 11 représente des diagrammes de rayonnement selon le plan azimutal d'une antenne selon le second mode de réalisation pour des fréquences valant 30 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 300 MHz et 500 MHz, et
- la figure 12 est une vue de côté de l'antenne de la figure 4 disposée dans une cavité.

**[0026]** L'antenne selon l'invention 2 est destinée à être fixée sur une surface d'un engin mobile, par exemple d'un élément ou d'une structure dudit engin. Avantageusement, l'antenne 2 est destinée à être fixée dans une cavité métallique ménagée dans la peau dudit engin et prévue à cet effet.

**[0027]** L'antenne 2 est destinée à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 500 MHz. En variante, elle est destinée à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 800 MHz.

**[0028]** En référence à la figure 1 et à la figure 4, qui représentent respectivement une vue de dessus et une vue de côté d'une antenne 2 dans un premier mode de réalisation de l'invention, l'antenne 2 comprend une pluralité d'éléments rayonnants 4 et une couronne bobinée 6 chargée (c'est-à-dire qu'elle comprend des résistances, comme on le verra par la suite) associée aux éléments rayonnants 4 de l'antenne 2. En outre, elle comprend des moyens 8 d'adaptation d'impédance et d'alimentation des éléments rayonnants 4, une surface absorbante 10, ainsi qu'un plan réflecteur 12.

**[0029]** Les éléments rayonnants 4 sont propres à recevoir et émettre des ondes électromagnétiques.

**[0030]** A cet effet, les éléments rayonnants 4 sont réalisés à partir d'un matériau électriquement conducteur.

**[0031]** Dans le mode de réalisation de la figure 1, les éléments rayonnants 4 sont réalisés en technologie imprimée connue de l'homme du métier.

**[0032]** En référence à la figure 1, l'antenne selon l'invention 2 comprend quatre éléments rayonnants 4. Ces éléments 4 sont plans, coplanaires et présentent chacun une forme générale triangulaire.

**[0033]** Par « forme générale triangulaire », on entend une forme de triangle, de triangle dont un ou plusieurs côtés présentent un léger arrondi, ou encore de triangle dont un ou plusieurs sommets sont arrondis, « écornés » ou « émoussés ».

**[0034]** Dans l'exemple illustré sur la Figure 1, chaque élément rayonnant 4 présente trois sommets. En outre, chaque élément rayonnant 4 comprend un bord libre 14 légèrement arrondi et un sommet opposé 16 audit bord arrondi 14.

**[0035]** Ces éléments rayonnants 4 sont sensiblement compris dans un même plan P. En outre, tous présentent sensiblement les mêmes dimensions.

**[0036]** Dans l'exemple de la figure 1, les éléments rayonnants 4 présentent par ailleurs un angle d'ouverture d'environ 40° permettant d'optimiser les performances d'impédance et de gain de l'antenne 2 sur la largeur de bande couverte, tout en minimisant l'encombrement de l'antenne, comme on le verra par la suite.

**[0037]** Les éléments rayonnants 4 sont répartis en deux dipôles 18 comportant chacun deux éléments rayonnants 4.

**[0038]** Chaque dipôle 18 est propre à émettre ou recevoir des ondes électromagnétiques présentant une polarisation linéaire verticale pour l'un et horizontale pour l'autre. L'émission et la réception d'ondes de polarisation quelconque (polarisation linéaire quelconque ou polarisation circulaire ou polarisation elliptique) sont alors obtenues par combinaison des deux polarisations linéaires de manière analogique en ajoutant par exemple une fonction de couplage ou par traitement numérique, ceci étant connu de l'homme du métier.

**[0039]** A cet effet, les dipôles 18 sont orthogonaux. Les deux éléments rayonnants 4 d'un dipôle 18 adapté pour une polarisation linéaire donnée sont agencés entre les deux éléments rayonnants 4 de l'autre dipôle 18, deux éléments rayonnants 4 successifs étant reliés par la couronne bobinée chargée 6, comme on le verra par la suite.

**[0040]** Les deux dipôles 18 sont sensiblement inscrits dans un cercle K de centre O, le bord libre 14 arrondi de chaque élément rayonnant 4 appartenant à ce cercle. En outre, le sommet opposé 16 de chaque élément rayonnant 4 est orienté vers le centre O du cercle K. Les dipôles 18 sont ainsi symétriques par rapport au centre O du cercle K.

**[0041]** Le diamètre du cercle K est égal à une fraction de la longueur d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire que

le diamètre est égal à  $\frac{\lambda}{n}$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde et n est un nombre strictement positif.

**[0042]** Pour une antenne idéale de faible largeur de bande centrée autour d'une longueur d'onde  $\lambda$ , n est typiquement choisi égal à 2.

**[0043]** Le dimensionnement des dipôles est alors déterminé en règle générale par le ratio  $\frac{\lambda}{2}$  indépendamment

de l'encombrement résultant.

**[0044]** Or, les contraintes d'encombrement et de largeur de bande auxquelles l'antenne 2 selon l'invention répond se

traduisent par un écart important avec ce cas de figure.

**[0045]** Ainsi, dans le mode de réalisation considéré, le diamètre du cercle K est pris sensiblement égal à 330 mm, n étant donc compris approximativement entre 30 et 1,8 respectivement pour des ondes électromagnétiques de fréquence allant de 30 MHz à 500 MHz.

**[0046]** Dans certains modes de réalisation, la plage de variation de n est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

**[0047]** De manière connue, une antenne dont les éléments rayonnants présentent des dimensions faibles par rapport à la longueur des ondes électromagnétiques qu'ils sont destinés à capter et/ou émettre présente des propriétés radioélectriques dégradées aux fréquences correspondant à ces longueurs d'onde.

**[0048]** Ainsi, la couronne bobinée 6 est propre à conférer un comportement selfique à l'antenne 2, ce qui permet d'améliorer les valeurs de gain de l'antenne 2 aux basses fréquences, particulièrement aux fréquences inférieures à 300 MHz.

**[0049]** En outre, la couronne bobinée 6 est propre à optimiser l'adaptation d'impédance et le gain de l'antenne 2 aux basses fréquences.

**[0050]** A cet effet, la couronne bobinée 6 comprend une pluralité de bobines de liaison 20 ménagées entre les éléments rayonnants 4.

**[0051]** Dans le mode de réalisation de la figure 1, la couronne bobinée 6 comprend ainsi quatre bobines de liaison 20 raccordées chacune de part et d'autre à deux éléments rayonnants 4 adjacents.

