



HAL
open science

Effet des paramètres de l'alimentation par ouverture sur un résonateur microruban circulaire

Fadila Benmeddour, F. Benabdelaziz, Christophe Dumond, Thyrrie Devers

► To cite this version:

Fadila Benmeddour, F. Benabdelaziz, Christophe Dumond, Thyrrie Devers. Effet des paramètres de l'alimentation par ouverture sur un résonateur microruban circulaire. International Congress on Telecommunication and Application 2014 (ICTA'14), University of A. MIRA Bejaia, Algeria, Apr 2014, BEJAIA, Algérie. hal-01075006

HAL Id: hal-01075006

<https://hal.science/hal-01075006>

Submitted on 21 Oct 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Effet des paramètres de l'alimentation par ouverture sur un résonateur microruban circulaire

BENMEDDOUR Fadila, BENABDELAZIZ Fatiha

Département d'électronique, université de M'sila
Laboratoire de Génie Electrique (LGE)
M'sila, Algérie
benmeddourfadila@yahoo.fr

DUMOND Christophe, DEVERS Thyrrie

Institut Prisme, IUT de Chartres
Université d'Orléans
Chartres, France

Abstract— Dans le but d'améliorer les caractéristiques des résonateurs microrubans de forme circulaire alimenté par couplage à travers une ouverture, nous avons réalisé des structures avec différentes formes d'ouvertures, à fin d'obtenir une structure ayant le meilleur couplage possible.

La forme de l'ouverture de couplage a un impact significatif sur le niveau de couplage entre l'alimentation et l'élément rayonnant.

substrat) et le circuit microruban (ligne microruban et substrat de l'alimentation), qui sont placés de part et d'autre du plan de masse qui contient une ouverture, qui permet l'excitation du résonateur.

Cette géométrie a été étudiée par plusieurs chercheurs pour un résonateur microruban rectangulaire en utilisant des techniques et des modèles différents [6 - 16].

I. INTRODUCTION

Un aspect important dans l'étude et la réalisation des résonateurs microrubans est leur alimentation. Les connecteurs SMA, offrent rapidité et reproductibilité, en effet les caractéristiques géométriques sont fixées, et il n'y a pas de paramètre libre. C'est ce qui fait aussi son principal inconvénient, car l'impédance du résonateur ne peut être adaptée au circuit, et le montage ne fonctionne pas toujours de manière optimale. En théorie, des circuits et des éléments rayonnants peuvent être combinés sur un même substrat. Par exemple: la présence de la ligne d'alimentation sur le même niveau que l'élément rayonnant connecté directement, peut produire un rayonnement additionnel, qui peut affecter le diagramme de rayonnement du résonateur [1]. Il est possible d'éviter cet effet en enterrant l'alimentation, que l'on dispose à un niveau inférieur : alimentation par couplage (figure.1) [2]. Mais ceci complique la réalisation des résonateurs microrubans suite à la présence de deux couches diélectriques. On peut aller plus loin, en superposant un résonateur microruban et un circuit triplaque, isolé par le plan de masse [3, 4]. L'alimentation se faisant dans ce cas à travers une ouverture.

L'alimentation par couplage électromagnétique (EM) avec une ouverture d'un résonateur microruban a été proposé pour la première fois par Pozar en 1985 [5], elle est constituée d'un élément rayonnant (plaque conductrice et

L'ouverture rectangulaire est utilisée en général dans le couplage des résonateurs microrubans, et elle donne un bon couplage par rapport à l'ouverture circulaire pour les résonateurs rectangulaires. Depuis la première proposition de l'alimentation d'un résonateur microruban par couplage à travers une ouverture, il y a eu plusieurs formes géométriques qui ont été suggérées :

Les ouvertures qui sont élargies aux extrémités : telles que : « os de chien » (dogbone), nœud de papillon (bowtie), la forme « H », la forme « L », ou la forme « U », peuvent améliorer le couplage et diminuer les parasites pour un résonateur microruban rectangulaire .

Dans le but d'améliorer les caractéristiques des résonateurs microrubans, nous avons étudié les tendances de base avec la variation des paramètres de l'alimentation par couplage.

