



(11)

EP 3 182 512 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.06.2017 Bulletin 2017/25

(51) Int Cl.:
H01Q 7/00 (2006.01)
H01Q 9/42 (2006.01)

H01Q 9/26 (2006.01)
H01Q 21/24 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16203373.2**

(22) Date de dépôt: **12.12.2016**

(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
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **18.12.2015 FR 1502637**

(71) Demandeur: **Thales
92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeur: **Hubert, William
49309 Cholet (FR)**

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

(54) ANTENNE MULTI-ACCES

(57) Antenne multi-accès caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux motifs antennaires à rayonnement sectoriel selon une première polarisation P1 (210, 220), un motif antennaire (210, 220) comportant au

moins une charge (212, 222) et au moins un accès (211, 221) disposé à l'opposé de la charge, afin de générer un rayonnement sectoriel Rs, les deux motifs étant connectés par au moins une pièce conductrice.

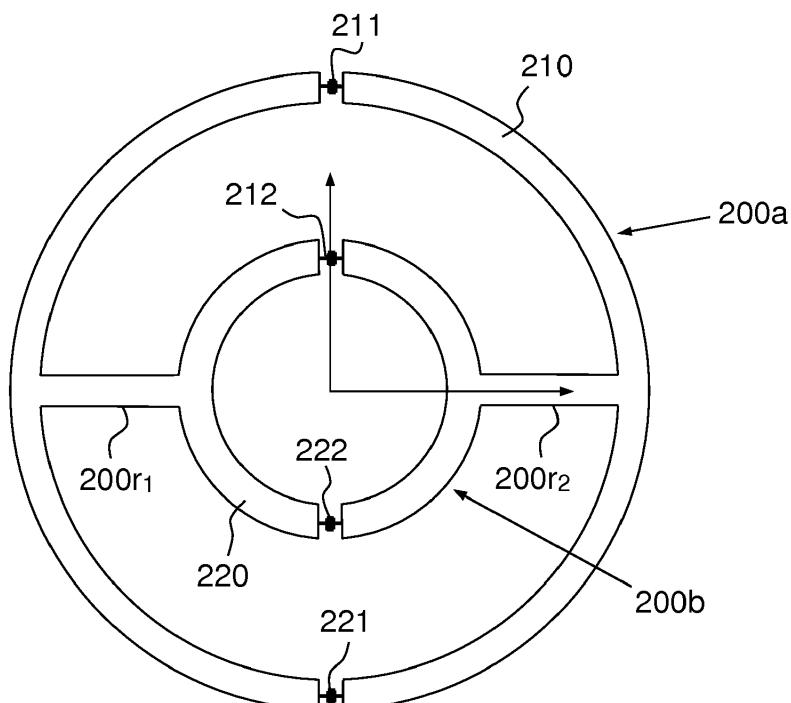


FIG.2A

Description

[0001] L'invention concerne une antenne multi-accès utilisée notamment dans le domaine de la radiogoniométrie. Elle concerne le domaine des antennes et des systèmes d'antennes ultra large bande, par exemple des systèmes compacts en bandes très haute fréquence VHF et ultra haute fréquence UHF pour la réception d'ondes électromagnétiques sans distinction de la polarisation. Il est aussi possible de l'utiliser dans le domaine des hautes fréquences ou HF. Elle est destinée à des applications en réception, bien que des applications en émission soient possibles.

[0002] Les systèmes de radiogoniométrie modernes reposent, pour la plupart, sur la mesure et le traitement des données d'amplitude et de phase reçues par plusieurs éléments rayonnants associés en réseau. Ces données sont appelées réponses complexes d'antennes et les performances de ces systèmes sont directement liées au degré de diversité que contiennent ces données. La sensibilité du capteur dépend également des performances en gain des éléments rayonnants. Par ailleurs, l'intégration sur véhicule ou simplement le transport d'un tel capteur impliquent une grande compacité du réseau d'antennes. A cette contrainte, toujours plus forte, s'ajoutent la nécessité d'intégrer des réseaux couvrant d'autres domaines fréquentiels ainsi qu'un besoin de discréption visuel. Pourtant, la sensibilité et la précision de détermination de la direction d'arrivée ne sauraient être sacrifiées. Dans ce contexte, la notion de compacité pourrait être caractérisée par la capacité du réseau à être contenu dans un volume cubique inférieur à trente centimètres de côté pour une application en VHF/UHF. Ainsi, pour des fréquences de quelques dizaines à quelques centaines de MHz, la réalisation d'un élément rayonnant contenu dans un si faible volume est déjà particulièrement complexe. Considéré comme électriquement petit, son adaptation d'impédance est souvent réalisée par l'insertion d'un atténuateur qui masque les ondes stationnaires et qui réduit d'autant l'efficacité du rayonnement ou par l'utilisation d'une adaptation active. Pour maintenir un gain satisfaisant dès 30 MHz, il est alors nécessaire de faire appel à des familles d'antennes occupant au mieux le volume imparti. Aussi, la réalisation d'un réseau d'antennes, comprenant plusieurs éléments rayonnants dans ce même volume est-elle d'autant plus difficile et représente certainement l'un des problèmes majeurs que les concepteurs ont à résoudre.

[0003] De surcroît, l'assemblage d'antennes ultra large bande engendre des phénomènes de couplage entre les antennes et avec la structure porteuse. Ils donnent lieu à des résonances souvent incompatibles d'une application visée et du domaine fréquentiel requis, ce dernier étant supérieur à une décade. A ces difficultés, s'ajoute l'intégration du capteur à un environnement opérationnel complexe, tel que le toit d'un véhicule qui engendre des couplages dégradant les diagrammes de rayonnement des antennes, leur gain, mais aussi leur

état de polarisation. Cette dernière constatation conduit à concevoir des capteurs capables de traiter une diversité de polarisation afin d'accroître la fiabilité de leurs détections.

[0004] Une manière logique de traiter cette diversité de polarisation consiste naturellement à diversifier l'état de polarisation des antennes constituant le réseau. Par exemple, certains éléments rayonnants peuvent arborer une polarisation linéaire verticale, tandis que d'autres sont à polarisation horizontale.

[0005] Une autre difficulté rencontrée est la réalisation mécanique de tels systèmes qui induit des contraintes de coût et de résistance à un environnement sévère.

[0006] Différentes antennes et réseaux d'antennes sont décrits dans l'art antérieur dont certains exemples vont être donnés ci-après.

[0007] Pour des fréquences de quelques dizaines à quelques centaines de MHz, les réseaux compacts de radiogoniométrie n'offrent pas une diversité de phase suffisante, dès lors que les éléments rayonnants exploités sans formation de voie sont omnidirectionnels. Ainsi, les solutions commercialisées par la société Rohde et Schwartz sous la référence ADD197® et par la société TCI pour le dispositif 647D® possèdent une capacité de réception en polarisation verticale et en polarisation horizontale mais présentent un diamètre encombrant supérieur à un mètre. La solution de la société TCI est constituée d'éléments rayonnants qui s'apparentent à des antennes sectorielles de type *vivaldi* (terme connu de l'homme du métier) mais leurs dimensions rendent peu probable l'établissement d'un rayonnement directif en bande VHF. De plus, ces deux solutions sont composées, pour chaque polarisation, de neuf éléments rayonnants dont les dimensions très réduites impliquent l'utilisation d'une adaptation d'impédance active. Or, ce procédé augmente leur susceptibilité radioélectrique en présence d'émissions co-site. Enfin, ce nombre important d'éléments impose un cycle de commutation plus long que celui requis avec une quantité réduite d'accès ou impose de recourir à une architecture de réception complexe.

[0008] À l'aide d'un réseau d'antennes « Adcock » (terme connu dans le domaine des antennes) consistant à combiner en opposition de phase des éléments omnidirectionnels ou en utilisant des boucles au diagramme de rayonnement bidirectionnel, il est possible d'obtenir un réseau particulièrement compact et dont le nombre d'accès est limité. Exploité avec un algorithme de type Watson-Watt ou une corrélation vectorielle, ce réseau possède deux voies bidirectionnelles croisées, avec chacune, un lobe à 0° et un lobe à 180° de phase relative, complétées par une voie omnidirectionnelle indiquant la référence de phase. Ce schéma classique réduit le nombre d'accès à trois en monopolarisation. Leurs dimensions sont très proches de l'objectif fixé. Toutefois il n'existe pas, à la connaissance du demandeur, de telle solution qui soit à diversité de polarisation.

