



## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 39573 A1** (51) Cl. internationale : **H01Q 13/10**

(43) Date de publication :  
**29.06.2018**

---

(21) N° Dépôt :  
**39573**

(22) Date de Dépôt :  
**26.12.2016**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Mohammed V RABAT , Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000, Maroc (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**ESSAIDI MOHAMED ; YOUNES KARFA BEKALI**

(74) Mandataire :  
**KARTIT ZAID**

---

(54) Titre : **Antenne reconfigurable pour les réseaux de communications mobiles 3G, 4G et 5G**

(57) Abrégé : Cette invention concerne le domaine des antennes reconfigurables pour les réseaux de communications mobiles de troisième (3G), quatrième générations (4G) et sème génération (SG) opérant dans les bandes 2 1 GHz et 2.6GHz pour les réseaux 3G et SG respectivement et dans les bandes (10.0-10.6, 13.4-1S.2, 19.7-21.2 GHz) pour la SG. Cette antenne est très compacte et peut donc être intégrée dans les dispositifs de communications mobiles portables tels que les téléphones portables, les smart phones, les PC et les tablettes ainsi que les technologies émergentes basées sur la SG notamment l'internet des objets. Par ailleurs, le coût de fabrication de cette antenne est très réduit vu sa petite taille et la nature des matériaux utilisés dans sa fabrication. Pour arriver à ce résultat nous avons opté pour la conception d'une antenne utilisant la technologie d'antennes micro-rubans imprimées sur un substrat diélectrique. L'élément rayonnant de cette antenne est un disque conducteur présentant une fente en forme de U. La commutation de l'antenne entre les bandes de fréquence est assurée par deux diodes PIN placées sur les deux extrémités de la fente en U. Le caractère reconfigurable de cette antenne réside dans le fait qu'elle peut commuter entre plusieurs bandes de fréquence centrées à 2.1 et 2.6 GHz standardisées pour les réseaux de communications mobiles 3G et 4G et les bandes (10.0-10.6, 13.4-1S.2, 19.7-21.2 GHz) standardisés pour les réseaux mobiles SG. Par conséquent, cette même antenne peut être utilisée pour les technologies de communications mobiles y compris les réseaux émergents SG.

**Abrégé:**

Cette invention concerne le domaine des antennes reconfigurables pour les réseaux de communications mobiles de troisième (3G), quatrième générations (4G) et 5<sup>ème</sup> génération (5G) opérant dans les bandes 2.1 GHz et 2.6GHz pour les réseaux 3G et 5G respectivement et dans les bandes (10.0-10.6, 13.4-15.2, 19.7-21.2 GHz) pour la 5G. Cette antenne est très compacte et peut donc être intégrée dans les dispositifs de communications mobiles portables tels que les téléphones portables, les smart phones, les PC et les tablettes ainsi que les technologies émergentes basées sur la 5G notamment l'internet des objets. Par ailleurs, le coût de fabrication de cette antenne est très réduit vu sa petite taille et la nature des matériaux utilisés dans sa fabrication.

Pour arriver à ce résultat nous avons opté pour la conception d'une antenne utilisant la technologie d'antennes micro-rubans imprimées sur un substrat diélectrique. L'élément rayonnant de cette antenne est un disque conducteur présentant une fente en forme de U. La commutation de l'antenne entre les bandes de fréquence est assurée par deux diodes PIN placées sur les deux extrémités de la fente en U. Le caractère reconfigurable de cette antenne réside dans le fait qu'elle peut commuter entre plusieurs bandes de fréquence centrées à 2.1 et 2.6 GHz standardisées pour les réseaux de communications mobiles 3G et 4G et les bandes (10.0-10.6, 13.4-15.2, 19.7-21.2 GHz) standardisés pour les réseaux mobiles 5G. Par conséquent, cette même antenne peut être utilisée pour les technologies de communications mobiles y compris les réseaux émergents 5G.

