

DESCRIPTION

Titre : Antenne à onde progressive et dispositif équipé d'une telle antenne.

5 **[0001]**La présente invention concerne une antenne à onde progressive. Elle concerne également un dispositif équipé d'une telle antenne.

[0002]Le domaine de l'invention est le domaine des antennes à onde progressive.

10

État de la technique

[0003]Les antennes à onde progressive ont une structure évasée leur permettant d'être correctement adaptées sur une large bande de fréquence. On peut notamment citer l'antenne Vivaldi, conceptualisée par Gibson en 1979.

15 **[0004]**Une antenne à onde progressive présente une structure planaire réalisée en une ou plusieurs couches. Elle comporte une ouverture formée entre deux parties métalliques pouvant se trouver sur une même couche, ou sur des couches différentes dans le cas d'une antenne multicouches. L'ouverture se trouvant entre les deux parties métalliques, et formant l'antenne, se prolonge
20 suivant une direction principale, correspondant également à la direction de la longueur de l'antenne. Cette ouverture à une largeur qui augmente dans ladite direction principale, par exemple selon une ouverture exponentielle.

[0005]Cette topologie présente de nombreux avantages, notamment sa large bande passante avec un gain constant, la possibilité d'avoir un diagramme
25 directif, sa facilité de production ainsi qu'un faible coût, la rendant intéressante pour des applications radar, 5G, ultra large bande ou bien millimétrique.

[0006]Cependant, cette topologie présente un inconvénient majeur qui est la longueur de l'antenne. En effet, les antennes à onde progressive présentent des longueurs non négligeables limitant leur compacité et rendant leur intégration
30 volumineuse.

[0007]Un but de la présente invention est de remédier à au moins un des inconvénients précités.

[0008]Un autre but de la présente invention est de proposer une solution permettant de réduire la longueur d'une antenne à onde progressive.

[0009]Il est aussi un but de la présente invention de proposer une solution permettant de réduire la longueur d'une antenne à onde progressive, sans
5 impacter, ou avec un impact négligeable, sur le fonctionnement de l'antenne, en particulier en bas de bande.

Exposé de l'invention

10 **[0010]**L'invention permet d'atteindre au moins l'un des buts précités par une antenne à onde progressive comprenant une ouverture :

- se prolongeant suivant une direction principale,
- présentant une largeur qui augmente dans ladite direction principale ;

caractérisée en ce que ladite antenne se présente sous la forme d'une structure
15 plane ondulée dans ladite direction principale de sorte que le profil de ladite antenne comporte au moins un motif d'ondulation.

[0011]Ainsi, l'invention propose d'onduler l'antenne suivant la direction principale dans laquelle l'ouverture de l'antenne se prolonge, cette direction correspondant en outre à la direction de la longueur de l'antenne à onde
20 progressive. Ainsi, en ondulant l'antenne dans ladite direction, celle-ci aura une longueur totale diminuée, par rapport à une antenne à onde progressive de l'état de la technique présentant une forme plane non ondulée. En effet, la présence d'une ondulation permet de diminuer la dimension totale de l'antenne dans la direction principale.

25 **[0012]**De plus, les inventeurs ont remarqué que le fait d'onduler l'antenne à onde progressive dans la direction de sa longueur, n'a pas, ou a peu d'impact, sur le fonctionnement général de l'antenne, en particulier en bas de bande. En outre, comme il sera décrit plus loin, le profil d'ondulation, et en particulier le nombre d'ondulation et/ou la largeur du motif d'ondulation, permet d'ajuster
30 certaines caractéristiques de l'antenne à onde progressive selon l'invention la rendant plus adaptée pour différentes applications, comparée aux antennes de l'état de la technique se présentant sous une forme plane.

[0013] Par « structure planeaire », on entend une structure comportant une épaisseur négligeable par rapport à sa largeur et à sa longueur. En effet, les antennes à onde progressive sont réalisées sous la forme d'une ou plusieurs couches d'épaisseurs négligeables, comparée à leurs largeurs et leurs longueurs.

5 Il est à noter que l'antenne à onde progressive selon l'invention n'est pas planeaire puisqu'elle comporte au moins un motif d'ondulation. En d'autres termes, l'antenne à onde progressive comporte une structure planeaire qui est ondulée dans la direction principale.

[0014] Par « motif d'ondulation », on entend un mouvement qui s'élève puis
10 puis s'abaisse par rapport au plan général de la structure planeaire, i.e. par rapport au plan formé par la structure planeaire. L'ondulation de l'antenne selon l'invention n'est pas forcément alternative et peut être formée uniquement d'un côté de la structure planeaire. Alternativement, l'ondulation de l'antenne selon l'invention peut être alternative et s'étendre d'un côté puis de l'autre de la
15 structure planeaire.

