



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
20.06.2012 Bulletin 2012/25

(51) Int Cl.:
H01Q 1/52 (2006.01) **H01Q 9/04** (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11193170.5**

(22) Date de dépôt: **13.12.2011**

(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

- **Le Thuc, Philippe**
06130 Grasse (FR)
- **Luxey, Cyril**
06250 Mougins (FR)
- **Silva-Pimenta, Marcio**
06100 Nice (FR)
- **Staraj, Robert**
06570 Saint Paul (FR)

(30) Priorité: **14.12.2010 FR 1060498**

(71) Demandeur: **Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S)**
75016 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(72) Inventeurs:
• **Diallo, Aliou**
06000 Nice (FR)

(54) **Système d'antenne en diversité**

(57) Ce système d'antenne en diversité, du type comportant des moyens formant plan de masse (2), sur lesquels sont disposés au moins deux éléments rayonnants (3, 4) et une ligne de neutralisation de découplage

inter-éléments (9), est caractérisé en ce que la ligne de neutralisation (9) est associée à au moins un composant actif (10) présentant au moins une caractéristique d'impédance commandable pour contrôler la fréquence de découplage inter-éléments.

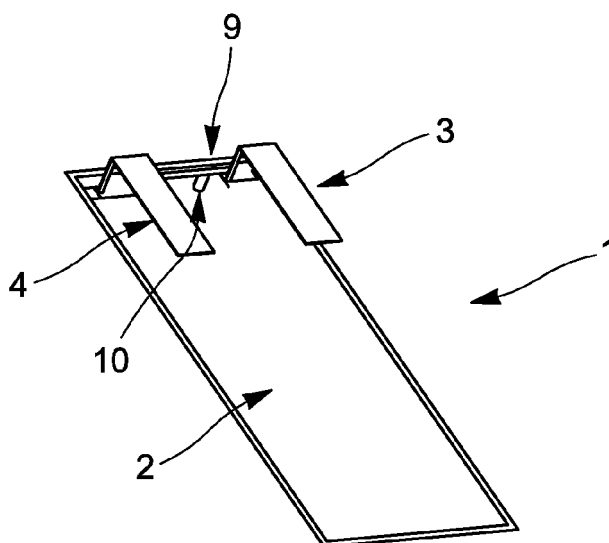


FIG.3

Description

[0001] La présente invention concerne un système d'antenne en diversité.

[0002] Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un tel système d'antenne qui comporte des moyens formant plan de masse, sur lesquels sont disposés au moins deux éléments rayonnants et une ligne de neutralisation de découplage inter-éléments.

[0003] En fait, l'invention s'intéresse à la réduction du couplage électromagnétique qui existe naturellement entre deux éléments rayonnants placés sur un même support, ce qui permet d'améliorer les performances des systèmes multi-antennes en MIMO pour « Multiple Input-Multiple Output » encore appelés à entrées et sorties multiples ou en diversité.

[0004] Il a déjà été proposé une solution permettant la réduction du couplage électromagnétique, qui consiste à placer une ligne métallique suspendue entre deux éléments rayonnants de type PIFA pour « Planar Inverted Folded Antenna » (antenne quart d'onde court-circuitée), soit entre les lignes d'alimentation de ceux-ci, soit entre les lignes de raccordement de ceux-ci au plan de masse.

[0005] Cette technique est appelée neutralisation et la ligne correspondante est appelée ligne de neutralisation.

[0006] On a en effet constaté une amélioration de l'isolation entre les ports d'alimentation en mettant en oeuvre cette technique ce qui entraîne une bonne efficacité totale, un bon gain de diversité et une amélioration du débit dans le cas d'un système MIMO.

[0007] Cependant les effets d'une telle ligne de neutralisation de découplage inter-éléments restent pour l'instant limités.

[0008] Le but de l'invention est donc de résoudre ces problèmes.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un système d'antenne en diversité, du type comportant des moyens formant plan de masse, sur lesquels sont disposés au moins deux éléments rayonnants et une ligne de neutralisation de découplage inter-éléments, caractérisé en ce que la ligne de neutralisation est associée à au moins un composant actif présentant au moins une caractéristique d'impédance commandable pour contrôler la fréquence de découplage inter-éléments.

