

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 925 232

②¹ N° d'enregistrement national :

(51) Int Cl⁸: **H 01 Q 1/52** (2006.01), **H 01 Q 1/24**, 5/02, 21/26

A1

②② Date de dépôt : 18.12.07.

③④ **Priorité :**

(71) **Demandeur(s) :** *ALCATEL LUCENT Société par actions simplifiée — FR.*

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.06.09 Bulletin 09/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

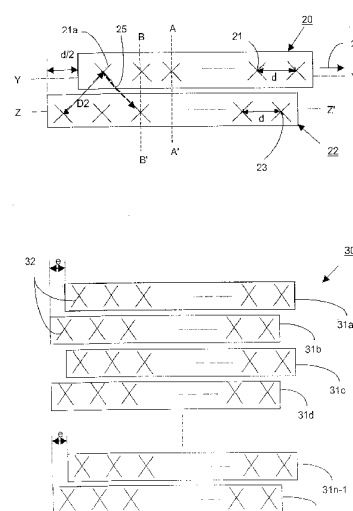
(72) Inventeur(s) : LE CAM PATRICK, HUNT FREDERICK WARREN, KUNZE MARCO, HAREL JEAN PIERRE, COJEAN NICOLAS et SUN SONNY.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : COMPAGNIE FINANCIERE ALCA-
TEL-LUCENT.

RESEAU D'ANTENNES A COUPLAGE ELECTROMAGNETIQUE REDUIT.

(57) La présente invention a pour objet un système d'antenne comportant au moins une première antenne (20) et au moins une deuxième antenne (22), chacune comprenant des éléments rayonnants (21, 23) espacés et alignés selon l'axe longitudinal de l'antenne, la deuxième antenne (22) étant disposée à faible distance et parallèlement à la première antenne (20), caractérisé en ce que le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par un élément rayonnant (21) de la première antenne (20) est décalé dans la direction de l'axe longitudinal par rapport au plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par l'élément rayonnant (23) de la deuxième antenne (22) qui lui est le plus proche.



FR 2 925 232 - A1



Réseau d'antennes à couplage électromagnétique réduit

La présente invention se rapporte à un système d'antennes radiofréquence de type panneau utilisés pour les services de télécommunications, la télémétrie, le suivi, les radars, etc ...

Une antenne de télécommunications, par exemple du type de celles implantées dans une station de base d'un réseau de téléphonie mobile, émet et reçoit des ondes radioélectriques suivant des fréquences propres à un système de télécommunications exploité par cette antenne. Pour cela, une station de base alimente chaque antenne avec des ondes de fréquences comprises dans une bande exploitée par cette dernière. Ainsi, certaines antennes destinées au système GSM (Global System for Mobile Communications) utilisent des ondes de fréquences comprises dans la bande 870-960 MHz, et d'autres antennes destinées au système UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) utilisent des ondes de fréquences comprises dans la bande 1710-2170 MHz.

De nombreuses applications impliquent donc de placer côte à côte deux ou plusieurs antennes de type panneaux. Mais cette configuration nécessite de minimiser le couplage électromagnétique qui en résulte entre les éléments rayonnants des antennes voisines. Le couplage électromagnétique entre antennes a des conséquences néfastes, non seulement sur le niveau d'énergie électromagnétique provenant de l'antenne et susceptible d'être reçu par l'une ou l'autre des antennes voisines (appelé « découplage » entre antennes), mais aussi sur d'autres effets liés au spectre de radiation de l'antenne tel que l'écart à la stabilité des performances spectrales.

Actuellement, pour associer deux ou plusieurs antennes placées côte à côte, par exemple dans un radome commun, on s'efforce de sélectionner des antennes présentant des contraintes similaires et de les disposer de manière symétrique par rapport à l'axe du radome.

Mais cette solution rend l'installation d'un tel système plus complexe et plus coûteuse.

Alternativement, afin de réduire le couplage entre éléments rayonnant, les fabricants ont pensé aussi à augmenter la distance latérale physique séparant les

rangées d'éléments. Par exemple le document US-2002/180,439 décrit une installation pour imagerie par résonance magnétique (IRM) comportant un dispositif de détection ayant des conducteurs parallèles de longueur $n\lambda/4$, où λ est la longueur d'onde du signal et n est un entier supérieur ou égal à 1. Il prévoit que le rapport s/h de la distance s séparant deux éléments rayonnants à la hauteur h de la pièce d'enveloppement de l'antenne, est tel que $s/h \geq 2,5$.

