



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 39392 A1** (51) Cl. internationale : **G01S 13/08; G01S 13/00**
- (43) Date de publication : **30.04.2018**

---

(21) N° Dépôt : **39392**

(22) Date de Dépôt : **18.10.2016**

(71) Demandeur(s) :

- **GRIGUER HAFID, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**
- **AIBOUD YOUSSEF, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**
- **BENLEZAAR MONCEF, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**
- **EL MISSAOUI MBAREK, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**
- **RHOUNI MARWANE, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**
- **EMSI RABAT, 49 RUE PATRICE LUMUMBA HASSAN RABAT (MA)**

(72) Inventeur(s) : **GRIGUER HAFID ; AIBOUD YOUSSEF ; EL MISSAOUI MBAREK ; RHOUNI MARWANE ; BENLEZAAR MBAREK**

(74) Mandataire : **MBAREK ELMISSAOUI**

---

(54) Titre : **RADAR MULTISTATIQUE A BASE DE META-MATERIAU ET SA METHODE DE CALIBRATION POUR LA DETECTION D'OBSTACLES ET DE DISTANCES DES OBJETS A REFLEXION ELECTROMAGNETIQUE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un radar multistatique à base de méta matériaux et une méthode de sa calibration pour la détection des objets et leurs distances lesquels objets sont considérés comme des réflecteurs électromagnétiques. Ledit radar est caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (300) de découplage électromagnétique placé entre chaque couple d'antenne émettrice (110) /antenne réceptrice adjacente (120, 130), ledit dispositif ayant une forme pyramidale constitué d'une base ( 301) pour éliminer le couplage guidé et d'au moins deux faces planaires (302, 303) pour éliminer le couplage rayonné où un angle est formé entre le plan d'une quelconque face et le plan de la base de la structure pyramidale (300) formant l'absorbant électromagnétique, lequel angle est inférieure ou égale à l'angle obtenue entre l'axe (115, 135) du lobe principale (III, 131) et l'axe (116, 136) du lobe secondaire (112, 132) du diagramme de rayonnement de l'antenne juxtaposée à ladite face planaire formant la structure pyramidale (300). L'invention concerne aussi une méthode de calibration dudit radar multistatique pour la détection des obstacles et des distances.

**Radar multistatique à base de méta-matériau et sa méthode de calibration pour la détection d'obstacles et de distances des d'objets à réflexion électromagnétique**

5

**Abrégé :**

La présente invention concerne un radar multistatique à base de méta matériaux et une méthode de sa calibration pour la détection des objets et leurs distances lesquels objets  
10 sont considérés comme des réflecteurs électromagnétiques. Ledit radar est caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (300) de découplage électromagnétique placé entre chaque couple d'antenne émettrice (110) /antenne réceptrice adjacente (120, 130), ledit dispositif ayant une forme pyramidale constitué d'une base (301) pour éliminer le couplage guidé et d'au moins deux faces planaires (302, 303) pour éliminer le couplage rayonné où un angle  
15 est formé entre le plan d'une quelconque face et le plan de la base de la structure pyramidale (300) formant l'absorbant électromagnétique, lequel angle est inférieure ou égale à l'angle obtenue entre l'axe (115, 135) du lobe principale (111, 131) et l'axe (116, 136) du lobe secondaire (112, 132) du diagramme de rayonnement de l'antenne juxtaposée à ladite face planaire formant la structure pyramidale (300). L'invention concerne aussi une  
20 méthode de calibration dudit radar multistatique pour la détection des obstacles et des distances.

**Radar multistatique à base de méta-matériau et sa méthode de calibration pour la détection d'obstacles et de distances des d'objets à réflexion électromagnétique**

5

**Domaine de l'invention**

La présente invention concerne le domaine des radars multistatiques. Elle concerne plus particulièrement un système de radar multistatique à base de méta matériaux et une méthode  
10 de sa calibration pour la détection des objets et leurs distances lesquels objets sont considérés comme des réflecteurs électromagnétiques.

