

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DE BATNA

MEMOIRE

Présenté à

LA FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER  
MICROELECTRONIQUE

Option: IC Design

Par  
BENACER Imad

*Thème*

***MODELISATION COMPORTEMENTALE  
DE SPICE A VHDL-AMS***

*Devant le jury constitué de :*

Pr. OUNISSI Abdelhamid	Prof. Université de Batna	Président
Dr. DIBI Zohir	M.C. Université de Batna	Rapporteur
Pr. CHAABI Abdelhafid	Prof. Université de Constantine	Examineur
Pr. MAHAMDI Ramadane	Prof. Université de Batna	Examineur
Dr. DJEFFAL Fayçal	M.C Université de Batna	Examineur

# SOMMAIRE

---

---

Introduction Générale .....	1
-----------------------------	---

## **Chapitre I**

### *Techniques de modélisation des circuits*

I.1 Introduction .....	4
I.2 Modèle .....	4
I.3 Analyse et synthèse .....	4
I.4 Types de comportements .....	5
I.5 Types de formalismes .....	7
I.6 Macro-modèle.....	9
I.7 Simulation électrique.....	10
I.7.1 Techniques de simulation .....	11
I.7.1.1 Simulation logique.....	12
I.7.1.2 Simulation analogique .....	12
I.7.1.3 Simulation mixte logique-analogique.....	14
I.8 Modélisation .....	16
I.8.1 Objectif de la modélisation .....	17
I.8.2 Méthodologie de modélisation des circuits analogiques .....	17
I.8.3 Exemples analogiques et digitaux .....	17
I.8.4 Modèles et primitives .....	18
I.8.5 Techniques de modélisation .....	18
I.9 Conclusion.....	23

## **Chapitre II**

### *Langage de modélisation et simulateur*

II.1 Introduction .....	24
II.2 Choix du langage de modélisation .....	24
II.2.1 Langage de programmation orientée objet.....	24
II.2.2 Langage de modélisation numérique.....	24
II.2.3 Langage mathématique formel explicite .....	24
II.2.4 Langage de modélisation implicite dédiée à l'électronique.....	25
II.2.5 Langage de modélisation analogique multi-domaines .....	25
II.2.6 Langage de modélisation mixte multi-domaines .....	25
II.3 Méthodes de modélisation VHDL-AMS .....	26
II.4 ORCAD PSPICE.....	27

II.4.1 Définition .....	27
II.4.2 Limitations de SPICE.....	28
II.5 VHDL-AMS.....	29
II.5.1 Histoire de VHDL-AMS .....	29
II.5.2 Avantage de VHDL-AMS.....	30
II.5.3 Limites de VHDL-AMS.....	30
II.5.4 Evolution liée à VHDL-AMS .....	31
II.6 Choix du logiciel de simulation .....	32
II.6.1 Simulateurs de première génération à code apparent.....	32
II.6.2 Possibilités offertes par l'interfaçage avec VHDL-AMS .....	33
II.6.3 Nouveaux simulateurs disposant d'un GUI (Graphical User Interface) .....	33
II.7 Simplorer.....	34
II.7.1 Introduction .....	34
II.7.2 Interface graphique.....	35
II.8 Modèle VHDL-AMS .....	36
II.8.1 Structure d'un modèle VHDL-AMS .....	36
II.8.2 Classes d'objets .....	39
II.8.3 Déclarations simultanées.....	40
II.9 Apports de VHDL-AMS .....	43
II.10 Application à la modélisation hiérarchique.....	45
II.11 Conclusion.....	46

## **Chapitre III**

### ***Simulation des circuits électroniques***

III.1 Introduction.....	47
III.2 Connexion Analogique .....	47
III.3 Connexion Physique .....	47
III.3.1 Resistance .....	48
III.3.2 Capacité .....	49
III.3.3 Inductance .....	50
III.3.4 Diode.....	55
III.4 Connexion Mathématique.....	56
III.5 Générateurs .....	58
III.5.1 Sources indépendantes constantes .....	58
III.5.2 Source de tension sinusoïdal.....	59
III.5.3 Générateur d'impulsion .....	60

