

Diss. ETH ex. B

Diss. ETH No. 11412

A modeling language for mixed circuit and semiconductor device simulation

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by
JAMES LITSIOS
Ing. Informaticien, EPFL
born 6 January 1963
citizen of U.S.A.



CatE

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. W. Fichtner, examiner
Prof. Dr. L. Thiele, co-examiner

1996

Abstract

Progress from simulators with built-in models to those which allow external models written in a high level language demands a large amount of abstraction and formalism in all the fields that are involved. Such a step had already been made in a general fashion for digital and analog circuit simulators but not for device simulators. This thesis makes this step.

Through the analysis of existing device and circuit simulators it can be shown that their features can be formalized into set of requirements that are necessary to be solved to implement a modeling language for device simulators. With the complex nature of device interface and contact models, these requirements also cover analog circuit models, allowing the work to result in a modeling language for a mixed mode device and circuit simulator.

Important requirements for a usable physical modeling description language (PMDL) are the automation of the discretization of the mesh based models, the generation of mesh-element specific code as well as the code to compute Jacobians. These requirements were solved with a set of innovative algorithms that were implemented through of a compiler for the modeling language in C++.

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Simulatoren mit eingebauten Modellen zu solchen mit externen, in einer höheren Sprache geschriebenen Modellen erfordert grosse Anstrengungen hinsichtlich Abstraktion und Formalismus in allen beteiligten Bereichen. Ein solcher Schritt ist in sehr allgemeiner Form bereits für digitale und analoge Schaltkreissimulatoren gemacht worden - nicht aber für Bauelementsimulatoren. Diese Arbeit macht diesen Schritt.

Durch Analyse von existierenden Bauelementsimulatoren kann gezeigt werden dass ihre Eigenschaften formalisiert werden können, welche zu Anforderungen führen, die die Grundlage zur Implementation der Modell-Sprache bilden. Aufgrund der komplexen Natur von Grenzflächen- und Kontaktmodellen, genügen auch analoge Schaltkreismodelle diesen Anforderungen, so dass die resultierende Modell-Sprache auch für kombinierte Bauelement- und Schaltkreissimulatoren geeignet ist.

Wichtige Anforderungen an eine brauchbare, physikalische Modelle beschreibende Sprache (Physical Modeling Description Language PMDL) sind sowohl die Automation der Diskretisierung gitterorientierter Modelle, als auch die Erzeugung von spezifischem Code zum Generieren von Gitterelementen sowie zur Berechnung der Jakobischen Matrix. Dies Forderungen wurden durch eine Reihe von innovativen Algorithmen gelöst und in der Form eines Übersetzungsprogramms für die Modell-Sprache in C++ implementiert.