**[0052]** Chaque bobine de liaison 20 est ménagée entre deux éléments rayonnants 4 de façon à décrire l'arc du cercle K circonscrit aux dipôles 18 compris entre les deux éléments rayonnants 4 auxquels elle est raccordée.

**[0053]** Comme illustré sur la figure 1, chaque bobine 20 comprend une pluralité de spires de diamètre et de pas constants. Chacune de ses spires comprend un point présentant une distance maximale au point O. Les bobines de liaison 20 sont alors disposées de sorte que le cercle K circonscrit aux dipôles 18 soit sensiblement circonscrit à l'ensemble de ces points pour une bobine de liaison 20 donnée, et ce pour chacune des bobines de liaison 20 que comprend la couronne bobinée 6.

**[0054]** La couronne bobinée 6 comprend en outre des résistances 22 propres à optimiser l'adaptation d'impédance de l'antenne 2.

**[0055]** A cet effet, une résistance 22 est intercalée entre chaque extrémité 24 que présente une bobine de liaison 20 et l'élément rayonnant 4 auquel celle-ci est raccordée.

**[0056]** Dans l'exemple de la figure 1, la valeur de chaque résistance 22 est par exemple sensiblement égale à 300 Ohms. La valeur de la résistance 22 est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

**[0057]** De manière connue et en référence à la figure 2 qui représente une vue d'une bobine de liaison 20, chaque bobine de liaison 20 génère une résonance importante autour d'une valeur de fréquence  $f_0$ , cette fréquence  $f_0$  dite « fréquence de résonance de la bobine de liaison 20 » étant définie par :

$$f_0 = \frac{29,85 \cdot \left(\frac{H}{D}\right)^{\left(\frac{1}{5}\right)}}{N \cdot D}, \quad (1)$$

$f_0$  étant en MHz, H la longueur de la bobine de liaison 20 (en m), D le diamètre de la bobine de liaison 20 (en m) et N le nombre de tours de fil bobiné de la bobine de liaison 20.

**[0058]** Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, le diamètre D d'une bobine de liaison 20 est égal à 20 mm, son pas (la distance entre deux spires successives de la bobine de liaison 20) pris égal à 5 mm, et le nombre de tours N de chaque bobine de liaison 20 est pris égal à 26, ce qui donne une longueur H d'environ 150 mm.

**[0059]** La relation (1) donne alors une fréquence de résonance de la bobine de liaison 20 environ à 90 MHz.

**[0060]** Cette résonance cause alors une dégradation des performances de ROS de l'antenne 2 pour des ondes électromagnétiques de fréquence proche de la fréquence de résonance des bobines de liaison 20.

**[0061]** On conçoit qu'il est intéressant de décaler cette fréquence de résonance en modifiant les dimensions des bobines de liaison 20 utilisées, comme on le verra par la suite dans un second mode de réalisation de l'invention.

**[0062]** De manière connue de l'homme du métier, la surface absorbante 10 est propre à optimiser le niveau d'adaptation d'impédance, à augmenter la directivité de l'antenne 2 et par conséquent à améliorer le gain de l'antenne 2 aux basses fréquences.

**[0063]** En outre, cette surface absorbante 10 permet de réduire l'encombrement vertical de l'antenne 2 ainsi que l'impact de la surface sur laquelle l'antenne est fixée sur les performances radioélectriques de l'antenne selon l'invention 2.

**[0064]** A cet effet, la surface absorbante 10 est réalisée à partir d'un matériau de type ferrite et est située à proximité des éléments rayonnants 4.

**[0065]** La surface absorbante 10 absorbe ainsi une partie du rayonnement émis par l'antenne 2 dans la direction opposée à sa direction de rayonnement privilégiée.

5 **[0066]** En référence aux figures 3 et 4, la figure 3 représentant une vue du dessus de la surface absorbante 10, dans le cas considéré, celle-ci présente une forme générale octogonale et est comprise dans un plan sensiblement parallèle au plan P des éléments rayonnants 4. La surface absorbante 10 est à une distance du plan P des éléments rayonnants 4 sensiblement égale à 15 mm.

**[0067]** La surface absorbante 10 comprend une pluralité de portions de surface absorbante 26.

10 **[0068]** Dans l'exemple de la figure 3, la surface absorbante 10 comprend neuf portions de surface absorbante 26 de forme générale carrée et d'arête d'une longueur prise égale à 100 mm.

**[0069]** La surface absorbante 10 est ainsi comprise dans un carré d'arête 300 mm dont le centre C appartient à un axe A-A' perpendiculaire au plan P et passant par O. Les quatre portions de surface absorbante 26 situées aux angles de ce carré présentent un biseau de largeur environ égale à 70 mm.

15 **[0070]** En regard de la Figure 4, la surface absorbante 10 présente une épaisseur d'environ 7 mm.

**[0071]** De manière connue, le plan réflecteur 12 de l'antenne selon l'invention 2 est propre à fournir une référence de masse et à réfléchir aux hautes fréquences de la bande de l'antenne 2, par exemple au dessus d'environ 350 MHz, une partie du rayonnement électromagnétique émis par l'antenne 2 dans la direction opposée à sa direction de rayonnement privilégiée - celle-ci étant selon l'axe A-A' et, en référence à la figure 4, dans le sens du parcours de l'axe A-A' depuis  
20 la partie inférieure de la figure vers la partie supérieure de la figure -, et ainsi augmenter les performances radioélectriques de l'antenne 2 aux hautes fréquences.

**[0072]** En outre, le plan réflecteur 12 contribue à minimiser l'influence de l'engin auquel est intégrée l'antenne 2 sur les performances radioélectriques de celle-ci.

25 **[0073]** Ainsi, le plan réflecteur 12 est parallèle au plan P et distant de celui-ci d'une distance égale à une fraction de

la longueur d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire que la distance est égale à  $\frac{\lambda}{m}$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde

et m est un nombre strictement positif.

30 **[0074]** Pour une antenne idéale de faible largeur de bande centrée autour d'une longueur d'onde  $\lambda$ , m est typiquement

choisi égal à 4. La distance du plan réflecteur aux dipôles est alors déterminée par le ratio  $\frac{\lambda}{4}$  indépendamment de

l'encombrement résultant.

35 **[0075]** Or, les contraintes d'encombrement et de largeur de bande auxquelles l'antenne 2 selon l'invention répond se traduisent par un écart important avec ce cas de figure.

**[0076]** Ainsi, dans le mode de réalisation considéré, la distance du plan réflecteur 12 au plan P est prise sensiblement égale à 150 mm, m étant alors compris approximativement entre 67 et 4 respectivement pour des ondes électromagnétiques de fréquence allant de 30 MHz à 500 MHz.

