



- (51) Classification internationale des brevets :
H01Q 1/38 (2006.01) *H01Q 21/28* (2006.01)
H01Q 9/28 (2006.01) *H01Q 5/00* (2006.01)
H01Q 21/26 (2006.01)

[FR/FR]; C/o Radio Frequency Systems, 4 rue Louis de Broglie, F-22305 Lannion (FR).

- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/058219

- (74) Mandataire : **SCIAUX, Edmond**; Alcatel Lucent, 32 avenue Kléber, F-92700 Colombes (FR).

- (22) Date de dépôt international :
11 juin 2010 (11.06.2010)

- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (25) Langue de dépôt : français

- (26) Langue de publication : français

- (30) Données relatives à la priorité :
0902838 11 juin 2009 (11.06.2009) FR

- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ALCATEL LUCENT [FR/FR]; 3 avenue Octave Gréard, F-75007 Paris (FR).

- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

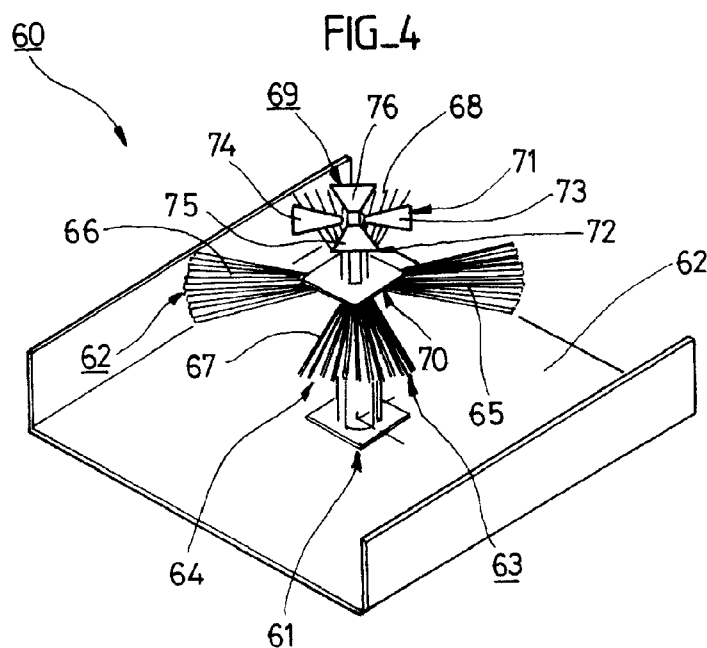
- (72) Inventeurs; et

- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **HAREL, Jean-Pierre** [FR/FR]; C/o Radio Frequency Systems, 4, rue Louis de Broglie, F-22305 Lannion (FR). **LECAM, Patrick** [FR/FR]; C/o Radio Frequency Systems, 4, rue Louis de Broglie, F-22305 Lannion (FR). **PLET, Jérôme** [FR/FR]; C/o Radio Frequency Systems, 4, rue Louis de Broglie, F-22305 Lannion (FR). **HILARY, Aurélien**

[Suite sur la page suivante]

- (54) Title : CROSS-POLARISED MULTIBAND ANTENNA

- (54) Titre : ANTENNE MULTIBANDE A POLARISATION CROISEE



(57) Abstract : The present invention relates to a radiating element of a multiband antenna, comprising a first pair of cross-polarised dipoles each including two collinear conductive arms, the four conductive arms defining a first radiating plane corresponding to a low-frequency band. The radiating element also comprises at least one second pair of cross-polarised dipoles each including two collinear conductive arms, the four conductive arms defining a second radiating plane corresponding to a higher-frequency band. The first radiating plane and the second radiating plane are parallel. The second radiating plane is placed above the first radiating plane from which it is electrically isolated, and the surface of the first radiating plane covering the conductive arms of the first pair of dipoles is higher than the surface of the second radiating plane covering the conductive arms of the second pair of dipoles. The first radiating plane can be defined by a first pair of dual-polarised crossed dipoles or a printed-circuit dipole, and the second radiating plane can be defined by a second pair of dipoles selected from among the crossed dipoles, the "butterfly" dipoles and the printed-circuit dipoles.

- (57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

La présente invention a pour objet un élément rayonnant d'antenne multi-bande comportant une première paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un premier plan rayonnant correspondant à une bande de basse fréquence. L'élément rayonnant comporte en outre au moins une deuxième paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un deuxième plan rayonnant correspondant à une bande de plus haute fréquence. Le premier plan rayonnant et le deuxième plan rayonnant sont parallèles, le deuxième plan rayonnant étant placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et la surface du premier plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la première paire de dipôles est supérieure à la surface du deuxième plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la deuxième paire de dipôles. Le premier plan rayonnant peut être défini par une première paire de dipôles en croix à double polarisation ou un dipôle de type circuit imprimé, et le deuxième plan rayonnant peut être défini par une deuxième paire de dipôles choisis parmi les dipôles en croix, les dipôles "papillon" et les dipôles de type circuit imprimé.

ANTENNE MULTIBANDE A POLARISATION CROISEE

La présente invention se rapporte à un élément rayonnant, tel que ceux présent
notamment dans les antennes multi-bandes de télécommunication. Il s'agit en particulier
5 d'antennes multi-bandes, dites antennes panneau, destinées plus particulièrement aux
applications à la téléphonie cellulaire.

La téléphonie cellulaire utilise diverses bandes de fréquences correspondant
aux différents systèmes de télécommunication connus. Plusieurs systèmes de
télécommunication sont actuellement utilisés simultanément, comme par exemple le
10 "Global System for Mobile communications" GSM (870-960 MHz) ou le "Universal Mobile
Telephone Service" UMTS (1710-2170 MHz).

