



(11) **EP 3 011 639 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**21.03.2018 Bulletin 2018/12**

(21) Numéro de dépôt: **14736313.9**

(22) Date de dépôt: **16.06.2014**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 5/40** <sup>(2015.01)</sup>      **H01Q 9/28** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 13/10** <sup>(2006.01)</sup>      **H01Q 19/13** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 21/06** <sup>(2006.01)</sup>      **H01Q 21/20** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 21/24** <sup>(2006.01)</sup>      **H01Q 25/02** <sup>(2006.01)</sup>

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2014/062497**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2014/202498 (24.12.2014 Gazette 2014/52)**

(54) **SOURCE POUR ANTENNE PARABOLIQUE**  
**SPEISEANORDNUNG FÜR EINE PARABOLANTENNE**  
**SOURCE FOR PARABOLIC ANTENNA**

(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**

(30) Priorité: **17.06.2013 FR 1355655**

(43) Date de publication de la demande:  
**27.04.2016 Bulletin 2016/17**

(73) Titulaire: **ZODIAC DATA SYSTEMS**  
**91978 Courtaboeuf Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **MELLE, Christophe**  
**F-33470 Gujan-Mestras (FR)**

• **CHAIMBAULT, David**  
**F-33470 Gujan-Mestras (FR)**  
• **PELEAU, Fabien**  
**F-33380 Mios (FR)**

(74) Mandataire: **Regimbeau**  
**20, rue de Chazelles**  
**75847 Paris Cedex 17 (FR)**

(56) Documents cités:  
**US-A- 4 283 728 US-A- 4 318 107**  
**US-A- 4 649 391**

**EP 3 011 639 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### DOMAINE DE L'INVENTION

**[0001]** La présente invention concerne une source hyperfréquence destinée à être placée au foyer d'une antenne parabolique.

### ETAT DE LA TECHNIQUE

**[0002]** Les antennes utilisées en télémétrie comprennent généralement un réflecteur parabolique et une source placée au foyer du réflecteur parabolique. La source est propre à émettre un signal à destination d'une cible (tel qu'un satellite ou un engin volant par exemple) ou recevoir un signal émis par la cible. Le réflecteur a pour fonction de diriger le signal émis par la source vers la cible ou de concentrer le signal émis par la cible sur la source.

**[0003]** La bande de fréquence dans laquelle les signaux sont émis ou reçus dépend du type de cible. Chaque source est généralement adaptée pour émettre dans une bande de fréquence donnée correspondant à un type de cible.

**[0004]** Par conséquent, pour pouvoir échanger des données avec différents types de cibles, il est nécessaire de démonter la source de l'antenne et d'installer une nouvelle source à la place. Ces opérations de démontage et de montage prennent du temps et peuvent générer des erreurs d'alignement de la source et du réflecteur qui altèrent le diagramme de rayonnement de l'antenne.

**[0005]** Il existe par ailleurs des antennes bi-bande comprenant une première source apte à émettre dans une première bande de fréquence, une deuxième source apte à émettre dans une deuxième bande de fréquence, un réflecteur principal et un réflecteur auxiliaire à surface dichroïque. La première source est placée au point focal du réflecteur principal tandis que la deuxième source est placée au point focal du réflecteur auxiliaire. Le réflecteur auxiliaire comprend une surface dichroïque adaptée pour laisser passer le rayonnement dans la première bande de fréquence et pour réfléchir le rayonnement dans la deuxième bande de fréquence. Les signaux émis par la cible dans la première bande de fréquence sont réfléchis par le réflecteur principal vers la première source en passant à travers le réflecteur auxiliaire. Les signaux émis par la cible dans la deuxième bande de fréquence sont réfléchis successivement par le réflecteur principal et le réflecteur auxiliaire vers la deuxième source.

**[0006]** Cependant, une telle antenne bi-bande est onéreuse, notamment du fait qu'elle requiert l'utilisation d'un réflecteur à surface dichroïque.

**[0007]** On connaît par ailleurs du document us2011/0291903 une source multibande adaptée pour recevoir ou émettre simultanément dans trois bandes de fréquences. Plus précisément, la source est apte à émettre dans les bandes de fréquence L (1 GHz à 2 GHz), S

(2 GHz à 4 GHz) et C (4 à 8 GHz). La source comprend un guide d'onde cylindrique central et trois cylindres conducteurs coaxiaux s'étendant autour du guide d'onde cylindrique central et formant trois guides d'onde coaxiaux respectifs. Chacun des trois guides d'onde entourant le guide d'onde central est délimité par deux cylindres successifs.

**[0008]** Le guide d'onde cylindrique central est adapté pour générer un rayonnement de voie somme (ou voie sigma) dans la bande C. Le premier guide d'onde cylindrique entourant le guide d'onde central est adapté pour générer sélectivement un rayonnement de voie différence (delta) dans la bande C ou un rayonnement de voie somme dans la bande S. Le deuxième guide d'onde cylindrique entourant le premier guide d'onde est adapté pour générer sélectivement un rayonnement de voie différence dans la bande S ou un rayonnement de voie somme dans la bande L. Enfin, le troisième guide d'onde cylindrique entourant le deuxième guide d'onde est adapté pour générer un rayonnement de voie différence dans la bande L.

**[0009]** Les guides d'ondes sont alimentés par des transitions coaxiales via une pluralité de ports d'entrée. De tels guides d'onde sont particulièrement difficiles à exciter de sorte que leur dimensionnement est complexe. Afin de minimiser les pertes en réflexions, le document US2011/0291903 prévoit notamment que la source comprend des crêtes radiales agencées à l'intérieur des guides d'onde, chaque crête étant couplée à un port d'entrée et à un cylindre.

**[0010]** Par ailleurs, comme un même guide d'onde est utilisé pour générer un rayonnement dans deux bandes de fréquences, ce type de source ne permet pas de découpler les différentes bandes de fréquence. Le document US4283728 décrit une antenne Cassegrain, comprenant une corne somme située sur l'axe de pointage du plat principal, et quatre cornes erreur positionnées autour de cette corne somme.

### RESUME DE L'INVENTION

**[0011]** Un but de l'invention est de proposer une source pour antenne parabolique qui soit plus facile à concevoir.

**[0012]** Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention définie par la revendication 1 grâce à une source pour antenne parabolique, comprenant :

- un ensemble rayonnant sigma comprenant un élément rayonnant sigma positionné sur un axe principal d'émission/réception de la source, et un circuit d'alimentation sigma pour alimenter l'élément rayonnant sigma de manière à ce que l'élément rayonnant sigma génère un rayonnement de voie sigma, et
- un ensemble rayonnant delta comprenant huit éléments rayonnants delta, agencés autour de l'axe principal d'émission/réception de la source, et un circuit d'alimentation delta pour alimenter les éléments rayonnants delta de manière à ce que les éléments

rayonnants delta génèrent un rayonnement de voie delta, les éléments rayonnants delta étant disposés sur un cercle centré sur l'axe principal d'émission/réception de la source, avec un espacement angulaire de 45 degrés entre deux éléments delta successif.

Dans une telle source, le rayonnement de voie delta est généré de manière indépendante du rayonnement de la voie sigma.

**[0013]** De plus, l'utilisation de huit élément rayonnants delta permet d'améliorer le découplage entre les rayonnements des voies sigma et delta.