40 **[0077]** Dans certains modes de réalisation, la plage de variation de m est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

**[0078]** Le plan réflecteur 12 présente une forme générale circulaire d'axe central A-A' et de diamètre environ 350 mm.

**[0079]** Les éléments rayonnants 4, le plan réflecteur 12 et la surface absorbante 10 sont parallèles entre eux et sont centrés autour de l'axe A-A'.

45 **[0080]** En référence à la figure 4, l'antenne selon l'invention 2 présente ainsi des dimensions telles qu'elle est sensiblement comprise dans un cylindre d'axe A-A', de diamètre 350 mm et de hauteur 150 mm.

**[0081]** En outre, la disposition du plan réflecteur 12 et de la surface absorbante 10 par rapport aux dipôles 18 est propre à minimiser les interférences entre le rayonnement principal de l'antenne 2 et la partie du rayonnement dans la direction opposée à la direction de rayonnement privilégiée de l'antenne 2 qui se réfléchit contre les surfaces ou les  
50 objets avoisinants et interfère alors avec le rayonnement principal de l'antenne 2.

**[0082]** La combinaison du plan réflecteur 12 et de la surface absorbante 10 est ainsi propre à minimiser l'impact sur les performances radioélectriques de la surface ou de la cavité prévue pour accueillir l'antenne 2.

**[0083]** Plus particulièrement, cette combinaison permet de minimiser cet impact lorsque la dite surface ou ladite cavité est réalisée à partir d'un matériau métallique.

55 **[0084]** Les moyens d'adaptation d'impédance et d'alimentation 8 de l'antenne 2 sont propres à assurer l'adaptation d'impédance et l'alimentation des dipôles 18 de l'antenne 2 ainsi qu'à symétriser les courants dans les éléments rayonnants 4.

**[0085]** A cet effet, ces moyens 8 comprennent deux connecteurs 28, deux transformateurs d'impédance 30, des

## EP 2 610 965 A1

contacts électriques 32 placés entre les éléments rayonnant 4 et les transformateurs 30. En outre, ces moyens 8 comprennent des contacts électriques 34, 36 placés entre les connecteurs 28 et les transformateurs 30, les contacts électriques de référence 36 étant des contacts de masse.

**[0086]** Les connecteurs 28 sont adaptés pour assurer l'interface électrique entre l'antenne 2 et un dispositif (non représenté) d'émission et/ou de réception qui lui est associé.

**[0087]** De manière connue, de tels connecteurs 28 sont destinés à être mis en prise avec des câbles coaxiaux (non représentés) par exemple, et présentent alors une âme 38 et une masse 40 complémentaires de celles des câbles coaxiaux auxquels ils sont raccordés.

**[0088]** Dans le mode de réalisation de la figure 4, l'âme 38 de chaque connecteur 28 est raccordée à une voie asymétrique 44 que comprend chaque transformateur d'impédance 30 via un contact électrique 34, et la masse 40 de chaque connecteur 28 est raccordée à une voie de masse 46 de chaque transformateur 30 via un contact électrique 36, la masse 40 de chaque connecteur 28 étant en continuité électrique avec le plan réflecteur 12 via un contact électrique 35.

**[0089]** De tels contacts électriques 34, 35, 36 sont bien connus de l'homme du métier et ne seront pas décrits ici.

**[0090]** De manière connue, un transformateur d'impédance 30 est adapté pour maximiser le transfert de puissance entre les dipôles 18 de l'antenne 2 et le dispositif d'émission et/ou de réception auquel l'antenne 2 est associée.

**[0091]** A chaque dipôle 18 est associé un transformateur d'impédance 30.

**[0092]** Comme illustré sur la Figure 4, chaque transformateur d'impédance 30 comprend deux voies symétriques 42 raccordées chacune à l'un des éléments rayonnants 4 du dipôle 18 correspondant via un contact électrique 32, ainsi qu'une voie asymétrique 44 et une voie de masse 46, comme décrit ci-dessus..

**[0093]** Les contacts électriques de référence 32 sont bien connus de l'homme du métier et ne seront pas décrits ici.

**[0094]** En référence à la figure 5, qui est une courbe de représentation du ROS de l'antenne 2 selon le premier mode de réalisation en fonction de la fréquence, l'antenne 2 présente des valeurs de rapport d'onde stationnaire inférieures ou de l'ordre de 3 pour des fréquences supérieures à 200 MHz, c'est-à-dire qu'elle présente de bonnes qualités d'adaptation d'impédance sur une large bande de fréquences.

**[0095]** Par ailleurs, en référence à la figure 6, qui est une courbe de représentation du gain de l'antenne 2 selon ce mode de réalisation en fonction de la fréquence, l'antenne 2 selon ce mode de réalisation de l'invention présente un gain sensiblement égal à -16 dBi à 100 MHz, à -6 dBi à 200 MHz et devient positif au-delà de 310 MHz.

**[0096]** Le gain est en outre compris entre -38 dBi et -16 dBi entre 30 MHz et 100 MHz.

**[0097]** La figure 7 fournit les diagrammes de rayonnement dans le plan azimutal d'une antenne 2 selon ce premier mode de l'invention pour des fréquences valant 30, 50, 100, 300 et 500 MHz.

**[0098]** On constate sur ces diagrammes qu'une telle antenne 2 présente un lobe de rayonnement principal, c'est-à-dire de rayonnement dans sa direction privilégiée, stable en fonction de la fréquence ainsi qu'un bon rapport avant/arrière, et ce même aux fréquences inférieures ou égales à 100 MHz. En outre, le plan réflecteur 12 et la surface absorbante 10 contribuent à l'optimisation de l'impédance, de la directivité et par conséquent du gain sur la bande d'utilisation de l'antenne 2, comme décrit ci-dessus.

**[0099]** Comme décrit ci-dessus et en référence à la figure 12, qui est une vue de côté d'une antenne 2 disposée dans une cavité 43, la présence de la surface absorbante 10 et du plan réflecteur 12 rend ainsi l'antenne 2 propre à être disposée aussi bien sur une surface 41 que dans une cavité 43 ménagée dans la peau 45 d'un engin 47 terrestre, naval ou aéroporté, de telle sorte que les éléments rayonnants 4 affleurent sensiblement l'ouverture de la cavité 43.

