



(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38891 A1** (51) Cl. internationale : **G01N 22/00**

(43) Date de publication :
29.09.2017

(21) N° Dépôt :
38891

(22) Date de Dépôt :
07.03.2016

(71) Demandeur(s) :
UNIVERSITÉ MOHAMMED V, Angle avenue Allal El Fassi et Mfadel Cherkaoui, Airfane 8007.N.U, Rabat Rabat-Chellah (MA)

(72) Inventeur(s) :
Ammor hassan ; Elmajid Hassan ; Terhzaz jaouad

(74) Mandataire :
ZAOUI FATIMA

(54) Titre : **Développement d'une méthode originale de caractérisation diélectrique et magnétique des matériaux diélectriques pour les applications en microonde**

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de mesure des paramètres S d'un guide d'onde rectangulaire WR62 chargé par un échantillon diélectrique en bande Ku. Une nouvelle méthode est développée basée sur l'utilisation d'une matrice de transmission (ABCD) combiné avec un algorithme d'optimisation pour déterminer la permittivité complexe et la perméabilité complexe des matériaux diélectriques en bande Ku. Les paramètres S du guide d'onde rectangulaire chargé par un échantillon de matériau usiné d'une manière précise sont mesurés par l'analyseur de réseaux E8634A. Les paramètres S sont calculés en fonction de la permittivité complexe et de la perméabilité complexe, en se basant sur de la matrice de transmission (ABCD). L'utilisation de l'algorithme d'optimisation non linéaire basé la méthode Nelder-Mead en utilisant la fonction d'optimisation Fminsearch implémentée sur MATLAB a pour but de minimiser les erreurs entre les paramètres S mesurés et ceux calculés. La méthode présentée vise à caractériser des matériaux diélectriques afin de déterminer avec précision la permittivité diélectrique complexe et la perméabilité magnétique complexe d'un tel matériau sur une large gamme de fréquences pour des applications en microonde.

ABREGE DU CONTENU TECHNIQUE DE L'INVENTION

L'invention concerne un dispositif de mesure des paramètres S d'un guide d'onde rectangulaire WR62 chargé par un échantillon diélectrique en bande Ku.

Une nouvelle méthode est développée basée sur l'utilisation d'une matrice de transmission (ABCD) combiné avec un algorithme d'optimisation pour déterminer la permittivité complexe et la perméabilité complexe des matériaux diélectriques en bande Ku.

Les paramètres S du guide d'onde rectangulaire chargé par un échantillon de matériau usiné d'une manière précise sont mesurés par l'analyseur de réseaux E8634A.

Les paramètres S sont calculés en fonction de la permittivité complexe et de la perméabilité complexe, en se basant sur de la matrice de transmission (ABCD).

L'utilisation de l'algorithme d'optimisation non linéaire basé la méthode Nelder-Mead en utilisant la fonction d'optimisation Fminsearch implémentée sur MATLAB a pour but de minimiser les erreurs entre les paramètres S mesurés et ceux calculés.

La méthode présentée vise à caractériser des matériaux diélectriques afin de déterminer avec précision la permittivité diélectrique complexe et la perméabilité magnétique complexe d'un tel matériau sur une large gamme de fréquences pour des applications en microonde.

Titre : Développement d'une méthode originale de caractérisation diélectrique et magnétique des matériaux diélectriques pour les applications en microonde

DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention concerne la réalisation d'un dispositif de mesure qui permet de mesurer des paramètres S_{ij} en bande Ku pour déterminer les propriétés diélectriques et magnétiques des matériaux par une méthode originale que nous avons développée. Cette méthode est basée sur la matrice de transmission ABCD qui permet d'analyser les discontinuités créées par échantillons de matériau placé dans un guide d'onde rectangulaire afin de calculer les paramètres S_{ij} au plan de référence. Pour déterminer la permittivité complexe et la perméabilité complexe des matériaux diélectriques, la matrice ABCD est combinée avec une méthode d'optimisation itérative, qui cherche à minimiser l'erreur entre les paramètres S_{ij} calculés et S_{ij} mesurés à l'aide de l'analyseur de réseaux E8634A. La méthode développée a des avantages tels que la rapidité, les valeurs des permittivités diélectriques et des perméabilités magnétiques sont plus exactes et la convergence des calculs est meilleure.

La permittivité complexe et la perméabilité complexe sont des propriétés essentielles des matériaux donc leurs déterminations sont très importantes pour les applications industrielles en microonde.