**[0014]** La source peut en outre présenter les caractéristiques suivantes :

- l'élément rayonnant sigma s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception de la source,
- l'élément rayonnant sigma comprend un patch rayonnant et un plan de masse présentant des fentes de couplage, les fentes de couplage étant disposées selon un motif invariant par rotation de 90 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception de la source,
- chaque élément rayonnant delta comprend un patch rayonnant relié au circuit d'alimentation delta par un point d'alimentation, l'ensemble des patches et leurs points d'alimentation étant disposés selon un motif invariant par rotation de 45 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception de la source,
- les éléments rayonnants delta s'étendent dans un même plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception de la source,
- les éléments rayonnants delta sont polarisés radialement par rapport à l'axe principal d'émission/réception de la source,
- chaque élément rayonnant delta comprend un patch rayonnant quart d'onde,
- chaque élément rayonnant delta comprend un patch rayonnant demi-onde et un patch parasite,
- les éléments rayonnants delta s'étendent chacun dans un plan parallèle à l'axe principal d'émission/réception de la source,
- les éléments rayonnants delta sont polarisés tangentiuellement par rapport à l'axe principal d'émission/réception de la source,
- chaque élément rayonnant delta comprend un dipôle demi-onde,
- les éléments rayonnant delta comprennent deux groupes de quatre éléments rayonnants delta, chaque groupe étant alimenté par le circuit d'alimentation delta en mode TE<sub>21</sub>, les éléments rayonnants delta d'un groupe étant alimentés avec un déphasage de 90 degrés par rapport aux éléments rayonnants delta de l'autre groupe ;
- la source comporte trois ensembles rayonnants sigma fonctionnant chacun dans une bande de fréquen-

ce différente et trois ensembles rayonnants delta fonctionnant chacun dans une desdites bandes de fréquence les éléments rayonnants sigma des trois ensembles rayonnants sigma étant disposés en étage et centrés sur l'axe principal d'émission/réception de la source, les éléments rayonnants sigma fonctionnant dans une bande de fréquence supérieure étant étagés, dans le sens de propagation de l'onde électromagnétique, au-dessus des éléments rayonnants sigma fonctionnant dans une bande de fréquence inférieure ;

- les éléments rayonnants sigma fonctionnant dans une bande de fréquence inférieure sont confondus avec le plan de masse des éléments rayonnants sigma fonctionnant dans une bande de fréquence supérieure.

**[0015]** L'invention se rapporte également à une antenne comprenant un réflecteur parabolique présentant un foyer, et une source telle que définie précédemment, placée au foyer du réflecteur parabolique.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

**[0016]** D'autres objectifs, caractéristiques et avantages ressortiront de la description détaillée qui suit en référence aux dessins donnés à titre illustratif et non limitatif parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue d'une source conforme à un mode de réalisation de l'invention;
- la figure 2 est une vue de la source sur laquelle le premier ensemble rayonnant sigma et le premier ensemble rayonnant delta sont en surbrillance;
- la figure 3 est une vue de la source sur laquelle le second ensemble rayonnant sigma et le second ensemble rayonnant delta sont en surbrillance;
- la figure 4 est une vue de la source sur laquelle le troisième ensemble rayonnant sigma et le troisième ensemble rayonnant delta sont en surbrillance;
- la figure 5 est une vue frontale de la source;
- la figure 6 est une vue schématique d'un l'élément rayonnant sigma;
- la figure 7 est une vue schématique d'un patch d'un élément rayonnant delta du premier ensemble de rayonnement delta;
- la figure 8 est un diagramme de polarisation du premier ensemble de rayonnement delta;
- la figure 9 est une vue schématique d'un patch d'un élément rayonnant delta du second ensemble de rayonnement delta;
- la figure 10 est une vue schématique d'un patch d'un élément rayonnant delta du troisième ensemble de rayonnement delta;
- la figure 11 est un diagramme de polarisation du deuxième ou du troisième ensemble de rayonnement delta;
- la figure 12 est une vue en coupe dans un plan con-

tenant un axe principal d'émission/réception de la source.

## DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

**[0017]** En référence aux figures 1 à 5, la source S pour antenne parabolique, comprend une base mécanique 3 et trois ensembles rayonnants sigma 1C, 1S et 1L fournissant un diagramme sigma pour les trois bandes de fréquence C, S et L respectivement, et trois ensembles rayonnants delta 2C, 2S et 2L fournissant un diagramme delta pour les trois bandes de fréquence C, S et L respectivement. Les ensembles rayonnants sont fixés sur la base mécanique.

**[0018]** Les ensembles rayonnants comprennent :

- un premier ensemble rayonnant sigma 1L propre à générer un diagramme de rayonnement sigma pour la première bande de fréquence L,
- un premier ensemble rayonnant delta 2L propre à générer un diagramme de rayonnement delta pour la première bande de fréquence L,
- un deuxième ensemble rayonnant sigma 1S propre à fournir un diagramme de rayonnement sigma pour la deuxième bande de fréquence S,
- un deuxième ensemble rayonnant delta 2S propre à générer un diagramme de rayonnement delta pour une deuxième bande de fréquence S,
- un troisième ensemble rayonnant sigma 1C propre à fournir un diagramme de rayonnement sigma pour la troisième bande de fréquence C, et
- un troisième ensemble rayonnant delta 2C propre à fournir un diagramme de rayonnement delta pour la troisième bande de fréquence C.

**[0019]** Le diagramme de rayonnement delta fournit un signal fonction monotone de l'écart de la cible à l'axe de l'antenne tandis que le diagramme de rayonnement sigma donne un signal maximal dans l'axe. Ces diagrammes permettent d'obtenir une écartométrie avec signe et de normaliser la mesure. La fonction d'écartométrie est obtenue en faisant le rapport, d'amplitude et de phase, du diagramme delta sur le diagramme sigma. La pente de cette fonction d'écartométrie est quasi constante dans la partie centrale du diagramme sigma. De manière connue, il est possible d'extraire un écart angulaire entre la position de la cible et l'axe de l'antenne, à partir des deux signaux reçus simultanément par l'antenne sur ses deux voies sigma et delta et ceci, pour toutes les bandes de fréquence L, S et C.

**[0020]** La source présente un axe principal d'émission/réception A. Chacun des trois ensembles rayonnants sigma 1C, 1S et 1L s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0021]** Chacun des trois ensembles rayonnants sigma 1C, 1S et 1L comprend un élément rayonnant sigma 11 positionné sur l'axe principal d'émission/réception A de

la source S, et un circuit d'alimentation sigma 12 pour alimenter l'élément rayonnant sigma 11 de manière à générer un rayonnement de voie sigma.

**[0022]** Les trois ensembles rayonnants sigma 1C, 1S et 1L sont conformes à l'ensemble rayonnant sigma 1 représenté de manière générale sur la figure 6.

**[0023]** En référence à la figure 6, chaque élément rayonnant sigma 11 comprend un patch (ou pavé) circulaire rayonnant 111 et un plan de masse 112 présentant des fentes de couplage 113. L'élément rayonnant sigma 11 comprend trois couches de métallisation et deux substrats. L'élément rayonnant sigma 11 et le circuit d'alimentation sigma 12 sont séparés par le plan de masse 112 dans lequel des fentes de couplage électromagnétique 113 sont gravées de façon à assurer l'alimentation de l'élément rayonnant sigma 11.

**[0024]** Chaque élément rayonnant sigma 11 est couplé avec le circuit d'alimentation sigma 12 au niveau de points de couplage 125 par l'intermédiaire des fentes de couplage 113. Les fentes de couplage 113 et les points de couplage 125 sont disposées selon un motif invariant par rotation de 90 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception A de la source S. La symétrie de cette configuration permet de minimiser la polarisation croisée.

**[0025]** Les quatre fentes de couplage 113 sont disposées en croix. Autrement dit, les fentes de couplages 113 sont disposées deux à deux selon deux axes perpendiculaires centrés sur l'axe principal d'émission/réception de la source. Chaque circuit d'alimentation sigma 12 comprend deux ports d'alimentation 127a et 127b positionnés chacun dans deux couches de chaque côté du patch circulaire rayonnant 111 dans deux couches de diélectriques. Ces deux ports d'alimentation 127a et 127b sont en phase. Chacun des ports d'alimentation 127a et 127b alimente deux branches d'alimentation respectivement 128a1 et 128a2 et 128b1 et 128b2 positionnées de chaque côté du patch circulaire rayonnant 111 et couplées avec le patch rayonnant en quatre points de couplage 125a1, 125a2, 125b1 et 125b2. Les ports d'alimentation 127a et 127b génèrent chacun un mode de polarisation rectiligne, les modes de polarisation rectilignes des deux branches d'alimentation étant orthogonaux deux à deux et en quadrature de phase. Il est ainsi possible de générer une polarisation circulaire dans les deux sens, gauche et droite.

**[0026]** Les éléments rayonnants 11 des voies sigma possèdent tous des symétries sur deux axes orthogonaux. Cela permet un bon découplage entre les ports d'alimentation 127a et 127b ayant des polarisations rectilignes et orthogonales, ainsi qu'entre les voies delta et sigma.

