



(11) **EP 3 335 268 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

19.07.2023 Bulletin 2023/29

(21) Numéro de dépôt: **16753413.0**

(22) Date de dépôt: **22.07.2016**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

H01Q 1/04 (2006.01) **H01Q 1/46** (2006.01)
H01Q 9/36 (2006.01) **H01Q 9/46** (2006.01)
H01Q 5/15 (2015.01) **H01Q 5/371** (2015.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

**H01Q 9/36; H01Q 1/04; H01Q 1/46; H01Q 5/15;
H01Q 5/371; H01Q 9/46**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2016/051916

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2017/025674 (16.02.2017 Gazette 2017/07)

(54) **SYSTÈME ANTENNAIRE À ONDES DE SURFACE**

OBERFLÄCHENWELLENANTENNENSYSYSTEM

SURFACE WAVE ANTENNA SYSTEM

(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: **10.08.2015 FR 1557655**

(43) Date de publication de la demande:

20.06.2018 Bulletin 2018/25

(73) Titulaires:

- **TDF**
92120 Montrouge (FR)
- **Université de Rennes 1**
35065 Rennes Cedex (FR)

(72) Inventeurs:

- **BELLECC, Mathilde**
35520 La Chapelle des Fougeretz (FR)

- **PALUD, Sébastien**
35000 Rennes (FR)
- **JEZEQUEL, Pierre-Yves**
35235 Thorigne-Fouillard (FR)
- **COLOMBEL, Franck**
35160 Monfort-sur-Meu (FR)
- **AVRILLON, Stéphane**
35700 Rennes (FR)

(74) Mandataire: **Gevers & Orès**

9 rue St Antoine du T
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:

DE-C- 869 650 FR-A- 608 523
GB-A- 2 241 384 US-A- 2 156 661

EP 3 335 268 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

1. Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne un système antenne. En particulier, l'invention concerne un système antennaire à polarisation verticale et/ou elliptique adapté pour émettre et/ou recevoir des ondes de surface dans une large bande de fréquence incluant notamment tout ou partie des fréquences basses, moyennes et hautes comprises entre 30 kHz environ et 30 MHz environ, soit des ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques.

2. Arrière-plan technologique

[0002] Actuellement, des pylônes rayonnants de grandes dimensions sont utilisés pour émettre de fortes puissances dans les bandes hectométriques. Ces pylônes présentent l'inconvénient d'être coûteux, de nécessiter un important terrain de sécurité pour leur installation, et d'être peu esthétiques et discrets. Ils ne sont pas optimisés pour une diffusion essentiellement par ondes de surface.

[0003] Les antennes utilisant uniquement une onde de surface comme vecteur de propagation sont très peu nombreuses. Les systèmes à ondes de surface actuels utilisent des antennes de type fouet ou biconique qui sont mal adaptées pour des applications radar.

[0004] Les pylônes rayonnants et en général toutes les antennes à polarisation verticale par exemple de type fouet ou biconique génèrent essentiellement un champ d'onde d'espace (aussi appelé rayonnement ionosphérique) et sont coûteux et/ou très peu discrets.

[0005] Des solutions ont été proposées pour résoudre ces problèmes. La demande de brevet français FR2965978, déposée par le demandeur, propose une solution permettant de réduire de façon importante l'encombrement vertical de l'antenne, permettant ainsi une réduction des coûts d'implantation et une amélioration de la discrétion de l'antenne. En outre, l'antenne permet une amélioration de la propagation par ondes de surface et une diminution du rayonnement ionosphérique. Néanmoins, le rayonnement ionosphérique reste toutefois important, notamment pour des angles compris entre $\pm[20^\circ; 80^\circ]$ autour de la normale au plan de sol sur lequel est disposé l'antenne. Ce rayonnement ionosphérique restant peut, dans certaines bandes de fréquences, engendrer des phénomènes d'atténuation (*fading* en anglais), notamment lorsque les ondes de surface et les ondes d'espace interfèrent, au niveau de la surface de la Terre, après propagation dans des milieux et par des chemins différents.

3. Objectifs de l'invention

[0006] L'invention vise à pallier au moins certains des inconvénients des antennes connus.

[0007] En particulier, l'invention vise à fournir, dans au

moins un mode de réalisation de l'invention, un système antennaire dont le rayonnement préférentiel est un rayonnement d'ondes de surface.

[0008] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un système antennaire dont le rayonnement ionosphérique est diminué.

[0009] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, un système antennaire simple à réaliser.

[0010] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un système antennaire discret et dont l'encombrement vertical est faible.

[0011] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un système antennaire dont la bande passante peut être facilement modifiée.

4. Exposé de l'invention

[0012] Pour ce faire, l'invention concerne un système antennaire à ondes de surface selon la revendication 1 comprenant :

- au moins une antenne électriquement courte dans le plan vertical, à polarisation verticale ou elliptique et adapté pour émettre/recevoir un rayonnement dans au moins une bande de fréquence centrée sur une fréquence centrale f_0 associée à une longueur d'onde centrale λ_0 , ladite antenne étant reliée à un milieu conducteur présentant une surface sensiblement horizontale,

le système antennaire étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- au moins un capot filaire de longueur supérieure ou égale à $0,8 \lambda_0$, électriquement lié à au moins une antenne au niveau du centre du capot, et adaptée pour rayonner au moins à la fréquence centrale f_0 de l'antenne.

[0013] On entend par antenne électriquement courte dans le plan vertical une antenne émettant un rayonnement dans une longueur d'onde préférentielle dite longueur d'onde centrale λ_0 , et dont l'encombrement vertical est inférieur à un quart de la longueur d'onde centrale. Si l'antenne émet sur une bande de fréquence, la longueur d'onde centrale correspond à la longueur d'onde associée à la fréquence centrale de la bande de fréquence. L'antenne est par exemple une antenne telle que décrite dans la demande de brevet français FR2965978, une antenne fouet, une antenne de type PIFA (pour *Planar Inverted F-Shaped Antenna* en anglais), antenne en forme de M, etc.

[0014] Un système antennaire selon l'invention permet donc un rayonnement préférentiel en ondes de surfaces, ainsi que la réduction du rayonnement ionosphérique d'une antenne grâce à l'utilisation d'un ou plusieurs capots filaires, de façon à émettre uniquement des ondes

de surface. Les capots filaires sont reliés électriquement à l'antenne, de façon à ce qu'une alimentation de l'antenne alimente aussi les capots filaires. De cette façon et grâce à leurs dimensions, les capots filaires rayonnent à la fréquence centrale f_0 et permettent la modification du diagramme de rayonnement de l'antenne de façon à réduire le rayonnement ionosphérique du système antenne.