## ANNEXES

Figure 1 : Géométrie de l'antenne reconfigurable

Figure 2 : Géométrie de la fente pratiquée dans le disque de cuivre (élément rayonnant de l'antenne)

Figure 3 : Photos de l'antenne reconfigurable à côté d'une pièce de monnaie de 5DH montrant la taille petite et compacte de celle-ci

Figure 4 : Photo de l'élément rayonnant avec la fente et les commutateurs (switches)

Tableau 1 : Dimensions de l'antenne

Tableau 2 : Dimensions de la fente

Figure 5 : Paramètre S11 (Return Loss en dB) de l'antenne dans l'état des deux commutateurs fermés (état ON-ON)

Figure 6 : Paramètre S11 (Return Loss en dB) de l'antenne dans l'état des deux commutateurs fermés (état OFF-OFF)

Figure 7 : Diagrammes de rayonnement de l'antenne pour la bande 2.1GHz dans le cas où le commutateur est dans l'état ON-ON

Figure 8 : Diagrammes de rayonnement de l'antenne pour la bande 2.6 GHz dans l'état OFF-OFF

## **Titre : Antenne reconfigurable pour les réseaux de communications mobiles 3G, 4G et 5G**

### **Description**

Les antennes reconfigurables sont des antennes passives auxquelles sont ajoutées des composants actifs qui permettent de modifier leurs propriétés dans le domaine fréquentiel ou spatial. Ainsi, de telles antennes peuvent changer leur comportement en temps réel, en accord avec une stratégie de communication définie par le système dans son ensemble. De nombreuses fonctionnalités sont envisageables telles que la formation de faisceau, la gestion simultanée de plusieurs polarisations (linéaire horizontale, verticale, circulaire, et elliptique à différentes fréquences), la commutation de bandes de fréquence ou encore l'accord en fréquence sur une bande ultra large par exemple.

On peut classer les antennes reconfigurables selon plusieurs critères tels que la propriété physique responsable du caractère reconfigurable (modification des lignes de courants, modification de propriétés diélectriques du substrat de l'antenne, déformation géométrique, etc.), du type de composants reconfigurables employés (diodes, transistors, MEMS, etc.) ou encore de leur structure géométrique (type de structure reconfigurable, géométrie à priori de l'antenne, etc.).

Cette antenne peut fonctionner dans les bandes de fréquences 2.1 GHz (standardisée pour les réseaux mobiles 3G) et 2.6 GHz (standardisée pour les réseaux mobiles 4G). La commutation entre ces deux fréquences est assurée par l'état de polarisation de deux diodes PIN utilisées comme éléments de commutation dans cette antenne. Elle est également adaptée aux futurs réseaux de communications mobiles de 5ème génération (5G) qui représentent l'infrastructure de base pour différentes applications et technologies émergentes basées sur l'internet des objets.

Parmi ces technologies on peut citer les systèmes intelligents de transport, d'énergie (smart grids) et les villes intelligentes, relève le communiqué, notant que le déploiement de ces technologies émergentes est prévu à partir de 2020 avec un impact extraordinaire sur le plan industriel, économique et social.

Selon le bureau d'étude internationale Gartner, il y aura plus de 50 milliards d'objets connectés sur les réseaux internet d'ici 2020 et le marché mondial associé avec les villes intelligentes dépassera 1.500 milliards de dollars américains.

Par ailleurs, cette antenne présente plusieurs avantages :

- Bandes de fréquences qui touchent des technologies à fort impact sur les plans économique et social, à savoir, les technologies de communications mobiles 3G et 4G.
- Commutation entre les deux bandes de fréquences facilement obtenue par des commutateurs en diodes PIN.
- Taille compacte et miniature.
- Faible coût de production.
- Intégrable dans plusieurs dispositifs électroniques radiofréquences tels que les téléphones portables, les PC, et les tablettes.