**[0027]** Chacun des ensembles rayonnants delta 2S, 2C, 2L comprend huit éléments rayonnants delta, respectivement 21S, 21C, 21L, et un circuit d'alimentation delta, respectivement 22S, 22C, 22L. Les éléments rayonnants delta 21S, 21C ou 21L d'un même ensemble sont disposés sur un cercle centré sur l'axe principal

d'émission/réception A de la source S. De plus, les éléments rayonnants delta 21S, 21C, 21L sont disposés avec un espacement angulaire de 45 degrés entre deux éléments delta 21S, 21C, 21L successifs.

**[0028]** Chaque élément rayonnant delta 21S, 21C, 21L comprend un patch (ou pavé) rayonnant 211S, 211C, 211L relié au circuit d'alimentation delta associé 22S, 22C, 22L par un point d'alimentation 225S, 225C, 225L. L'ensemble des patches 211 S, 211C, 211L d'un même ensemble rayonnant delta 2S, 2C, 2L et leurs points d'alimentation 225S, 225C, 225L sont disposés selon un motif invariant par rotation de 45 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0029]** Les éléments rayonnants delta 21L du premier ensemble de rayonnement delta 2L s'étendent chacun dans un plan parallèle à l'axe principal d'émission/réception A de la source S et tangentiel à un cylindre de révolution ayant pour axe l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0030]** Chacun des huit éléments rayonnants delta 21L du premier ensemble de rayonnement delta 2L comprend un patch 211L comportant un substrat diélectrique 2111L de forme rectangulaire et une couche de conducteur métallique 2113L typiquement réalisé en cuivre.

**[0031]** En référence à la figure 7, le conducteur métallique 2113L présente une première section 21131L s'étendant dans la direction de l'axe de la source et une seconde section 21132L s'étendant dans la direction perpendiculaire à l'axe de la source et comprise dans le plan des éléments rayonnant delta 21 L. La seconde partie présente une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur d'onde moyenne  $\lambda$  de la première bande de longueur d'onde L. Le circuit d'alimentation delta 22L du premier ensemble de rayonnement delta 2L comprend pour chacun des huit patches 211L une ligne d'alimentation 228L alimentant le patch 211L au niveau d'un point d'alimentation 225L positionné au centre du patch. Le courant amené sur chaque ligne 228L est en opposition de phase de façon à ce que le courant soit maximum au centre du patch. Chacun des huit patches 211L des éléments rayonnants delta 21L du premier ensemble de rayonnement delta 2L résonne en demi-onde, comme un dipôle. En référence à la figure 8, les éléments rayonnants delta 21L du premier ensemble de rayonnement delta 2L sont polarisés tangentiellement par rapport au cercle sur lequel les éléments rayonnants delta 21L sont disposés.

**[0032]** Les éléments rayonnants delta 21C du deuxième ensemble de rayonnement delta 2C s'étendent dans un même plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0033]** Les éléments rayonnants delta 21S du deuxième ensemble de rayonnement delta 2S s'étendent également dans un même plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0034]** En référence à la figure 9, les huit éléments rayonnants delta 21C du troisième ensemble de rayonnement delta 2C comprennent chacun un plan de masse

211C, un premier substrat diélectrique 212C en contact avec le plan de masse 211C, un patch trapézoïdal quart-onde 211C en cuivre formé sur le premier substrat diélectrique 212C et raccordé en court-circuit avec le plan de masse 213C. Le patch trapézoïdal quart-onde 211C est alimenté par un câble coaxial 216C au niveau d'un point d'alimentation 225C.

**[0035]** En référence à la figure 10, les huit éléments rayonnants delta 21S du deuxième ensemble de rayonnement delta 2S comprennent chacun un plan de masse 213S, un premier substrat diélectrique 212S en contact avec le plan de masse, un patch trapézoïdal demi-onde 211S en cuivre déposé sur le premier substrat diélectrique 212S, un second substrat diélectrique 214S dans un plan parallèle au premier substrat diélectrique 212S et un patch parasite 215S en cuivre déposé sur le second substrat diélectrique 214S. Le patch trapézoïdal demi-onde 211S est alimenté par un câble coaxial 216S au niveau d'un point d'alimentation 225S. Le patch parasite 215S joue le rôle de directeur et modifie le champ rayonné par le patch trapézoïdal demi-onde 211S.

**[0036]** En référence à la figure 11, les éléments rayonnants delta 21S et 21C du deuxième et troisième ensemble de rayonnement delta 2S et 2C sont polarisés radialement par rapport à l'axe principal d'émission/réception A de la source S.

**[0037]** Les éléments rayonnant delta 21S, 21C, 21L des premiers, deuxième et troisième ensembles rayonnants delta comprennent deux groupes de quatre éléments rayonnants delta 21S, 21C, 21L, chaque groupe étant alimenté par le circuit d'alimentation delta 22S, 22C, 22L en mode TE<sub>21</sub>, les éléments rayonnants delta 21S, 21C, 21L d'un groupe étant alimentés en quadrature de phase par rapport aux éléments rayonnants delta 21S, 21C, 21L de l'autre groupe. Les éléments rayonnants delta 21S, 21C, 21L de chaque ensemble rayonnant delta génèrent une carte de champs électromagnétiques équivalente à celle du mode TE<sub>21</sub> existant dans les guides d'onde.

**[0038]** Les éléments rayonnants delta d'un même ensemble rayonnant delta sont alimentés en équiamplitude et de manière à ce que le rayon du cercle sur lequel sont positionnés les huit éléments rayonnants delta soit inférieur à la longueur d'onde correspondant à la fréquence maximum de la bande de fréquence de l'ensemble rayonnant delta.

**[0039]** La symétrie centrale des éléments rayonnant delta 21S, 21C, 21L associés aux éléments rayonnants sigma à symétrie centrale permet de découpler les diagrammes sigma et les diagrammes delta. L'avantage qui en découle est que la génération des diagrammes sigma et des diagrammes delta dans les différentes bandes de fréquence L, S et C se fait de manière indépendante. De plus, il en résulte que les diagrammes sigma et delta dans les différentes bandes de fréquence L, S sont découplés.

**[0040]** Il est ainsi possible d'imbriquer les différents éléments rayonnants fonctionnant dans des bandes de

fréquence différentes et ainsi de générer des diagrammes sigma et delta pour les trois bandes de fréquence différentes sans que les rayonnements ne se perturbent, et le tout dans un espace réduit, en évitant d'utiliser des structures en guide d'onde lourdes et couteuses.

**[0041]** Les éléments rayonnants sigma 1S, 1C, 1L des premier, deuxième et troisième ensembles rayonnants sigma 1S, 1C, 1L sont disposés en étage et centrés sur l'axe principal d'émission/réception/réception A de la source, les patchs rayonnant dans chaque bande de fréquence servent ainsi de plan de masse aux éléments rayonnants sigma 1S, 1C, 1L des étages supérieurs, les éléments rayonnants sigma 1S, 1C, 1L étant étagés, dans le sens de propagation de l'onde électromagnétique, selon leur bande de fréquences de fonctionnement, c'est-à-dire, des fréquences les plus basses vers les fréquences les plus hautes.

**[0042]** En référence à la figure 12, les différents éléments des ensembles rayonnants 1C, 1S, 1L et 2C, 2S, 2L sont étagés sur l'axe A de la source S. En parcourant l'axe de la source dans le sens inverse de propagation de l'onde électromagnétique, les différents éléments sont positionnés dans l'ordre suivant, du haut vers le bas de la source:

- le patch circulaire rayonnant 111C du troisième ensemble rayonnant sigma;
- le plan de masse 112C du troisième ensemble rayonnant sigma sur lequel sont déposées les branches d'un port du circuit d'alimentation 12C ;
- les patchs trapézoïdaux quart-onde 213C du troisième ensemble de rayonnement delta 2C déposés sur le plan de masse 211C du troisième ensemble de rayonnement delta 2C
- le patch circulaire rayonnant 111S du second ensemble de rayonnement delta 2S positionné au centre des patchs trapézoïdaux quart-onde 213C du troisième ensemble de rayonnement delta 2C ;
- le plan de masse 112S du second ensemble rayonnant sigma sur chacune des faces duquel sont déposées les branches d'un port du circuit d'alimentation 12S;
- le patch circulaire rayonnant 111L du premier ensemble rayonnant sigma;
- les patchs parasites 215S positionnés au niveau du plan de masse 112L du premier ensemble rayonnant sigma, le plan de masse 112L du premier ensemble rayonnant sigma et le circuit d'alimentation 12L étant positionnés au centre des patchs trapézoïdaux demi-onde 21S du deuxième ensemble de de rayonnement delta 2S .