[0009] Une autre solution pour obtenir la compacité requise tout en proposant une capacité de traitement en

diversité de polarisation est décrite dans le document de A. Nehorai and E. Paldi, intitulé « Vector Sensor Processing for Electromagnetic Source Localization », Proc. 25th Asilomar Conf. Signais, Syst. Comput., pp. 566-572, Pacific Grove, CA, Nov. 1991. Le réseau décrit est composé de trois boucles et de trois dipôles. Ce type de réseau permet, en théorie, de déterminer la direction d'arrivée d'une onde électromagnétique de polarisation quelconque, pour tout azimut et toute élévation.

[0010] La demande de brevet US20140266888 présente une antenne qui permet de déterminer la direction d'arrivée des trajets ionosphériques de 3 à 30 MHz, avec discrimination de l'état de polarisation. Une transposition en V/UHF et sur un domaine fréquentiel supérieur à une décade semble toutefois difficile. En effet, ce concept est fondé sur l'utilisation d'antennes-boucles électriquement petites, limitant de fait la largeur de bande et/ou la sensibilité du capteur.

[0011] Enfin, le brevet US 8228258 présente une réalisation basée sur le concept d'antenne multi-accès ou à ports multiples. Optimisée pour des applications en bande étroite, lorsque la forme des brins rayonnants engendre un maximum d'isolation entre les trois ports, elle offre l'équivalent de trois antennes sectorielles 101, 102, 103 dans un format compact.

[0012] L'inconvénient principal des solutions à double polarisation connues du demandeur est leur encombrement qui ne permet pas un transport aisément du réseau lorsque celui-ci est débarqué ou leur intégration sur certains types de porteurs. Les réseaux conformes aux contraintes d'intégration fixées ne permettent pas quant à eux de traiter plusieurs polarisations. Pour les antennes vectorielles, il semble difficile d'obtenir un réseau à la fois sensible et large bande sur un domaine fréquentiel supérieur à une décade. Enfin, les antennes multi-accès développées jusqu'à présent semblent réservées à des applications en bande étroite avec diversité d'antennes en réception ou en émission et réception de type SIMO/MIMO (*Single Input Multiple Output / Multiple Input Multiple Output*) et avec un nombre de voies limité à deux ou trois.

[0013] A titre d'exemple, les réseaux V/UHF de goniométrie existants ne permettent pas d'avoir simultanément :

- Un diamètre et une hauteur proches de 30 cm,
- Des éléments rayonnants autoadaptés, ne nécessitant pas d'adaptation active de l'impédance,
- Une capacité de réception multipolarisation avec un nombre limité d'éléments rayonnants (six à huit),
- Un gain pour chaque polarisation primaire convenable à 30 MHz et sans perte additionnelle à 500 MHz, afin de préserver la sensibilité du capteur.

[0014] Dans la suite de la description on désigne sous le mot « motif » ou « motif antennaire » un élément antennaire qui présente un rayonnement sectoriel selon une polarisation donnée, par exemple un dipôle replié

chargé. On désignera par motif vertical un motif à polarisation verticale et par motif horizontal un motif à polarisation horizontale.

[0015] L'objet de l'invention concerne une antenne multi-accès comportant au moins deux motifs antennaires formés par symétrie circulaire et à rayonnement sectoriel selon une première polarisation P1, les deux motifs étant interconnectés entre eux par des pièces conductrices qu'ils se partagent et les deux motifs comportent au moins deux accès.

[0016] L'antenne est caractérisée en ce que les deux motifs sont constitués de deux formes ayant un même centre, une première forme externe et une deuxième forme interne reliées par au moins deux pièces conductrices, un motif avec une première polarisation P1 est formé par une première partie de la première forme et une première partie de la deuxième forme, les deux parties étant reliées par au moins une première pièce conductrice, ledit motif comportant au moins une charge et au moins un accès disposé à l'opposé de la charge.

[0017] Selon une autre variante de réalisation, l'antenne multi-accès est constituée de deux cercles concentriques, un premier cercle externe de diamètre ϕ_a et un deuxième cercle interne de diamètre ϕ_b reliés par au moins deux pièces conductrices radiales, un motif avec une première polarisation P1 est formé par une première partie du premier cercle et une première partie du deuxième cercle, les deux parties étant reliées par au moins une première pièce conductrice, ledit motif comportant au moins une charge et au moins un accès disposé à l'opposé de la charge.

[0018] Selon une autre variante de réalisation, l'antenne multi-accès comporte au moins un motif avec une deuxième polarisation P2 différente de la première polarisation P1, ledit motif comporte une première partie et une deuxième partie, les deux parties étant reliées par au moins une pièce conductrice radiale partagée avec les motifs à première polarisation P1, ledit motif à deuxième polarisation P2 comporte un accès et une charge disposée à l'opposée d'un accès, pour un même motif.

[0019] L'antenne peut comporter une partie basse formée par symétrie d'une partie haute, chaque partie comportant au moins deux motifs avec une première polarisation, chaque motif est pourvu d'un accès et/ou d'une charge, la partie basse de l'antenne et la partie haute étant reliées par au moins un motif à deuxième polarisation P2.

[0020] L'antenne multi-accès a par exemple une hauteur H et une largeur L, la valeur du rapport L/H étant choisie afin d'optimiser le diagramme de rayonnement sectoriel Rs d'un motif.

[0021] La première polarisation P1 et la deuxième polarisation P2 sont des polarisations orthogonales, avec respectivement une polarisation horizontale P_H et une polarisation verticale P_V .

[0022] L'antenne peut comporter au moins trois motifs à polarisation verticale reliés entre eux par des motifs à polarisations horizontales, les motifs étant disposés pour

former une antenne circulaire.

[0023] Selon une autre variante de réalisation, l'antenne selon l'invention comporte au moins :

- une partie haute formée par quatre motifs à polarisation horizontale, chaque motif partageant une partie conductrice radiale avec son motif adjacent, chaque motif horizontal comprend un accès et une charge, un accès étant disposé à l'opposé de la charge d'un même motif,
- quatre motifs à polarisation verticale, chaque motif vertical comportant une première partie et une deuxième partie, les deux parties étant reliées par une pièce conductrice radiale partagée avec les motifs horizontaux adjacents, chaque motif vertical comporte un accès et une charge,
- une partie basse symétrique de la partie haute comportant quatre motifs à polarisation horizontale, chaque motif partageant une partie conductrice radiale avec son motif adjacent, chaque motif comprend un accès et une charge, les quatre motifs horizontaux sont reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales qu'ils se partagent.

[0024] Un motif constituant l'antenne peut avoir une structure tubulaire dont la géométrie et les dimensions sont adaptées au passage de câbles d'alimentation ou de transmission de signaux.

[0025] Un motif à polarisation verticale et/ou un motif à polarisation horizontale peut être un dipôle replié-chargé.

[0026] L'antenne multi-accès comporte, par exemple, un plateau support et un mât.

[0027] L'antenne peut être une antenne réceptrice. Elle peut être utilisée dans des bandes de fréquences VHF/UHF. Elle peut aussi être utilisée pour de la radio-goniométrie.

[0028] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre illustratif et nullement limitatifs annexés des figures qui représentent :

- Figure 1, un exemple d'antenne multi-accès selon l'art antérieur,
- Figures 2A et 2B, un premier exemple d'une antenne multi-accès selon l'invention comprenant quatre motifs élémentaires horizontaux et deux motifs élémentaires verticaux,
- Figures 3A à 3C, un exemple d'antenne multi-accès, sur une base de quatre motifs verticaux et huit motifs horizontaux, selon l'invention,
- Figure 4, une représentation des termes de couplage en dB entre les accès en fonction de la fréquence,
- Figure 5 et figure 6, une représentation de diagrammes de rayonnement, et
- Figures 7A à 7C, un exemple de réalisation d'une antenne multi-accès à trois motifs verticaux et six

motifs horizontaux.

[0029] Afin de mieux faire comprendre l'architecture de l'antenne selon l'invention, les exemples qui suivent sont donnés en prenant comme motif antennaire, un dipôle replié-chargé. Sans sortir du cadre de l'invention tout motif antennaire permettant un rayonnement sectoiel pourrait aussi être utilisé.

[0030] Les figures 2A et 2B illustrent un premier exemple de réalisation d'antenne multi-accès selon l'invention.