III.6 Trigger de Schmitt .....	62
III.6.1 Trigger Inverseur .....	62
III.6.1.1 Modèle Pspice du Trigger Inverseur.....	63
III.6.1.2 Modèle VHDL-AMS du Trigger Inverseur .....	65
III.6.2 Trigger non inverseur.....	66
III.6.2.1 Modèle pspice du trigger non inverseur .....	68
III.6.2.2 Modèle VHDL-AMS de trigger non inverseur.....	69
III.7 Contrôle du système hybride .....	70
III.7.1 Modélisation par pspice .....	70
III.7.2 Modélisation par VHDL-AMS .....	71
III.8 Machine à courant continu.....	72
III.8.1 Modèle électrique .....	73
III.8.2 Modélisation par pspice .....	73
III.8.3 Modélisation par VHDL-AMS .....	75
III.9 Conclusion .....	76

## **Chapitre IV**

### ***Boucle à verrouillage de phase (PLL)***

IV.1 Introduction .....	77
IV.2 Détection d'évènements analogiques .....	77
IV.3 Principe de fonctionnement.....	78
IV.4 Modélisation d'une PLL.....	81
IV.4.1 Modèle VHDL-AMS de la PLL.....	82
IV.4.1.1 Comparateur de phase .....	82
IV.4.1.2 Filtre de boucle .....	83
IV.4.1.3 Oscillateur commandé en tension.....	83
IV.4.2 Modèle Pspice de la PLL.....	85
IV.5 Conclusion .....	87
<b>Conclusion Générale</b> .....	88
<b>Glossaire</b> .....	90
<b>Bibliographie</b> .....	91

## **Résumé**

*La conception de système passe par la description comportementale des différentes parties (sous-systèmes) du système et de leurs intercommunications. Le langage VHDL-AMS, dont la norme est en train de sortir, vient à point pour favoriser cette description et ces échanges.*

*Ce mémoire a pour objectif :*

1. *De présenter le passage de la simulation analogique classique à la simulation comportementale et de savoir comment transformer un simulateur électrique de type SPICE en simulateur comportemental.*

2. *La modélisation des composants et des blocs par SPICE et le langage VHDL-AMS.*

*Il répond au désir de pouvoir fournir dès à présent, alors que la norme VHDL-AMS est sur le point de sortir officiellement, un outil de simulation et une ébauche de méthode de modélisation VHDL-AMS.*

*Le mémoire comprend donc deux grandes parties. Dans la première partie intitulée « Simulation Analogique et Comportementale », nous avons étudié le fonctionnement et la structure d'un simulateur électrique analogique (SPICE), et les grands principes (analogiques) du langage VHDL-AMS.*

*Une comparaison entre les résultats de simulation pour les deux applications soit par SPICE ou VHDL-AMS a montrée que les résultats sont les même quelque soit l'outil de simulation.*

**Mots clés :** *VHDL-AMS, SPICE, Modélisation, simulation.*

## **Abstract**

*The design of systems is described by the behavioral of the various parts (subsystems) and their interconnections. The language VHDL-AMS, whose standard is leaving, comes at the right moment to support this description and these exchanges.*

*This memory aims at:*

1. *To present the passage of traditional analogical simulation to behavioral simulation and of knowing how to transform an electric simulator type SPICE into behavioral simulator.*

2. *The modeling of the components and the blocks by SPICE and VHDL-AMS language.*

*It answers the desire to be able to provide as of now, whereas standard VHDL-AMS are about to leave officially, a tool for simulation and an outline of method of modeling VHDL-AMS.*

*The memory thus comprises two main parts. In the first part, we studied the operation and the structure of an analogical electric simulator (SPICE), and the great principles (analogical) of language VHDL-AMS.*

*A comparison between the results of simulation for the two applications is by SPICE and VHDL-AMS showed that the results are the same for the two tools of the simulation. The transportable operation of the VHDL-AMS gives it the first class.*

**Keywords:** *VHDL-AMS, SPICE, Modeling, simulation.*