

(19)



(11)

EP 3 266 064 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.10.2020 Bulletin 2020/43

(51) Int Cl.:
H01Q 1/32 (2006.01) **H01Q 7/00** (2006.01)
H01Q 9/04 (2006.01) **H01Q 9/40** (2006.01)
H01Q 9/42 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16709999.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2016/050403

(22) Date de dépôt: **22.02.2016**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2016/139403 (09.09.2016 Gazette 2016/36)

(54) STRUCTURE ANTENNAIRE OMNIDIRECTIONNELLE LARGE BANDE

OMNIDIREKTIONALE BREITBANDANTENNENSTRUKTUR

OMNIDIRECTIONAL WIDEBAND ANTENNA STRUCTURE

(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: **05.03.2015 FR 1551878**

(43) Date de publication de la demande:
10.01.2018 Bulletin 2018/02

(73) Titulaire: **TDF
92120 Montrouge (FR)**

(72) Inventeur: **PALUD, Sébastien
35000 Rennes (FR)**

(74) Mandataire: **Gevers & Orès
9 rue St Antoine du T
31000 Toulouse (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A2- 0 444 679 DE-A1-102012 217 113
JP-A- 2007 288 649 JP-A- 2014 011 560
US-A- 5 926 150 US-A1- 2002 024 472
US-A1- 2007 146 221**

EP 3 266 064 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 une structure antenne large bande. En particulier, l'invention concerne une structure antenne large bande à polarisation verticale et à rayonnement omnidirectionnel horizontal, notamment pour application mobile, pour des fréquences comprises entre les bandes basses fréquences LF (pour *Low Frequency* en anglais) et ultra haute fréquences UHF (pour *Ultra High Frequency* en anglais).

2. Arrière-plan technologique

[0002] Les antennes large bande à polarisation verticale sont utilisées dans diverses applications de télécommunication ou de radiodiffusion, notamment dans le cadre d'applications mobiles, en étant par exemple placées sur des véhicules.

[0003] Les antennes utilisées actuellement pour ces types d'applications mobiles sont généralement des antennes monopôles large bande (monopôle conique, planaire à géométrie variables) intégrées sous un radôme, ou bien des foudres amortis, droits ou inclinés. Pour les applications fixes, les antennes utilisées sont généralement des antennes biconiques ou des antennes foudres équipées d'une cellule d'adaptation pour les fréquences comprises entre les basses fréquences LF et les hautes fréquences HF (pour *High Frequency* en anglais).

[0004] Ces antennes ont pour principal inconvénient de présenter un encombrement vertical proche ou supérieur au quart de la longueur d'onde de la fréquence la plus basse de fonctionnement de l'antenne. Les solutions actuellement proposées pour réduire cet encombrement vertical sont peu efficaces et présentent une forte réduction des gains pour un rayonnement dans le plan horizontal, dit rayonnement azimutal. De plus, le rayonnement azimutal est généralement peu stable en fréquence sur la bande de fréquence des antennes.

[0005] Le document EP0444679A2 divulgue une structure antenne selon le préambule de la revendication 1, le document JP2007288649A décrivant un élément de court-circuit dans une autre structure antenne.

3. Objectifs de l'invention

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

[0007] En particulier, l'invention vise à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, une structure antenne à polarisation verticale de faible encombrement vertical.

[0008] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, une structure antenne dont les performances sont stables sur une large bande de fréquence.

[0009] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, une structure antenne à rayonnement omnidirectionnel dans un plan horizontal.

[0010] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, une structure antenne dont le gain azimutal est sensiblement constant sur toute la bande de fréquence de fonctionnement.

4. Exposé de l'invention

[0011] Pour ce faire, l'invention concerne une structure antenne selon la revendication indépendante 1 à large bande de fréquence, à polarisation selon une direction privilégiée, dite direction verticale, adaptée pour une émission et/ou une réception de signaux de longueur d'onde comprise entre une longueur d'onde minimale et une longueur d'onde maximale, ladite structure antenne comprenant :

- un plan de masse, s'étendant selon un plan perpendiculaire à ladite direction verticale, dit plan horizontal, et
- une structure rayonnante comprenant
- une première bande métallique et une deuxième bande métallique, disposées verticalement, espacées l'une de l'autre et sensiblement parallèles l'une à l'autre, la deuxième bande métallique étant reliée au plan de masse et sensiblement perpendiculaire au plan de masse,
- une boucle rayonnante, comprenant une pluralité de bandes rayonnantes, une première extrémité de la boucle rayonnante étant reliée à la première bande métallique et une deuxième extrémité de la boucle rayonnante étant reliée à la deuxième bande métallique, et
- au moins un élément de court-circuit, reliant électriquement la première bande métallique et la deuxième bande métallique dans leurs parties les plus éloignées du plan de masse.

[0012] La longueur d'onde maximale correspond à des signaux de fréquence minimale dans la bande de fréquence, et la longueur d'onde minimale correspond à des signaux de fréquence maximale dans la bande de fréquence. La partie de la bande de fréquence proche de la fréquence minimale est dite partie basse de la bande, et la partie de la bande de fréquence proche de la fréquence maximale est dite partie haute de la bande. Les fréquences minimales et maximales correspondent aux bornes de la bande de fréquence dans laquelle la structure antenne est destinée à être utilisée sans dégradation des performances. La structure antenne est adaptée pour fonctionner en dehors de cette bande de fréquence, mais sans garantie de performance.

[0013] On entend par bande métallique et bande rayonnante des éléments métalliques ou une combinaison d'éléments métalliques s'étendant principalement

sur deux dimensions, une largeur et une longueur, et ayant une épaisseur négligeable par rapport auxdites largeur et longueur. Notamment, les bandes métalliques et les bandes rayonnantes se distinguent d'un fil qui se caractérise principalement par une seule dimension, sa longueur, et d'un élément en trois dimensions dont aucune des dimensions n'est négligeable par rapport aux deux autres. En particulier, les bandes métalliques et les bandes rayonnantes ont une largeur supérieure à un dixième de la longueur d'onde maximale.

[0014] Une structure antenne selon l'invention a un encombrement faible et permet une émission ou une réception d'un signal sur une large bande de fréquence et de polarisation linéaire. La structure antenne permet en outre un rayonnement omnidirectionnel dans le plan horizontal, dit rayonnement azimutal, et de gain sensiblement constant sur toute la bande de fréquence de fonctionnement dans ce plan. Le rayonnement de la structure antenne est optimisé dans le plan horizontal. L'utilisation de la structure antenne dans une large bande de fréquence d'utilisation est notamment permise grâce à la largeur des bandes métalliques et des bandes rayonnantes.

[0015] L'élément de court-circuit permet d'améliorer l'adaptation de la structure antenne. En outre, le rayonnement omnidirectionnel de la structure antenne est amélioré dans la partie centrale de la bande de fréquence, dite milieu de bande.

[0016] Les parties des bandes métalliques les plus éloignées du plan de masse désignent sur chaque bande métallique la portion représentant 50% de la surface de la bande métallique, située entre l'extrémité de la bande métallique à laquelle est reliée la boucle rayonnante et le milieu de la bande métallique.

[0017] Le plan de masse s'étendant horizontalement et les bandes métalliques s'étendant verticalement, la polarisation est verticale, le rayonnement est omnidirectionnel dans le plan horizontal, et le gain azimutal est sensiblement constant sur toute la bande de fonctionnement. Une polarisation verticale permet une meilleure efficacité de la structure antenne en mobilité, par exemple si celle-ci est montée sur le toit d'un véhicule en mouvement, et plus particulièrement à une hauteur proche du niveau du sol.

[0018] Selon l'invention, la boucle rayonnante est une boucle rayonnante repliée, dans laquelle les bandes rayonnantes forment au moins un repli de section droite en forme de U formé de deux bandes rayonnantes s'étendant selon la direction verticale reliées à leurs extrémités les plus proches du plan de masse par une bande rayonnante, dite base du U, s'étendant selon une direction parallèle au plan horizontal.

[0019] Selon cet aspect de l'invention, le ou les replis en U permettent de réduire la longueur des bandes rayonnantes parallèles au plan horizontal, afin de réduire le rayonnement zénithal, c'est-à-dire le rayonnement ne se propageant pas dans le plan horizontal, dans la partie haute de la bande de fréquence. Les replis en U entraî-

nent une répartition des bandes rayonnantes parallèles au plan horizontal sur plusieurs plans parallèles et non confondus. En outre, le ou les replis en U améliorent l'adaptation en impédance de la structure antenne, et permettent de réduire l'encombrement de la structure antenne tout en conservant une même longueur totale des bandes métalliques et des bandes rayonnantes de la structure rayonnante.

[0020] La base du U d'au moins un repli en U est agencée entre la première bande métallique et la deuxième bande métallique, et l'élément de court-circuit est formé au moins en partie par ladite base du U.

[0021] Avantageusement, une structure antenne selon l'invention présente un encombrement vertical, entre le plan de masse et le point le plus haut de la structure rayonnante, inférieur à un dixième de la longueur d'onde maximale.

[0022] Selon cet aspect de l'invention, la réduction de l'encombrement antenne en dessous du dixième de la longueur d'onde maximale permet d'éviter une dégradation des performances dans la partie haute de la bande et permet un rayonnement sans pertes de gain à l'horizon. De plus, la structure antenne est ainsi moins encombrante que les antennes monopôle quart d'onde classiques, tout en présentant des performances égales ou supérieures en termes de gain et de rayonnement dans le plan horizontal.