Cette invention est basée sur une architecture et un design innovants d'antenne reconfigurable imprimée en technologie micro-ruban (microstrip), dont l'élément rayonnant est constitué par un disque en cuivre, comportant une fente ou ouverture en forme de U, imprimé sur un substrat diélectrique en époxy FR4 (Figures 1, 2, 3, 4 et Table 1, 2). La fente pratiquée dans le disque rayonnant comporte deux diodes PIN au niveau de ses deux extrémités. Ces diodes vont permettre de commuter l'antenne entre les deux bandes de fréquence de communications 3G et 4G. L'antenne est alimentée par une ligne micro-ruban de 50 ohms.

Ainsi, cette nouvelle conception d'antenne reconfigurable offre une grande flexibilité en termes de commutation de fréquence pour passer de la technologie de communication mobile 3G à 4G correspondant aux bandes de fréquences 2.1 GHz et 2.6 GHz respectivement comme indiqué sur les courbes S11 donnant le Return Loss de cette antenne pour les états ON-ON et OFF-OFF (Figures 5, 6). Par ailleurs, cette antenne offre plusieurs bandes de fréquence pour les communications mobiles 5G répondant à plusieurs standards<sup>1</sup> (10.0-10.6, 13.4-15.2, 19.7-21.2 GHz) pour ces deux états comme indiqué sur ces deux figures. Notons aussi que les diagrammes rayonnement de cette antenne sont quasi-omnidirectionnels (Figures 7, 8).

### Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Géométrie de l'antenne reconfigurable

Figure 2 : Géométrie de la fente pratiquée dans le disque de cuivre (élément rayonnant de l'antenne)

Figure 3 : Photos de l'antenne reconfigurable à côté d'une pièce de monnaie de 5DH marocains montrant la taille petite et compacte de celle-ci

Figure 4 : Photo de l'élément rayonnant avec la fente et les commutateurs (switches)

Tableau 1 : Dimensions de l'antenne

Tableau 2 : Dimensions de la fente

Figure 5 : Caractéristiques de l'antenne

Figure 6 : Paramètre S11 (Return Loss) de l'antenne dans l'état des deux commutateurs fermés (état ON-ON)

Figure 7 : Paramètre S11 (Return Loss) de l'antenne dans l'état des deux commutateurs fermés (état OFF-OFF)

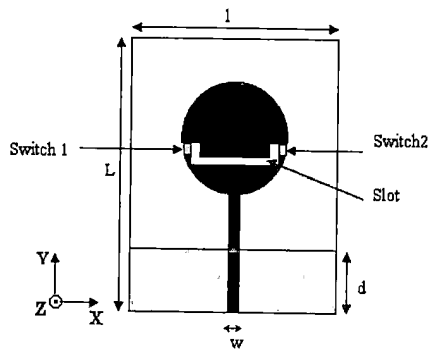
Figure 8 : Diagrammes de rayonnement de l'antenne pour la bande 2.1GHz dans le cas où le commutateur est dans l'état ON-ON

Figure 9 : Diagrammes de rayonnement de l'antenne pour la bande 2.6 GHz dans l'état OFF-OFF

