



(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38888 B1** (51) Cl. internationale : **H01Q 1/38**

(43) Date de publication :
31.07.2018

(21) N° Dépôt :
38888

(22) Date de Dépôt :
07.03.2016

(71) Demandeur(s) :
**UNIVERSITE MOHAMMED V, Angle avenue Allal El Fassi et Mfadel Cherkaoui Al
Irfane 8007. N.U RABAT (MA)**

(72) Inventeur(s) :
AMMOR HASSAN ; RADOUANE KARLI

(74) Mandataire :
FATIMA ZAOUI

(54) Titre : **Antenne pentacle originale avec double fonctionnement simultané ou alternatif
dans les bandes X et KU pour la prévention du trafic routier**

(57) Abrégé : Antenne pentacle pour les applications radars de prévention routière, qui permet le choix d'un fonctionnement soit simultané ou alternatif dans les deux bandes X et KU, alimentée via connecteur SMA femelle de type JACK à un seul accès. L'invention concerne une antenne originale symbolique de substrat rectangulaire et de patch en pentacle. C'est un dispositif d'émission réception électromagnétique permettant de rayonner en Ultra Large Bande ULB en utilisant un connecteur coaxiale permettant d'avoir un meilleur gain, deux larges bandes passantes, une taille réduite, une bonne adaptation pour les bandes de fréquence X et KU avec un coût de production faible. Elle est constituée d'un seul patch en pentacle relié à la sortie par une sonde coaxiale. L'antenne est alimentée directement par un connecteur coaxial. Le point d'alimentation est uni à un connecteur SMA (Figure 7) inséré dans le plan de masse permettant par la suite d'augmenter le gain, la directivité et la bande passante. Le dispositif selon l'invention est particulièrement adapté aux applications radars de contrôle des contrevenants aux limites de vitesse opérant dans les bandes X et KU.

ABREGE du contenu technique de l'invention

Antenne pentacle pour les applications radars de prévention routière, qui permet le choix d'un fonctionnement soit simultané ou alternatif dans les deux bandes X et KU, alimentée via connecteur SMA femelle de type JACK à un seul accès.

L'invention concerne une antenne originale symbolique de substrat rectangulaire et de patch en pentacle. C'est un dispositif d'émission réception électromagnétique permettant de rayonner en Ultra Large Bande ULB en utilisant un connecteur coaxiale permettant d'avoir un meilleur gain, deux larges bandes passantes, une taille réduite, une bonne adaptation pour les bandes de fréquence X et KU avec un coût de production faible.

Elle est constituée d'un seul patch en pentacle relié à la sortie par une sonde coaxiale. L'antenne est alimentée directement par un connecteur coaxial. Le point d'alimentation est uni à un connecteur SMA (Figure 7) inséré dans le plan de masse permettant par la suite d'augmenter le gain, la directivité et la bande passante.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement adapté aux applications radars de contrôle des contrevenants aux limites de vitesse opérant dans les bandes X et KU.

Titre : Antenne pentacle originale avec double fonctionnement simultané ou alternatif dans les bandes X et KU pour la prévention du trafic routier

DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention concerne un symbole national sous forme d'antenne imprimée originale miniature tirée de la forme du drapeau marocain et dédiée aux applications de prévention de la circulation routière dans les deux bandes X et KU simultanément ou alternativement. Notre antenne présente de bonnes caractéristiques en termes de bande passante, coefficient de réflexion, rapport d'ondes stationnaires et rayonnement omnidirectionnel.

Parmi les antennes développées au cours de ces dernières années qui font l'objet de nombreuses recherches et développements, nous pouvons citer les antennes micro-rubans dont la forme et les dimensions leurs permettent d'être intégrés dans les modules d'émission et de réception sur le même substrat.

Les différents Systèmes radar, tels que le radar à synthèse d'ouverture (SAR), radar imagerie navette, les radars de contrôle routier et d'autres systèmes de communication sans fil fonctionnent dans les bandes Ku et X. Les antennes micro-rubans sont les premières options de cette bande de fréquence élevée, comme en bande X en raison de son faible coût, son poids léger et sa robustesse.

Les antennes micro-rubans sont l'un des antennes les plus couramment utilisées en raison de nombreux avantages tels que la légèreté, leurs faibles coûts de fabrication, une configuration plane et la capacité d'être intégrés dans les circuits imprimés microondes.