[0023] Avantageusement et selon l'invention, la première bande métallique est adaptée pour être reliée à une borne positive d'un émetteur/récepteur et le plan de masse est adapté pour être relié à une borne négative dudit émetteur/récepteur.

[0024] On entend par émetteur/récepteur soit un émetteur seul, soit un récepteur seul, soit un dispositif adapté pour à la fois émettre et recevoir des signaux.

[0025] Avantageusement, l'émetteur/récepteur est adapté pour être connecté à la structure antenne via un câble coaxial dont un conducteur intérieur connecte la borne positive de l'émetteur/récepteur à la première bande métallique et dont un conducteur extérieur connecte la borne négative de l'émetteur/récepteur à la deuxième bande métallique et/ou au plan de masse.

[0026] Selon cet aspect de l'invention, le câble coaxial permet une meilleure adaptation d'impédance de la structure antenne.

[0027] Avantageusement, une structure antenne selon l'invention comprend un boîtier métallique disposé sur le plan de masse et délimitant une cavité adaptée pour contenir l'émetteur/récepteur, ledit boîtier métallique étant relié électriquement au plan de masse et à la deuxième bande métallique.

[0028] La cavité formée par le boîtier métallique permet d'embarquer l'émetteur/récepteur dans la structure antenne, réduisant ainsi les perturbations entre la structure antenne et l'émetteur/récepteur, tout en conservant une longueur de connexion faible entre l'émetteur/récepteur et la première bande métallique et le plan de masse. Pour ne pas augmenter l'encombrement ver-

tical de la structure antennaire, les longueurs de la première bande métallique et de la deuxième bande métallique peuvent être réduites pour que l'espace libéré soit occupé, dans une partie de sa hauteur, par le boîtier métallique : la hauteur du boîtier métallique est de préférence inférieure à un sixième de la hauteur totale de la structure antennaire.

[0029] Avantageusement, le boîtier métallique est adapté pour recevoir des éléments de traitement du signal émis ou reçu par la structure antennaire, par exemple des éléments d'amplification, de filtrage, etc.

[0030] Avantageusement et selon l'invention, la première bande métallique est reliée à l'émetteur/récepteur via une surface de connexion métallique sensiblement parallèle au plan horizontal.

[0031] Selon cet aspect de l'invention, la surface de connexion métallique relie une extrémité de la première bande métallique à l'émetteur/récepteur afin d'ajuster l'adaptation d'impédance sur la bande de fréquence souhaitée. De préférence, la surface de connexion métallique a une forme de trapèze, une grande base du trapèze étant reliée à la première bande métallique et une petite base du trapèze étant reliée à l'émetteur/récepteur. Selon plusieurs variantes de l'invention, la surface de connexion s'étend depuis la première bande métallique et en direction de la seconde bande métallique, ou bien s'étend depuis la première bande métallique et dans la direction opposée à la seconde bande métallique.

[0032] Avantageusement et selon l'invention, la longueur la structure rayonnante entre la borne positive de l'émetteur/récepteur et la liaison du plan de masse et de la deuxième bande métallique est comprise entre la moitié de la longueur d'onde maximale et la longueur d'onde minimale.

[0033] On entend par longueur de la structure rayonnante la somme de la longueur des bandes métalliques et des bandes rayonnantes formant ladite structure rayonnante.

[0034] Selon cet aspect de l'invention, cette longueur de structure permet une amélioration de l'adaptation et une maîtrise du rayonnement azimutal sur toute la bande de fréquence.

[0035] Avantageusement et selon l'invention, la largeur de la structure rayonnante est comprise entre un huitième de la longueur d'onde maximale et un tiers de la longueur d'onde minimale.

[0036] Selon cet aspect de l'invention, la largeur de la structure rayonnante, correspondant à la largeur de la bande rayonnante composant la structure rayonnante la plus large, est suffisamment importante pour permettre l'émission/réception dans une large bande de fréquence, et suffisamment faible pour que l'encombrement de la structure antennaire soit limité. Outre la bande de fréquence, la largeur de la structure rayonnante influe aussi sur le rapport d'onde stationnaire, qui est d'autant plus faible dans la partie basse de la bande de fréquence que la largeur de la structure rayonnante est élevée.

[0037] Selon une autre variante de l'invention, la lar-

geur de la structure rayonnante est inférieure à un huitième de la longueur d'onde maximale. Une telle largeur est moins avantageuse qu'une largeur supérieure à un huitième de la longueur d'onde maximale, notamment en termes d'adaptation de la structure antennaire, mais permet d'obtenir une antenne de taille réduite pour des raisons pratiques ou esthétique lorsque la structure antennaire est utilisée dans des applications dans lesquelles l'adaptation de la structure antennaire est peu critique.

[0038] Avantageusement et selon l'invention, la largeur des bandes rayonnantes est variable le long de la boucle rayonnante.

[0039] Selon cet aspect de l'invention, les bandes rayonnantes ont une largeur variable et donc une surface variable afin de permettre une homogénéisation de la densité surfacique du courant traversant les bandes rayonnantes. Cette homogénéisation de la densité surfacique de courant permet d'améliorer le rayonnement de la structure antennaire et notamment d'homogénéiser le gain de la structure antennaire dans le plan azimutal.

[0040] Avantageusement et selon l'invention, le plan de masse a une largeur et une longueur supérieure à la longueur d'onde maximale.

[0041] Selon cet aspect de l'invention, le rapport d'onde stationnaire de la structure antennaire est amélioré. En pratique, soit le plan de masse a une longueur et une largeur réelles supérieures à la longueur d'onde maximale, soit le plan de masse est relié électriquement à une surface métallique ayant une longueur et une largeur supérieures à la longueur d'onde maximale.

[0042] Avantageusement, une structure antennaire selon l'invention comprend un radôme entourant la structure rayonnante.

[0043] Selon cet aspect de l'invention, le radôme permet une protection de la structure rayonnante, par exemple contre les intempéries, et permet de cacher la structure antennaire. En outre, le radôme est conçu pour ne pas dégrader le rayonnement de la structure antennaire.

[0044] L'invention concerne également un véhicule, caractérisé en ce qu'il est équipé d'une structure antennaire selon l'invention, le plan de masse de la structure antennaire étant fixé en continuité électrique à une surface s'étendant dans un plan sensiblement parallèle au plan horizontal.

[0045] Un véhicule selon l'invention est adapté pour émettre et recevoir des signaux par le biais de la structure antennaire, pour des applications en télécommunications notamment. Fixer le plan de masse sur une surface conductrice s'étendant dans un plan sensiblement parallèle au plan horizontal, par exemple le toit du véhicule, permet d'agrandir facilement la surface faisant office de plan de masse.

[0046] L'invention concerne également une structure antennaire et un véhicule caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

5. Liste des figures

[0047] 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'une structure antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe d'une structure antenne selon le premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une structure antenne selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'une structure antenne selon le deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'une structure antenne selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 6 est une vue schématique en coupe d'une structure antenne selon le troisième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 est une vue schématique en perspective d'une structure antenne selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 8 est une vue schématique en perspective d'une structure antenne selon un cinquième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 est une vue schématique en perspective d'une structure antenne selon un sixième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 10 est une vue schématique en perspective d'un véhicule équipé d'une structure antenne selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 est une courbe représentant l'adaptation d'impédance d'une structure antenne selon un mode de réalisation de l'invention en fonction de la fréquence, dans la bande de fréquence 470-700 MHz,
- la figure 12 est un diagramme de rayonnement azimutal d'une structure antenne selon un mode de réalisation de l'invention pour une fréquence de 550 MHz,
- la figure 13 est une courbe représentant les gains azimutaux maximum en fonction de la fréquence, dans la bande de fréquence 470-700 MHz, d'une structure antenne selon un mode de réalisation de l'invention.

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

[0048] 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.

[0049] La figure 1 représente schématiquement et en perspective une structure 10 antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention. La figure 2 représente schématiquement une coupe de la structure 10 antenne selon ce premier mode de réalisation, selon un plan de coupe défini par les axes X-X et Z-Z tel que représenté sur la figure 1.

[0050] La structure 10 antenne est adaptée pour émettre ou recevoir des signaux dans une large bande de fréquence entre une fréquence minimale, associée à une longueur d'onde maximale, et une fréquence maximale, associée à une longueur d'onde minimale. Ces fréquences minimales et maximales sont les fréquences entre lesquelles la structure 10 antenne est prévue pour fonctionner avec des performances optimales. Ainsi, la structure 10 antenne peut fonctionner en dehors de cette bande de fréquence, sans que les performances soient toutefois assurées, le dimensionnement de la structure 10 antenne étant lié à la bande de fréquence souhaitée.

[0051] Par exemple, la structure 10 antenne peut être configurée pour une application large bande entre une fréquence minimale de 470 MHz et une fréquence maximale de 700 MHz. Ces deux valeurs sont donc associées à une longueur d'onde minimale d'environ 43 cm et une longueur d'onde maximale d'environ 63 cm.

