

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 001 499 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
30.03.2016 Bulletin 2016/13

(51) Int Cl.:  
**H01Q 1/24 (2006.01)**      **H01Q 21/00 (2006.01)**  
**H01Q 21/06 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: 14306461.6

(22) Date de dépôt: 23.09.2014

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(71) Demandeur: **Alcatel- Lucent Shanghai Bell Co., Ltd**  
**Shanghai 201206 (CN)**

(72) Inventeurs:  
• **Harel, Jean-Pierre**  
**22305 Lannion (FR)**  
• **Fauquert, Gaetan**  
**22305 Lannion (FR)**

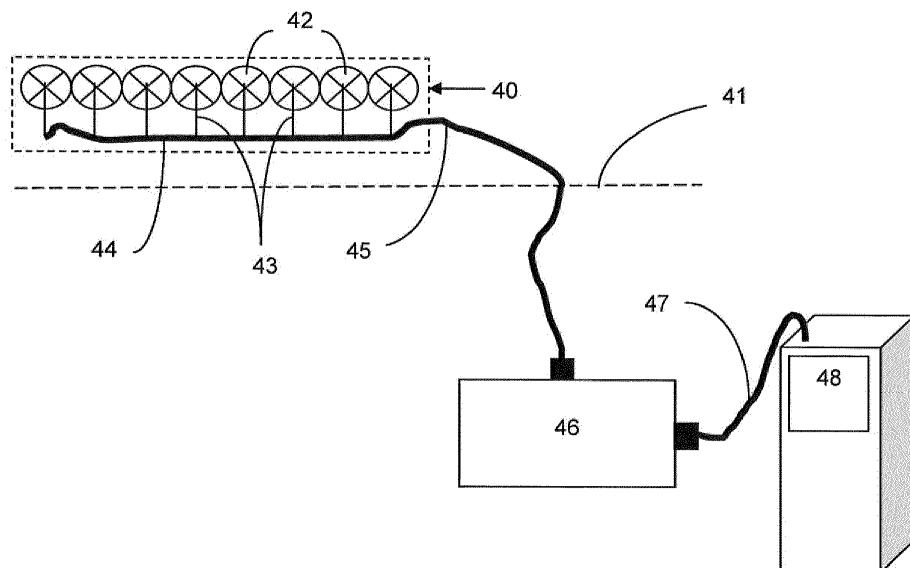
(74) Mandataire: **Therias, Philippe**  
**Alcatel-Lucent International**  
**148/152 route de la Reine**  
**92100 Boulogne-Billancourt (FR)**

### (54) Système d'antennes dit "optiquement quasi-transparent"

(57) Le système d'antennes comporte au moins un composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence comprenant des éléments rayonnants en réseau alimentés électriquement par au moins une ligne d'alimentation, et au moins un composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants. Le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation

électrique sont reliés électriquement et ils sont physiquement séparés et distants. De préférence le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique sont suffisamment distants et disposés de manière à ne pas être simultanément visibles par un observateur placés en face du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence.

**FIG. 4**



**Description****DOMAINE**

**[0001]** La présente invention se rapporte au domaine des systèmes d'antennes de télécommunication transmettant des ondes radioélectriques hyperfréquences. Elle concerne plus particulièrement les systèmes d'antennes dits « optiquement quasi-transparents » pour un observateur.

**ARRIERE PLAN**

**[0002]** Un système d'antennes est habituellement composé de plusieurs antennes en réseau (« Antenna Array » en anglais). Il peut notamment s'agir d'antennes planaires dite « patch » ou d'alignements de dipôles travaillant dans une bande de fréquence donnée, qui sont destinés plus particulièrement aux applications de la téléphonie cellulaire.

**[0003]** Actuellement, les systèmes d'antennes de télécommunication comportent notamment des antennes de type « panneau » comprenant des éléments rayonnants en réseau. On entend ici par antenne-panneau, un alignement d'éléments rayonnants fonctionnant dans un domaine de fréquence donné et comportant son propre système d'alimentation. Une antenne-panneau a comme constituants principaux :

- une face avant qui est conçue pour rayonner les ondes radioélectriques hyperfréquences, et dans ce but elle comprend le plus souvent une pluralité d'éléments rayonnants alignés ;
- une face arrière qui regroupe tous les dispositifs nécessaires au fonctionnement en réseau, comme notamment des diviseurs, des déphasateurs, des câbles et des lignes d'alimentation qui sont nécessaires à une alimentation convenable de tous les éléments rayonnants autant en phase qu'en amplitude ; et
- une structure mécanique globale qui comprend notamment un radôme et d'autres moyens permettant d'installer l'antenne-panneau sur le support choisi comme un mât, un pylône, une tour ou un mur par exemple.