[0010] Selon d'autres caractéristiques prises seules ou en combinaison :

- la ligne de neutralisation est associée à des lignes d'alimentation des éléments rayonnants,
- la ligne de neutralisation est associée à des lignes de raccordement au plan de masse des éléments rayonnants,
- la ligne de neutralisation est suspendue entre les éléments rayonnants,
- la ligne de neutralisation est intégrée dans le plan de masse,
- la ligne de neutralisation est formée en partie par le plan de masse, auxquels sont raccordés des éléments

conducteurs reliés aux éléments rayonnants et en partie par ces éléments conducteurs,

- le composant actif présente au moins une caractéristique d'impédance commandable en tension,
- le composant actif comporte au moins une diode Varicap,
- le composant actif comporte au moins un transistor monté en charge capacitive commandable,
- le composant actif comporte au moins une inductance commandable,
- les moyens formant plan de masse comportent une plaque de circuit imprimé, et
- les éléments rayonnants sont de type PIFA.

[0011] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma synoptique illustrant l'implantation de deux antennes de type PIFA sur un plan de masse,
- la figure 2 représente deux antennes de type PIFA avec une ligne de neutralisation de l'état de la technique,
- la figure 3 représente deux antennes PIFA avec une ligne de neutralisation active selon l'invention,
- la figure 4 illustre le coefficient de couplage S₂₁ entre deux accès obtenu par simulation électromagnétique en fonction de la variation de capacité, et
- la figure 5 représente le coefficient de réflexion S₁₁ sur les accès en fonction de la variation de la capacité, obtenu par simulation électromagnétique.

[0012] On a en effet illustré sur la figure 1, un système d'antenne en diversité qui est désigné par la référence générale 1 et qui comporte des moyens formant plan de masse désignés par la référence générale 2 sur lesquels sont disposés au moins deux éléments rayonnants désignés par les références 3 et 4.

[0013] Ces éléments rayonnants sont par exemple deux antennes de type PIFA de type classique.

[0014] Pour améliorer les performances de ces systèmes multi-antennes on a déjà proposé d'utiliser une ligne de neutralisation de découplage inter-éléments.

[0015] Ceci est par exemple illustré sur la figure 2, sur laquelle on reconnaît le système d'antenne en diversité toujours désigné par la référence générale 1, la plaque de circuit imprimé désignée par la référence générale 2 formant plan de masse et les deux antennes de type PIFA, 3 et 4.

[0016] Chacune de ces antennes est alors associée à une ligne d'alimentation telle que la ligne désignée par la référence générale 5 pour l'antenne 3 et par la référence générale 6 pour l'antenne 4.

[0017] Chaque antenne est également raccordée à une ligne de raccordement au plan de masse, également appelée ligne de court-circuit, désignée par la référence

générale 7 pour l'antenne 3 et par la référence générale 8, pour l'antenne 6.

[0018] Une ligne de neutralisation de découplage inter-éléments est également illustrée sur cette figure et est désignée par la référence générale 9.

[0019] En fait, cette ligne de neutralisation peut être associée comme cela est illustré aux lignes d'alimentation des éléments rayonnants ou encore aux lignes de raccordement au plan de masse de ceux-ci.

[0020] Dans l'exemple de réalisation représenté sur cette figure 2, cette ligne de neutralisation 9 est suspendue entre les éléments rayonnants 3 et 4.

[0021] Il va de soi bien entendu que d'autres modes de réalisation peuvent être envisagés et que cette ligne de neutralisation peut être intégrée dans le plan de masse, voire formée en partie par le plan de masse auquel sont raccordés des éléments conducteurs reliés aux éléments rayonnants et en partie par ces éléments conducteurs.

[0022] Pour améliorer encore les performances de ces systèmes, dans le système d'antenne à diversité selon l'invention, la ligne de neutralisation est associée à au moins un composant actif présentant au moins une caractéristique d'impédance commandable pour contrôler la fréquence de découplage inter-éléments.

[0023] Ceci est par exemple illustré sur la figure 3 où l'on reconnaît les différents éléments déjà décrits en regard de la figure 2, à savoir le système d'antenne en diversité 1, le plan de masse 2, les antennes 3 et 4 et la ligne de neutralisation 9.

[0024] Selon l'invention cette ligne de neutralisation est associée à un composant actif présentant au moins une caractéristique d'impédance commandable pour contrôler la fréquence de découplage inter-éléments.

[0025] Ce composant actif est désigné par la référence générale 10 sur cette figure 3 et est par exemple formé par une diode Varicap.

[0026] Bien entendu, d'autres modes de réalisation de ce composant actif peuvent être envisagés, celui-ci devant présenter au moins une caractéristique d'impédance commandable par exemple en tension ou en courant.

