

Printed from

Journal of Scientific Research

<http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>

Les caractéristiques électromagnétiques de circuit planaire actif intégrant un transistor MESFET par la méthode itérative Wave Concept Iterative Process WCIP

H. Amri^a, M. Zabbat^b, M. Draïdi

^aLaboratoire des Matériaux et des Composants Actifs, Faculté des sciences exactes et de la nature,
Oum El Bouaghie, Algérie

^bLaboratoire des Matériaux et des Composants Actifs, Faculté des sciences exactes et de la nature,
Oum El Bouaghie, Algérie

Corresponding author:

Published on 30 June 2012

The Editor, on behalf of the Editorial Board and Reviewers, has great pleasure in presenting this number of the Journal of Scientific Research. This journal (ISSN 2170-1237) is a periodic and multidisciplinary journal, published by the University of Bechar. This journal is located at the interface of research journals, and the vulgarization journals in the field of scientific research. It publishes quality articles in the domain of basic and applied sciences, technologies and humanities sciences, where the main objective is to coordinate and disseminate scientific and technical information relating to various disciplines.

The research articles and the development must be original and contribute innovative, helping in the development of new and advanced technologies, like the studies that have concrete ideas which are of primary interest in mastering a contemporary scientific concepts. These articles can be written in Arabic, French or English. They will not be published in another journal or under review elsewhere. The target readership is composed especially of engineers and technicians, teachers, researchers, scholars, consultants, companies, university lab, teaching techniques and literary ... The journal is obtainable in electronic form, which is available worldwide on the Internet and can be accessed at the journal URL:

<http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>.

Director of Journal
Pr. BELGHACHI Abderrahmane

Editor in Chief
Dr. HASNI Abdelhafid

Co-Editor in Chief
Dr. BASSOU Abdesselam

Editorial Member

Mr. TERFAYA Nazihe
Mr. BOUIDA Ahmed
Mr. LATFAOUI Mohieddine
Mr. OUAHABI Abdelhakim

Reviewers board of the Journal.

Pr. KADRY SEIFEDINE (The American University in KUWAIT)
Pr. RAZZAQ GHUMMAN Abdul (Al Qassim University KSA)
Pr. PK. MD. MOTIUR RAHMAN (University of Dhaka Bangladesh)
Pr. MAHMOOD GHAZAW Yousry (Al Qassim University KSA)
Pr. KHENOUS Houari Boumediene (King Khalid University KSA)
Pr. RAOUS Michel (Laboratory of Mechanic and Acoustic France)
Pr. RATAN Y. Borse (M S G College Malegaon Camp India)
Pr. LEBON Frédéric (University of Aix-Marseille 1 France)
Pr. MONGI Ben Ouédou (National Engineering School of Tunis)
Pr. BOUKELIF Ouéd (University of Sidi Bel Abbes Algeria)
Pr. DJORDJEVICH Alexander (University of Hong Kong)
Pr. BENABBASSI Abdelhakem (University of Bechar Algeria)
Pr. BOULARD Thierry (National Institute of Agronomic Research France)
Pr. LUCA Varani (University of Montpellier France)
Pr. FELLAH Zine El Abidine Laboratory of Mechanic and Acoustic France)
Dr. ZHEN Gao (University of Ontario Institute of Technology Canada)
Dr. OUERDACHI Lahbassi (University of Annaba Algeria)
Dr. HADJ ABDELKADER Hicham (IBISC – University of Evry France)
Dr. KARRAY M'HAMED ALI (National Engineering School of Tunis)
Dr. ALLAL Mohammed Amine (University of Tlemcen Algeria)
Dr. FOUCHAL Fazia (GEMH - University of Limoges France)
Dr. TORRES Jeremi (University of Montpellier 2 France)
Dr. CHANDRAKANT Govindrao Dighavka (L. V. H. College of Panchavati India)
Dr. ABID Chérifa (Polytech' University of Aix-Marseille France)
Dr. HAMMADI Fodil (University of Bechar Algeria)
Dr. LABBACI Boudjema (University of Bechar Algeria)
Dr. DJERMANE Mohammed (University of Bechar Algeria)
Dr. BENSAFI Abd-El-Hamid (University of Tlemcen)
Dr. BENBACHIR Maamar (University of Bechar Algeria)

