

ANTENNE À FENTE RAYONNANTE BIDIRECTIONNELLE

Présentée dans le cadre des IV^e Journées Nationales Microondes, l'étude ci-après traite des problèmes posés par la réalisation d'une antenne microruban, du type à fente (A.M.F.), conçue pour fonctionner dans une bande de fréquences comprises entre 0,8 GHz et 2 GHz.

Entre autres particularités, l'adaptation d'impédance de la fente rayonnante d'une telle antenne, et la ligne microruban d'excitation, est obtenue par une alimentation centrée à l'antirésonance et décentrée à la résonance.

Généralités

Une antenne microruban du type fente (A.M.F.) bidirectionnelle est constituée d'une ouverture rectangulaire taillée dans un plan conducteur et alimentée par une ligne microruban.

La ligne d'excitation arrive perpendiculairement aux grands côtés de la fente, la dépasse d'une longueur égale au quart de la longueur d'onde, λ_m , dans la ligne microruban, et se termine en circuit ouvert [1].

Cette forme d'alimentation nécessiterait un ajustement de la longueur du tronçon, $\lambda_m/4$, pour chaque fréquence de travail dans la bande considérée (0,8 GHz à 2 GHz). Il convient

donc de choisir une excitation équivalente, indépendante de la fréquence, qui consiste à relier la ligne microruban, au côté de la fente opposé au point d'alimentation [2] (voir figure 1).

Une fente rayonnante peut être considérée comme une antenne complémentaire à un dipôle cylindrique de mêmes dimensions. Pour une fréquence de travail donnée dans la bande choisie, on détermine la longueur de la fente à la résonance, à l'antirésonance et la position du point d'alimentation permettant d'obtenir l'adaptation d'impédance.

La largeur de la fente est maintenue constante ($W = 5$ mm). Le substrat, peu coûteux, utilisé est de l'époxy de permittivité relative, $\epsilon_r = 4,4$ et d'épaisseur $h = 1,6$ mm (atténuation: $\alpha < 5$ dB/m à 2 GHz).

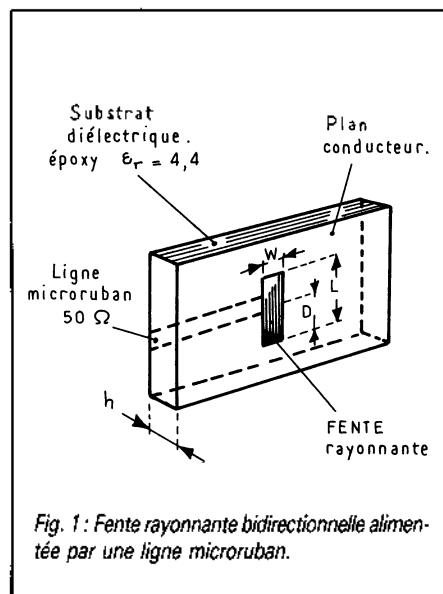


Fig. 1 : Fente rayonnante bidirectionnelle alimentée par une ligne microruban.

Longueur de la fente à la résonance

Une A.M.F. alimentée par une ligne microruban court-circuitée travaille à la résonance lorsque L est proche de $0,5 \lambda$; sa résistance d'entrée est nulle et sa réactance d'entrée voisine d'un maximum.

L'impédance d'entrée à la résonance d'une A.M.F. à alimentation centrée varie entre 115 et 300 Ω en fonction de $L/2W$ (voir figure 2).

Pour obtenir l'adaptation directe à 50 Ω , on décentre le point d'alimentation. Les courbes de la figure 3 don-

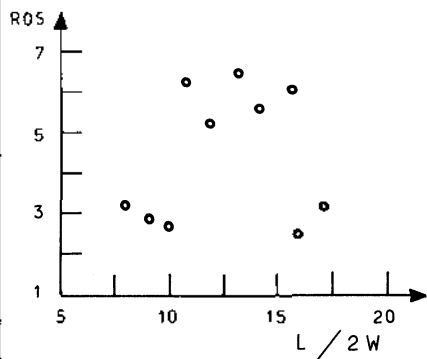


Fig. 2: Rapport d'onde stationnaire (R.O.S.) à la résonance d'une fente alimentée au centre.