Diverses techniques de micro-ondes, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients sont introduites pour déterminer les propriétés électriques des matériaux. Il s'agit notamment des techniques résonateurs de cavité et les techniques de la ligne de transmission ou de guide d'onde. Les méthodes d'espace libre sont utilisées lorsque le matériel est disponible sous une grande forme. La technique de mesure de la cavité de résonance est plus précise, mais l'inconvénient de cette technique est qu'elle est à bande étroite.

La présente invention a pour but de remédier ces inconvénients en déterminant la permittivité complexe et la perméabilité complexe d'un matériau sur une large bande de fréquences, en utilisant un guide d'onde rectangulaire en bande Ku.

L'idée originale était de réaliser un dispositif de mesure des paramètres S_{ij} d'une cellule de mesure sous forme d'un guide d'onde rectangulaire en bande Ku chargé par un matériau diélectrique.

La présente invention est de développer une nouvelle technique afin de déterminer la permittivité complexe et la perméabilité complexe d'un matériau placé dans un guide d'onde rectangulaire en transmission/réflexion. Cette technique est basée sur l'utilisation de la méthode de matrice de transmission (ABCD) combinée avec une fonction d'optimisation sur MATLAB.

L'invention vise à mesurer avec précision la permittivité diélectrique et la perméabilité magnétique complexes d'un tel matériau sur une large gamme de fréquences.

Le principe de la méthode est basé sur le calcul des paramètres de la matrice de transmission ABCD de guide d'onde rectangulaire chargé par un échantillon diélectrique présenté dans la figure 2.

La théorie des équations différentielles nous a permis de déterminer les variations en z de la tension et du courant le long d'une ligne de transmission (figure1), donc la forme générale des équations du courant et de tension pour une ligne de transmission est écrite comme suit :

$$V(z) = V_+ e^{-\gamma z} + V_- e^{+\gamma z} \quad (1)$$

$$I(z) = Y(V_+ e^{-\gamma z} - V_- e^{+\gamma z}) \quad (2)$$

Considérons donc maintenant un tronçon de ligne de longueur L (figure 1). Conformément à l'usage le plus répandu, on fait coïncider l'origine de l'axe des abscisses, avec l'extrémité émettrice de la ligne. Le tronçon de ligne peut donc être considéré comme un quadripôle; les conventions de signe utilisées pour les tensions et les courants aux deux accès sont celles classiques en théorie des circuits de Kirchhoff. En appliquant les conditions aux limites d'où les relations dans l'équation (1) et (2) sont satisfaites aux deux accès.

Accès 1 :

$$V_1 = V(0) = V_+ + V_- \quad (3)$$

$$I_1 = I(0) = Y(V_+ - V_-) \quad (4)$$

Accès 2 :

$$V_2 = V(L) = V_+ e^{-\gamma L} + V_- e^{+\gamma L} \quad (5)$$

$$I_2 = I(L) = -Y(V_+ e^{-\gamma L} - V_- e^{+\gamma L}) \quad (6)$$

Notre objectif est d'obtenir une vision quadripolaire du tronçon de ligne de longueur (L). Les équations (3), (4), (5) et (6) font intervenir deux paramètres V_+ et V_- .

Pour définir la matrice de transmission, nous devons exprimer (V_1, I_1) en fonction de ($V_2, -I_2$).

La résolution des équations (5) et (6) permet d'obtenir les relations suivantes:

$$V_+ = \frac{1}{2}(V_2 - Z I_2) e^{+\gamma L} \quad (7)$$

$$V_- = \frac{1}{2}(V_2 + Z I_2) e^{-\gamma L} \quad (8)$$

Utilisant les relations précédentes (7) et (8), dans (3) et (4), ces relations se modifient de la façon suivante:

$$V_1 = V_+ + V_- = \frac{1}{2}(V_2 - Z I_2) e^{+\gamma L} + \frac{1}{2}(V_2 + Z I_2) e^{-\gamma L}$$

Soit :

$$V_1 = \frac{e^{+\gamma L} + e^{-\gamma L}}{2} V_2 + Z \frac{e^{+\gamma L} - e^{-\gamma L}}{2} (-I_2) \quad (9)$$

$$I_1 = Y(V_+ - V_-) = \frac{1}{2}(V_2 - Z I_2) e^{+\gamma L} - \frac{1}{2}(V_2 + Z I_2) e^{-\gamma L}$$

Soit :

$$I_1 = Y \frac{e^{+\gamma L} - e^{-\gamma L}}{2} V_2 + \frac{e^{+\gamma L} + e^{-\gamma L}}{2} (-I_2) \quad (10)$$

Avec le formalisme matriciel, les vecteurs colonnes et en utilisant les relations de définition des fonctions hyperboliques, les relations (9) et (10) peuvent se mettre sous la forme:

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma L) & Z \sinh(\gamma L) \\ \sinh(\gamma L) / Z & \cosh(\gamma L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

La matrice (2 × 2) définie par la relation (11) est la matrice de transmission (ABCD) du tronçon de ligne de longueur L.