Ainsi, ces antennes sont très appropriés pour diverses applications telles que les systèmes de communication sans fil, les téléphones cellulaires, les systèmes de communication par satellite et les systèmes radar.

Afin d'établir la liaison de communication entre un utilisateur et le radar de contrôle des vitesses de circulation des voitures dans les voies routières, seules les fréquences sélectionnées peuvent être utilisées. En général, les bandes de fréquences qui conviennent à cette fin comprennent la gamme de fréquences comprise entre 8GHz et 18GHz. Celles-ci comprennent les bandes X, KU utilisées à des fins de communication et à très haute fréquence (UHF).

Dans cet objectif, une nouvelle antenne sous forme d'un pentacle originale simple et miniaturisée destinée à des applications aux systèmes radars de contrôle routier est conçue et proposée.

L'idée originale était de concevoir une antenne sous forme de drapeau marocain avec des paramètres de conception optimaux choisis pour atteindre les dimensions compactes ainsi que les meilleures caractéristiques possibles telles que haute efficacité de rayonnement, un gain élevé, etc.

Notre cahier de charges de la réalisation a été basé sur les exigences des systèmes UHF qui présente de bonnes performances sur la bande de fréquence alloué à l'UHF par la commission IEEE.

Les antennes existantes sont faites par des structures planaires qui sont difficiles à mettre en œuvre et présentent un encombrement et des problèmes de réalisation. Par conséquent, ces antennes sont de grande taille, de grand poids et d'un coût de réalisation important.

La présente invention d'antenne pentacle a pour but les applications radars et principalement les radars pour contrôler les contrevenants aux limites de vitesse, opérant dans les bandes de

fréquences 9GHz et 18GHz. Ces radars servant à mesurer la vitesse des véhicules et de remédier à des inconvénients sur les émetteurs actuels, en permettant de remplacer les antennes existantes par d'autres de faible taille, de faible poids et pour un coût minimum, tout en conservant leur utilisation dans les bandes de fréquences allouées et en satisfaisant les exigences des normes en terme d'adaptation, de bande passante, du gain et finalement des ouvertures de rayonnement.

Objectifs, caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux illustrations indexées dans lesquels :

- La figure 1 illustre la structure de l'antenne pentacle :
 - a) Face supérieure b) Face de côté
- La figure 2 représente le résultat de simulation pour le coefficient de réflexion S_{11} de l'antenne pentacle.
- La figure 3 représente le résultat de simulation pour le TOS de l'antenne pentacle.
- La figure 4 représente le résultat de simulation pour le gain de l'antenne pentacle.
- La figure 5 illustre les résultats de diagramme de rayonnement 2D et 3D de l'antenne pentacle.
- La figure 6 illustre les résultats de la distribution des champs E et H de l'antenne pentacle.
 - a) Champ E b) Champ H
- La figure 7 représente le type de connecteur utilisé, à titre d'exemple un connecteur SMA coaxiale.
- Le tableau 1 montre l'ensemble des paramètres obtenus de l'antenne pentacle.

En référence à la figure 1, l'antenne est réalisée sur un substrat FR4 epoxy de largeur $W(1)$ et longueur $L(2)$ avec une constante diélectrique $\epsilon_r=4.4$ et d'épaisseur $h(3)$. L'antenne se compose d'un patch sous forme d'pentacle ayant des caractéristiques optimales et des dimensions réduites.

La permittivité ϵ_r est choisie de telle sorte qu'elle nous donne un meilleur rendement et une grande largeur de la bande de fréquence. Un connecteur SMA coaxiale est utilisé pour l'alimentation afin d'augmenter la bande passante et le gain. Cette antenne est adaptée aux applications radars de contrôle des contrevenants aux limites de vitesse, spécialement et simultanément dans les largeurs de bandes X et KU.

La forme de patch est similaire à un pentacle . Les différents paramètres tels que coefficient de réflexion, TOS, le gain, diagramme de rayonnement en 2D et 3D, distributions des champs E et H sont simulés et présentés.

La conception de l'antenne nécessite les calculs de base pour le dimensionnement, le choix de la structure et la simulation qui nous permet d'avantage d'optimiser la structure choisie. L'objectif consiste essentiellement à concevoir une antenne large bande pour les applications dans les deux bandes X et KU.