[0031] La figure 2A schématisse une antenne multi-accès à polarisation horizontale avec une symétrie circulaire à deux éléments suffisant pour un fonctionnement nominal de l'invention. L'antenne est constituée de deux formes concentriques par exemple un cercle externe 200a de diamètre ϕ_a , et un cercle interne 200b de diamètre ϕ_b reliés par des pièces conductrices radiales 200_{rj} dont le nombre est égal au nombre de motifs horizontaux de l'antenne. L'ensemble formé par une première moitié du cercle externe 200a, une première moitié du cercle interne 200b, les deux parties étant reliées par une première pièce conductrice 200_{r1}, et une deuxième pièce conductrice 200_{r2}, constitue un premier motif horizontal 210. De même, l'ensemble formé par la deuxième moitié du cercle externe 200a et la deuxième moitié du cercle interne 200b reliées par la première partie conductrice et la deuxième partie conductrice précitées constitue un second motif horizontal 220. Chaque motif 210, 220 comprend un accès 211, 221 et une charge 212, 222, un accès étant disposé à l'opposé de la charge d'un même motif. Les deux motifs horizontaux sont ainsi reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales qu'ils se partagent. Sans sortir du cadre de l'invention, l'antenne pourra être constituée par des formes non circulaires, ayant un même centre, tels que des polygones ou toute autre forme.

[0032] La figure 2B représente une vue d'une antenne multi-accès selon l'invention construite à partir de l'antenne de la figure 2A à laquelle on adjoint deux motifs à polarisation verticale P_V. Un motif 230 comporte par exemple une première partie 230a et une deuxième partie 230b, les deux parties étant reliées par une pièce conductrice radiale 200_{r1} partagée avec les motifs horizontaux. Un motif à polarisation verticale 230, 240 comporte un accès 231, 241 et une charge 232, 242 disposée à l'opposé d'un accès, pour un même motif.

[0033] La partie basse de l'antenne est formée par symétrie de la partie haute. Deux motifs à polarisation horizontale 250, 260 semblables aux motifs 210 et 220, sont ajoutés pour former la partie basse de l'antenne avec un accès 251, 261 et une charge 252, 262. Les deux motifs horizontaux sont ainsi reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales 200'_{r1}, 200'_{r2} qu'ils se partagent.

[0034] Les parties radiales permettent d'assurer la continuité électrique entre les différents éléments formant un motif de l'antenne. Les deux motifs horizontaux de la partie inférieure ne seront pas nécessairement

fonctionnels. Par exemple, lorsqu'ils sont disposés au voisinage d'un plateau support, l'accès sera remplacé par une charge par un principe d'équivalence avec l'impédance caractéristique que présentent les accès. Il en va de même pour tout accès qui ne serait pas utilisé.

[0035] Les motifs à polarisation horizontale et à polarisation verticale sont dans cet exemple des dipôles repliés-chargés. Un motif sera disposé de façon telle que son accès permette un rayonnement sectoriel R_s , par exemple vers l'extérieur de l'antenne 200, alors qu'une charge sera plutôt disposée vers l'intérieur de l'antenne. Selon le même principe d'équivalence précité, il est néanmoins possible de remplacer les charges par des accès pour profiter de voies d'émission ou de réception supplémentaires.

[0036] L'antenne multi-accès ainsi formée est notamment définie par sa hauteur H et la largeur L d'un motif élémentaire. La hauteur H correspond sensiblement à la longueur d'un élément vertical formant le motif vertical et la largeur L correspond à $(\phi_a - \phi_b)/2$. De manière générale, le choix de la valeur du rapport L/H sera choisi tel qu'il optimise le rapport avant/arrière du diagramme R_s , par rapport au niveau de polarisation croisée qu'un motif seul arbore.

[0037] La présence d'une charge 212, par exemple, 200Ω située à l'opposé du port d'alimentation 211 (ou accès) garantit une stabilité de son impédance sur une très large bande de fréquence.

[0038] Les figures 3A, 3B et 3C représentent respectivement une antenne 300, une première vue de dessus, une vue iso, une vue intégrant un plateau support 400 et un mât de desserte 410, d'une antenne multi-accès composée de quatre motifs verticaux et de quatre motifs horizontaux pour un total de huit accès. Les quatre motifs horizontaux situés dans la partie basse, formés par symétrie de la partie haute, ne sont pas utilisés dans cet exemple, car ils sont situés à proximité directe du plateau support 400. Le plateau 400 a, par exemple, un rôle de séparateur pour d'autres éléments antennaires ou d'autres antennes.

[0039] La figure 3A schématisé l'agencement des quatre motifs à polarisation horizontale construit de manière similaire à la représentation figure 2A. La partie supérieure de l'antenne 300 est constituée de deux formes concentriques, par exemple un tore externe 300a de diamètre ϕ_a , et un tore interne 300b de diamètre ϕ_b , reliées par des pièces conductrices radiales 300_{rj} dont le nombre est égal au nombre de motifs horizontaux de l'antenne. L'ensemble formé par un quart du cercle externe 300a, un quart du cercle interne 300b, les deux parties étant reliées par une première pièce conductrice 300_{r1} et une deuxième pièce conductrice 300_{r2}, constitue un premier motif horizontal 310. La partie supérieure est ainsi construite par quatre motifs à polarisation horizontale 310, 320, 330, 340, chacun partageant une partie conductrice radiale avec son motif adjacent. Chaque motif 310, 320, 330, 340 comprend un accès 311, 321, 331, 341 et une charge 312, 322, 332, 342, un accès étant disposé à

l'opposé de la charge d'un même motif. Les quatre motifs horizontaux sont ainsi reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales qu'ils se partagent, 300_{r1}, 300_{r2}, 300_{r3}, 300_{r4}.

[0040] De même, les motifs à polarisation verticale sont définis (figure 3B) selon le principe posé à la figure 2B. L'antenne 300 est construite en dupliquant par rotation un motif à polarisation verticale. Par exemple, l'angle α entre deux motifs verticaux correspondra à 90° , ce qui permettra d'obtenir une couverture azimutale homogène sur 360° . Cette disposition permet de former l'équivalent d'un réseau circulaire à quatre éléments sectoriels, dont la polarisation verticale est principale. Un motif à polarisation verticale 350, 360, 370, 380 comporte par exemple une première partie 350a, 360a, 370a, 380a et une deuxième partie 350b, 360b, 370b, 380b, les deux parties étant reliées par une pièce conductrice radiale 300_{r1}, 300_{r2}, 300_{r3}, 300_{r4} partagée avec les motifs horizontaux adjacents. Chaque motif vertical 350, 360, 370, 380 comporte un accès 351, 361, 371, 381 et une charge 352, 362, 372, 382 disposée à l'opposé d'un accès pour un même motif.

[0041] La partie basse est formée par symétrie de la partie haute. Elle comporte ainsi quatre motifs à polarisation horizontale 310', 320', 330', 340' dont chacun partage une partie conductrice radiale 300'_{r1}, 300'_{r2}, 300'_{r3}, 300'_{r4}, avec son motif adjacent. Chaque motif 310', 320', 330', 340' comprend un accès 311', 321', 331', 341' et une charge 312', 322', 332', 342', un accès étant disposé à l'opposé de la charge d'un même motif. Les quatre motifs horizontaux sont ainsi reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales qu'ils se partagent, 300'_{r1}, 300'_{r2}, 300'_{r3}, 300'_{r4}. Ces quatre derniers éléments ne seront pas utilisés dans cet exemple, puisqu'ils sont disposés à proximité du plateau-support 400 (figure 3C), et sont donc toujours chargés par une technique connue de l'homme de métier pour symétriser les diagrammes de rayonnement et améliorer le découplage avec le plateau support et un accès sera remplacé par une charge.

[0042] Un motif à polarisation horizontale ou à polarisation verticale, a une section tubulaire dans cet exemple pour permettre le passage de câbles d'alimentation (non représentés pour des raisons de simplification), des accès depuis le mât de desserte 410.