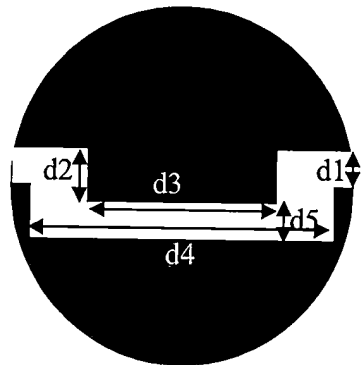
**Revendications**

1. Antenne reconfigurable comportant une partie conductrice rayonnante munie d'une ouverture présentant au moins deux extrémités, chaque extrémité étant munie d'un commutateur, l'état passant ou fermé de chacun des commutateurs déterminant la bande de fonctionnement de ladite antenne.
2. Antenne selon la revendication 1 caractérisée en ce que l'ouverture possède une forme en U.
3. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que lorsque les deux commutateurs sont fermés, les bandes de fonctionnement sont les bandes 3G et 5G, alors que lorsque ces deux commutateurs sont ouverts, les bandes de fonctionnement sont ceux standardisés aux technologies 4G et 5G.
4. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte un substrat diélectrique comportant en partie supérieure ladite partie conductrice rayonnante et en partie inférieure un plan de masse conducteur partiel.
5. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte un micro-ruban conducteur d'alimentation présentant une impédance caractéristique de 50 Ohms.
6. Antenne selon les revendications 5 ou 6 caractérisée en ce que la partie rayonnante, le plan de masse et le micro-ruban sont en cuivre.
7. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que la surface de la partie conductrice rayonnante est inférieure ou égale à  $2 \text{ cm}^2$
8. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que la partie conductrice rayonnante est de forme sensiblement circulaire.
9. Antenne selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que chacun des commutateurs est formé par une diode PIN.
10. Antenne intégrable dans des dispositifs électroniques comportant une antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes.

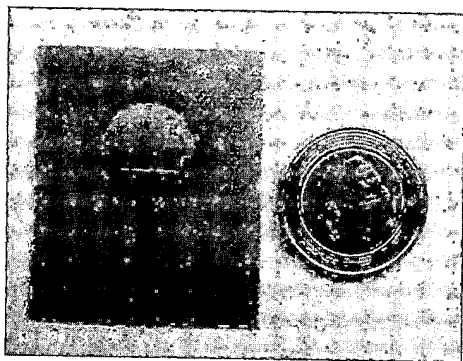
Annexe :