**[0004]** Les systèmes d'antennes dits « optiquement quasi-transparents » sont au centre de l'intérêt des opérateurs pour leurs qualités visuelles et esthétiques leur permettant une meilleure intégration dans le paysage. On entend par « optiquement quasi-transparent », un dispositif qui laisse passer la lumière visible dans une proportion d'au moins 80%, de telle sorte que l'œil humain n'identifie pas au premier coup d'œil la présence d'un tel dispositif. Certains systèmes d'antennes de conception quasi-transparente existent déjà qui comprennent un radôme et des éléments rayonnants quasi-transparents. Toutefois les systèmes d'antennes en réseau actuellement installés doivent évoluer vers un impact vi-

suel de plus en plus faible, une taille et un poids moindres, et une amélioration des caractéristiques du système d'alimentation des éléments rayonnants.

**[0005]** Par exemple, les antennes à inclinaison électrique variable dites VET (pour « Variable Electric Tilt » en anglais) nécessitent un réseau d'alimentation des éléments rayonnants complexe qui comporte de nombreuses pièces et qui est difficile à réaliser dans un objectif de quasi-transparence. En outre, les différents matériaux utilisés pour ces réalisations quasi-transparentes ont souvent des comportements thermiques très différents qui conduisent à une structure mécanique élaborées.

**[0006]** Les systèmes d'antennes multibandes regroupent habituellement dans une structure mécanique commune plusieurs antennes-panneaux ("Panel Antenna" en anglais) en réseau. Ces systèmes d'antennes comprennent plusieurs rangées d'éléments rayonnants fonctionnant dans des domaines de fréquence différents. Certains systèmes d'antennes multibandes ont par exemple tendance à avoir de grandes dimensions avec une incidence sur la résistance au vent et un poids élevé. Ceci peut entraîner des problèmes potentiels concernant le matériel de montage et d'installation des antennes, mais aussi sur la structure du support (mât, pylône, tour, mur, etc...) et les pièces mécanique assurant l'interface.

**[0007]** Aujourd'hui les systèmes d'antennes comportant des antennes-panneaux en réseau sont vendus « en l'état », c'est à dire que les fonctionnalités du réseau d'alimentation des éléments rayonnants sont prédéterminées. Si une adaptation est nécessaire dans le cas d'une modification ou d'une mise à jour concernant les caractéristiques ou les performances du réseau d'alimentation, ou si une nouvelle fonctionnalité est requise, l'ensemble des constituants du système d'antennes doit être changé.

**RESUME**

**[0008]** De la part des opérateurs, un besoin s'exprime donc de disposer de systèmes d'antennes en réseau ayant un impact visuel moindre et des fonctionnalités adaptables à l'évolution de la demande des utilisateurs. En particulier ils sont dans l'attente d'un système d'antennes à inclinaison électrique variable VET de très faible impact visuel, de taille et de poids moindres, et ayant un réseau d'alimentation des éléments rayonnants proposant des fonctionnalités aptes à être adaptées et/ou améliorées.

**[0009]** L'objet de la présente invention est un système d'antennes comportant au moins un composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence comprenant des éléments rayonnants en réseau alimentés électriquement par au moins une ligne d'alimentation, et au moins un composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants. Le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique sont reliés électriquement, et ils sont physiquement sé-

parés et distants. De préférence le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique sont suffisamment distants et disposés de manière à ne pas être simultanément visibles par un observateur placés en face du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence.

**[0010]** Une ou plusieurs des fonctions nécessaires du réseau d'alimentation électrique des éléments rayonnants sont déportées à distance du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence de l'antenne, permettant ainsi de simplifier, en rendant plus petit et plus léger, le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence, notamment le châssis mécanique qui doit être installé sur le support (mât, pylône, tour, mur, etc...) requis par le réseau de télécommunication cellulaire. La réalisation de la structure mécanique générale de l'antenne est facilitée car le nombre de pièces et de matériaux différents à utiliser est limité.

**[0011]** Cette solution permet de résoudre certains inconvénients de l'art antérieurs en séparant la fonction de rayonnement radiofréquence de l'antenne de la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants. Le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence de l'antenne comprend la structure mécanique de l'antenne, par exemple le châssis incluant notamment un réflecteur et un radôme, et de l'alignement des éléments rayonnants munis de leur ligne d'alimentation individuelle. Le composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants comprend notamment des diviseurs, des déphasateurs, des câbles et les lignes d'alimentation individuelles qui sont nécessaires à l'alimentation des éléments rayonnants autant en phase qu'en amplitude.

**[0012]** Ainsi pour les antennes optiquement quasi-transparentes, on s'exonère du problème de l'intégration quasi-transparente du réseau d'alimentation des éléments rayonnants. La réalisation d'un composant abritant la fonction d'alimentation électrique quasi-transparent est en effet une tâche difficile car il rassemble de nombreuses lignes d'alimentation et des dispositifs nécessaires (diviseurs, déphasateurs, etc...). Ce composant impose l'utilisation de matériaux avec une excellente conductivité qui n'est pas accessible avec des matériaux transparents ou quasi-transparentes comme des oxydes conducteurs transparents, tels que l'oxyde d'indium dopé à l'étain ITO (pour « Indium Tin Oxyde » en anglais), l'oxyde d'étain dopé à l'argent AgHT, le zinc dopé à l'aluminium, etc..., par exemple.