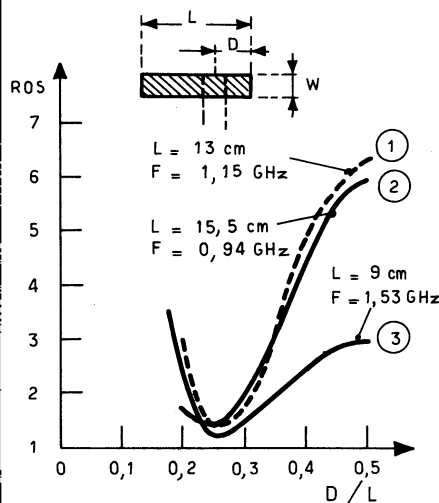


Fig. 3: R.O.S. à la résonance d'une fente à alimentation décentrée.

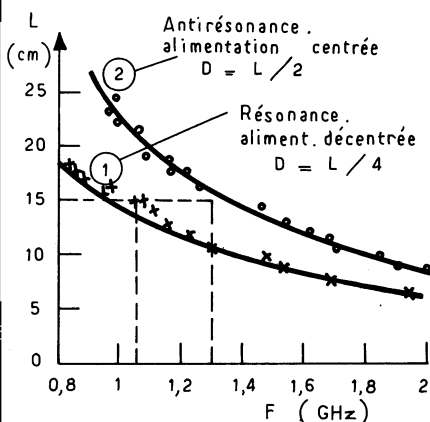


Fig. 4: Longueur de la fente à la résonance et à l'antirésonance en fonction de la fréquence.

nent le R.O.S. en fonction de la position du point d'alimentation.

Ces courbes montrent qu'il est possible d'adapter la fente à la ligne d'excitation en choisissant un point d'alimentation tel que $D = L/4$.

En gardant cette valeur de décentrement constante et pour des valeurs de L comprises entre 7 cm et 18 cm, on mesure la fréquence centrale et la largeur de bande (pour un R.O.S. ≤ 2) (fig. 4, 6).

Pour des valeurs de $L/2W$ trop faibles (< 4), l'adaptation directe à 50 Ω n'est plus obtenue avec la méthode d'excitation utilisée. Cependant, dans le cas des fentes larges ($L/2W < 4$), on peut obtenir l'adaptation d'impédance par une alimentation décentrée en laissant la ligne microruban en circuit ouvert [4]. La longueur de la fente à la résonance est comparée à celle du dipôle cylindrique complémentaire de diamètre $D = W$ (courbe en trait plein de la figure 4).

Longueur de la fente à l'antirésonance

La longueur de la fente d'une A.M.F. à l'antirésonance dépend de la valeur du rapport $L/2W$ et varie entre $0,6 \lambda$. Sa réactance d'entrée est alors nulle et sa résistance voisine d'un minimum.

A l'antirésonance, une alimentation centrée permet d'obtenir l'adaptation d'impédances entre la fente et la ligne microruban de 50 Ω lorsque $4 \leq L/2W \leq 25$ (*).

Pour des valeurs de L allant de 8 cm à 24 cm et pour $W = 5$ mm, on mesure la fréquence centrale et la largeur de bande (fig. 4 et 6).

Longueur à la résonance et à l'antirésonance en fonction du paramètre $L/2W$

Pour mettre en évidence l'influence des dimensions de la fente sur la longueur de résonance et d'antirésonance, on a représenté L/λ en fonction du paramètre $L/2W$ (fig. 5).

Les résultats expérimentaux montrent que le rapport L/λ à la résonance est proche de 0,5 ($L/\lambda = 0,49 \pm 0,04$).

(*) La limite inférieure de $L/2W$ est déterminée avec une fente de largeur 14 mm.

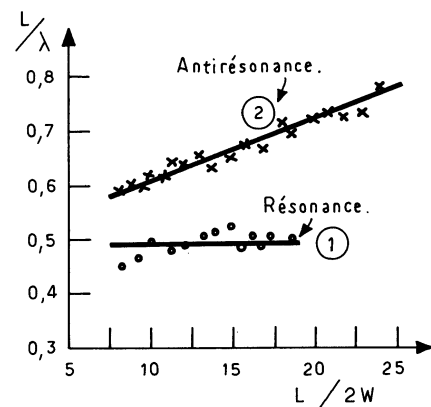


Fig. 5: Longueur de la fente à la résonance et à l'antirésonance en fonction du paramètre $L/2W$.