Pr. BALBINOT Alexandre (Federal University of Rio Grande do Sul Brazil)
Pr. TEHIRICHI Mohamed (University of Bechar Algeria)
Pr. JAIN GOTAN (Materials Research Lab., A.C.S. College, Nandgaon India)
Pr. SAIDANE Abdelkader (ENSET Oran Algeria)
Pr. DI GIAMBERARDINO Paolo (University of Rome « La Sapienza » Italy)
Pr. SENGOUGA Nouredine (University of Biskra Algeria)
Pr. CHERITI Abdelkarim (University of Bechar Algeria)
Pr. MEDALE Marc (University of Aix-Marseille France)
Pr. HELMAOUI Abderrachid (University of Bechar Algeria)
Pr. HAMOUINE Abdelmadjid (University of Bechar Algeria)
Pr. DRAOUI Belkacem (University of Bechar Algeria)
Pr. BELGHACHI Abderrahmane (University of Bechar Algeria)
Pr. SHAILENDHRA Karthikeyan (AMRITA School of Engineering India)
Pr. BURAK Barutcu (University of Istanbul Turkey)
Dr. SELLAM Mebrouk (University of Bechar Algeria)
Dr. ABDUL RAHIM Ruzairi (University Technology of Malaysia)
Dr. BELBOUKHARI Nasser (University of Bechar Algeria)
Dr. CHIKR EL MEZOUAR Zouaoui (University of Bechar Algeria)
Dr. BENACHAIBA Chellali (University of Bechar Algeria)
Dr. KAMECHE Mohamed (Centre des Techniques Spatiales, Oran Algeria)
Dr. MERAD Lotfi (Ecole Préparatoire en Sciences et Techniques Tlemcen Algeria)
Dr. BASSOU Abdesselam (University of Bechar Algeria)
Dr. ABOU-BEKR Nabil (Universit of Tlemcen Algeria)
Dr. BOUNOUA Abdennacer (University of Sidi bel abbes Algeria)
Dr. TAMALI Mohamed (University of Bechar Algeria)
Dr. FAZALUL RAHIMAN Mohd Hafiz (University of Malaysia)
Dr. ABDELAZIZ Yazid (University of Bechar Algeria)
Dr. BERGA Abdelmadjid (University of Bechar Algeria)
Dr. Rachid KHALFAOUI (University of Bechar Algeria)
Dr. SANJAY KHER Sanjay (Raja Ramanna Centre for Advanced Technology INDIA)

Journal of Scientific Research

P.O.Box 417 route de Kenadsa
08000 Bechar - ALGERIA
Tel: +213 (0) 49 81 90 24
Fax: +213 (0) 49 81 52 44

Editorial mail: jrs.bechar@gmail.com
Submission mail: submission.bechar@gmail.com
Web: <http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>



Les caractéristiques électromagnétiques de circuit planaire actif intégrant un transistor MESFET par la méthode itérative Wave Concept Iterative Process WCIP

H. Amri^a, M. Zabbat^b, M. Draïdi

^a Laboratoire des Matériaux et des Composants Actifs, Faculté des sciences exactes et de la nature, Oum El Bouaghie, Algérie

^b Laboratoire des Matériaux et des Composants Actifs, Faculté des sciences exactes et de la nature, Oum El Bouaghie, Algérie

Résumé - L'analyse électromagnétique des circuits planaires actifs aux hautes fréquences est basée sur des plusieurs méthodes numériques de modélisation, dans notre communication on utilise une méthode itérative nommée WCIP (Wave Concept Iterative Process). Ce dernier est appliqué sur les circuits planaires pour caractériser les coefficients de réflexion et de diffraction des ondes électromagnétiques et analyser la fréquence de résonance. Dans cette communication on va décrire dans un premier temps le principe du processus, puis nous présentons leurs applications sur un circuit intégrant un MESFET transistor.