**Art antérieur**

Il est largement connu dans l'état de l'art que le principe d'un système radar bi-statique de  
15 détection d'obstacle, repose sur l'utilisation d'un couple d'antennes d'émission et de réception. Eu égard de leurs large couverture, les simples antennes d'émission ou de réception ayant un diagramme de rayonnement à faisceau large ou omnidirectionnel ne sont malheureusement pas utilisée pour ce type de radar et ceci vue le risque du chevauchement électromagnétique avec le faisceau de l'antenne adjacente du couple d'antennes du radar.

20 Les systèmes radar bi-statique de l'état de l'art reposent sur l'utilisation des antennes d'émission ou de réception ayant un rayonnement électromagnétique sous forme de faisceau pointu à angle de dépointage variable pour pouvoir couvrir une large zone sans chevaucher avec le faisceau de l'antenne adjacente d'émission ou de réception.

La plupart de ces antennes radar reposent sur l'utilisation des techniques de concentration de  
25 l'énergie électromagnétique par le biais d'une lentille RF ou bien par l'utilisation d'une matrice de sources élémentaire.

Afin de couvrir une large zone, les mêmes antennes radar reposent sur des techniques de dépointage de faisceau basées sur l'utilisation d'une électronique RF dédiée et complexe pour chaque source élémentaire de ladite matrice de sources.

Un autre aspect se rapport au champ proche, ou la détection par les radars bi-statique standards devient complexe vu la difficulté de distinction entre les puissances réfléchies du à un obstacle et les puissances dues au couplage entre les antennes adjacentes.

Malheureusement les techniques d'antennes Radar de l'état de l'art démontrent une certaine complexité ce qui engendre un cout de fabrication élevé ainsi que des problèmes d'intégration et d'encombrement vu leur grandes dimensions engendrées par les matrices de sources élémentaires et leurs circuits électronique RF associés. De même, ces antennes nécessitent une consommation considérable de l'énergie électrique causée par le nombre important d'antennes élémentaires et aussi par lesdits circuits électroniques RF.

La présente invention a pour objectif de résoudre ces verrous technologiques en termes d'encombrement, de complexité ainsi qu'en terme de la forte consommation énergétique, et ceci on reposant sur l'utilisation de simples antennes sans se baser sur des conditions particulières de largeur ou de balayage de faisceau.

### 15 Description de l'invention

Selon l'invention, il s'agit d'un Meta-radar multistatique pour détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique, lequel Meta-radar comprend en outre un dispositif d'émission radio fréquence, en outre un dispositif de réception radio fréquence, un dispositif de découplage électromagnétique, une unité de traitement des signaux et un bloc d'alimentation électrique.

Chacun des systèmes d'émission radio fréquence comprend une antenne d'émission d'une onde radio fréquence et chacun des systèmes de réception radio fréquence comprend une antenne de réception d'une onde radio fréquence. Lesquelles antennes ayant chacune un quelconque diagramme de rayonnement. Lequel Meta-radar est caractérisé à ce que les dispositifs d'émission sont espacés de leurs adjacents dispositifs de réception par une quelconque distance indépendamment de la fréquence des ondes radio fréquence émises ou reçus ;

Lequel dispositif Meta matériau de découplage est caractérisé en ce qu'il assure une fonction de découplage radio fréquence entre les dispositifs d'émission radio fréquence et les dispositifs de réception radiofréquence. Lequel dispositif Meta matériau de découplage est caractérisé à ce

que la fonction de découplage radio fréquence est basée sur l'absorption spatiale des ondes électromagnétiques se propageant en mode champs proche directement depuis les antennes d'émission envers les antennes de réception quelle que soit la taille de la zone de chevauchement des diagrammes de rayonnements des antennes adjacentes du meta-radar.

- 5 Lequel meta-radar caractérisé en ce que l'unité de traitement des signaux assure ou outre la fonction de comparaison différentielle entre le niveau de puissance radio fréquence reçue en cas de présence d'un obstacle et le niveau de puissance radio fréquence reçue en cas d'absence d'un obstacle.
- 10 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations de l'invention, données à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :
- Figure 1**, le schéma synoptique simplifié d'un mode de réalisation non- limitatif d'un radar multistatique sans l'utilisation d'un dispositif de découplage selon la présente invention ;
- 15 **Figure 2**, la vue simplifiée d'un mode de réalisation non- limitatif du radar multistatique sans l'utilisation d'un dispositif de découplage, montrant les diagrammes de rayonnement de chaque antenne, selon la présente invention ;
- Figure 3**, la vue simplifiée d'un mode de réalisation non- limitatif du dispositif de découplage radio fréquence à base d'une structure d'absorbant méta-matériau selon la présente invention ;
- 20 **Figure 4**, la vue simplifiée d'un mode de réalisation non- limitatif du méta-radar multistatique avec l'utilisation d'un dispositif de découplage radio fréquence, selon la présente invention ;
- Figure 5**, la vue simplifiée d'un mode de réalisation non- limitatif du méta-radar multistatique avec l'utilisation d'un dispositif de découplage radio fréquence, montrant les nouveaux diagrammes de rayonnement de chaque antenne, selon la présente invention ;