Mais si cette solution se révèle efficace pour réduire le couplage, l'éloignement latéral des éléments rayonnants a pour inconvénient une augmentation notable du volume global du système d'antennes.

10 Une autre solution envisagée pour la réduction du couplage électromagnétique indésirable est l'ajout de pièces supplémentaires diélectriques ou conductrice (en métal) et disposées entre les antennes ou à l'intérieur de l'antenne. En pratique, ce type de solution est fonctionnellement efficace mais nécessite une longue phase de calcul et d'essais de simulation en vue de parvenir à réduire le couplage des antennes sans
15 détériorer les performances antérieures de chaque antenne.

La présente invention a pour but d'éliminer les inconvénients de l'art antérieur et, en particulier de proposer une solution alternative pour réduire le couplage entre les éléments rayonnants d'antennes voisines qui limite l'augmentation du volume global de l'ensemble du système d'antennes.

20 L'objet de la présente invention est un système d'antenne comportant au moins une première antenne et au moins une deuxième antenne, chacune comprenant des éléments rayonnants espacés et alignés selon l'axe longitudinal de l'antenne, la deuxième antenne étant disposée à faible distance et parallèlement à la première antenne.

25 Selon l'invention, le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par un élément rayonnant de la première antenne est décalé dans la direction de l'axe longitudinal par rapport au plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par l'élément rayonnant de la deuxième antenne qui lui est le plus proche.

De préférence, le décalage longitudinal entre la première antenne et la
30 deuxième antenne est tel que la direction du rayonnement maximum d'un élément rayonnant de la première antenne se trouve entre deux éléments rayonnants de la deuxième antenne.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, le décalage longitudinal entre la première antenne et la deuxième antenne est égal à la moitié de la distance séparant les éléments rayonnants.

L'utilisation de l'invention ne dépend pas de la taille physique du système d'antenne, ni de sa bande de fréquence, ni de sa polarisation, ni de la multi polarisation du système.

Les antennes ainsi placées côte à côte n'augmentent que très faiblement la longueur totale du système et les performances mécaniques de l'ensemble du système restent inchangées notamment vis-à-vis du taux de résistance à la vitesse du vent.

Grâce à l'invention, la méthodologie de réduction du couplage entre antennes se trouve simplifiée, et l'impact sur les caractéristiques de l'antenne et sur son encombrement est très réduit.

L'invention convient à toute application comprenant l'utilisation de deux ou plusieurs antennes panneau placées côte à côte, telle que les services de télécommunication, la télémétrie, le suivi de mobile, les radars, etc...

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention 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

- la figure 1 montre schématiquement vue de dessus la position respective de deux antennes panneau dans laquelle se produit un couplage électromagnétique important entre les éléments rayonnants,
- la figure 2 est une vue en perspective schématique d'un élément rayonnant,
- la figure 3 représente schématiquement vue de dessus la position respective de deux antennes panneau selon un mode de réalisation de l'invention dans laquelle le couplage électromagnétique entre les éléments est réduit,
- la figure 4 est analogue à la figure 2 pour un système comprenant une pluralité d'antennes,
- la figure 5 est une vue en perspective d'une antenne selon un mode de réalisation particulier de l'invention.

Sur la figure 1, on voit une première antenne **1** comportant une rangée d'éléments rayonnants **2** alignés à une égale distance d les uns des autres selon l'axe W-W' de l'antenne **1**. La première antenne **1** de type panneau a une longueur L très supérieure à sa largeur l . Une deuxième antenne **3** de type panneau, analogue à l'antenne **1**, comporte une rangée d'éléments rayonnants **4** alignés à égale distance d

les uns des autres selon l'axe X-X' de l'antenne **3**. La deuxième antenne **3** est placée à côté de la première antenne **1** parallèlement et à une faible distance, de telle sorte que les éléments rayonnants **2** et **4** se trouvent dans un même plan A-A' perpendiculaire aux axes X-X' et Y-Y', et soient séparés d'une distance D1.

5 Les éléments rayonnants **2**, **4** sont à double polarisation, c'est à dire constitués de deux dipôles **2a**, **2b** et **4a**, **4b** perpendiculaires concentriques : un dipôle **2a**, **4a** en polarisation +45° et un dipôle **2b**, **4b** en polarisation -45° qui sont isolés l'un de l'autre du point de vue radiofréquence.