Dès lors, les opérateurs des réseaux de télécommunication doivent se pourvoir
d'un réseau d'antennes effectuant des transmissions suivant les diverses bandes de
fréquences utilisées. Pour cela, certains opérateurs mettent en place des réseaux
15 complémentaires d'antennes, chacun de ces réseaux fonctionnant suivant un système
de télécommunication. Ainsi, des opérateurs utilisent un réseau d'antennes GSM et un
réseau d'antennes DCS tandis qu'ils installent un réseau d'antennes UMTS. Cependant,
dans le cadre du déploiement de leur réseau, les opérateurs obtiennent difficilement
l'autorisation d'installer de nouvelles antennes. Les sites actuels sont déjà très
20 encombrés au niveau de leur impact visuel. Par ailleurs la multiplication des réseaux
d'antennes entraîne des coûts croissants pour les opérateurs - achats d'antennes,
locations d'emplacements, installations - ainsi qu'une dégradation de l'environnement.

Pour toutes ces raisons, les opérateurs évitent d'augmenter le nombre
d'antennes déjà installées. Une solution pour régler ce problème est l'utilisation
25 d'antennes multi-bandes résultant de la combinaison, à l'intérieur d'un unique châssis
d'antenne, d'éléments rayonnants appartenant respectivement à plusieurs systèmes de
télécommunication. Ces antennes intègrent dans un volume réduit plusieurs antennes
mono-bandes en conservant la même qualité de service.

On connaît par exemple des antennes bi-bande ou tri-bande dans lesquels les
30 éléments rayonnants affectés à chaque fréquence sont alignés soit parallèlement selon
une structure périodique longitudinale, soit par exemple intercalés en quinconce, de
manière à assurer un environnement radioélectrique similaire à tous les éléments

rayonnants correspondants à une même fréquence. Ces configurations conduisent à une augmentation sensible de la largeur de l'antenne, ce qui dégrade les performances en rayonnement, au moins pour la fréquence la plus élevée. Pour les deux types de configuration, un effet de strabisme du diagramme azimutal est causé par la dissymétrie
5 dans le plan azimutal de l'alignement des éléments rayonnant à haute fréquence. On observe également une forte dégradation de la polarisation croisée dans la section angulaire $\pm 60^\circ$ en raison de cette dissymétrie.

Un élément rayonnant à double polarisation est formé de deux dipôles indépendants comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires d'une polarisation
10 donnée, positive ou négative, pour émettre/recevoir des signaux radiofréquence. La longueur de chaque bras est sensiblement égale au quart de la longueur d'onde du signal de travail. Les éléments rayonnants sont montés alignés longitudinalement au-dessus d'un réflecteur, ce qui permet, par réflexion du rayonnement arrière des dipôles, d'affiner la directivité du diagramme de rayonnement de l'ensemble ainsi formé.
15 Chaque dipôle d'un élément rayonnant est relié par une ligne d'alimentation à une source extérieure d'énergie. Ces éléments rayonnants sont dédiés à l'émission/réception d'une seule fréquence.

On connaît des éléments rayonnants comportant quatre bras conducteurs sensiblement triangulaires qui sont disposés orthogonalement les uns par rapport aux
20 autres dans un plan horizontal, appelés ensembles dipolaires en croix (ou « cross bow tie » en anglais).

On connaît aussi notamment des éléments rayonnants dits « papillon » (ou « butterfly » en anglais) formés de quatre bras conducteurs pliés axialement en V et disposés orthogonalement les uns par rapport aux autres.

25 On connaît encore des éléments imprimés, aussi appelée éléments "patch", comprenant quatre bras conducteurs dessinés par une couche conductrice déposée sur un substrat diélectrique.

La présente invention a donc pour but de proposer un élément rayonnant pour une antenne multi-bande qui permette de réduire son encombrement.

30 L'objet de la présente invention est un élément rayonnant d'antenne multi-bande comportant une première paire de dipôles à double polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un premier plan rayonnant correspondant à une bande de basse fréquence. L'élément

rayonnant comporte en outre au moins une deuxième paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un deuxième plan rayonnant correspondant à une bande de plus haute fréquence. Le premier plan rayonnant et le deuxième plan rayonnant sont
5 parallèles, le deuxième plan rayonnant étant placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et la surface du premier plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la première paire de dipôles est supérieure à la surface du deuxième plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la deuxième paire de dipôles.

10 Il s'agit de superposer parallèlement deux plans rayonnant séparés, isolés électriquement l'un de l'autre. Le plan rayonnant inférieur, de plus basse fréquence, est conçu de manière à offrir une surface suffisante pour le plan rayonnant supérieur, de plus haute fréquence, de telle sorte qu'il puisse être assimilé à un plan de masse vis-à-vis du plan rayonnant supérieur. Ceci est obtenu avec une surface recouverte par
15 les dipôles du plan rayonnant inférieur la plus grande possible.

Selon un premier mode de réalisation, le premier plan rayonnant est défini par une paire de dipôles imprimés et le deuxième plan rayonnant est défini par une paire de dipôles choisis parmi des dipôles en croix, des dipôles papillon et des dipôles imprimés.

20 Selon un deuxième mode de réalisation, le premier plan rayonnant est défini par une paire de dipôles en croix et le deuxième plan rayonnant est défini par une paire de dipôles choisis parmi des dipôles en croix des dipôles papillon et des dipôles imprimé.

Selon une première forme d'exécution, les dipôles en croix comportent des bras de forme triangulaire.

25 Selon une deuxième forme d'exécution, les dipôles en croix comportent des bras de forme carrée.

Selon une troisième forme d'exécution, les dipôles en croix comportent des bras constitués d'un motif fractal volumique.

30 Selon une quatrième forme d'exécution, lequel les dipôles en croix comportent des bras constitués de brins séparés. De préférence les brins sont séparés par une distance inférieure ou égale à $\lambda_{HF}/10$ où λ_{HF} est la longueur d'onde du signal RF haute fréquence.

Selon une variante, l'élément rayonnant comprend trois plans rayonnants superposés parallèlement : un premier plan rayonnant inférieur, un deuxième plan

rayonnant intermédiaire placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et un troisième plan rayonnant supérieur placé au-dessus du deuxième plan rayonnant dont il est électriquement isolé.

5 L'invention a encore pour objet une antenne de télécommunication multi-bande comportant des éléments rayonnants tels que décrits précédemment.

