



Ecole Centrale de Lyon - INSA de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1

Ampère - UMR 5005

Génie Électrique, Automatique et Bio-Ingénierie



Ecole Centrale de Lyon - INSA de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1

Ampère

Unité Mixte de Recherche du CNRS - UMR 5005

Génie Électrique, Automatique et Bio-Ingénierie



Offre de thèse

Conception optimisée de convertisseurs très haute fréquence dédiés aux applications modulaires en électronique de puissance

Mots clés : Electronique de puissance, Very High Frequency (VHF), Convertisseur DC/DC, GaN HEMT, Amplificateurs de classe E, Simulations électromagnétiques

Contexte

Avec l'électrification massive de nos usages, la société fait face à des défis impliquant une demande en forte croissance de systèmes de conversion d'énergie électrique devant être à la fois les plus efficaces, les plus compacts et les plus environnementalement soutenables possibles. Des enjeux parfois jugés discordants.

Dans ce contexte, la conversion de puissance dans la bande de fréquence VHF (Very High Frequency, 30-300 MHz) offre de nouvelles perspectives en termes de compacité via l'usage d'inductances à air réalisables sur substrat, là où les convertisseurs traditionnels opérant entre la centaine de kHz et le MHz présentent des limitations principalement liées aux composants magnétiques et leurs pertes associées. De plus, les convertisseurs VHF offrent de nouvelles opportunités de conception par la fonctionnalisation d'éléments parasites permettant ainsi de réduire le nombre de composants discrets nécessaires à leur réalisation, ainsi que l'élaboration de commandes avancées grâce à la dynamique élevée de ces convertisseurs [1]. Pour ce faire, un convertisseur de puissance opérant en bande VHF est inspiré des topologies résonantes à commutations douces de l'électronique radiofréquence (classes d'amplification E, EF...) et repose sur l'utilisation de composants de puissance rapides en Nitrure de Gallium (GaN) ainsi que de techniques de conception avancées s'appuyant sur des modèles fiables des composants en bande VHF.

Dans ce cadre, le projet ANR ENABLING-VHF [2] vise à concevoir une brique standardisée de convertisseur DC-DC VHF adaptée à des applications modulaires afin de couvrir un large spectre d'applications de conversion de l'énergie électrique.

Etat de l'art

Le laboratoire Ampère dispose de cinq ans d'expérience sur la thématique de la conversion d'énergie électrique aux très hautes fréquences. Des précédents travaux de recherche ont permis de développer des méthodes de conception aussi bien pour des topologies d'onduleurs [3], [4] que de convertisseurs DC/DC [5]. Il s'agira de maîtriser ces concepts et de les adapter aux objectifs de la thèse. Par ailleurs, des travaux sont également menés sur des métamatériaux magnétiques afin d'améliorer les performances des composants inductifs des topologies de conversion [6] et pourront présenter un intérêt dans les approches de conception.

Objectifs de la thèse et démarche scientifique

Les travaux de thèse visent à contribuer à l'amélioration des performances et l'élargissement du champ d'application des convertisseurs VHF dans le domaine de l'électronique de puissance.

L'objectif majeur de cette thèse consiste à développer des outils et/ou des méthodes de conception de convertisseurs DC-DC opérant à des fréquences supérieures à 30 MHz qui soient optimisés selon des critères de performance énergétique, de robustesse, de modularité ou encore d'usage de ressources à partir d'inventaires de cycle de vie.

Pour ce faire, les travaux de thèse s'appuieront sur les méthodes de dimensionnement graphiques développées au sein du laboratoire ainsi que les méthodes de caractérisation et modélisation de composants en bande VHF. Finalement, les travaux de thèse devront permettre de comparer les différents dimensionnements possibles de convertisseurs DC-DC VHF sur la base de matrices de décision afin d'identifier les solutions les plus optimales.

La figure 1 résume la méthodologie de recherche décrite précédemment.

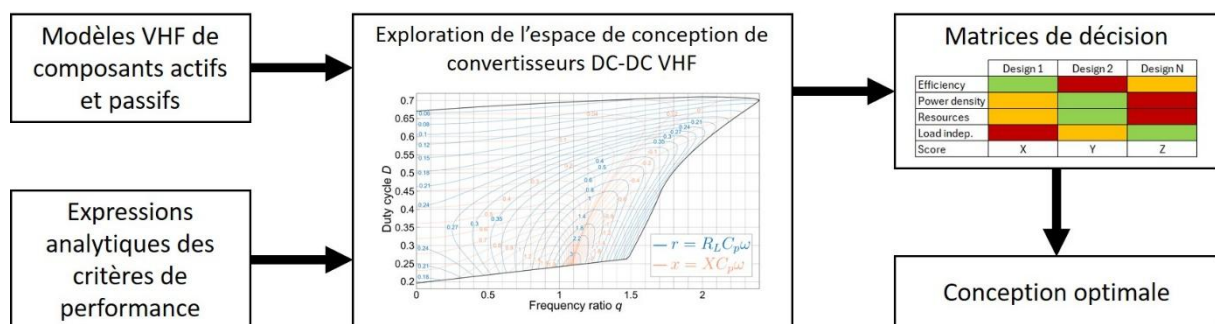


Figure 1 : Démarche scientifique des travaux de thèse

Une modélisation couplée électromagnétique et circuit ainsi qu'une phase de réalisation et validation expérimentale des prototypes de convertisseurs développés viendront confirmer la pertinence des outils et méthodes développés au cours de la thèse.