Comme le montre plus en détail la figure 2, pour un élément rayonnant **2** donné,
10 le dipôle **2a** en polarisation +45° rayonne avec un maximum d'intensité dans la direction **5** perpendiculaire à son axe longitudinal et le dipôle **2b** en polarisation -45° rayonne avec un maximum d'intensité dans la direction **6** perpendiculaire à son axe longitudinal.

De même, pour un élément rayonnant **4** donné, le dipôle **4a** en polarisation +45°
15 rayonne avec un maximum d'intensité dans la direction **7** perpendiculaire à son axe longitudinal. Dans la disposition de la figure 1, on voit que les deux directions **5** et **7** se superposent. On comprend donc qu'un couplage électromagnétique se produit inévitablement entre les éléments rayonnants **2** et **4**.

En augmentant la distance D1 afin de réduire ce couplage, on accroît
20 l'encombrement du système. A partir de calculs théoriques, on constate qu'il est nécessaire de doubler la distance entre les axes respectifs des deux antennes pour obtenir une réduction du couplage de 3dB. Par exemple, pour deux antennes dont les axes sont initialement séparés de 170mm, la réduction du couplage de 3dB nécessiterait d'augmenter cette distance à 340mm, soit une largeur totale du système d'antenne
25 double passant de 340mm à 510mm ce qui représente une augmentation de largeur de 50%.

Selon un mode de réalisation du système d'antennes de l'invention, on a représenté sur la figure 3, une première antenne **20** comprenant des éléments rayonnants **21** alignés à une égale distance d les uns des autres selon l'axe Y-Y' de
30 l'antenne **20**, et une deuxième antenne **22** comprenant des éléments rayonnants **23** alignés à une égale distance d les uns des autres selon l'axe Z-Z' de l'antenne **22**. La deuxième antenne **22** est placée à côté de la première antenne **20** parallèlement et à une faible distance. La première antenne **20** est dans une position relative par rapport à la deuxième antenne **22** qui est décalée dans le sens de la flèche **24** selon la direction
35 de l'axe longitudinal Y-Y' d'une longueur d/2, soit la moitié de la distance d séparant

deux éléments rayonnants **21** adjacents. Le plan A-A' perpendiculaire à l'axe Y-Y' et passant par un élément rayonnant **21** est ainsi déplacé d'une longueur $d/2$ dans le sens de la flèche **24** par rapport au plan B-B' perpendiculaire à l'axe Z-Z' et passant par un élément rayonnant **23**. De ce fait, un élément rayonnant **21** de la première antenne **20** est distant d'une distance $D2$ de l'élément **23** de l'antenne **22** qui lui est le plus proche.

Le décalage entre les deux antennes **20, 23** est tel que le rayonnement maximum du dipôle **21a**, par exemple, des éléments rayonnants **21** de la première antenne **20** s'effectue dans une direction **25** qui passe entre les éléments rayonnants **23** de la deuxième antenne **23**. Dans cette disposition, on réalise un couplage minimum entre les éléments **21** et **23**, alors que l'encombrement total du système d'antenne double a été augmenté d'un volume minime. A titre d'exemple, on considère le cas d'un système d'antenne double dont chaque antenne comprenant dix éléments rayonnants a une longueur $10d$. Un décalage d'une distance $d/2$ dans la direction de l'axe longitudinal du plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par un élément rayonnant de la première antenne par rapport au plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par l'élément rayonnant de la deuxième antenne qui lui est le plus proche, conduit à une augmentation de la surface du système de 5% seulement.

Ce mode de réalisation concerne des antennes panneau comprenant quelques éléments rayonnants identiques disposés de manière répétitive à égale distance d les uns des autres. Ces éléments seront à la distance maximale les uns des autres si le décalage correspond à la moitié de la distance inter-éléments $d/2$.

Dans le cas où les éléments rayonnants d'une première antenne sont distants d'une distance $H1$ et ceux d'une deuxième antenne sont distants de $H2$, le meilleur compromis pour la distance de décalage pourrait être égal à $(H1+H2)/4$. Ce cas concerne notamment le cas de bandes de fréquence se trouvant dans la même plage telles que celles des systèmes DCS et UMTS.

Cependant, dans le cas des antennes à double polarisation, l'énergie reçue par chaque élément rayonnant est la somme de l'énergie provenant des autres éléments rayonnants de même polarisation et de l'énergie provenant des éléments rayonnants de l'autre polarisation. Selon les cas, et en supposant que le couplage d'énergie entre des éléments rayonnants de même polarisation est différent du couplage d'énergie entre des éléments rayonnants de polarisation différente, la distance la plus appropriée pour réduire le couplage résultant peut être différente de la demi-distance inter-éléments du cas simplifié décrit précédemment.