[0015] Par « profil » de l'antenne, on entend l'aspect de la tranche de ladite antenne se prolongeant dans ladite direction principale.

[0016] L'antenne selon l'invention est ondulée dans la direction principale pour
20 obtenir une ou plusieurs ondulations. Chaque ondulation se prolonge, dans ladite antenne, dans une direction perpendiculaire à la direction principale.

[0017] Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut être ondulée sur une partie uniquement de sa longueur dans la direction principale.

25 **[0018]** Ainsi, l'antenne présente un profil ondulé sur une partie uniquement de sa longueur dans la direction principale.

[0019] Une telle antenne peut être réalisée de manière simple, même si la diminution de la longueur totale de l'antenne dans la direction principale sera limitée.

30

[0020] Dans une antenne à onde progressive, il est connu d'avoir :

- une partie, dite partie d'« excitation » de l'antenne, utilisée pour alimenter l'antenne, et

- une partie, dite partie « rayonnante » de l'antenne, utilisée pour l'émission ou la réception des ondes. Généralement, l'ouverture de l'antenne se trouve dans ladite partie rayonnante.

5 **[0021]** Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut être ondulée uniquement sur au moins une partie, ou la totalité, de sa partie excitation.

[0022] Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut être ondulée uniquement sur au moins une partie, ou la totalité, de sa partie rayonnante.

10

[0023] Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut être ondulée sur la majorité de, et en particulier sur 90% de, et encore plus particulièrement sur toute, sa longueur dans la direction principale.

15 **[0024]** Cela permet d'obtenir une diminution plus importante de la longueur totale de l'antenne, dans la direction principale.

[0025] Suivant des modes de réalisation, au moins un motif d'ondulation présente un profil :

- 20 - en demi-cercle : dans la suite, un tel motif d'ondulation peut être appelé motif d'ondulation cylindrique puisque l'ondulation se présente sous la forme d'un demi-cylindre dans l'antenne ;
- en demi-ellipse dont le grand rayon est perpendiculaire à la direction principale : dans la suite, un tel motif d'ondulation peut être appelé motif d'ondulation elliptique ; ou
- 25 - sinusoïdal.

[0026] Bien entendu, au moins un motif d'ondulation peut présenter un profil, ou une section, ayant toute autre forme, par exemple triangulaire, carrée, rectangulaire, etc.

30 **[0027]** Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut comporter un unique motif d'ondulation.

[0028] Ainsi, il est possible d'ajuster la longueur de la partie ondulée de l'antenne. En d'autres termes, il est possible d'ajuster la longueur du motif d'ondulation, dans la direction principale. Alternativement, ou en plus, il est

possible d'ajuster la largeur du motif d'ondulation, en particulier le diamètre du motif d'ondulation dans le cas où le motif d'ondulation est cylindrique, dans la direction principale. Cela permet d'une part d'ajuster la longueur totale de l'antenne dans la direction principale, mais surtout d'ajuster le comportement de l'antenne.

[0029] En effet, les inventeurs ont remarqué qu'en augmentant la largeur du motif d'ondulation dans la direction principale, en particulier lorsque le motif d'ondulation est un motif cylindrique ou présente un profil en forme de demi-cercle, il est possible de dépointer le comportement de ladite antenne, en comparaison à une antenne planaire ne comportant pas de motif d'ondulation. En d'autres termes, la réponse de l'antenne ainsi obtenue est dépointée par rapport à une antenne planaire ne comportant pas d'ondulation. De plus, les inventeurs ont remarqué que le dépointage suit la direction dans laquelle se forme l'ondulation et sera plus ou moins important en fonction de la largeur, et en particulier du diamètre, du motif d'ondulation.

[0030] Suivant des modes de réalisation, l'antenne à onde progressive selon l'invention peut comporter plusieurs motifs d'ondulations.

[0031] La présence de plusieurs motifs d'ondulation dans l'antenne selon l'invention permet de diminuer la longueur totale occupée par l'antenne, dans la direction principale. Pour un motif d'ondulation donné, plus le nombre de motifs d'ondulations est grand plus la longueur totale de l'antenne dans la direction principale est petite.

[0032] Suivant des modes de réalisation, les motifs d'ondulations peuvent ne pas être alternatifs.

[0033] Dans ce cas, les motifs d'ondulation sont formés du côté d'une même face de l'antenne.

[0034] Ce mode de réalisation, permet de diminuer la longueur totale de l'antenne selon l'invention dans la direction principale, tout en limitant l'épaisseur de l'antenne.

[0035] Suivant des modes de réalisation, l'antenne à onde progressive selon l'invention peut comporter des motifs d'ondulations alternatifs.