[0027] C'est ainsi par exemple que ce composant actif peut également comporter un transistor monté en charge capacitive commandable ou encore une inductance commandable.

[0028] Ainsi, selon l'invention, on a intégré dans cette ligne de neutralisation, un composant actif dont au moins une des propriétés électriques peut être commandée par exemple par une tension continue.

[0029] Une ligne de neutralisation, telle que définie dans l'état de la technique, connectée entre deux points de deux éléments rayonnants permet, lorsqu'elle est passive, de diminuer le couplage observé entre accès pour une bande de fréquence donnée.

[0030] En insérant ou en associant un composant actif dans une telle ligne de neutralisation, on peut modifier de manière dynamique la bande de fréquence neutralisée par la ligne.

[0031] Dans l'exemple de réalisation décrit, le composant actif utilisé est une diode Varicap.

[0032] Ce composant possède la propriété de présenter entre ses bornes, une capacité variable dont la valeur peut être fixée par une tension continue appliquée en inverse, la diode devant demeurer bloquée.

[0033] Afin de rendre la réalisation plus facile, la ligne de neutralisation précédemment décrite comme étant suspendue, peut par exemple également être imprimée sur un substrat de faible épaisseur.

[0034] Puisque la ligne de neutralisation relie par exemple les deux lignes d'alimentation ou de court-circuit de chacune des deux antennes décrites, la tension de polarisation de commande de la diode peut être amenée par l'une des lignes d'alimentation servant également d'alimentation aux antennes en radiofréquence RF.

[0035] L'autre point de polarisation est assuré par la connexion de la diode au plan de masse c'est-à-dire par exemple à la plaque de circuit imprimé.

[0036] Il suffit alors de prévoir d'éventuels découplages radiofréquence/alimentation continue RF/DC, notamment du fait de la présence des lignes de court-circuit connectées initialement directement au plan de masse, par le biais de fentes annulaires pratiquées autour des points de connexion de ces lignes sur la plaque de circuit imprimé.

[0037] Bien entendu, on peut également envisager de placer cette diode de manière série dans la continuité de la ligne de neutralisation, les problèmes de découplage RF/DC pouvant être résolus par les mêmes techniques que décrites précédemment.

[0038] La figure 4 illustre la faisabilité de cette structure.

[0039] Un couplage électromagnétique important entre deux éléments rayonnants proches se traduit par une valeur généralement élevée du coefficient de transmission S21 mesuré ou simulé entre les deux accès 1 et 2.

[0040] Sur la figure 4 on observe également que la ligne de neutralisation associée à la capacité variable permet d'obtenir une plongée du coefficient S21 pour des fréquences dépendant de la valeur de la capacité et donc dans l'exemple décrit, de la tension de commande de la diode Varicap correspondante intégrée dans cette ligne de neutralisation.

[0041] En ce qui concerne l'adaptation des entrées qui se traduit par un coefficient de réflexion sur chacune des entrées, le plus faible possible, la technique de la ligne de neutralisation classique permet généralement l'obtention simultanée de bons coefficients de réflexion pour une bande de fréquence dans laquelle les coefficients d'isolation sont également optimisés comme décrits précédemment.

[0042] Le coefficient de réflexion sur l'accès 1 est S11.

[0043] S22 est le coefficient qui peut être relevé sur l'entrée 2. Celui-ci étant en théorie identique à S11 dans le cadre d'une structure symétrique, il n'est généralement pas présenté.

[0044] Dans le cas de l'invention, basée sur l'introduc-

tion d'un composant actif dans la ligne de neutralisation, lorsque la capacité commandée modifie la fréquence pour laquelle l'isolation est optimisée, elle modifie également et dans le même sens, la fréquence pour laquelle l'adaptation est également optimisée, comme cela ressort de ces figures 4 et 5.

[0045] Ce double effet va donc dans le sens d'une amélioration globale de l'efficacité du système.

[0046] Un inconvénient qui peut être noté, est que cette variation en fréquence est moins rapide pour le paramètre S11 que dans le cas du paramètre d'isolation S21.

[0047] Des solutions de compensation existent cependant.

[0048] En effet, on peut appliquer cette technique sur des éléments rayonnants qui sont déjà initialement larges bandes et donc capables d'absorber ces variations.

[0049] C'est la solution retenue pour la structure dont les résultats sont présentés en figures 4 et 5.

[0050] Pour différentes valeurs de capacité, le creux d'isolation, visible sur la figure 4, est piloté dans la bande UMTS et permet d'obtenir de très bonnes performances sur le paramètre S21 pour la fréquence choisie.