La présente invention a comme avantage de réduire la largeur de l'antenne, donc sa surface, ce qui diminue son coût de fabrication et lui confère une prise au vent moindre.

10 En outre les caractéristiques de l'antenne comportant des éléments selon l'invention sont meilleures que dans les configurations de l'art antérieur pour deux raisons. D'une part les éléments rayonnants d'une bande de fréquence seront moins perturbés par les éléments rayonnants des autres bandes de fréquence, car ceux-ci leur deviennent "invisibles" du fait de la position des dipôles les uns au-dessus des autres. D'autre part tous les dipôles ont un environnement symétrique.

15 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 représente un élément rayonnant selon un premier mode de réalisation,
- la figure 2 montre une antenne multi-bande comportant des éléments rayonnants
- 20 analogue à ceux de la figure 1,
- la figure 3 représente un élément rayonnant selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 4 représente un élément rayonnant selon un troisième mode de réalisation,
- la figure 5 représente un élément rayonnant selon un quatrième mode de réalisation,
- la figure 6 représente un élément rayonnant selon un cinquième mode de réalisation,
- 25 - la figure 7 représente un élément rayonnant selon un sixième mode de réalisation,
- la figure 8 représente un élément rayonnant selon un septième mode de réalisation.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, on a représenté un élément rayonnant **1** comprenant un plan rayonnant inférieur **2** défini par une première paire de dipôles en croix composée d'un premier dipôle **3** et d'un second dipôle **4** à double

30 polarisation croisée de longueur sensiblement égale à $1/2\lambda_{BF}$, où λ_{BF} est la longueur d'onde du signal RF basse fréquence, et disposés orthogonalement l'un par rapport à l'autre de manière à présenter des polarisations orthogonales à $\pm 45^\circ$. Le premier

dipôle **3** comporte un premier bras conducteur **5** et un second bras conducteur **6** colinéaires à polarisation négative (-45°), chacun de longueur sensiblement égale à $1/4\lambda_{BF}$. Chaque bras conducteur **5, 6** est de forme sensiblement triangulaire. Bien entendu les bras pourraient tout aussi bien adopter une autre forme, carrée par exemple.

5 Les premier **5** et second **6** bras conducteur sont disposés, dans le prolongement l'un de l'autre dans un plan horizontal de manière se rapprocher par un de leur sommet sans toutefois entrer en contact. De même, le second dipôle **4** comporte un premier bras conducteur **7** et un second bras conducteur **8** colinéaire à polarisation positive ($+45^\circ$). Chaque bras conducteur **7, 8** est de forme sensiblement triangulaire. Les premier **7** et

10 second **8** bras conducteurs sont disposés dans le prolongement l'un de l'autre dans un plan horizontal de manière à se rapprocher par un de leur sommet sans toutefois entrer en contact. Les dipôles **3, 4** en croix sont portés par un pied **9**. Les quatre bras conducteurs **5, 6, 7, 8** sont chacun supportés par une tige **10** fixée sur une plaque de base **11** commune, formant le pied **9**. Chaque dipôle **3, 4** est pourvu respectivement

15 d'une alimentation équilibrée pour générer une polarisation linéaire.

Selon une forme d'exécution de l'invention, l'élément rayonnant **1** comprend aussi un plan rayonnant supérieur **13**, par exemple analogue au plan rayonnant inférieur **2**, défini par une deuxième paire de dipôles en croix composée d'un premier dipôle **14** et d'un second dipôle **15** à double polarisation croisée de longueur

20 sensiblement égale à $1/2\lambda_{HF}$, où λ_{HF} est la longueur d'onde du signal RF haute fréquence, et disposés orthogonalement l'un par rapport à l'autre de manière à présenter des polarisations orthogonales à $\pm 45^\circ$. Le dipôle **14** comporte un premier bras conducteur **16** et un second bras conducteur **17** colinéaires à polarisation négative (-45°) et le dipôle **15** comporte un premier bras conducteur **18** et un second bras

25 conducteur **19** colinéaires à polarisation positive ($+45^\circ$). Les bras **16, 17, 18, 19** sont de forme sensiblement triangulaire et disposés dans le prolongement l'un de l'autre dans un plan horizontal. Les dipôles **14, 15** en croix sont portés par un pied **20**, chaque bras **16, 17, 18, 19** étant porté par une tige **21** fixée sur une plaque de base **22** commune, formant le pied **20**. Chaque dipôle **14, 15** est pourvu respectivement d'une alimentation

30 équilibrée pour générer une polarisation linéaire.

Le plan inférieur **2** est monté sur un réflecteur **24** plan, servant de plan de masse ("ground plane" en anglais), par l'intermédiaire de sa plaque de base **11**. Le plan rayonnant supérieure **13** est placée au-dessus du plan inférieur **2**, dont il est électriquement isolé, par exemple par une couche de matériau diélectrique **23**, et il y est

fixée par l'intermédiaire de sa plaque de base **20**. Les bras conducteurs **5, 6, 16, 17** à polarisation négative (-45°) sont superposés, et de même les bras conducteurs **7, 8, 18, 19** à polarisation positive ($+45^\circ$) sont superposés. Dans le cas présent, les bras conducteurs **5, 6, 7, 8** des dipôles **3, 4** du plan inférieur **2** présentent
5 une surface métallique suffisamment développée pour servir de réflecteur d'énergie RF pour le plan supérieur **13**.

On considérera maintenant la figure 2 qui illustre un mode de réalisation avantageux d'une antenne **30** de télécommunication comportant des éléments rayonnants **31** montés sur un réflecteur **32**. L'élément rayonnant **31** comprend un plan
10 rayonnant supérieur **33** dédiée à la bande de fréquence UMTS et un plan rayonnant inférieure **34** dédié à la bande de fréquence GSM. L'antenne **30** peut comporter en outre des éléments comprenant un plan rayonnant **35**, analogue au plan rayonnant supérieur **33**, dédié à la bande de fréquence UMTS, qui sont intercalée entre les
15 éléments rayonnants **31**. Les plans rayonnant **35** et **33** doivent soit se situer physiquement à la même hauteur soit être compensés électriquement par l'ajout d'un câble de manière à générer un front d'onde plan.