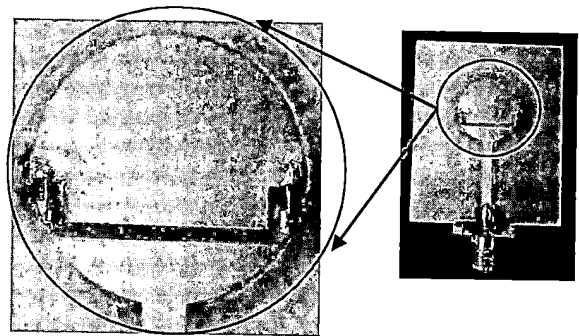
1



2



3



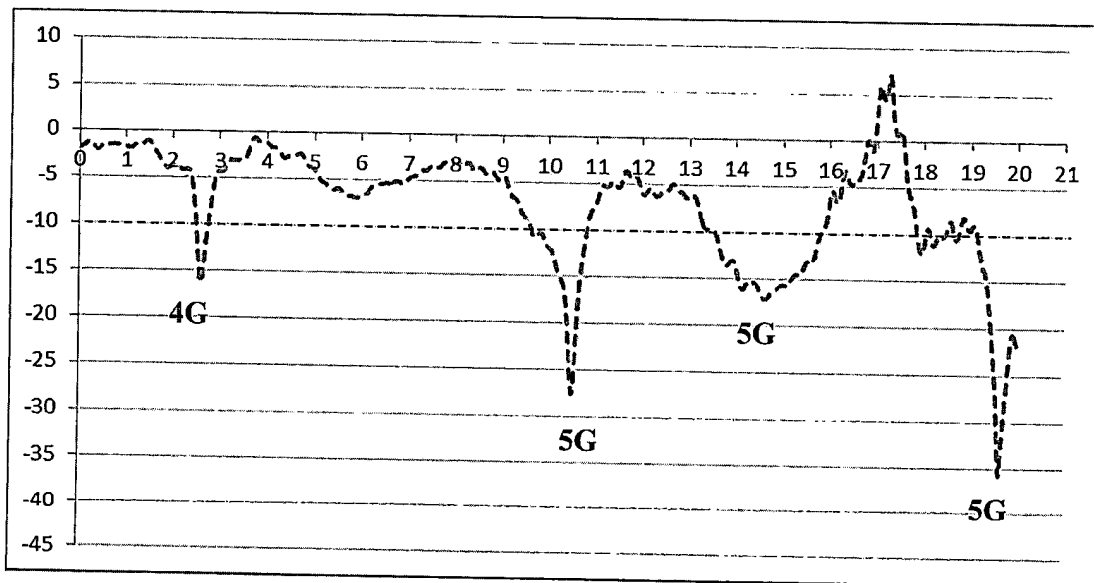
4

Substrat FR4 (X, Y, Z)	38×45×1.5 mm <sup>3</sup>
Radius R	8 mm
Position of Center of the disc (X, Y, Z)	(19,28,1.5) mm <sup>3</sup>
Feed Line's width w	2.8 mm
Ground Plane (X, Y)	38×10.5 mm <sup>2</sup>
h	24 mm