En pratique la distance optimale doit être déterminée pour chaque cas particulier de système d'antennes, en tenant compte des différences en phase et amplitude de l'alimentation de leurs éléments rayonnants

5 L'invention s'applique aussi à des systèmes comprenant plusieurs antennes. Le système **30** représenté sur la figure 4 comporte des antennes **31a-31n**, les antennes contiguës étant décalées respectivement les unes par rapport aux autres d'une distance e dans le sens longitudinal, de manière à ce que les éléments rayonnants **32** de deux antennes adjacentes **31a, 31b** ne se trouvent pas dans le même plan perpendiculaire à la direction de l'axe des antennes **31a, 31b**.

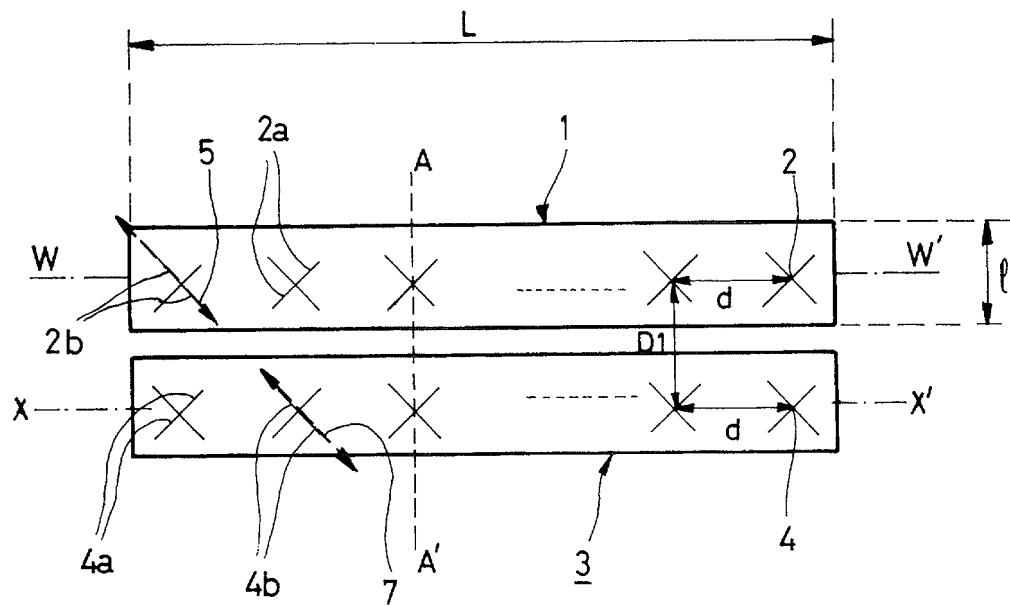
10 On a représenté en perspective sur la figure 5 un mode de réalisation d'un système d'antenne **40** conforme à la présente invention, comportant une première antenne **41** et une deuxième antenne **42**. Chaque antenne **41, 42** comprend respectivement un alignement d'éléments rayonnants **43, 44** analogues alimentés par l'intermédiaires de connecteurs **45**. Les éléments rayonnants **43** de la première
15 antenne **41** sont décalés dans le sens longitudinal d'une distance telle que chaque élément **43** soit à égale distance des éléments rayonnants **44** les plus proches de l'autre antenne **42**.

REVENDEICATIONS

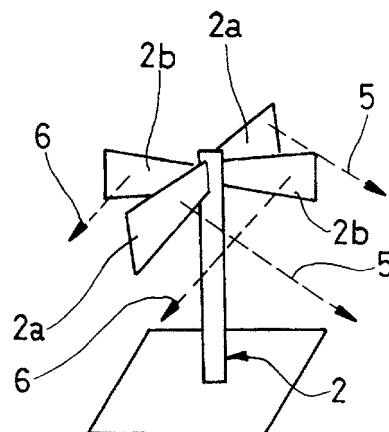
1. Système d'antenne comportant au moins une première antenne (20) et au moins une deuxième antenne (22), chacune comprenant des éléments rayonnants (21,23) espacés et alignés selon l'axe longitudinal de l'antenne, la deuxième antenne (22) étant
5 disposée à faible distance et parallèlement à la première antenne (20), caractérisé en ce que le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par un élément rayonnant (21) de la première antenne (20) est décalé dans la direction de l'axe longitudinal par rapport au plan perpendiculaire à l'axe longitudinal passant par l'élément rayonnant (23) de la deuxième antenne (22) qui lui est le plus proche.
- 10 2. Système selon la revendication 1, dans lequel le décalage longitudinal entre la première antenne (20) et la deuxième antenne (22) est tel que la direction du rayonnement maximum d'un élément rayonnant (21) de la première antenne (20) se trouve entre deux éléments rayonnants (23) de la deuxième antenne (22).
- 15 3. Système selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel le décalage longitudinal entre la première antenne (20) et la deuxième antenne (22) est égal à la moitié de la distance séparant les éléments rayonnants (21, 23).