La figure 3 montre un deuxième mode de réalisation d'un élément rayonnant **40** comportant un pied **41** surmonté d'un plan rayonnant **42**. Le plan rayonnant **42** inférieur est défini par une première paire de dipôles en croix composé de deux dipôles **43** et **44** à
20 double polarisation croisée. Le dipôle **43** à polarisation négative (-45°) comporte un premier bras conducteur **45** et un second bras conducteur **46**, et le dipôle **44** à polarisation positive ($+45^\circ$) comporte un premier bras conducteur **47** et un second bras conducteur **48**. Un plan rayonnant **49** supérieur défini par une deuxième paire de dipôles imprimés ou métalliques à double polarisation, dit de type « patch », surmonte le plan
25 rayonnant **42** inférieur dont il est électriquement isolé. Comme précédemment les bras conducteurs **45, 46, 47, 48** sont portés chacun par une tige **50** fixée sur une plaque de base **51**. Chaque dipôle **43, 44** est ainsi pourvu respectivement d'une alimentation équilibrée pour générer une polarisation linéaire.

La figure 4 montre un troisième mode de réalisation d'un élément rayonnant
30 selon l'invention. L'élément rayonnant **60** comporte un pied **61** portant un plan rayonnant inférieur **62** défini par une première paire de dipôles à double polarisation croisée composée d'un premier dipôle **63** et un second dipôle **64** disposés en croix ayant chacun deux bras **65, 66** et **67, 68** respectivement. Chaque bras **65, 66, 67, 68** est formé de

brins séparés ayant une longueur sensiblement égale à $1/4\lambda_{BF}$, où λ_{BF} est la longueur d'onde du signal RF basse fréquence. Les brins sont séparés par une distance inférieure ou égale à $\lambda_{HF}/10$, où λ_{HF} est la longueur d'onde du signal RF haute fréquence.

Un plan rayonnant **69** supérieur est superposé au plan rayonnant **62** inférieur dont il est isolé électriquement. Le plan rayonnant **69** supérieur est défini par une
5 deuxième paire de dipôles à double polarisation croisée comprend, portés par un pied **70**, un premier dipôle **71** et un second dipôle **72** disposés en croix ayant chacun deux bras **73, 74** et **75, 76** respectivement de forme sensiblement triangulaire et disposés dans le prolongement l'un de l'autre dans un plan horizontal.

On pourra de la même façon réaliser des éléments rayonnants comportant un
10 nombre de plans rayonnants différents, par exemple un plan rayonnant inférieur, un plan rayonnant intermédiaire et un plan rayonnant supérieur superposés. Bien entendu dans ce cas le plan rayonnant inférieur doit présenter vis-à-vis du plan intermédiaire les mêmes caractéristiques que celles déjà décrites vis-à-vis du plan rayonnant supérieur.
15 De même le plan rayonnant intermédiaire doit présenter vis-à-vis du plan rayonnant supérieur les mêmes caractéristiques que celles déjà décrites pour le plan rayonnant inférieur.

L'élément rayonnant **80** représenté sur la figure 5 est un quatrième mode de réalisation d'un élément rayonnant selon l'invention. L'élément rayonnant **80** comprend
20 un plan rayonnant **81** inférieur défini par une première paire de dipôles, qui est un circuit imprimé formant des dipôles **82** et **83** ayant chacun respectivement deux bras **84, 85** et **86, 87** alimenté par une ligne conductrice **88**. Un plan rayonnant **89** défini par une deuxième paire de dipôles à double polarisation croisée est superposé au plan rayonnant **81** inférieur dont il est électriquement isolé. Le plan rayonnant **89** supérieur
25 comprend deux dipôles croisés porté par un pied, analogue au plan rayonnant **69** supérieur de la figure 4 et déjà décrit.

La figure 6 montre un cinquième mode de réalisation d'un élément rayonnant selon l'invention. L'élément rayonnant **90** comprend un plan rayonnant **91** inférieur défini
30 par une première paire de dipôles, qui est un circuit imprimé formant des dipôles **92** et **93** en croix analogue au plan rayonnant **81** inférieur de la figure 5 déjà décrit. Un plan rayonnant **94** défini par une deuxième paire de dipôles en croix est superposé au plan rayonnant **91** inférieur dont il est électriquement isolé. Le plan rayonnant **94** supérieur comprend deux dipôles **95, 96** croisés du type « papillon » disposés orthogonalement et

porté par un pied **97**. Chaque dipôle **95, 96** est formé de deux bras conducteurs pliés axialement en V.

La figure 7 montre un septième mode de réalisation d'un élément rayonnant selon l'invention. L'élément rayonnant **100** comprend un plan rayonnant **101** inférieur, défini par une première paire de dipôles, qui est un circuit imprimé formant des dipôles **102** et **103** en croix analogue au plan inférieur **81** de la figure 5 et déjà décrit. Un plan rayonnant **104** supérieur est superposé au plan rayonnant **101** inférieur dont il est électriquement isolé. Le plan rayonnant **104** supérieur est un circuit imprimé formant des dipôles **105** et **106** en croix.

On pourra de la même façon réaliser des éléments rayonnants comportant un nombre de plans rayonnants différents. Par exemple un élément rayonnant **110** comportant un plan rayonnant inférieur **111**, un plan rayonnant intermédiaire **112** et un plan rayonnant supérieur **113** superposés comme le montre la figure 8. Bien entendu dans ce cas le plan rayonnant inférieur **111** doit présenter vis-à-vis du plan intermédiaire **112** les mêmes caractéristiques que celles précédemment décrites vis-à-vis du plan rayonnant supérieur **113**. De même le plan rayonnant intermédiaire **112** doit présenter vis-à-vis du plan rayonnant supérieur **113** les mêmes caractéristiques que celles déjà décrites pour le plan rayonnant inférieur **111**.