**[0043]** Les éléments rayonnants du premier ensemble rayonnant 2L sont positionnés autour du deuxième ensemble rayonnant 2S.

**[0044]** Les constantes diélectriques des différents diélectriques 212C, 214S, 212S, 12S, 12C, 12L sont choisies de manière à respecter le rayon maximum du ré-

seau.

**[0045]** La source décrite se caractérise par un faible encombrement, un faible poids et des bonnes performances de directivité, de facteur de mérite G/T et de poursuite d'une cible mobile pour une antenne multi-bande. Par ailleurs, ce type de source multi-bande est aussi bien adapté pour équiper des paraboles prime-focus de petit diamètre que de grand diamètre. La source peut recevoir dans les trois bandes de fréquence L, S et C simultanément et, toujours simultanément, faire une poursuite de type monopulse.

**[0046]** Le fait de minimiser le diamètre des cercles sur lesquels sont positionnés les éléments rayonnant 2C, 2S, 2L permet d'avoir une pente de poursuite forte, or plus la pente de poursuite est forte, meilleure sera la poursuite. D'autre part dans la source décrite, les pentes de poursuite ou écartométriques sont homogènes dans tous les plans et ne se dégradent pas en fonction de la polarisation du signal reçu.

**[0047]** La source décrite est particulièrement bien adaptée pour fonctionner dans les bandes de fréquence L = [1.4 ; 1.55 GHz], S = [2.2 ; 2.4GHz] et C = [5.0 ; 5.25GHz]. La source décrite permet, par exemple, de garder un système de réception déjà existant en bande S et de pré-équiper ce système pour la future bande C. D'autre part, avec la source décrite, il n'est plus nécessaire de changer de source pour changer de bande de fréquence, l'opération de changement de source demandant des moyens, du temps de manoeuvre et de mise au point.

**[0048]** L'invention peut également être mise en oeuvre pour générer d'autres bandes de fréquence de télécommunication, de télémessure, ou toute autre bande de fréquence de réception.

**[0049]** La source multi-bande décrite est placée au foyer d'un réflecteur principal parabolique. La source multi-bande décrite permet d'éviter l'utilisation d'un montage à deux réflecteurs, réflecteur principal et sub-réflecteur, communément appelé montage cassegrain, notamment sur des antennes de petits diamètres. Ainsi, l'utilisation d'un sub-réflecteur dichroïque n'est pas requise et cela permet aussi d'éviter des problèmes de couplage entre sources séparées.

**[0050]** La source permet de faire, simultanément, de la réception et de la poursuite monopulse de cibles mobiles dans les trois bandes de fréquence L, S et C tout en étant légère et compacte.

## 50 Revendications

1. Source (S) pour antenne parabolique, comprenant :

- un ensemble rayonnant sigma (1S, 1C, 1L) adapté pour générer la voie sigma comprenant un élément rayonnant sigma (11) positionné sur un axe principal d'émission/réception (A) de la source (S), et un circuit d'alimentation sigma

- (12) pour alimenter l'élément rayonnant sigma(11), et  
 - un ensemble rayonnant delta (2S, 2C, 2L) adapté pour générer la voie delta comprenant huit éléments rayonnants delta (21S, 21C, 21L), agencés autour de l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S), et un circuit d'alimentation delta (22S, 22C, 22L),
- les éléments rayonnants delta (21S, 21C, 21L) étant disposés sur un cercle centré sur l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S), avec un espacement angulaire de 45 degrés entre deux éléments delta (21S, 21C, 21L) successifs.
2. Source selon la revendication 1, dans laquelle l'élément rayonnant sigma (11) s'étend dans un plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  3. Source selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle l'élément rayonnant sigma (11) comprend un patch (pavé ou plaque) rayonnant (111) et un plan de masse (112) présentant des fentes de couplage (113), les fentes de couplage (113) étant disposées selon un motif invariant par rotation de 90 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  4. Source selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle chaque élément rayonnant delta (21S, 21C, 21L) comprend un patch (pavé ou plaque) rayonnant (211S, 211C, 211L) relié au circuit d'alimentation delta (22S, 22C, 22L) par un point d'alimentation (225S, 225C, 225L), l'ensemble des patches (211S, 211C, 211L) et leurs points d'alimentation (225S, 225C, 225L) étant disposés selon un motif invariant par rotation de 45 degrés autour de l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  5. Source selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les éléments rayonnants delta (21C, 21S) s'étendent dans un même plan perpendiculaire à l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  6. Source selon la revendication précédente, dans laquelle les éléments rayonnants delta (21C, 21S) sont polarisés radialement par rapport à l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  7. Source selon l'une des revendications 5 et 6, dans laquelle chaque élément rayonnant delta (21C) comprend un patch rayonnant quart d'onde (213C).
  8. Source selon l'une des revendications 5 et 6, dans laquelle chaque élément rayonnant delta (21S) comprend un patch rayonnant demi-onde (211S) et un patch parasite (215S).
  9. Source selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les éléments rayonnants delta (21L) s'étendent chacun dans un plan parallèle à l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  10. Source selon la revendication 9, dans laquelle les éléments rayonnants delta (21L) sont polarisés tangentiuellement par rapport à l'axe principal d'émission/réception (A) de la source (S).
  11. Source selon l'une des revendications 9 et 10, dans laquelle chaque élément rayonnant delta (21L) comprend un dipôle demi-onde (211L).
  12. Source selon l'une des revendications qui précèdent, dans laquelle les éléments rayonnant delta (21S, 21C, 21L) comprennent deux groupes de quatre éléments rayonnants delta (21S, 21C, 21L), chaque groupe étant alimenté par le circuit d'alimentation delta (22S, 22C, 22L) en mode TE<sub>21</sub>, les éléments rayonnants delta(21S, 21C, 21L) d'un groupe étant alimentés avec un déphasage de 90 degrés par rapport aux éléments rayonnants delta (21S, 21C, 21L) de l'autre groupe.
  13. Source selon l'une des revendications qui précèdent, comportant trois ensembles rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) fonctionnant chacun dans une bande de fréquence différente et trois ensembles rayonnants delta (2S, 2C, 2L) fonctionnant chacun dans une desdites bandes de fréquence les éléments rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) des trois ensembles rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) étant disposés en étage et centrés sur l'axe principal d'émission/réception (A) de la source, les éléments rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) fonctionnant dans une bande de fréquence supérieure étant étagés, dans le sens de propagation de l'onde électromagnétique, au-dessus des éléments rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) fonctionnant dans une bande de fréquence inférieure.
  14. Source selon les revendications 3 et 13 prises en combinaison, dans laquelle les éléments rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) fonctionnant dans une bande de fréquence inférieure sont confondus avec le plan de masse des éléments rayonnants sigma (1S, 1C, 1L) fonctionnant dans une bande de fréquence supérieure.
- Patentansprüche**
1. Speiseanordnung (S) für Parabolantenne, umfassend:

