

Analyses 3D-TLM et expérimentales reliées à la conception d'une antenne active planaire à plusieurs couches

Abdelkader Dhouib, étudiant 3^e cycle

Dr Michel Lecours, directeur de recherche

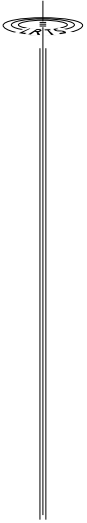
Dr Malcolm Stubbs, co-directeur de recherche, CRC

Abstract: This project concerns the analysis of a coupling scheme for potential applications in planar phased array antennas. The configuration uses two microstrip substrates and an intervening stripline substrate to facilitate vertical signal distribution from RF circuit elements to patch antennas. The power is coupled between the different layers through apertures in the common ground planes of adjacent substrates. A full wave electromagnetic analysis based on the three dimensional transmission line matrix (3D-TLM) method is used to model the microstrip to stripline coupling discontinuity. The results obtained this year concern in particular an improved signal averaging technique for wide bandwidth absorbing boundary condition in the TLM method, and the 3D-TLM analysis of rectangular dielectric resonator antennas.

Résumé: Ce projet étudie la technique de couplage entre des substrats micro-ondes pour la conception d'une antenne réseau à plusieurs couches. L'architecture utilise deux substrats de microruban et un substrat de stripline. L'énergie est couplée entre les différents niveaux à travers une fente gravée sur le même plan de masse. Une analyse numérique basée sur la méthode TLM en trois dimensions est utilisée pour caractériser la transition microruban/stripline. Les résultats de l'année en cours portent sur l'amélioration de la technique TLM pour améliorer l'absorption large bande aux frontières du milieu simulé, et sur l'analyse 3D-TLM d'antennes à résonateur diélectrique rectangulaire.

Introduction

L'intégration de la technologie des circuits intégrés micro-ondes monolithiques et des antennes planes est considérée comme une approche convenable pour la réalisation des systèmes de communications du futur. Une architecture appropriée pour la conception de ces systèmes consiste à intégrer les composantes actives, les éléments de rayonnement et les diviseurs de puissance sur différents substrats. La réalisation de ces systèmes à plusieurs couches nécessite l'étude du couplage électromagnétique entre les structures microruban et stripline.



Un signal peut être couplé entre deux substrats à travers une fente gravée sur le plan de masse commun, ou par l'intermédiaire d'une sonde reliant les deux conducteurs. La première alternative permet d'avoir une configuration monolithique et plus facile à fabriquer, alors que la seconde approche présente moins de perte d'insertion et une bande très large.

Analyse par la méthode TLM

Le couplage entre ces différents niveaux est difficile à étudier par les méthodes analytiques et fréquentielles. Cependant, la méthode TLM (transmission line matrix) en trois dimensions représente un choix convenable pour étudier cette géométrie complexe. Pour simuler les phénomènes de diffraction et de propagation par la méthode TLM, il est nécessaire de mailler non seulement la structure étudiée mais aussi l'espace environnant. Mailler l'espace infini étant impossible, il faut tronquer le volume d'analyse en ajoutant des parois absorbantes. L'introduction d'un coefficient de réflexion dans l'algorithme de transfert permet de modéliser l'interface diélectrique/air.

Méthode améliorée de conditions d'absorption aux frontières [1]

Au cours de cette dernière année, nous avons développé une méthode améliorée de conditions d'absorption aux frontières (Absorbing Boundary Conditions: ABCs), car la méthode de la terminaison adaptée produit des réflexions considérables dans les réponses transitoires pour des milieux dispersifs (figure 1). Utilisant une technique de moyennage du signal, nous avons montré que la plus grande partie des réflexions indésirables peut être supprimée. Cette technique est basée sur le moyennage des ondes de courant et de tension dans le domaine des fréquences, et assure que les erreurs qui se propagent en direction opposée au champ incident se cancelent. Tel qu'illustré à la figure 2, on arrive à diminuer le coefficient de réflexion à moins de -58 dB sur une grande largeur de bande. La mise en oeuvre de cette technique ne requiert pas de mémoire dynamique additionnelle ou d'algorithme complexe. Les parois absorbantes peuvent être placées près de la discontinuité, ce qui permet de réduire le temps calcul.

Analyse d'antennes à résonateur diélectrique rectangulaire [2]

Nous avons également analysé, avec la technique 3D-TLM, l'analyse d'antennes à résonateur diélectrique rectangulaire avec couplage par proximité et avec couplage à travers une ouverture. Les résultats numériques ont montré une bonne similitude avec les résultats expérimentaux.