**[0100]** Ainsi, l'antenne 2 selon ce mode de réalisation de l'invention :

- présente un faible encombrement par rapport aux longueurs d'onde d'utilisation,
- dispose d'une large bande passante,
- est discrète visuellement,
- présente de bonnes performances radioélectriques pour des fréquences comprises entre 30 et 500 MHz au regard des contraintes fixées,
- est propre à traiter des ondes électromagnétiques quelle que soit leur polarisation,
- présente un rayonnement permettant une couverture radioélectrique quasi-unidirectionnelle sur une large bande de fréquence,
- réduit la dépendance vis-à-vis de la surface de l'engin sur laquelle elle est agencée, et
- est avantageusement adaptée pour être installée dans une cavité métallique, comme illustré sur la Figure 12.

**[0101]** Elle est ainsi adaptée pour satisfaire simultanément de nombreuses contraintes auxquelles les antennes de l'état de la technique ne répondent que partiellement.

**[0102]** En variante, une antenne 2 selon un deuxième mode de réalisation est envisagée dans laquelle les performances radioélectriques sont encore améliorées.

**[0103]** En effet, comme illustré sur la figure 5, la valeur du ROS est supérieure à 3 pour des fréquences comprises

entre 30 et 200 MHz et supérieure à 5 pour des fréquences comprises entre 50 et 150 MHz environ.

[0104] Cette valeur du ROS résulte de la présence des bobines de liaison 20 qui dégradent l'adaptation d'impédance de l'antenne 2 autour de leur fréquence de résonance.

5 [0105] Cette variante de l'invention est alors avantageusement utilisée pour améliorer la valeur du rapport d'onde stationnaire aux basses fréquences.

[0106] Comme illustré sur la figure 8, qui est une vue du dessus de l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation, la couronne bobinée 6 comprend quatre portions de couronne bobinée 48.

[0107] Chaque portion de couronne bobinée 48 est disposée entre deux éléments rayonnants 4 adjacents et présente quatre bobines de liaison 50 adjacentes.

10 [0108] Entre deux bobines de liaison 50 adjacentes est intercalée une résistance 52. La valeur de celle-ci est par exemple sensiblement égale à 300 Ohms. Cette valeur est ajustable en fonction de la bande de fréquence et des performances radioélectriques recherchées.

[0109] Le nombre de spires de chaque bobine de liaison 50 est diminué par rapport au premier mode de réalisation de l'invention, comme illustré sur la figure 8.

15 [0110] En référence à la formule (1), le nombre de tours de chaque bobine de liaison 50 étant ramené par exemple de 26 à 6. Les bobines de liaison 50 présentent alors une fréquence de résonance aux alentours de 300 MHz.

[0111] Ce décalage de la fréquence de résonance des bobines de liaison 50 vers les hautes fréquences est avantageux, dans la mesure où à partir de cette fréquence de 300 MHz, le rayonnement de l'antenne 2 est assuré par les dipôles 18 uniquement.

20 [0112] Les performances de ROS dégradées aux basses fréquences de l'antenne 2 selon le premier mode de réalisation de l'invention du fait de la résonance des bobines de liaison peuvent ainsi être améliorées.

[0113] En référence aux figures 9 et 10, qui sont des courbes de représentation respectivement du ROS et du gain d'une antenne 2 selon les deux modes de réalisation sur la plage de fréquences, on constate alors que les dimensions des bobines de liaison 50 selon le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 de l'invention font chuter la valeur du ROS de plus de 9 à 100 MHz dans le premier mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention à environ 5.2 environ à 100 MHz dans le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention.

25 [0114] En outre, le gain de l'antenne 2 reste sensiblement identique en fonction de la fréquence quel que soit le mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention, la valeur du gain étant sensiblement égal à -16 dBi à 100 MHz, à -6 dBi à 200 MHz et devenant positive au-delà de 330 MHz selon le deuxième mode de réalisation de l'antenne 2 selon l'invention.

30 [0115] La figure 11 fournit les diagrammes de rayonnement de l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0116] On constate que ces diagrammes de rayonnement sont sensiblement similaires aux diagrammes de rayonnement d'une antenne 2 selon le premier mode de réalisation, l'antenne 2 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention présentant ainsi des propriétés de directivité radioélectrique similaires à celles de l'antenne 2 selon le premier mode de réalisation.

35 [0117] En variante (non représentée), les éléments rayonnants 4 des dipôles 18 de l'antenne 2 selon les deux modes de réalisation de l'invention sont dimensionnés pour pouvoir émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques de fréquence comprise entre 30 MHz et 800 MHz.

40 [0118] Au delà de 800 MHz, les performances radioélectriques de l'antenne 2 sont dégradées du fait des limitations liées aux dimensions en diamètre et en hauteur de l'antenne 2 vis-à-vis des longueurs d'ondes aux hautes fréquences et à la bande passante du transformateur d'impédance 30 utilisé.

[0119] Dans une autre variante (non représentée), l'antenne 2 selon l'invention est protégée par un radôme dont la forme et le matériau sont déterminés en fonction de critères connus de l'homme du métier.

45

## Revendications

1. Antenne (2) d'émission/réception d'ondes électromagnétiques, du type comprenant :

50

- deux dipôles (18) orthogonaux, chaque dipôle (18) comprenant deux éléments rayonnants (4),
- un plan réflecteur (12), et
- une surface absorbante (10),