**Figure 6**, la vue simplifiée d'un autre mode de réalisation non- limitatif du méta-radar multistatique dans lequel il a été utilisé une antenne pour l'émission, une antenne pour la réception et un dispositif de découplage radio fréquence, selon la présente invention ;

**Figure 7**, montre les étapes de la méthode de calibration pour la détection des distances et des obstacles à réflexion électromagnétique selon la présente invention.

**Figure 8**, montre les abaques de détection des obstacles et de leur distance pour un mode de détection différentiel.

En référence à la figure 1, un radar multistatique comprend un ou plusieurs antennes émettrices (110), un ou plusieurs antennes réceptrices (120, 130). Lesdites antennes doivent respecter une certaine distance d'éloignement (160) les uns des autres. Cette exigence est lié à la présence de composantes non utile (bruit) à la détection dans les diagrammes de rayonnement chaque antenne comme montré dans la figure 2. Dans les standards il est exigé une distance normale égale à  $\lambda/2$  ( $\lambda$  est la longueur d'onde) pour le découplage électromagnétique entre deux antennes adjacentes.

Selon un mode de réalisation préféré, un dispositif de découplage électromagnétique est présenté dans la figure 3 composé de trois plan (301, 302, 303) assemblés en forme de triangle pour constituer un seul composant (300). Chaque plan est constitué dans assemblage de micro-résonateurs (310) dont le nombre est en fonction de la taille des antennes et en fonction des gammes de puissance rayonnée par les antennes.

Dans un fonctionnement sans découplage électromagnétique selon l'art antérieur de la figure 1, les diagrammes de rayonnement de chaque antenne tel que représenté dans la figure 2 montre un chevauchement important entre les lobes secondaires des antennes adjacentes comme le montre la zone (172) du diagramme.

L'effet de la présence du dispositif (300) est visible au niveau des nouveaux diagrammes de rayonnement des antennes tel que montré dans la figure 5. Les lobes secondaires de droite et de

gauche ont été complètement réduit de manière à ce qu'il n'y ait plus de chevauchement avec les lobes secondaires des antennes adjacentes (ex. 212 et 232).

Selon un aspect de l'invention, la structure du dispositif (300) de découplage électromagnétique permet de régler deux problèmes à la fois. Le premier concerne la distance exigée entre deux antennes adjacentes qui est égale à  $\lambda/2$  ( $\lambda$  est la longueur d'onde) pour assurer un bon fonctionnement. Selon l'invention cette condition n'est plus nécessaire vue que les diagrammes de rayonnement des antennes adjacentes ne se chevauchent plus.

Le deuxième problème réglé par concerne l'élimination à la fois de deux types de couplage à savoir le couplage guidé à travers le diélectrique et le couplage rayonné.

10 Selon l'invention le couplage guidé est éliminé par le plan (301) du dispositif (300) qui est le plan de base perpendiculaire à l'axe (115) du lobe principal (111). Le composant (301) permet l'absorption du rayonnement guidé qui se fait à travers le diélectrique (140).

Le couplage rayonné est éliminé par les deux plans (302, 303) grâce une disposition soigneusement calculer pour permettre une élimination total de se rayonnement. En effet selon 15 l'invention un angle est formé entre le plan d'une quelconque des faces (301, 302) et le plan de la base de la structure pyramidale (300) formant l'absorbant électromagnétique, lequel angle est inférieur ou égale à l'angle obtenue entre l'axe (115, 135) du lobe principale (111, 131) et l'axe (116, 136) du lobe secondaire (112, 132) du diagramme de rayonnement de l'antenne juxtaposée à ladite face triangulaire formant la structure pyramidale (300).

