

Efficient frequency-domain modelling and simulation of nonuniform coupled transmission lines: Application in transient analysis of VLSI circuits

Modélisation et simulation efficaces dans le domaine des fréquences de lignes de transmission couplées non uniformes : Application à l'analyse transitoire de circuits VLSI

A. Cheldavi and D. Ansari

A new method of analysis of the transients in nonuniform lossy multiconductor transmission lines with frequency-dependent parameters is presented. The terminations may be nonlinear, and the interconnections networks are arbitrary. The method of the solution is based on *steplines* approximation of the nonuniform transmission lines and quasi-transverse electromagnetic mode (quasi-TEM) assumptions. Using *steplines* approximation, the system of coupled nonuniform transmission lines is subdivided into an arbitrarily large number of coupled uniform lines (*steplines*) with different characteristics. Then, using the modal decomposition method, the system of coupled partial differential equations for each step is decomposed into a number of uncoupled ordinary telegraph equations, which are then solved in the frequency domain. Thereafter each step of the system is modelled as a linear filter with frequency-dependent coefficients. The terminations for linear and nonlinear cases are then modelled as linear or nonlinear systems. Finally, the transfer matrix of the system is obtained. Some examples from the literature are then solved to demonstrate the validity of the method. The method proposed here is very fast and can easily be implemented using general-purpose software packages like MATLAB.

Une nouvelle méthode d'analyse des transitions dans des lignes de transmission multi conductrices non uniformes avec pertes et avec des paramètres dépendants de la fréquence est présentée. Les terminaisons peuvent être non linéaires et les réseaux d'interconnexions sont arbitraires. La méthode de la solution est basée sur l'approximation *steplines* des lignes de transmission non uniformes et des hypothèses du mode électromagnétique quasi-transversal (quasi-TEM). En utilisant l'approximation *steplines*, le système de lignes de transmission couplées non uniformes est subdivisé en un nombre arbitrairement grand de lignes couplées uniformes (*steplines*) ayant différentes caractéristiques. Puis, en utilisant la méthode de décomposition modale, le système d'équations différentielles partielles couplées de chaque marche est décomposé en un certain nombre d'équations télégraphiques ordinaires découplées qui sont ensuite résolues dans le domaine des fréquences. Par la suite, chaque marche du système est modélisée comme un filtre linéaire avec des coefficients dépendants de la fréquence. Les terminaisons pour les cas linéaires et non linéaires sont ensuite modélisées comme des systèmes linéaires ou non linéaires. Finalement, la matrice de transfert du système est obtenue. Quelques exemples de la littérature sont ensuite résolus afin de démontrer la validité de la méthode. La méthode proposée ici est très rapide et peut être facilement implantée en utilisant des suites logicielles à usage général comme MATLAB.

Keywords: interconnect, simulation, transient analysis, VLSI circuits