Mots clé : Circuit Planaire ; Coefficient De Diffraction ; Coefficient De Transmission ; Méthode Itérative ; FMT ; MESFET ; Iris

I. Introduction

La résolution des problèmes électromagnétiques en général consiste essentiellement en l'intégration des équations de Maxwell. Ces équations peuvent être posées sous leur forme d'origine différentielle ou sous forme d'équations intégrales [1,6]. Dans les deux cas, il s'agit de l'application d'un opérateur linéaire à une fonction inconnue, ces problèmes ont été traités par de nombreuses méthodes qui diffèrent suivant le domaine de la fréquence, la précision voulue et la puissance de l'outil de calcul disponible. Nous pouvons les classer globalement en deux grandes catégories: les méthodes analytiques et les méthodes numériques.

Parmi les méthodes numériques nous considérons la méthode itérative Wave Concept Iterative Process WCIP [2] qui est considérée pour l'analyse des circuits planaires simples ou multicouches pour caractériser les composants passifs et actifs.

II. L'approche théorique de la méthode itérative

II.1. Les circuits planaires

Avant de présenter les principales formules de la méthode itérative, nous considérons la structure d'étude simple couche notée structure planaire, représentant un circuit planaire passif quelconque intégrant un élément localisé. Ce circuit est situé à l'interface diélectrique entre

deux milieux diélectriques de permittivité relatives ϵ_{r1} et ϵ_{r2} . Toute la structure est excitée par une source de champ et placée dans une cavité à parois métalliques ou magnétiques.

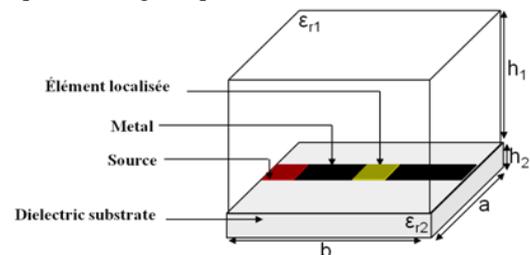


Figure. 1. Structure planaire intégrant un élément localisé

II.2. Les principales équations de la méthode itérative WCIP

La méthode itérative WCIP est une méthode basée sur le concept d'onde transverse dont la particularité est l'utilisation des milieux spatial et spectral de façon récurrente.

La figure suivante présente le principe de la méthode itérative où nous définissons les ondes électromagnétiques par la relation (1)

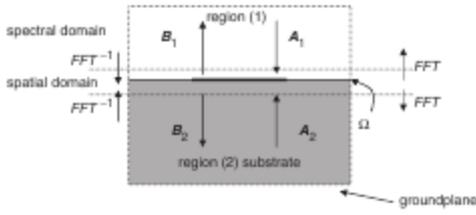


Figure. 2. Le principe de la méthode itérative Wave Concept Iterative Process WCIP. [3]

$$A_i = \frac{1}{2\sqrt{Z_{0i}}} (E_i + Z_{0i} J_i) \tag{1}$$

$$B_i = \frac{1}{2\sqrt{Z_{0i}}} (E_i - Z_{0i} J_i)$$

A_i : les ondes incidentes

B_i : les ondes réfléchies

A partir de la figure 2, le principe de WCIP est caractérisé par deux opérateurs liant les ondes incidentes et réfléchies par :

$$A = \hat{S}B + A_0 \tag{2}$$

$$B = \hat{\Gamma}A$$

\hat{S} : l'opérateur de diffraction est exprimé dans le domaine spatial

$\hat{\Gamma}$: l'opérateur de réflexion est exprimé dans le domaine spectral

A_0 : les ondes relative à l'excitation

a. L'opérateur de réflexion $\hat{\Gamma}$

L'opérateur de réflexion liant les ondes réfléchies aux ondes incidentes dans le domaine modal, il est exprimé sous la forme :

$$\Gamma_{mn}^\alpha = \sum_{mm} \langle f_{mn}^\alpha | \frac{1 - Z_{0i} Y_{mn}^\alpha}{1 + Z_{0i} Y_{mn}^\alpha} | f_{mn}^\alpha \rangle \tag{3}$$