[0036]Dans ce cas, les motifs d'ondulation alternatifs sont formés de part et d'autre de l'antenne, c'est-à-dire du côté de chacune des faces de l'antenne alternativement.

5 **[0037]**Ce mode de réalisation, permet de diminuer encore plus la longueur totale de l'antenne selon l'invention dans la direction principale, tout en augmentant l'épaisseur de l'antenne.

10 **[0038]**Suivant des modes de réalisation, les motifs d'ondulation peuvent avoir une amplitude identique, en particulier dans une direction perpendiculaire à la direction principale.

[0039]Par « amplitude » d'un motif d'ondulation, on entend l'amplitude réelle, c'est-à-dire la valeur absolue de l'amplitude du motif d'ondulation, sans prise en compte du sens du motif d'ondulation. En d'autres termes on entend par « amplitude », la valeur absolue de la hauteur maximale du motif d'ondulation.

15

[0040]Suivant des modes de réalisation, les motifs d'ondulation peuvent présenter une amplitude amplifiée ou amortie, dans la direction principale.

20 **[0041]**Par exemple, l'amplitude des motifs d'ondulation peut augmenter, progressivement ou de manière discrète, dans la direction principale, dans le sens de l'augmentation de la largeur de l'ouverture. Alternativement, l'amplitude des motifs d'ondulation peut diminuer, progressivement ou de manière discrète, dans la direction principale dans le sens de l'augmentation de la largeur de l'ouverture. Suivant encore d'autres modes de réalisation, l'amplitude des motifs d'ondulation peut augmenter, respectivement diminuer, puis diminuer, 25 respectivement augmenter, dans la direction principale, dans le sens de l'augmentation de la largeur de l'ouverture.

[0042]Suivant des modes de réalisation, l'antenne selon l'invention peut être obtenue par pliage d'une antenne à onde progressive plane dans un moule.

30 **[0043]**Dans ce cas, une antenne à onde progressive planaire est obtenue, conformément à l'état de la technique. Cette antenne planaire est ensuite déformée, ou pliée, dans un moule ou dans une machine prévue à cet effet, pour obtenir au moins un motif d'ondulation dans la direction principale.

[0044]Le pliage peut être réalisée par déformation.

[0045]Le pliage peut être réalisée par thermoformage.

[0046]Suivant des modes de réalisation, l'antenne à onde progressive selon l'invention peut être réalisée par impression, et en particulier par impression hydrographique, sur un substrat présentant une surface ondulée.

[0047]Dans ce cas, la ou les couches formant l'antenne sont déposées directement sur le substrat par impression et l'au moins un motif d'ondulation est formé en même temps que l'impression de l'antenne.

[0048]Suivant un exemple de réalisation, une antenne à onde progressive, et en particulier une antenne à onde progressive Vivaldi, selon l'invention peut être obtenue par ondulation d'une structure plane.

[0049]En particulier, une structure plane d'antenne Vivaldi de longueur 10 cm avant ondulation, peut être ondulée pour obtenir, dans la direction principale, plusieurs motifs d'ondulation. La réduction de la longueur obtenue après ondulation est de :

- i) 16% pour 10 ondulations cylindriques (10 demi-cylindres) de diamètre 5mm : autrement dit, l'antenne ondulée ainsi obtenue présente une longueur de 8,4cm alors que la longueur d'une antenne Vivaldi plane de l'état de la technique est de 10cm ;
- ii) 25% pour 6 ondulations de largeur 8.36 mm selon un profil sinusoïdal amplifié : autrement dit, l'antenne ondulée ainsi obtenue présente une longueur de 7,5cm alors que la longueur d'une antenne Vivaldi plane de l'état de la technique est de 10cm.

Les réductions de longueur indiquées plus haut sont obtenues sur des cas réels. En théorie, la réduction de longueur peut atteindre 27% pour toutes les antennes avec des ondulations cylindriques, et 29% pour les ondulations selon un profil sinusoïdal.

[0050]Chaque antenne selon l'invention donnée en exemple ci-dessus, a été caractérisée en ce qui concerne ses caractéristiques fonctionnelles. Ainsi, les mesures réalisées montrent que, chaque antenne ondulée selon l'invention présente un coefficient de réflexion :

- similaire à celle d'une antenne plane de l'état de la technique, quelle que soit l'ondulation ou le nombre d'ondulations ;

- très proche entre l'antenne ondulée selon l'invention et une antenne planaire selon l'état de la technique, et ce pour toute la plage de mesure [1-18 GHz].

5 Ainsi, la diminution de la longueur dans la direction principale a été obtenue sans impacter la performance de l'antenne.