Cette valeur est comparable à celle du dipôle cylindrique complémentaire à la résonance qui est de 0,47.

A l'antirésonance, le rapport L/λ décroît quand $L/2W$ décroît. On en déduit la relation empirique approchée:

$L/\lambda = 0,5 + 0,011 (L/2W)$;
cette relation peut s'écrire sous la forme suivante:

$$L = \frac{C}{2} \frac{1}{F - \frac{C}{W} 5,510^{-3}}$$

où C est la vitesse de la lumière et F la fréquence de travail ($0,9 \text{ GHz} < F < 2 \text{ GHz}$). Si on donne L en cm et F en GHz, la relation précédente devient:

$$L = \frac{15}{F - 0,33}$$

On observe donc, comme pour le dipôle cylindrique [3], une croissance de la longueur d'antirésonance de la fente lorsque le rapport $L/2W$ croît.

Largeur de bande d'une A.M.F. à la résonance et à l'antirésonance

La largeur de bande A.M.F. à la résonance ($D = L/4$) et à l'antirésonance ($D = L/2$) est reportée figure 6.

Malgré la dispersion des mesures (réalisées sans analyseur de réseau) on constate que la largeur de bande à l'antirésonance est pratiquement le double de celle obtenue à la résonance en accord avec ce qui se passe pour le doublet cylindrique; cepen-

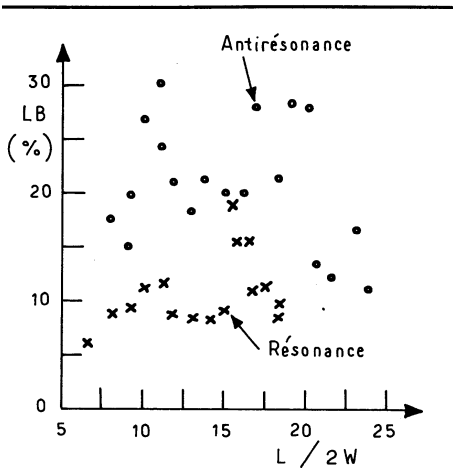


Fig. 6: Largeur de bande LB, (R.O.S. \leq Z), d'une fente à la résonance et à l'antirésonance.

dant pour $L/2W$ proche de 16, les valeurs obtenues sont comparables. Il semble que la bande optimale à la résonance (19 %) s'obtienne pour $L = 155$ mm (soit $L/2W = 15,5$) et à l'antirésonance (30 %) pour $L = 110$ mm (soit $L/2W = 11$).

Conclusion

Une A.M.F. peut travailler à la résonance et à l'antirésonance. Par exemple, la fréquence centrale de fonctionnement d'une fente de longueur 150 mm et de largeur 5 mm est de 1,05 GHz à la résonance et de 1,3 GHz à l'antirésonance.