Le plan rayonnant **111** inférieur, défini par une première paire de dipôles, est un circuit imprimé formant des dipôles **114** et **115** en croix analogue au plan inférieur **81** de la figure 5 et déjà décrit. Un plan rayonnant **112** intermédiaire défini par une deuxième paire de dipôles, est superposé au plan rayonnant **111** inférieur dont il est électriquement isolé. Le plan rayonnant **112** intermédiaire est aussi un circuit imprimé formant des dipôles **116** et **117** disposés en croix. Un plan rayonnant **113** supérieur, défini par une troisième paire de dipôles, est superposé au plan rayonnant **112** intermédiaire dont il est électriquement isolé. Le plan rayonnant **113** supérieur est également un circuit imprimé formant des dipôles **118** et **119** en croix.

REVENDEICATIONS

1. Elément rayonnant d'antenne multi-bande comportant une première paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un premier plan rayonnant correspondant à une bande de basse fréquence. L'élément rayonnant comporte en outre au moins une deuxième paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un deuxième plan rayonnant correspondant à une bande de plus haute fréquence. Le premier plan rayonnant et le deuxième plan rayonnant sont parallèles, le deuxième plan rayonnant étant placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et la surface du premier plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la première paire de dipôles est supérieure à la surface du deuxième plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la deuxième paire de dipôles.
2. Elément rayonnant selon la revendication 1, dans lequel le premier plan rayonnant est défini par une paire de dipôles imprimés et le deuxième plan rayonnant est défini par une paire de dipôles choisis parmi des dipôles en croix, des dipôles papillon et des dipôles imprimés.
3. Elément rayonnant selon la revendication 1, dans lequel le premier plan rayonnant est défini par une paire de dipôles en croix et le deuxième plan rayonnant est défini par une paire de dipôles choisis parmi des dipôles en croix des dipôles papillon et des dipôles imprimé.
4. Elément rayonnant selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel les dipôles en croix comportent des bras de forme triangulaire.
5. Elément rayonnant selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel les dipôles en croix comportent des bras de forme carrée.
6. Elément rayonnant selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel. les dipôles en croix comportent des bras constitués d'un motif fractal volumique.

7. Elément rayonnant selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel les dipôles en croix comportent des bras constitués de brins séparés.
8. Elément rayonnant selon la revendication 7, dans lequel les brins sont séparés par une distance inférieure ou égale à $\lambda_{HF}/10$ où λ_{HF} est la longueur d'onde du signal de plus haute fréquence.
9. Elément rayonnant selon l'une des revendications précédentes, comprenant trois plans rayonnants superposés parallèlement : un premier plan rayonnant inférieur, un deuxième plan rayonnant intermédiaire placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et un troisième plan rayonnant supérieur placé au-dessus du deuxième plan rayonnant dont il est électriquement isolé.
10. Antenne multi-bande comprenant au moins un élément rayonnant comportant une première paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un premier plan rayonnant correspondant à une bande de basse fréquence. L'élément rayonnant comporte en outre au moins une deuxième paire de dipôles à polarisation croisée comprenant chacun deux bras conducteurs colinéaires, les quatre bras conducteurs définissant un deuxième plan rayonnant correspondant à une bande de plus haute fréquence. Le premier plan rayonnant et le deuxième plan rayonnant sont parallèles, le deuxième plan rayonnant étant placé au-dessus du premier plan rayonnant dont il est électriquement isolé, et la surface du premier plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la première paire de dipôles est supérieure à la surface du deuxième plan rayonnant recouvrant les bras conducteurs de la deuxième paire de dipôles.

1/4

FIG_1

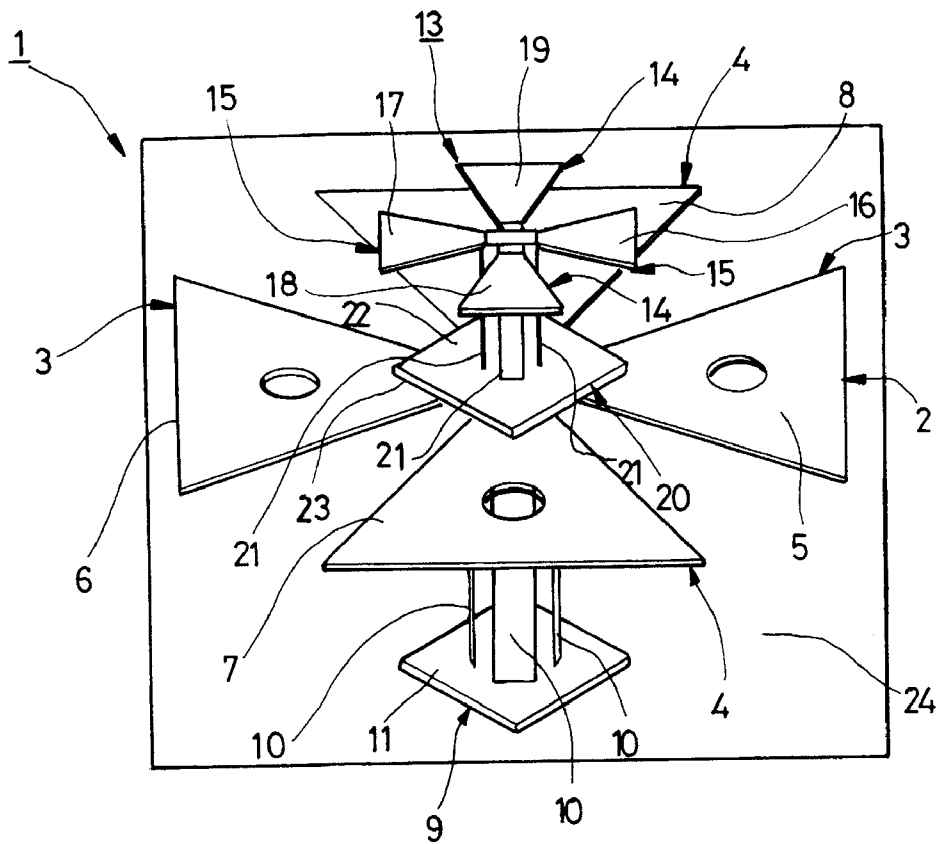
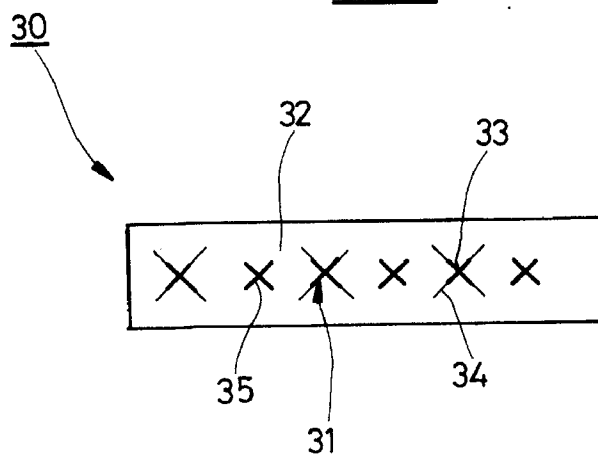