1/3

FIG_1



FIG_2



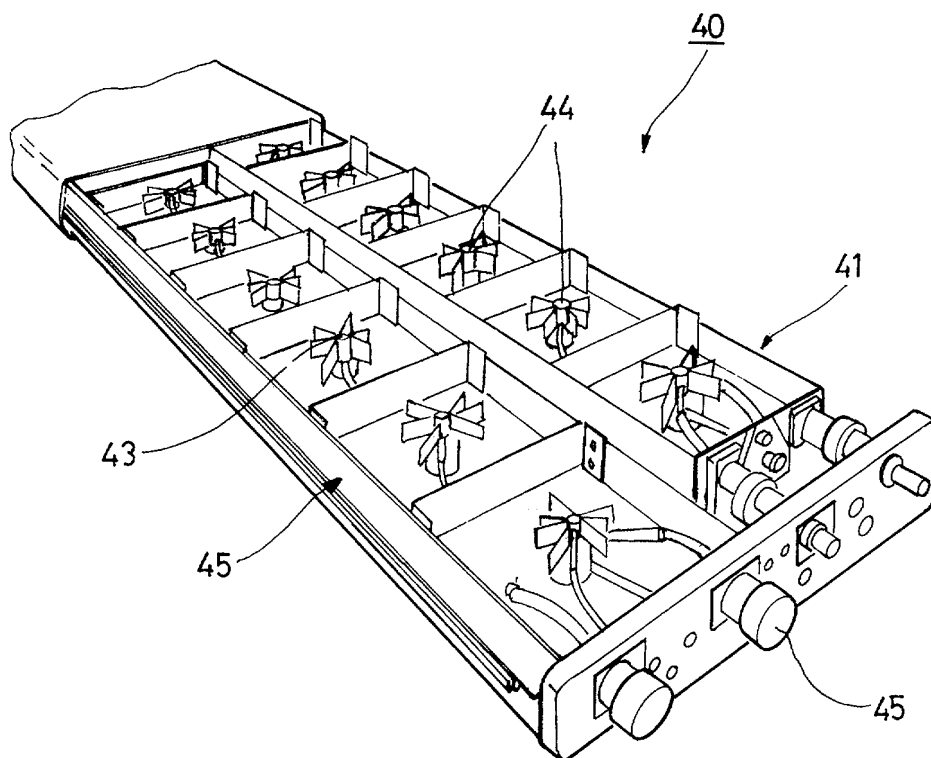
FIG_3



FIG_3



3/3

FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 702071
FR 0759921

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2004/038714 A1 (RHODES DANIEL [NZ] ET AL) 26 février 2004 (2004-02-26) * abrégé; figure 7 * * page 1, alinéa 1 * * page 4, alinéas 93,94 * -----	1-3	H01Q1/52 H01Q1/24 H01Q5/02 H01Q21/26
X	US 6 067 053 A (RUNYON DONALD L [US] ET AL) 23 mai 2000 (2000-05-23) * abrégé; figures 1,2,19 * * colonne 28, ligne 8-28 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01Q
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 juin 2008		Cordeiro, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0759921 FA 702071

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-06-2008**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004038714 A1	26-02-2004	AT	349080 T	15-01-2007
		AU	8030301 A	21-01-2002
		CN	1441979 A	10-09-2003
		DE	60125382 T2	27-09-2007
		EP	1317782 A1	11-06-2003
		ES	2278770 T3	16-08-2007
		JP	2004503159 T	29-01-2004
		WO	0205383 A1	17-01-2002

US 6067053 A	23-05-2000	AU	1130597 A	03-07-1997
		BR	9612664 A	20-07-1999
		CA	2240182 A1	19-06-1997
		CN	1208505 A	17-02-1999
		EP	0867053 A1	30-09-1998
		JP	2000501912 T	15-02-2000
		JP	3856835 B2	13-12-2006
		WO	9722159 A1	19-06-1997
US	5966102 A	12-10-1999		
