***Titre***

Optimisation automatique du routage et du placement des composants dans les circuits d’alimentation à découpage vis-à-vis des contraintes de compatibilité électromagnétique (CEM)

***Résumé***

Avec l’évolution actuelle de l’électronique, le développement des systèmes d’électronique de puissance prend une place très importante dans différentes applications, notamment les applications automobiles et aéronautiques. Les dispositifs de conversion de puissance se développent rapidement pour atteindre un rendement et une puissance élevés. Une des contreparties de l’intensification de l’usage des dispositifs électroniques réside dans le fait qu’elles doivent fonctionner à hautes fréquences de commutation, ce qui engendre des problèmes de compatibilité. Il convient d’éviter donc que le dispositif développé ne produise pas trop de perturbations dans son environnement. La discipline de la compatibilité électromagnétique (CEM) a été intégrée jusqu’à présent en fin de la phase de développement des systèmes, avant l’étape de certification et d’industrialisation. La prise en compte de ces contraintes dès la phase de conception peut minimiser les coûts et élargir le choix des solutions disponibles à moindre coût en réduisant les phases d’essais. Dans ce contexte, cette thèse propose une approche d’optimisation automatique de conception des circuits imprimés de la partie puissance des convertisseurs en vue de minimiser les perturbations CEM générées. La première étape de cette thèse est la conception automatique de circuit imprimé à l’aide de l’algorithme de Dijkstra couplé avec un algorithme génétique. La deuxième étape est la mise en place d’une approche de modélisation compatible avec le processus d’optimisation. Il est alors indispensable de prendre en compte tous les éléments parasites, à savoir les éléments dans le RSIL et le convertisseur afin de bien estimer les perturbations conduites telles que les tensions de mode commun (MC) et de mode différentiel (MD). Une fois les modèles en émission établis, une démarche d’optimisation est proposée. Cette approche permet de trouver la géométrie optimale du convertisseur qui génère le moins de perturbations conduites. Enfin, les résultats obtenus sont présentés et étudiés. Ces résultats ont ensuite été validés avec succès par comparaison avec des résultats expérimentaux. Notre contribution consiste donc à développer une approche d’optimisation automatique du routage des circuits imprimés de puissance permettant d’obtenir des convertisseurs ayant un comportement électromagnétique optimal, dans l’optique d’éviter de recourir à la solution de filtrage ou au moins de la minimiser ce qui permettra de réduire le coût et le volume du filtre.

**Mots-clefs :** Compatibilité électromagnétique**,** Émissions conduites, Modélisation, Dijkstra, Algorithme génétique, Routage, Optimisation automatique.

***Title***

Automatic optimization of the routing and placement of components in power circuits with regard to electromagnetic compatibility constraints (EMC)

***Abstract***

With the current evolution of electronics, the development of power electronic systems takes a very important place in various applications, in particular automotive and aeronautical applications. Power converting devices are rapidly developing to achieve high efficiency and high power. One of the downsides to the increased use of electronic devices is that they have to operate at high switching frequencies, which creates compatibility problems. It is therefore necessary to avoid that the device developed does not produce too much disturbance in its environment. The discipline of electromagnetic compatibility (EMC) has been incorporated so far at the end of the systems development phase, before the certification and industrialization phase. Taking these constraints into account from the design phase can minimize costs and broaden the choice of solutions available at lower cost by reducing the testing phases. In this context, this thesis proposes an approach to automatically optimize the design of printed circuits in the power part of converters in order to minimize the EMC disturbances generated. The first step of this thesis is the automatic design of a printed circuit using the Dijkstra algorithm coupled with a genetic algorithm. The second step is to put in place a modeling approach compatible with the optimization process. It is then essential to take into account all the parasitic elements, namely the elements in the LISN and the converter in order to properly estimate the conducted disturbances such as common mode (MC) and differential mode (MD) voltages. Once the emission models have been established, an optimization process is proposed. This approach makes it possible to find the optimum geometry of the converter which generates the least amount of disturbance conducted. Finally, the results obtained are presented and studied. These results were then successfully validated to experimental results. Our contribution therefore consists in developing an approach for automatic optimization of the routing of power printed circuits making it possible to obtain converters with optimal electromagnetic behavior, with the aim of avoiding having to resort to the filtering solution or at least the minimize which will reduce the cost and volume of the filter.

**Key words:** Electromagnetic compatibility, Conducted emissions, Modeling, Dijkstra algorithm, Genetic algorithm, PCB layout, Automatic optimization