[0043] L'antenne est alors caractérisée par son diamètre extérieur ϕ_a , qui est déterminé par rapport à la contrainte d'encombrement (30 cm dans cet exemple), par son diamètre intérieur ϕ_b et par sa hauteur H . La hauteur H est déterminée, par exemple, en fonction de la fréquence maximale d'utilisation de l'antenne (proche de $\lambda/2$), le diamètre intérieur ϕ_b est choisi de façon telle qu'il optimise le diagramme de rayonnement (rapport avant/arrière) et en même temps le niveau de polarisation croisée, puis la valeur de L est déduite. Lorsque la hauteur de l'antenne H et donc des motifs verticaux est choisie, par exemple, sensiblement égale au diamètre extérieur, les performances selon les deux polarisations

principales sont alors similaires. Ainsi, pour un fonctionnement en V/UHF, les solutions à trois motifs à polarisation verticale et trois motifs à polarisation horizontale (figures 7A à 7C) ou six ports, et à quatre motifs à polarisation verticale et quatre motifs à polarisation horizontale ou huit ports, par exemple, ont toutes une hauteur de 25 cm pour un diamètre extérieur de 27 cm, dimensions auxquelles il faut ajouter le diamètre des tubes qui est notamment choisi en fonction du diamètre et du nombre de câbles devant passer par les tubes. Un diamètre intérieur de 12 cm est alors déduit de ces valeurs.

[0044] La figure 4 représente le niveau de couplage en dB qui existe entre :

- deux accès correspondants à des éléments verticaux contigus 450,
- deux accès correspondants à des éléments horizontaux contigus 460,
- un accès vertical et un accès horizontal contigus 470.

Il est ainsi possible de montrer que le couplage est du même ordre que celui obtenu avec deux antennes ultra large bande séparées par leur excitation de 30 cm.

[0045] La figure 5 schématise un diagramme de rayonnement en azimut d'un élément vertical, en polarisation verticale et à site nul pour les fréquences suivantes 30 MHz, 510, 100 MHz, 520, 500 MHz, 530.

[0046] La figure 6 schématise un diagramme de rayonnement en azimut d'un élément horizontal, en polarisation horizontale et à site nul, pour les fréquences 30MHz, 610, 100MHz, 620 et 500MHz, 630.

[0047] Les figures 7A à 7C présentent une version à six accès de l'antenne. Cette antenne est construite de manière similaire à la construction de l'antenne à quatre motifs à polarisation verticale, en utilisant cette fois-ci trois motifs horizontaux 710, 720, 730, pour la partie supérieure et trois motifs verticaux 740, 750, 760 et avec un angle α de 120° entre les motifs verticaux. L'antenne 700 peut aussi comporter trois motifs horizontaux 710', 720', 730' disposés dans la partie inférieure de l'antenne. Dans cet exemple, un motif vertical est dupliqué par rotation afin d'obtenir des motifs positionnés avec un angle de 120° entre eux. Ceci permet encore d'assurer un balayage antennaire de 360°. Chaque motif horizontal 710, 720, 730, 710', 720', 730' ou vertical 740, 750, 760 comporte un accès 711, 721, 731, 711', 721', 731' 741, 751, 761 et une charge 712, 722, 732, 712', 722', 732', 742, 752, 762. Les accès pour les motifs disposés dans la partie inférieure sont remplacés par des charges si l'antenne comprend un plateau 400.

[0048] Deux motifs horizontaux sont ainsi reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales 700r qu'ils se partagent. Un motif vertical est relié à un motif horizontal grâce à une pièce conductrice radiale.

[0049] Les deux dernières figures montrent également que les diagrammes obtenus sont relativement stables en fonction de la fréquence, même si les éléments ten-

dent à devenir omnidirectionnels lorsque celle-ci augmente. Cela n'est toutefois pas problématique car la diversité de phase apparaît justement au fur et à mesure que la fréquence augmente.

[0050] L'antenne multi-accès selon l'invention permet notamment de satisfaire aux exigences de gain et de polarisation avec un nombre d'accès limité en fonction des applications dans un encombrement réduit. Chaque accès profite ainsi de toute ou partie de la structure pour augmenter les performances radioélectriques. D'autre part, l'antenne multi-accès permet d'éliminer les résonances entre les éléments rayonnants. De plus, pour une application en V/UHF, elle ne nécessite pas d'élément actif pour fonctionner. Enfin, le degré de diversité introduit par les éléments directifs offre une précision de géométrie intéressante malgré la compacité de l'antenne.

Revendications

1. Antenne multi-accès (200, 300) comportant au moins deux motifs antennaires formés par symétrie circulaire et à rayonnement sectoriel selon une première polarisation P1 (210, 220), interconnectés entre eux par deux pièces conductrices (200_{r1}, 200_{r2}) qu'ils se partagent et comportant au moins deux accès (211, 221), **caractérisée en ce que** les deux motifs sont constitués de deux formes ayant un même centre, une première forme externe (200a) et une deuxième forme interne (200b) reliées par au moins deux pièces conductrices (200_{rj}), un motif à polarisation P1 est formé par une première partie de la première forme (200a) et une première partie de la deuxième forme (200b), les deux parties (200a, 200b) étant reliées par au moins une première pièce conductrice (200_{r1}), ledit motif comportant au moins une charge (212, 222) et au moins un accès (211, 221) disposé à l'opposé de la charge.
2. Antenne multi-accès (200) selon la revendication 1 **caractérisée en ce qu'**elle est constituée de deux cercles concentriques, un premier cercle externe (200a) de diamètre ϕ_a et un deuxième cercle interne (200b) de diamètre ϕ_b reliés par au moins deux pièces conductrices radiales (200_{rj}), un motif à polarisation P1 est formé par une première partie du premier cercle (200a) et une première partie du deuxième cercle (200b), les deux parties (200a, 200b) étant reliées par au moins une première pièce conductrice (200_{r1}), ledit motif comportant au moins une charge (212, 222) et au moins un accès (211, 221) disposé à l'opposé de la charge.
3. Antenne multi-accès selon la revendication 2 **caractérisée en ce qu'**elle comporte au moins un motif (230) avec une deuxième polarisation P2 différente de la première polarisation P1, ledit motif (230) comporte une première partie (230a) et une deuxième

partie (230b), les deux parties étant reliées par au moins une pièce conductrice radiale (200_{r1}) partagée avec les motifs à première polarisation P1, ledit motif à deuxième polarisation P2 (230) comporte un accès (231) et une charge (232) disposée à l'opposé d'un accès, pour un même motif.

4. Antenne multi-accès selon la revendication 3 caractérisée en ce qu'elle comporte une partie basse formée par symétrie d'une partie haute, chaque partie

comportant au moins deux motifs avec une première polarisation P1 (210, 220, 250, 260), pourvus d'un accès (211, 221, 251, 261) et/ou d'une charge (212, 222, 252, 262), la partie basse de l'antenne et la partie haute étant reliées par au moins un motif (230) à polarisation P2.

5. Antenne multi-accès selon la revendication 4 caractérisée en ce qu'elle a une hauteur H et une largeur L, la valeur du rapport L/H est choisie afin d'optimiser le diagramme de rayonnement sectoriel Rs d'un motif.

6. Antenne multi-accès selon l'une des revendications 2 à 5 caractérisée en ce que la polarisation P1 et la polarisation P2 sont des polarisations orthogonales, avec respectivement une polarisation horizontale P_H et une polarisation verticale P_V.

7. Antenne multi-accès selon la revendication 6 caractérisée en ce qu'elle comporte au moins trois motifs à polarisation verticale reliés entre eux par des motifs à polarisations horizontales, les motifs étant disposés pour former une antenne circulaire.

8. Antenne multi-accès selon la revendication 6 caractérisée en ce qu'elle comporte au moins :

- une partie haute formée par quatre motifs à polarisation horizontale (310, 320, 330, 340) chacun partageant une partie conductrice radiale (300_{r1}, 300_{r2}, 300_{r3}, 300_{r4}) avec son motif adjacent, chaque motif horizontal (310, 320, 330, 340) comprend un accès (311, 321, 331, 341)

et une charge (312, 322, 332, 342), un accès étant disposé à l'opposé de la charge d'un même motif,

- quatre motifs à polarisation verticale (350, 360, 370, 380) chaque motif vertical comportant une première partie (350a, 360a, 370a, 380a) et une

deuxième partie (350b, 360b, 370b, 380b) les deux parties étant reliées par une pièce conductrice radiale (300_{r1}, 300_{r2}, 300_{r3}, 300_{r4}) partagée

avec les motifs horizontaux adjacents, chaque motif vertical (350, 360, 370, 380) comporte un accès (351, 361, 371, 381) et une charge (352,

362, 372, 382),

- une partie basse symétrique de la partie haute

comportant quatre motifs à polarisation horizontale (310', 320', 330', 340') dont chacun partage une partie conductrice radiale (300'_{r1}, 300'_{r2}, 300'_{r3}, 300'_{r4}) avec son motif adjacent, chaque motif (310', 320', 330', 340') comprend un accès (311', 321', 331', 341') et une charge (312', 322', 332', 342') les quatre motifs horizontaux sont reliés électriquement grâce aux pièces conductrices radiales qu'ils se partagent (300'_{r1}, 300'_{r2}, 300'_{r3}, 300'_{r4}).