Verrous scientifiques

- ❖ Fonctionnalisation des éléments parasites et leur prise en compte dès la phase de conception afin d'améliorer l'efficacité et la fiabilité des convertisseurs VHF
- ❖ Optimisation multicritère des paramètres du convertisseur VHF : performances énergétiques, densité de puissance, robustesse aux variations de charges, inventaire de cycle de vie...
- ❖ Standardisation de la conception afin de faciliter l'association de convertisseur et permettre de couvrir une large gamme d'applications en électronique de puissance

Programme de recherche

M1-M6 : étude bibliographique (enjeux et concepts de l'électronique de puissance, techniques radiofréquences, topologies de convertisseurs résonants VHF, méthodes de dimensionnement...) + formation

M7-M12 : prise en main des méthodes développées au laboratoire et des moyens expérimentaux

M13-M24 : conception d'outils et de méthodes de conception optimisée de convertisseurs DC-DC opérant en bande VHF + participation à des groupes de travail et colloques scientifiques

M25-M30 : modélisation et validation expérimentale des méthodes développées + rédaction d'articles de journaux et conférences internationaux

M31-M36 : rédaction du mémoire de thèse

Ce que cette thèse vous offre

- ❖ Un travail de recherche qui s'inscrit dans le cadre d'un projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)
- ❖ Une double compétence électronique de puissance / électronique RF
- ❖ Des recherches menées dans un domaine d'actualité ouvrant la voie à des poursuites de carrière aussi bien dans le milieu académique qu'industriel

Profil du (de la) candidat(e) recherché(e)

Le ou la candidat(e) sera issu(e) d'une formation d'ingénieur ou équivalent en génie électrique et/ou électronique. Une base de connaissance solide en électronique de puissance et/ou en électronique radiofréquence est vivement souhaitée. Pour cette thèse, le ou la candidat(e) devra avoir une appétence à la fois pour les aspects théoriques, de simulation ainsi que pour le travail expérimental en laboratoire.



Informations pratiques

Période de début de thèse : Septembre-Décembre 2026

Lieu principal : Centrale Lyon, 36 avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully, France.

Financement : Projet ANR ENABLING-VHF [2]

Contacts :

Directeur de thèse : Arnaud Bréard, professeur des universités, arnaud.breard@ec-lyon.fr

Co-encadrant : Loris Pace, maître de conférences, loris.pace@ec-lyon.fr

Modalités de candidature :

Merci de transmettre un CV, une lettre de motivation et les relevés de notes du cursus universitaire aux contacts indiqués ci-dessus.

Références

- [1] Loris Pace, Baptiste Daire, Matthieu Beley, Florentin Salomez. Conversion DC-DC aux fréquences VHF - Enjeux, avancement et perspectives. Conversion de l'énergie électrique, 2024, Techniques de l'ingénieur, Electronique-Photonique, pp. E3979
- [2] <https://anr.fr/Projet-ANR-25-CE05-1799> (consulté le 09/04/2026)
- [3] M. Beley, L. Pace and A. Bréard, "Performances Assessment of Very High-Frequency Class E Inverters Based on a Load-Oriented Generic Design Method," in IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 13, no. 4, pp. 4721-4733, Aug. 2025
- [4] Daire, B.; Martin, C.; Sixdenier, F.; Joubert, C.; Pace, L. A Graphical Tool for Predicting Class EF Inverter Behavior Including Non-Ideal Load Conditions. Energies 2025, 18, 5409.
- [5] Matthieu Beley, Loris Pace, Jérôme Delachanal, Arnaud Breard. Proposition d'une méthode de dimensionnement générique de convertisseurs DC-DC de classe E². Symposium de Génie Electrique (SGE25 Toulouse), Jul 2025, Toulouse, France.
- [6] Felipe Machado de Freitas, Loris Pace, Matthieu Beley, Arnaud Bréard, Christian Voltaire, et al. Evaluation d'Inducteurs à Air avec Métamatériaux dans un Convertisseur DC-DC 30 MHz de Classe E2. Symposium de Génie Électrique SGE 2025, cnrs, ups, Jul 2025, Toulouse, France.