[0015] De préférence, l'encombrement vertical du système antenne est compris entre $0,05 \lambda_0$ et $0,3 \lambda_0$. Le système antenne est donc discret. En outre, il est moins sensible au vent, au souffle, à la foudre, aux séismes, etc.

[0016] De préférence, la longueur du capot filaire est inférieure ou égale à $2 \lambda_0$.

[0017] Avantageusement et selon l'invention, ladite au moins une antenne est configurée pour émettre/recevoir un rayonnement directif selon une direction de rayonnement, et au moins un capot filaire s'étend selon une direction principale sensiblement parallèle à la direction de rayonnement.

[0018] Selon cet aspect de l'invention, le rayonnement ionosphérique du système antenne est réduit davantage dans la direction de rayonnement de l'antenne lorsque celle-ci est une antenne directive.

[0019] Avantageusement et selon l'invention, au moins un capot filaire s'étend selon une direction formant un angle compris entre -10° et 10° avec la surface du milieu conducteur.

[0020] De préférence, le capot filaire s'étend selon une direction sensiblement parallèle à la surface du milieu conducteur. On entend par sensiblement parallèle un angle entre la direction de chaque capot et la surface du milieu conducteur compris entre -5° et 5° . Le capot filaire peut aussi être strictement parallèle à la surface du milieu conducteur.

[0021] Selon cet aspect de l'invention, la réduction du rayonnement ionosphérique et la directivité de l'antenne sont améliorées.

[0022] Avantageusement, un système antenne selon l'invention comprend au moins deux capots filaires s'étendant dans des directions principales différentes l'une de l'autre.

[0023] Selon cet aspect de l'invention, la présence d'une pluralité de capots filaires permet une réduction du rayonnement ionosphérique améliorée dans plusieurs azimuts.

[0024] Avantageusement et selon l'invention, le milieu conducteur comprend un plan de masse, auquel est reliée chaque antenne.

[0025] Selon cet aspect de l'invention, le plan de masse permet d'améliorer la conductivité du milieu conducteur si cette conductivité est trop faible.

[0026] Avantageusement et selon l'invention, au moins un capot filaire comprend au moins un élément localisé adapté pour permettre la résonance dudit capot à une multitude de fréquence.

[0027] Selon cet aspect de l'invention, les éléments localisés, qui peuvent être des éléments résistifs, capacitifs ou inductifs, permettent de former sur le ou les capots des circuits ouverts (ou haute impédance) ou des circuits fermés selon les fréquences de fonctionnement, formant ainsi des pièges de courant. Les éléments localisés sont ainsi adaptés pour obtenir un système antenne multifréquence (c'est-à-dire à multiples résonances) via lesdits pièges de courant.

[0028] En outre, les éléments localisés peuvent aussi permettre de reproduire la résonance RLC du capot avec une longueur physique de capot réduite mais une longueur électrique équivalente. Les éléments localisés sont ainsi adaptés pour modifier la longueur électrique du capot.

[0029] Avantageusement et selon l'invention, au moins un capot filaire comprend une pluralité d'éléments filaires reliés les uns aux autres de sorte à former un capot surfacique ou un capot volumique.

[0030] Selon cet aspect de l'invention, les capots surfaciques ou volumiques permettent d'augmenter la largeur de bande passante du système antenne. Ainsi, les capots surfaciques ou volumiques sont adaptés pour être utilisés avec des antennes à large bande. Les éléments filaires sont par exemple des brins composés de tubes ou de fils métalliques.

[0031] L'invention concerne également un système antenne caractérisé en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

5. Liste des figures

[0032] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre uniquement non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est un diagramme de rayonnement selon le plan yOz du système antenne selon le deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un cinquième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un sixième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 8 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un septième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 est un diagramme de rayonnement selon le plan yOz du système antenne selon le septième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un huitième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un neuvième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 12 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un dixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 13 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un onzième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 14 est une vue schématique en perspective d'un système antenne selon un douzième mode de réalisation de l'invention.

6. Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

[0033] Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées pour fournir d'autres réalisations. Sur les figures, les échelles et les proportions ne sont pas strictement respectées et ce, à des fins d'illustration et de clarté.

[0034] Un repère orthogonal Oxyz est utilisé sur chaque figure représentant des systèmes antennes selon les différents modes de réalisation de l'invention.

[0035] Les notions de « horizontal » et « vertical » sont utilisées en correspondance avec une antenne une fois installée, en situation opérationnelle, comme représenté figure 1. En outre, un élément est horizontal si sa direction principale est parallèle au plan xOy et est vertical si sa direction principale est parallèle à l'axe Oz.

[0036] La figure 1 représente schématiquement en perspective un système 20 antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0037] Le système 20 antenne comprend une antenne 22, ici une antenne en forme de M comprenant un élément 24 rayonnant horizontal relié à trois éléments 26a, 26b, 26c rayonnants verticaux, eux-mêmes reliés à un milieu 28 conducteur. Sur cette figure et sur les figures suivantes, le milieu 28 conducteur est représenté par un symbole de masse électrique reliée à la terre. Le milieu 28 conducteur est un milieu conducteur imparfait, par exemple un sol (en terre, sable, etc.) ou de l'eau (mer, marais salant, lac, etc.). L'antenne est alimentée au ni-

veau de l'élément 26b rayonnant vertical par un générateur 29.

[0038] Le système 20 antenne comprend en outre un capot 30 filaire relié électriquement à l'antenne 22 au niveau du centre du capot. En outre, dans ce mode de réalisation, le capot 30 filaire est relié à l'antenne 22 au niveau du centre de l'élément 24 rayonnant vertical.

[0039] Le capot 30 filaire est monobrin (c'est-à-dire qu'il est composé d'un seul fil rayonnant), a une longueur supérieure à $0,8 \lambda_0$ et s'étend dans une direction sensiblement parallèle à la surface du milieu 28 conducteur.

[0040] Le milieu 28 conducteur a une conductivité électrique qui varie en fonction de sa composition. Par exemple, la mer, les marais salants ou les lacs salés ont une forte conductivité électrique, et la terre et le sable ont une faible conductivité électrique. Selon un mode de réalisation non représenté, si la conductivité électrique est trop faible, c'est-à-dire inférieure à 1 S/m, le système 20 antenne est complété par un plan de masse, relié à l'antenne 22, et enfoui en dessous ou à la surface du milieu 28 conducteur. Le plan de masse peut être formé d'une plaque, ou d'un ensemble de fils conducteurs formant un grillage, etc. Le plan de masse peut prendre plusieurs formes, par exemple un cercle, un polygone (régulier ou non), etc. Le plan de masse s'étend sous l'ensemble du système 20 antenne, c'est-à-dire que la projection du système 20 antenne sur le milieu 28 conducteur selon l'axe Oz est comprise dans la surface occupée par le plan de masse.