9. Antenne multi-accès selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'un motif a une structure tubulaire dont la géométrie et les dimensions sont adaptées au passage de câbles d'alimentation ou de transmission de signaux.

10. Antenne multi-accès selon l'une des revendications 2 à 9 caractérisée en ce qu'un motif vertical et/ou un motif horizontal est un dipôle replié-chargé.

11. Antenne multi-accès selon l'une des revendications 3 à 10 caractérisée en ce qu'elle comporte un plateau support (400) et un mât (410).

12. Antenne multi-accès selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que l'antenne est une antenne réceptrice.

13. Antenne multi-accès selon l'une des revendications 1 à 12 caractérisée en ce qu'elle est adaptée pour une utilisation dans des bandes de fréquences VHF/UHF.

14. Utilisation de l'antenne multi-accès selon l'une des revendications 1 à 12 pour la radiogoniométrie.

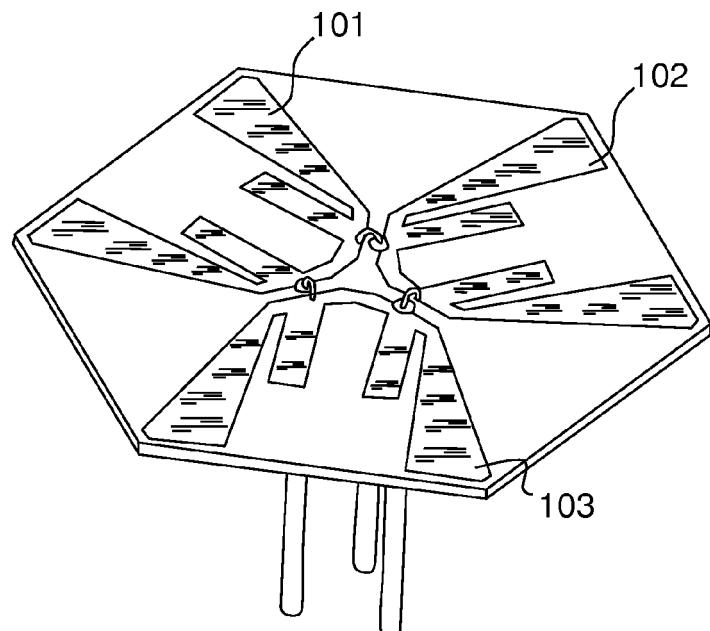


FIG.1

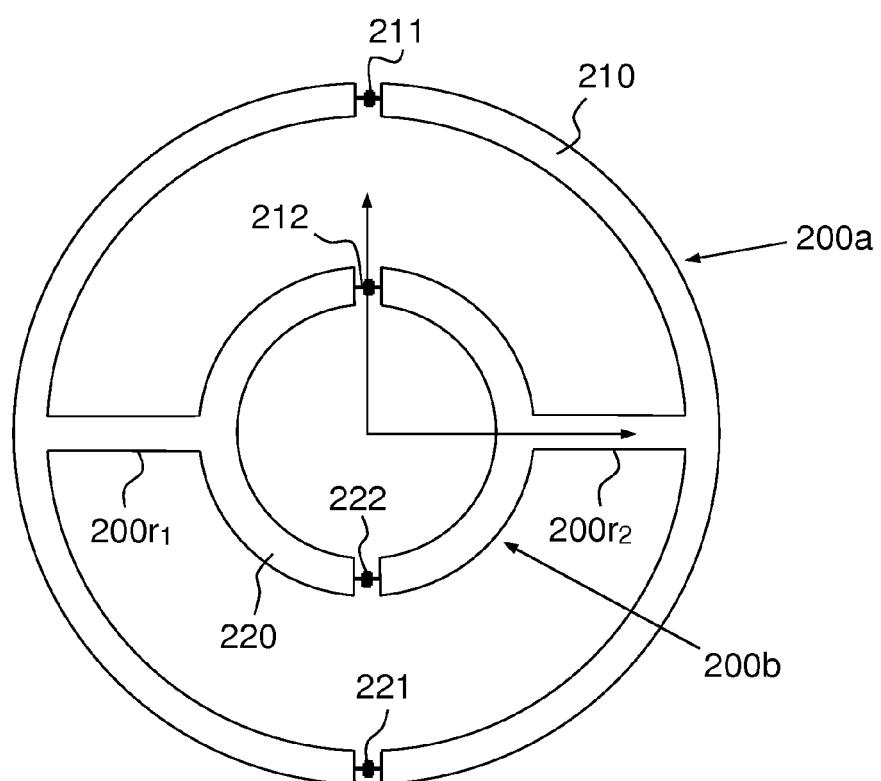


FIG.2A

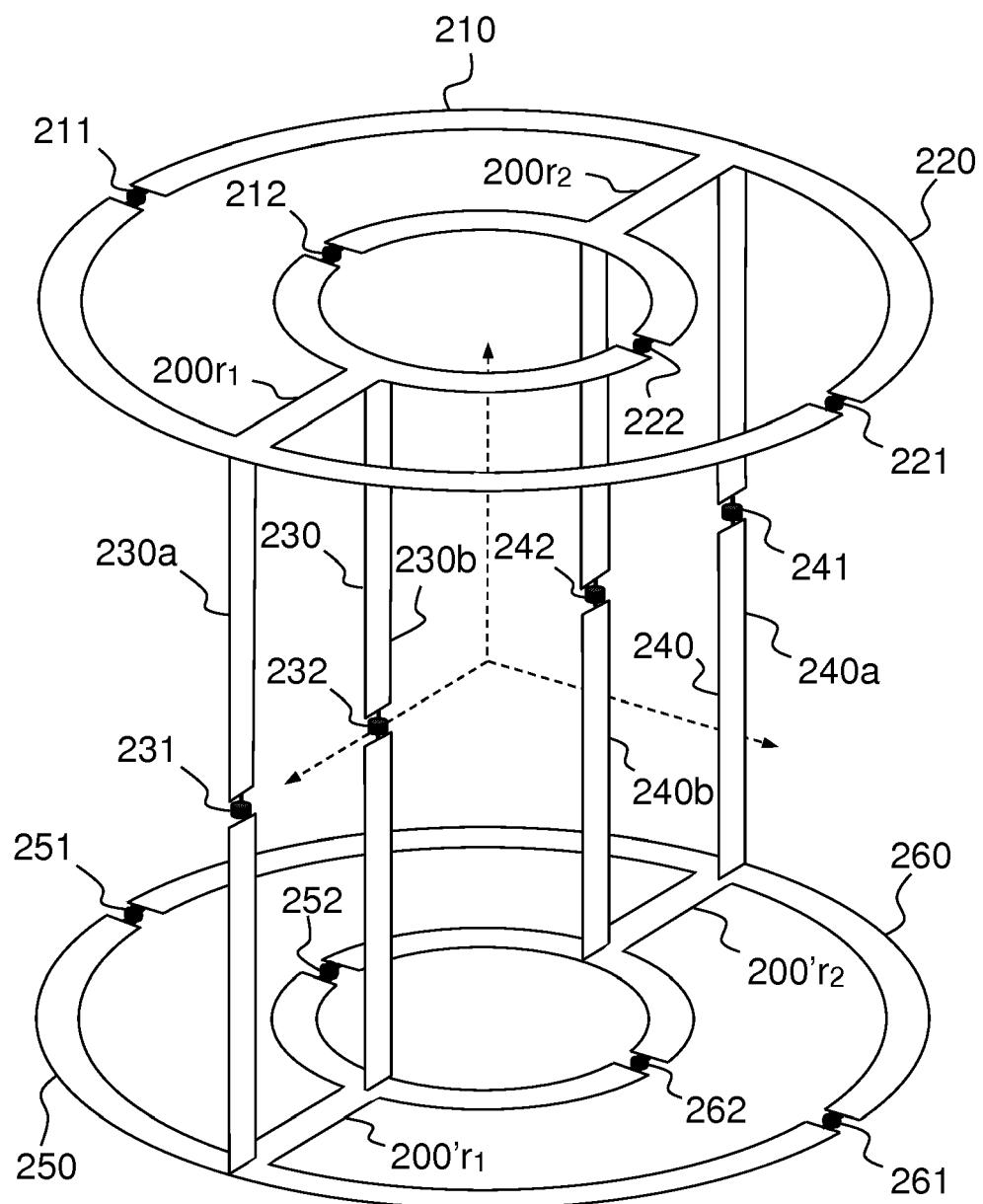


FIG.2B

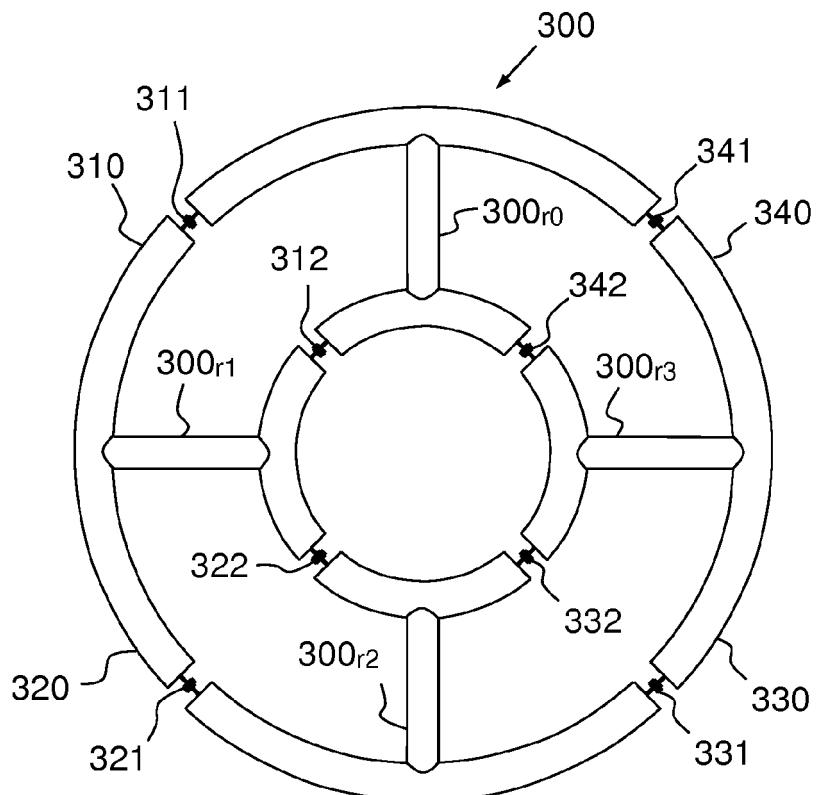


FIG.3A

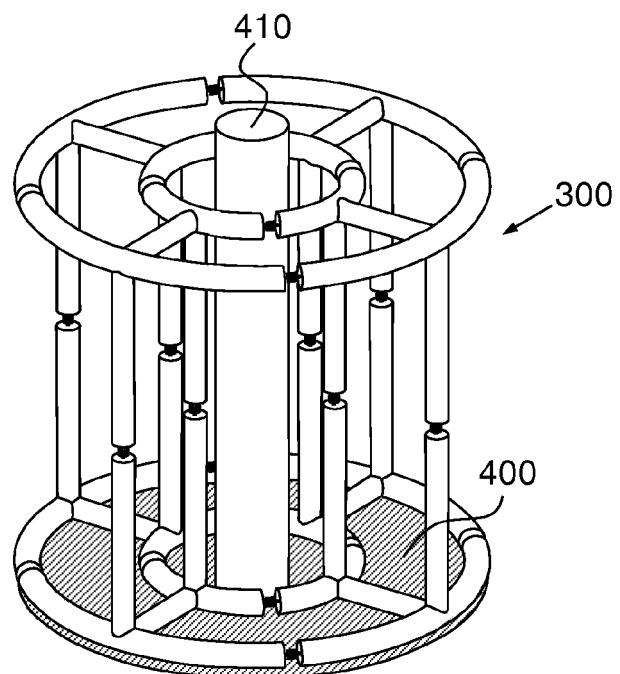
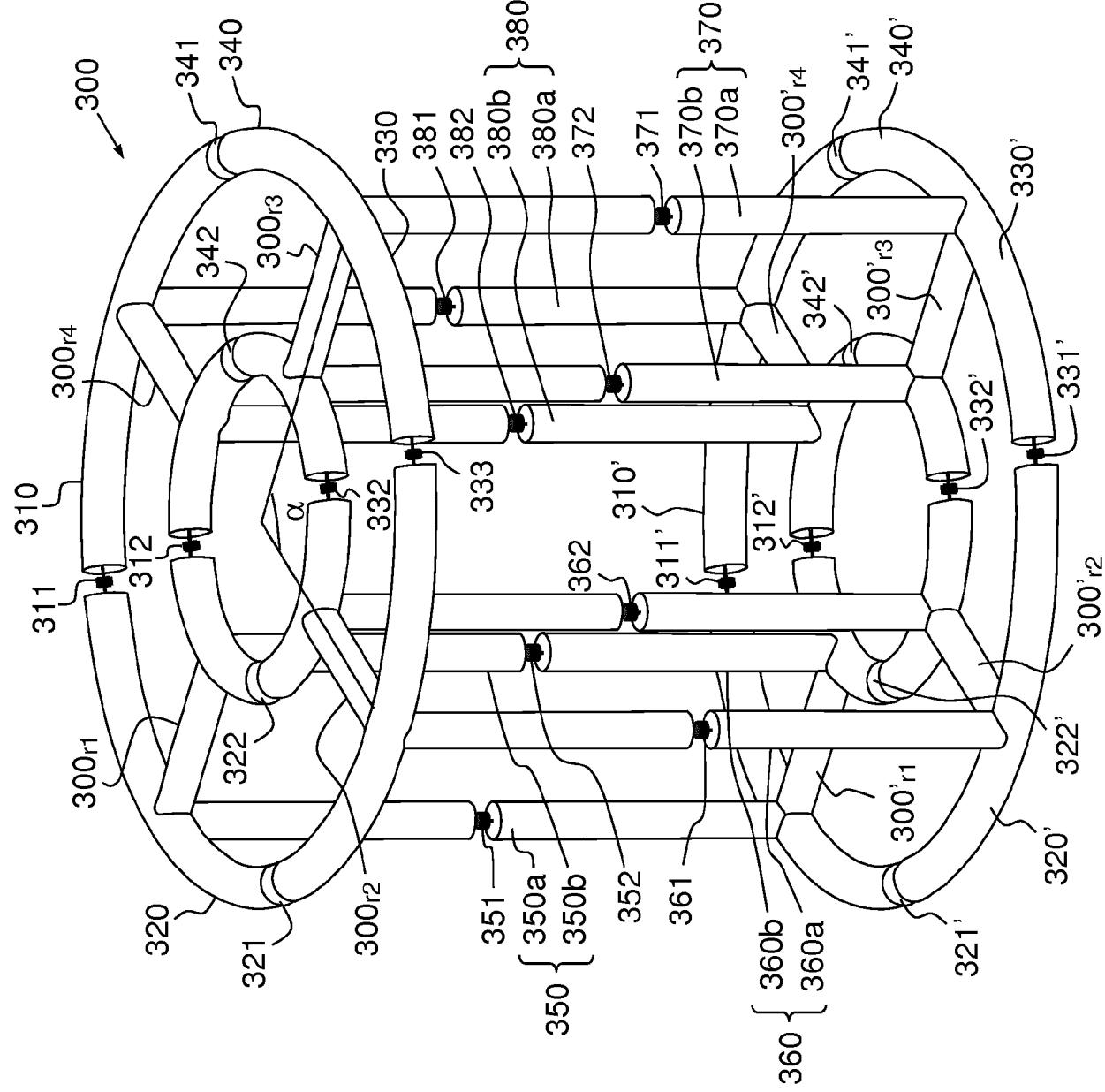