FIG_2



2/4

FIG_3

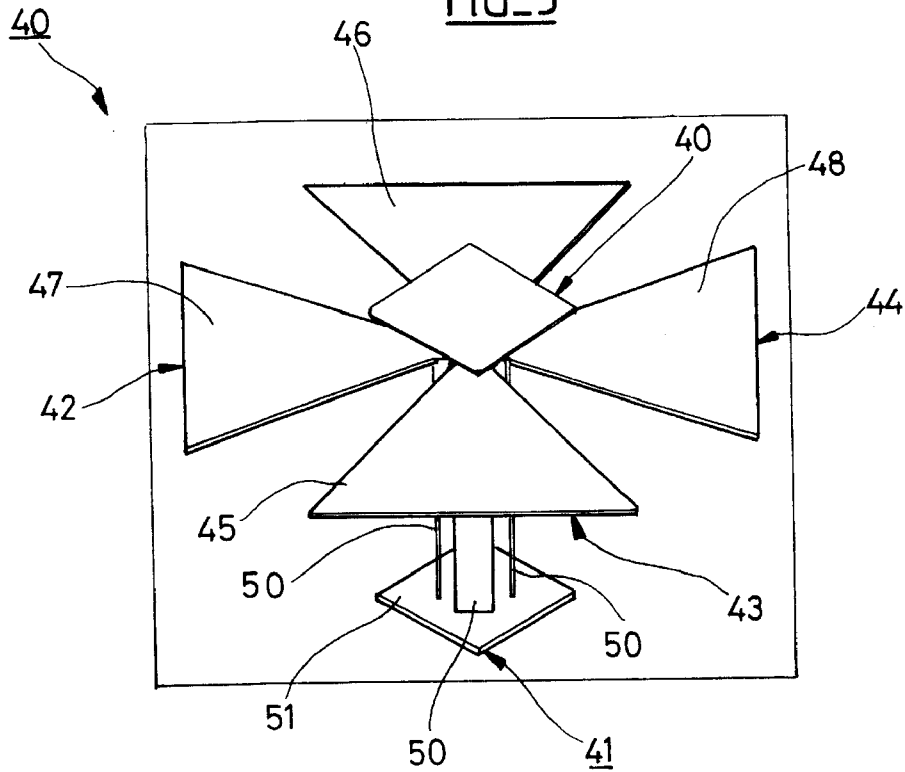
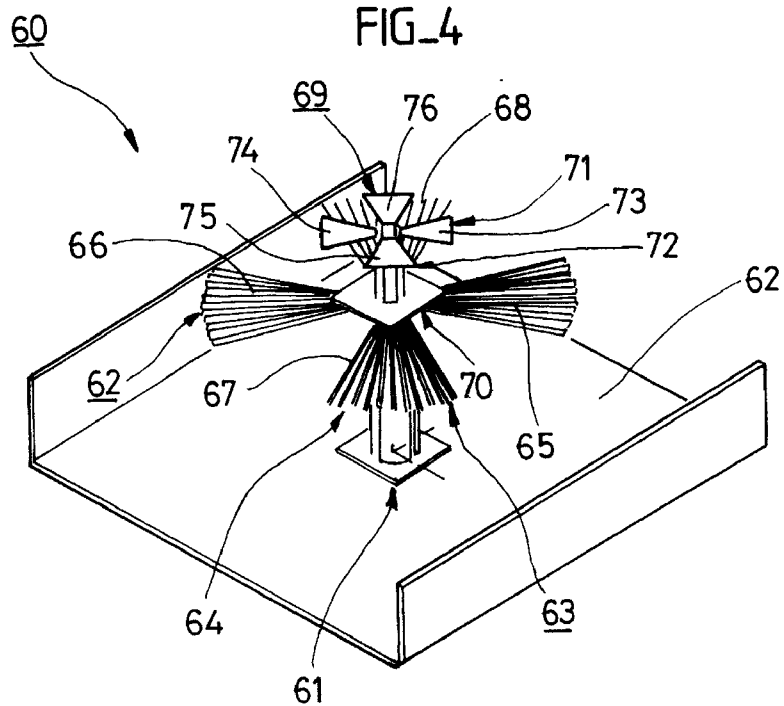