[0041] La figure 2 représente schématiquement en perspective un système 20 antenne selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0042] Le système 20 antenne comprend une antenne 22 telle que décrite dans la demande de brevet français FR2965978 déposée par le demandeur. Le système 20 antenne comprend un capot 30 filaire relié électriquement à l'antenne 22 au niveau du centre du capot.

[0043] Le capot 30 filaire est monobrin, et est composé de deux sous-brins 32a, 32b de longueurs égales, reliés à une de leurs extrémités et disposés dans un même plan. Les deux sous-brins sont reliés en formant un angle, dû à la différence entre la hauteur h1 à laquelle les sous-brins sont connectés et à la hauteur des deux autres extrémités des sous-brins. En particulier, lorsque les hauteurs h1 et h2 sont égales, l'angle est égal à 180° et donc les sous-brins sont alignés et le capot est parallèle à la surface du milieu 28 conducteur, comme le capot décrit précédemment dans le premier mode de réalisation.

[0044] La figure 3 représente un diagramme de rayonnement selon le plan yOz (dit diagramme de rayonnement zénithal) du système antenne selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, dans lequel le capot filaire a une longueur de $0,8 \lambda_0$, la hauteur h1 est égale à $0,06 \lambda_0$, la hauteur h2 est égale à $0,05 \lambda_0$ et la longueur L de l'antenne est égale à $0,3 \lambda_0$.

[0045] Le rayonnement du système antenne est

donc principalement un rayonnement en ondes de surfaces, et le rayonnement ionosphérique du système antenne est fortement réduit par rapport à une antenne 22 sans capot. En particulier, le gain du système antenne (exprimé en dB par rapport au rayonnement maximal du système antenne) est compris entre 0 et -5 dB pour des angles de rayonnement compris dans les intervalles $[-90^\circ, -60^\circ]$ et $[60^\circ, 90^\circ]$, et est inférieur à -10dB dans l'intervalle $[-50^\circ, 50^\circ]$.

[0046] La figure 4 représente schématiquement en perspective un système 20 antenne selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

[0047] Le système 20 antenne comprend une antenne 22 de type PIFA (pour *Planar Inverted F-Shaped Antenna* en anglais). L'antenne 22 est composée de deux éléments 34a, 34b rayonnants verticaux reliés à un élément 36 rayonnant horizontal.

[0048] Le système 20 antenne comprend un capot 30 filaire monobrin relié électriquement à l'antenne 22 au niveau du centre du capot 30 filaire.

[0049] La figure 5 représente schématiquement en perspective un système 20 antenne selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0050] Le système 20 antenne comprend une antenne 22 de type antenne fouet raccourcie. L'antenne 22 est une antenne monopôle comprenant un unique fil rayonnant, et le système 20 antenne comprend un capot 30 filaire monobrin relié électriquement à une extrémité de l'antenne 22 au niveau du centre du capot 30 filaire.

[0051] Les figures 6, 7, 8, 10 et 11 représentent schématiquement en perspective un système 20 antenne selon différents modes de réalisation comprenant une antenne 22 en forme de M telle que décrite précédemment en référence au premier mode de réalisation.

[0052] Les figures 6 et 7 représentent respectivement un cinquième et un sixième mode de réalisation de l'invention, dans lesquels le capot 30 filaire est monobrin et est relié à l'antenne selon différentes dispositions, notamment relié à un point quelconque de l'élément 24 rayonnant horizontal dans le cinquième mode de réalisation (figure 6) ou à une des extrémités de l'élément 24 rayonnant horizontal dans le sixième mode de réalisation (figure 7).

[0053] Ces différentes dispositions du capot 30 filaire permettent notamment d'adapter le système 20 antenne selon différentes configurations de façon à s'adapter aux contraintes de l'environnement dans lequel est disposé le système 20 antenne, les configurations ayant des fonctionnements identiques.

[0054] Les figures 8, 10 et 11 représentent respectivement un septième, un huitième et un neuvième mode de réalisation de l'invention, dans lequel le capot 30 filaire est un capot dit multibrins, comprenant une pluralité d'éléments filaires, ici deux brins 38a, 38b reliés en leur centre et s'étendant dans des directions différentes de façon à former un angle α . Les brins sont de même longueur supérieure à $0,8 \lambda_0$.

[0055] Selon les modes de réalisation, le capot est relié à l'antenne selon différentes dispositions, notamment relié au centre de l'élément 24 horizontal rayonnant dans le septième mode de réalisation (figure 8), à un point quelconque de l'élément 24 horizontal rayonnant dans le huitième mode de réalisation (figure 10) ou à une des extrémités de l'élément 24 rayonnant horizontal dans le neuvième mode de réalisation (figure 11).

[0056] La figure 9 représente un diagramme de rayonnement selon le plan yOz (dit diagramme de rayonnement zénithal) du système antenne selon le septième mode de réalisation de l'invention, dans lequel chaque brin du capot a une longueur de $1,1 \lambda_0$, l'élément 24 rayonnant horizontal de l'antenne 22 a une longueur de $0,7 \lambda_0$ et l'antenne a une hauteur h de $0,08 \lambda_0$.

[0057] Le rayonnement du système antenne est donc principalement un rayonnement en ondes de surfaces, et le rayonnement ionosphérique du système antenne est fortement réduit par rapport à une antenne 22 sans capot. En particulier, le gain du système antenne (exprimé en dB par rapport au rayonnement maximal du système antenne) est compris entre 0 et -5 dB pour des angles de rayonnement compris dans les intervalles $[-90^\circ, -60^\circ]$ et $[60^\circ, 90^\circ]$, est inférieur à -10dB dans l'intervalle $[-50^\circ, 50^\circ]$, et inférieur à -15dB dans l'intervalle $[-40^\circ, 40^\circ]$.

[0058] Les figures 12, 13 et 14 représentent schématiquement en perspective un système 20 antenne respectivement selon un dixième, un onzième et un douzième mode de réalisation. Chaque système antenne comprend une antenne 22 en forme de M selon différents modes de réalisation particuliers.

[0059] Dans le dixième mode de réalisation représenté figure 12, l'antenne 22 comprend trois éléments 24a, 24b, 24c rayonnants horizontaux de mêmes longueurs, chacun reliés à leurs extrémités à un élément rayonnant vertical et tous reliés en leur centre à un unique élément 26b rayonnant vertical. Ce mode de réalisation de l'antenne permet un élargissement de la bande de fréquence de rayonnement de l'antenne.