Nous avons réalisé et étudié des structures avec différentes formes d'ouvertures de résonateurs circulaires microrubans où le but était d'obtenir une structure ayant le meilleur couplage possible.

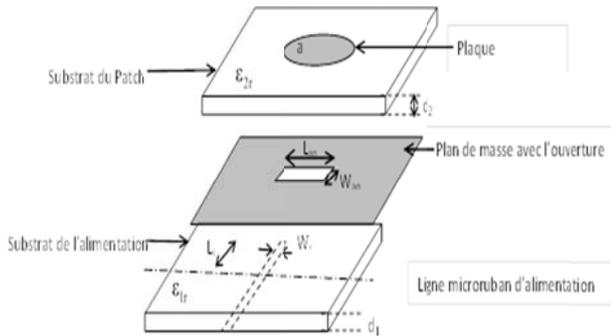


Figure .1 Géométrie de base d'une alimentation par ouverture

II. CHOIX DE LA FORME D'OUVERTURE D'UN RÉSONATEUR MICRORUBAN

Le but est de comparer différentes formes d'ouverture pour des résonateurs circulaires. L'élément rayonnant est de rayon $a=20$ mm, l'épaisseur du cuivre $t=35\mu\text{m}$.

Les réalisations des résonateurs ont été effectuées au Laboratoire PRISME de Chartres en utilisant la technique des circuits imprimés. Nous avons utilisé l'Epoxy pour les deux substrats (substrat de l'élément rayonnant, substrat de l'alimentation) $\epsilon_{1r} = \epsilon_{2r} = 4.4$, dont leurs épaisseurs sont $d_1 = d_2 = 1.6\text{mm}$,

Les courbes ont été obtenues avec un analyseur de réseau vectoriel HP5071B.

A. Comparaison des ouvertures rectangulaires réalisées pour différentes dimensions

Nous avons réalisé trois structures de résonateurs microrubans avec une plaque rayonnante circulaire de rayon $a=20$ mm, les deux couches des substrats (substrat de l'élément rayonnant, substrat de l'alimentation) ont une constante diélectrique $\epsilon_{1r} = \epsilon_{2r} = 4.4$ (Epoxy), dont les épaisseurs sont : $d_1 = d_2 = 1.6\text{mm}$, les dimensions de la ligne d'alimentation $L_c=20\text{mm}$, $W_c=3\text{mm}$.

La figure 2 représente l'impédance d'entrée sur l'abaque de Smith pour une gamme de fréquence allant de 2GHz à 2.5GHz. Pour comparer trois ouvertures rectangulaires, nous avons augmenté la longueur et la largeur afin de comparer les tracés des courbes obtenues.

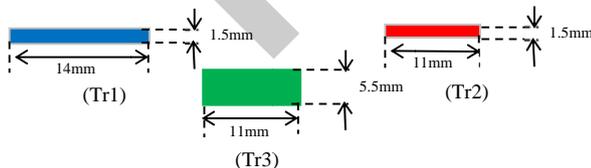


Figure .2 Dimensions des ouvertures rectangulaires des structures réalisées

- (Tr1) $L_{ap}=14\text{m}$ $W_{ap}=1.5\text{mm}$ (variation de la longueur de l'ouverture)
(Tr2) $L_{ap}=11\text{mm}$, $W_{ap}=1.5\text{mm}$
(Tr3) $L_{ap}=11\text{mm}$ $W_{ap}=5.5\text{mm}$ (variation de la largeur d'ouverture)

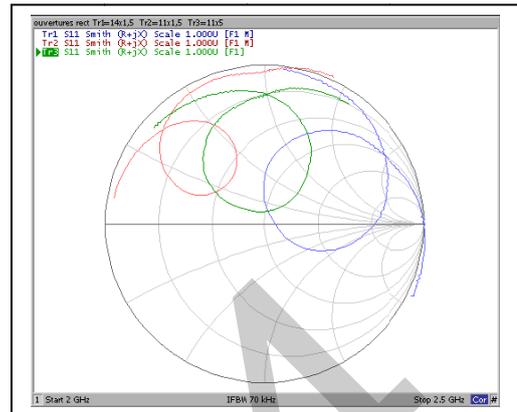


Figure .3 Impédance d'entrée pour trois ouvertures rectangulaires pour un résonateur de $a=20\text{mm}$, $\epsilon_{1r} = \epsilon_{2r} = 4.4$ (Epoxy), $d_1 = d_2 = 1.6\text{mm}$, l'épaisseur du cuivre $t=35\mu\text{m}$,

