Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur ABDELAZIZ LBERNI

Discipline : Génie Electrique
Spécialité : Génie Electrique/ Systèmes Intelligents

Sujet de la thèse

Design and optimization of advanced analog integrated circuits - Metaheuristics and artificial neural networks-

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 16 décembre 2023 à 10h** au Centre de Conférence à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Mohammed RAMDANI	PES	ESEO d'Anger	Président
Mourad LOULOU	PES	Université de Sfax, ENIS-Sfax, Tunisie	Rapporteur
Patrick SIARRY	PES	Université Paris-Est Créteil, France	Rapporteur
Fatima ERRAHIMI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Lotfi KAMOUN	PES	Université de Sfax, ENIS-Sfax, Tunisie	Examinateur
Mustapha ALAMI	PES	Institut National des Postes et Télécommunications, Rabat	Examinateur
Abdelaziz AHAITOUF	PES	Faculté Polydisciplinaire de Taza	Examinateur
Malika ALAMI MARKTANI	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Examinateur
Ali AHAITOUF	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Systèmes Intelligents, Géo-ressources et Energie Renouvelables
Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Résumé de la thèse

Ce document est l'aboutissement de cinq années de travail. Les axes de recherche développés ont été motivés par le grand besoin en microélectronique d'une gestion automatique et simplifiée des tâches laborieuses de dimensionnement des circuits intégrés analogiques. En effet, ce processus de dimensionnement occupe une part importante du temps des concepteurs analogiques et peut être considéré comme un réel problème d'optimisation du monde actuel.

Les problèmes d'optimisation à grande échelle sont généralement difficiles à résoudre de manière optimale. Cependant, au cours des dernières années, les métaheuristiques, capables de trouver rapidement des solutions optimales, sont devenues populaires et ont été implémentés dans des approches basées sur l'optimisation qui peuvent être utilisées en électronique pour dimensionner des circuits analogiques.

Cette thèse se concentre sur le développement et l'adaptation d'algorithmes et d'outils d'optimisation multi-objectifs qui peuvent gérer simultanément l'optimisation basée sur plusieurs critères pour la conception optimale de circuits intégrés analogiques. Dans ce cadre général, nous proposons alors une adaptation d'un algorithme d'optimisation inspiré du comportement des essaims de papillons, à la fois en version mono-objectif et multi-objectif, pour l'automatisation de la conception de circuits analogiques. Les deux versions sont testées sur deux circuits analogiques, un amplificateur opérationnel à deux étages et un convoyeur de courant de seconde génération. Comparés aux méthodes les plus connues, les algorithmes proposés gardent plusieurs de leurs avantages, surtout en terme de robustesse de la convergence. Nous avons également proposé une méthode basée sur la simulation pour générer les compromis de fonctionnement des circuits analogiques à différents régimes de fonctionnement des transistors, correspondant à différentes applications, comme les applications biomédicales et à large bande passante. Dans la deuxième partie nous proposons un cadre basé sur la simulation assistée par des réseaux de neurones profonds conçus pour optimiser de multiples métriques pour les circuits analogiques. Cet environnement d'optimisation, qui comprend un moteur d'optimisation globale basé sur un algorithme évolutionnaire et un moteur d'optimisation locale basé sur un réseau de neurones profonds, permet des hybridations entre les algorithmes évolutionnaires, les approches d'optimisation, les simulateurs de circuits et les réseaux neuronaux profonds. Ce cadre est alors implémenté et testé pour dimensionner quatre circuits analogiques. Ses principales caractéristiques sont le faible coût d'adaptation et d'utilisation, une forte capacité à gérer des spécifications strictes en utilisant un modèle de réseaux de neurones profonds pour la prédiction de chaque

performance, ainsi qu'une forte capacité d'optimisation pour atteindre des performances élevées. Contrairement aux techniques classiques, l'efficacité de l'environnement que nous proposons est mise en avant grâce à une réduction importante des temps de calculs, principalement due à la remarquable robustesse des prédictions des réseaux de neurones profonds.

Mots clés : Optimisation multi-objectifs ; Métaheuristique ; Front de Pareto ; Artificiel neural network ; Métriques de performance ; Conception automatisée de circuits ; Amplificateurs CMOS ; Convoyeur de courant ; Layout.