[0060] Pour être adapté à cet élargissement de la bande de fréquence, le système 22 antenne comprend un capot 30 filaire multibrin composé de deux brins 38a, 38b, tel que décrit précédemment, les extrémités des brins étant reliées deux à deux par des connexions 40a, 40b filaires de façon à former un capot surfacique, c'est-à-dire équivalent à une surface rayonnante. Ce capot surfacique a donc une bande de fréquence de fonctionnement élargie en lien avec l'élargissement de la bande de fonctionnement de l'antenne 22.

[0061] Dans le onzième mode de réalisation représenté figure 13, l'antenne 22 comprend deux éléments 24, 124 rayonnants horizontaux de longueurs différentes chacun reliés à leurs extrémités à un élément rayonnant vertical et tous reliés en leur centre à un unique élément rayonnant vertical. Un premier élément 24 rayonnant horizontal est de longueur adaptée pour rayonner à une première fréquence centrale f_0 (associée à la longueur

d'onde λ_0) et un deuxième élément 124 horizontal est de longueur adaptée pour rayonner à une deuxième fréquence centrale f_{bis} (associée à la longueur d'onde λ_{bis}). L'antenne est dite à double résonance.

[0062] Pour être adapté à cette double résonance, le système 22 antenne comprend un capot 30 filaire composé de plusieurs brins, ici trois brins 38a, 38b, 38c, disposés parallèlement, de longueurs différentes et reliés à leurs extrémités. Un premier brin 38b a une longueur supérieure à $0,8 \lambda_0$ et est adapté pour rayonner à la première fréquence centrale f_0 , et deux seconds et troisième brins 38a, 38c ont une longueur supérieure à $0,8 \lambda_{bis}$ et sont adaptés pour rayonner à la fréquence centrale f_{bis} . Le capot 30 filaire est ainsi à double résonance et permet la réduction du rayonnement ionosphérique pour les fréquences centrales f_0 et f_{bis} .

[0063] Dans le douzième mode de réalisation représenté figure 14, l'antenne 22 comprend cinq éléments 26a, 26b, 26c, 26d, 26e rayonnants verticaux reliés à l'élément 24 rayonnant horizontal. En outre, l'antenne 22 comprend des éléments 42a, 42b, 42c, 42d localisés disposés sur deux des éléments rayonnants verticaux et sur l'élément 24 rayonnant horizontal, permettant la formation de pièges de courant et/ou permettant de modifier les longueurs électriques de l'antenne 22. Les éléments localisés peuvent être des éléments résistifs, capacitifs (condensateurs) ou inductifs (bobines). Ces éléments localisés sont couramment appelés « load » en anglais.

[0064] Le système 22 antenne comprend deux capots 30a, 30b multibrins reliés à l'élément rayonnant horizontal de l'antenne, chacun des capots comprenant deux brins. Les capots comprennent en outre des éléments 42e, 42f, 42g, 42h, 42i, 42j, 42k, 42l localisés permettant la formation de pièges de courant et/ou permettant de modifier les longueurs électriques des capots.

[0065] Les éléments localisés sont des éléments résistifs (par exemple une résistance), capacitifs (par exemple un condensateur) ou inductifs (par exemple une bobine).

[0066] L'invention ne se limite pas aux seuls modes de réalisation décrits. En particulier, au moins un capot peut être un capot de type volumique de façon à élargir davantage la bande passante du système antenne, le système antenne peut comprendre plus de deux capots, plusieurs antennes, etc.

Revendications

1. Système antenne (20) à ondes de surface, comprenant :

- au moins une antenne (22), à polarisation verticale ou elliptique et adaptée pour émettre/recevoir un rayonnement dans au moins une bande de fréquence centrée sur une fréquence centrale f_0 associée à une longueur d'onde centrale λ_0 , ladite au moins une antenne (22) étant élec-

triquement courte dans le plan vertical, de sorte que l'antenne (22) a un encombrement vertical inférieur à $0,25 \lambda_0$, ladite antenne (22) étant configurée pour être reliée à un milieu conducteur (28) présentant une surface sensiblement horizontale,

le système antenne (20) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre :

- au moins un capot (30 ; 30a, 30b ; 38a, 38b ; 38a, 38b, 38c) filaire de longueur supérieure ou égale à $0,8 \lambda_0$, électriquement lié à au moins une antenne (22) au niveau du centre du capot (30 ; 30a, 30b ; 38a, 38b), et adapté pour rayonner au moins à la fréquence centrale f_0 de l'antenne (22).

2. Système antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'au moins un capot** (30 ; 30a, 30b) filaire s'étend selon une direction formant un angle compris entre -10° et 10° avec la surface du milieu conducteur (28).

3. Système antenne selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un capot filaire (30 ; 30a, 30b ; 38a, 38b ; 38a, 38b, 38b) s'étend selon une direction sensiblement parallèle à la surface du milieu conducteur (28).

4. Système antenne selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins deux capots (30a, 30b ; 38a, 38b) filaires s'étendant dans des directions principales différentes l'une de l'autre.

5. Système antenne selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un plan de masse, auquel est reliée chaque antenne (22).

6. Système antenne selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'au moins un capot** (30 ; 30a, 30b) filaire comprend au moins un élément localisé (42e-42l) adapté pour permettre la résonance dudit capot (30 ; 30a, 30b) à une multitude de fréquences.

7. Système antenne selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'au moins un capot** (30 ; 30a, 30b ; 38a, 38b ; 38a, 38b, 38c) filaire comprend une pluralité d'éléments filaires reliés les uns aux autres de sorte à former un capot surfacique ou un capot volumique.

Patentansprüche

1. Oberflächenwellenantennensystem (20), umfassend:

- mindestens eine Antenne (22) mit vertikaler oder elliptischer Polarisierung und angepasst, um eine Strahlung in mindestens einem Frequenzband zu übertragen/zu empfangen, das auf einer mittleren Frequenz f_0 zentriert ist, die mit einer mittleren Wellenlänge λ_0 verknüpft ist, wobei die mindestens eine Antenne (22) in der vertikalen Ebene elektrisch kurz ist, sodass die Antenne (22) eine vertikale Abmessung kleiner als $0,25 \lambda_0$ aufweist, wobei die Antenne (22) dazu ausgelegt ist, mit einem leitfähigen Medium (28) verbunden zu werden, das eine im Wesentlichen horizontale Oberfläche aufweist,

wobei das Antennensystem (20) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es weiter umfasst:

- mindestens eine Kabelabdeckung (30; 30a, 30b; 38a, 38b; 38a, 38b, 38c) mit einer Länge größer oder gleich $0,8 \lambda_0$, die elektrisch mit mindestens einer Antenne (22) an der Mitte der Abdeckung (30; 30a, 30b; 38a, 38b) verbunden ist und angepasst ist, um mindestens bei der zentralen Frequenz f_0 der Antenne (22) zu strahlen.

2. Antennensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich mindestens eine Kabelabdeckung (30; 30a, 30b) in einer Richtung erstreckt, die einen Winkel zwischen -10° und 10° mit der Oberfläche des leitfähigen Mediums (28) bildet.

3. Antennensystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die mindestens eine Kabelabdeckung (30; 30a, 30b, 38a, 38b; 38a, 38b, 38c) in einer Richtung im Wesentlichen parallel zur Oberfläche des leitfähigen Mediums (28) erstreckt.

4. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens zwei Kabelabdeckungen (30a, 30b; 38a, 38b) umfasst, die sich in zueinander unterschiedlichen Hauptrichtungen erstrecken.

5. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiter eine Grundplatte umfasst, mit der jede Antenne (22) verbunden ist.

6. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Kabelabdeckung (30; 30a, 30b) mindestens ein lokalisiertes Element (42e-42l) umfasst, das angepasst ist, um die Resonanz der Abdeckung (30; 30a,

30b) bei mehreren Frequenzen zu ermöglichen.

7. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Kabelabdeckung (30; 30a, 30b; 38a, 38b; 38a, 38b, 38c) eine Vielzahl von Kabelementen umfasst, die derart miteinander verbunden sind, dass sie eine Oberflächenabdeckung oder eine Volumenabdeckung bilden.

Claims

1. A surface wave antenna system (20), comprising :

- at least one antenna (22), vertically or elliptically polarised and adapted to transmit/receive radiation in at least one frequency band centred on a central frequency f_0 associated with a central wavelength λ_0 , said at least one antenna (22) being electrically short in the vertical plane, such that the antenna (22) has a vertical footprint of less than $0.25\lambda_0$, said antenna (22) being configured to be connected to a conductive medium (28) having a substantially horizontal surface,

the antenna system (20) being **characterised in that** it further comprises :

- at least one wired cover (30; 30a, 30b; 38a, 38b; 38a, 38b, 38c) of length greater than or equal to $0.8\lambda_0$, electrically linked to at least one antenna (22) at the centre of the cover (30; 30a, 30b; 38a, 38b), and adapted to radiate at least at the central frequency f_0 of the antenna (22).

2. The antenna system according to claim 1, **characterised in that** at least one wired cover (30; 30a, 30b) extends in a direction forming an angle of between -10° and 10° with the surface of the conductive medium (28).

3. The antenna system according to claim 2, **characterized in that** said at least one wired cover (30; 30a, 30b; 38a, 38b; 38a, 38b, 38b) extends in a direction substantially parallel to the surface of the conductive medium (28).

4. The antenna system according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** it comprises at least two wired covers (30a, 30b; 38a, 38b) extending in different main directions from each other.

5. The antenna system according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** it further comprises a ground plane, to which each antenna (22) is connected.

6. The antenna system according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** at least one wired cover (30; 30a, 30b) comprises at least one localised element (42e-42l) adapted to allow the resonance of said cover (30; 30a, 30b) at a multitude of frequencies. 5
7. The antenna system according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** at least one wired cover (30; 30a, 30b; 38a, 38b; 38a, 38b, 38c) comprises a plurality of wired elements connected to each other so as to form a surface cover or a volume cover. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

