

198/1608 C1932

THESE

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

Examinateurs : 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 - Équations 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 œuvre 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.