

THESE

Ms/1648 C1232

présentée à

Institut National Polytechnique de Grenoble



pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE 3^{ème} CYCLE

Génie Informatique

par

Jean-Claude REYNAUD



**IMAG3 : UN SYSTEME DE SIMULATION
ET D'OPTIMISATION DE CIRCUITS ELECTRONIQUES**



Thèse soutenue le 10 mai 1978 devant la Commission d'Examen :

Président : P.J. LAURENT

Examineurs : J. BOREL

J. KUNTZMANN

C. LE FAOU

J. MERMET

D. VANDORPE

- Chapitre II

- . Introduction II.1
- . I - Calcul des états stables du circuit II.5
 - I.1 - Les méthodes II.6
 - I.1.1 - Les méthodes utilisables II.6
 - I.1.1.1 - Les méthodes de points fixes II.6
 - I.1.1.2 - Méthodes de partitionnement II.8
 - I.1.2 - Les méthodes utilisées dans IMAG3 II.9
 - I.2 - Position du problème du calcul des états stables en fonction des modèles II.13
 - I.3 - Extension du langage de description II.17
 - I.3.1 - Extension du langage au niveau des types II.17
 - I.3.2 - Utilisation effective dans un circuit II.20
 - I.4 - Exploitation des renseignements qualitatifs II.21
- . II - Calcul de la réponse en régime transitoire II.22
 - II.1 - Notion de système "stiff" et de stabilité II.23
 - II.1.1 - Caractéristiques générales des méthodes numériques d'intégration II.23
 - II.1.2 - Difficultés d'intégration numérique des systèmes stiff II.27
 - II.2 - Méthodes utilisées dans IMAG3 II.31
 - II.2.1 - Rappels des méthodes utilisées dans IMAG2 II.31
 - II.2.2 - Méthodes utilisées II.34
 - II.2.2.1 - Aspect théorique II.35
 - II.2.2.2 - Aspects pratiques II.38
 - II.2.2.2.1 - Utilisation de formules à pas liés pour résoudre (II.2) II.39
 - II.2.2.2.2 - Méthode d'ordre 2 II.41
 - II.2.2.2.3 - Méthode d'ordre variable II.46
 - II.2.2.3 - Problèmes particuliers II.51
 - II.2.2.3.1 - Traitement des discontinuités II.51

- Introduction

- Chapitre I

- . Introduction I.1
- . I - Les composants d'un circuit électronique I.4
 - I.1 - Dipole I.5
 - I.2 - N-poles I.5
 - I.3 - Les sources d'excitations I.6
 - I.4 - Les modes de fonctionnement d'un circuit I.6
 - I.5 - Classification des circuits électroniques I.7
 - I.6 - Schéma équivalent de N-poles I.9
- . II - Caractéristiques communes aux systèmes IMAG2 et IMAG3 I.14
 - II.1 - Caractéristiques externes I.14
 - II.1.1 - Le langage de description I.15
 - II.1.1.1 - Les types de base I.16
 - II.1.1.2 - Extensions I.20
 - II.1.1.3 - Déclaration de variables I.24
 - II.1.1.4 - Instruction d'affectation I.25
 - II.1.1.5 - Description d'un circuit I.26
 - II.1.1.6 - Parallèle avec les recherches actuelles sur les langages de programmation I.27
 - II.1.2 - Le langage de commande I.31
 - II.1.2.1 - La commande CONT I.32
 - II.1.2.2 - La commande TRAN I.32
 - II.1.2.3 - La commande ALTE I.33
 - II.1.2.4 - L'instruction sensibilité (SENS) I.34
 - II.2 - Les aspects internes I.35
 - II.2.1 - Compilation du langage d'accès I.36
 - II.2.2 - Equations du circuit I.37
 - II.2.2.1 - Ecriture des équations I.39
 - II.2.2.1.1 - Définitions préliminaires I.40
 - II.2.2.1.2 - Choix d'un arbre de G I.42
 - II.2.2.1.3 - Loi des cycles I.43
 - II.2.2.1.4 - Loi des noeuds I.46
 - II.2.2.2 - Elimination des variables non dynamiquement indépendantes I.52

II.2.2.3.2 - Influence de la séquence codée I _{L_{Di}} sur l'itération (II.11)	II.5
II.2.2.3.3 - Utilisation des différents paramètres des méthodes d'intégration vue sous l'aspect utilisation	II.54
. III - "Conception automatique" ou optimisation de circuits électroniques	II.58
III.1 - Position du problème	II.60
III.1.1 - Aspect pratique	II.60
III.1.2 - Aspect mathématique	II.62
III.1.3 - Optimisation et analyse de tolérance	II.65
III.2 - Langage d'entrée	II.69
III.2.1 - Fonctions objectifs, seuils et contraintes	II.70
III.2.2 - Langage de commande	II.71
III.3 - Aspect interne	II.72
III.3.1 - Minimum - Domaine convexe	II.73
III.3.2 - Recherche effective du minimum	II.76
III.3.2.1 - Algorithmes pour un problème sans contraintes	II.77
III.3.2.2 - Problèmes avec contraintes	II.80
III.3.3 - Calcul du gradient de la fonction objectif	II.84
III.3.3.1 - Méthode de Hachtel et Rohrer	II.86
III.3.3.2 - Méthode du réseau adjoint (Director et Rohrer)	II.88
III.3.3.3 - Méthode proposée	II.90
III.3.4 - Aspect utilisation	II.94
. IV - Conclusion.	

. III - Différences entre les deux approches I.54

III.1 - Démarche utilisée dans IMAG2 - Critiques I.55

III.1.1 - Forme canonique I.55

III.1.2 - Réalisation du calcul de la forme canonique dans IMAG2 I.58

III.1.3 - Calcul de la matrice de Jacobi de f dans IMAG2 I.61

III.2 - Démarche utilisée dans IMAG3 I.63

III.2.1 - Etude des équations E_c I.64

III.2.2 - Calcul des dérivées partielles de E_c I.69

III.2.2.1 - Possibilité d'emploi de REDUCE ou FORMAC I.69

III.2.2.2 - Algorithme de calcul I.70

III.2.3 - Résolution du système linéaire JX = B I.76

III.2.3.1 - Propriétés de (III.15) - Approche de résolution I.77

III.2.3.2 - Algorithme de détermination de I_{L_{Di}} I.80

III.2.3.3 - Mise en oeuvre programmée I.88

. IV - Conclusion I.90

- Chapitre III

- . Introduction
- . I - Caractéristiques essentielles de divers programmes disponibles III.2
- .II - Approche du tableau creux - Sparse tableau approach III.8
- .III- Approche utilisée dans ASTAP [WEEKS 73] III.12
- .IV - Etude d'un circuit logique avec ASTAP et avec IMAG3 III.14
 - IV.1 - Description du circuit III.14
 - IV.2 - Résultats III.15
 - IV.3 - Conclusions III.19
- . V - Evolution des performances des systèmes IMAG2 et IMAG3 III.20
- .VI - Exemple d'un calcul en sensibilités III.23
- .VII- Exemple de calcul en optimisation III.27
- . Conclusion.