- eine Sigma-Strahlungsanordnung (1S, 1C, 1L), die ausgebildet ist, um die Sigma-Bahn zu erzeugen, umfassend ein Sigma-Strahlungselement (11), das auf einer Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) positioniert ist, und einen Sigma-Versorgungskreis (12) zur Versorgung des Sigma-Strahlungselements (11), und
- eine Delta-Strahlungsanordnung (2S, 2C, 2L), die ausgebildet ist, um die Delta-Bahn zu erzeugen, umfassend acht Delta-Strahlungselemente (21S, 21C, 21L), die um die Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) angeordnet sind, und einen Delta-Versorgungskreis (22S, 22C, 22L),
- wobei die Delta-Strahlungselemente (21S, 21C, 21L) auf einem Kreis angeordnet sind, der auf der Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) zentriert ist, mit einer Winkelbeabstandung von 45 Grad zwischen zwei aufeinanderfolgenden Delta-Elementen (21S, 21C, 21L).
2. Speiseanordnung nach Anspruch 1, wobei sich das Sigma-Strahlungselement (11) in einer zur Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) senkrechten Ebene erstreckt.
  3. Speiseanordnung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei das Sigma-Strahlungselement (11) ein Strahlungspatch (Fleck oder Platte) (111) und eine Masseebene (112) umfasst, die Koppelschlitze (113) aufweist, wobei die Koppelschlitze (113) gemäß einem durch Rotation von 90 Grad um die Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) unveränderlichen Motiv angeordnet sind.
  4. Speiseanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jedes Delta-Strahlungselement (21S, 21C, 21L) ein Strahlungspatch (Fleck oder Platte) (211S, 211C, 211L) umfasst, das mit dem Delta-Versorgungskreis (22S, 22C, 22L) durch einen Versorgungspunkt (225S, 225C, 225L) verbunden ist, wobei die Anordnung der Patche (211S, 211C, 211L) und ihrer Versorgungspunkte (225S, 225C, 225L) gemäß einem durch Rotation von 45 Grad um die Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) unveränderlichen Motiv angeordnet ist.
  5. Speiseanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich die Delta-Strahlungselemente (21C, 21S) in einer selben, zur Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) senkrechten Ebene erstrecken.
  6. Speiseanordnung nach vorangehendem Anspruch, wobei die Delta-Strahlungselemente (21C, 21S) in Bezug zur Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) radial polarisiert sind.
  7. Speiseanordnung nach einem der Ansprüche 5 und 6, wobei jedes Delta-Strahlungselement (21C) ein Viertelwellen-Strahlungspatch (213C) umfasst.
  8. Speiseanordnung nach einem der Ansprüche 5 und 6, wobei jedes Delta-Strahlungselement (21S) ein Halbwellen-Strahlungspatch (211S) und ein Störpatch (215S) umfasst.
  9. Speiseanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich die Delta-Strahlungselemente (21L) jeweils in einer zur Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) parallelen Ebene erstrecken.
  10. Speiseanordnung nach Anspruch 9, wobei die Delta-Strahlungselemente (21L) in Bezug zur Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung (S) tangential polarisiert sind.
  11. Speiseanordnung nach einem der Ansprüche 9 und 10, wobei jedes Delta-Strahlungselement (21L) einen Halbwellen-Dipol (211L) umfasst.
  12. Speiseanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Delta-Strahlungselemente (21S, 21C, 21L) zwei Gruppen zu vier Delta-Strahlungselementen (21S, 21C, 21L) umfassen, wobei jede Gruppe von dem Delta-Versorgungskreis (22S, 22C, 22L) im Modus TE<sub>21</sub> versorgt wird, wobei die Delta-Strahlungselemente (21S, 21C, 21L) einer Gruppe mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad in Bezug zu den Delta-Strahlungselementen (21S, 21C, 21L) der anderen Gruppe versorgt werden.
  13. Speiseanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend drei Sigma-Strahlungsanordnungen (1S, 1C, 1L), die jeweils in einem unterschiedlichen Frequenzband arbeiten, und drei Delta-Strahlungsanordnungen (2S, 2C, 2L), die jeweils in einem der Frequenzbänder der Sigma-Strahlungselemente (1S, 1C, 1L) der drei Sigma-Strahlungselemente (1S, 1C, 1L) arbeiten, die stufig und auf der Sende-/Empfangs-Hauptachse (A) der Speiseanordnung zentriert angeordnet sind, wobei die Sigma-Strahlungselemente (1S, 1C, 1L), die in einem höheren Frequenzband arbeiten, über Sigma-Strahlungselementen (1S, 1C, 1L), die in einem niedrigeren Frequenzband arbeiten, in Richtung der Ausbreitung der elektromagnetischen Welle gestuft sind.
  14. Speiseanordnung nach den Ansprüchen 3 und 13, herangezogen in Kombination, wobei die Sigma-Strahlungselemente (1S, 1C, 1L), die in einem niedrigeren Frequenzband arbeiten, mit der Masseebene

ne der Sigma-Strahlungselemente (1S, 1C, 1L), die in einem höheren Frequenzband arbeiten, zusammenfallen.

## Claims

### 1. A source (S) for parabolic antenna, comprising:

- a sigma radiating assembly (1S, 1C, 1L) adapted to generate the sigma channel comprising a sigma radiating element (11) positioned on a main transmission/reception axis (A) of the source (S), and a sigma supply circuit (12) for supplying the sigma radiating element (11), and  
- a delta radiating assembly (2S, 2C, 2L) adapted to generate the delta channel comprising eight delta radiating elements (21S, 21C, 21L) arranged about the main transmission/reception axis (A) of the source (S), and a delta supply circuit (22S, 22C, 22L),

wherein the delta radiating elements (21S, 21C, 21L) are arranged on a circle centred on the main transmission/reception axis (A) of the source (S), with angular spacing of 45 degrees between two successive delta elements (21S, 21C, 21L).

### 2. The source according to claim 1, wherein the sigma radiating element (11) extends in a plane perpendicular to the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 3. The source according to one of claims 1 and 2, wherein the sigma radiating element (11) comprises a radiating patch (paving or plate) (111) and a ground plane (112) having coupling slots (113), the coupling slots (113) being arranged according to an invariant design by rotation of 90 degrees about the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 4. The source according to one of the preceding claims, wherein each delta radiating element (21S, 21C, 21L) comprises a radiating patch (paving or plate) (211S, 211C, 211L) connected to the delta supply circuit (22S, 22C, 22L) via a supply point (225S, 225C, 225L), all the patches (211S, 211C, 211L) and their supply points (225S, 225C, 225L) being arranged according to an invariant design by rotation of 45 degrees about the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 5. The source according to one of the preceding claims, wherein the delta radiating elements (21C, 21S) extend in the same plane perpendicular to the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 6. The source according to the preceding claim, where-

in the delta radiating elements (21C, 21S) are polarized radially relative to the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 7. The source according to one of claims 5 and 6, wherein each delta radiating element (21C) comprises a quarter-wave radiating patch (213C).

### 8. The source according to one of claims 5 and 6, wherein each delta radiating element (21S) comprises a half-wave radiating patch (211S) and a parasite patch (215S).

### 9. The source according to one of claims 1 to 4, wherein the delta radiating elements (21L) each extend in a plane parallel to the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 10. The source according to claim 9, wherein the delta radiating elements (21L) are polarized tangentially relative to the main transmission/reception axis (A) of the source (S).

### 11. The source according to one of claims 9 and 10, wherein each delta radiating element (21L) comprises a half-wave dipole (211L).

### 12. The source according to one of the preceding claims, wherein the delta radiating elements (21S, 21C, 21L) comprise two groups of four delta radiating elements (21S, 21C, 21L), each group being supplied by the delta supply circuit (22S, 22C, 22L) in TE<sub>21</sub> mode, the delta radiating elements (21S, 21C, 21L) of one group being supplied with phase shifting of 90 degrees relative to the delta radiating elements (21S, 21C, 21L) of the other group.

### 13. The source according to one of the preceding claims, comprising three sigma radiating assemblies (1S, 1C, 1L) each operating in a different frequency band and three delta radiating assemblies (2S, 2C, 2L) each operating in one of said frequency bands, the sigma radiating elements (1S, 1C, 1L) of the three sigma radiating assemblies (1S, 1C, 1L) being arranged in tiers and centred on the main transmission/reception axis (A) of the source, the sigma radiating elements (1S, 1C, 1L) operating in a higher frequency band being tiered, in the direction of propagation of the electromagnetic wave, above the sigma radiating elements (1S, 1C, 1L) operating in a lower frequency band.

### 14. The source according to claims 3 and 13 taken in combination, wherein the sigma radiating elements (1S, 1C, 1L) operating in a lower frequency band are combined with the ground plane of the sigma radiating elements (1S, 1C, 1L) operating in a higher frequency band.