[0052] La structure 10 antenne comprend un plan 1 de masse sur lequel est reliée une structure 12 rayonnante. Le plan 1 de masse définit un plan, dit plan horizontal, comprenant deux axes X-X et Y-Y perpendiculaires entre eux, et définit en outre un axe Z-Z perpendiculaire au plan horizontal. La structure 12 rayonnante comprend deux bandes métalliques, une première bande 21 métallique et une deuxième bande 22 métallique, dont les extrémités les plus éloignées du plan 1 de masse sont reliées à une boucle 14 rayonnante. La boucle 14 rayonnante est composée d'une pluralité de bandes rayonnantes, ici treize, référencées 231a, 233a, 234a, 235a, 236a, 237a, 231b, 233b, 234b, 235b, 236b, 237b et 232, permettant de relier les extrémités des deux bandes 21, 22 métalliques. La structure 10 antenne est destinée à l'émission et/ou la réception de signaux de polarisation préférentiellement verticale, c'est-à-dire orientée selon l'axe Z-Z, avec un rayonnement omnidirectionnel azimutal, c'est-à-dire que les signaux se propagent sensiblement parallèlement au plan horizontal.

[0053] Les deux bandes 21, 22 métalliques sont disposées sensiblement perpendiculairement au plan 1 de masse, donc disposés sensiblement verticalement, et sont parallèles l'une à l'autre. La deuxième bande 22 métallique est reliée au plan 1 de masse de façon à être en continuité électrique, par exemple par soudage, vissage, rivetage, et la première bande 21 métallique est

reliée à une borne positive d'un émetteur/récepteur 4, une borne négative de l'émetteur/récepteur 4 étant reliée au plan 1 de masse, les bornes positive et négative étant de préférence situées dans le plan défini par l'axe X-X et l'axe Z-Z. Les parties supérieures des deux bandes 21, 22 métalliques, c'est-à-dire les parties les plus éloignées du plan 1 de masse, sont reliées par un élément 24 de court-circuit. La partie inférieure de la première bande 21 métallique, c'est-à-dire la partie la plus proche du plan 1 de masse, à laquelle est reliée la borne positive de l'émetteur/récepteur 4, est à une distance du plan 1 de masse inférieure à un centième de la longueur d'onde minimale. La distance séparant la première bande 21 métallique de la deuxième bande 22 métallique est inférieure à un dixième de la longueur d'onde minimale. La longueur de la deuxième bande 22 métallique est comprise entre un douzième et un dixième de la longueur d'onde minimale, afin d'assurer un rayonnement optimal sur toute la bande de fréquence.

[0054] Selon les modes de réalisation, l'émetteur/récepteur 4 peut être par exemple uniquement un émetteur, uniquement un récepteur ou un dispositif groupant les fonctions d'émetteur et de récepteur.

[0055] Le plan 1 de masse est ici représenté d'une taille équivalente à l'encombrement de la structure 12 rayonnante selon les axes X-X et Y-Y. De préférence, le plan 1 de masse est relié électriquement à une surface sensiblement horizontale de taille plus importante, de préférence de largeur et de longueur supérieure à la longueur d'onde maximale, par exemple le toit d'un véhicule comme représenté en référence à la figure 10.

[0056] La boucle 14 rayonnante comprend une portion supérieure, ici composée des bandes rayonnantes 231a, 231b, 232, 233a et 233b. Cette portion supérieure est reliée à des portions latérales sensiblement verticales, composé respectivement des bandes rayonnantes 235a et 235b, lesdites portions latérales étant reliées à des portions de liaison respectivement composées des bandes rayonnantes 234a, 236a, 237a et des bandes rayonnantes 234b, 236b, 237b, lesdites portions de liaison étant reliées aux deux bandes 21, 22 métalliques, fermant ainsi la boucle 14 rayonnante. Les bandes rayonnantes 232, 233a, 233b, 234a, 234b, 237a, 237b sont sensiblement horizontales. Les bandes rayonnantes 231a, 231b, 235a, 235b, 236a, 236b sont sensiblement verticales. Dans ce premier mode de réalisation, la boucle 14 rayonnante est ainsi symétrique de part et d'autre du plan défini par les axes Y-Y et Z-Z.

[0057] Les bandes rayonnantes ont chacune une largeur définie selon l'axe Y-Y et une longueur définie soit selon l'axe X-X pour les bandes rayonnantes orientées sensiblement horizontalement, soit selon l'axe Z-Z pour les bandes rayonnantes orientées sensiblement verticalement. Par extension, la largeur de la boucle 14 rayonnante est définie par la largeur de la bande rayonnante la plus large parmi celles formant la boucle 14 rayonnante, et la longueur de la boucle 14 rayonnante est définie par la somme des longueurs des bandes rayonnantes

formant la boucle 14 rayonnante. Dans ce premier mode de réalisation, les bandes rayonnantes ont toutes la même largeur. La longueur de la structure 12 rayonnante est la somme de la longueur de la boucle 14 rayonnante et des longueurs selon l'axe Z-Z de la première 21 bande métallique et de la deuxième bande 22 métallique, c'est-à-dire la longueur de la structure 12 rayonnante entre la borne positive de l'émetteur/récepteur 4 et la liaison du plan 1 de masse et de la deuxième bande 22 métallique. En l'occurrence, dans ce mode de réalisation, la longueur de la structure 12 rayonnante est comprise entre la moitié de la longueur d'onde maximale, soit $63/2=31,5$ cm environ, et la longueur d'onde minimale soit 43 cm environ. La largeur de la structure 12 rayonnante est comprise entre un huitième de la longueur d'onde maximale, soit $63/8=7,9$ cm environ, et un tiers de la longueur d'onde minimale, soit $43/3=14,3$ cm environ. Selon un autre mode de réalisation de l'invention, la largeur de la structure 12 rayonnante est inférieure à un huitième de la longueur d'onde maximale. L'adaptation de la structure 10 antennaire est ainsi moins optimisée, mais permet de réduire l'encombrement de la structure 10 antennaire lorsque l'utilisation de la structure 10 antennaire est peu sensible à la dégradation de l'adaptation.

[0058] La boucle 14 rayonnante est une boucle repliée, comprenant au moins un repli en forme de U, ici trois replis 16a, 16b, 16c. Un repli est composé de trois bandes rayonnantes, une bande rayonnante étant reliée à chacune de ses deux extrémités par une bande rayonnante perpendiculaire à celle-ci, de façon à former un U. Les replis permettent notamment de réduire la taille des bandes rayonnantes parallèles au plan horizontal, limitant ainsi un rayonnement zénithal de la structure 10 antennaire, c'est-à-dire un rayonnement sensiblement orienté dans la direction de l'axe Z-Z.

[0059] Par exemple, un premier repli 16a en U est situé sur la portion supérieure de la boucle 14 rayonnante et est formé des bandes rayonnantes 231a et 231b chacune reliée à une extrémité de la bande rayonnante 232 et perpendiculaire à celle-ci. Les extrémités des bandes rayonnantes 231a et 231b non-reliées à la bande rayonnante 232 sont reliées respectivement aux bandes rayonnantes 233a et 233b et perpendiculaires à celles-ci. Sans ce premier repli en U, les bandes rayonnantes 233a et 233b seraient directement reliées pour former une unique longue bande rayonnante. La longueur de cette longue bande rayonnante parallèle au plan horizontal entraînerait un rayonnement zénithal trop important. Avec ce premier repli en U, les bandes rayonnantes 233a et 233b sont situées sur un même plan, et la bande rayonnante 232 est située sur un plan parallèle et non confondu avec ce dernier plan.

[0060] De la même façon, les portions latérales et les portions de liaison forment un deuxième repli 16b en U et un troisième repli 16c en U. Les portions latérales comprennent des bandes rayonnantes 235a et 235b sensiblement verticales et perpendiculaires aux bandes rayonnantes 233a et 233b. Les portions de liaison com-

prennent des bandes rayonnantes 234a et 234b sensiblement horizontales et perpendiculaires aux bandes 21, 22 métalliques. Les portions de liaison comprennent en outre chacun un repli en U faisant office de liaison avec les portions latérales. Plus précisément, le deuxième repli 16b en U comprend la bande rayonnante 236a perpendiculaires à la bande rayonnante 234a, et la bande rayonnante 237a perpendiculaire à la bande rayonnante 236a et à la bande rayonnante 235a, formant ainsi un U. Les bandes rayonnantes 234a et 237a sont ainsi situées sur deux plans parallèles au plan horizontal et non confondus. De façon symétrique, les bandes rayonnantes 236b, 237b et 235b forment le troisième repli 16c en U. La longueur des bandes rayonnantes 236a et 236b sont de préférence comprises entre un quart et un tiers de la longueur de, respectivement, la bande rayonnante 235a et la bande rayonnante 235b.

[0061] Comme pour le premier repli 16a en U, le deuxième repli 16b en U et le troisième repli 16c en U permettent notamment de réduire la taille des bandes rayonnantes horizontales pour réduire le rayonnement zénithal de la structure 10 antenne. En outre, les replis en U, notamment le premier repli 16a en U, permettent d'améliorer l'adaptation de la structure 10 antenne et le rayonnement azimutal, en particulier pour des fréquences dans la partie haute de la bande de fréquence.

[0062] Les replis en U permettent aussi de réduire l'encombrement de l'ensemble de la structure 10 antenne, notamment selon l'axe X-X (dit encombrement en longueur) et selon l'axe Z-Z (dit encombrement vertical), tout en conservant une longueur de boucle 14 rayonnante suffisante pour l'application visée. Notamment, l'encombrement vertical de la structure 10 antenne est ainsi inférieur à un dixième de la longueur d'onde maximale. Pour une fréquence minimale de 470 MHz, associée à une longueur d'onde maximale de 63 cm, la structure 10 antenne aura donc un encombrement vertical inférieur à 6,3 cm, en pratique environ 6cm. Par comparaison, les antennes de l'art antérieur pour la même bande de fréquence ont un encombrement vertical d'environ un quart de la longueur d'onde maximale, soit en pratique entre 14 et 16 cm.

