

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène
Faculté d'Electronique et d'Informatique
Laboratoire d'Instrumentation

Thèse présentée par
Mohamed TELLACHE

Analyse, modélisation et caractérisation des circuits micro-ondes :
Application aux discontinuités et antennes planaires *

Résumé

Les circuits planaires sont caractérisés par leurs grandes capacités d'intégration des composants électroniques. La modélisation globale du circuit nécessite le développement de méthodes numériques pour la mise en place de logiciels de simulation. Dans le travail présenté, un formalisme souple et synthétique est utilisé dans le but de simplifier les études des problèmes électromagnétiques relatifs aux circuits modélisés.

Dans une première étape, une formulation intégrale a été utilisée pour la caractérisation et la modélisation des circuits planaires micro-ondes. Cette approche permet de définir une procédure performante et précise pour calculer les caractéristiques des circuits. Différents concepts entrant dans la bonne maîtrise de la simulation numérique comme la convergence, la précision et l'efficacité des fonctions d'essai, sont présentés. Le problème de la source numérique introduite dans les équations est analysé par différentes méthodes. Le développement d'un algorithme rapide permettant la caractérisation des discontinuités planaires est présenté. La détermination des paramètres de diffraction se fait à travers l'utilisation des fonctions de Green dyadiques et la détermination d'une base de fonctions d'essai localisées en rooftop. L'originalité du travail, consiste à introduire des sources d'excitation en forme de triangle permettant d'obtenir une meilleure description dans la base de fonctions d'essai en rooftop et à développer un quadripôle de couplage dont le rôle est fondamental dans la résolution du problème. Une comparaison des résultats obtenus à travers le calcul des paramètres de diffraction avec la littérature a montré une bonne concordance de nos valeurs. Une réduction du temps de calcul a été obtenue par l'application de la 2D-FFT à notre système matriciel.

Dans une deuxième étape, nous présentons la modélisation de circuits planaires aux hautes fréquences par une méthode itérative originale basée sur le concept d'onde. Le travail, consiste au développement d'un logiciel de simulation basé sur la mise en œuvre de la méthode itérative pour la modélisation de circuits micro ondes. Le processus de concept d'ondes (WCIP : Wave Concept Iteratif Process) a été développé en premier comme instrument pour l'étude des guides d'ondes et de la dispersion des circuits planaires. La méthode WCIP est basée sur la détermination de la relation récurrente entre les ondes incidentes et réfléchies, en respectant les conditions de continuité dans le domaine spatial, c'est-à-dire au niveau de chaque interface plane. Le résultat est approché progressivement par des itérations successives jusqu'à la convergence. Cette technique évite les phénomènes indésirables des opérateurs non bornés rencontrés dans le formalisme des fonctions de Green. La relation entre le courant et le champ est obtenue en utilisant les opérateurs d'impédance, est transposée à une relation entre ondes. Cette méthode a été appliquée depuis plus d'une décade à plusieurs types de circuits intégrés radiofréquence (RFIC:Radio Frequency Integreated Circuits) et à des problèmes de diffraction. La puissance de la méthode a été en premier vérifiée dans l'analyse d'un simple circuit planaire par Akatimagool and Wane .

En effet, il est important d'examiner avec prudence l'impact respectif du nombre d'itérations et la précision d'échantillonnage 2D (pixellisation) sur le résultat de quelques structures sensibles. En plus, un gain important en temps d'exécution est obtenu par l'utilisation de l'algorithme de la 2D FFT. Enfin la méthode a été appliquée à la caractérisation et la modélisation de différents circuits planaires micro-ondes. Les résultats expérimentaux ont été comparés avec ceux obtenus par la méthode des moments et celle des différences finis dans le domaine temporel. A noter que la méthode itérative et la méthode des moments utilisent des sources planaires (horizontale) et des murs métalliques, alors que la méthode FDTD utilise des sources verticales et des murs absorbants. Ce point est à considérer dans les comparaisons entre les deux méthodes. Un parfait accord entre la simulation et la mesure a été obtenu.

*** Thèse de Doctorat d'Etat en Electronique**

Directeur de Thèse : Mr Brahim Haraoubia, Professeur à l'USTHB