Le déterminant de cette matrice: $\Delta = \cosh^2(\gamma L) - \sinh^2(\gamma L) = 1$ indiquant que le quadripôle (longueur de ligne de transmission) est réciproque.

En supposant que seul le mode TE₁₀ dominant se propage dans le guide d'onde chargé (figure 2), la formulation des Paramètres S peut être exprimée en termes d'épaisseur de matériau d'échantillon (L) et la permittivité ϵ_r inconnue et la perméabilité μ_r inconnue en utilisant la matrice de transmission ABCD comme suit :

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma L) & Z \sinh(\gamma L) \\ \sinh(\gamma L) / Z & \cosh(\gamma L) \end{bmatrix} \quad (12)$$

Où γ , Z and Z_0 sont respectivement la constante de propagation, l'impédance d'onde de matériau et l'impédance de guide d'onde dans le vide sont exprimés comme:

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 - \omega^2 \mu_r^* \epsilon_r^*} \quad (13)$$

$$Z = \frac{j\omega\mu}{\gamma} \quad (14)$$

$$Z_0 = \frac{j\omega\mu_0}{\gamma_0} \quad (15)$$

Avec (a) est la dimension appropriée (maximum) de section transversale du guide d'onde, (ϵ_r^*) et (μ_r^*) sont respectivement la permittivité relative complexe et perméabilité relative complexe du matériau et ω est la pulsation.

Les paramètres ABCD peuvent être directement convertis en paramètres S en utilisant les équations suivantes:

$$S_{11} = \left(\frac{A+B/Z_0-CZ_0-D}{X} \right) \quad (16)$$

$$S_{12} = \left(\frac{2(AD-CB)}{X} \right) \quad (17)$$

$$S_{21} = \left(\frac{2}{X} \right) \quad (18)$$

$$S_{22} = \left(\frac{-A+B/Z_0-CZ_0+D}{X} \right) \quad (19)$$

$$X = (A + B/Z_0 + CZ_0 + D) \quad (20)$$

La complexité des relations liant les paramètres S_{ij} à la permittivité complexe et perméabilité complexe ne permet pas une détermination analytique de ces dernières. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre une méthode numérique itérative pour déterminer la permittivité complexe et perméabilité complexe. Dans cette invention, nous proposons de combiner une technique d'optimisation implémentée sur MATLAB sous nom de « Fminsearch », qui est basée sur la méthode de Nelder-Mead. C'est une méthode numérique heuristique qui cherche à minimiser une fonction continue dans un espace à plusieurs dimensions.

La technique d'optimisation Fminsearch cherche le minimum d'une fonction scalaire de plusieurs variables à partir d'une estimation initiale de la permittivité complexe ($\epsilon_r'=1.6$, $\epsilon_r''=0.001$) et de la perméabilité complexe ($\mu_r'=0.6$, $\mu_r''=0.001$) avec des paramètres d'optimisation en utilisant un nombre maximal d'évaluations de la fonction = 1000, et la tolérance de terminaison sur la valeur de la fonction = 10^{-08} , afin de déterminer avec précision la permittivité complexe et la perméabilité complexe d'un matériau diélectrique en minimisant l'erreur entre les paramètres S_{ij}^m mesurés et S_{ij}^c calculés. La fonction d'erreur que nous voulons minimiser est écrite comme suit:

$$F(\epsilon_r', \epsilon_r'', \mu_r', \mu_r'') = \sum_{i,j=1,2} ((\text{Réal}(S_{ij}^c - S_{ij}^m))^2 + (\text{Imag}(S_{ij}^c - S_{ij}^m))^2) \quad (21)$$

Avec $S_{ij} = S_{ij}(\epsilon_r', \epsilon_r'', \mu_r', \mu_r'')$

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux figures annexées sur lesquelles :