20 Selon un aspect particulier de l'invention, le dispositif de découplage (300) est à base de méta-matériau. Le choix de ce type de matériaux permet d'obtenir des absorbants ultras fins et ainsi faciliter la conception du dispositif de découplage (300) particulièrement sa miniaturisation et son intégration.

25 Dans un autre aspect, l'invention se rapporte à une méthode de calibration du système pour la détection des obstacles et des distances des objets à réflexion électromagnétique caractérisée en ce que le dispositif de calibration est basé sur un exemple non limitatif d'utilisation d'un Meta-radar multistatique, ledit Meta-radar est composé d'un dispositif d'émission radio

- fréquence couplé à une antenne d'émission, d'un dispositif de réception radio fréquence couplé à une antenne de réception positionnée au même plan que ladite antenne d'émission, d'un dispositif de découplage radio fréquence entre lesdites antennes, d'une unité de traitement de signal et d'un bloc d'alimentation, d'un premier obstacle de calibration (500) ayant une dimension supérieur à la distance de séparation entre ladite antenne d'émission (110) et la dite antenne de réception (120), d'un deuxième obstacle de calibration (600) ayant dimension supérieur à la distance de séparation entre ladite antenne d'émission (110) et la dite antenne de réception (120), lequel deuxième obstacle (600) est positionné à une distance (601) variable entre le plan desdites antennes et le plan dudit premier obstacle de calibration (500).
- 5
- 10 Ladite méthode de calibration pour la détection des obstacles et des distances des objets à réflexion électromagnétique, est basée sur trois étapes :
- la première étape de ladite méthode consiste en ce que ladite antenne d'émission émet un signal radio fréquence envers ledit premier obstacle qui est positionné une à distance connue (501) par rapport au plan de ladite antenne d'émission laquelle distance est appelée distance de référence, et qu'une antenne de réception (450) est placée sur le plan dudit premier obstacle, ladite antenne de réception est liée à un dispositif de réception radio fréquence (440), dans lequel une valeur de grandeur de puissance radio fréquence reçue est déterminée. La moitié de la de ladite puissance est considérée comme la puissance de référence (Pref) liée à la détection dudit premier obstacle.
  - 15
  - 20 - La deuxième étape de ladite méthode consiste en ce que ladite antenne d'émission émet un signal radio fréquence envers ledit deuxième obstacle (600), lequel obstacle est positionné à une distance connue (601) entre le plan de ladite antenne d'émission et le plan dudit premier obstacle et qu'une antenne de réception (130) est positionnée sur le même plan de ladite antenne d'émission, laquelle antenne de réception est espacée de la première antenne par une distance qui peut atteindre des valeurs égale ou inférieure à la moitié de la longueur d'onde radio fréquence émise ( $\lambda/2$ ) et qu'un dispositif de découplage radio fréquence (300) est placé
  - 25
  - entre les deux dites antennes, et que ladite antenne de réception (130) est liée à un dispositif de réception radio fréquence (430) dans lequel une valeur de grandeur de puissance radio



fréquence reçue ( $P_r$ ) est déterminée, ladite puissance est considérée comme la puissance relative à la détection dudit deuxième obstacle de calibration.

- La troisième étape de ladite méthode consiste en la reproduction de la deuxième étape avec un nombre prédéterminé d'itération ( $N$ ) et que pour chaque itération, une variation est opérée de la distance ( $D$ ) de séparation qui est représentée par la distance (601) séparant le plan des deux antennes et la plan de l'obstacle de calibration (600). Pour chaque itération ladite puissance de détection dudit deuxième obstacle de calibration est enregistrée au sein de l'unité de traitement du signal (500') et qu'après écoulement de l'ensemble des itérations, une première abaque est déterminée (abaque 1- figure 8), laquelle abaque renseignera pour chaque nouvelle position dudit deuxième obstacle, le rapport des puissances entre ladite puissance reçue ( $P_r$ ) et la dite puissance de référence ( $P_{ref}$ ). Une deuxième abaque (Abaque 2- Figure 8) est déterminée, laquelle abaque renseignera sur la dite distance de séparation ( $D$ ) en fonction dudit rapport des puissances.

