

**UNIVERSITATEA POLITEHNICA din BUCUREȘTI**  
**FACULTATEA DE ELECTRONICA TELECOMUNICAȚII**  
**ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI**  
CATEDRA DE DISPOZITIVE CIRCUITE ȘI APARATE ELECTRONICE

**TEZA DE DOCTORAT**  
**STUDIU DE IMPLEMENTARE A UNUI ALGORITM DE CALCUL SIMBOLIC**  
**PENTRU EXTRAGEREA PARAMETRILOR UNUI CIRCUIT LINIAR**

**Coordonator științific**  
**Prof. Dr. Ing. Mircea BODEA**

**Autor**  
**Ing. Cristian Ferruccio ZORIO**

Obiectivul acestei teze l-a reprezentat implementarea unei metode care include algoritmi și tehnici de calculul simbolic, pentru extracție de parametrii pentru circuite electrice, în cazul analizei de semnal mic în domeniul frecvență. Pornind de la constatarea că ori ce metodă de extracție pur numerică nu este decât un procedeu de rafinare a unei soluții aproximative care există deja: parametrii inițiali “de start”, se arată că (prin însăși natura ei) această categorie de algoritmi nu poate garanta determinarea soluției optime.

- Se propune includerea în orice problemă de extracție a algoritmilor de calcul simbolic astfel încât parametrii inițiali “de start” din metodele pur numerice nu mai sunt necesari. În cazul extracției unui singur parametru metoda propusă funcționează fără restricții.

Pentru cazul extracției simultane a mai multor parametri a fost elaborată o platformă pentru selecția și testarea eficienței algoritmilor de rezolvare a sistemului de ecuații polinomiale generate de metoda propusă. Pentru aceasta:

- A fost implementat un algoritm de transformare a informațiilor date de rezultatele măsurătorilor și de topologia/schema circuitului (memorate inițial într-un format tip “netlist”) într-un set de expresii simbolice inițiale, generate structurate corespunzător pentru a fi importate într-un sistem CAD pentru matematică care permite descrierea formală într-un limbaj de programare a metodelor propuse pentru rezolvarea problemei de extracție.
- A fost elaborată o metodă de “ajustare” a complexității unei probleme de extracție prin selectarea unui număr adecvat de măsurători.
- S-a făcut o analiză comparativă din punctul de vedere al eficienței calculului, a implementărilor bazate pe algoritmi propuși pentru calculul simbolic, pentru selectarea celor mai eficienți algoritmi.

O contribuție la obținerea de noi algoritmi de calcul simbolic care pot fi incluși în metoda propusă pentru rezolvarea problemei de extracție o reprezintă identificarea unor proprietăți speciale ale formulelor simbolice a funcției obiectiv și a sistemului de ecuații al modelului matematic pentru problema de extracție considerată.

**POLITEHNICA UNIVERSITY of BUCHAREST**  
**FACULTY OF ELECTRONICS TELECOMMUNICATION**  
**AND INFORMATION TECHNOLOGY**  
DEPARTMENT OF ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUITS

**DOCTORATE THESIS**  
**A SURVEY FOR IMPLEMENTING A SYMBOLIC COMPUTATION ALGORITHM**  
**FOR PARAMETER EXTRACTION IN CASE OF A LINEAR CIRCUIT**

**Scientific co-ordinator**  
**Prof. Dr. Ing. Mircea BODEA**

**Author**  
**Ing. Cristian Ferruccio ZORIO**

The aim of this study was the possibility of including symbolic algorithms and symbolic computing techniques in parameter extraction methods when using analysis in the frequency domain of small signal circuits. After establishing that any “pure” numeric method for parameter extraction only performs “refinement” of a given solution consisting of initial “start values”, it becomes obvious that by only using this class of algorithms there is always a chance to get a wrong result.

- A solution is including symbolic algorithms in parameter extraction methods which makes “start values” to be no longer needed. In the case of extraction of a single parameter this method didn’t show any limitations.

For the case of simultaneously extracting more than one parameter a set of tools was developed, providing:

- An algorithm for transforming a information representing measurement results and circuit de topology/schema (initially stored like a “netlist” data structure) in a set of initial symbolic expression, to be imported in a math-CAD system which allow the formal description of the proposed method for solving this extraction problem, in a programming language.
- A method de for tuning the complexity of the de extraction problem by selecting an adequate number of measurements was developed.
- In order to select best symbolic algorithms, a compared analysis of calculus efficiency was performed.

A contribution to the work of obtaining new symbolic algorithms to be included in the presented method for this extraction problem was the identification of special properties of the symbolic formulae of the error function and of the polynomial equation system which describes the extraction model used.