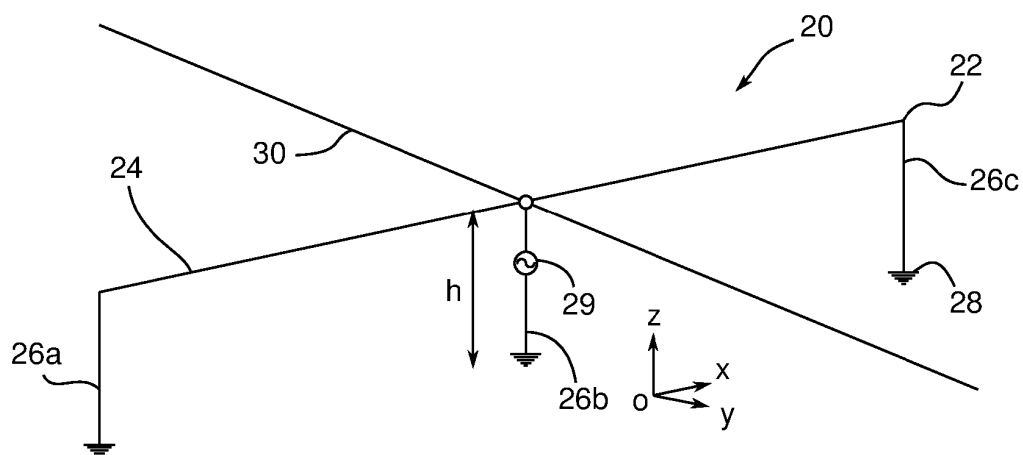


Figure 1

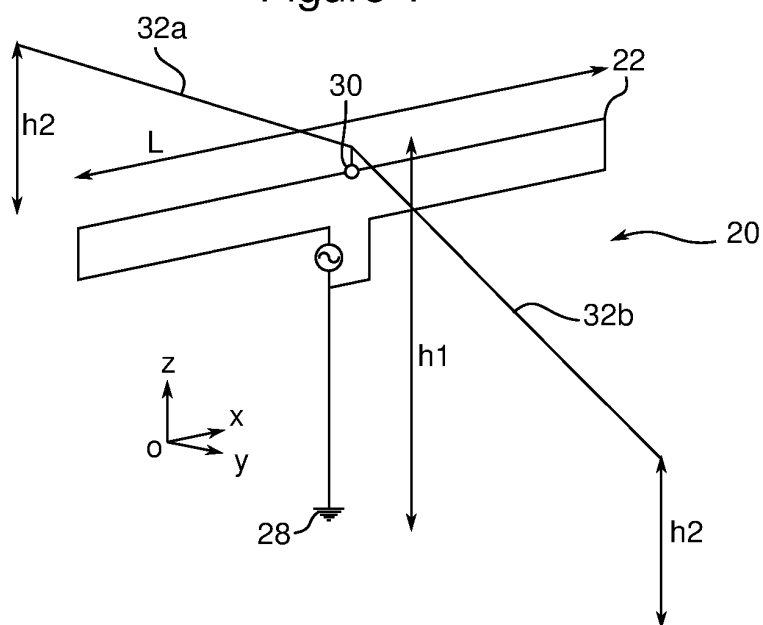


Figure 2

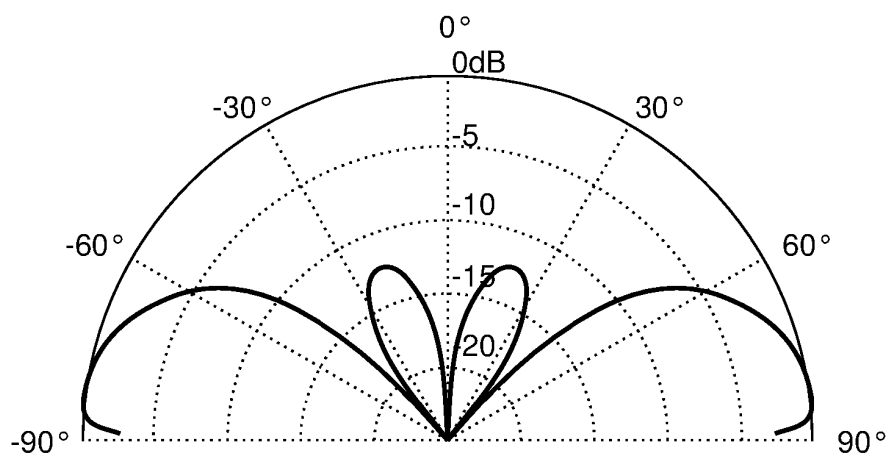


Figure 3

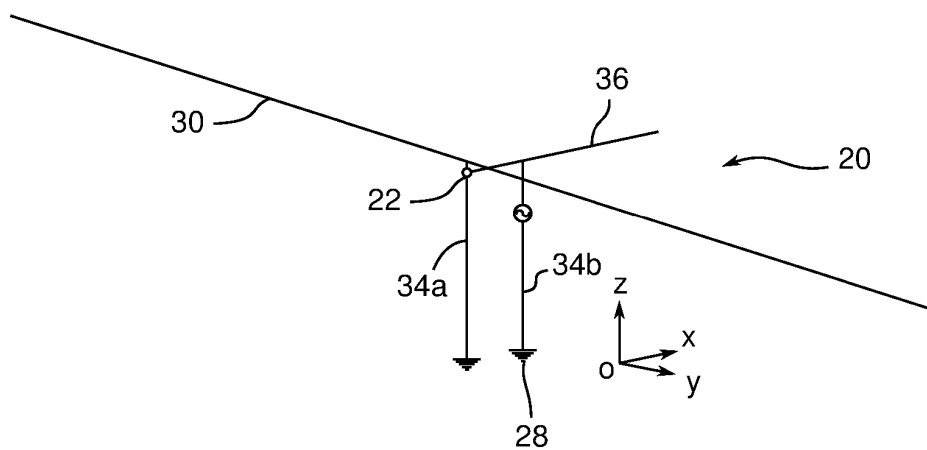


Figure 4

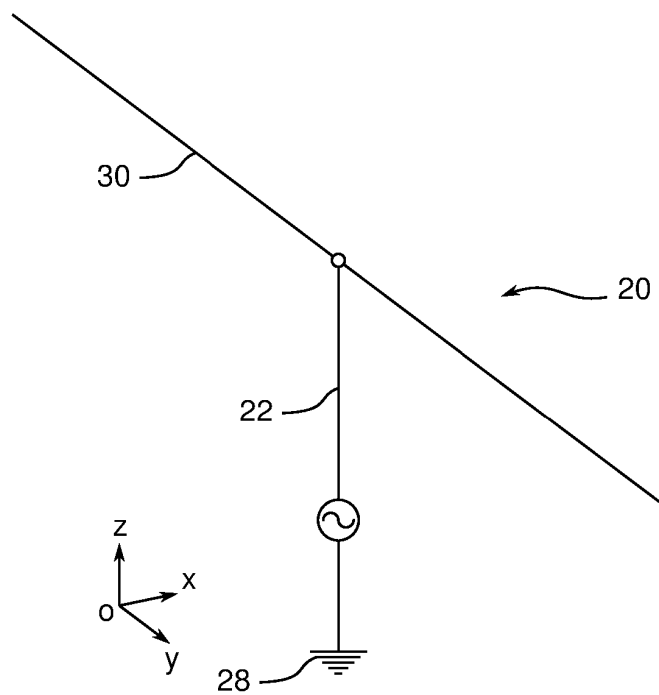


Figure 5