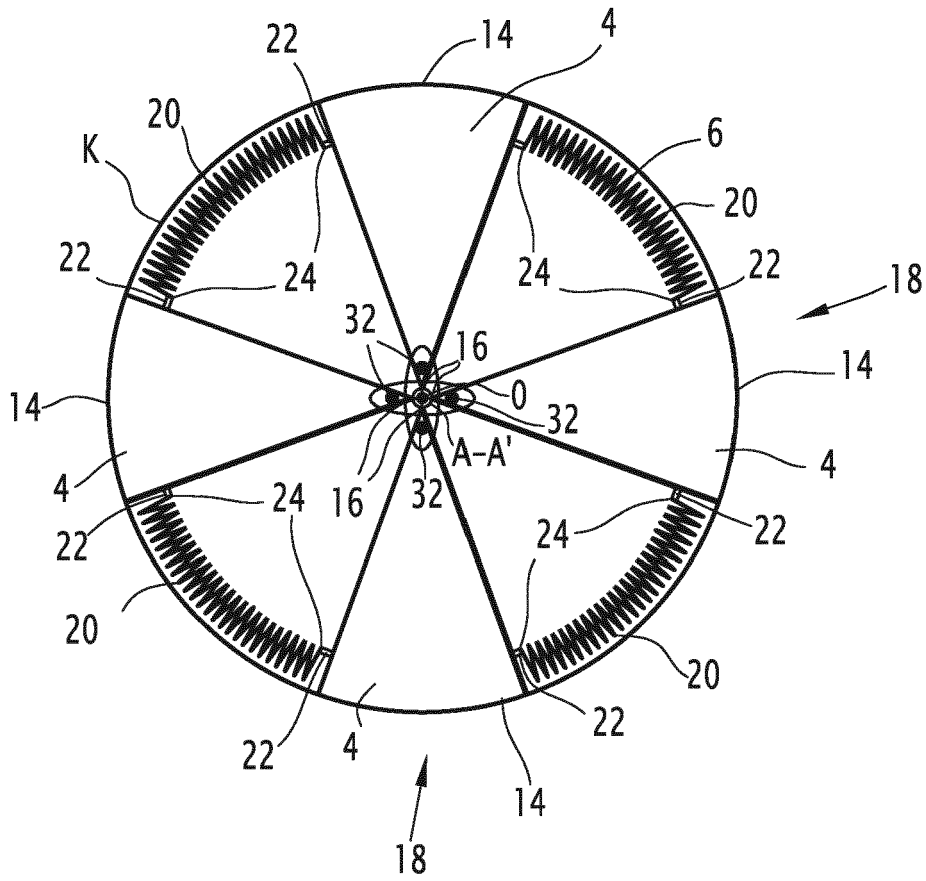
55

**caractérisée en ce que** les éléments rayonnants (4) sont sensiblement plans et présentent chacun une forme générale triangulaire.

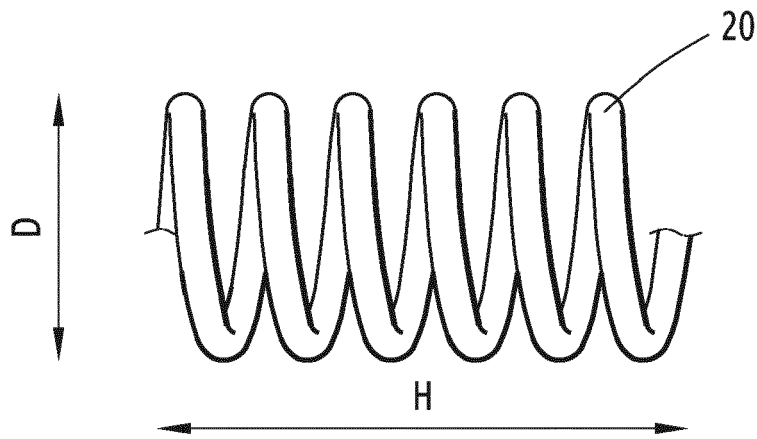
2. Antenne (2) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les éléments rayonnants (4) sont tous sensiblement

compris dans un même plan (P).

- 5
3. Antenne (2) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** chaque élément rayonnant (4) présente un bord libre (14) légèrement arrondi, les dipôles (18) étant sensiblement inscrits dans un cercle (K), le bord libre (14) de chaque élément rayonnant (4) appartenant audit cercle (K).
- 10
4. Antenne (2) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** chaque élément rayonnant (4) comprend un sommet (16) opposé à son bord libre (14) arrondi, ledit sommet (16) de chaque élément rayonnant (4) étant sensiblement orienté vers le centre (O) dudit cercle (K).
- 15
5. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque élément rayonnant (4) est agencé entre les deux éléments rayonnants (4) de l'autre dipôle (18), deux éléments rayonnants (4) successifs étant reliés par une couronne bobinée (6).
- 20
6. Antenne (2) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la couronne bobinée (6) comprend des bobines de liaison (20), chaque bobine de liaison (20) étant raccordée à deux éléments rayonnants (4) successifs.
- 25
7. Antenne (2) selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'**une bobine de liaison (20) présente deux extrémités (24) raccordées chacune via une résistance (22) à l'un des éléments rayonnants (4) auxquels la bobine de liaison (20) est raccordée.
- 30
8. Antenne (2) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la couronne bobinée (6) comprend des portions de couronne bobinée (48), chaque portion de couronne bobinée (48) reliant deux éléments rayonnants (4) successifs et présentant plusieurs bobines de liaison (50) adjacentes, une résistance (52) étant disposée entre deux bobines de liaison (50) adjacentes.
- 35
9. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est intégralement comprise dans un cylindre de diamètre sensiblement égal à 350 mm et de hauteur sensiblement égale à 150 mm.
- 40
10. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est adaptée pour émettre/recevoir des ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 500 MHz, et avantageusement dans toute la gamme de fréquences 30 MHz - 800 MHz.
- 45
11. Antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est propre à émettre et recevoir des ondes électromagnétiques présentant une polarisation parmi une polarisation linéaire quelconque, une polarisation circulaire ou une polarisation elliptique, chaque dipôle (18) étant respectivement propre à l'émission/réception d'ondes électromagnétiques présentant une polarisation linéaire horizontale pour l'un des dipôles (18) et linéaire verticale pour l'autre dipôle (18).
- 50
12. Engin (47) terrestre, aéroporté ou naval, du type comportant :
- une surface plane (41) et/ou une cavité (43) ménagée de l'engin (47),
  - une antenne (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes agencée sur la surface plane (41) et/ou dans la cavité (43).
- 55
13. Engin (47) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la surface plane (41) et/ou la cavité (43) sont réalisées à partir d'un matériau métallique.