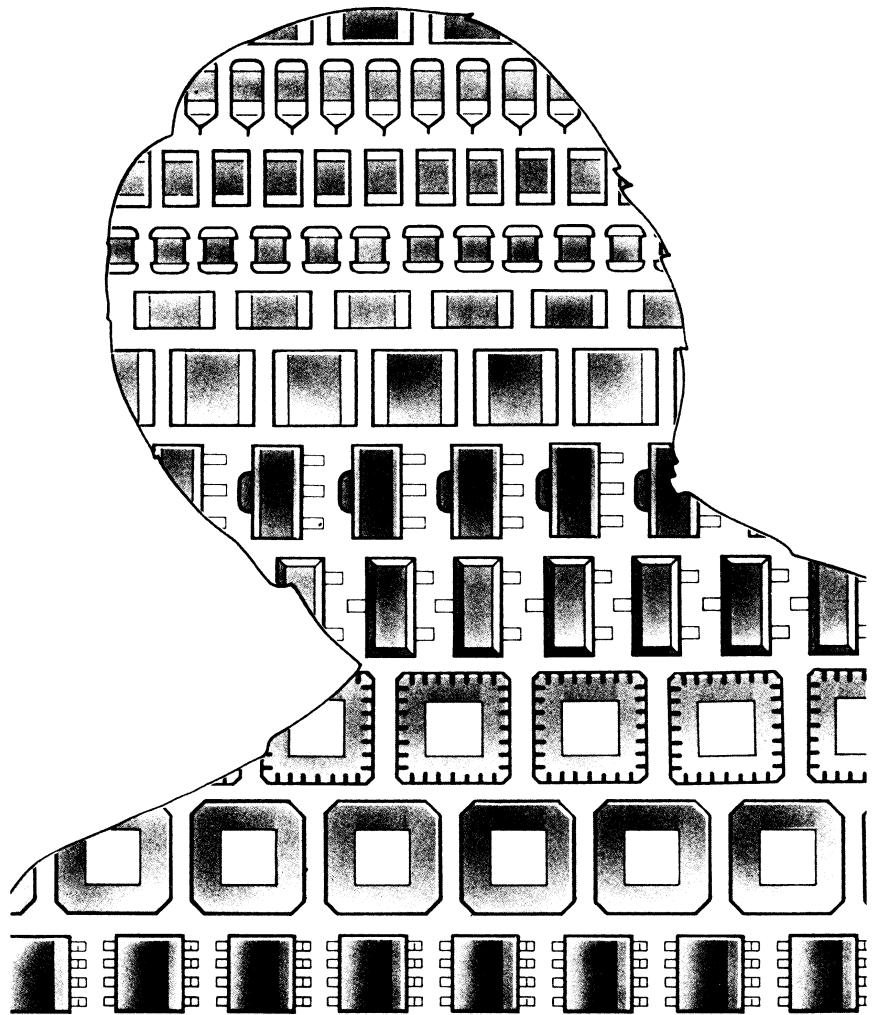
Les largeurs de bande respectives étant de 9,5 % et 20 %, la longueur L de la fente à la résonance est proche de la demi-longueur d'onde dans l'espace libre ($L/\lambda = 0,49 \pm 0,04$) et à l'antirésonance L décroît lorsque le rapport $L/2W$ décroît.

J. TOBARIAS

Laboratorio de Telecomunicaciones
I.U.T. Cumaná. Vénézuéla

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E.A. MARIANI et Al. - « Slot lines characteristics ». I.E.E.E. MTT, vol. MTT-17, n° 12 (december 1969).
- [2] YOSHIKAZU YOSHIMURA - « A microstripline slot antenna ». I.E.E.E. MTT, vol. MTT-20 (november 1972).
- [3] W.L. WEEKS - « Antennas Engineering ». Mc Graw-Hill (1968).
- [4] M. COLLIER - « Microstrip antenna array for 12 GHz TV ». Microwave J., vol. 20 (september 1977).
- [5] I.J. BAHL and P. BHARTIA - « Microstrip antennas ». Artech House (1980).
- [6] J.R. JAMES, P.S. HALL, C. WOOD - « Microstrip antennas theory and design ». Peter Peregrinus L.T.D. (1981).



COMPOSANTS POUR MONTAGE EN SURFACE La disponibilité Sprague

Avec une gamme de composants pour montage en surface, SPRAGUE est présent sur cette technologie d'avenir. Afin de répondre aux contraintes de miniaturisation et d'automatisation de l'électronique moderne, SPRAGUE est toujours disponible avec la même fiabilité, la même présence :

- des ingénieurs commerciaux près de vous, des distributeurs sélectionnés, des ingénieurs d'applications ;
- des composants de montage en surface : condensateurs chipes au Tantale, condensateurs chipes céramique, semiconducteurs discrets, résistances, inductances.

Pour vos composants de montage en surface, SPRAGUE assure la même fiabilité.

Distributeurs spécialisés

ANTONY SEVEMA
T. (1) 666.78.60

LES ULIS EDGETEK
T. (6) 446.06.50

VERRIÈRES-LE-BUISSON
HYBRITECH T. (6) 920.22.10

SPRAGUE FRANCE S.A.R.L.

3, rue C. Desmoulins
F. 94230 Cachan
1/547.66.00

129, rue Servient
F. 69003 Lyon
7/863.61.20

10, rue de Crimée
F. 35100 Rennes
99/53.36.37

B.P. 2174
F. 37021 Tours Cedex
47/54.05.75

20, chemin de la Cèpière
F. 31081 Toulouse Cedex
61/41.06.93

SPRAGUE
LA MARQUE DE LA FIABILITÉ
UNE FILIALE DE PENN CENTRAL CORPORATION