FIG. 3

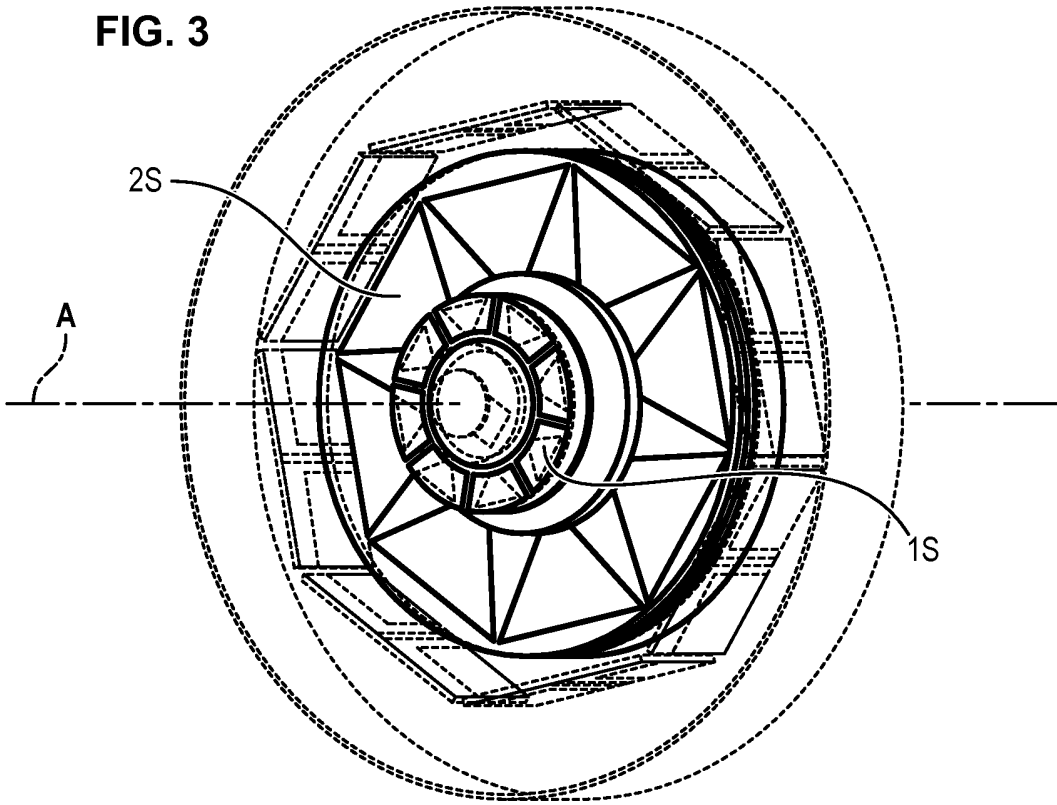


FIG. 4

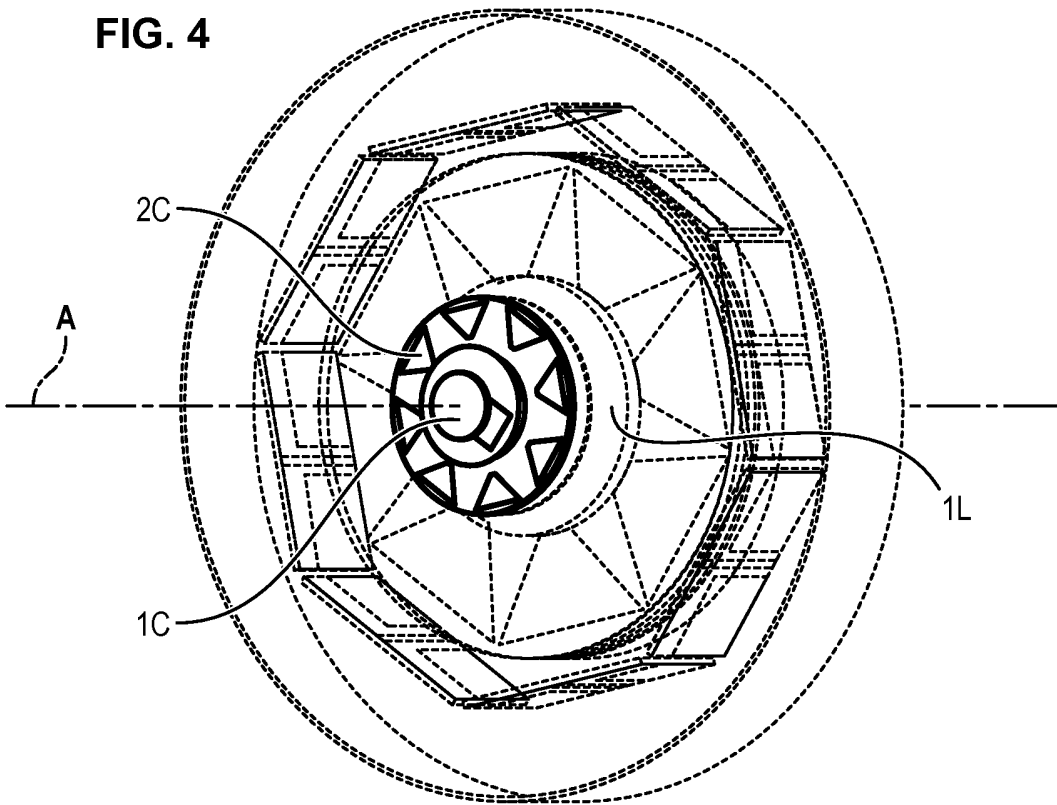


FIG. 5

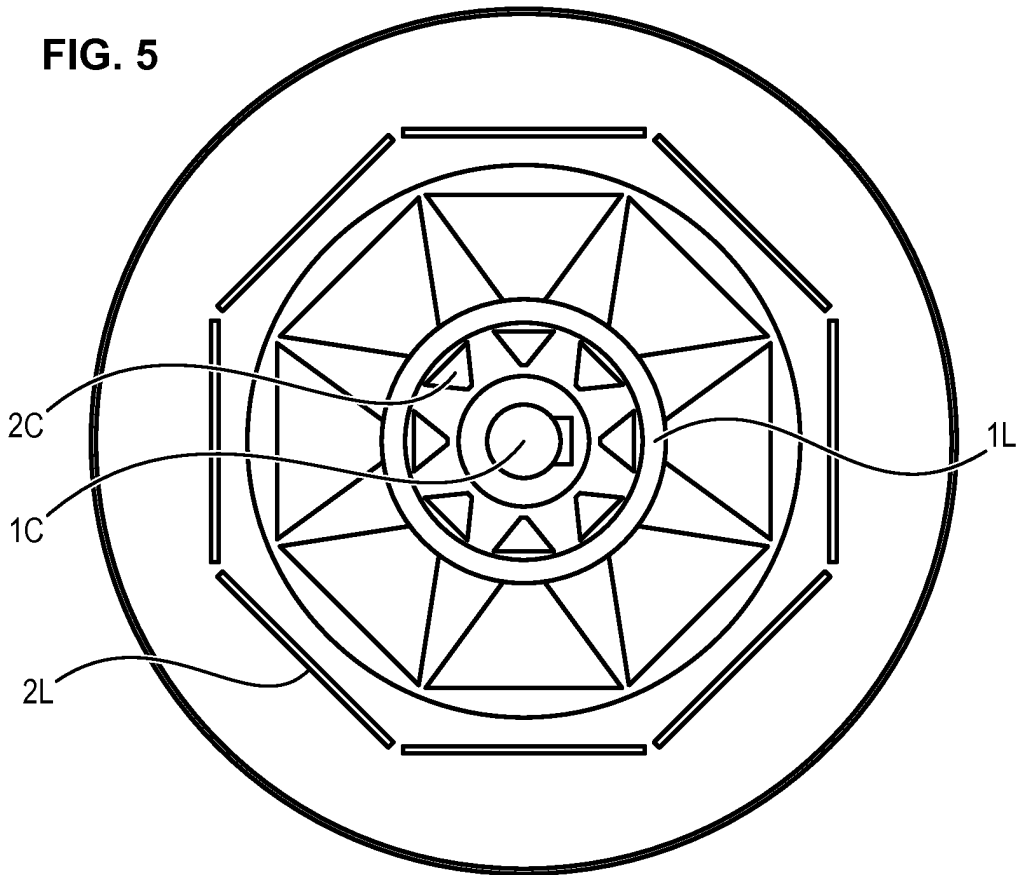


FIG. 6

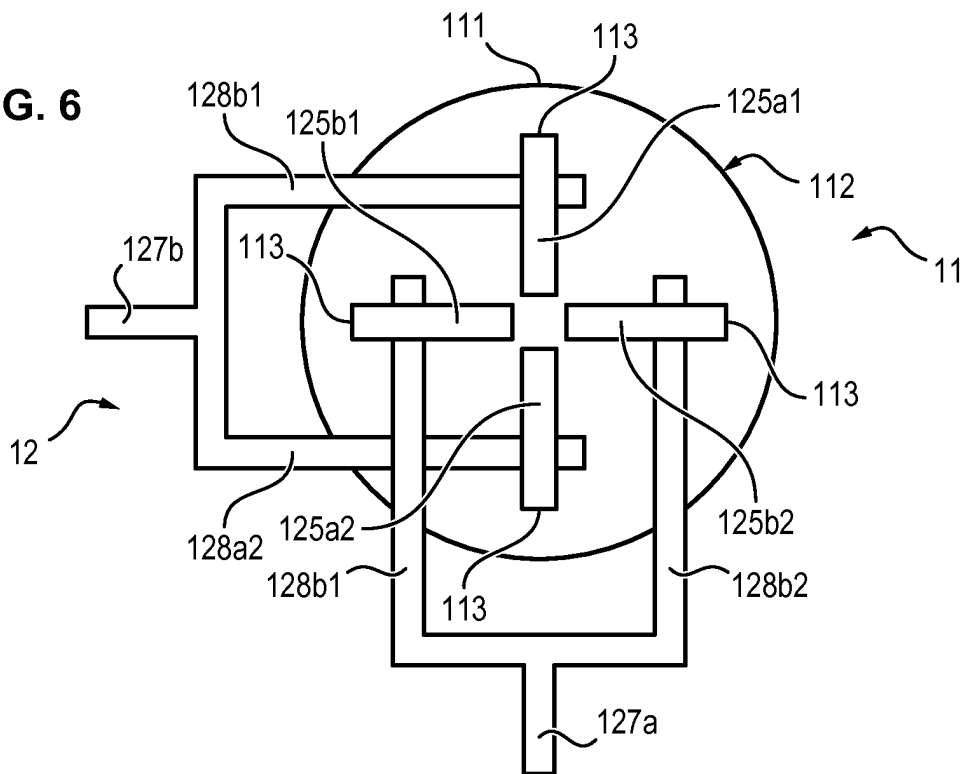


FIG. 7

