

# UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON I

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT (Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : 14 décembre 2016

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Nicolas QUENTIN**

Titre de la thèse : " Alimentation à découpage hautes performances pour l'aéronautique. »

### Résumé de la thèse

Dans l'aéronautique, l'alimentation d'un système embarqué contribue largement à augmenter le coût récurrent, l'efficacité globale et le volume de l'équipement. De plus, les alimentations sont installées dans un environnement sévère avec une large plage de tension d'entrée et un milieu confiné. Dans ces conditions, les pertes du convertisseur influent fortement sur le volume et le poids du système qui doit s'efforcer de limiter les échauffements. Ainsi, la réduction des pertes du convertisseur est l'un des leviers les plus efficaces pour augmenter la densité de puissance des convertisseurs.

Parmi les techniques connues, la commutation douce peut être une solution pour réduire les pertes du convertisseur tout en augmentant sa fréquence de découpage. La sélection d'une topologie à commutation douce se fait selon 3 critères ; un faible nombre de composants, une fonction de transfert et des commutations douces qui couvrent toute la plage de fonctionnement. En prenant tout cela en considération, la meilleure candidate semble être la topologie Flyback active-clamp.

Un travail technologique doit également être réalisé afin d'améliorer davantage l'efficacité du convertisseur. Les technologies qui ont été sélectionnées sont les transistors GaN pour leurs performances en commutation et le transformateur planar pour son intégration dans le PCB. Par ailleurs, une intégration verticale du convertisseur qui est à présent sur deux cartes superposées, une pour les fonctions BF et l'autre pour les fonctions HF, a permis de minimiser l'empreinte du convertisseur.

Les technologies émergentes vont faire un important saut technologique, en particulier dans les systèmes où l'alimentation représente une part significative de l'équipement. Le succès des transistors GaN met clairement en lumière que l'électronique de puissance devient plus performante. Dans ce contexte, réduire les éléments parasites est une priorité. En se projetant dans le futur, l'intérêt porté aux alimentations intégrées va accélérer le développement des techniques de packaging telles que l'enfouissement des composants dans le PCB et les modules sur céramique.

#### SUMMARY :

The power supply system in an onboard aeronautical application represents an important contribution to the recurring cost, global efficiency and the volume of the system. Moreover, power supplies are installed in a harsh environment with a wide input voltage range and a confined area. In these conditions, power supply losses impact the converter volume and weight to prevent the system from overheating. Therefore, a gain in efficiency is the main purposes, since it has a significant impact on the reduction of weight and volume of the equipment.

Soft-switching is a reasonable technique to increase the switching frequency and limit the power losses. The selection of the topology should take into account 3 considerations: a low number of components, an efficient control, which allows to cover the wide input voltage range and a soft-switching validity over a large input voltage range. Regarding all the considerations, the Flyback active-Clamp topology seems to

be the best candidate which has a step-up and down transfer function and ZVS at the primary with only one additional capacitor and transistor.

A technological work is also done to further increase the power supply efficiency. The technologies which have been selected are the GaN transistors for its good switching performances and a planar transformer for its integration into the PCB. Also, the vertical integration of the converter which is actually on two stackable boards, one for the low frequency functions and the other one for the high frequency functions, minimizes the footprint of the converter.

The new technologies will make a huge technological leap, especially in the systems where the power supply represents a significant proportion of the equipment. The success of GaN transistor highlights that the power electronics is currently driving by the performance and reducing the parasitic elements is becoming the priority. Looking forward into the future, the interest in 3D packaging and PCB integration will grow rapidly to provide a fully embedded power supply.

**MOTS-CLÉS :**

**Large plage de fonctionnement, faible puissance, haute fréquence, commutation douce, transistor GaN, transformateur planar...**