- La figure 1 illustre un tronçon de ligne de transmission.
- La figure 2 illustre un guide d'onde rectangulaire chargé par un échantillon diélectrique
- La figure 3 dispositif de mesure en transmission/réflexion.
 - (a) Vue détaillée du dispositif de mesure en transmission/réflexion
 - (b) Photographie du dispositif de mesure en transmission/réflexion
- La figure 4 représente un guide d'onde rectangulaire en bande Ku lié par des connecteurs SMA à l'analyseur de réseaux.
- La figure 5 représente les paramètres S mesurés et calculées du Téflon.
- La figure 6 représente l'évolution de la partie réelle de la permittivité complexe des matériaux en bande Ku.
- La figure 7 représente l'évolution de la partie imaginaire de la permittivité complexe des matériaux en bande Ku.
- La figure 8 représente l'évolution de la partie réelle de la perméabilité complexe des matériaux en bande Ku.
- La figure 9 représente l'évolution de la partie imaginaire de la perméabilité complexe des matériaux en bande Ku.
- Tableau 1 montre la moyenne de la Permittivité relative complexe et le pourcentage moyen d'erreur sur les parties réelles et imaginaires de la permittivité relative complexe en bande Ku.

- Tableau 2 montre la moyenne de la Perméabilité relative complexe et le pourcentage moyen d'erreur sur les parties réelles et imaginaires de la perméabilité relative complexe en bande Ku.

En référence à la figure 4, La mesure des paramètres S de la cellule de mesure est réalisée à l'aide du dispositif de mesure représenté sur cette figure. La cellule de mesure est un tronçon de guide d'onde rectangulaire en bande Ku [12-18] GHz avec les dimensions ($a=15.8\text{mm}$, $b=7.9\text{mm}$ et $L=6.7\text{mm}$). Ce tronçon de guide d'onde est le porte-échantillon du matériau à caractériser. Deux autres guides d'onde de longueur 12cm permettent d'éloigner les transitions coaxiales-guides de la cellule de mesure pour assurer la propagation que de mode TE_{10} .

La figure 5 représente les paramètres S calculés et mesurés d'un guide d'onde rectangulaire chargé par un échantillon de Téflon ($\epsilon_r'=2.08$, $\epsilon_r''=0.002$) et ($\mu_r'=1.00$, $\mu_r''=0.001$), les paramètres S sont calculés en utilisant la méthode présentée et l'autre mesurés à l'aide de l'analyseur de réseaux E8634A. Nous constatons à partir de ces résultats qu'il ya un bon accord entre les paramètres S calculés et mesurés.

Les figures 6 et 7 illustrent la variation de la permittivité complexe sur la bande Ku. Nous remarquons que la partie réelle (ϵ_r') est très stable sur la gamme de fréquence et à proximité de la valeur moyenne citée dans la littérature (tableau 1).

Les figures 8 et 9 représentent la variation de la perméabilité complexe sur la bande Ku. D'après les résultats obtenus nous constatons que la partie réelle (μ_r') est très stable sur la gamme de fréquence et à proximité de la valeur moyenne citée dans la littérature (tableau 2).

Les résultats obtenus dans les figures 6, 7, 8 et 9 indiquent que la méthode proposée dans ce brevet a une très bonne performance pour l'extraction de la permittivité complexe et la perméabilité complexe.

Le tableau 1 montre que l'erreur dans la partie réelle de la permittivité relative complexe est faible (moins de 0,8 %), mais dans la partie imaginaire peut être importante (à moins de 7,25%) pour les matériaux proposés.

Le tableau 2 montre que l'erreur dans la partie réelle de la perméabilité relative complexe peut être (à moins de 3,18%) ce qui explique la performance de la méthode développée.

REVENDEICATIONS

1. La méthode développée a des avantages tels que la rapidité, les valeurs des permittivités diélectriques et des perméabilités magnétiques sont plus exactes et la convergence des calculs est meilleure.
2. La méthode selon la revendication 1 permet de calculer les paramètres S d'un guide d'onde rectangulaire.
3. La méthode selon la revendication 2, combinée avec une méthode d'optimisation sur MATLAB en minimisant les erreurs entre les paramètres S calculés et ceux mesurés.
4. La méthode selon revendication 3, permet de déterminer la permittivité complexe et la perméabilité complexe des matériaux diélectriques.
5. La cellule de mesure utilisée est un tronçon de guide d'onde rectangulaire WR62 avec des dimensions: ($a=15.8\text{mm}$, $b=7.9\text{mm}$ et $L=6.7\text{mm}$).
6. La cellule selon la revendication 5 caractérisée par deux transitions coaxiales-guides assurent le passage du mode de propagation TEM au mode de propagation TE_{10} (Transverse Electrique : guide rectangulaire)
7. La cellule selon la revendication 6 les deux transitions sont connectées par l'intermédiaire d'un câble coaxial à l'analyseur de réseaux vectoriel E8634A afin de mesurer les coefficients de transmissions et de réflexions.
8. La cellule selon la revendication 7 caractérisée par un échantillon de matériau usiné d'une manière précise afin de minimiser l'effet de l'interstice entre les parois conductrices et le matériau.