[0051] De plus, en ce qui concerne les caractéristiques de rayonnement, les diagrammes et les gains sont similaires entre une antenne ondulée selon l'invention, et une antenne planaire selon l'état de la technique, et ce jusqu'à une certaine fréquence dépendant de l'ondulation. A partir de cette fréquence le
10 diagramme de rayonnement change et la polarisation croisée devient majoritaire car un champ électrique est formé entre les pics d'ondulations. On notera que plus la longueur ondulée L_o entre les crêtes de deux motifs d'ondulations adjacents est petite, plus la polarisation croisée devient majoritaire à partir de fréquences élevées, ce que l'on observe bien sur le gain réalisé entre le cas
15 d'ondulation sinusoïde amplifiée (cas ii)) où la polarisation croisée E_{phi} est majoritaire à partir de 5 GHz, tandis que pour le cas i) ($L_o = 15.7mm$) la polarisation croisée devient majoritaire à partir de 10.5 GHz.

[0052] On note en outre, qu'avec des ondulations avec un diamètre important, il est possible de rendre le diagramme en élévation de l'antenne moins directif
20 à certaines fréquences. Par exemple, avec une antenne Vivaldi réalisée à partir d'une structure planaire de 10 cm comportant 2 ondulations cylindriques (2 demi-cylindres) de diamètre 25mm, l'ouverture du diagramme en élévation est plus large entre 4.4GHz et 6.8 GHz.

25 **[0053]** Une antenne selon l'invention peut être une antenne Vivaldi, une antenne Vivaldi antipodale, ou une antenne Vivaldi antipodale équilibrée, ou tout autre type d'antenne à onde progressive.

30 **[0054]** Suivant un autre aspect de la présente invention, il est proposé un dispositif équipé d'une telle antenne.

[0055] Le dispositif selon l'invention peut être un récepteur d'ondes.

[0056] Alternativement, le dispositif selon l'invention peut être un émetteur d'ondes

[0057]Le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour des applications ultra large bande, des applications 5G, des applications de type radar. En particulier, le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour des applications radar ultra large bande (ULB), communications sans fil ULB, goniométrie, etc. Plus
5 généralement, le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour toutes les applications utilisant des antennes à onde progressive.

Description des figures et modes de réalisation

10 **[0058]**D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de réalisation nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

- la FIGURE 1 est une représentation schématique d'exemples de réalisation non limitatifs d'antennes à onde progressive selon l'état de
15 la technique ; et
- les FIGURES 2-7 est une représentation schématique d'exemples de réalisation non limitatifs d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0059]Il est bien entendu que les modes de réalisation qui seront décrits dans
20 la suite ne sont nullement limitatifs. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à de l'état de la technique antérieur. Cette
25 sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie est uniquement suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

[0060]Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la
30 même référence.

[0061]La FIGURE 1 est une représentation schématique d'exemples de réalisation non limitatifs d'antennes à onde progressive selon l'état de la technique.

5 **[0062]**En particulier, la FIGURE 1 donne une représentation de trois antennes à onde progressive 102-106 de l'état de la technique. Chaque antenne 102-106 est représentée selon une vue de dessus AA indiquée par la flèche en pointillée dans la vue de côté, et selon une vue de côté BB, également appelé vue de profil, indiquée par une flèche pleine dans la vue de dessus AA.

10 **[0063]**Chaque antenne 102-106 peut être réalisée sous la forme d'une unique couche. Alternativement, chaque antenne 102-106 peut être réalisée sous la forme de plusieurs couches disposées sur une même face ou sur des faces différentes dans le cas par exemple d'une antenne antipodale. De manière générale, chaque antenne 102-106 peut être une antenne Vivaldi, une antenne Vivaldi antipodale, ou une antenne Vivaldi antipodale équilibrée.

15 **[0064]**Chaque antenne 102-106 comporte une ouverture 110, se prolongeant suivant une direction 112, appelée direction principale. Cette direction principale 112 correspond à la direction de la longueur de l'antenne.

20 **[0065]**L'ouverture 110 est formée entre au moins deux zones conductrices 114 et 116. Chaque zone conductrice 114-116 peut être réalisée en tout matériau conducteur d'électricité, par exemple en cuivre. Les zones conductrices 114-116 peuvent se trouver sur une même couche ou sur des couches différentes empilées l'une sur l'autre. La forme des zones conductrices 114-116 n'est pas limitée à celle représentée sur la FIGURE 1.