FIG.3C

FIG.3B



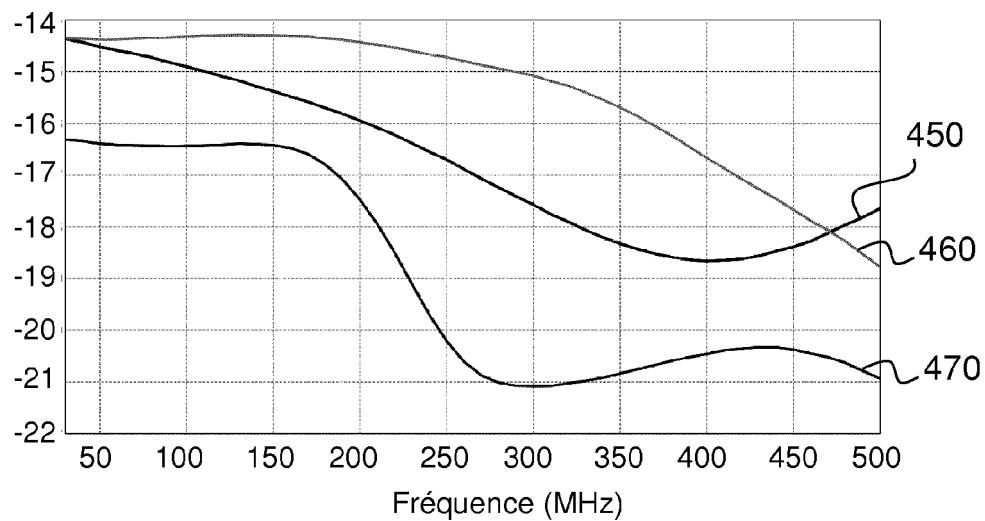


FIG.4

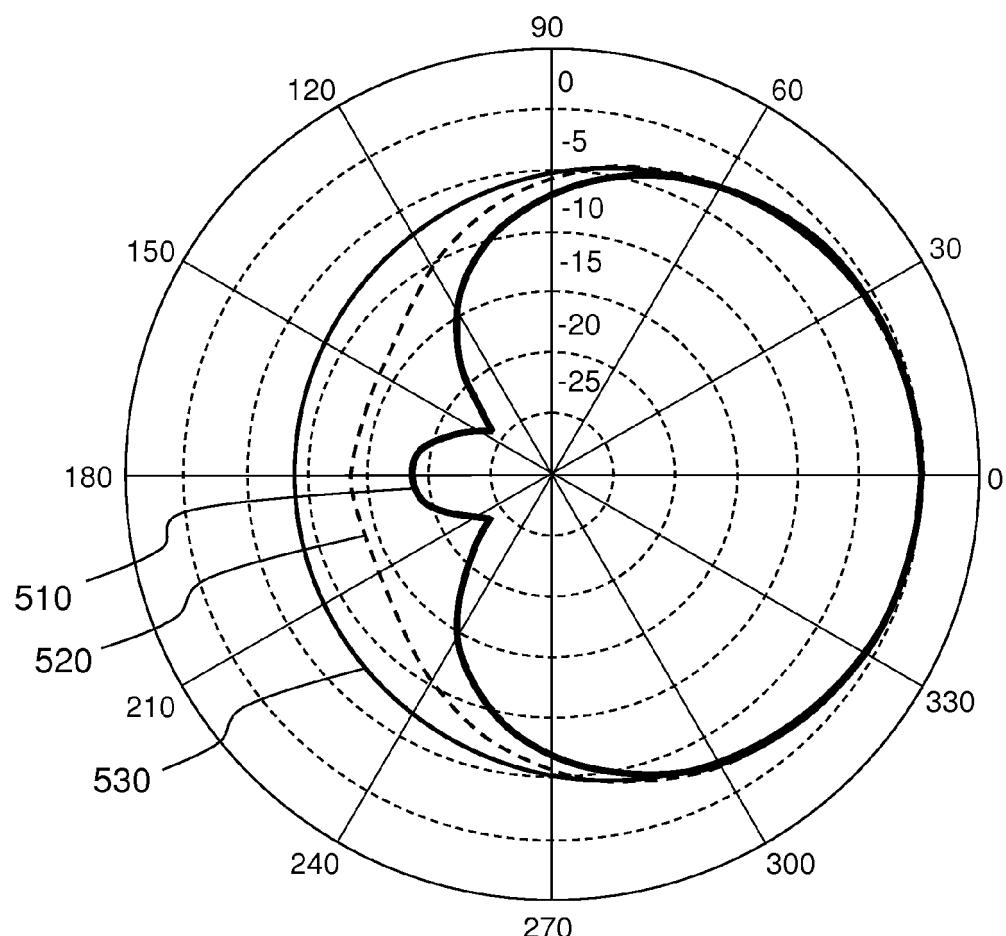


FIG.5

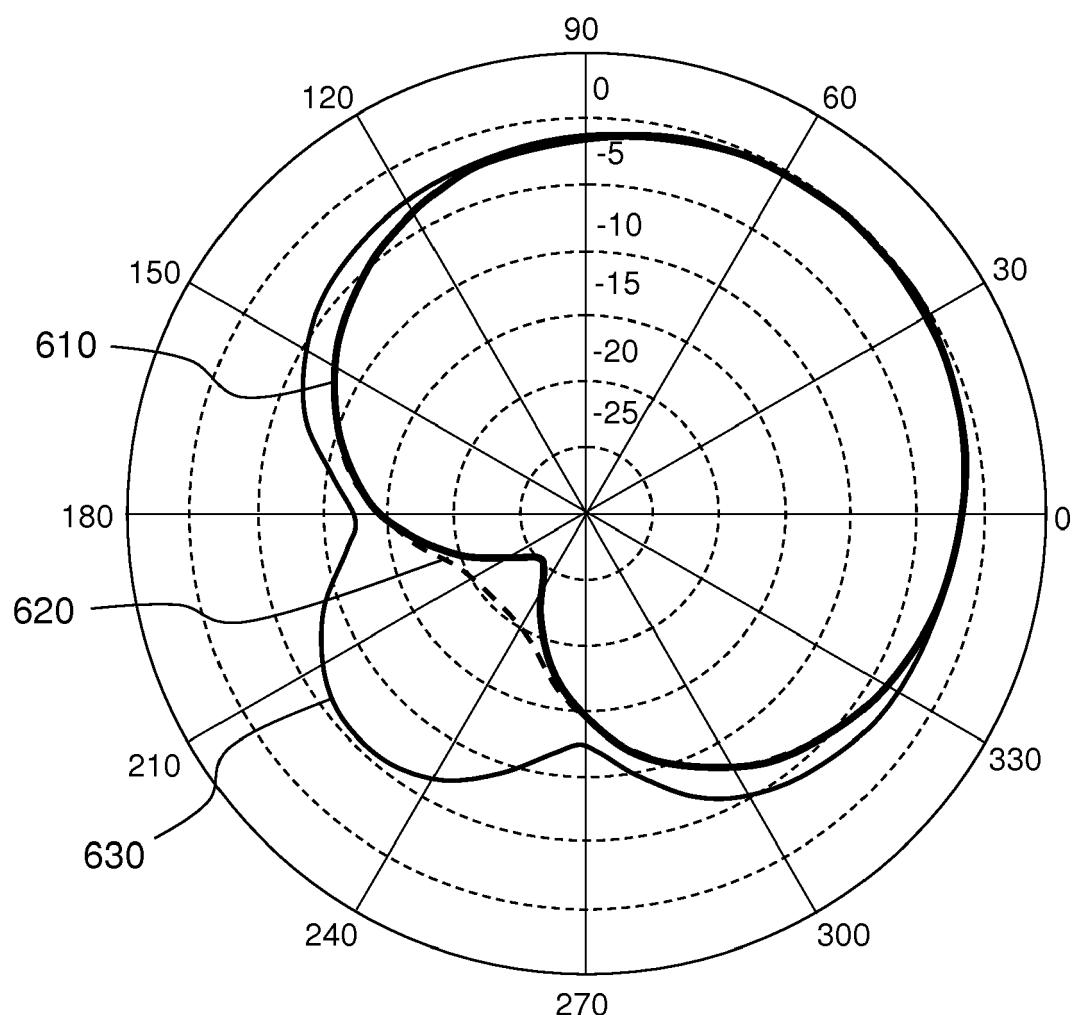


FIG.6

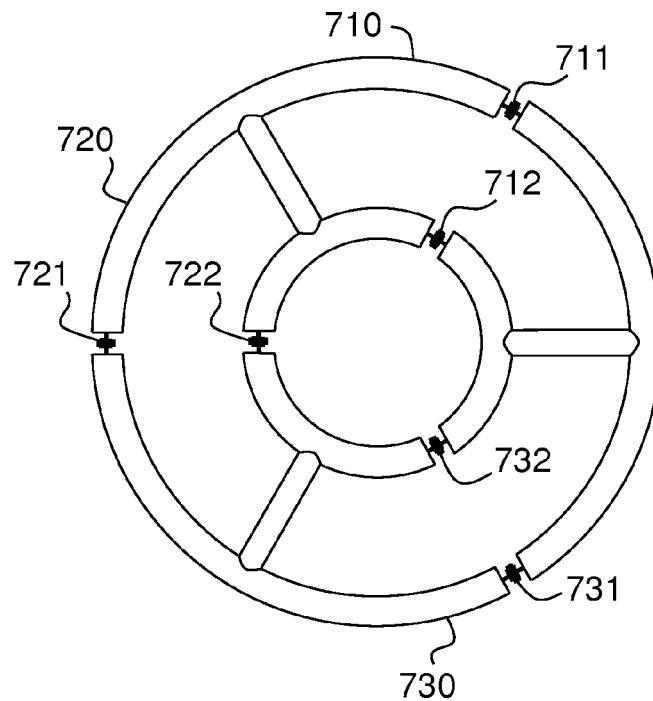


FIG7A

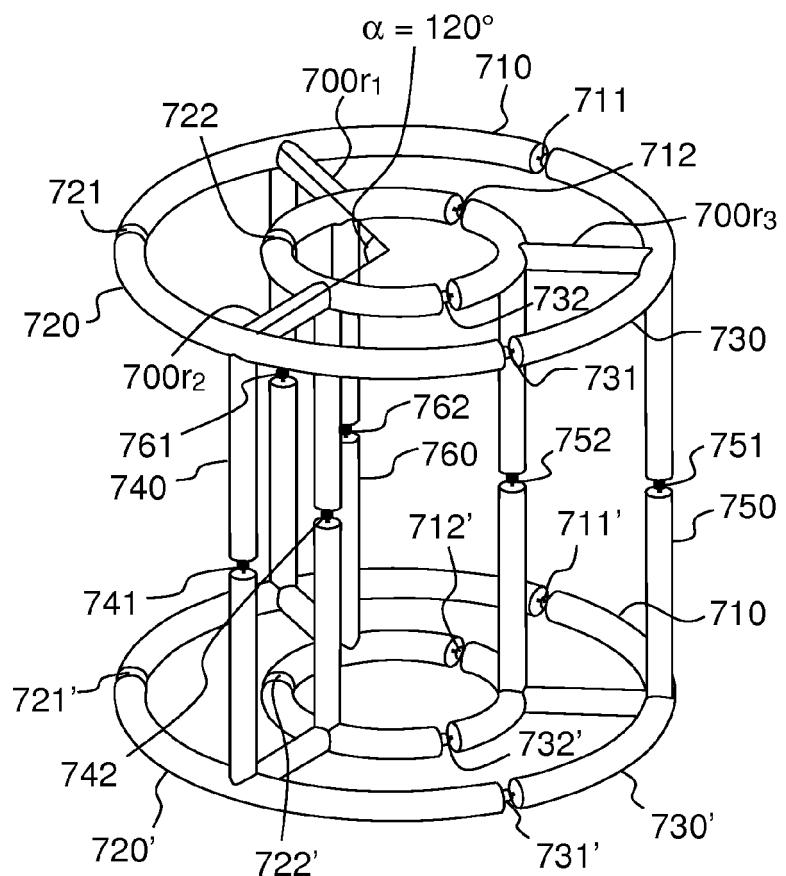


FIG.7B

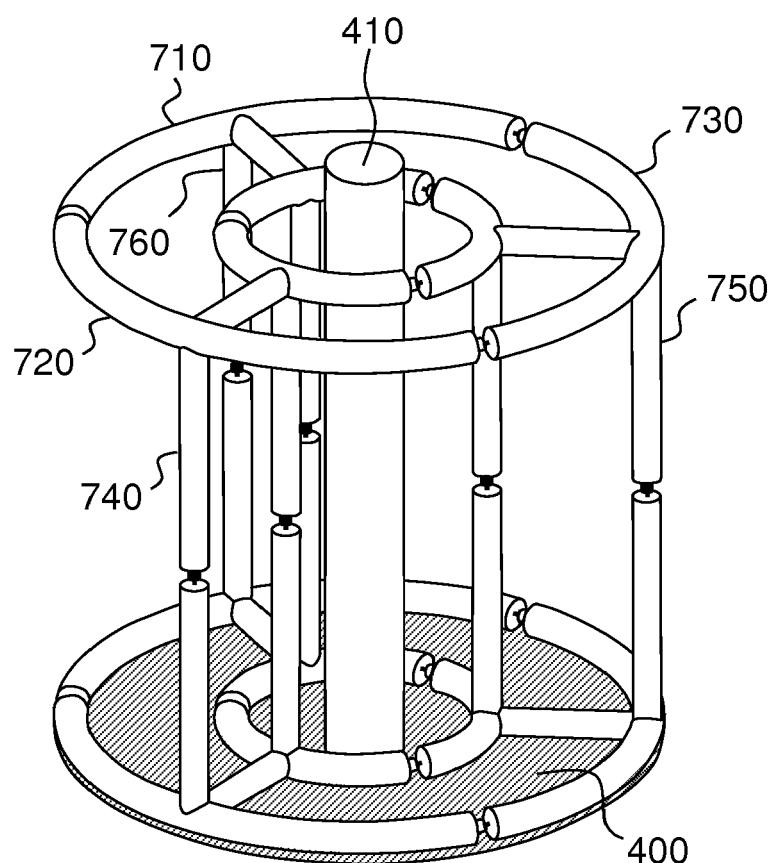


FIG7C



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 16 20 3373

5

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	GB 2 274 953 A (PHIPPS DEREK JOHN [GB]) 10 août 1994 (1994-08-10) * abrégé; figures 1-2 * * page 3, lignes 16-37 * * page 4, lignes 6-27 *	1,2,9, 11-14 3-8,10	INV. H01Q7/00 H01Q9/26 H01Q9/42 H01Q21/24
A	----- US 2 640 930 A (LUNDBURG FRANK J ET AL) 2 juin 1953 (1953-06-02) * colonne 3, ligne 24 - colonne 4, ligne 49; figures 1-5 *	1-14	
A	----- US 3 611 389 A (COORS ERICH ET AL) 5 octobre 1971 (1971-10-05) * abrégé; figures 1-4 * * colonne 2, ligne 62 - colonne 3, ligne 32 *	1-3,8,10	
A	----- US 1 556 137 A (ALEXANDER WEAGANT ROY) 6 octobre 1925 (1925-10-06) * figures 1-6 *	1,8	
A	----- EP 0 961 346 A1 (APPLIC RECH ELECTRONIQUE [FR]) 1 décembre 1999 (1999-12-01) * abrégé; figure 1 * * colonne 2, alinéa 8 - colonne 3, alinéa 12 *	1,8, 11-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
2	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 18 janvier 2017	Examinateur Cordeiro, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			