[0063] Pour permettre d'améliorer l'adaptation de la structure 10 antenne et le rayonnement azimutal pour des fréquences dans la partie centrale de la bande de fréquence, les deux bandes 21, 22 métalliques sont reliées par un élément 24 de court-circuit. L'élément 24 de court-circuit est composé d'une bandelette métallique, comme représenté sur la figure 1, de largeur comprise entre un centième de la longueur d'onde maximale et la largeur de la bande rayonnante 232, ou d'une pluralité de bandelettes réparties sur la largeur de la structure 10 antenne, symétriquement de part et d'autre du plan défini par les axes X-X et Z-Z. Dans ce mode de réalisation, l'élément 24 de court-circuit est électriquement relié à la bande rayonnante 232, par exemple par soudage. Comme représenté sur la figure 2, l'élément 24 de court-circuit peut être composé uniquement de deux petites

bandelettes reliant d'une part la première bande 21 métallique à la bande rayonnante 232 et d'autre part la bande rayonnante 232 à la deuxième bande 22 métallique, la bande rayonnante 232 jouant alors en partie le rôle d'élément de court-circuit.

[0064] Afin d'améliorer la rigidité de la structure 10 antenne, il est possible d'ajouter des entretoises diélectriques (non représentées) de faible permittivité relative (inférieure à 4) et de faible tangente de perte dans la structure 10 antenne, notamment entre les bandes rayonnantes 237a, 237b et le plan 1 de masse, entre la bande rayonnante 232 et le plan 1 de masse, entre la première bande 21 métallique et le plan 1 de masse, entre les bandes rayonnantes 237a et 233a, entre les bandes rayonnantes 237b et 233b, entre les bandes rayonnantes 234a et 233a et/ou entre les bandes rayonnantes 234b et 237b.

[0065] Les figures 3 et 4 représentent respectivement une vue schématique en perspective et une vue schématique en coupe d'une structure 10 antenne selon un deuxième mode de réalisation. La structure 10 antenne selon ce deuxième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation par la présence d'un boîtier 6 métallique, disposé sur le plan 1 de masse et relié électriquement à celui-ci. Le boîtier 6 métallique délimite une cavité adaptée pour contenir l'émetteur/récepteur. Le boîtier 6 métallique est disposé au niveau de la première bande 21 métallique et de la deuxième bande 22 métallique : la première bande 21 métallique est reliée à la borne positive de l'émetteur/récepteur 4 via un orifice formé dans le boîtier 6 métallique permettant l'accès à la cavité ; la deuxième bande 22 métallique est reliée directement au boîtier 6 métallique, celui-ci étant relié au plan 1 de masse.

[0066] La longueur, selon l'axe X-X, et la largeur, selon l'axe Y-Y, du boîtier 6 métallique, sont inférieures à la longueur et à la largeur du plan 1 de masse. La hauteur, selon l'axe Z-Z, du boîtier 6 métallique est inférieure à un sixième de l'encombrement vertical de la structure 10 antenne. La hauteur du boîtier est limitée pour ne pas modifier significativement les performances en rayonnement et en adaptation de la structure 10 antenne. L'encombrement vertical de la structure 10 antenne dans ce deuxième mode de réalisation est le même que dans le premier mode de réalisation, la hauteur du boîtier 6 métallique étant compensée par une diminution de la longueur des bandes 21, 22 métalliques.

[0067] Le boîtier 6 métallique permet en outre de contenir des éléments de traitement du signal, par exemple un filtre 7 et un amplificateur 8, comme représenté figure 4. Pour une utilisation de la structure antenne en réception, l'amplificateur 8 peut être un préamplificateur.

[0068] Les figures 5 et 6 représentent respectivement une vue schématique en perspective et une vue schématique en coupe d'une structure 10 antenne selon un troisième mode de réalisation. La structure 10 antenne selon ce troisième mode de réalisation se distingue du deuxième mode de réalisation notamment par une

première et une deuxième dissymétrie de la structure 10 antennaire par rapport au plan défini par les axes Y-Y et Z-Z.

[0069] La première dissymétrie apparaît au niveau de la première bande 21 métallique : au niveau de son extrémité la plus proche du plan 1 de masse, la première bande 21 métallique est reliée à une surface 211 de connexion sensiblement parallèle au plan horizontal et orientée vers la deuxième bande 22 métallique. Cette surface 211 de connexion est connectée à la borne positive de l'émetteur/récepteur 4, directement ou via des équipements de traitement du signal comme le filtre 7 et l'amplificateur 8. La surface 211 de connexion présente une forme sensiblement triangulaire ou trapézoïdale, dont un grand côté est reliée à la première bande 21 métallique et un sommet, si la forme est triangulaire, ou un petit côté, si la forme est trapézoïdale, est connecté à la borne positive de l'émetteur/récepteur 4, ici à travers l'orifice du boîtier 6 métallique. Cette surface 211 de connexion permet d'améliorer l'adaptation de la structure 10 antennaire dans la bande de fréquence.

[0070] La deuxième dissymétrie est présente sur la boucle 14 rayonnante. Dans les premier et deuxième modes de réalisation de l'invention, du fait de la connexion de la borne positive de l'émetteur/récepteur 4 à la première bande 21 métallique et de la connexion de la deuxième bande 22 métallique à la masse, un premier pan de la structure métallique se situant, par rapport aux axes Y-Y et Z-Z, du côté de la première bande 21 métallique, a une densité surfacique de courant supérieure à un deuxième pan de la structure se situant du côté de la deuxième bande 22 métallique. Cette différence de densité surfacique de courant engendre une différence de gain dans le rayonnement azimutal de la structure 10 antennaire, le gain étant inférieur du côté du deuxième pan de la structure. Ainsi, dans ce troisième mode de réalisation, la densité surfacique est homogénéisée par la diminution de la largeur, et donc de la surface, des bandes rayonnantes et métalliques se situant dans le deuxième pan de la structure métallique, notamment ici les bandes rayonnantes 233b, 235b, 237b, 236b, 234b et la deuxième bande 22 métallique. La largeur des bandes rayonnantes est réduite progressivement au niveau de la bande rayonnante 233b, qui comprend une portion 26 trapézoïdale dont la base est de la même largeur que les bandes rayonnantes du premier pan et dont la largeur décroît jusqu'à atteindre une largeur réduite. La portion 26 trapézoïdale est ensuite suivie d'une portion 28 rectangulaire de largeur réduite et la deuxième bande 22 métallique et les bandes rayonnantes 235b, 237b, 236b et 234b sont de même largeur réduite. La largeur réduite permet une diminution de la surface des bandes rayonnantes pour le même courant les traversant, augmentant ainsi la densité surfacique de courant qui est homogène avec la densité surfacique de courant des éléments du premier pan de la structure 10 antennaire, améliorant ainsi l'omnidirectionnalité du rayonnement azimutal.

[0071] Les figures 2, 4 et 6 représentent schématiquement

en coupe le premier, le deuxième et le troisième mode de réalisation. Dans ces trois modes de réalisation, la structure 10 antennaire comprend un radôme parallélépipédique entourant la structure 12 rayonnante, fabriqué dans un matériau de faible permittivité, par exemple en fibre de verre, polyamide ou en polymère ABS. Le radôme est conçu de sorte à ne pas perturber les performances en rayonnement de la structure 10 antennaire, permet de protéger celle-ci d'éventuelles dégradations, et permet un camouflage de celle-ci. Le radôme peut aussi être de forme cylindrique, hémisphérique, ou toute autre forme adaptée qui ne dégrade pas les performances de la structure 10 antennaire. Pour des raisons de clarté, le radôme n'est pas représenté sur les vues en perspective des figures 1, 3, 5 et 8. Dans d'autres modes de réalisation, la structure 10 antennaire peut ne pas comprendre de radôme.

[0072] La figure 7 représente une vue schématique en perspective d'une structure 10 antennaire selon un quatrième mode de réalisation de l'invention. La structure 10 antennaire selon ce quatrième mode de réalisation se distingue du troisième mode de réalisation notamment par la surface 211 de connexion, qui est fixée à la première bande 21 métallique et qui est ici orientée dans une direction opposée au troisième mode de réalisation, c'est-à-dire dans une direction opposée à la deuxième bande 22 métallique. En outre, l'élément de court-circuit est composé de deux bandelettes 24a, 24b.

[0073] De plus, le deuxième pan de la structure 10 antennaire est légèrement modifié. La bande rayonnante 233b est composée d'une unique portion trapézoïdale et ne comprend pas de portion rectangulaire comme c'était le cas sur le troisième mode de réalisation. Ensuite, la bande rectangulaire 237b est de forme trapézoïdale, sa largeur augmentant depuis la bande rayonnante 235b vers la bande 236b.

[0074] Du fait de la forme de ce deuxième pan, le radôme 3 n'est pas parallélépipédique mais présente une forme proche des contours de la structure 10 antennaire, permettant ainsi de réduire son encombrement. De même, la forme du boîtier 6 métallique et du plan 1 de masse est ajusté à la forme du radôme 3.