- $L_c=20\text{mm}$, $W_c=3\text{mm}$.
(Tr1) $L_{ap}=14\text{mm}$; $W_{ap}=1.5\text{mm}$
(Tr2) $L_{ap}=11\text{mm}$; $W_{ap}=1.5\text{mm}$
(Tr3) $L_{ap}=11\text{mm}$; $W_{ap}=5.5\text{mm}$

L'ouverture rectangulaire (11mmx1.5mm) a un faible couplage vu ses dimensions, c'est-à-dire une petite boucle et une faible valeur de la composante résistive. Si on augmente la largeur de l'ouverture de 1.5mm à 5.5mm, ou sa longueur de 11mm à 14mm on remarque que le couplage augmente. Notons que cette augmentation est plus intéressante pour le cas d'une plus longue ouverture (14mm x 1.5mm).

B. Comparaison des ouvertures rectangulaire, circulaire et annulaire.

Nous avons réalisé trois résonateurs de forme circulaire avec des alimentations par couplage à travers une ouverture rectangulaire, circulaire et annulaire au laboratoire PRISME de Chartres. La réalisation était basée sur la technique de fabrication des circuits imprimés, et les mesures ont été réalisées avec un analyseur de réseaux HP5071B qui permet des mesures de 300 KHz jusqu'à 8.5 GHz.

Nous avons considéré les mêmes caractéristiques des structures réalisées précédemment sauf pour les dimensions des ouvertures.

La figure 5 représente l'impédance d'entrée sur l'abaque de Smith pour une gamme de fréquence allant de 2 GHz à 2.5 GHz, pour comparer les 3 formes d'ouverture: rectangulaire, circulaire, annulaire.

On remarque que les ouvertures : circulaire et annulaire ont un couplage presque identiques et plus grands que celui de l'ouverture rectangulaire.

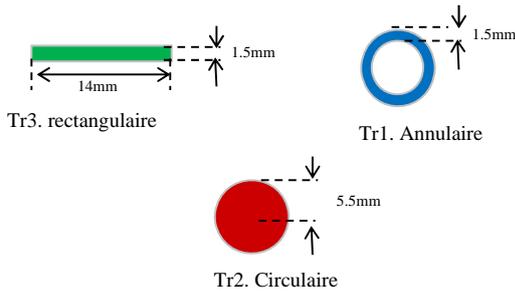


Figure .4 Ouvertures des structures réalisées et leurs dimensions

- Annulaire $a_{ap}=5.5\text{mm}$, $b_{ap}=4\text{mm}$;
- Forme nœud de papillon;
- Forme "H" ;
- Forme sablier.

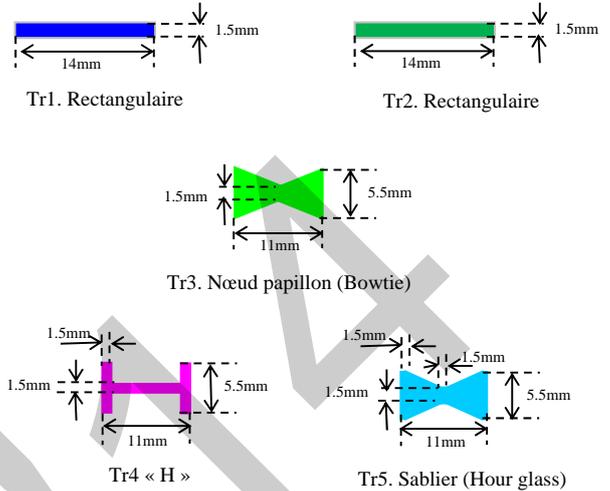


Figure .6 Dimensions des ouvertures des structures réalisées.

En plus l'ouverture annulaire présente plus de couplage et moins de rayonnement arrière comparativement à celui de l'ouverture circulaire de même diamètre extérieur.