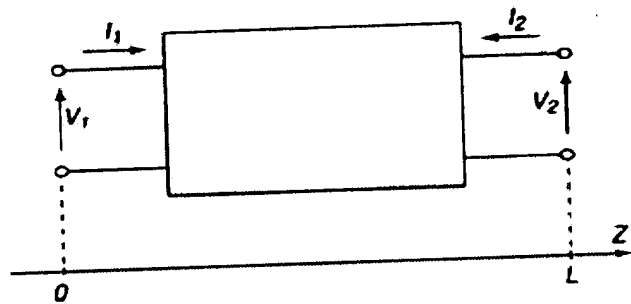


Figure 1

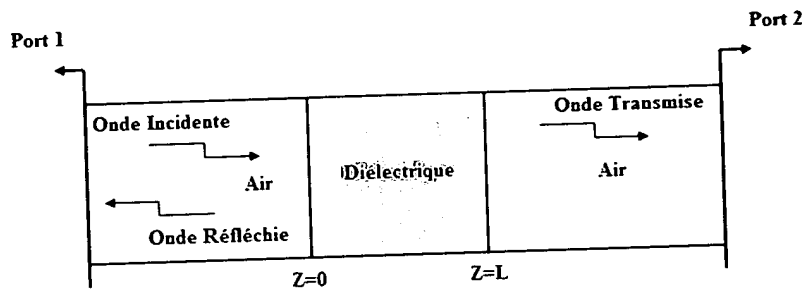
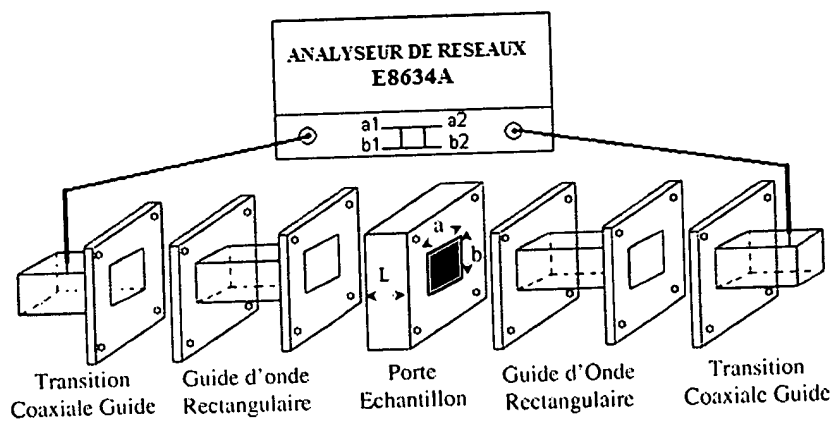


Figure 2



($a=15.8\text{mm}$, $b=7.9\text{mm}$ et $L=6.7\text{mm}$)

Figure 3(a)

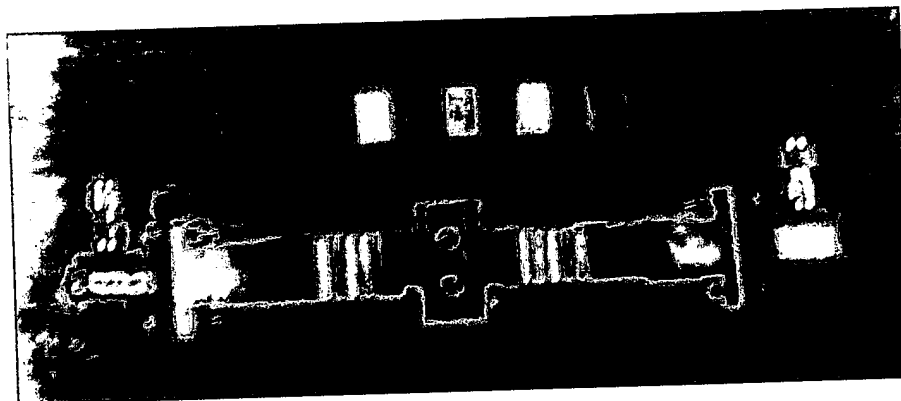


Figure 3(b)