FIG_4



3/4

FIG_5

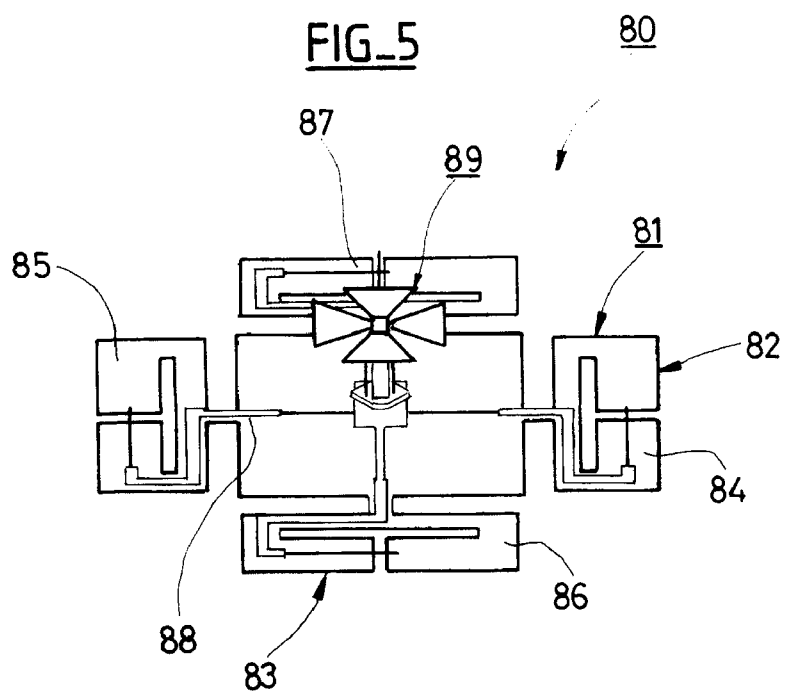
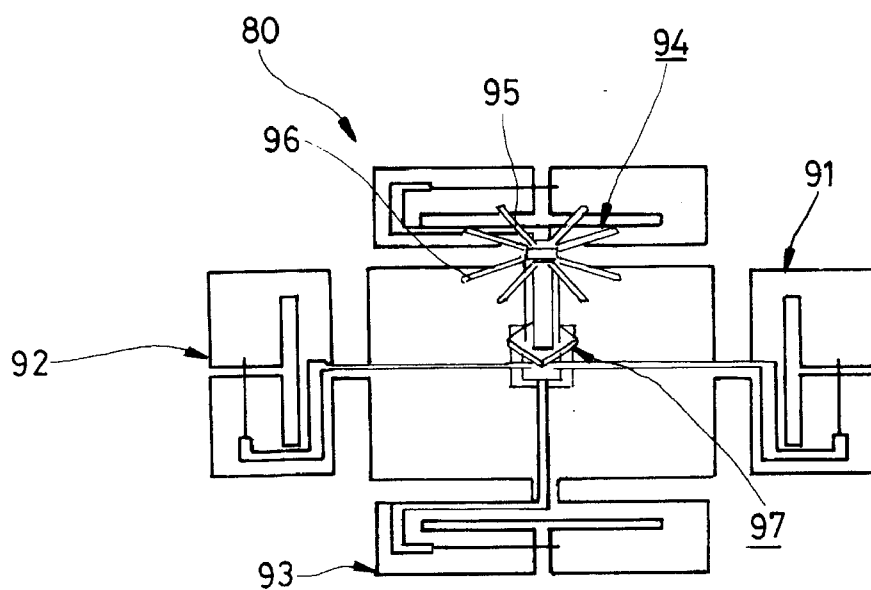


FIG_6



4/4

FIG_7

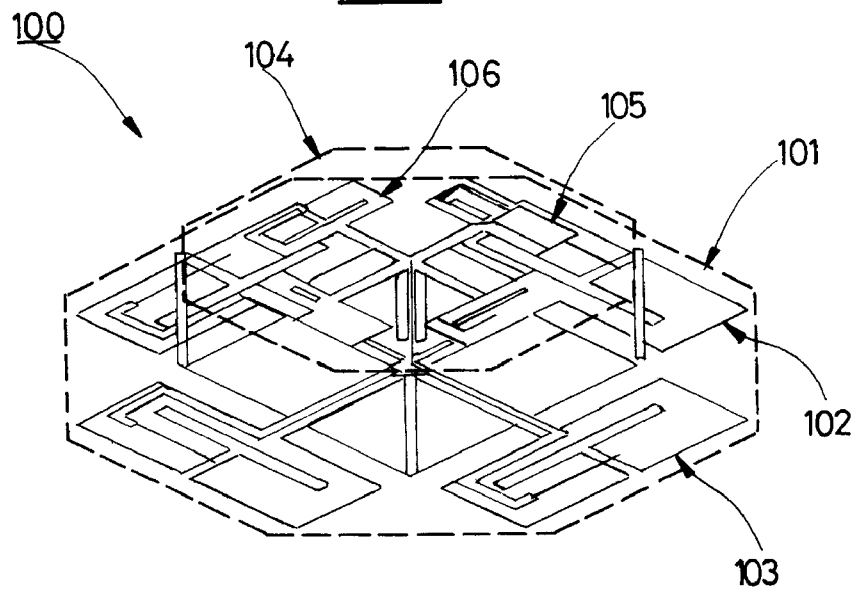
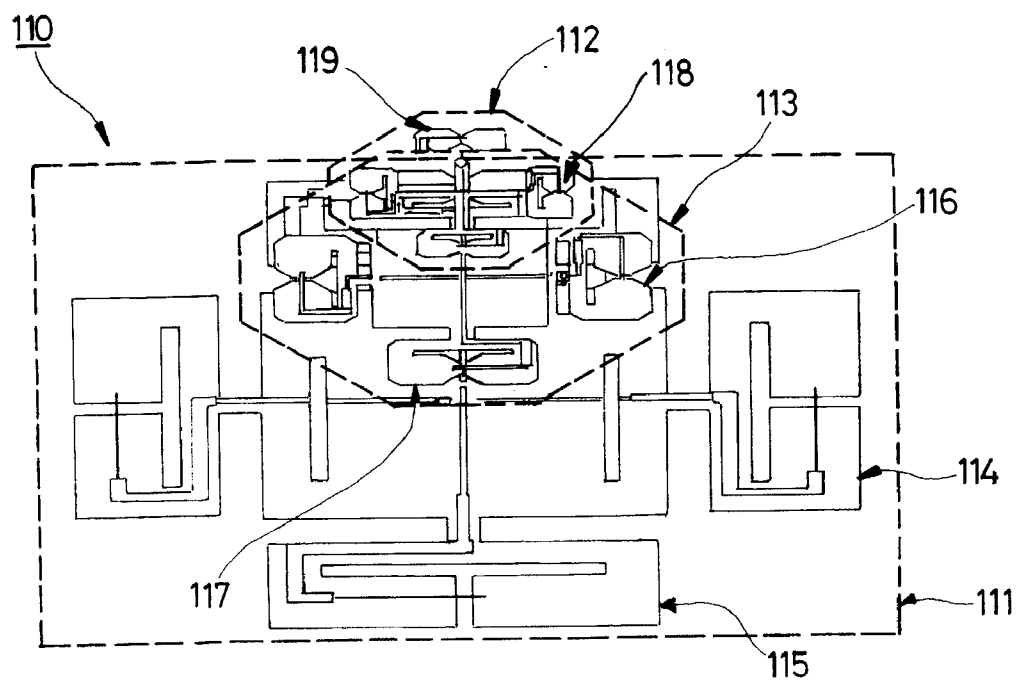