**[0013]** Après l'installation du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence, on est ainsi en mesure de pouvoir remplacer totalement ou partiellement le composant abritant la fonction d'alimentation électrique déporté, soit pour une adaptation, soit pour l'amélioration des fonctionnalités par exemple.

**[0014]** Dans cette solution, seul le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence est vu par un observateur. En outre le composant abritant la fonction

de rayonnement radiofréquence comporte un nombre de pièces limité, ce qui permet de maîtriser plus aisément son impact visuel et d'améliorer la quasi-transparence du système d'antennes vu par l'observateur.

**5** **[0015]** Selon un aspect, le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est relié au composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence par un câble multibrins, chaque brin étant relié à une ligne d'alimentation pour au moins un élément rayonnant du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence. De préférence la ligne d'alimentation et le brin sont des câbles coaxiaux.

**[0016]** Selon un autre aspect, le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence est de type dit « optiquement quasi-transparent ».

**[0017]** Selon encore un autre aspect, le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence est disposé sur une face d'un support et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est disposé sur 20 la face opposée du support.

**[0018]** Selon encore un autre aspect, le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est placé au voisinage d'une station de base.

**[0019]** Le système d'antennes a notamment pour 25 avantages

- une augmentation de la quasi-transparence du système d'antennes,
- une conception simplifiée du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence,
- une plus grande facilité à échanger et/ou rénover la partie du réseau d'alimentation contenue dans le composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants,
- la possibilité d'installer le système d'antennes dans des emplacements où la taille et le poids des systèmes d'antenne connus ne le permettrait pas,
- la possibilité de s'affranchir de l'utilisation d'un T de polarisation (« bias-tee » en anglais) en plaçant le composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants à proximité de la station de base.

**[0020]** Rappelons qu'un T de polarisation est un dispositif à trois ports qui a pour fonction de permettre de faire transiter en même temps par un seul câble coaxial un signal radiofréquence et un courant électrique continu, et aussi un signal de communication digital. Ce dispositif permet ainsi de connecter des appareils situés à une certaine distance d'une station de base BTS (pour « Base Station » en anglais) en ayant recours à un nombre moindre de câbles. Les T de polarisation sont habituellement utilisés pour alimenter des unités de commande électro-mécaniques telles que des RET (pour

50 « Remote Electrical Tilt » en anglais) et des ACU (pour « Antenna Control Unit » en anglais). Lorsque ces unités de commande se trouvent au voisinage des BTS, on peut utiliser un nombre de câbles plus important et de moindre 55

longueur.

**[0021]** Cette solution est particulièrement avantageuse pour des systèmes d'antenne complexes, lourds et de grande taille, comme les systèmes comprenant des antennes multibandes.

#### BREVE DESCRIPTION

**[0022]** D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation, donné bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- les figures 1 a et 1 b 1 illustrent la vue qu'a un observateur d'un système d'antennes 1 selon l'art antérieur et d'un système d'antennes 10 quasi-transparent selon l'invention respectivement,
- la figure 2 illustre schématiquement une vue en perspective d'une antenne-panneau comprenant une rangée d'éléments rayonnants à polarisation croisée,
- la figure 3 illustre en coupe schématique transversale l'antenne-panneau de la figure 2,
- la figure 4 illustre schématiquement un mode de réalisation d'un système d'antennes,
- la figure 5 illustre en coupe schématique transversale un câble du réseau d'alimentation des éléments rayonnants.

**[0023]** La terminologie directionnelle comme « gauche », « droite », « haut », « bas », « avant », « arrière », « vertical », horizontal », etc... est utilisée en référence à l'orientation des figures ici décrites. Parce que les éléments composant les modes de réalisation de la présente invention peuvent être placés dans des orientations différentes, la terminologie directionnelle n'est utilisée ici qu'à des fins d'illustration et n'est nullement limitative.

#### DESCRIPTION DETAILLEE

**[0024]** Les figures 1 a et 1 b illustrent respectivement un système d'antennes 1 selon l'art antérieur et un système d'antennes 10 quasi-transparent selon l'invention qui sont placés sur une paroi 2, telle qu'un mur de bâtiment par exemple. Ici ils sont représentés tels que le perçoit un observateur qui leur fait face.

**[0025]** Dans le système d'antennes 1 de l'art antérieur (figure 1a), les lignes d'alimentation individuelles des éléments rayonnants connectées au réseau d'alimentation de l'antenne sont disposées dans des renforts placés le long des bords de l'antenne panneau dans le but de réduire l'impact visuel de sa partie centrale. Cependant l'épaisseur des renforts périphériques 3 de l'antenne est un obstacle vis-à-vis de l'objectif de réaliser un système d'antennes optiquement quasi-transparent.