Une application potentielle, non limitative, dudit dispositif de la présente invention concerne la gestion de parking intelligent.

Une deuxième application potentielle dudit dispositif est son utilisation comme radar de recul pour véhicules.

**Revendications :**

1. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique comprenant au moins un dispositif d'émission radio fréquence, au moins un dispositif de réception radio fréquence, une unité de traitement des signaux et un bloc d'alimentation électrique, **caractérisé en ce qu'** un dispositif (300) de découplage électromagnétique est placé entre chaque couple d'antenne émettrice (110) /antenne réceptrice adjacente (120, 130), ledit dispositif ayant une forme pyramidale constitué d'une base (301) pour éliminer le couplage guidé et d'au moins deux faces planaires (302, 303) pour éliminer le couplage rayonné où un angle est formé entre le plan d'une quelconque face et le plan de la base de la structure pyramidale (300) formant l'absorbant électromagnétique, lequel angle est inférieure ou égale à l'angle obtenue entre l'axe (115, 135) du lobe principale (111, 131) et l'axe (116, 136) du lobe secondaire (112, 132) du diagramme de rayonnement de l'antenne juxtaposée à ladite face planaire formant la structure pyramidale (300).
2. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le dispositif (300) de découplage électromagnétique est un absorbant électromagnétique constitué d'une base (301) et d'au moins deux faces planaires (302, 303) ladite base (301) et lesdites faces (302, 303) sont constituées de matrices (340) de micro-résonateurs à base de méta-matériau.
3. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon les revendications 1 et 2 **caractérisé en ce que** les antennes d'émission sont espacés de leurs adjacents antennes de réception par une distance inférieure ou égale la moitié de la longueur d'onde radio fréquence émise ou reçue, sans qu'un couplage radiofréquence puisse s'établir entre lesdites antennes.
4. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon les revendications 1et 2 **caractérisé en ce que** chaque face de l'absorbant Meta matériau électromagnétique (300) est constituée d'une structure en couche

composée d'une première couche de métallisation (311), d'une couche de matériau diélectrique, magnétique ou Magnéto-diélectrique (313) et d'une deuxième couche de métallisation (314).

5. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** la première couche de métallisation d'une quelconque face de l'absorbant Meta matériau électromagnétique (300) est constituée d'une matrice planaire de résonateurs électromagnétiques identiques (340), où chaque résonateur (310) est sous la forme d'un motif métallique micro-ruban composé d'un micro résonateur électrique (312) et d'un micro résonateur magnétique (311). Lequel micro résonateur électrique est sensible aux vecteurs de champs électrique et lequel micro résonateur magnétique est sensible aux vecteurs de champ magnétique.
6. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon les revendications de 1 à 5, **caractérisé en ce que** la détection des obstacles et des distances se fait en mode différentiel.
7. Radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des d'objets à réflexion électromagnétique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le mode différentiel repose sur la comparaison du rapport de puissance relatif à la présence d'un obstacle formant l'objet à détecter ( $P_r$ ), et les des puissances de référence ( $P_{ref}$ ) préalablement enregistrées au sein de l'unité de traitement.
8. Méthode de calibration d'un radar multistatique pour la détection des obstacles et des distances des objets à réflexion électromagnétique basée sur un exemple non limitatif d'utilisation d'un Meta-radar multistatique, ledit Meta-radar est composé d'un dispositif d'émission radio fréquence couplé à une antenne d'émission, d'un dispositif de réception radio fréquence couplé à une antenne de réception positionnée au même plan que ladite antenne d'émission, d'un dispositif de découplage radio fréquence entre lesdites antennes, d'une unité de traitement de signal et d'un bloc d'alimentation, **caractérisée en ce qu'un premier obstacle de**

calibration (500) ayant une dimension supérieur à la distance de séparation entre ladite antenne d'émission (110) et la dite antenne de réception (120) est placé à une distance (501) par rapport au plan des antennes (110) et (120), et en ce que un deuxième obstacle de calibration (600) ayant dimension supérieur à la distance de séparation entre ladite antenne d'émission (110) et la dite antenne de réception (120) est positionné à une distance (D) variable entre le plan desdites antennes et le plan dudit premier obstacle de calibration (500), ladite méthode est basée sur les étapes suivantes :