Nous avons effectué la simulation avec le logiciel HFSS. Nous avons choisi un substrat, calculé la largeur, la longueur, constante diélectrique effective, ce qui nous a permis d'avoir la structure proposée ci-dessus dans la figure 1. Les résultats des différents paramètres de l'antenne sont présentés dans les figures ci-dessous.

La figure 2 montre la variation du coefficient de réflexion S_{11} de l'antenne proposée. Nous notons que pour $|S_{11}| < 10\text{dB}$ l'antenne est bi-bandes, la première bande qui s'étale de 8.82GHz à 10.92GHz est allouée à la bande X présentant une largeur de 2.1GHz et une fréquence de résonance à 9.37GHz. La deuxième bande s'étale de 11.1GHz à 17.97GHz est allouée à la bande KU, qui est très utilisée dans le contrôle routier et d'autres applications radars, présentant une largeur de 6.87GHz avec plusieurs fréquences de résonances à 11.77GHz, 12.97GHz, 14.27GHz et 15.95GHz. En effet, la

caractéristique de la bande ultra large nous a permis de couvrir les applications en bande X et en bande KU, et plus précisément notre objectif qui est le contrôle routier à travers une antenne radar.

La figure 3 présente la variation du TOS en fonction de la fréquence. La valeur du TOS est inférieure à la valeur 2 le long des deux bandes de fréquences, ce qui justifie la bonne adaptation de notre antenne.

Sur la figure 4, la variation du gain en fonction de la fréquence est illustrée. Les bonnes valeurs obtenues sur toute la bande de fréquence qui nous intéresse, qui est [8GHz-18GHz], sont très satisfaisantes pour l'application en question.

Les deux bandes allouées X et KU est une caractéristique innovante de cette antenne car les antennes patchs micro-rubans existantes présentent des bandes passantes très étroites.

La figure 5 illustre les diagrammes de rayonnement de l'antenne pentacle aux fréquences 9.37GHz, 11.77GHz, 12GHz et 15.95GHz dans les deux plans E et H. Le rayonnement est relativement stable sur toute la bande de fréquence. Nous remarquons un comportement omnidirectionnel presque stable sur la bande de fréquence étudiée. Un comportement bidirectionnel dans un plan principal et omnidirectionnel dans l'autre, voir directive, ce qui aurait pour conséquence une bonne couverture.

La figure 6 illustre la distribution des champs E et H dans des divers points au niveau de l'élément de rayonnement.

Le tableau 1 nous montre l'ensemble des paramètres obtenus pour notre antenne pentacle, ainsi que les caractéristiques techniques.



1. Une antenne sous forme d'un pentacle en technologie microruban destinée à des applications aux systèmes radars de contrôle routier caractérisée en ce que :
 - Sa géométrie comme suit :
 - Une zone (1) de substrat FR4_epoxy avec une constante diélectrique $\epsilon_r=4.4$ de largeur W(1) et de longueur L(2) et d'épaisseur h (3).
 - Une zone (2) un patch sous forme pentacle
 - Une zone (3) un plan de masse complet.
 - Son alimentation est au centre du pentacle via un seul connecteur SMA
 - Sa dimension est de surface $75 \times 75 \text{mm}^2$
 - Elle est bi-bande (8,82GHz-10,92GHz et 11,1GHZ-17,97GHz)
2. L'antenne selon la revendication 1 est caractérisée par le fonctionnement alternatif entre les deux bandes X et KU utilisées dans la surveillance routière.
3. L'antenne selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle a une adaptation d'entrée pour les bandes de fréquences avec un taux d'onde stationnaire inférieure à 2.
4. L'antenne selon les revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle a un gain obtenu élevé de 12dB et des ouvertures du rayonnement appliquées aux radars de surveillance des contrevenants aux limites de vitesse.