**[0026]** Dans le système d'antennes 10 de la figure 1b, le composant abritant la fonction d'alimentation électri-

que des éléments rayonnants est placé sur la face opposée de la paroi. Il est relié aux éléments rayonnants du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence par l'intermédiaire de câbles de pontage

5      **11** (« jumper cable » en anglais), un par polarisation, prolongeant les lignes d'alimentation individuelles des éléments rayonnants. Les lignes d'alimentation individuelles peuvent être des câbles coaxiaux ou bien des lignes microrubans (« microstrip » en anglais) ou triplaques « < stripline » en anglais). Dans ce système d'antennes 10, le composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants étant déporté, les renforts périphériques 12 de l'antenne n'ont plus à abriter ce composant. Ils peuvent donc être sensiblement plus fins et/ou

10     composé d'un matériau ayant une apparence proche de celle du support, et ainsi moins visibles pour l'observateur que dans le cas du système d'antennes 1 de l'art antérieur (fig.1a).

**[0027]** Dans ce mode de réalisation, un système d'antennes 10 directionnelles à polarisation croisée comporte un réflecteur sensiblement plan et rectangulaire plan et un réseau d'éléments rayonnants portés par ce réflecteur. Chaque élément rayonnant comporte au moins deux premiers conducteurs montés tête-bêche, alimentés par une première source extérieure d'énergie et formant un premier dipôle, et deux deuxièmes conducteurs montés de manière analogue aux premiers conducteurs, alimentés par une deuxième source extérieure d'énergie et formant un deuxième dipôle. Un dipôle est défini par deux conducteurs droits, qui sont montés sur deux supports pour leur fixation au réflecteur et sont reliés aux bornes (+) et (-) d'une source d'alimentation. Les éléments rayonnants en réseau sont alignés selon l'axe longitudinal du réflecteur.

30     **[0028]** On considérera maintenant la figure 2 qui illustre un mode de réalisation d'un système d'antennes 20 à inclinaison électrique variable VET qui comporte au moins une antenne-panneau 21 comprenant une rangée d'éléments rayonnants 22 à polarisation croisée (+45° et -45°) en réseau phasé. L'antenne-panneau 21 comporte un réseau de lignes d'alimentation 23A, 23B, chacune de ces lignes étant destinée à l'alimentation d'un ou plusieurs éléments rayonnants 22. Les lignes d'alimentation 23A, 23B sont regroupées en faisceaux de lignes pour chaque polarisation et connectées aux câbles de pontage, soit par leur prolongement sous forme de brins, soit par l'intermédiaire de connecteurs.

40     **[0029]** Les éléments rayonnants 22 de l'antenne-panneau 21 sont disposés sur un réflecteur 25 commun en matériau conducteur quasi-transparent, comme l'oxyde d'indium dopé à l'étain ITO ou une toile composée de fils conducteur minces, par exemple des fils de cuivre avec une taille de maille inférieure ou égale à  $\lambda/10$ . Les éléments rayonnants 22 alignés sont séparés par des cloisons transversales 26 qui améliorent notamment l'isolation entre les éléments rayonnants 22 et encadrés par des cloisons longitudinales 27 qui contribuent à la formation du faisceau horizontal -3 dB du diagramme de

rayonnement du système d'antennes **20**. Ces cloisons **26, 27** ont une surface conductrice recouvrant un matériau transparent léger de préférence, comme du polycarbonate PC par exemple, afin de réduire le poids global du système d'antennes **20**. Des renforts périphériques **28** de faible épaisseur suffisent à assurer la rigidité mécanique du système d'antennes **20**. Ils sont de préférence formés par des pièces métalliques massives.

**[0030]** Une vue en coupe transversale schématique du système d'antenne **20** est illustrée sur la figure 3. Les pièces du système d'antennes ayant une fonction mécanique sont fabriquées à partir d'un matériau transparent léger comme du polycarbonate PC. Lorsqu'une fonction de conductivité doit être également assurée, ces pièces sont recouvertes d'un film d'oxyde d'indium dopé à l'étain ITO ou d'une toile maillée de fils de cuivre.

**[0031]** L'antenne-panneau **21** comporte des éléments rayonnants **22** alignés sur un réflecteur **25**. Les éléments rayonnants **22** sont séparés les uns des autres par des cloisons transversales **26** et encadrés par des cloisons longitudinales **27** qui participent à la formation du diagramme de rayonnement du système d'antennes **20**. Les cloisons **26, 27** représentent une surface conductrice importante, et elles sont de préférence constituées d'une couche d'oxyde d'indium dopé à l'étain ITO déposée sur un support en polycarbonate PC par exemple.