25 **[0066]**L'ouverture 110 est un élément essentiel de l'antenne. Elle se prolonge suivant la direction principale 120. De plus, la largeur de l'ouverture 110 augmente dans la direction principale 112 de sorte que l'ouverture comporte une extrémité étroite et une extrémité large. Dans le cas de l'antenne 102, la largeur de l'ouverture 110 augmente de manière progressive suivant une croissance exponentielle. Dans le cas de l'antenne 104, la largeur de l'ouverture
30 augmente de manière progressive suivant une croissance linéaire. Dans le cas de l'antenne 106, la largeur de l'ouverture augmente de manière progressive suivant une croissance linéaire sur une partie de la longueur de l'antenne 106 dans la direction principale, puis reste constante ensuite. Bien entendu, ces exemples sont donnés à titre indicatifs et ne sont nullement limitatifs.

[0067] Quel que soit l'exemple donné en FIGURE 1, et de manière générale, une antenne à onde progressive de l'état de la technique présente une forme planaire. En d'autres termes, le profil de l'antenne est rectiligne comme montré sur la FIGURE 1 pour chacune des antennes 102-106. Dit autrement, chaque antenne 102-106 forme un plan, ou présente une tranche rectiligne.

[0068] L'épaisseur de l'antenne est négligeable en comparaison avec la largeur et la longueur de l'antenne, ces dernières pouvant différer en fonction de l'application dans laquelle l'antenne est utilisée. Par exemple, l'antenne à onde planaire de l'état de la technique peut présenter une épaisseur d'une centaine de μm , alors que la longueur de l'antenne peut atteindre 10cm dans la direction principale 112.

[0069] La FIGURE 2 est une représentation schématique d'un exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0070] L'antenne 200 de la FIGURE 2 est représentée selon une vue de profil de côté. Dit autrement, la FIGURE 2 montre la tranche de l'antenne 200.

[0071] L'antenne 200 de la FIGURE 2 comporte toutes les caractéristiques d'une antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

[0072] En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planaires, l'antenne 200 de la FIGURE 2 est ondulée dans la direction principale 112, de sorte que son profil comporte plusieurs motifs d'ondulations.

[0073] Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 2, l'antenne 200 comporte 10 ondulations cylindriques 202. En particulier, chaque ondulation correspond à un demi-cylindre se prolongeant dans la direction perpendiculaire à la direction principale 112. Chaque ondulation 202 forme, dans le profil de l'antenne 200, un motif d'ondulation, sous la forme d'un demi-cercle. En d'autres termes, chaque ondulation 202 présente une section en demi-cercle.

[0074] Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 2, et de manière nullement limitative, l'antenne 200 comporte des motifs d'ondulations alternatifs formés de part et d'autre de l'antenne 200, c'est-à-dire du côté de chaque face de l'antenne 200.

[0075] Ainsi, l'antenne 200 se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée dans la direction principale 112.

[0076] Dans l'exemple, représentée, chaque ondulation présente une largeur de 5mm et l'antenne 200 comporte 10 ondulations alternatives. Dans cet
5 exemple, la longueur totale LA de l'antenne est de 8,4 cm pour une longueur linéaire de la structure planaire de 10 cm (longueur dépliée). Ainsi, dans la direction principale 112, l'antenne 200 présente une longueur inférieure de 16% par rapport à une antenne planaire de l'état de la technique. La réduction de longueur indiquée plus haut donne la valeur réellement mesurée dans un cas
10 particulier. En théorie, la réduction de longueur peut atteindre 27%.

[0077] La FIGURE 3 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

15 **[0078]** L'antenne 300 de la FIGURE 3 est représentée selon une vue de profil de côté. En d'autres termes, la FIGURE 3 montre la tranche de l'antenne 300.

[0079] L'antenne 300 de la FIGURE 3 comporte toutes les caractéristiques d'une antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

20 **[0080]** En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planaires, l'antenne 300 de la FIGURE 3 est ondulée dans la direction principale 112, de sorte que son profil comporte plusieurs motifs d'ondulations.

[0081] Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 3, l'antenne 300 comporte 5 ondulations cylindriques 302. En particulier, chaque ondulation 302 correspond
25 à un demi-cylindre se prolongeant dans la direction perpendiculaire à la direction principale 112. Chaque ondulation 302 forme, dans le profil de l'antenne 300, un motif d'ondulation, sous la forme d'un demi-cercle. En d'autres termes, chaque ondulation 302 présente une section en demi-cercle.

[0082] Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 3, et de manière nullement
30 limitative, l'antenne 300 comporte des motifs d'ondulations alternatifs formés de part et d'autre de l'antenne 300, c'est-à-dire du côté de chaque face de l'antenne 300.

[0083] Ainsi, l'antenne 300 se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée dans la direction principale 112.

[0084] Dans l'exemple, représentée, chaque ondulation 302 présente une largeur de 10mm et l'antenne 300 comporte 5 ondulations alternatives. Dans cet exemple, la longueur totale LA de l'antenne est de 7,5 cm pour une longueur linéaire de la structure planeaire de 10 cm (longueur dépliée). Ainsi, dans la direction principale 112, l'antenne 300 présente une longueur inférieure de 25% par rapport à une antenne planeaire de l'état de la technique.

