

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



**Université de Batna
Faculté Des Sciences de l'Ingénieur
Département d'Electronique**



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Electronique

OPTION : IC-DESIGN

PAR

MESSAADI Lotfi

THEME

Macromodélisation du transistor MOSFET

Devant le jury constitué de :

Dr. BENHAYA Abdelhamid	M.C. U. Batna	Président
Dr. DIBI Zohir	M.C. U. Batna	Rapporteur
Dr. AYAD Fayçal	M.C. U. Jijel	Examineur
Dr. DJEFFAL Fayçal	M.C. U. Batna	Examineur
Dr. MAHAMDI Ramdane	M.C. U. Batna	Examineur

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

I.1 Introduction.....	5
I.2. Enjeux	5
I.2.1. Contexte économique.....	5
I.2.2. Contexte technologique.....	6
I.3. Les applications interrupteur.....	7
I.3.1. Cahier des charges.....	7
I.3.2. Pertes d'énergie et rendement.....	8
I.3.2.1. Pertes par commutation	9
I.1.2.2. Pertes Joule.....	12
I.2.2.3. Pertes par commutation dans la grille.....	13
I.2.2.4. Rendement en puissance.....	13
I.4 La technologie CMOS 0.35 μm	14

CHAPITRE II

MODÉLISATION DU TRANSISTOR VDMOS

II.1 Introduction	17
II.2 Techniques de modélisation	17
a. La modélisation structurelle.....	17
b. La modélisation comportementale.....	18
c. La macromodélisation.....	18
II.3 Fonctionnement des transistors MOSFET.....	19
II.3.1 La structure MOS.....	19
II.3.2 Le MOSFET latéral.....	20
II.3.3 Le MOSFET vertical.....	23
II.3.4 Comportement statique	24
II.3.4.1 La résistance de canal R_{ch}	25
II.3.4.2 La résistance d'accès au drain R_a	27
II.3.4.3 La résistance de drift R_d de la couche épitaxiée.....	29
II.3.4.4 La résistance de substrat.....	31

II.3.5 Comportement dynamique.....	31
II.3.5.1 Capacités parasites	32
II.3.5.2 Diode intrinsèque	33
II.4 Influence de la température de jonction (T_J) sur le comportement du transistor.....	34
II.4.1 Modification de la caractéristique statique	34
II.4.2 Modification du comportement dynamique.....	38
II.5 Mise en œuvre de macromodèle PSPICE.....	39
II.5.1 Les ABM.....	39
II.5.2 Les problèmes de convergence	40
II.5.3 Conclusion	40

CHAPITRE III

MODÉLISATION THERMIQUE DES COMPOSANTS DE PUISSANCE (MOSFET)

III.1 Introduction	42
III.2 Analyse thermique des composants de puissance	42
III.2.1 Rappel théorique.....	42
III.2.2 Flux de chaleur.....	42
III.2.3 Équation de continuité	43
III.3 Modèle thermique d'un composant de puissance	44
III.3.1 Modèle électrique équivalent.....	44
III.3.2 Équivalence entre grandeurs électriques et grandeurs thermiques.....	45
III.3.3 Paramètres thermiques des matériaux les plus utilisés	46
III.4 Modèle thermique élaboré.....	47
III.4.1 Généralités	47
III.4.2 Structure segmentée du modèle thermique	47
III.4.2.1 Hypothèses et contraintes.....	47
III.4.2.2 Circuit équivalent naturel	49
III.5 Simulation du comportement thermique des composants de puissance	50
III.5.1 Généralités	50
III.5.2 Modélisation d'un MOSFET en tenant compte des effets de la température	51
III.5.2.1 Définition du problème	51
III.5.2.2 Relations des paramètres électriques avec la température	52
III.5.2.3 Modèle de simulation : Exemple d'une dépendance des paramètres à la température	53

III.6 Résultats de simulations (PSPICE)	55
III.6.1 validation du modèle VDMOS	56
III.6.1.a Validation « dynamique »	56
III.6.1.b Validation « statique »	58
III.6.2 Conclusion	63

CHAPITRE IV

APPLICATION AU CONVERTISSEUR BUCK

IV.1 Introduction	65
IV.2 Présentation du simulateur ORCAD-PSPICE	66
IV-3 Convertisseur BUCK	67
IV.3.1 Application des convertisseurs BUCK	67
IV.3.2 Avantage des convertisseurs BUCK	67
IV.3.3 Principe d'implémentation	68
IV.4 Principe de fonctionnement	68
IV.4.1 Fonctionnement en mode continue	69
IV.4.2 Fonctionnement en mode discontinu	72
IV.5 Cahier des charges	73
IV.5.1 Spécifications thermiques	74
IV.5.2 Spécifications électriques	75
IV.6 Remplacement du transistor IRF150 par notre modèle	77
IV.6.1 Comparaison entre simulation et expérience	78
IV.6.2 Conclusion	82
CONCLUSION GÉNÉRALE	84

BIBLIOGRAPHIE	86
----------------------------	----

Abstract