



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 de conception de filtres CEM pour les convertisseurs HF à base de composants GaN

Financement prévu : Université de Lille

Cofinancement éventuel :

(Co)-Directeur de thèse : Nadir IDIR

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

Co-encadrant de thèse: Arnaud VIDET

E-mail : arnaud.videt@univ-lille1.fr

Laboratoire : L2EP EA 2697

Equipe : Electronique de Puissance

Contexte :

L'amélioration des performances des convertisseurs de puissance (rendement et densité de puissance) passe par l'augmentation des fréquences de commutation des composants semi-conducteurs de puissance. Ceci est rendu possible grâce à l'utilisation des composants à base de matériaux semi-conducteurs à grand gap (SiC et GaN). Ces derniers sont caractérisés par de faibles temps de commutation (composants rapides) qui génèrent des niveaux élevés des perturbations conduites et rayonnées vers les hautes fréquences. Des solutions pour réduire ces émissions existent, cependant, sont-ils toujours valables pour les convertisseurs HF ? Dans le cadre de cette thèse, on s'intéressera principalement aux convertisseurs HF à base de composants GaN.

Objectifs de la thèse

L'objectif de la thèse est d'étudier les perturbations conduites générées par les convertisseurs HF (fréquence de fonctionnement autour du MHz) à base de transistors GaN afin proposer des solutions de réduction des niveaux des bruits pour respecter les normes CEM en vigueur. Afin d'atteindre cet objectif, il est nécessaire, dans un premier temps, de réaliser un convertisseur fonctionnant à 1MHz en optimisant, par une conception basée sur des simulations, les performances électromagnétiques du convertisseur. Ceci va nécessiter le développement de modèles HF des différents composants du convertisseur. Des mesures des perturbations conduites du convertisseur GaN vont permettre d'étudier les moyens de réduction des niveaux des perturbations conduites de mode commun et de mode différentiel. La démarche pour réduire ces émissions consiste à agir sur la source des bruits (cellule de commutation) par une action sur la stratégie de commande qui peut être associée à l'installation de filtres CEM à l'entrée du convertisseur.



Une étude permettra de déterminer la meilleure solution de commande en fonction des conditions de fonctionnement du convertisseur. La conception et la réalisation des filtres CEM vont nécessiter une étude plus approfondie des chemins de propagation et les niveaux des courants HF afin de déterminer le matériau magnétique (propriétés physiques et géométriques) le mieux adapté pour les convertisseurs HF. Les études montrent que les éléments parasites qui apparentent en HF au niveau du filtre et du convertisseur) ont influence majeure sur les performances des filtres CEM. D'autres aspects peuvent être considérés dans la conception des filtres tels que l'influence de la température et la conception du circuit imprimé du convertisseur et du filtre.

Bibliographie

- [1] CHAFI Ammar, IDIR Nadir, VIDET Arnaud, DUQUESNE Thierry, Maher HASSAN, "Design and optimization method of PCB-integrated inductors for high-frequency converters", PCIM 2018, Nuremberg, Germany, 06/2018.
- [2] PACE Loris, DEFRANCE Nicolas, VIDET Arnaud, IDIR Nadir, DEJAEGER Jean-Claude, "S-parameters characterization of GaN HEMT power transistors for high frequency modeling", PCIM 2018, Nuremberg, Germany, 06/2018.
- [3] VIDET Arnaud, MESSAOUDI Medhi, IDIR Nadir, BOULHARTS Hocine, VANG Heu, "PWM Strategy for the Cancellation of Common-Mode Voltage Generated by Three-Phase Back-to-Back Inverters", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 32, N°. 4, pages. 2675-2686, 04/2017.
- [4] ZAIDI Bilel, VIDET Arnaud, IDIR Nadir, "Influence of switching frequency and saturation of the magnetic material on the volume of common-mode inductors used in power converter EMI filters", ECCE, Cincinnati, USA, 10/2017.
- [5] ZAIDI Bilel, VIDET Arnaud, IDIR Nadir, "Design method for the minimization of CM inductor volume with consideration of core saturation in EMI filters", PCIM 2017, Nuremberg, Germany, 05/2017.
- [6] CUELLAR Carlos, IDIR Nadir, BENABOU Abdelkader, "High Frequency Behavioral Ring Core Inductor Model", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 31, N°. 5, pages. 3763 - 3772, 05/2016.
- [7] KOTNY Jean-Luc, DUQUESNE Thierry, IDIR Nadir, "Filter design method for GaN-Buck converter taking into account of the common-mode propagation paths", IEEE Workshop on Signal and Power Integrity (SPI 2016), 8-11 may 2016, Turin, Italy., 05/2016.
- [8] LI Ke, VIDET Arnaud, IDIR Nadir, "Fast Power Semiconductors Switching Current Measurement by Current Surface Probe", EPE Journal, Vol. 25, N°. 4, pages. 10, 12/2015.
- [9] KOTNY Jean-Luc, DUQUESNE Thierry, IDIR Nadir, "Influence of the common mode impedance paths on the design of the EMI filters used with SiC-buck converter", ADVANCED ELECTROMAGNETICS (AEM), Vol. 4, N°. 2, pages. 44-53, 12/2015.
- [10] CUELLAR Carlos, BENABOU Abdelkader, IDIR Nadir, "Characterization and modeling of hysteresis for magnetic materials used in EMI filters of power converters", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 29, N°. 9, pages. 4911-4920, 09/2014.