[0085] La FIGURE 4 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0086] L'antenne 400 de la FIGURE 4 est représentée selon une vue de profil de côté. En d'autres termes, la FIGURE 4 montre la tranche de l'antenne 400.

[0087] L'antenne 400 de la FIGURE 4 comporte toutes les caractéristiques d'une antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

[0088] En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planeaires, l'antenne 400 de la FIGURE 4 est ondulée dans la direction principale 112, de sorte que son profil comporte plusieurs motifs d'ondulations.

[0089] Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 4, l'antenne 400 comporte 2 ondulations cylindriques 402. En particulier, chaque ondulation 302 correspond à un demi-cylindre se prolongeant dans la direction perpendiculaire à la direction principale 112. Chaque ondulation 402 forme, dans le profil de l'antenne 400, un motif d'ondulation, sous la forme d'un demi-cercle. En d'autres termes, chaque ondulation 402 présente une section en demi-cercle.

[0090] Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 4, et de manière nullement limitative, l'antenne 400 comporte des motifs d'ondulations alternatifs formés de part et d'autre de l'antenne 400, c'est-à-dire du côté de chaque face de l'antenne 400.

[0091] Ainsi, l'antenne 400 se présente sous la forme d'une structure planeaire ondulée dans la direction principale 112.

[0092] Dans l'exemple, représentée, chaque ondulation 402 présente une largeur de 25mm et l'antenne 400 comporte 2 ondulations alternatives. Dans cet exemple, la longueur totale LA de l'antenne est de 7,3 cm pour une longueur linéaire de la structure planeaire de 10 cm (longueur dépliée). Ainsi, dans la

direction principale 112, l'antenne 400 présente une longueur inférieure de 27% par rapport à une antenne planaire de l'état de la technique.

5 **[0093]** La FIGURE 5 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0094] L'antenne 500 de la FIGURE 5 est représentée selon une vue de profil de côté. En d'autres termes, la FIGURE 5 montre la tranche de l'antenne 500.

[0095] L'antenne 500 de la FIGURE 5 comporte toutes les caractéristiques d'une
10 antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

[0096] En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planaires, l'antenne 500 de la FIGURE 5 est ondulée dans la direction principale 112.

[0097] Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 5, l'antenne 500 comporte
15 une seule ondulation cylindrique 502. En particulier, l'ondulation 502 correspond à un demi-cylindre se prolongeant dans la direction perpendiculaire à la direction principale 112. L'ondulation 502 forme, dans le profil de l'antenne 500, un motif d'ondulation, sous la forme d'un demi-cercle. En d'autres termes, l'ondulation 502 présente une section en demi-cercle.

20 **[0098]** Ainsi, l'antenne 500 se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée dans la direction principale 112.

[0099] Dans l'exemple, représentée, l'ondulation 502 présente une largeur de 50mm. Dans cet exemple, la longueur totale LA de l'antenne est de 7.3cm pour une longueur linéaire de la structure planaire de 10 cm (longueur dépliée). Ainsi,
25 dans la direction principale 112, l'antenne 500 présente une longueur inférieure de 27% par rapport à une antenne planaire de l'état de la technique.

[0100] Dans tous les exemples qui viennent d'être décrits, chaque antenne est ondulée en utilisant une ondulation cylindrique, c'est-à-dire dont la section est
30 en forme de demi-cercle. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à une antenne comportant des ondulations cylindriques, et d'autres formes d'ondulation peuvent être utilisées, telle que par exemple des ondulations de section elliptique, triangulaire, carrée, rectangulaire, sinusoïdale, etc.

[0101] La FIGURE 6 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0102] L'antenne 600 de la FIGURE 6 est représentée selon une vue de profil de côté. En d'autres termes, la FIGURE 6 montre la tranche de l'antenne 600.

5 **[0103]** L'antenne 600 de la FIGURE 6 comporte toutes les caractéristiques d'une antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

[0104] En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planaires, l'antenne 600 de la FIGURE 6 est ondulée dans la direction principale 112, de sorte que son profil comporte plusieurs motifs d'ondulations.

[0105] Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 6, l'antenne 600 comporte 6 ondulations sinusoïdales amplifiées de sorte que l'amplitude des ondulations augmente dans la direction principale, dans le sens dans lequel la largeur de l'ouverture de l'antenne augmente.

15 **[0106]** Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 6, et de manière nullement limitative, l'antenne 600 comporte des motifs d'ondulations alternatifs formés de part et d'autre de l'antenne 600, c'est-à-dire du côté des deux faces de l'antenne 600.