**FIG. 1**



**FIG. 2**



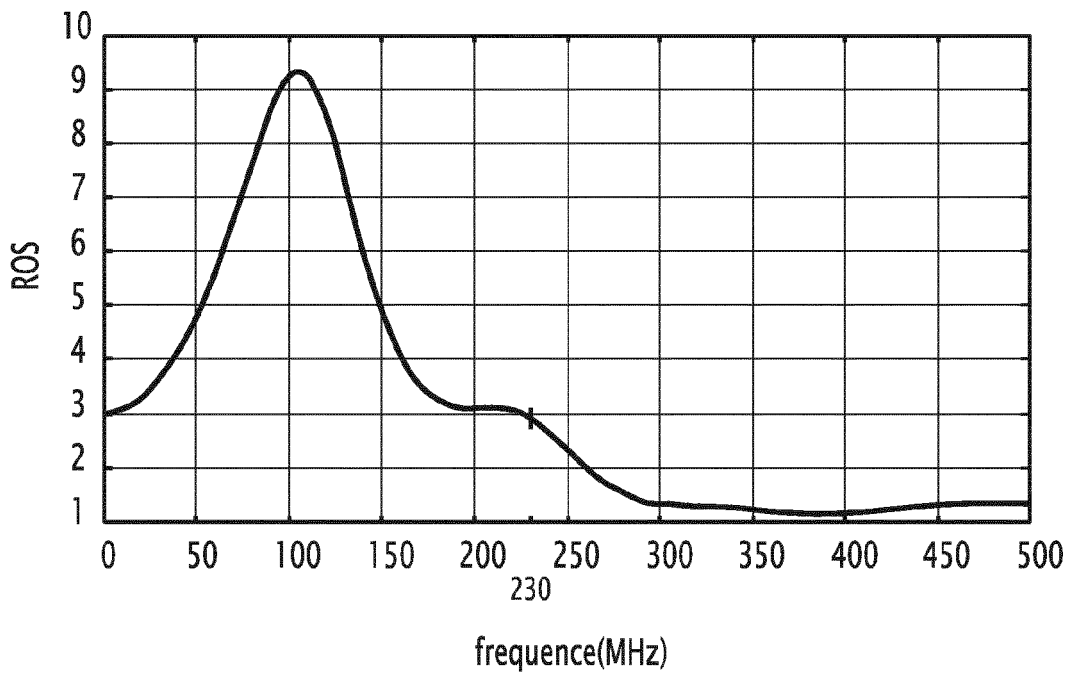


FIG.5

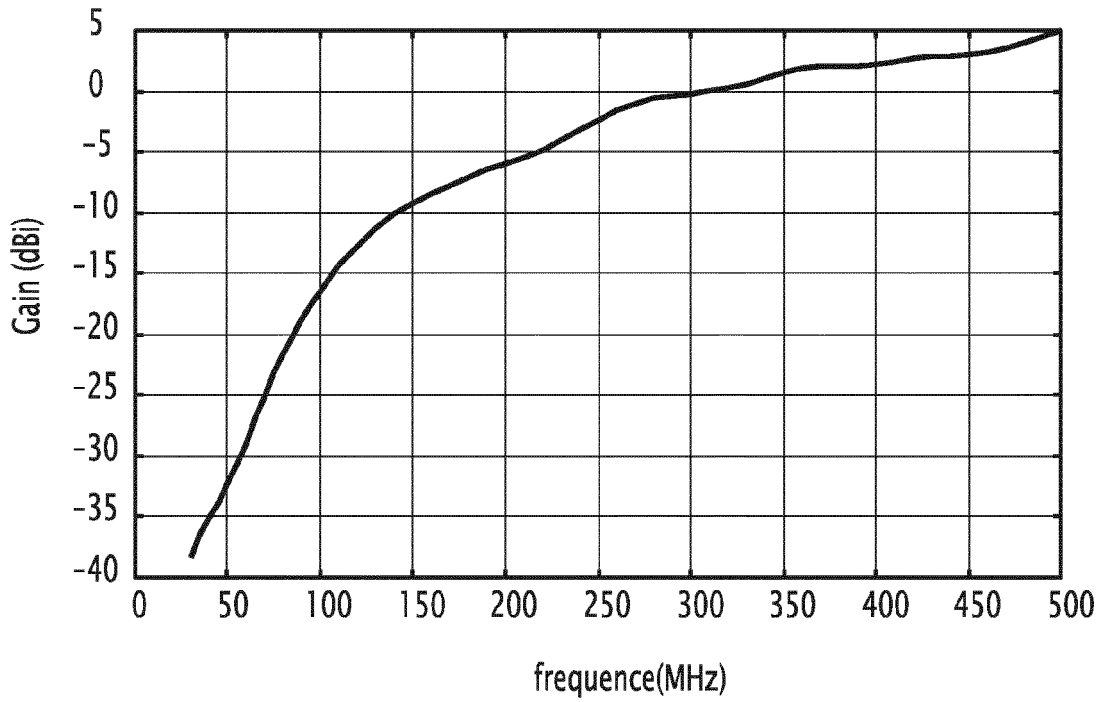
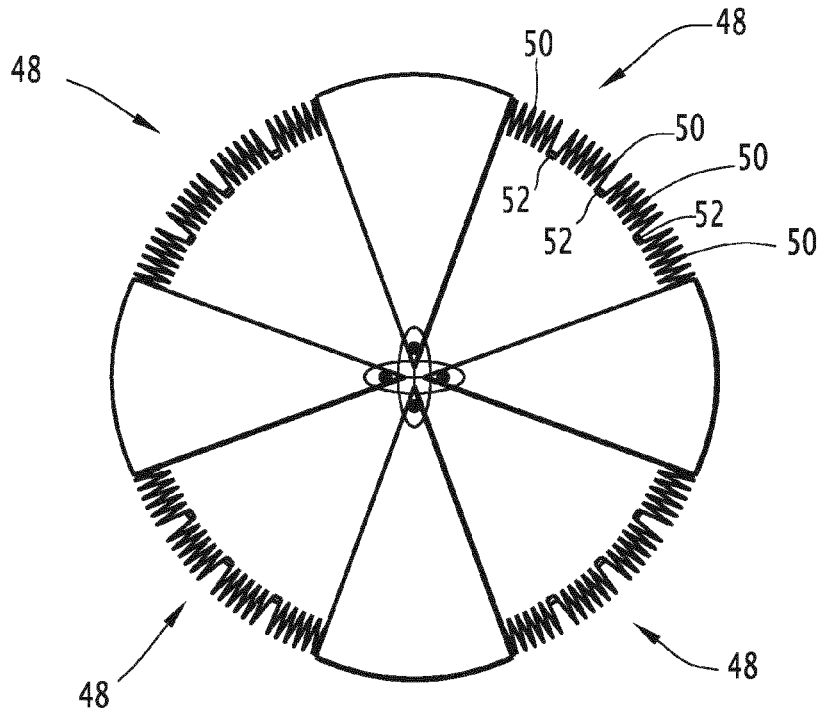
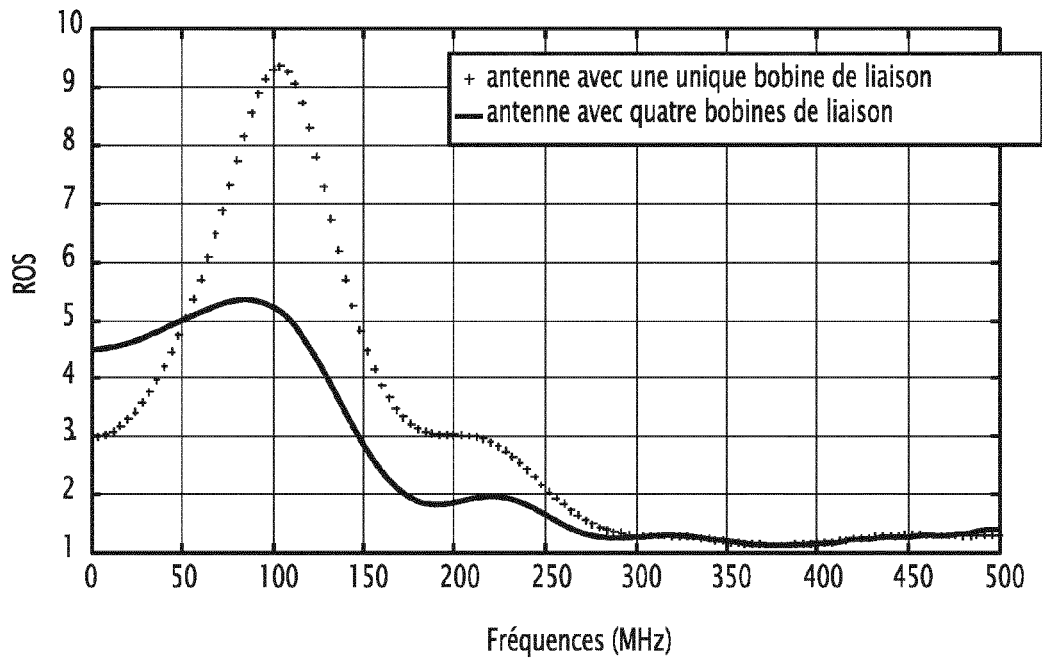