[0075] Les modifications apportées par les modes de réalisation successivement décrits permettent chacune une amélioration des performances de la structure 10 antennaire, la performance étant croissante entre le premier, le deuxième, le troisième et le quatrième mode de réalisation. Notamment, la bande de fréquence possible d'utilisation de la structure 10 antennaire est la plus large pour le quatrième mode de réalisation et décroît pour les autres modes. Toutefois, le premier mode de réalisation est aussi le moins complexe à produire, et la complexité de fabrication augmente avec les modes de réalisation suivants, jusqu'au quatrième mode de réalisation qui est le plus complexe des modes de réalisation présentés, pour des performances supérieures.

[0076] Les bandes rayonnantes des modes de réalisation décrits précédemment sont composées de surfa-

ces métalliques. Les figures 8 et 9 représentent schématiquement des structures antennaires selon respectivement un cinquième et un sixième mode de réalisation, dans lesquels des bandes rayonnantes et des bandes métalliques sont composées d'une pluralité de bandelettes rayonnantes. Ces bandelettes rayonnantes sont métalliques et sont réparties de façon à occuper la même longueur et la même largeur que les surfaces métalliques des modes de réalisation précédents.

[0077] Le cinquième mode de réalisation, représenté figure 8, se base sur une structure 10 antenne selon le premier mode de réalisation, dans laquelle les bandes métalliques et les bandes rayonnantes orientées verticalement sont composées d'une pluralité de bandelettes rayonnantes, ici trois bandelettes 28 rayonnantes par bande rayonnante et bande métallique. Les bandes rayonnantes orientées horizontalement prennent la forme d'une surface métallique, comme dans les modes de réalisation précédents.

[0078] Dans le sixième mode de réalisation, représenté figure 9, toutes les bandes rayonnantes et les bandes métalliques sont composées de bandelettes 28 rayonnantes. En outre, le plan 1 de masse est composé de fils 30 conducteurs disposés en étoile en partant de la structure 10 antenne.

[0079] L'utilisation de bandelettes rayonnantes est particulièrement utile pour l'utilisation d'une structure 10 antenne adapté pour des fréquences faibles, c'est-à-dire pour des longueurs d'ondes élevées, les dimensions de la structure 10 antenne rendant complexe l'utilisation de surfaces métalliques de grandes dimensions, pour des raisons de difficulté de fabrication, de coût, de résistance de la structure 10 antenne aux contraintes physiques, aux intempéries, etc. Les bandelettes rayonnantes ont une largeur pouvant varier entre quelques millièmes à quelques centièmes de la longueur d'onde maximale. De même, dans le cas où la structure 10 antenne est de grandes dimensions, le plan de masse utilisé dépend de la nature du sol sur lequel est disposée la structure 10 antenne, dit plan de sol. Lorsque le plan de sol est composé d'un milieu de faible conductivité électrique (sable, terre, roche, etc.), un plan de masse est ajouté, par exemple grâce aux fils conducteurs en étoile comme représenté sur la figure 9. Le nombre de fils conducteurs en étoile utilisés varie en fonction de la conductivité électrique du milieu et peut atteindre 120 fils pour un milieu de très faible conductivité électrique. Lorsque le plan de sol est composé d'un milieu fortement conducteur (mer, marais salant, etc.), le plan de sol forme le plan de masse de la structure 10 antenne.

[0080] La figure 10 représente un véhicule 32, ici une automobile, équipé d'une structure 10 antenne selon un mode de réalisation de l'invention. Le plan 1 de masse de la structure 10 antenne est relié électriquement à un toit 34 métallique du véhicule 32, permettant ainsi d'étendre la surface effective du plan 1 de masse.

[0081] La figure 11 est une courbe représentant l'adaptation d'impédance d'une structure 10 antenne selon

le quatrième mode de réalisation de l'invention, en fonction de la fréquence, dans la bande de fréquence 470-700 MHz. L'adaptation d'impédance est représentée par le rapport d'onde stationnaire (ROS ou VSWR pour *Voltage Standing Wave Ratio* en anglais) de la structure 10 antenne. Le rapport d'onde stationnaire d'une structure antenne est parfait si celui-ci est égal à 1. La structure 10 antenne selon l'invention vise à obtenir de préférence un rapport d'onde stationnaire compris entre 1 et 1,5. La courbe de la figure 11 montre que dans la bande de fréquence 470-700 MHz, le rapport d'onde stationnaire est inférieur à 1,5 et qu'il est égal à 1,5 aux bornes 470 MHz et 700 MHz. L'adaptation d'impédance est ainsi bonne pour toutes les fréquences de la bande de fréquence, permettant ainsi une utilisation de la structure antenne pour l'émission et la réception.

[0082] La figure 12 est un diagramme de rayonnement azimutal en champ lointain d'une structure 10 antenne selon un mode de réalisation de l'invention. Le diagramme de rayonnement est représenté pour une fréquence de 550 MHz, c'est-à-dire comprise dans la bande de fréquence de 470-700 MHz. Le rayonnement est représenté dans le plan azimutal, c'est-à-dire selon le plan défini par les axes X-X et Y-Y, dans une configuration où la structure 10 antenne est placée sur un plan métallique circulaire de 1.5 m de diamètre et dans une position angulaire dont les valeurs angulaires sont comprises dans l'intervalle $]-180^\circ, 180^\circ]$. Les angles 0° et 180° correspondent à des positions angulaires sur l'axe X-X, l'angle 0° étant situé du côté de la deuxième bande 22 métallique et l'angle 180° étant situé du côté de la première bande 21 métallique. Les angles 90° et -90° correspondent à des positions angulaires sur l'axe Y-Y.

[0083] Le rayonnement est représenté en dBi, ce qui correspond au gain en décibel de la structure 10 antenne par rapport à une antenne isotrope. Sur la courbe, le rayonnement varie progressivement entre environ -2 dBi pour un angle de 0° à une valeur légèrement inférieure à 0 dBi pour un angle de 180° . La variation est identique sur l'intervalle $]-180^\circ, 0^\circ]$, avec un rayonnement proche de 0 dBi pour un angle proche de -180° . La différence de rayonnement de la structure 10 antenne entre l'angle 0° et l'angle 180° est due à la variation de densité surfacique de courant sur le premier pan et le deuxième pan de la structure 10 antenne, du fait de la présence de la borne positive de l'émetteur au niveau de la première bande 21 métallique.

[0084] Le rayonnement pour toutes les fréquences comprises entre 470 MHz et 700 MHz présentent des courbes de rayonnement, non représentées pour des raisons de clarté, similaires à la courbe de rayonnement pour une fréquence de 500 MHz, avec de légères variations, inférieures à 1 dB.

[0085] La figure 13 est une courbe représentant les gains azimutaux maximum en fonction de la fréquence, dans la bande de fréquence 470-700 MHz, d'une structure 10 antenne selon un mode de réalisation de l'invention. La mesure est la même que la courbe de la figure

12, le rayonnement étant exprimé en dBi. Comme visible sur le diagramme de rayonnement de la figure 12, le gain maximum est généralement le gain mesuré sur l'axe X-X de la structure 10 antennaire, du côté de la première bande métallique, c'est-à-dire au niveau de la valeur angulaire 180° sur la figure 12. Comme visible sur la figure 13, le gain azimutal maximum est stable, compris entre -1 dBi et 0 dBi sur l'ensemble de la bande de fréquence 470-700 MHz.

[0086] L'invention ne se limite pas aux seuls modes de réalisation décrits. En particulier, les modes de réalisations présentés décrivent une structure antennaire à polarisation verticale, mais une orientation différente de la structure antennaire peut permettre son utilisation pour l'émission et la réception dans une polarisation linéaire différente, par exemple oblique ou horizontale. De plus, bien que la structure antennaire ait été décrite pour une utilisation dans une bande de fréquence comprise entre 470 MHz et 700 MHz, une structure antennaire selon l'invention peut être utilisée dans d'autres bandes de fréquences, les dimensions de celle-ci étant alors adaptées en conséquence. L'utilisation de la structure antennaire aux dimensions adaptées à d'autres bandes de fréquence permet d'obtenir les mêmes avantages que les modes de réalisation décrits dans ces bandes de fréquences.

Revendications

1. Structure antennaire à large bande de fréquence, à polarisation selon une direction privilégiée, dite direction verticale, adaptée pour une émission et/ou une réception de signaux de longueur d'onde comprise entre une longueur d'onde minimale et une longueur d'onde maximale, ladite structure antennaire comprenant :

- un plan (1) de masse, s'étendant selon un plan perpendiculaire à ladite direction verticale, dit plan horizontal, et
- une structure (12) rayonnante comprenant
 - une première bande (21) métallique et une deuxième bande (22) métallique, disposées verticalement, espacées l'une de l'autre sensiblement parallèles l'une à l'autre, la deuxième bande (22) métallique étant reliée au plan (1) de masse et sensiblement perpendiculaire au plan (1) de masse, et
 - une boucle (14) rayonnante, comprenant une pluralité de bandes rayonnantes, une première extrémité de la boucle (14) rayonnante étant reliée à la première bande (21) métallique et une deuxième extrémité de la boucle (14) rayonnante étant reliée à la deuxième bande (22) métallique, la boucle (14) rayonnante étant une boucle rayonnante repliée,

caractérisée

- **en ce que** les bandes rayonnantes forment au moins un repli (16a, 16b, 16c) de section droite en forme de U formé de deux bandes rayonnantes s'étendant selon la direction verticale reliées à leurs extrémités les plus proches du plan de masse par une bande rayonnante, dite base du U, s'étendant selon une direction parallèle au plan horizontal, en ce que ladite structure rayonnante comprend au moins un élément (24) de court-circuit, reliant électriquement la première bande (21) métallique et la deuxième bande (22) métallique dans leurs parties les plus éloignées du plan (1) de masse,

en ce que la base du U d'au moins un repli en U est agencée entre la première bande métallique et la deuxième bande métallique, et en ce que l'élément de court-circuit est formé au moins en partie par ladite base du U.

