



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Etude et réalisation de composants de puissance au Nitrure de Gallium (GaN) pour les convertisseurs d'énergie intégrés

Financement prévu : Université Lille 1 et Université de Sherbrooke (Canada)

Directeur de thèse : Nadir IDIR

E-mail : nadir.idir@univ-lille1.fr

Co-directeur de thèse : Hassan MAHER

E-mail : Hassan.Maher@USherbrooke.ca

Laboratoires : Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique de Puissance (L2EP) de Lille - EA 2697
Laboratoire Nanotechnologies & Nanosystèmes (LN2), UMI-CNRS-LN2-3463

Equipes : Électronique de puissance (L2EP) - Gestion d'énergie sur puce

Contexte scientifique

L'arrivée sur le marché de nouveaux composants de puissance à base de matériaux semi-conducteurs à grand gap, tel que le nitrure de gallium (GaN), va entraîner une amélioration notable des performances des convertisseurs d'énergie. Les propriétés physiques de ces composants permettent la montée en fréquence de fonctionnement des convertisseurs qui aura comme conséquence une réduction des dimensionnements des éléments passifs et une augmentation de la densité de puissance des convertisseurs ce qui facilitera leur intégration. De ce fait, le développement de convertisseurs intégrés à base de composants GaN fonctionnant à haute fréquence bénéficiera grandement aux applications embarquées pour lesquelles la densité de puissance est un critère déterminant.

Objectifs

L'objectif de cette thèse est de mettre en œuvre un convertisseur DC-DC totalement intégré en utilisant une technologie GaN sur silicium incluant les éléments passifs et actifs. Un tel convertisseur permettra entre autres d'obtenir un bon rendement (faibles pertes) et une augmentation de la densité de puissance (une miniaturisation). Pour atteindre cet objectif, le candidat retenu pour cette thèse sera amené à travailler en étroite collaboration avec les fabricants des circuits en salle blanche. Il effectuera la caractérisation des composants actifs et passifs réalisés afin de concevoir le convertisseur intégré. La dernière étape consistera à évaluer ses performances électriques et électromagnétiques.

Ce travail de thèse vise à évaluer les potentialités des nouveaux composants de puissance qui seront réalisés dans le cadre d'une collaboration entre les deux laboratoires L2EP, Lille, France et LN2, Sherbrooke, Canada. La finalité de ce travail de recherche consiste à étudier l'influence de la fréquence de fonctionnement sur les possibilités d'intégration du convertisseur d'énergie.

Afin d'atteindre cet objectif, de nouvelles méthodes de conception devront être développées en vue d'optimiser les performances du convertisseur en intégrant, dès la phase de conception, les aspects interférences électromagnétiques prévisibles compte tenu de la rapidité des composants utilisés (CEM), notamment en ce qui concerne la connectique. Une réflexion sera également menée sur la conception du circuit de commande rapprochée (Driver) du transistor de puissance en tenant compte des contraintes d'intégration. Le convertisseur intégré nécessitera le développement de composants passifs (bobines, condensateurs) qui seront adaptés aux fréquences de fonctionnement visées.



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Etude et réalisation de composants de puissance au Nitrure de Gallium (GaN) pour les convertisseurs d'énergie intégrés

Financement prévu : Université Lille 1 et Université de Sherbrooke (Canada)

Directeur de thèse : Nadir IDIR

E-mail : nadir.idir@univ-lille1.fr

Co-directeur de thèse : Hassan MAHER

E-mail : Hassan.Maher@USherbrooke.ca

Laboratoires : Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique de Puissance (L2EP) de Lille - EA 2697
Laboratoire Nanotechnologies & Nanosystèmes (LN2), UMI-CNRS-LN2-3463

Equipes : Électronique de puissance (L2EP) – power management on chip

Scientific Context

The emergence of new electronic power components based on wide band gap semiconductors, such as Gallium Nitride (GaN), will allow noticeable performance improvements of power converters. Physical properties linked to these components enable to increase the operating frequency of the converters, leading to dimensions reduction of passive elements and increased system power density, which has as consequence an easier integration. Therefore, the development of integrated converters based on the GaN devices operating at high frequency, will highly benefit to embedded systems for which power density is a major criterion.

Objectives

This main objective of this thesis (PhD) is the development of a fully integrated DC-DC converter using a GaN-on-Silicon technology featuring active and passive elements. Among other benefits, this converter will enable to obtain a good efficiency (low energy losses) and an increase of power density (size reduction). To achieve this goal, the successful candidate will be working closely with clean-room circuits manufacturers. He will characterize active and passive components prior to design the integrated converter. The final step will be to evaluate electrical and electromagnetic performance of the obtained converter.

The objective of this research work is to evaluate the potentialities of the new power components produced in the frame of collaboration between the laboratories L2EP, Lille, France and LN2, Sherbrooke, Canada. The aim of this research work is to study the influence of the operating frequency on the integration possibilities of the energy converter. To achieve this goal, new design methods must be developed to optimize the performance of the converter at the design stage. The Electromagnetic Interferences aspects (EMI) must be also considered.

The design of the gate control circuit (driver) of the power transistor shall be put forward in respect of integration constraints. The integrated converter will require the development of passive elements (inductors and capacitors) suited for intended operating frequencies.