$$Y_{mn}^{TE}(\epsilon_r) = \frac{\gamma_{mn}(\epsilon_r)}{j\omega\mu_0} \tag{4}$$

$$Y_{mn}^{TM}(\epsilon_r) = \frac{j\omega\epsilon_0\epsilon_r}{\gamma_{mn}(\epsilon_r)}$$

b. L'opérateur de diffraction \hat{S}

L'opérateur de diffraction traduit les conditions aux limites et de continuité de l'interface diélectrique, liant les ondes incidentes aux ondes réfléchies dans le domaine

spatial et exprimé sous la forme :

$$\hat{S} = \begin{bmatrix} \frac{1 - N^2}{1 + N^2} H_i - H_m + \chi H_s & \frac{2N}{1 + N^2} H_i + \kappa H_s \\ \frac{2N}{1 + N^2} H_i + \xi H_s & -\frac{1 - N^2}{1 + N^2} H_i - H_m + \zeta H_s \end{bmatrix} \tag{5} [4]$$

Où : $N = \sqrt{\frac{Z_{01}}{Z_{02}}}$ et $H_d = \begin{cases} 1 & \text{sur le domaine considéré} \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$

c. La FMT

La FMT et FMT-1 sont des transformations qui permettent d'aller du domaine spatial au domaine modal et le retour au domaine spatial, elles sont résumées dans les équations suivantes :

$$|E_x(x, y)\rangle = \sum_{mn} E_{xmn} |e^{-j\beta_{xm}x} e^{-j\beta_{ym}y}\rangle$$

$$|E_y(x, y)\rangle = \sum_{mn} E_{ymn} |e^{-j\beta_{xm}x} e^{-j\beta_{ym}y}\rangle \tag{6}. [5]$$

$$\beta_{xm} = \frac{2m\pi}{a} \quad \beta_{ym} = \frac{2m\pi}{b}$$

III. Application de la méthode itérative WCIP

Après avoir vu l'étude théorique concernant la formulation mathématique de la méthode itérative nous allons à présent analyser deux types de circuit le premier est un iris et l'autre un MESFET pour confirmer les conditions aux limites puis la convergence de WCIP et enfin déterminer les coefficients de réflexion et de transmission des ondes électromagnétiques.

III.1. Sur un circuit passif « iris »

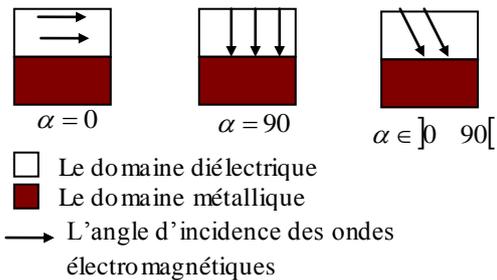


Figure. 3. Les différents types d'iris.

Les iris sont caractérisés par les impédances suivantes :

* Quand $\alpha = 0^\circ \Rightarrow Z = jL\omega$ (7)

* Quand $\alpha = 90^\circ \Rightarrow Z = \frac{1}{jC\omega}$ (8)

* Quand $\alpha =]0^\circ \ 90^\circ[\Rightarrow Z = jL\omega + \frac{1}{jC\omega}$ (9)

A partir de cette modélisation nous confirmons la rapidité de la méthode à partir de la variation des impédances suivant le nombre d'itérations :