[0107] Ainsi, l'antenne 600 se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée sinusoïdalement dans la direction principale 112.

[0108] Dans l'exemple, la longueur totale LA de l'antenne est de 7,5 cm pour une longueur linéaire de la structure planaire de 10 cm (longueur dépliée). Ainsi, dans la direction principale 112, l'antenne 600 présente une longueur inférieure de 25% par rapport à une antenne planaire de l'état de la technique.

25

[0109] La FIGURE 7 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'une antenne à onde progressive selon l'invention.

[0110] L'antenne 700 de la FIGURE 7 est représentée selon une vue de profil de côté. En d'autres termes, la FIGURE 7 montre la tranche de l'antenne 700.

[0111] L'antenne 700 de la FIGURE 7 comporte toutes les caractéristiques d'une antenne à onde progressive de l'état de la technique, et en particulier de l'une quelconque des antennes 102-106 de la FIGURE 1.

30

[0112]En plus, et à la différence des antennes 102-104 qui sont planaires, l'antenne 700 de la FIGURE 7 est ondulée dans la direction principale 112, de sorte que son profil comporte plusieurs motifs d'ondulations.

5 **[0113]**Dans l'exemple non limitatif de la FIGURE 7, l'antenne 700 comporte dix(10) ondulations cylindriques 702. En particulier, chaque ondulation 702 correspond à un demi-cylindre se prolongeant dans la direction perpendiculaire à la direction principale 112. Chaque ondulation 702 forme, dans le profil de l'antenne 400, un motif d'ondulation, sous la forme d'un demi-cercle. En d'autres termes, chaque ondulation 702 présente une section en demi-cercle.

10 **[0114]**Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 7, et de manière nullement limitative, l'antenne 700 comporte des motifs d'ondulations qui ne sont pas alternatives, et qui sont formées uniquement d'un côté de l'antenne 700, c'est à dire du côté d'une même face de l'antenne 700.

15 **[0115]**Ainsi, l'antenne 700 se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée dans la direction principale 112.

[0116]Dans les exemples décrits en référence aux FIGURES 2-7, chaque antenne ondulée 200, 300, 400, 500, 600 et 700 présente un coefficient de réflexion :

- similaire à celle d'une antenne planaire de l'état de la technique, quelle que soit l'ondulation ou le nombre d'ondulations ;
 - très proche entre l'antenne ondulée selon l'invention et une antenne planaire selon l'état de la technique, et ce pour toute la plage de mesure
- 25 [1-18 GHz].

Ainsi, la diminution de la longueur dans la direction principale a été obtenue sans impacter la performance de l'antenne.

30 **[0117]**De plus, en ce qui concerne les caractéristiques de rayonnement, les diagrammes et les gains sont similaires entre une antenne ondulée selon l'invention, et une antenne planaire selon l'état de la technique, et ce jusqu'à une certaine fréquence qui dépend de l'ondulation. A partir de cette fréquence, le diagramme de rayonnement change et la polarisation croisée devient majoritaire car un champ électrique est formé entre les pics d'ondulations. On notera que plus la longueur ondulée L_o entre les crêtes d'ondulation consécutives

est petite, plus la polarisation croisée devient majoritaire à partir de fréquences élevées, ce que l'on observe bien sur le gain dans le cas d'ondulation sinusoïde amplifiée (FIGURE 6) où la polarisation croisée E_{phi} est majoritaire à partir de 5 GHz, tandis que pour l'antenne 200 de la FIGURE 2 ($L_o = 15.7mm$), la polarisation croisée est majoritaire à partir de 10.5 GHz.

[0118] On note en outre, qu'avec des ondulations avec un diamètre important, il est possible de rendre le diagramme en élévation de l'antenne moins directif à certaines fréquences. Par exemple, avec une antenne Vivaldi réalisée à partir d'une structure plane de 10 cm comportant 2 ondulations cylindriques de diamètre 25mm, c'est-à-dire l'antenne 400 de la FIGURE 4, l'ouverture du diagramme en élévation est plus large entre 4.4 et 6.8 GHz.

[0119] Par ailleurs, il est également possible de dépointer le faisceau rayonné en n'utilisant qu'une seule ondulation de diamètre élevé sur toute la longueur, telle que l'antenne 500 de la FIGURE 5. Le dépointage suit la direction dans laquelle l'ondulation est formée, et est plus ou moins important en fonction de la largeur, et en particulier du diamètre, de l'ondulation. Dans l'exemple de la FIGURE 5, l'antenne ondulée a un dépointage d'environ 35° par rapport à une antenne plane, et ce sur toute la bande de fréquence.