[0051] Le paramètre S11 n'est pas optimisé sur les mêmes valeurs de fréquence car sa variation est moins rapide en fonction de la capacité. Mais sur l'ensemble de la bande UMTS choisie, il reste sous la valeur de - 7 dB qui est une valeur généralement considérée comme critique dans les applications par exemple en téléphonie mobile.

[0052] On peut également accroître la vitesse de ces variations en ajoutant une seconde capacité variable de même type placée en extrémité des éléments rayonnants ou dans un emplacement même plus optimisé, et commandée par la même tension que la diode/capacité placée dans la ligne de neutralisation.

[0053] En effet, une augmentation de la charge capacitive sur les bords d'un élément rayonnant est connue pour décroître la fréquence de celle-ci.

[0054] Il va de soi bien entendu que d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés et que cette structure peut être appliquée par exemple à des systèmes d'antenne à diversité, multi-bandes comme par exemple penta-bandes en GSM, DCS, PCS, UMTS et WLAN.

Revendications

1. Système d'antenne en diversité, du type comportant des moyens formant plan de masse (2), sur lesquels sont disposés au moins deux éléments rayonnants (3, 4) et une ligne de neutralisation de découplage inter-éléments (9), **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est associée à au moins un composant actif (10) présentant au moins une caractéristique d'impédance commandable pour contrôler la fréquence de découplage inter-éléments.

2. Système d'antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est associée à des lignes d'alimentation (5, 6) des éléments rayonnants (3, 4).

3. Système d'antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est associée à des lignes de raccordement (7, 8) au plan de masse (2) des éléments rayonnants (3, 4).

4. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est suspendue entre les éléments rayonnants (3, 4).

5. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est intégrée dans le plan de masse (2).

6. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la ligne de neutralisation (9) est formée en partie par le plan de masse (2), auquel sont raccordés des éléments conducteurs reliés aux éléments rayonnants (3, 4) et en partie par ces éléments conducteurs.

7. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant actif (10) présente au moins une caractéristique d'impédance commandable en tension.

8. Système d'antenne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le composant actif (10) comporte au moins une diode Varicap.

9. Système d'antenne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le composant actif (10) comporte au moins un transistor monté en charge capacitive commandable.

10. Système d'antenne selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le composant actif (10) comporte au moins une inductance commandable.

11. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens formant plan de masse (2) comportent une plaque de circuit imprimé.