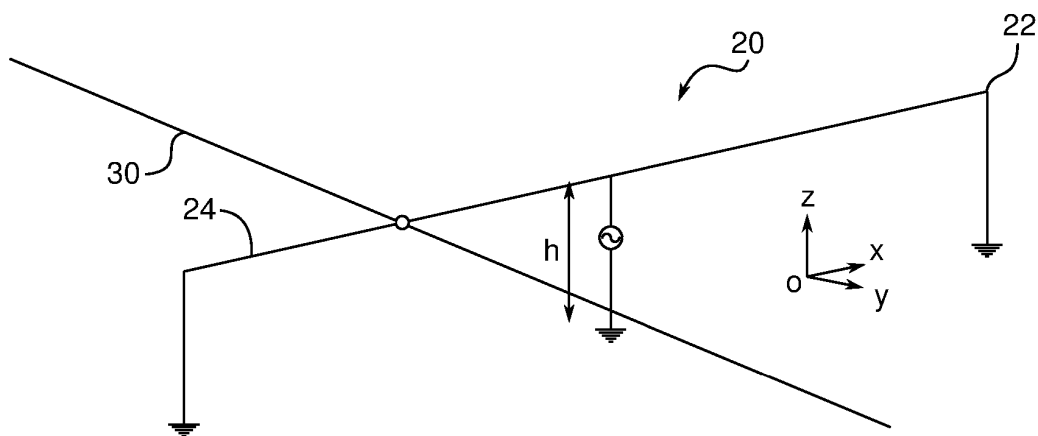


Figure 6

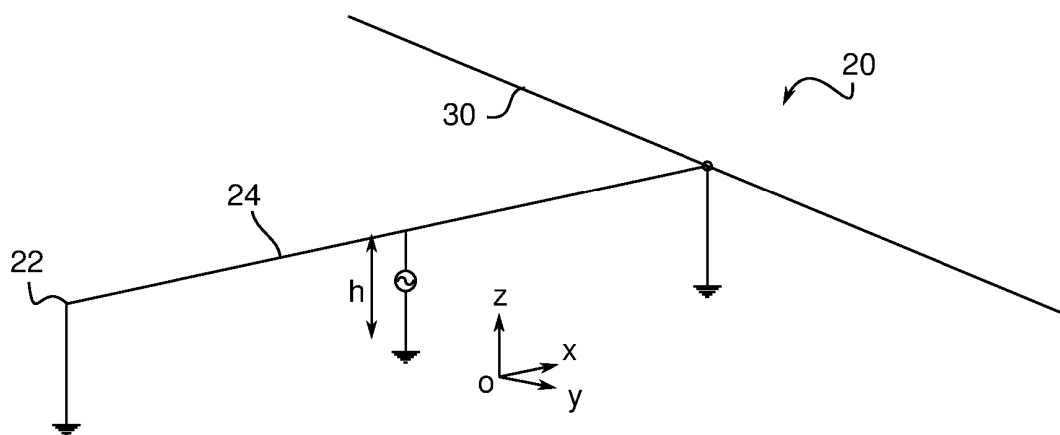


Figure 7

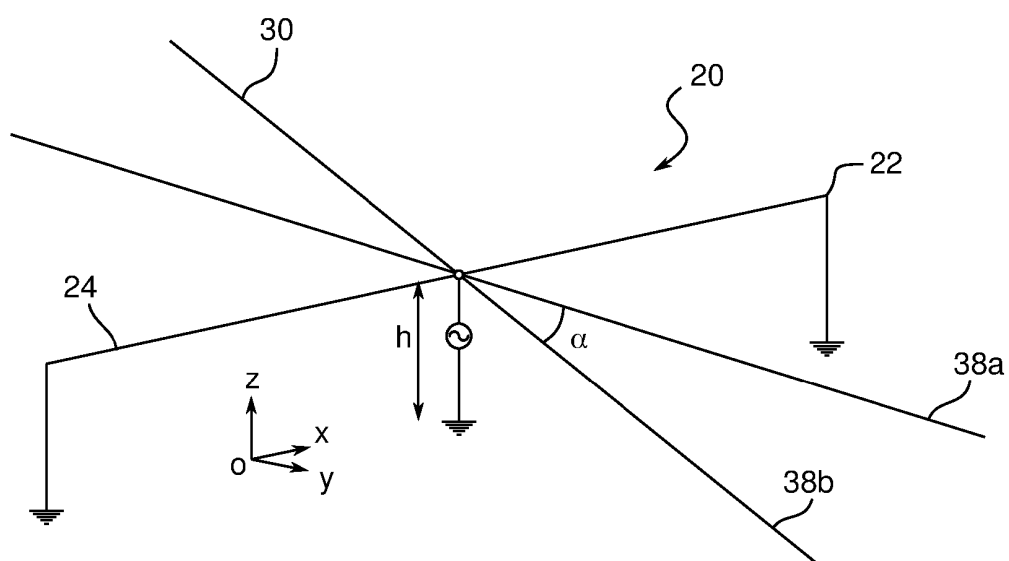


Figure 8

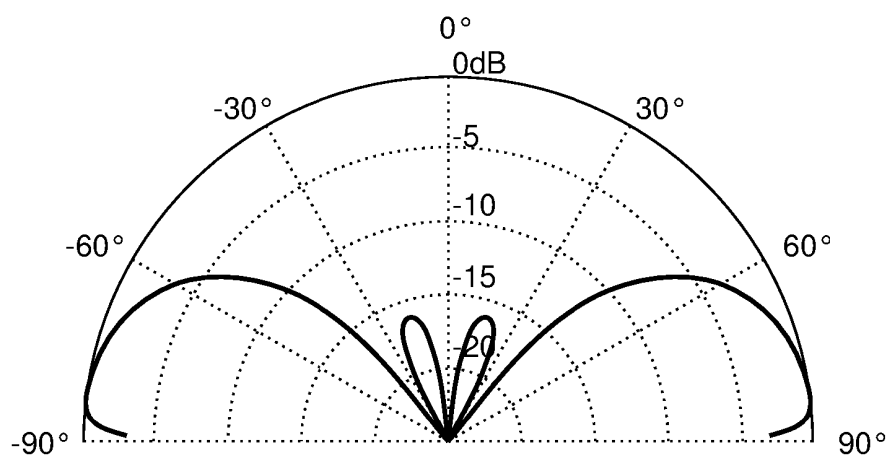


Figure 9

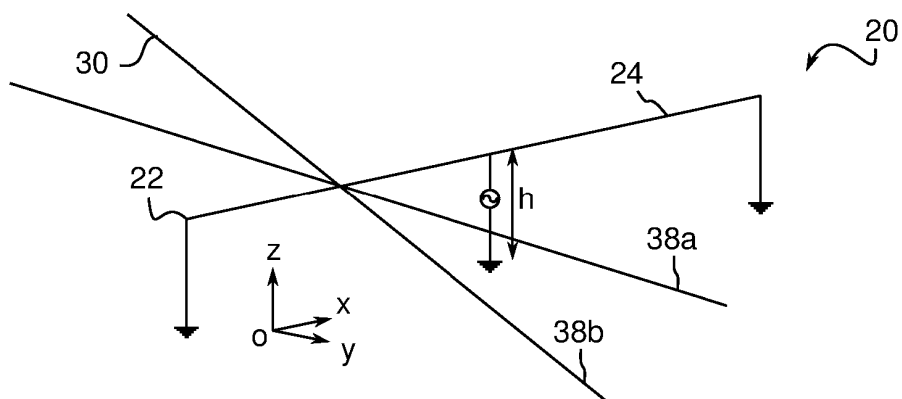


Figure 10

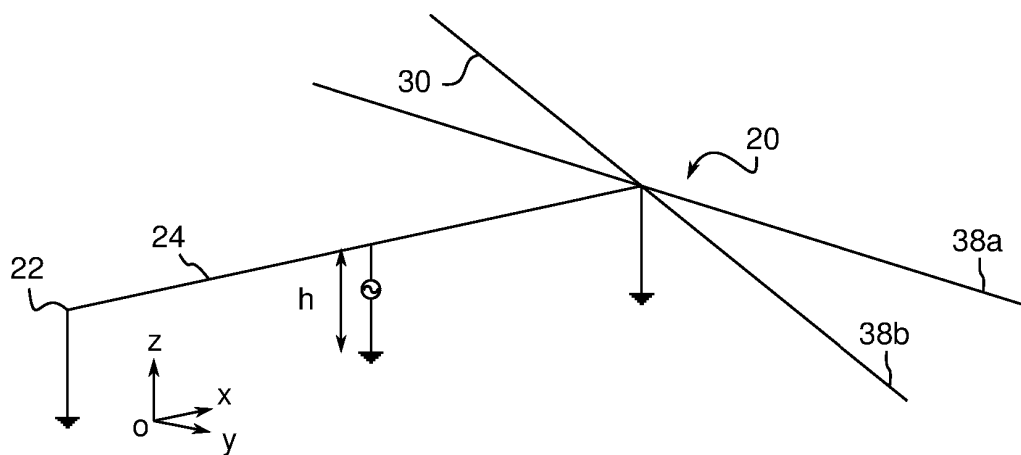