FIG.6

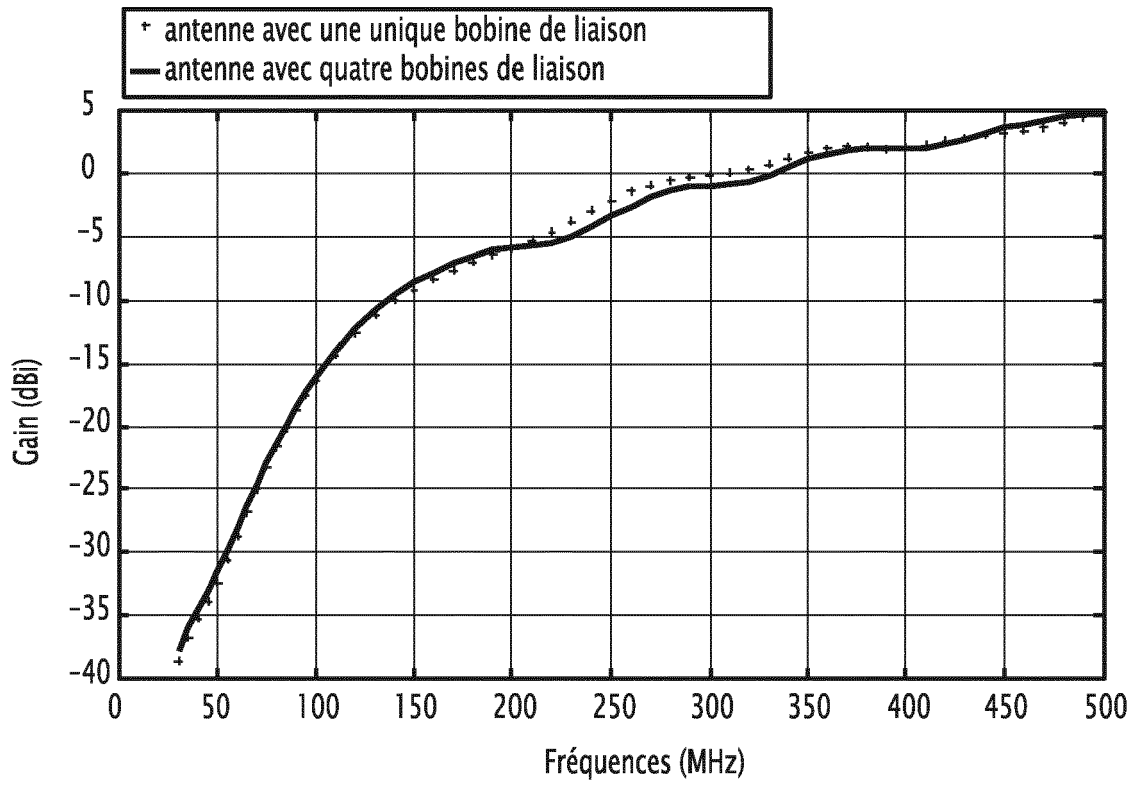




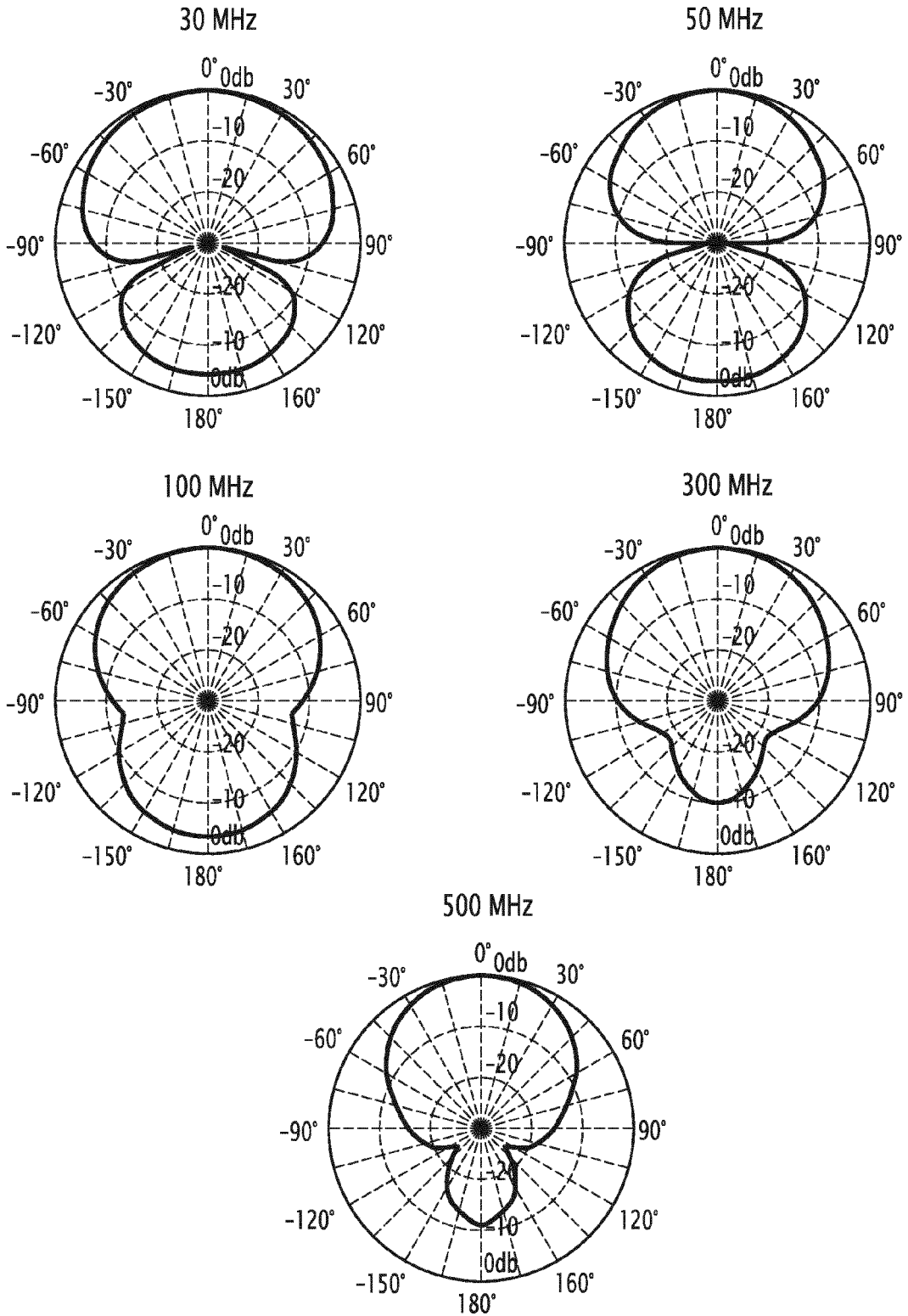
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG.10**