12. Système d'antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments rayonnants (3, 4) sont de type PIFA.

FIG.1

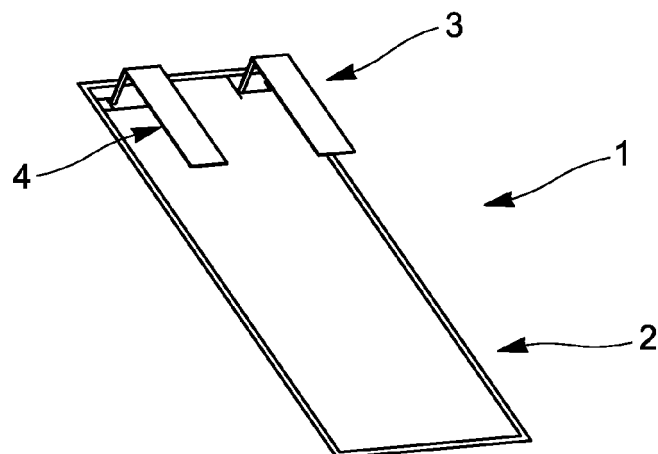


FIG.2

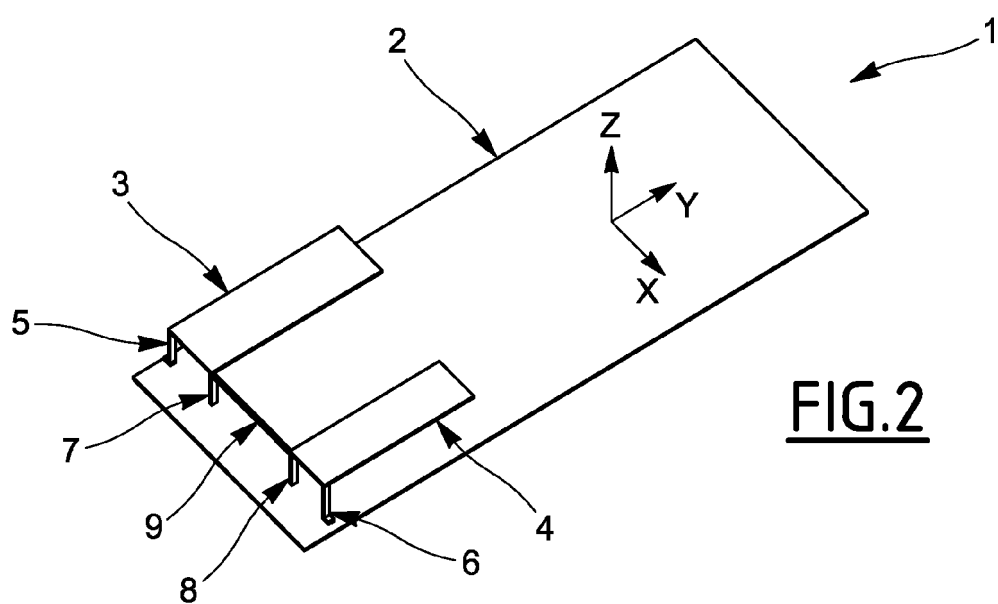
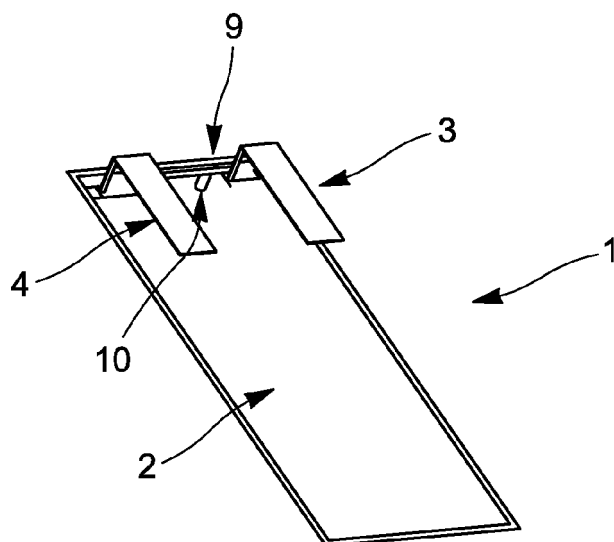
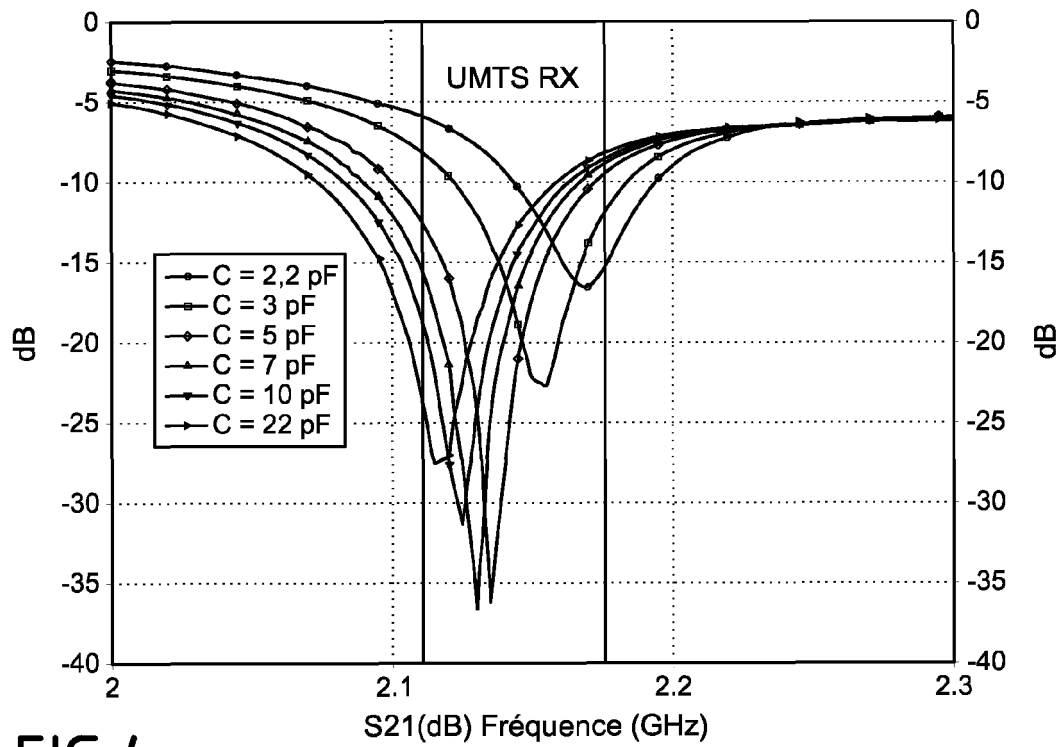
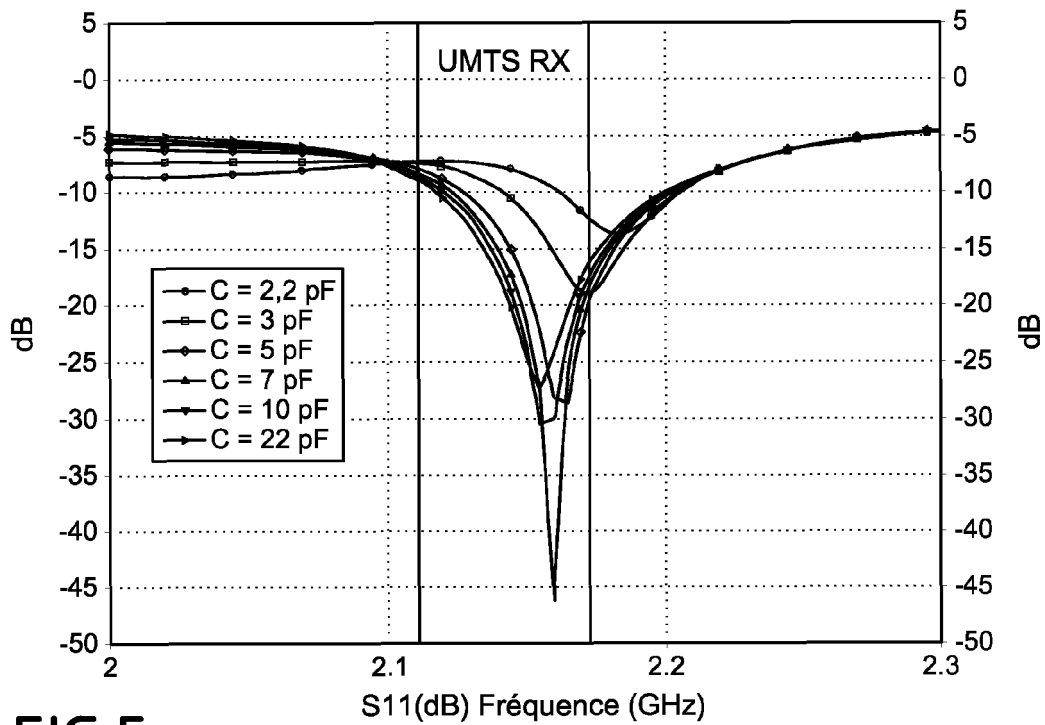