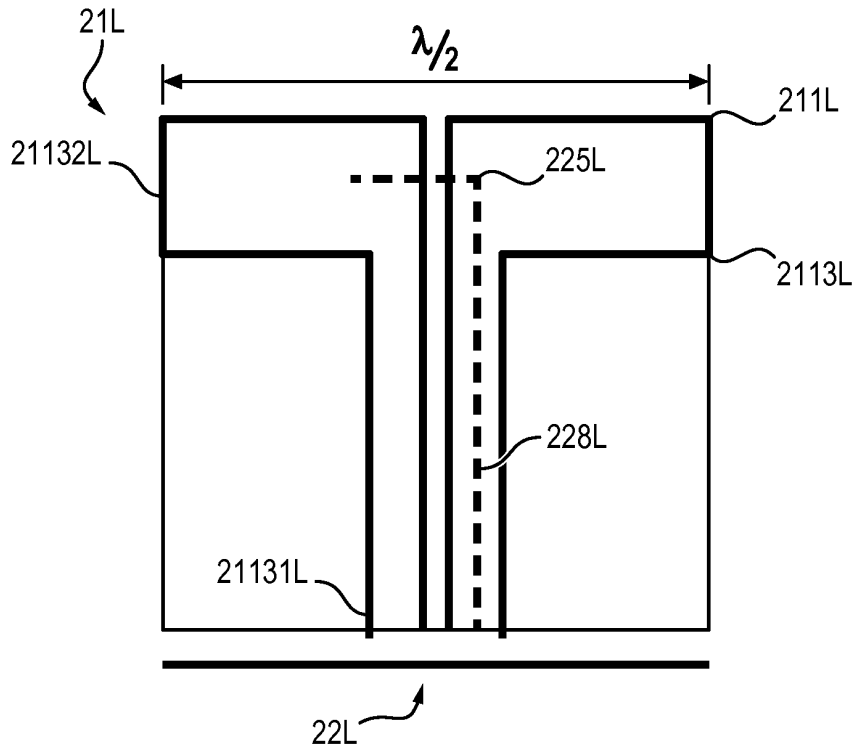


FIG. 8

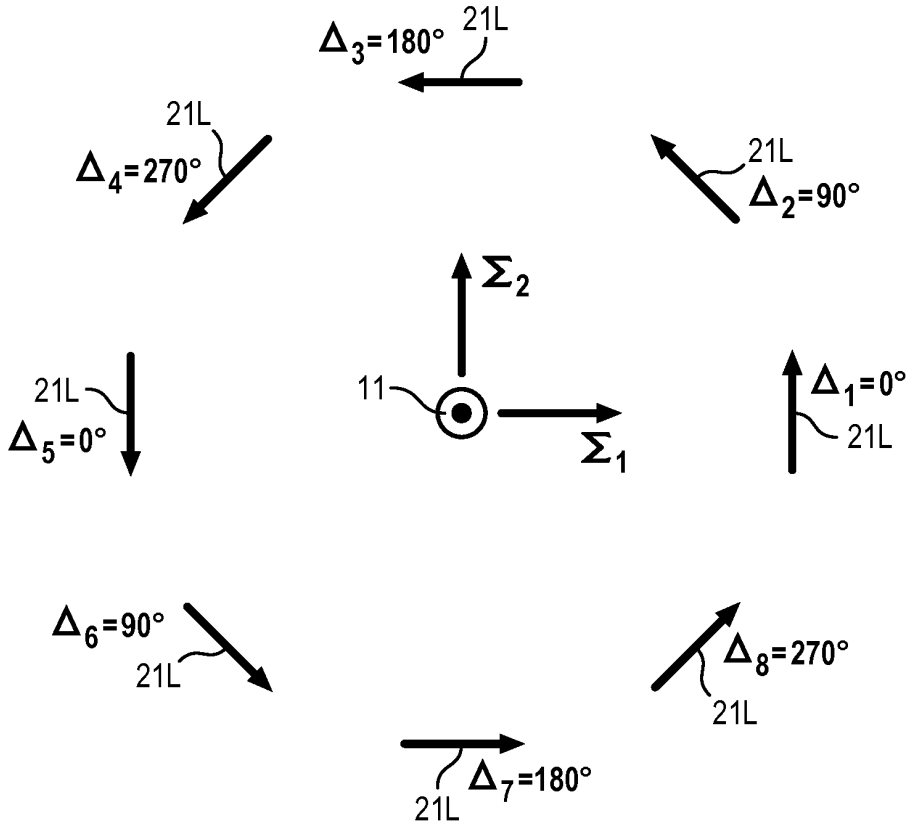


FIG. 9

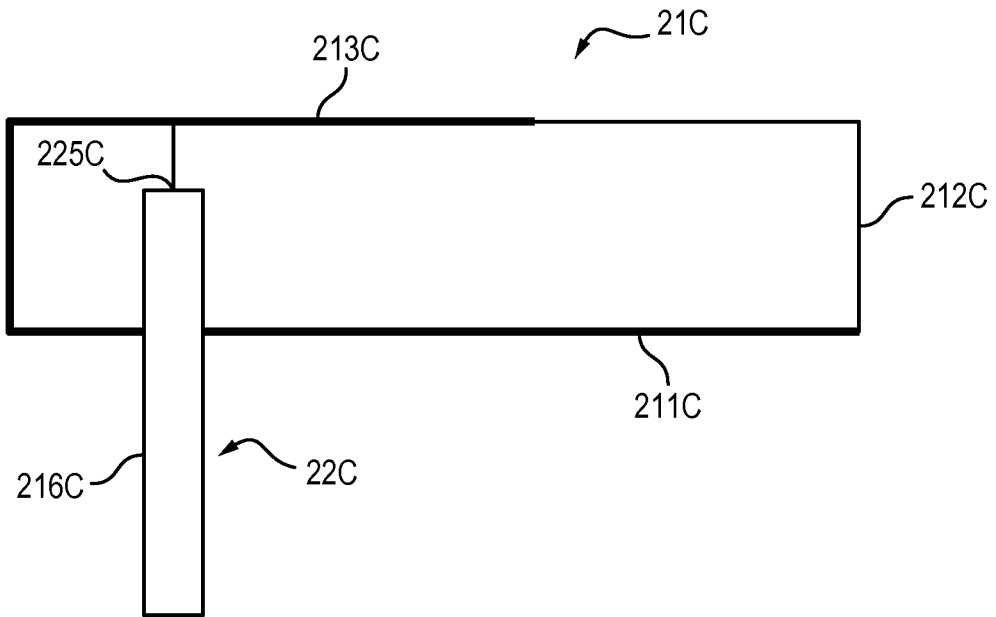


FIG. 10

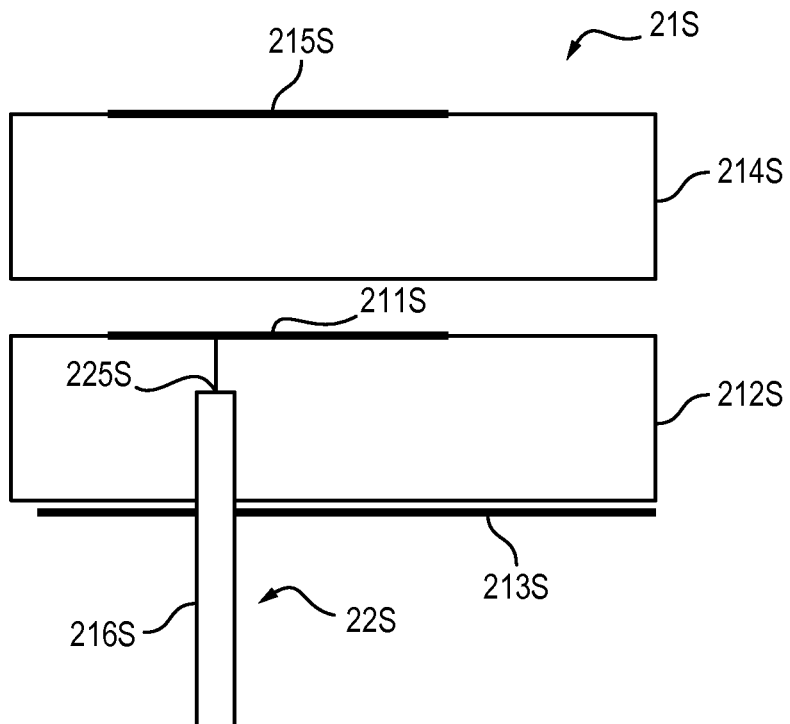