- la première étape de ladite méthode consiste en ce que ladite antenne d'émission émet un signal radio fréquence envers ledit premier obstacle qui est positionné une à distance connue (501) par rapport au plan de ladite antenne d'émission laquelle distance est appelée distance de référence, et qu'une antenne de réception (450) est placée sur le plan dudit premier obstacle, ladite antenne de réception est liée à un dispositif de réception radio fréquence (440), dans lequel une valeur de grandeur de puissance radio fréquence reçue est déterminée. La moitié de la de ladite puissance est considérée comme la puissance de référence ( $P_{ref}$ ) liée à la détection dudit premier obstacle.
- La deuxième étape de ladite méthode consiste en ce que ladite antenne d'émission émet un signal radio fréquence envers ledit deuxième obstacle (600), lequel obstacle est positionné à une distance connue (601) entre le plan de ladite antenne d'émission et le plan dudit premier obstacle et qu'une antenne de réception (130) est positionnée sur le même plan de ladite antenne d'émission, laquelle antenne de réception est espacée de la première antenne par une distance qui peut atteindre des valeurs égale ou inférieure à la moitié de la longueur d'onde radio fréquence émise ( $\lambda/2$ ) et qu'un dispositif de découplage radio fréquence (300) est placé entre les deux dites antennes, et que ladite antenne de réception (130) est liée à un dispositif de réception radio fréquence (430) dans lequel une valeur de grandeur de puissance radio fréquence reçue ( $P_r$ ) est déterminée, ladite puissance est considérée comme la puissance relative à la détection dudit deuxième obstacle de calibration.
- La troisième étape de ladite méthode consiste en la reproduction de la deuxième étape avec un nombre prédéterminé d'itération (N) et que pour chaque itération, une variation est opérée de la distance (D) de séparation qui est représentée par la distance (601) séparant le plan des deux

antennes et la plan de l'obstacle de calibration (600). Pour chaque itération ladite puissance de détection dudit deuxième obstacle de calibration est enregistrée au sein de l'unité de traitement du signal (500') et qu'après écoulement de l'ensemble des itérations, une première abaque 1 est déterminée, laquelle abaque renseignera pour chaque nouvelle position dudit deuxième obstacle, le rapport des puissances entre ladite puissance reçu (Pr) et la dite puissance de référence (Pref). Une deuxième abaque 2 est déterminée, laquelle abaque renseignera sur la dite distance de séparation (D) en fonction dudit rapport des puissances.