FIG.3



**FIG.4****FIG.5**



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 19 3170

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	DIALLO A ET AL: "MIMO performance of enhanced UMTS four-antenna structures for mobile phones in the presence of the user's head", ANTENNAS AND PROPAGATION INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2007 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1 juin 2007 (2007-06-01), pages 2853-2856, XP031169774, ISBN: 978-1-4244-0877-1 * le document en entier *	1-12	INV. H01Q1/52 H01Q9/04 H01Q21/28
Y	US 1 708 944 A (HEISING RAYMOND A) 16 avril 1929 (1929-04-16) * page 3, ligne 42 - ligne 87; figures 1-5 *	1-12	
A	EP 1 777 773 A1 (MA COM INC [US]) 25 avril 2007 (2007-04-25) * alinéa [0034] * * alinéa [0041] *	8,9	
A	ALIQU DIALLO ET AL: "Study and Reduction of the Mutual Coupling Between Two Mobile Phone PIFAs Operating in the DCS1800 and UMTS Bands", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 54, no. 11, 1 novembre 2006 (2006-11-01), pages 3063-3074, XP011150291, ISSN: 0018-926X, DOI: DOI:10.1109/TAP.2006.883981 * abrégé; figure 12 *	1-12	H01Q H01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 15 février 2012	Examineur La Casta Muñoa, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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 11 19 3170

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.

15-02-2012

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1708944 A	16-04-1929	AUCUN	

EP 1777773 A1	25-04-2007	CN 1983711 A	20-06-2007
		EP 1777773 A1	25-04-2007
		US 2007090899 A1	26-04-2007

EPO FORM P0460

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