Figure 3

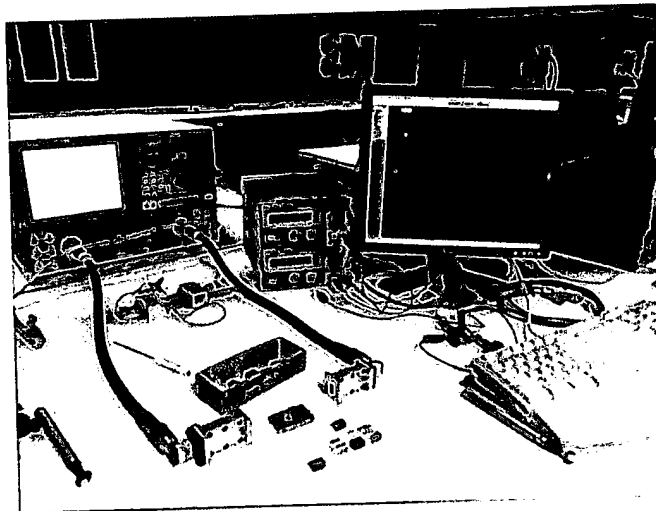


Figure 4

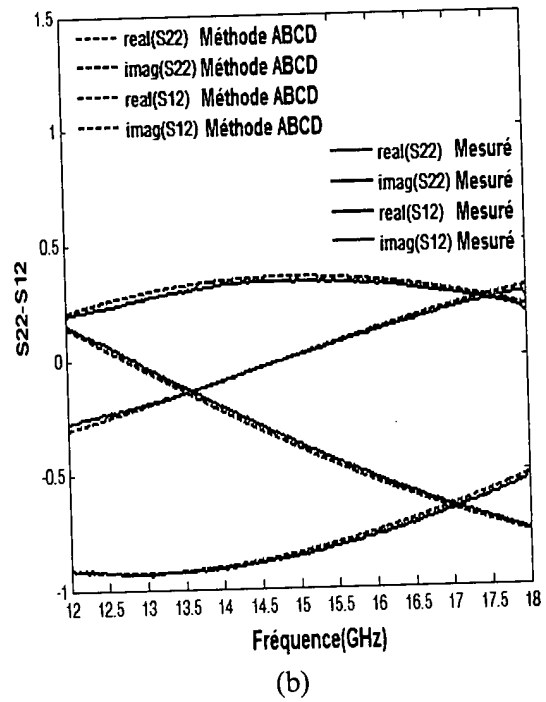
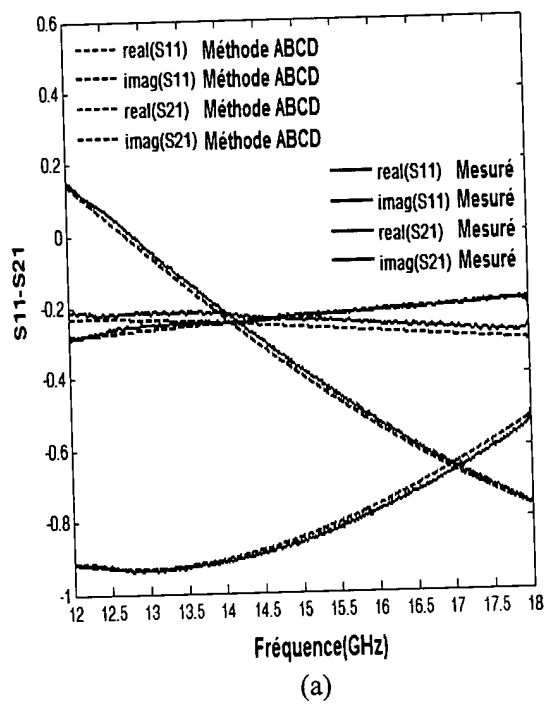