FIG_8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/058219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01Q1/38 H01Q9/28 H01Q21/26 H01Q21/28 H01Q5/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/76012 A (NAVCOM TECH INC [US]) 11 October 2001 (2001-10-11) the whole document -----	1-10
X	FR 2 795 240 A (NORTEL MATRA CELLULAR [FR]) 22 December 2000 (2000-12-22) the whole document -----	1-10
X	US 5 418 544 A (ELLIOT PAUL G [US]) 23 May 1995 (1995-05-23) the whole document -----	1-10
X	WO 2007/042938 A (FRACTUS SA [ES]; PUENTE CARLES [ES]; BORJA CARMEN [ES]; TEILLET ANTHON) 19 April 2007 (2007-04-19) the whole document ----- -/--	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 October 2010

Date of mailing of the international search report

20/10/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fredj, Aziz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/058219

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/170604 A1 (ALMOG BENYAMIN [IL] ET AL) 3 August 2006 (2006-08-03) the whole document -----	1-10
A	US 2003/146872 A1 (KELLERMAN FRANCIS WILLIAM [US] ET AL) 7 August 2003 (2003-08-07) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058219

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0176012	A	11-10-2001	AT 328375 T	15-06-2006
			AU 5582001 A	15-10-2001
			AU 2001255820 B2	10-06-2004
			BR 0109678 A	04-02-2003
			CA 2404406 A1	11-10-2001
			CN 1432206 A	23-07-2003
			DE 60120174 T2	12-04-2007
			EP 1301967 A1	16-04-2003
			US 6342867 B1	29-01-2002
FR 2795240	A	22-12-2000	BR 0006874 A	07-08-2001
			CA 2339875 A1	28-12-2000
			CN 1314013 A	19-09-2001
			EP 1114488 A1	11-07-2001
			WO 0079643 A1	28-12-2000
			JP 2003502975 T	21-01-2003
			US 6369774 B1	09-04-2002
US 5418544	A	23-05-1995	NONE	
WO 2007042938	A	19-04-2007	US 2009224995 A1	10-09-2009
US 2006170604	A1	03-08-2006	AT 405003 T	15-08-2008
			AU 2006211097 A1	10-08-2006
			CA 2596545 A1	10-08-2006
			EP 1849210 A1	31-10-2007
			ES 2313606 T3	01-03-2009
			WO 2006082577 A1	10-08-2006
			KR 20070107740 A	07-11-2007
US 2003146872	A1	07-08-2003	DE 60301077 D1	01-09-2005
			DE 60301077 T2	24-05-2006
			EP 1341259 A1	03-09-2003
			JP 4097258 B2	11-06-2008
			JP 2003258540 A	12-09-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058219

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01Q1/38 H01Q9/28 H01Q21/26 H01Q21/28 H01Q5/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01Q		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/76012 A (NAVCOM TECH INC [US]) 11 octobre 2001 (2001-10-11) le document en entier -----	1-10
X	FR 2 795 240 A (NORTEL MATRA CELLULAR [FR]) 22 décembre 2000 (2000-12-22) le document en entier -----	1-10
X	US 5 418 544 A (ELLIOT PAUL G [US]) 23 mai 1995 (1995-05-23) le document en entier -----	1-10
X	WO 2007/042938 A (FRACTUS SA [ES]; PUENTE CARLES [ES]; BORJA CARMEN [ES]; TEILLET ANTHON) 19 avril 2007 (2007-04-19) le document en entier -----	1-10
-/--		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
4 octobre 2010	20/10/2010	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fredj, Aziz	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2006/170604 A1 (ALMOG BENYAMIN [IL] ET AL) 3 août 2006 (2006-08-03) le document en entier -----	1-10
A	US 2003/146872 A1 (KELLERMAN FRANCIS WILLIAM [US] ET AL) 7 août 2003 (2003-08-07) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058219

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0176012	A	11-10-2001	AT 328375 T	15-06-2006
			AU 5582001 A	15-10-2001
			AU 2001255820 B2	10-06-2004
			BR 0109678 A	04-02-2003
			CA 2404406 A1	11-10-2001
			CN 1432206 A	23-07-2003
			DE 60120174 T2	12-04-2007
			EP 1301967 A1	16-04-2003
			US 6342867 B1	29-01-2002
FR 2795240	A	22-12-2000	BR 0006874 A	07-08-2001
			CA 2339875 A1	28-12-2000
			CN 1314013 A	19-09-2001
			EP 1114488 A1	11-07-2001
			WO 0079643 A1	28-12-2000
			JP 2003502975 T	21-01-2003
			US 6369774 B1	09-04-2002
US 5418544	A	23-05-1995	AUCUN	
WO 2007042938	A	19-04-2007	US 2009224995 A1	10-09-2009
US 2006170604	A1	03-08-2006	AT 405003 T	15-08-2008
			AU 2006211097 A1	10-08-2006
			CA 2596545 A1	10-08-2006
			EP 1849210 A1	31-10-2007
			ES 2313606 T3	01-03-2009
			WO 2006082577 A1	10-08-2006
			KR 20070107740 A	07-11-2007
US 2003146872	A1	07-08-2003	DE 60301077 D1	01-09-2005
			DE 60301077 T2	24-05-2006
			EP 1341259 A1	03-09-2003
			JP 4097258 B2	11-06-2008
			JP 2003258540 A	12-09-2003