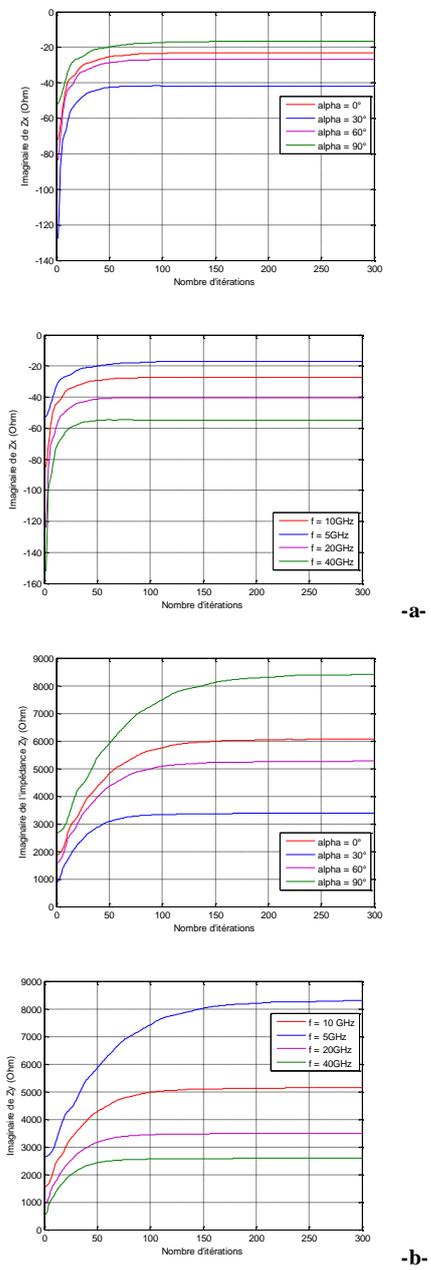


Figure.4 Convergence de l'impédance Z_{iris} -a- suivant Ox -b- suivant Oy

III.2. Sur un circuit actif intégrant un transistor MESFET

Le circuit précédent est composé de trois ligne métalliques reliées par deux éléments localisés correspond le circuit intrinsèque du transistor étudié, le tous est excité par deux sources du champ E_0 et enfermé dans un boîtier

métallique

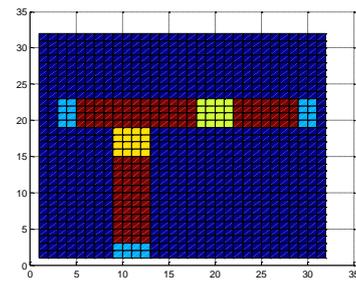


Figure.5 La structure du circuit planaire étudié

Les résultats obtenus

III.3. La convergence de la méthode WCIP

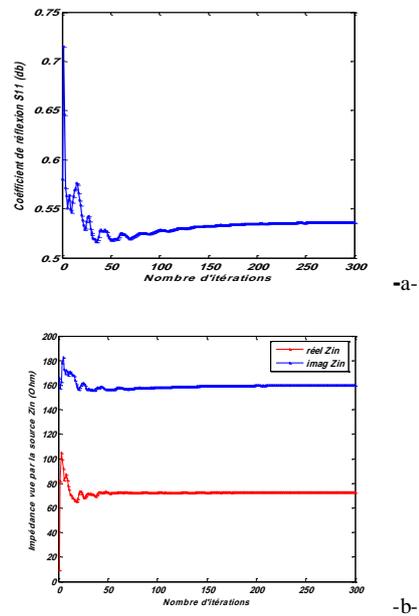


Figure.6 Les courbes de convergence -a- le coefficient de réflexion -b- l'impédance vue par la source

L'étude des variations du coefficient de réflexion et de l'impédance intrinsèque par rapport au nombre d'itérations donne que le WCIP converge quand N varie entre 150 et 200 itérations.

Le nombre minimal d'itération de la convergence confirme que le WCIP utilisée la FMT est une méthode rapide dans la modélisation

III.4. La résonance de la méthode WCIP

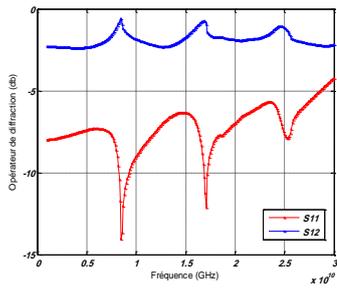


Figure.7 Module des paramètres S en fonction de la fréquence

Nous avons constaté à travers les résultats obtenus que la structure résonne quand $f = 8GHz$, puis elle résonne périodiquement. Les fréquences de résonance de la structure planaire sont variés à partir de l'effet des dimensions de boîtier en plus l'effet du substrat diélectrique est très grand sur la fréquence de résonance comme le montre les figures 6 et 7

Les dimensions de boîtier faire augmenter la valeur de la fréquence de résonance de façon très important mais l'effet de la permittivité diélectrique de substrat se trouve seulement sur la valeur des coefficients soit de transmission puisque le substrat est le milieu spatial de diffraction des ondes électromagnétiques émet par la source d'excitation.