2. Structure antennaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** présente un encombrement vertical, entre le plan (1) de masse et le point le plus haut de la structure (12) rayonnante, inférieur à un dixième de la longueur d'onde maximale.
3. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisée en ce que** la première bande (21) métallique est adaptée pour être reliée à une borne positive d'un émetteur/récepteur (4) et le plan (1) de masse est adapté pour être relié à une borne négative dudit émetteur/récepteur (4).
4. Structure antennaire selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la longueur de la structure (12) rayonnante entre la borne positive de l'émetteur/récepteur (4) et la liaison du plan (1) de masse et de la deuxième bande (22) métallique est comprise entre la moitié de la longueur d'onde maximale et la longueur d'onde minimale.
5. Structure antennaire selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un boîtier (6) métallique disposé sur le plan (1) de masse et délimitant une cavité adaptée pour contenir l'émetteur/récepteur (4), ledit boîtier (6) métallique étant relié électriquement au plan (1) de masse et à la deuxième (22) bande métallique.
6. Structure antennaire selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** la première bande (21) métallique est reliée à l'émetteur/récepteur (4) via une surface (211) de connexion métallique sensiblement parallèle au plan horizontal.
7. Structure antennaire selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la largeur de la structure (12) rayonnante est comprise entre un huitième

de la longueur d'onde maximale et un tiers de la longueur d'onde minimale.

8. Structure antenne selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la largeur des bandes rayonnantes est variable le long de la boucle (14) rayonnante. 5
9. Structure antenne selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le plan (1) de masse a une largeur et une longueur supérieure à la longueur d'onde maximale. 10
10. Structure antenne selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un radôme (3) entourant la structure (12) rayonnante. 15
11. Véhicule, **caractérisé en ce qu'il** est équipé d'une structure (10) antenne selon l'une des revendications 1 à 10, le plan (1) de masse de la structure (10) antenne étant fixé à une surface (34) s'étendant dans un plan sensiblement parallèle au plan horizontal. 20

Patentansprüche

1. Breitbandfrequenzantennenstruktur mit Polarisation in einer als vertikale Richtung bezeichneten bevorzugten Richtung, die für ein Senden und/oder ein Empfangen von Signalen einer Wellenlänge geeignet ist, die zwischen einer minimalen Wellenlänge und einer maximalen Wellenlänge liegt, wobei die Antennenstruktur umfasst: 25
 - eine Masseebene (1), die sich in einer als horizontale Ebene bezeichneten Ebene senkrecht zur vertikalen Richtung erstreckt, und
 - eine abstrahlende Struktur (12), welche umfasst 30
 - ein erstes Metallband (21) und ein zweites Metallband (22), die vertikal, voneinander beabstandet, im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind, wobei das zweite Metallband (22) mit der Masseebene (1) verbunden und im Wesentlichen zur Masseebene (1) senkrecht ist, und 35
 - eine abstrahlende Schleife (14), die eine Vielzahl von abstrahlenden Bändern umfasst, wobei ein erstes Ende der abstrahlenden Schleife (14) mit dem ersten Metallband (21) verbunden ist, und ein zweites Ende der abstrahlenden Schleife (14) mit dem zweiten Metallband (22) verbunden ist, wobei es sich bei der abstrahlenden Schleife (14) um eine gebogene abstrahlende Schleife handelt, 40

gekennzeichnet

- **dadurch, dass** die abstrahlenden Bänder mindestens eine Biegung (16a, 16b, 16c) von U-förmigem Querschnitt bilden, die von zwei sich in der vertikalen Richtung erstreckenden abstrahlenden Bändern gebildet wird, welche an ihren der Masseebene am nächsten liegenden Enden über ein als Basis des Us bezeichnetes abstrahlendes Band verbunden sind, das sich in einer Richtung parallel zur horizontalen Ebene erstreckt, dadurch, dass die abstrahlende Struktur mindestens ein Kurzschlusselement (24) umfasst, das das erste Metallband (21) und das zweite Metallband (22) an ihren am weitesten von der Masseebene (1) entfernt liegenden Teilen elektrisch verbindet, dadurch, dass die Basis des Us mindestens einer U-Biegung zwischen dem ersten Metallband und dem zweiten Metallband eingerichtet ist, und dadurch, dass das Kurzschlusselement mindestens zum Teil von der Basis des Us gebildet wird.

2. Antennenstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwischen der Masseebene (1) und dem höchsten Punkt der abstrahlenden Struktur (12) eine vertikale Abmessung aufweist, die kleiner als ein Zehntel der maximalen Wellenlänge ist. 25
3. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Metallband (21) dafür geeignet ist, mit einer positiven Klemme eines Senders/Empfängers (4) verbunden zu werden, und die Masseebene (1) dafür geeignet ist, mit einer negativen Klemme des Senders/Empfängers (4) verbunden zu werden. 30
4. Antennenstruktur nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der abstrahlenden Struktur (12) zwischen der positiven Klemme des Senders/Empfängers (4) und der Verbindung der Masseebene (1) und des zweiten Metallbands (22) zwischen der Hälfte der maximalen Wellenlänge und der minimalen Wellenlänge liegt. 35
5. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Metallgehäuse (6) umfasst, das auf der Masseebene (1) angeordnet ist und einen Hohlraum begrenzt, der dafür geeignet ist, den Sender/Empfänger (4) zu enthalten, wobei das Metallgehäuse (6) elektrisch mit der Masseebene (1) und mit dem zweiten Metallband (22) verbunden ist. 40
6. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Metallband (21) über eine Metallanschlussfläche (211), die im Wesentlichen zur horizontalen Ebene parallel ist, mit dem Sender/Empfänger (4) verbunden ist. 45

7. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite der abstrahlenden Struktur (12) zwischen einem Achtel der maximalen Wellenlänge und einem Drittel der minimalen Wellenlänge liegt. 5
8. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite der abstrahlenden Bänder entlang der abstrahlenden Schleife (14) veränderlich ist. 10
9. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masseebene (1) eine Breite und eine Länge aufweist, die größer sind als die maximale Wellenlänge. 15
10. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Radom (3) umfasst, das die abstrahlende Struktur (12) umgibt. 20
11. Fahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit einer Antennenstruktur (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgestattet ist, wobei die Masseebene (1) der Antennenstruktur (10) an einer Fläche (34) befestigt ist, die sich in einer im Wesentlichen zur horizontalen Ebene parallelen Ebene erstreckt. 25

Claims

1. A wide frequency band antenna structure having polarization in a favoured direction, termed vertical direction, suitable for transmission and/or reception of signals of wavelengths between a minimum wavelength and a maximum wavelength, said antenna structure comprising: 35
- a ground plane (1), extending in a plane perpendicular to said vertical direction, termed horizontal plane, and 40
 - a radiating structure (12) comprising :
 - a first metallic strip (21) and a second metallic strip (22), arranged vertically, spaced apart and substantially parallel to one another, the second metallic strip (22) being connected to the ground plane (1) and substantially perpendicular to the ground plane (1), and 45
 - a radiating loop (14), comprising a plurality of radiating strips, a first end of the radiating loop (14) being connected to the first metallic strip (21) and a second end of the radiating loop (14) being connected to the second metallic strip (22), the radiating loop (14) being a folded radiating loop, 50 55

characterized in that the radiating strips form at least one fold (16a, 16b, 16c) of U-shaped cross-section formed by two radiating strips extending in the vertical direction connected at their ends closest to the ground plane by a radiating strip, termed base of the U, extending in a direction parallel to the horizontal plane, **in that** said radiating structure comprises at least one short-circuiting element (24) electrically connecting the first metallic strip (21) and the second metallic strip (22) in their parts furthest from the ground plane (1), **in that** the base of the U of at least one U-fold is arranged between the first metallic strip and the second metallic strip, and **in that** the short-circuiting element is formed at least in part by said base of the U.

2. The antenna structure according to claim 1, **characterized in that** it has a vertical dimension, between the ground plane (1) and the highest point of the radiating structure (12), of less than one tenth of the maximum wavelength.
3. The antenna structure according to one of claims 1 to 2, **characterized in that** the first metallic strip (21) is adapted to be connected to a positive terminal of a transmitter/receiver (4) and the ground plane (1) is adapted to be connected to a negative terminal of said transmitter/receiver (4).
4. The antenna structure according to claim 3, **characterized in that** the length of the radiating structure (12) between the positive terminal of the transmitter/receiver (4) and the connection of the ground plane (1) and the second metallic strip (22) is between half the maximum wavelength and the minimum wavelength.
5. The antenna structure according to one of claims 3 or 4, **characterized in that** it comprises a metallic case (6) arranged on the ground plane (1) and delimiting a cavity adapted to contain the transmitter/receiver (4), said metallic case (6) being electrically connected to the ground plane (1) and to the second metallic strip (22).
6. The antenna structure according to one of claims 3 to 5, **characterized in that** the first metallic strip (21) is connected to the transmitter/receiver (4) via a metallic connection surface (211) substantially parallel to the horizontal plane.
7. The antenna structure according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the width of the radiating structure (12) is between one eighth of the maximum wavelength and one third of the minimum wavelength.
8. The antenna structure according to one of claims 1

to 7, **characterized in that** the width of the radiating strips is variable along the radiating loop (14).