[0120] Dans les exemples décrits, et de manière générale, l'antenne selon l'invention peut être n'importe quel type d'antenne à onde progressive, par exemple une antenne à onde progressive de type Vivaldi, Vivaldi antipodale, ou encore Vivaldi antipodale équilibrée. En particulier, l'ouverture de l'antenne peut être de toute forme, la ou chaque zone conductrice entre lesquelles est formée l'ouverture de l'antenne peut être de toute forme.

[0121] Chacune des antennes 200, 300, 400, 500, 600 et 700, et en particulier une antenne à onde progressive ondulée selon l'invention, peut être obtenue par différentes techniques.

[0122] Par exemple, chacune des antennes 200, 300, 400, 500, 600 et 700, et en particulier une antenne à onde progressive ondulée selon l'invention, peut être obtenue par pliage, formage ou thermoformage, d'une antenne à onde progressive plane, en particulier dans un moule ou une machine prévue à cet effet. Dans ce cas, une antenne à onde progressive plane est obtenue,

conformément à l'état de la technique. Cette antenne planaire est ensuite déformée, ou pliée, pour obtenir au moins un motif d'ondulation dans la direction principale.

5 **[0123]** Suivant un autre exemple de réalisation, chacune des antennes 200, 300, 400, 500, 600 et 700, et en particulier une antenne à onde progressive ondulée selon l'invention, peut être réalisée par impression, et en particulier par impression hydrographique, sur un substrat/support présentant une surface ondulée selon le profil d'ondulation souhaité. Dans ce cas, la ou les couches formant l'antenne sont déposées directement sur le substrat par impression et
10 l'au moins un motif d'ondulation est formé en même temps que l'impression de l'antenne.

15 **[0124]** De manière générale, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits qui sont donnés à titre d'illustration. De nombreuses variantes peuvent être imaginées aux exemples donnés ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention telle que définie dans les revendications.

REVENDEICATIONS

1) Antenne (200;300;400;500;600;700) à onde progressive comprenant une ouverture (110) :

- se prolongeant suivant une direction principale (112),
- 5 - présentant une largeur qui augmente dans ladite direction principale (112) ;

caractérisée en ce que ladite antenne (200;300;400;500;600;700) se présente sous la forme d'une structure planaire ondulée dans ladite direction principale (112) de sorte que le profil de ladite antenne (200;300;400;500;600;700)
10 comporte au moins un motif d'ondulation (202;302;402;502;602;702).

2) Antenne (200;300;400;500;600;700) selon la revendication précédente, caractérisée en qu'elle est ondulée sur la majorité de, et en particulier sur 90% de, et encore plus particulièrement sur toute, sa longueur dans la direction
15 principale (112).

3) Antenne (200;300;400;500;600;700) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'au moins un motif d'ondulation (202;302;402;502;602;702) présente un profil :

- 20 - en demi-cercle,
- en demi-ellipse dont le grand rayon est perpendiculaire à la direction principale, ou
- sinusoïdal.

25 4) Antenne (500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte un unique motif d'ondulation (502).

5) Antenne (200;300;400;600;700) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs motifs d'ondulations
30 (202;302;402;602;702).

6) Antenne (200;300;400;600) selon la revendication 5, caractérisée en ce que son profil comporte des motifs d'ondulations (202;302;402;602) alternatifs.

7) Antenne (200;300;400) selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce que les motifs d'ondulation (202;302;402) ont une amplitude identique.

5 8) Antenne (600) selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce que les motifs d'ondulation (602) présentent une amplitude amplifiée ou amortie, dans la direction principale (112).

9) Antenne (200;300;400;500;600) selon l'une quelconque des revendications
10 précédentes, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par pliage d'une antenne à onde progressive plane dans un moule.

10) Antenne (200;300;400;500;600) selon l'une quelconque des revendications
1 à 8, caractérisée en ce qu'elle est réalisée par impression, et en particulier par
15 impression hydrographique, sur un substrat présentant une surface ondulée.

11) Dispositif équipé d'une antenne (200;300;400;500;600;700) à onde progressive selon l'une quelconque des revendications précédentes.

20 12) Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un émetteur d'ondes, ou d'un récepteur d'ondes.

13) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un radar à ultra large bande.

ABREGE

5 L'invention concerne une antenne (600) à onde progressive comprenant une ouverture :

- se prolongeant suivant une direction principale (112),
- présentant une largeur qui augmente dans ladite direction principale (112) ;

10 caractérisée en ce que ladite antenne (600) se présente sous la forme d'une structure plane ondulée dans ladite direction principale (112) de sorte que le profil de ladite antenne (600) comporte au moins un motif d'ondulation (602).

Elle concerne également un dispositif équipé d'une telle antenne.

15 Figure : Fig. 6