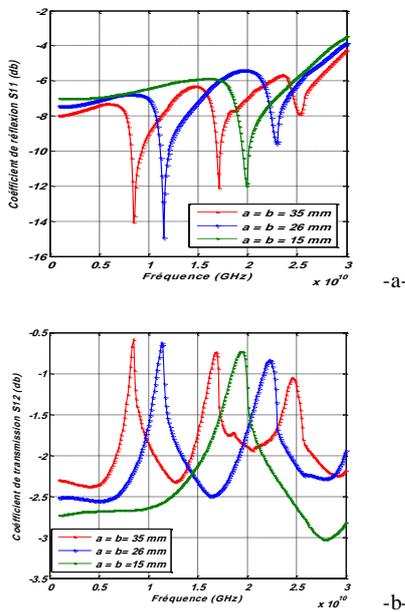


Figure.8 L'effet des dimensions de boîtier sur la fréquence de résonance –a- le coefficient de réflexion –b- le coefficient de transmission

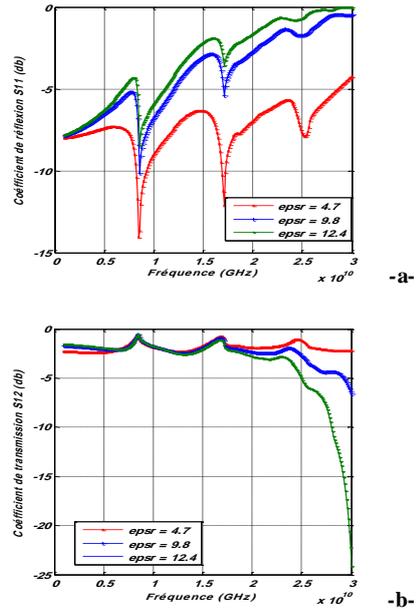


Figure.9 L'effet de permittivité diélectrique de substrat sur résonance – a- le coefficient de réflexion –b- le coefficient de transmission

IV. Conclusion

La méthode itérative WCIP est une méthode rapide et souple, pourrait être appliquée pour l'étude des structures planaires multicouches, son principe évite le délicat choix des fonctions de bases qu'on rencontre dans les autres méthodes intégrales.

Références

- [1]. H. Baudrand and D.Bajon equivalent circuit representation for integral formulation of electromagnetic problems Int J Model Electron New Devices Fields January 2002 15 pp 23-57.
- [2]. H. Baudrand and R.S.N'gongo application of wave concept iterative procedure Recent Res Devel Microwave theory et Tech 1999 pp 187-197.
- [3]. H. Ziari, A. Gharssallah, A. Gharbi and H. Baudrand analysis of planar circuits using a multigrid iterative method IEE Proc Microw Antennas Propag Vol 153 N°3 June 2006.
- [4]. M. Tellache, H. Baudrand and B. Harroubia modélisation des circuits planaires par la méthode itérative OHD 2007 Le 19ème colloque international Optique Hertzienne et Diélectriques du 5 au 8 Septembre 2007 Valence France.
- [5]. N. Raveu, T. P. Vuong, I. Terrasse, G P. Piau, G Fontgalland and H. Baudrand wave concept iterative procedure applied to cylinders IEE Proc Mirow Antennas Propag Vol 151 N°5 October 2004. pp 409-416.
- [6]. P. Russer and B. Bader the alternating transmission line matrix (ATLM) scheme IEEE MTT Sproc Int Microw Symp Orlando FL 1995 May 16-20 pp 19-22

Journal of Scientific Research

**P.O.Box 417 route de Kenadsa
08000 Bechar - ALGERIA
Tel: +213 (0) 49 81 90 24
Fax: +213 (0) 49 81 52 44
Editorial mail: jrs.bechar@gmail.com
Submission mail: submission.bechar@gmail.com
Web: <http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>**