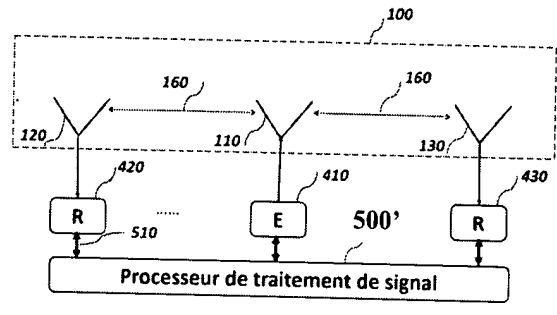


Figure 1

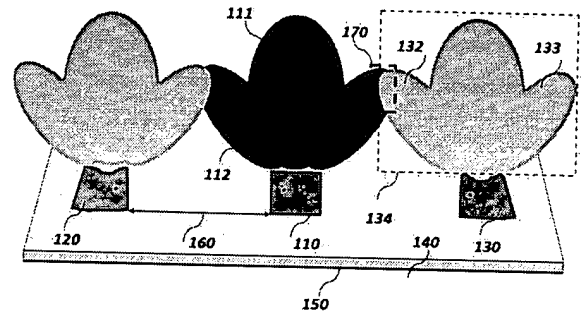


Figure 2

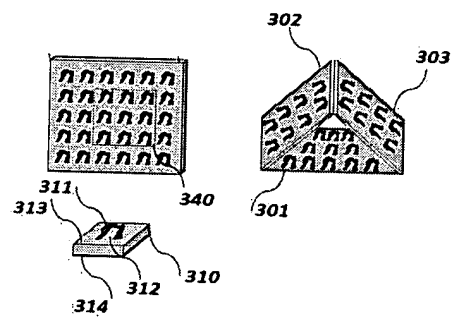


Figure 3

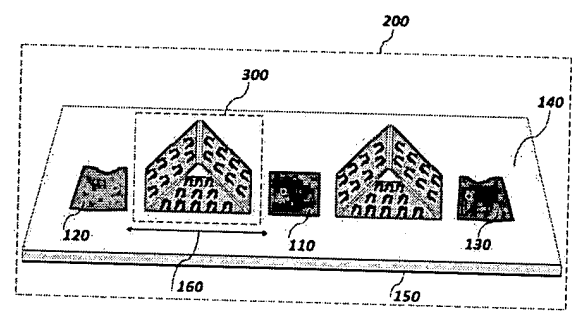


Figure 4

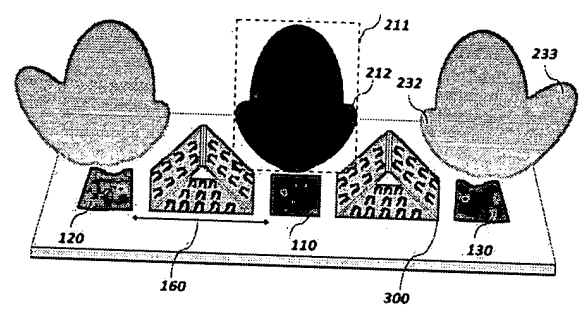


Figure 5

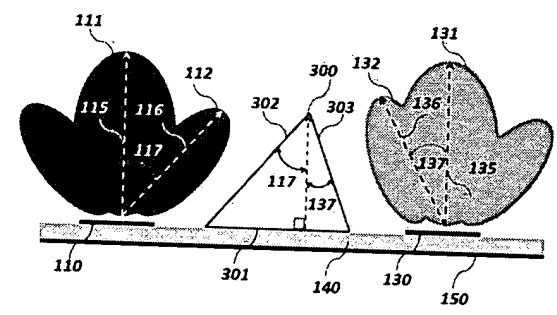


Figure 6

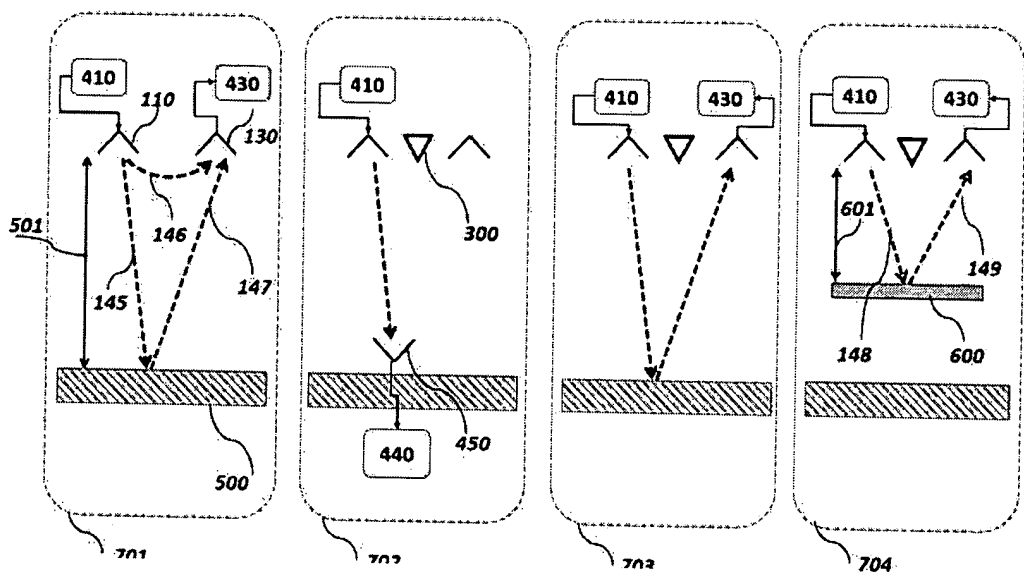


Figure 7

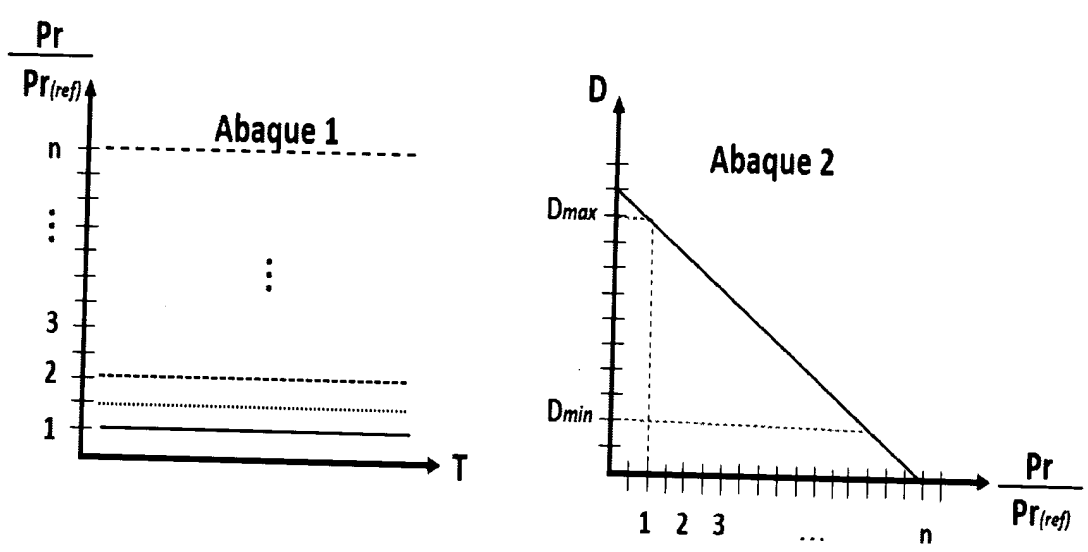


Figure 8



**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 : 39392	Date de dépôt : 18/10/2016
Déposant : EMSI RABAT; GRIGUER HAFID; AIBOUD YOUSSEF; BENLEZAAR MONCEF; EL MISSAOUI MBAREK and RHOUNI MARWANE	
Intitulé de l'invention : RADAR MULTISTATIQUE A BASE DE META-MATERIAU ET SA METHODE DE CALIBRATION POUR LA DETECTION D'OBSTACLES ET DE DISTANCES DES OBJETS A REFLEXION ELECTROMAGNETIQUE	
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: I. Oubiyi	Date d'établissement du rapport : 17/02/2017
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  
7 Pages
- Revendications  
8
- Planches de dessin  
2 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

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

CIB : G01S 13/08, G01S 13/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

**EPOQUE, Orbit**

<b>Catégorie*</b>	<b>Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</b>	<b>N° des revendications visées</b>
A	US7199750B2 ; 03-04-2007 ; Bbn Technologies Corp.	1-8
A	US7589665 ; 15-09-2009 ; Siemens Aktiengesellschaft	1-8
A	WO2004042419A2 ; 21-05-2004 ; Siemens Aktiengesellschaft	1-8

**\*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 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-8	Oui
	Revendications aucune	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-8	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 : US7199750B2

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1-8. Par conséquent, l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Activité inventive (AI) :**

Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue (voir D1, revendication 1, fig. 2-4) un radar multistatique pour la détection d'obstacles et de distance des objets à réflexion électromagnétiques comprenant :

- Au moins un dispositif d'émission (100) ;
- Plusieurs dispositifs de réception (110, 120, 130) ;
- Une station centrale de contrôle des différents émetteurs/récepteurs, de collecte et traitement des données ;

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce qu'il dispose d'un dispositif de découplage électromagnétique est placé entre chaque couple d'antenne émettrice/réceptrice adjacente, ledit dispositif ayant une forme pyramidale.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait d'éliminer les deux types de couplage à savoir le couplage guidé à travers le diélectrique et le couplage rayonné.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme étant celui de réduire les chevauchements entre les lobes secondaires des antennes adjacentes.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 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 concernant l'activité inventive.

Les revendications 2-7 dépendent de la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc également, en tant que telles, aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement s'applique, en tenant compte des différences, à l'objet de la revendication indépendante 8 qui est donc considéré comme inventif et satisfait aux dispositions de l'article 28 de la même loi.

### **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.