LES FIGURES

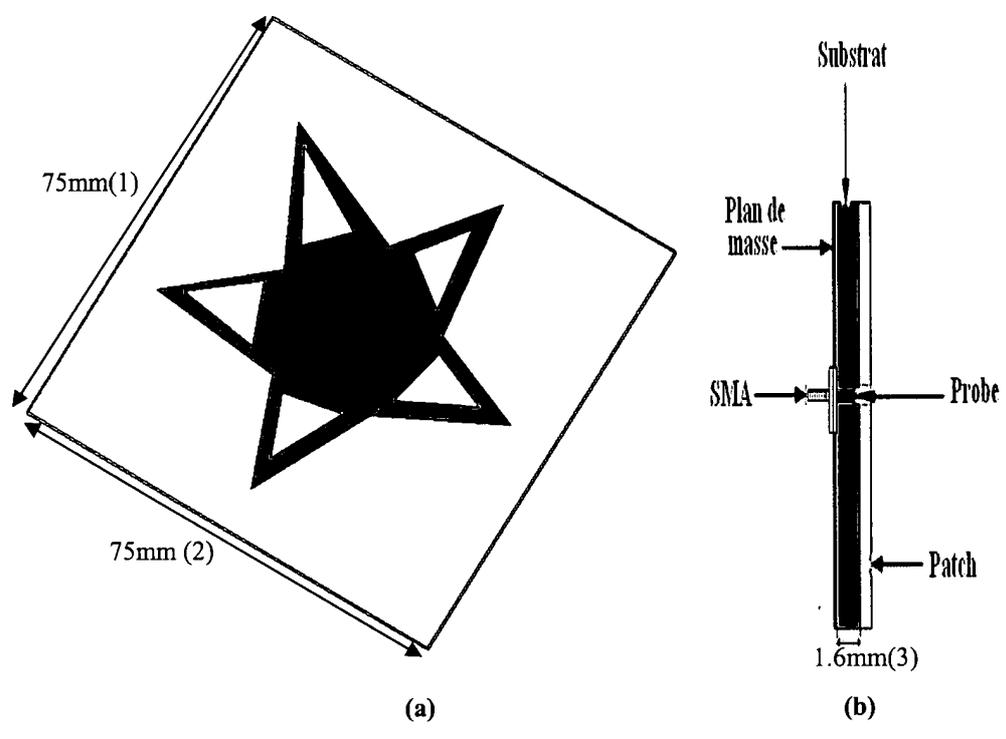


Figure 1

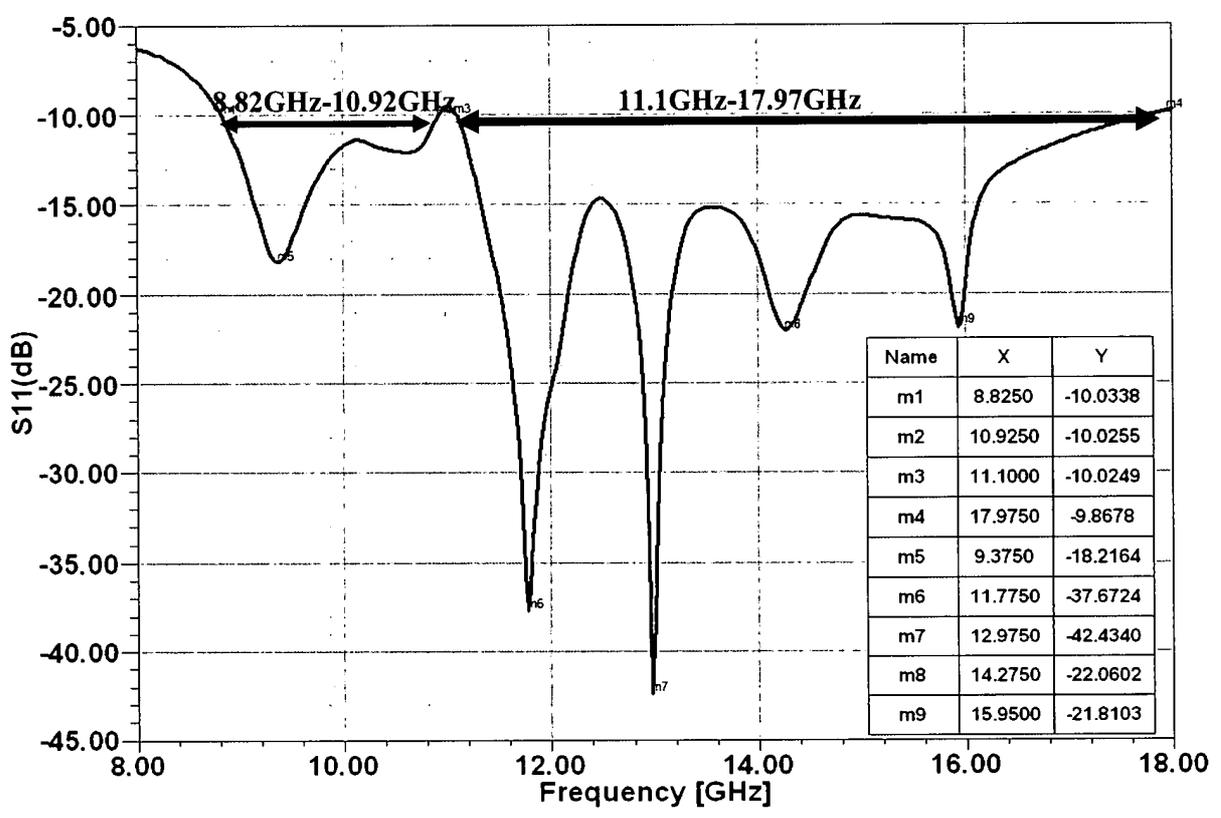