9. The antenna structure according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the ground plane (1) has a width and a length greater than the maximum wavelength. 5
10. The antenna structure according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** it comprises a radome (3) surrounding the radiating structure (12). 10
11. A vehicle, **characterized in that** it is equipped with an antenna structure (10) according to one of claims 1 to 10, the ground plane (1) of the antenna structure (10) being fixed to a surface (34) extending in a plane substantially parallel to the horizontal plane. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

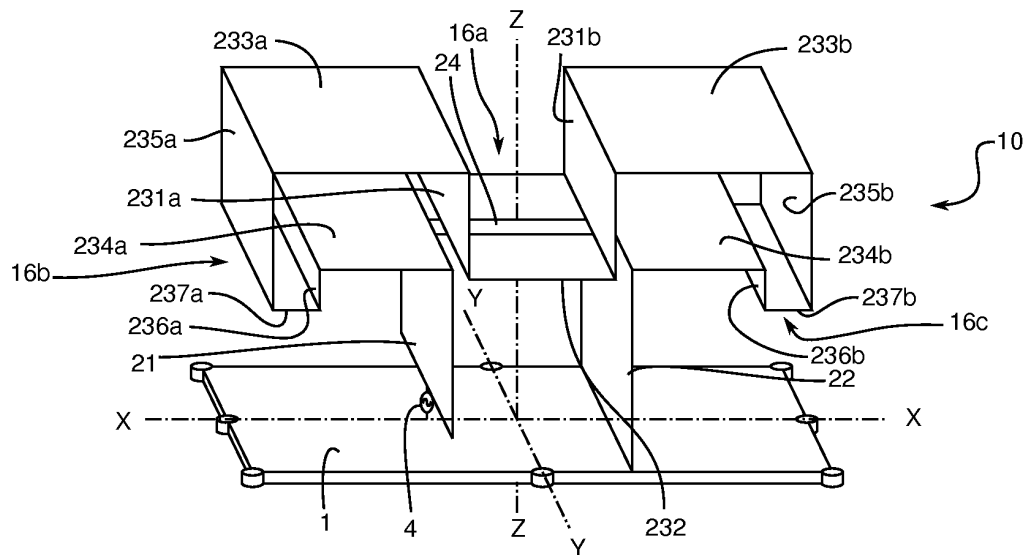


Figure 1