Figure 5

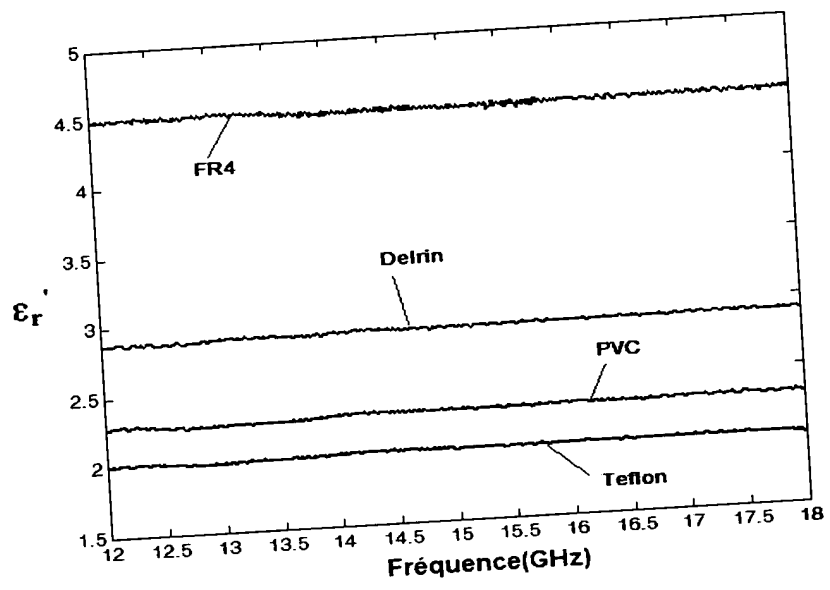


Figure 6

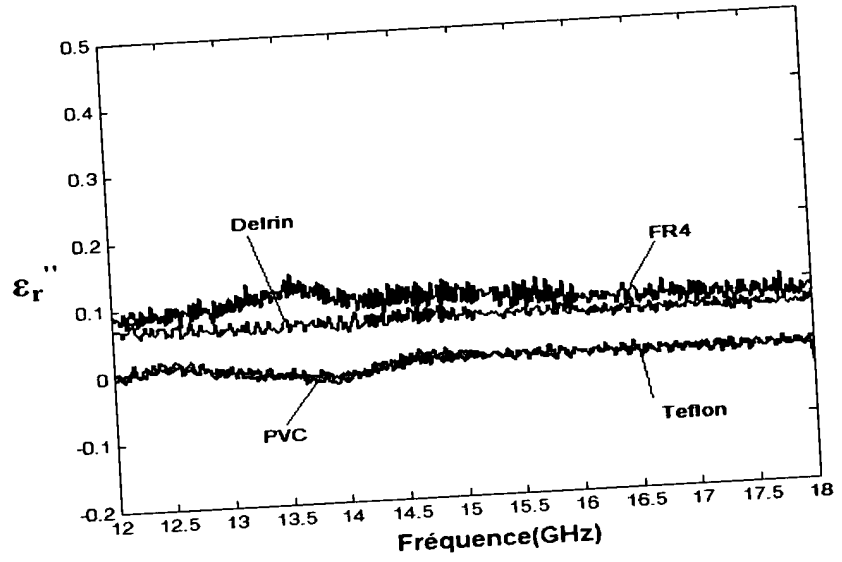


Figure 7

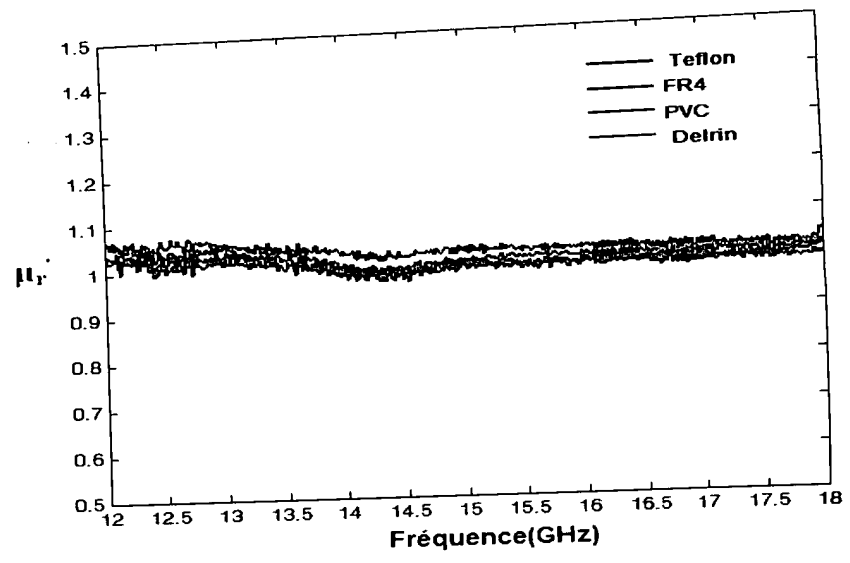


Figure 8

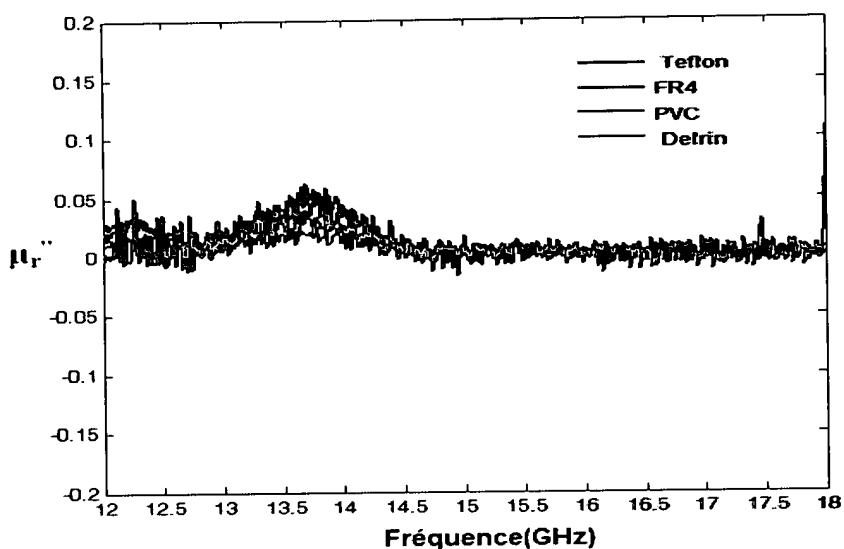


Figure 9

Tableau 1

Matériaux	$\langle \epsilon_r^* \rangle$		$\langle \% \text{Erreur } \epsilon_r' \rangle$	$\langle \% \text{Erreur } \epsilon_r'' \rangle$
	Méthode développé	littérature		
Téflon	2.0108 - j0.0029	2.0581 - j0.0034	≤ 0.8	≤ 7.45
Delrin	2.8875 - j0.0666	2.8684 - j0.0604		
PVC	2.2895 - j0.0027	2.2936 - j0.0034		
FR4	4.4835 - j0.0945	4.3467 - j0.0823		

Tableau 2

Matériaux	$\langle \mu_r^* \rangle$		$\langle \% \text{Erreur } \mu_r' \rangle$	$\langle \% \text{Erreur } \mu_r'' \rangle$
	Méthode développé	littérature		
Téflon	1.0027 - j0.0121	0.9637 - j0.0006	≤ 3.2	≤ 8.85
Delrin	1.0341 - j0.0052	1.0124 - j0.0008		
PVC	1.0194 - j0.0133	0.9782 - j0.0007		
FR4	1.0016 - j0.0116	0.9668 - j0.0005		

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

**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)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38891	Date de dépôt : 07/03/2016
Déposant : UNIVERSITÉ MOHAMMED V RABAT	
Intitulé de l'invention : Développement d'une méthode originale de caractérisation diélectrique et magnétique des matériaux diélectriques pour les applications en microonde	
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 cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
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 checked="" 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 : 01/07/2016
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
5 Pages
- Revendications
8
- Planches de dessin
4 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G01N 22/00

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	Publication «Méthode de caractérisation de matériaux diélectriques et magnétiques aimantés»; 15-03-2013; Jorge Lezaca, Patrick Queffelec, Alexis Chevalier	1-8
X	Publication «Caractérisation de couches diélectriques et magnétiques de structures multicouches par cavité résonante microonde»; 26-08-2015; Radwan Dib	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 4 : Remarques de clarté*

La demande ne répond pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce que les revendications 1-8 ne sont pas claires. En effet, les revendications 1-4, 8 sont de portée large et tentent de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.

Les revendications 5-7 doivent éviter tout jargon technique superflu, des termes techniques peu connus ou formulés de façon spécifique (WR62, TEM, E8634A). Ils peuvent être admis à condition qu'ils aient été définis de façon appropriée et qu'il n'existe pas de termes équivalents généralement reconnus.

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-8	Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-8	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 : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00678500/document>

D2 : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01187109/document>

1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI) :

Le document D1 divulgue une méthode de caractérisation diélectrique et magnétique des matériaux telle que la permittivité diélectrique, la perméabilité magnétique, elle permet de déterminer les paramètres S, la permittivité et la perméabilité complexe des matériaux diélectriques. Ladite méthode est combinée avec une méthode d'optimisation sur MATLAB en minimisant les erreurs entre les paramètres S calculés et ceux mesurés.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-8 ne semblent pas contenir des caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière de nouveauté en étant combinées aux caractéristiques de la revendication 1 auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

1. 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.