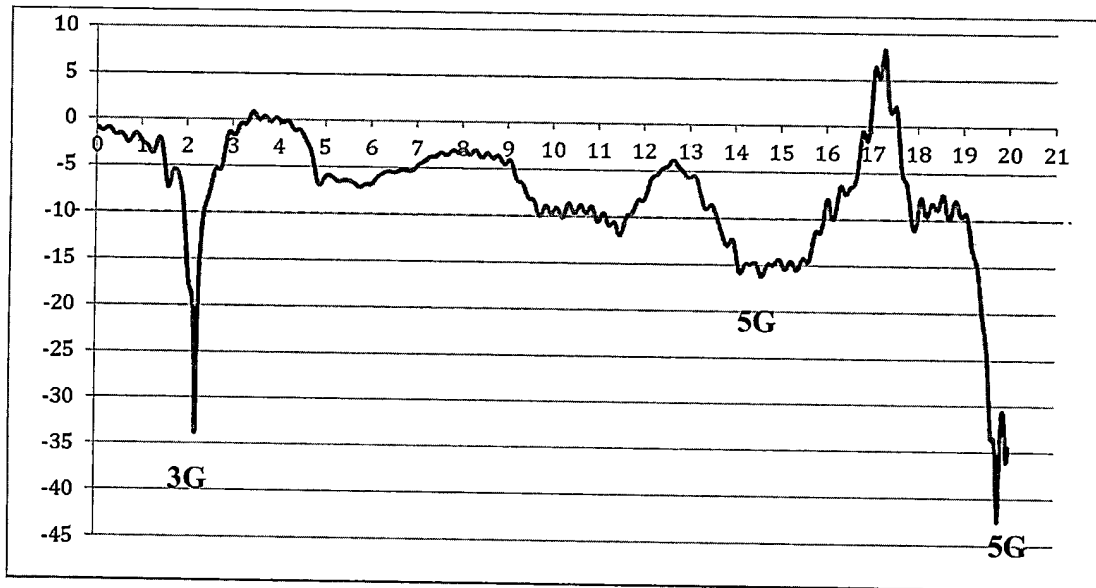
Table 1

Distance	length
d1	1 mm
d2	2.5 mm
d3	12 mm
d4	13 mm
d5	0.5 mm

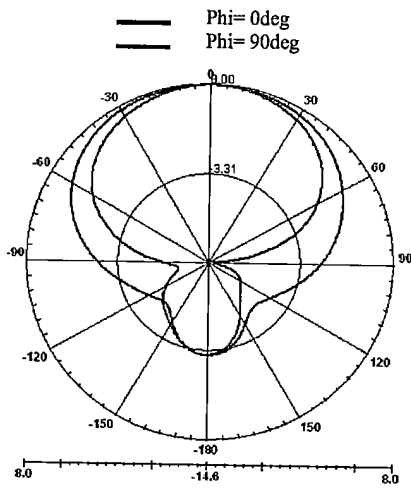
Table 2



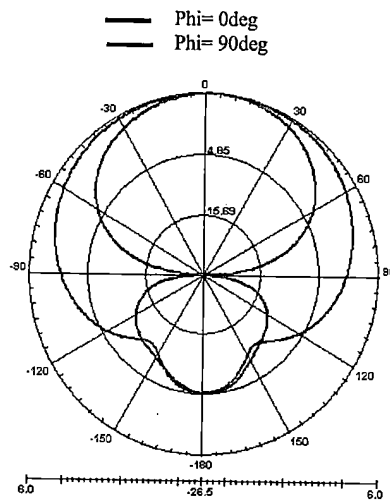




6



7



8



**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et  
complétée par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 39573	Date de dépôt : 26/12/2016
Déposant : Université Mohammed V RABAT	
Intitulé de l'invention : Antenne reconfigurable pour les réseaux de communications mobiles 3G, 4G et 5G	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 16/02/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

**Partie 1 : Considérations générales**

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description  
3 Pages
- Revendications  
1-10
- Planches de dessin  
3 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : H01Q13/10

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

**EPOQUE, Orbit**

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	Compact Reconfigurable Antenna For Wi-Fi, WiMax and 4G Communication Technologies ; Younes Karla Bekali, Mohammed Essaïdi ; 2013	1-10
X	MA35382 ; UNIV MOHAMMED V SOUISSI; 01/09/2014	1-10
X	US20060097941 A1; Bettner Allen W, Lin Xintian E, Waltho Alan E; 11/05/2006	1-10
A	US20110102282 A1 ; Industrial Technology Research Institute ; 05/05/2011	1-10

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« 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  
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs  
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité***Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 3-10	Oui
	Revendications 1-2	Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-10	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : Compact Reconfigurable Antenna For Wi-Fi, WiMax and 4G Communication Technologies

**1. Nouveauté (N) :**

Le document D1 divulgue une antenne reconfigurable (voir abrégé) comportant une partie conductrice rayonnante munie d'une ouverture présentant au moins deux extrémités, chaque extrémité étant munie d'un commutateur (voir figures 1-2), l'état passant ou fermé de chacun des commutateurs déterminant la bande de fonctionnement de ladite antenne (voir D1, introduction).

L'ouverture possède une forme en U (voir figure 1).

L'objet des revendications 1-2 n'est donc pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

Aucun document ne divulgue l'objet des revendications 3-10 qui est donc nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

**2. Activité inventive (AI) :**

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 3 et divulgue : une antenne reconfigurable (voir abrégé) comportant une partie conductrice rayonnante munie d'une ouverture présentant au moins deux extrémités, chaque extrémité étant munie d'un commutateur (voir figures 1-2). L'état passant ou fermé de chacun des commutateurs déterminant la bande de fonctionnement de ladite antenne (voir D1, introduction).

L'ouverture possède une forme en U (voir figure 1).

Les bandes de fonctionnements selon l'état du commutateur sont 3G, 4G ou wifi et wimax.

L'objet de la revendication 3 diffère de D1 en ce que lorsque les commutateurs sont fermés, les bandes de fonctionnement sont les bandes 3G et 5G, alors que lorsque les commutateurs sont ouverts les bandes de fonctionnement sont 4G et 5G.

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Adapter l'antenne reconfigurable pour couvrir des bandes différentes.

L'objet de la revendication 3 n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

En effet, l'homme du métier aurait évidemment changé la configuration de l'antenne pour couvrir d'autres bandes. Il est aussi divulgué dans le document D1 (voir conclusion) qu'il est possible de couvrir d'autres bandes de communication en changeant le rayon du patch et le niveau de la

fente sur l'axe (Oy).

L'objet des revendications 4-10 ne contient aucune caractéristique technique qui en combinaison avec l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

En effet :

L'objet de la revendication 4 est connu de D1 (voir figure 5).

L'objet de la revendication 5 est connu de D1 (voir Partie IIA Géométrie de l'antenne).

Le document D1 divulgue que la surface de la partie conductrice rayonnante est égale à 2.0096 cm<sup>2</sup>.

L'objet de la revendication 8 est connu de D1 (voir figure 5).

L'objet de la revendication 9 est connu de D1 (voir partie II.B).

### **3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.