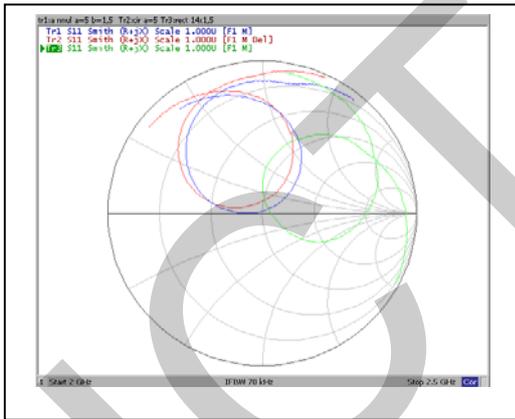


Figure .5 Impédance d'entrée pour trois ouvertures: rectangulaire, circulaire, annulaire,
(Tr1) Ouverture annulaire $a_{ap}=5\text{mm}$ $b_{ap}=3.5\text{mm}$
(Tr2) Ouverture circulaire $a_{ap}=5\text{mm}$
(Tr3) Ouverture rectangulaire $L_{ap}=14\text{mm}$; $W_{ap}=1.5\text{mm}$

C. Comparaison de différentes formes de l'ouverture

Pour étudier l'effet des différentes formes de l'ouverture, cinq résonateurs ont été réalisés selon la technique des circuits imprimés et mesurés en utilisant l'analyseur de réseau vectoriel Agilent E5071. Les structures réalisées ayant les mêmes caractéristiques des résonateurs réalisés précédents en changeant la forme des ouvertures :

- Rectangulaire $L_{ap}=14\text{mm}$ et $W_{ap}=1.5\text{mm}$;



Figure .7 Alimentations pour différentes formes d'ouverture réalisées : rectangulaire, annulaire, nœud papillon (Bowtie), de forme « H », Sablier (Hour glass), respectivement.

La figure 6, représente les impédances d'entrée sur l'abaque de Smith pour les différentes formes d'ouverture.

On remarque que les ouvertures élargies aux extrémités (sablier, forme « H » et nœud papillon) donnent un meilleur couplage par rapport à la forme rectangulaire et annulaire.

Les courbes montrent que l'ouverture en forme du "sablier" (Hour glass), donne un meilleur couplage (grande impédance d'entrée) comparée à celles : de forme « H » et « nœud papillon » (Bowtie) de même longueur (11mm).

Nous concluons que : les résonateurs circulaires microrubans, peuvent utiliser plusieurs formes d'ouvertures,

mais la meilleure est celle qui donne un couplage maximal tout en réduisant le rayonnement parasite arrière à travers l'ouverture.

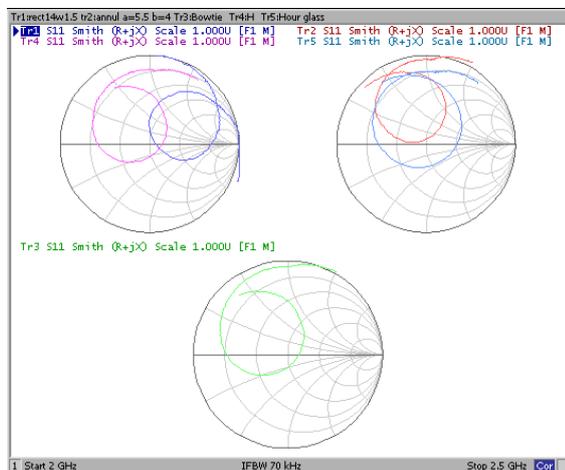


Figure .8 Impédance d'entrée pour cinq formes d'ouvertures représentée sur l'abaque de Smith, pour un résonateur de $a=20\text{mm}$, $\epsilon_{1r} = \epsilon_{2r} = 4.4$ (Epoxy), $d_1 = d_2 = 1.6\text{mm}$, $t=35\mu\text{m}$
Les formes des ouvertures: (Tr1) rectangulaire, (Tr2) annulaire, (Tr3) nœud papillon (Bowtie), (Tr4) forme « H », (Tr5) Sablier (Hour glass)

III. CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons étudié l'influence des différents paramètres de l'alimentation par ouverture, qui nous a permis de concevoir un résonateur microruban de forme circulaire.