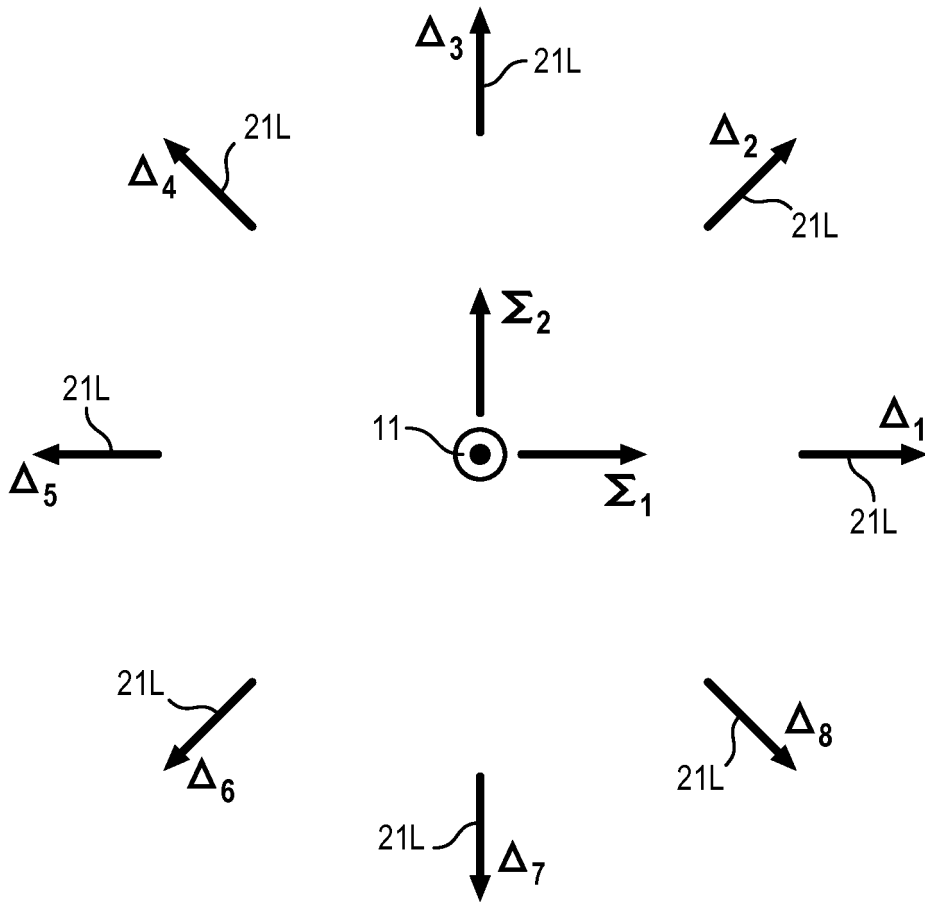
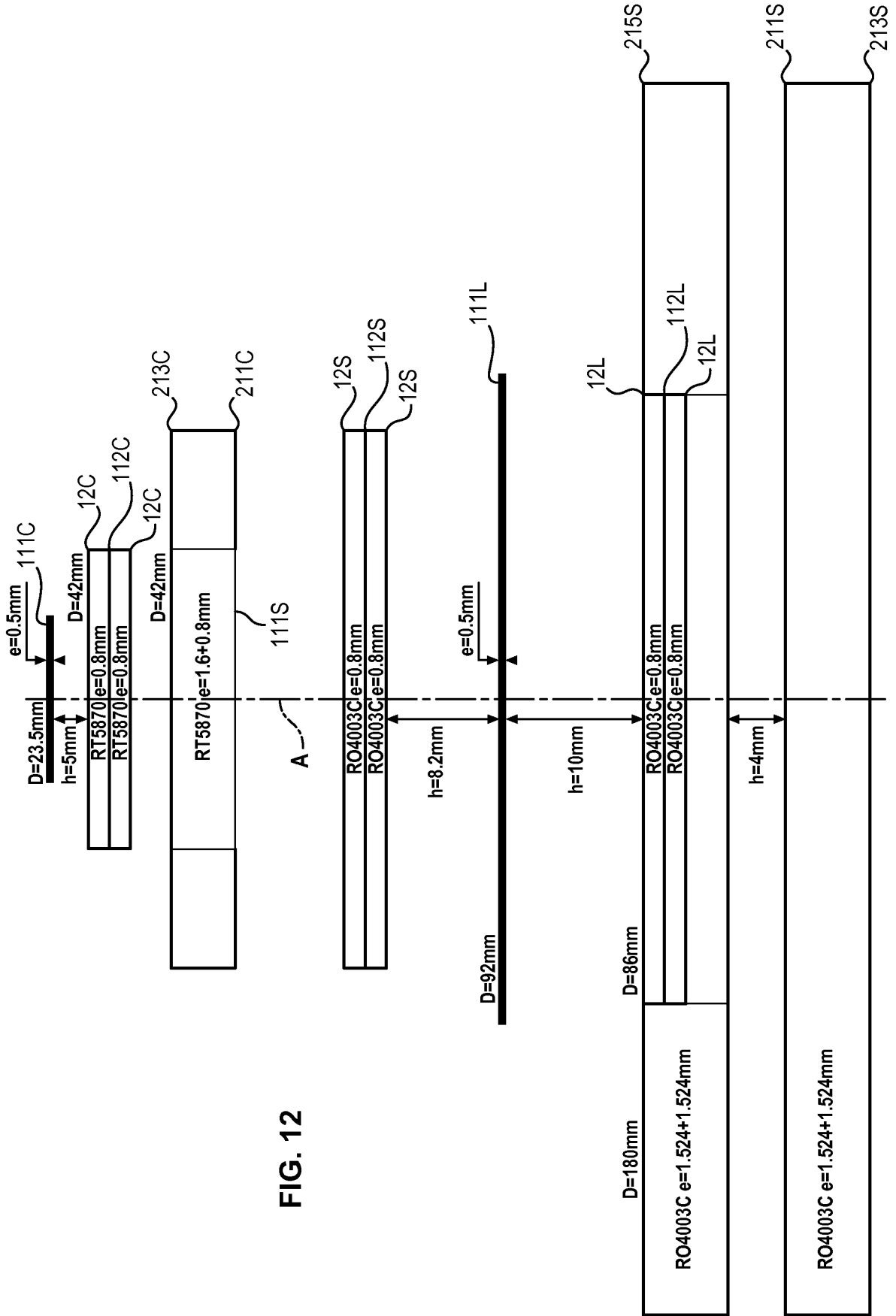


FIG. 11





**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**

- WO 20110291903 A [0007]
- US 20110291903 A [0009]
- US 4283728 A [0010]