Figure 2

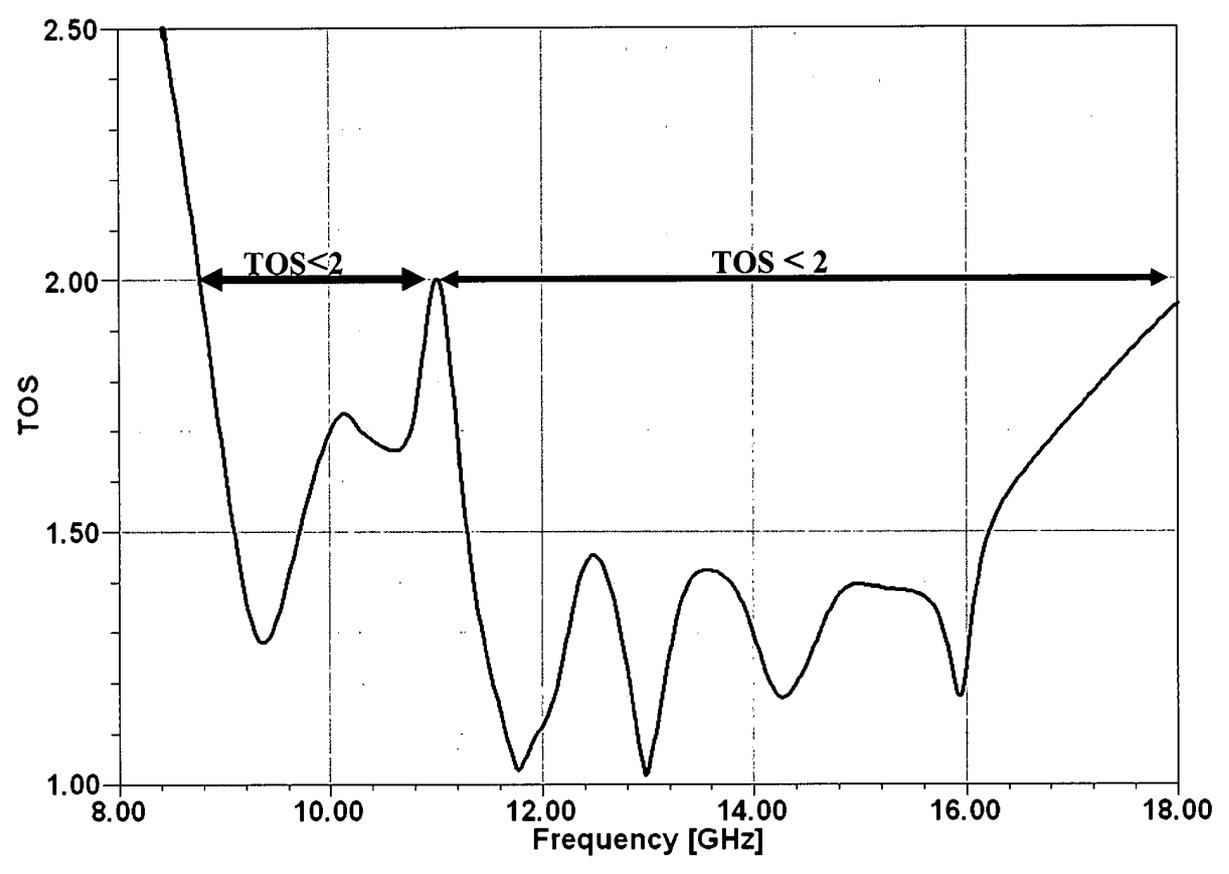


Figure 3

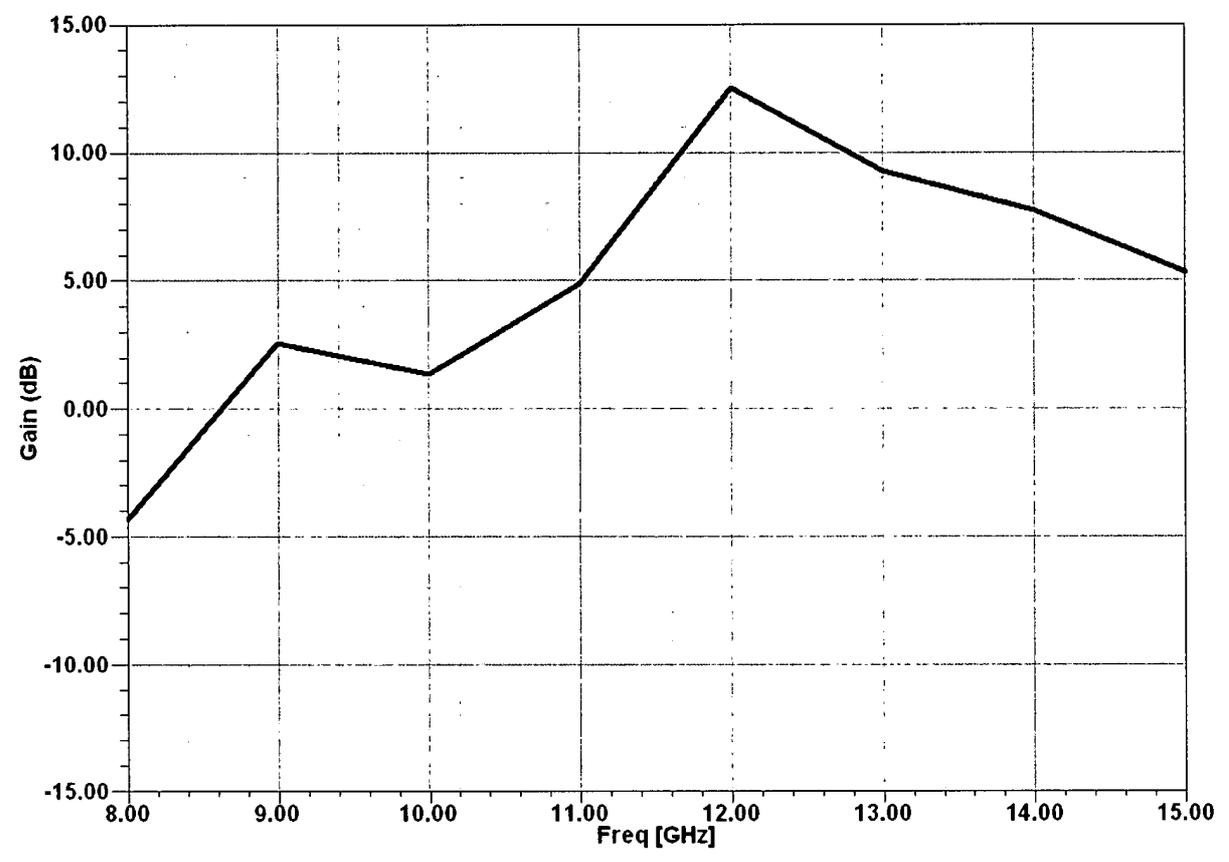