**[0032]** Des renforts périphériques **28** assurent la rigidité de l'ensemble. Les éléments rayonnants **22** sont protégés par un radôme **29**. Un dépôt d'oxyde d'indium dopé à l'étain ITO peut recouvrir les renforts périphériques **28**. Toutefois, il n'est pas nécessaire que le radôme comporte des pièces métalliques. Les renforts périphériques **28** et le radôme **29** peuvent aussi être réalisés en une seule pièce.

**[0033]** L'élément rayonnant **22** à polarisation croisée comporte pour chaque polarisation deux dipôles collinaires **22A** et **22B**. Les dipôles **22A** et **22B** méritent une attention particulière en ce qui concerne la conductivité, et l'utilisation d'une toile de fils de cuivre est appropriée. Les dipôles de chaque polarisation se croisent à angle droit. L'élément rayonnant **22** est surmonté d'un élément parasite **30**. On entend par élément parasite un élément conducteur, disposé au dessus d'un dipôle, qui n'est pas alimenté, directement par l'intermédiaire du dipôle. Il est souvent désigné par le terme « directeur ». L'élément parasite **30** est utilisé pour augmenter la largeur de la bande de fréquence de l'élément rayonnant **22**.

**[0034]** Chaque polarisation de l'élément rayonnant **22** est alimentée électriquement respectivement par une ligne d'alimentation **23A** ou **23B** individuelle aboutissant à un dispositif de couplage **31** assurant le transfert d'énergie entre les lignes d'alimentation **23A, 23B** individuelles et les éléments rayonnants **22**. Les lignes d'alimentation **23A, 23B** individuelles peuvent notamment être réalisées par un dépôt de cuivre sur un support transparent. Les lignes d'alimentation **23A, 23B** individuelles sont regroupées en faisceaux de lignes **32A, 32B** respectivement pour chaque polarisation. Un câble de pon-

tage, rassemblant les torons de câbles coaxiaux, assure le transport des signaux radiofréquence entre l'antenne-panneau comprenant les éléments rayonnants et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique.

**[0035]** Dans le mode de réalisation schématiquement illustré sur la figure 4, le système d'antennes comprend une antenne-panneau **40** fixée sur un support **41** tel qu'un mur et comportant une rangée d'éléments rayonnants **42** disposés sur un réflecteur commun. Le réseau des lignes d'alimentation d'une seule polarisation est illustré dans le présent exemple. Chaque élément rayonnant **42** possède au moins une ligne d'alimentation **43** individuelle. Les lignes d'alimentation **43** d'une même polarisation sont regroupées en un faisceau de lignes **44**. Le faisceau de lignes **44** se prolonge sous la forme d'un câble multibrins qui sert de câble de pontage **45** entre le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence, comprenant l'antenne-panneau **40**, et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46**. Il est aussi possible d'intercaler un connecteur radiofréquence multibrin à la sortie de l'antenne-panneau **40** pour connecter le faisceau de lignes **44** au câble de pontage **45**, afin de permettre une plus grande flexibilité dans les caractéristiques des câbles mis en oeuvre. Le composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46** est relié à la station de base émettrice/réceptrice BTS (pour « Base Transceiver Station » en anglais) par au moins un câble de liaison **47** coaxial de faible longueur, le plus souvent de type standard 3/8" ou 1/2" associé à des connecteurs 7/16. Pour un système d'antennes comportant des éléments rayonnants à double polarisation, au moins deux câbles seront nécessaires entre la station de base BTS et le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence.

**[0036]** Un T de polarisation est un dispositif qui permet d'utiliser un seul câble coaxial à la fois comme support de communication et comme câble d'alimentation entre la station de base BTS et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique. Dans la solution proposée, le composant abritant la fonction d'alimentation électrique, placé à distance du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence, peut être disposé à proximité de la station de base BTS. Cette proximité évite de devoir utiliser un T de polarisation dans la mesure où le pilotage de l'unité de commande ACU, située dans le composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46**, peut être effectuée à l'aide de plusieurs câbles standards de faible longueur. Le fait de placer ainsi le composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46** à distance du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence présente plusieurs avantages.

**[0037]** Cette disposition présente notamment l'avantage d'autoriser un accès aisément au composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46** pour les opérations de maintenance. Le composant abritant la fonction d'alimentation électrique **46** peut désormais être facilement remplacé. Il devient également possible de l'échanger par l'un des nombreux types de configuration utilisables,

c'est à dire de type passif, actif ou mixte. Par exemple, un client peut demander une rénovation ou un échange du composant abritant la fonction d'alimentation électrique par un autre type de réseau d'alimentation comportant une distribution différente en phase/amplitude entre les éléments rayonnants. Ou bien le remplacement d'un composant passif abritant la fonction d'alimentation électrique par un réseau d'alimentation actif. Du point de vue de la production et de la distribution de tels produits, il est avantageux de séparer le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence du composant abritant la fonction d'alimentation électrique afin de réduire le nombre de pièces référencées car un composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence peut avoir plusieurs usages selon le composant abritant la fonction d'alimentation électrique qui lui est associé.