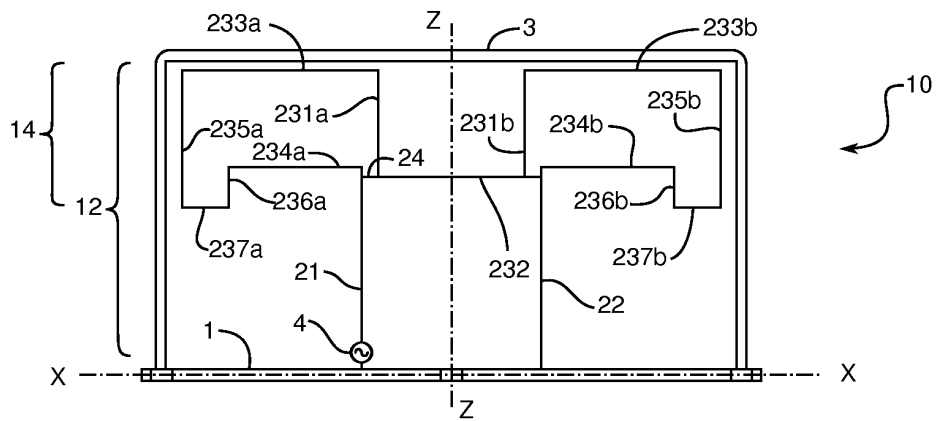


Figure 2

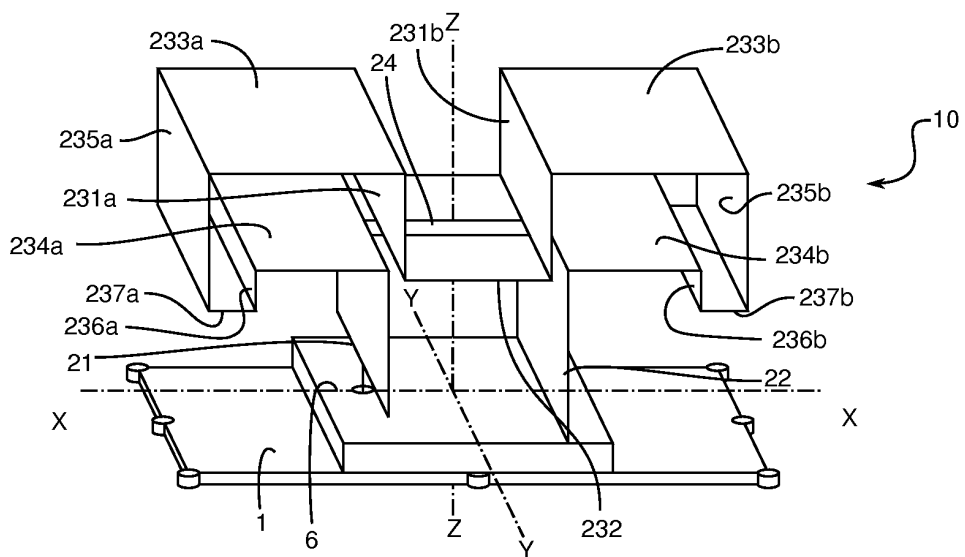


Figure 3

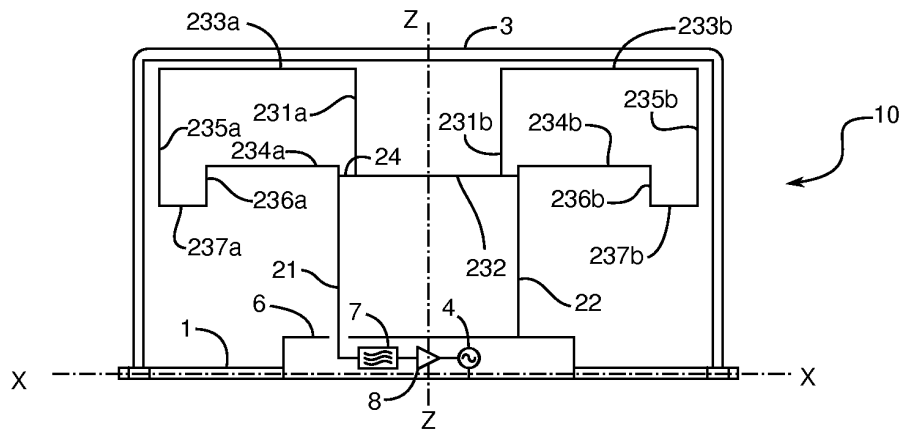


Figure 4

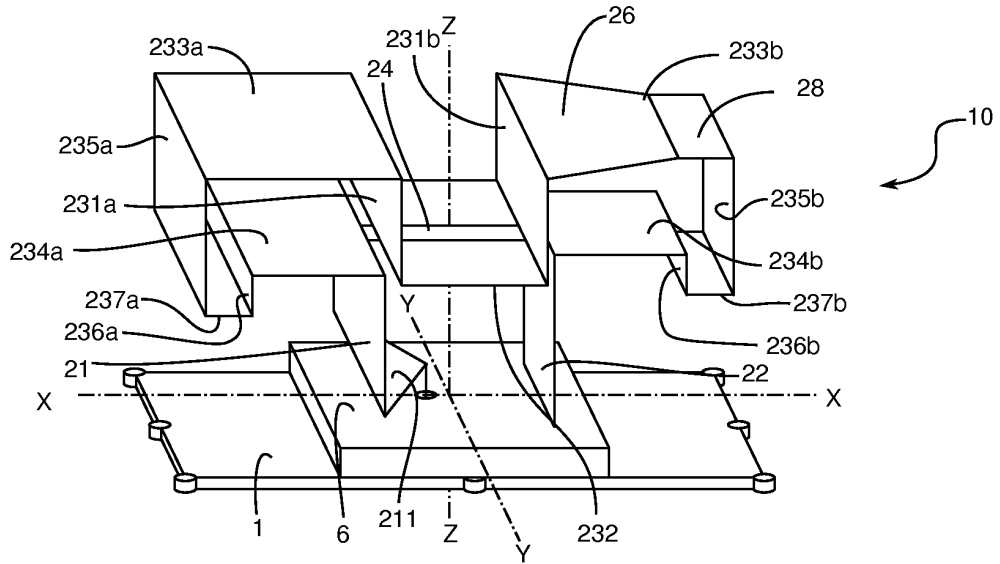


Figure 5

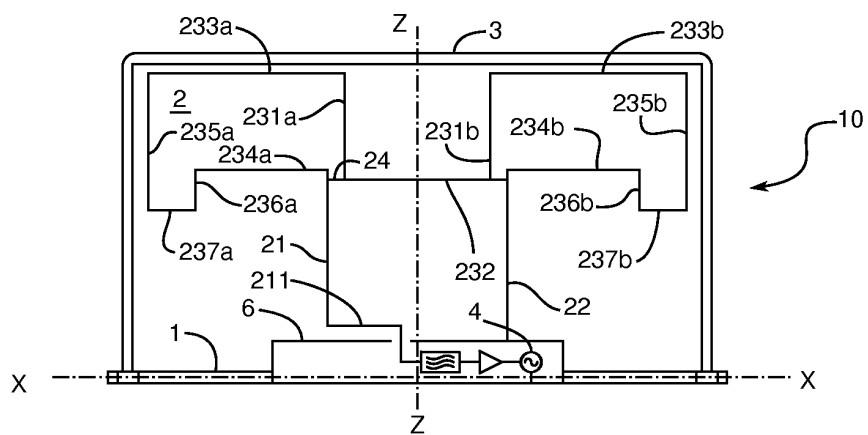


Figure 6

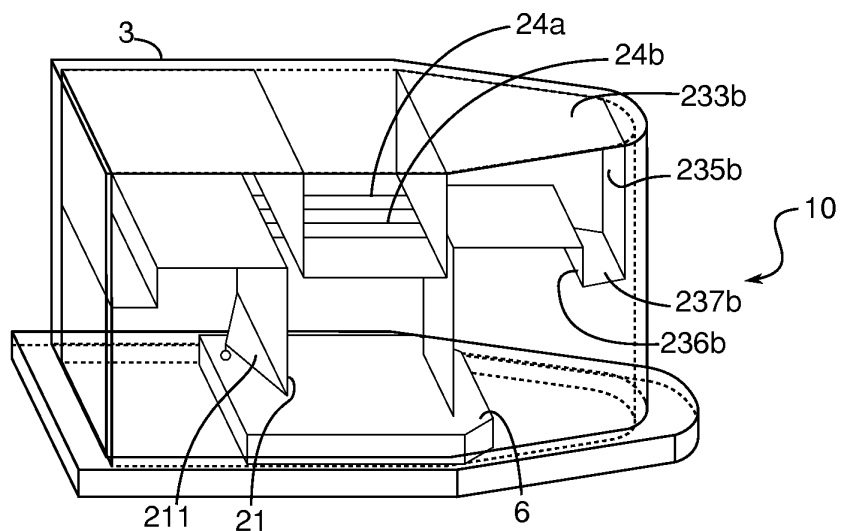


Figure 7

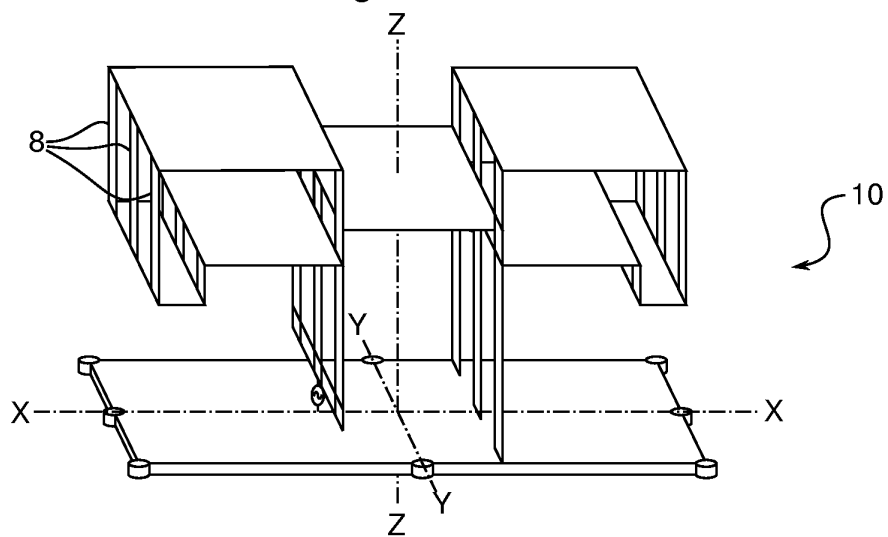


Figure 8

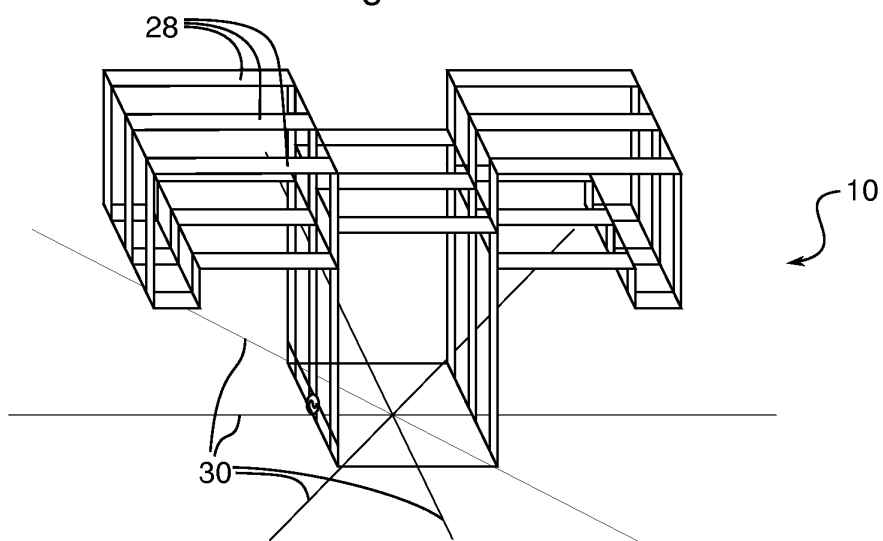


Figure 9

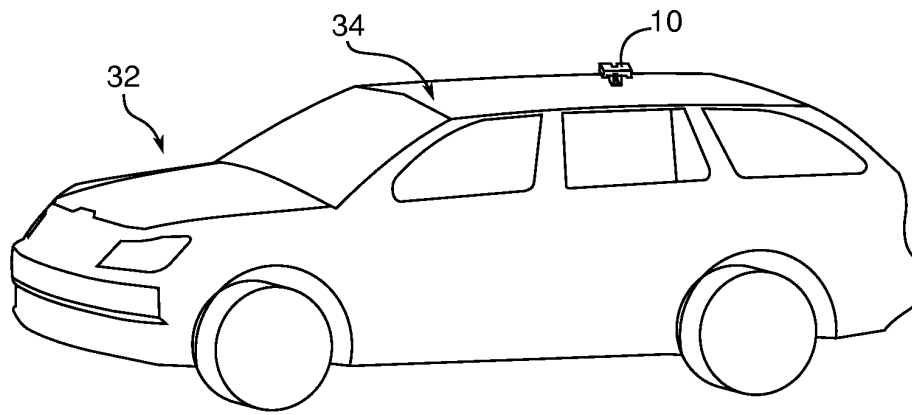


Figure 10

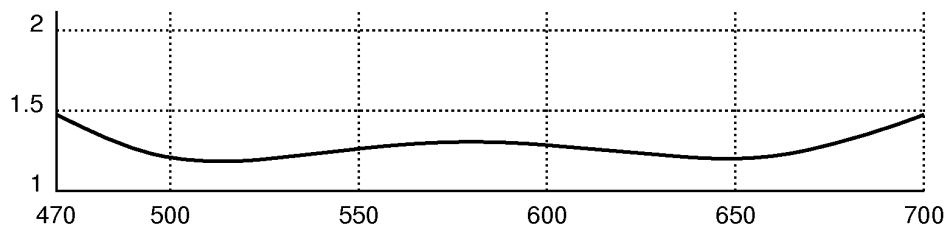


Figure 11

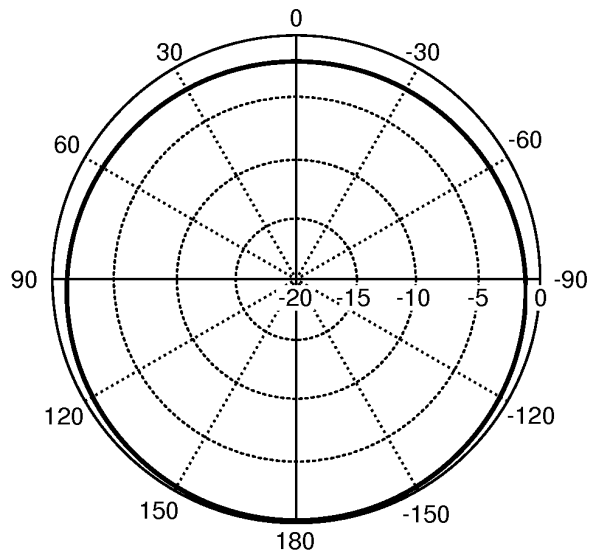


Figure 12

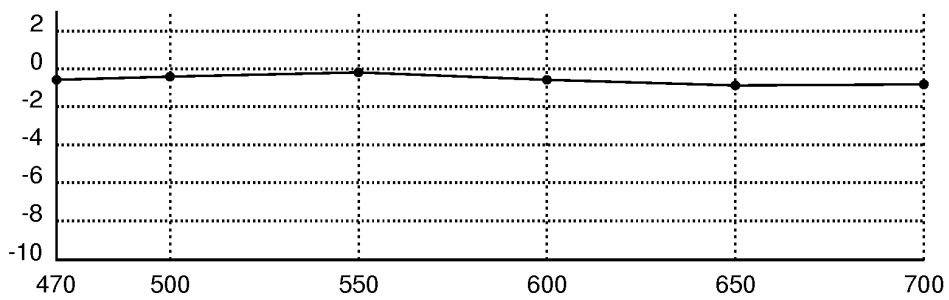


Figure 13

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

- EP 0444679 A2 [0005]
- JP 2007288649 A [0005]