Figure 11

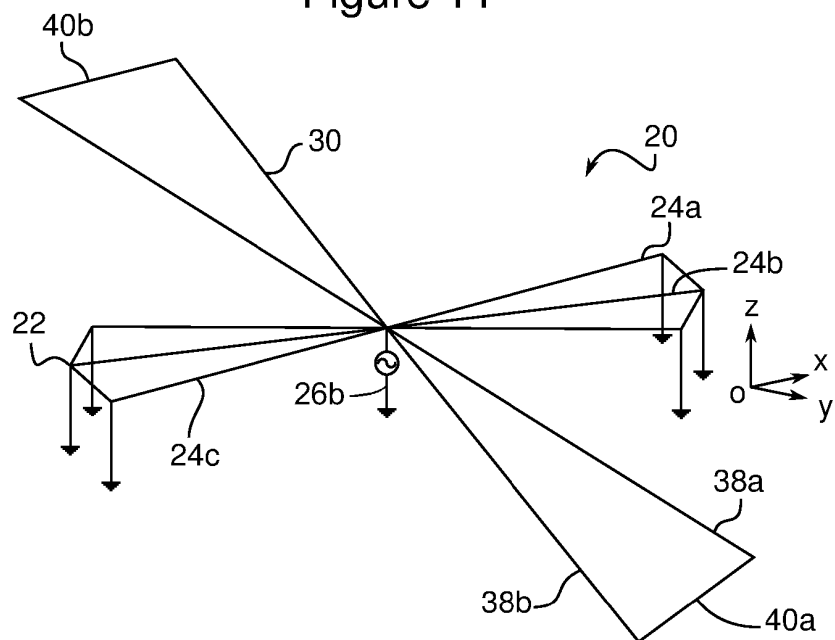


Figure 12

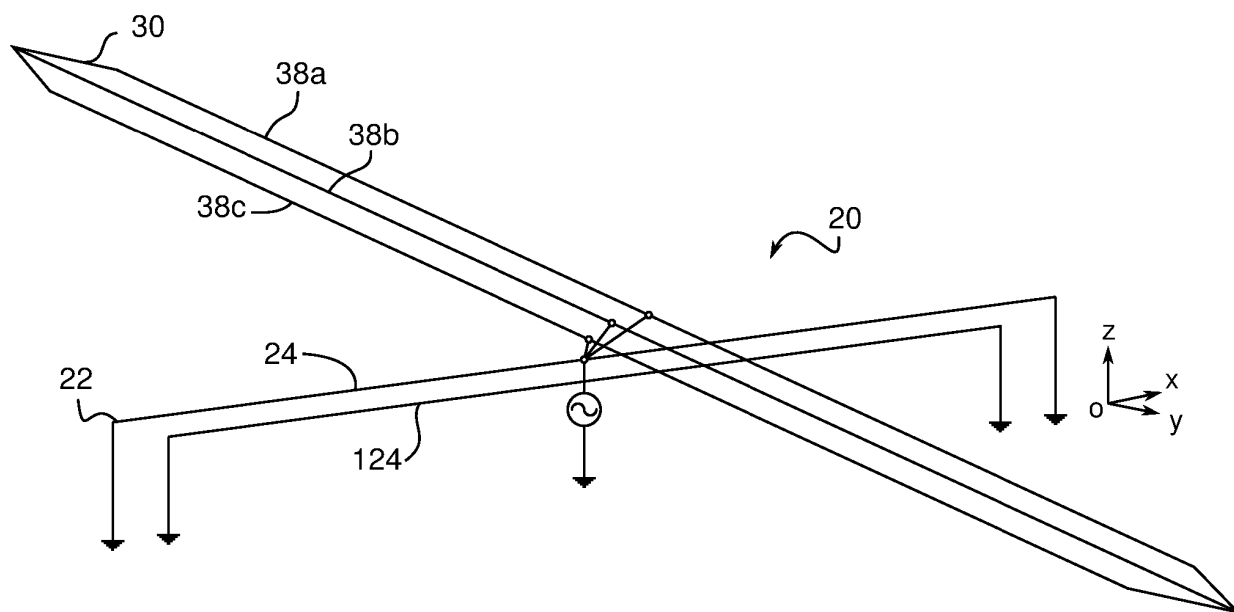


Figure 13

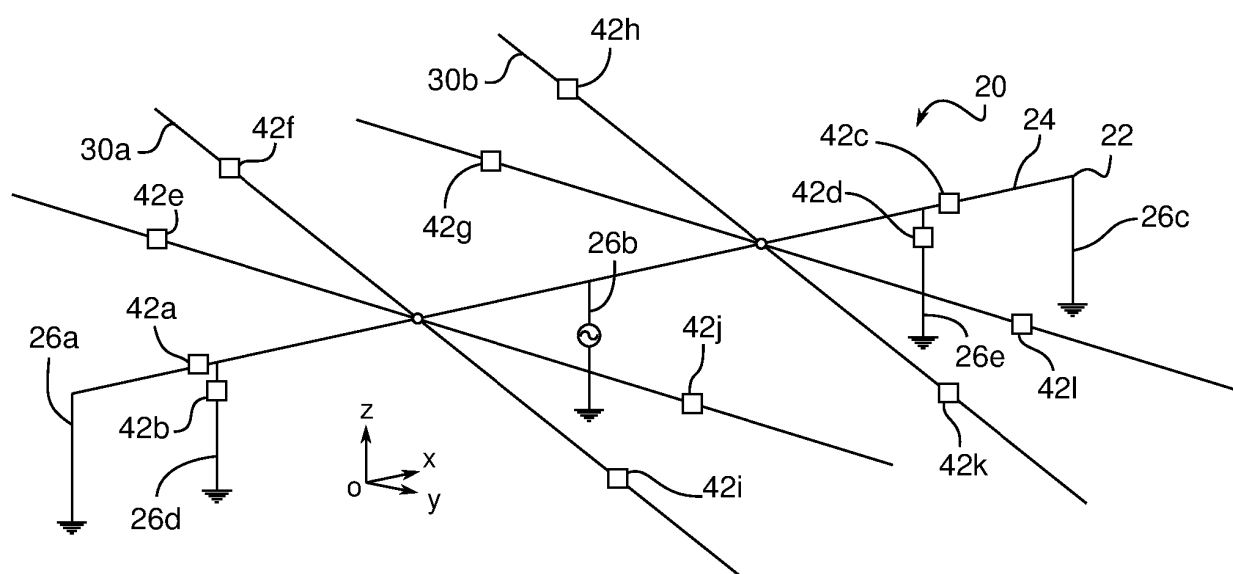


Figure 14

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

- FR 2965978 [0005] [0013] [0042]