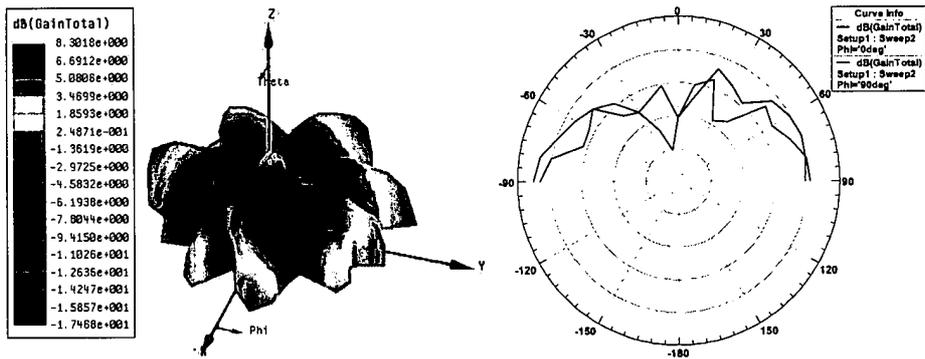
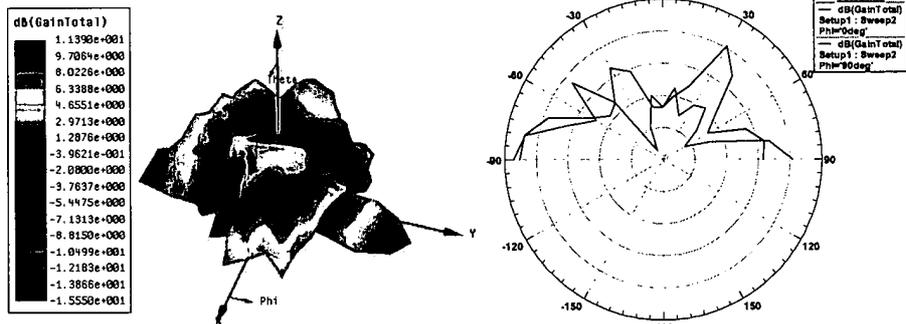