**[0038]** Cette disposition améliore aussi directement l'intégration visuelle du système d'antennes en simplifiant la conception du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence, en réduisant le nombre de pièces et de matériaux à intégrer dans ce composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence. Le nombre des câbles coaxiaux **44** utilisés dépendent du nombre d'éléments rayonnants **42**. La section des torons composant les câbles de pontage **45**, et donc l'impact visuel résultant, en seront affectés. Afin de limiter ces effets, on peut réduire le diamètre des câbles coaxiaux et/ou de ne plus alimenter les éléments rayonnants **42** de manière individuelle mais par paire ou groupe de plusieurs éléments rayonnants en y associant des diviseurs de puissance. Un tel système d'antennes est particulièrement adapté à une utilisation en centre-ville pour laquelle le bilan impact visuel/accessibilité/performances est positif.

**[0039]** La figure 5 illustre schématiquement en coupe transversale un câble de pontage **50** qui possède une configuration multibrin. Le câble de pontage **50** comporte plusieurs brins **51** qui peuvent correspondre aux prolongements des lignes d'alimentation individuelle des éléments rayonnants. Les brins **51** sont nécessaires pour relier les éléments rayonnants au composant abritant la fonction d'alimentation électrique placé à distance, par exemple à proximité de la station de base BTS. A titre d'exemple, dans le cas d'un câble coaxial de référence RG402 selon la norme NF C 93-550, chaque brin **51** de structure coaxiale comporte un conducteur central ayant un diamètre **d** d'environ 3,9 mm. Le câble de pontage **50** alimentant huit éléments rayonnants (ou groupes d'éléments rayonnants) a ici un diamètre extérieur **D** d'environ 12,89 mm. Cette valeur est du même ordre de grandeur que le diamètre d'un câble coaxial standard (e.g. type  $1/2$ " de diamètre - 13,8 mm) habituellement utilisé pour l'alimentation électrique des antennes-panneaux.

**[0040]** Le système d'antennes qui vient d'être décrit permet donc de

- simplifier la conception et l'assemblage en réduisant le nombre de pièces et de matériau utilisé,

- réduire le coût de réalisation du système d'antennes par l'utilisation de pièces plus petites et moins chères,
- réduire le poids et le volume total du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence.

**[0041]** La réduction du poids total du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence permet d'envisager la possibilité d'aller jusqu'à supprimer les renforts périphériques, par exemple en réalisant d'une seule pièce, ayant une surface conductrice transparente (film d'ITO ou toile conductrice), le radôme et le réflecteur.

**[0042]** Un moindre poids du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence autorise aussi l'installation du système d'antennes dans des emplacements où la configuration actuellement connue ne le permettrait pas : le poids du système d'antennes par rapport à la force du vent peut être un facteur limitant pour l'installation sur certains mâts, pylônes ou tours. Dans une telle situation, il n'est pas possible d'envisager l'échange d'un système d'antennes installé par un système d'antennes plus volumineux ou plus lourd. La séparation physique et l'éloignement entre le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique introduit une amélioration de l'ensemble des aspects du système d'antenne.

**[0043]** Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on s'écarte de l'esprit de l'invention. Cette solution a été décrite pour un système d'antenne comprenant une antenne-panneau monobande à inclinaison électrique variable VET comportant des éléments rayonnants à double polarisation croisée +45°/-45°. Néanmoins il est clair pour l'homme du métier que cette solution est applicable à un système d'antennes comportant tout autre type d'antenne, notamment une antenne multibande, une antenne à éléments rayonnants de type « patch », une antenne intégrant des systèmes passifs et actifs, etc...

#### 45 Revendications

1. Système d'antennes comportant au moins un composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence comprenant des éléments rayonnants en réseau alimentés électriquement par au moins une ligne d'alimentation, et au moins un composant abritant la fonction d'alimentation électrique des éléments rayonnants, dans lequel le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique sont reliés électriquement et ils sont physiquement séparés et distants.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est relié au composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence par un câble multi-brins, chaque brin étant relié à une ligne d'alimentation pour au moins un élément rayonnant du composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence. 5

3. Système selon la revendication 2, dans lequel la ligne d'alimentation et le brin sont des câbles coaxiaux. 10

4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence est de type dit « optiquement quasi-transparent ». 15

5. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant abritant la fonction de rayonnement radiofréquence est disposé sur une face d'un support et le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est disposé sur la face opposée du support. 20

25

6. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le composant abritant la fonction d'alimentation électrique est placé au voisinage d'une station de base. 30