**FIG.11**

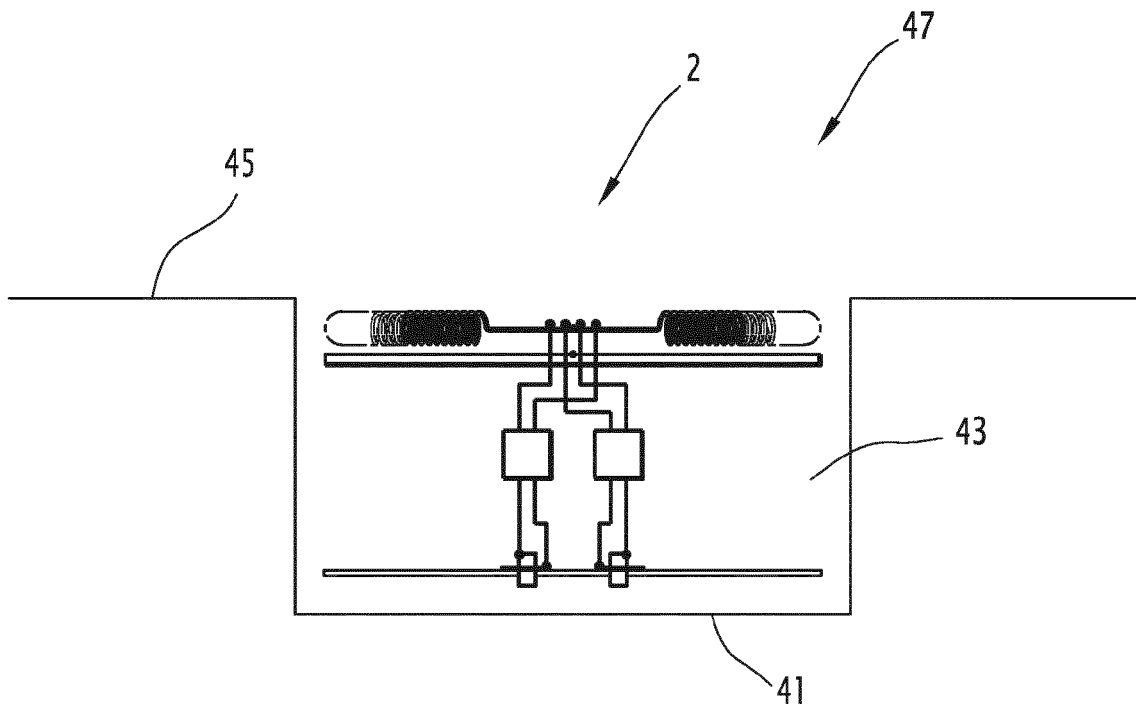


FIG.12



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 12 19 9498

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 2 736 212 A1 (DASSAULT ELECTRONIQUE [FR]) 3 janvier 1997 (1997-01-03) * pages 4-5; figures 1-4 * -----	1-4,9-13	INV. H01Q1/38 H01Q9/28 H01Q17/00 H01Q19/10 H01Q21/26
A	US 3 967 276 A (GOUBAU GEORGE E J) 29 juin 1976 (1976-06-29) * colonne 1, ligne 49 - ligne 50; figure 1 * -----	5-8	
A	JP 6 018650 A (TOKYO GAS CO LTD) 28 janvier 1994 (1994-01-28) * abrégé; figure 1 * -----	5-8	
A	US 2008/284673 A1 (DELGADO HERIBERTO J [US] ET AL) 20 novembre 2008 (2008-11-20) * le document en entier * -----	1-13	
A	US 2007/188398 A1 (MOHUCHY WOLODYMYR [US] ET AL) 16 août 2007 (2007-08-16) * le document en entier * -----	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>24 janvier 2013</b>	Examineur <b>Ribbe, Jonas</b>
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			

1  
EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

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

EP 12 19 9498

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.

24-01-2013

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2736212 A1	03-01-1997	FR 2736212 A1 GB 2303740 A IT 1265701 B1	03-01-1997 26-02-1997 29-11-1996
US 3967276 A	29-06-1976	AUCUN	
JP 6018650 A	28-01-1994	AUCUN	
US 2008284673 A1	20-11-2008	AUCUN	
US 2007188398 A1	16-08-2007	AT 469448 T AU 2007215252 A1 CA 2642337 A1 DK 1982384 T3 EP 1982384 A1 IL 193146 A JP 5076054 B2 JP 2009527145 A US 2007188398 A1 WO 2007095129 A1	15-06-2010 23-08-2007 23-08-2007 30-08-2010 22-10-2008 29-03-2012 21-11-2012 23-07-2009 16-08-2007 23-08-2007

EPO FORM P0460

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

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 7692603 B1 [0011]