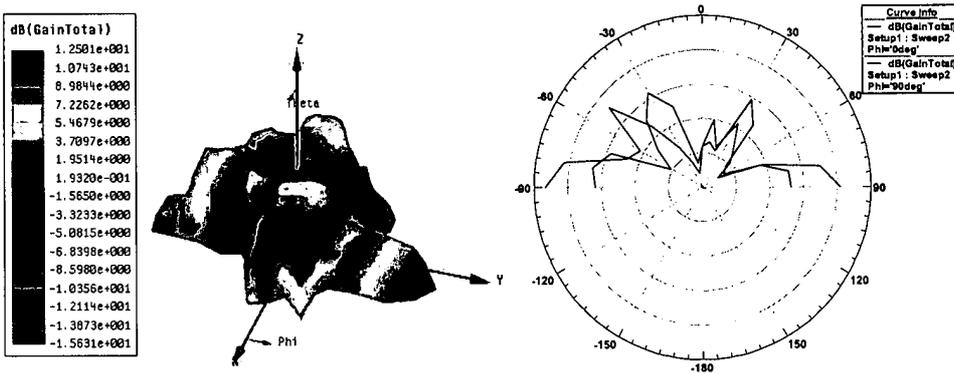
Figure 4



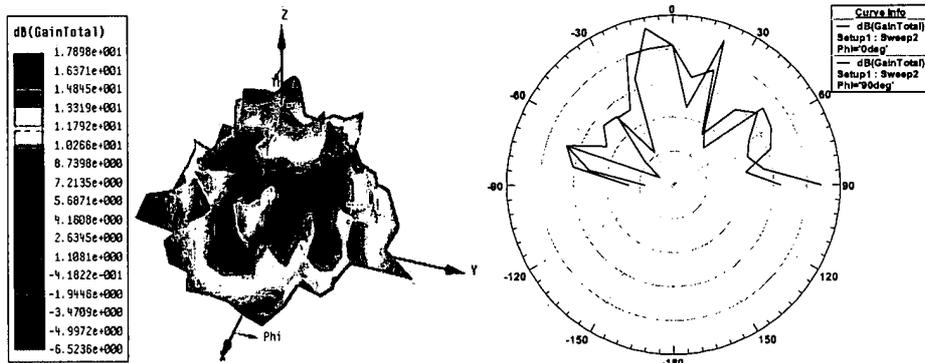
9.37GHz



11.77GHz



12GHz



15.95GHz

Figure 5

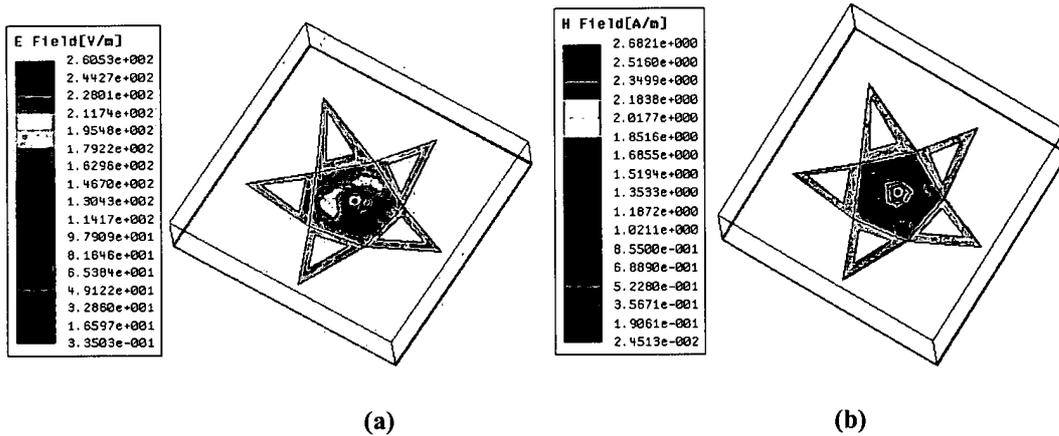


Figure 6

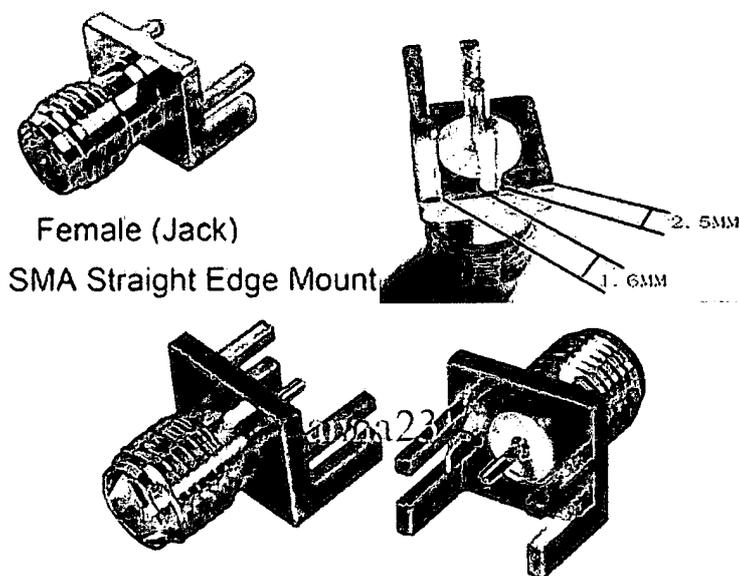


Figure 7

Tableau 1

Antenna Parameters			
Antenna Parameters:			
	Quantity	Value	Units
	Max U	0.014382	W/sr
	Peak Directivity	33.116	
	Peak Gain	17.786	
	Peak Realized Gain	17.736	
	Radiated Power	0.0054577	W
	Accepted Power	0.010162	W
	Incident Power	0.01019	W
	Radiation Efficiency	0.53709	
	Front to Back Ratio	8.9004	
	Decay Factor	0	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

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

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
 - Revendications
1-4
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
 - Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de la rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 5: Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté (N)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non

D1 : WO2006100306 A1

1. Nouveauté (N) :

Aucun document ne divulgue l'objet des revendications 1-4 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 1.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que : l'antenne est monocouche de substrat FR4, avec une géométrie pentacle qui fonctionne simultanément sur les bandes X et Ku.

Aucun document de l'état de la technique ne contient un enseignement ou une suggestion qui aurait incité l'homme du métier à concevoir l'antenne de cette façon particulière dans le but d'offrir un fonctionnement bi-bande X et Ku, sans faire preuve d'esprit inventif.

L'objet de la revendication indépendante 1 et les revendications dépendantes 2-4 implique donc une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

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.



**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION
SUR LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 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*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38888	Date de dépôt : 07/03/2016
Déposant : UNIVERSITÉ MOHAMMED V	
Intitulé de l'invention : Antenne pentacle originale avec double fonctionnement simultané ou alternatif dans les bandes X et KU pour la prévention du trafic routier	
Classement de l'objet de la demande : CIB : H 01Q 1/38	
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	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 11/07/2018
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