55	EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)		

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

EP 16 20 3373

5 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.

18-01-2017

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
	GB 2274953	A 10-08-1994	AUCUN			
15	US 2640930	A 02-06-1953	BE 500563 A 12-11-1952	CH 293157 A 15-09-1953	DE 831419 C 14-02-1952	
			DE 901665 C 14-01-1954	FR 64511 E 14-11-1955	FR 64853 E 14-12-1955	
20			FR 67351 E 06-03-1958	FR 70739 E 10-07-1959	FR 78739 E 31-08-1962	
			FR 1035591 A 26-08-1953	GB 680512 A 08-10-1952	NL 80176 C 15-08-1955	
25			NL 158378 B 18-01-2017	US 2640930 A 02-06-1953	US 2855599 A 07-10-1958	
30	US 3611389	A 05-10-1971	AT 295603 B 10-01-1972	DE 1902884 A1 23-07-1970	FR 2033258 A1 04-12-1970	
			GB 1258656 A 30-12-1971	NL 7000933 A 24-07-1970	SE 351752 B 04-12-1972	
35			US 3611389 A 05-10-1971			
	US 1556137	A 06-10-1925	FR 503024 A 01-06-1920	US 1556137 A 06-10-1925		
40	EP 0961346	A1 01-12-1999	EP 0961346 A1 01-12-1999	FR 2779235 A1 03-12-1999	US 6211846 B1 03-04-2001	
45						
50						
55						

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 20140266888 A [0010]
- US 8228258 B [0011]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **A. NEHORAI ; E. PALDI.** Vector Sensor Processing for Electromagnetic Source Localization. *Proc. 25th Asilomar Conf. Signais, Syst. Comput.*, Novembre 1991, 566-572 [0009]