Nous avons conclu que : Les dimensions de l'ouverture ont une grande influence sur le couplage, ainsi que le rayonnement arrière;

Nous pouvons donc utiliser plusieurs formes d'ouverture pour les résonateurs microrubans de forme circulaire. Cependant, les ouvertures élargies aux extrémités, notamment la forme "Sablier" est la meilleure qui donne un couplage maximum et un rayonnement parasite réduit.

REFERENCES

- [1] P. S. Hall, C. J. Prior, "Radiation control in coplanarly fed microstrip patch arrays", JINA, Journées internationales de Nice sur les Antennes, pp. 271-275, Nice, France, 1986.
- [2] Ph. Lepeltier, J. M. Floch, J. Citerne, G. Piton, "Self impedance and radiation patterns of the electromagnetically coupled microstrip dipole", 16th European Microwave Conference, 8-12, pp. 649-654, Dublin, Irlande, 1986.
- [3] A. Henderson, J. R. James, "Improved microstrip flat-plate array for domestic dbx reception", IEEE AP-S International Symp. on Antennas and Propagation, pp. 565- 568, Philadelphie, USA, 9-13 Juin, 1986.
- [4] G. Gronau, I. Wolff, "Aperture-coupling of a rectangular microstrip resonator", Electronics Letters, vol.22, pp.554-556, 1986.
- [5] D. M. Pozar, "A microstrip antenna aperture coupled to a microstrip line", Electronics Letters, vol.21, pp.49-50, 1985.

- [6] P. L. Sullivan, D. H. Schaubert, "Analysis of an aperture coupled microstrip antenna," IEEE transactions Antennas Propagation, vol.34, pp. 977-984, 1986.
- [7] D. M. Pozar, "A reciprocity method of analysis for printed slot and slot coupled microstrip antennas", IEEE transactions Antennas Propagation, vol.34, pp.1439-1446, 1986.
- [8] M. Hima J. P. Daniel, C. Terret, "Analysis of aperture-coupled microstrip antenna using cavity method", Electronics Letters, vol. 25, pp. 391-392, 1989.
- [9] D.M. Pozar, S.D. Targonski, "Improved coupling for aperture coupled microstrip antennas", Electronics Letters, vol.27, n°13, pp. 1129-1130, 1991.
- [10] R. Pamela. Haddad, D. M. Pozar, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Patch Antenna with Thick Ground Plane", Antennas and Propagation Society International Symposium, AP-S. Digest Publication, vol.2, pp. 932-935, 1994.
- [11] M. D. Pozar, "A review of aperture coupled microstrip antenna : history, operation, development, and Applications", Electrical and Computer Engineering, University of Massachusetts at Amherst Amherst, MA 01003, 1996.
- [12] A. Buerkle, K. Sarabandi, H. Mosallaei, "Compact slot and dielectric resonator antenna with dual-resonance, broadband characteristics", Antennas and Propagation IEEE Transactions on, vol. 53, n°3, pp. 1020-1027, 2005.
- [13] N. Ghassemi, J. Rashed-Mohassel, M. H. Neshati, M. Ghassemi, "Slot coupled microstrip antenna for ultra wideband applications in C and X Bands", Progress In Electromagnetics Research, vol.3, pp. 15-25, 2008.
- [14] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, A. Ittipaboon, "Microstrip antenna design handbook", ARTECH HOUSE, INC 2001.
- [15] Gangopadhyaya, M. Mukherjee, P B. Gupta, "The resonant frequency optimization of aperture-coupled microstrip antenna using particle swarm optimization algorithm", Applied Electromagnetics Conference (AEMC), pp.1- 4, 2009.
- [16] Z. AIJAZ, S.C.Shrivastava, "An Introduction of Aperture Coupled Microstrip Slot Antenna", International Journal of Engineering Science and Technology, vol.2(1), pp.36-39, 2010.
- [17] Shyh-Yeong Ke, Mil. Acad, Kaohsiung, "Broadband proximity-coupled microstrip antennas with an H-shaped slot in the ground plane", Antennas and Propagation Society International Symposium, vol.2, pp.530-533, 2002.