35

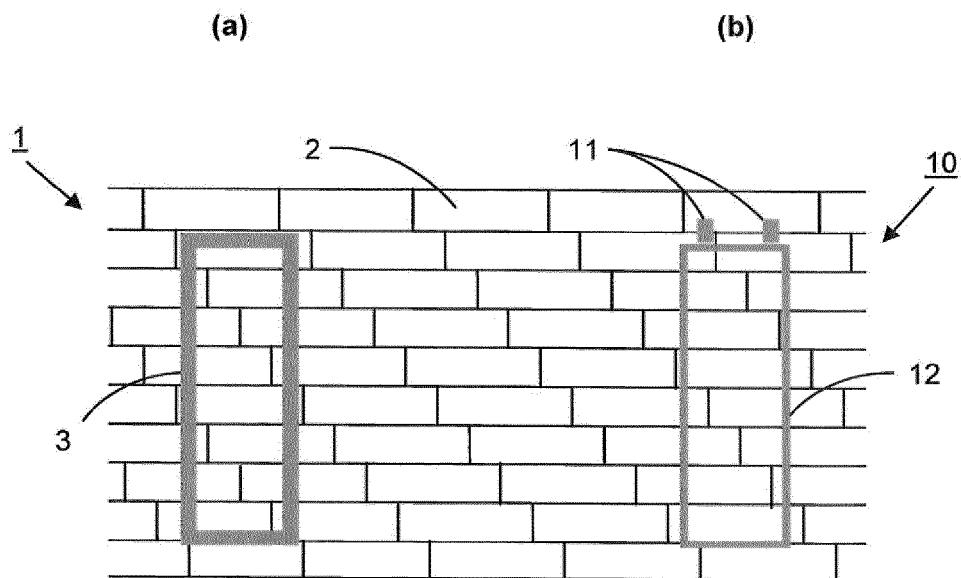
40

45

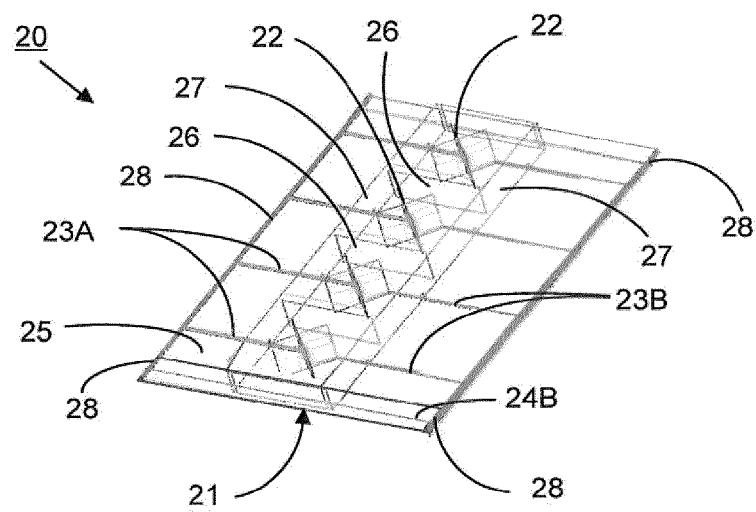
50

55

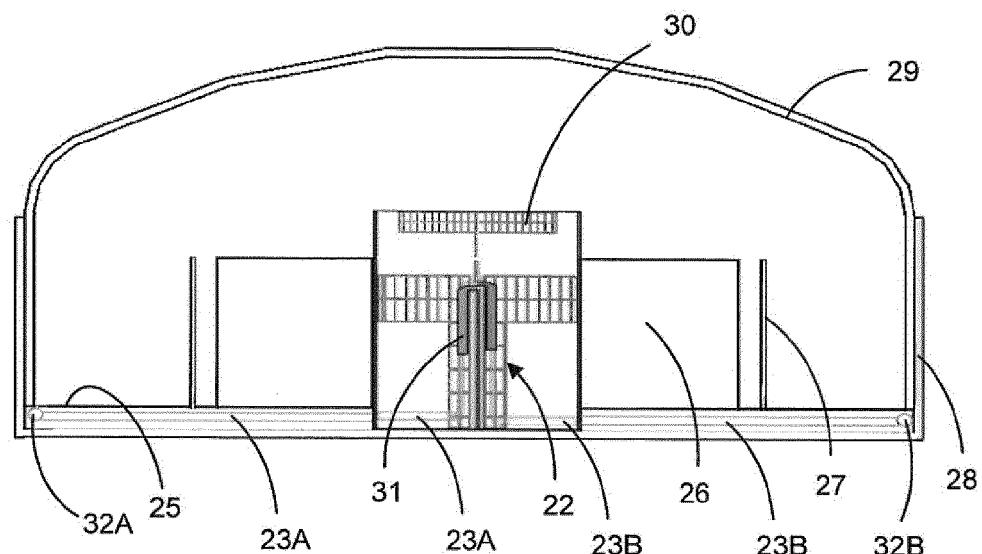
**FIG. 1**



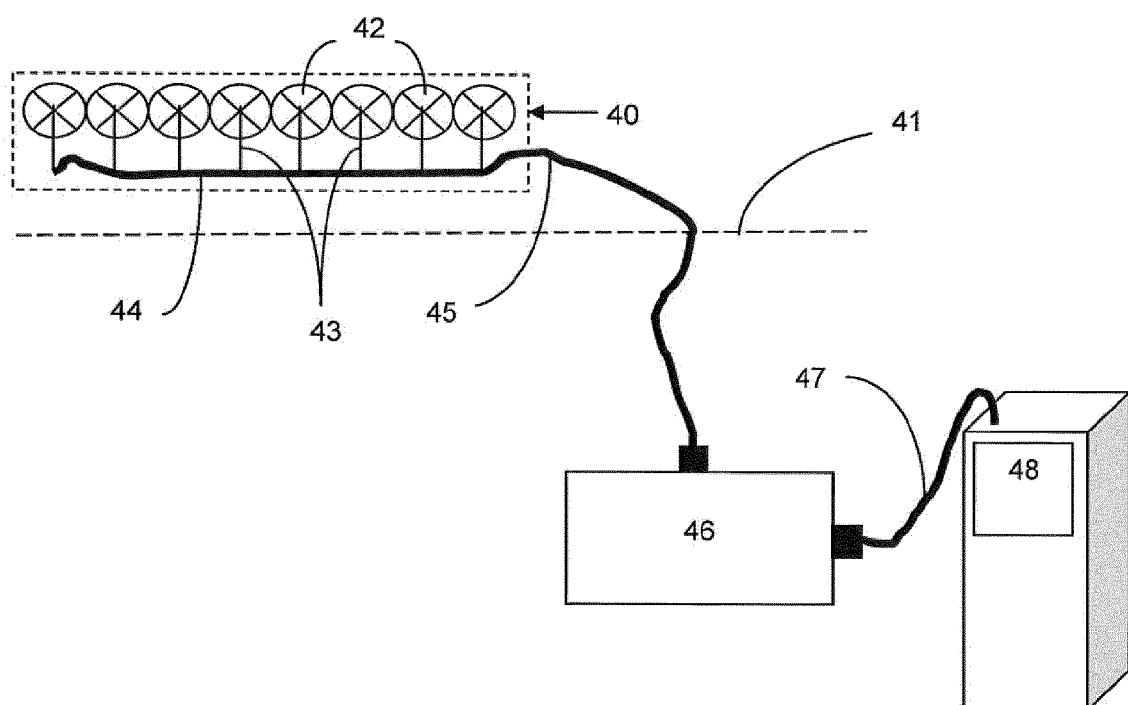
**FIG. 2**



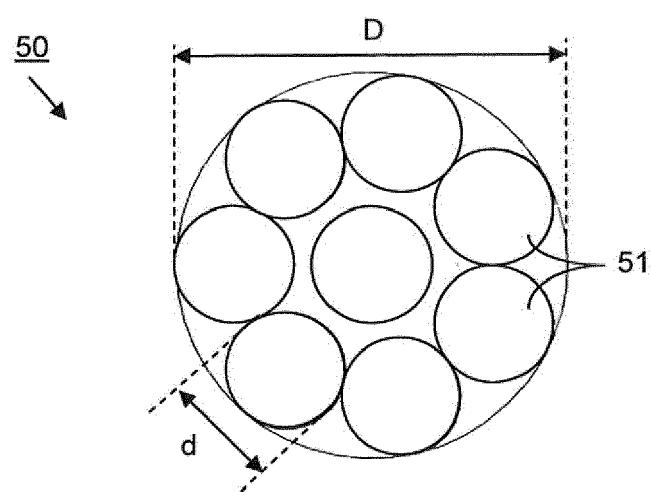
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 14 30 6461

5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
10	X WO 2014/006177 A1 (BOUYGUES TELECOM SA [FR]; UNIV NANTES [FR]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) * le document en entier * ----- X US 2003/142018 A1 (LANGE MARK [US]) 31 juillet 2003 (2003-07-31) * le document en entier * ----- X FR 2 984 613 A1 (BOUYGUES TELECOM SA [FR]; UNIV NANTES [FR]) 21 juin 2013 (2013-06-21) * le document en entier * ----- X JP H11 122023 A (NTT KANSAI PERSONAL TSUSHINMO) 30 avril 1999 (1999-04-30) * le document en entier * -----	1-6	INV. H01Q1/24 H01Q21/00 H01Q21/06
15			1-6
20			1-6
25			1-6
30			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
35			H01Q
40			
45			
50	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
55	Lieu de la recherche La Haye	Date d'achèvement de la recherche 24 février 2015	Examinateur Moumen, Abderrahim
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrête-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			
EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)			

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

EP 14 30 6461

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-02-2015

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	WO 2014006177 A1	09-01-2014	FR 2993102 A1	10-01-2014
		WO 2014006177 A1		09-01-2014
15	US 2003142018 A1	31-07-2003	AUCUN	
	FR 2984613 A1	21-06-2013	EP 2795726 A1	29-10-2014
			FR 2984613 A1	21-06-2013
			WO 2013092821 A1	27-06-2013
20	JP H11122023 A	30-04-1999	AUCUN	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82