1. DHOUIB A., STUBBS M. G., SIMONS N.R.S., and LECOURS M., "A signal averaging technique for wide bandwidth absorbing boundary conditions in the TLM method", soumis IEEE Microwave and Guided Wave Letters, march 1995.
2. DHOUIB A., STUBBS M. G., MONGIA R. K., LECOURS M., "3D-TLM analysis of rectangular dielectric resonator antennas," accepted, 1995 IEEE Ant. and Propagat. Conference.

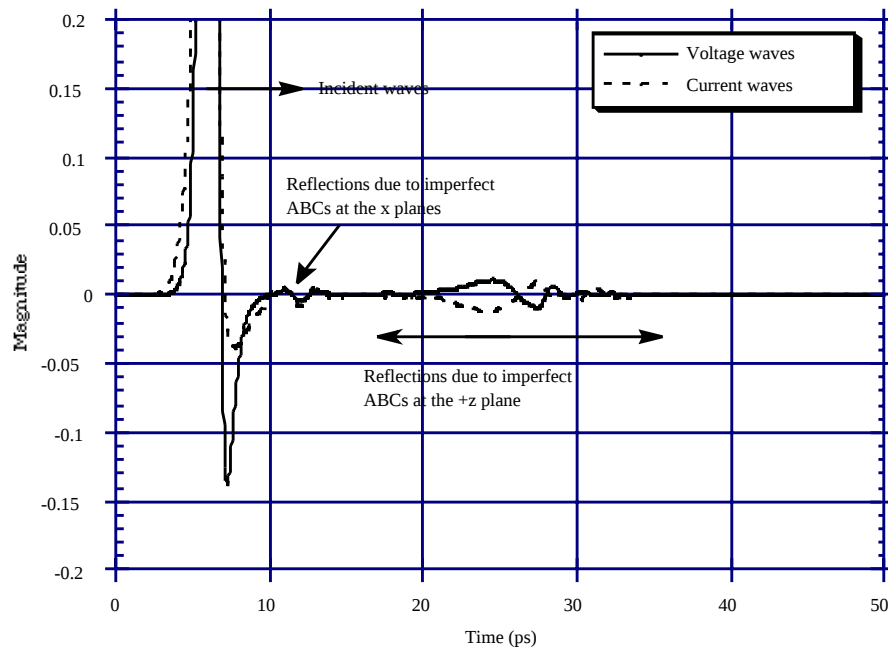
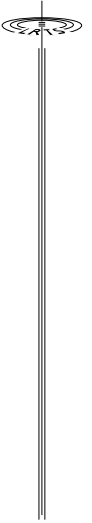


Figure 1. Exemple de réponse transitoire d'ondes de courant et de tension

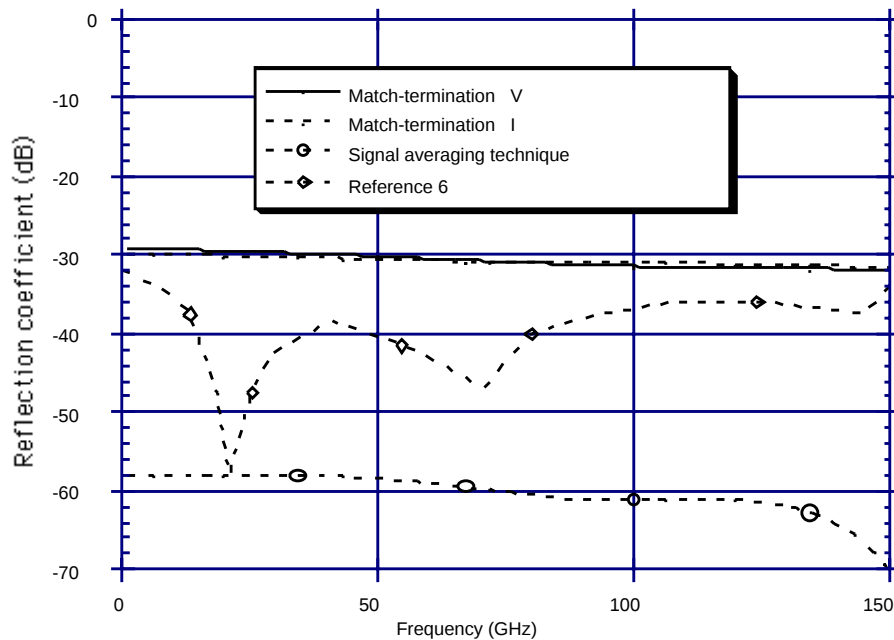


Figure 2. Exemple de coefficients de réflexion calculés pour différentes conditions d'absorption aux frontières, montrant l'amélioration par la technique de moyennage des signaux.