

Abstract

Odată cu creșterea frecvențelor de lucru efecte specifice câmpului electromagnetic ce până acum erau neglijate devin relevante și în consecință, este necesară dezvoltarea unei noi abordări bazate pe câmp, deoarece vechile tehnici bazate în principal pe circuite nu mai corespund necesităților. Pe măsură ce dimensiunile tranzistoarelor din circuitele integrate scad, întârzierea datorată acestor componente active devine neglijabilă față de întârzierea datorită propagării semnalului pe interconexiuni. Din acest motiv modelarea și simularea interconexiunilor are o tot mai mare actualitate și importanță pentru proiectanți. Scăderea dimensiunilor componentelor până la domeniul nanometric aduce dezavantaje precum: sporirea imperfecțiunilor procesului litografic și creșterea abaterilor geometrice relative. Variabilitatea dimensiunilor și imperfecțiunea formelor geometrice se datorează faptului că tehnologiile de realizare sunt la limita menținerii controlului asupra rezultatului. Din aceste motive, pentru realizarea unui produs robust, proiectanții de circuite RFIC au nevoie tot mai des de modele parametrice care să permită analiza variabilității și a impactului imperfecțiunilor tehnologice asupra produsului final de serie mare.

Noutatea acestei teze este variabilitatea modelelor extrase din analiza numerică a interconexiunilor lungi modelate ca linii de transmisie în funcție de parametrii geometrici care prezintă variații de proces și litografice. Se analizează modele variabile pentru structurile TL (linii de transmisie) luând în considerare o dependență a parametrilor lineici în funcție de parametrii geometrici la o frecvență dată, precum și o dependență a parametrilor lineici longitudinali de frecvență (în consecință, lungimea liniei este un parametru geometric special, modelat prin relațiile exponențiale ce exprimă propagarea de-a lungul liniei). Strategia se bazează pe calculul câmpului electromagnetic pentru extragerea parametrilor lineici și pe calculul sensibilităților de ordinul întâi pentru parametrii geometrici variabili. Influența frecvenței este aproximată cu polinoame raționale obținute cu Vector Fitting. Metoda are avantajul că modelul extras poate fi sintetizat cu un circuit parametrizat scris în limbaj SPICE.

With the increase of the operating frequency, effects specific to the electromagnetic field that up to now were neglected, become too relevant and consequently, a new approach based on electromagnetic field has to be developed, because the old techniques based on circuits do not correspond to the new necessities. While the dimensions of the transistors from the integrated circuits decrease, the retardation of these active components becomes negligible due to the signal propagation on interconnects. From this reason the modeling and simulation of the interconnections is more and more actual and has a significant importance for designers. The decrease of the components to nanometric scale brings disadvantages as: more imperfections of the lithographic process and the growth of the relative geometric variations. The variability of the dimensions and the imperfection of the geometry is due to the fact that the realization technologies are on the edge of the control on the result. From these reasons, for a robust product, the RF circuits designers need parametric models to be able to analyze the variability and the impact of the technological imperfections on the final product.

The novelty of this Phd. Thesis is the variability of the extracted models from the numerical analysis of the long interconnections modeled as transmission lines with respect to the geometrical parameters that have process and lithographic variations. The author analyses new parametric models for TL (transmission lines) structures that take in consideration a dependence of the line parameters with respect to the geometric dimensions on a given frequency, as well as a dependence of the longitudinal line parameters with respect to frequency (as a consequence, the length of the line is a special geometric parameter, modeled through exponential relations that express the propagation along the line). The strategy is based on the electromagnetic field computation for the extraction of the line parameters and on the first order sensitivity computation for the geometric parameters that vary. The influence of the frequency is approximated with rational polynomials obtained with Vector Fitting. The method has the advantage that the extracted model can be synthesized with a parametric circuit that can be written in SPICE language.