



Avis de Soutenance

Monsieur François SCHOTT

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **vendredi 20 décembre 2019** à 14h00

Lieu : TEMIS, 18 Rue Alain Savary, 25000 Besançon

Salle : Gagnepain

Titre des travaux : Contribution à l'optimisation robuste et fiabiliste Application à la conception de filtres à ondes élastiques radio-fréquence

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 60

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Thomas BARON

Codirecteur de thèse : Yann MEYER HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Thomas BARON	Ingénieur de Recherche	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Yann MEYER	Maître de Conférences	Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne, CNRS, UMR 7337 Roberval, centre de recherche Royallieu, CS 60 319	Co-directeur de thèse
Mme Dominique CHAMORET	Maître de Conférences	ICB UMR 6303, CNRS Univ. Bourgogne Franche-Comté, UTBM	Co-directeur de thèse
M. Omar ELMAZRIA	Professeur des Universités	Université de Lorraine - Institut Jean Lamour - CNRS	Examineur
M. Jean BIGEON	Directeur de Recherche	CNRS, G-SCOP - Equipe SIREP	Rapporteur
M. Lhassane IDOUMGHAR	Professeur des Universités	Université de Haute-Alsace - Institut IRIMAS, Laboratoire LMIA, Equipe MAGE	Rapporteur

Mots-clés : Optimisation, Radio-fréquence, Optimisation en conception, Optimisation robuste, Optimisation fiabiliste, Onde de surface acoustique,

Résumé de la thèse (en français) :

Cette thèse vise à développer des moyens d'optimisation robuste et fiable dans le but de faire face aux besoins du marché des filtres radio-fréquence (RF). Les objectifs de cette thèse sont: réduire la durée du processus d'optimisation, être capable de trouver une solution qui satisfasse complètement un cahier des charges difficile et réduire le pourcentage de rebut dû aux incertitudes de fabrication. Plusieurs travaux de recherche ont été menés pour atteindre ces objectifs. Durant la phase de formulation d'un processus d'optimisation en conception (EDO), des ambiguïtés, conduisant à des solutions insatisfaisantes, peuvent survenir. Dans ce cas, certaines phases du processus d'EDO doivent être itérées augmentant sa durée. Par conséquent, un cadre pour formuler correctement les problèmes d'optimisation a été développé. Durant un run d'optimisation, pour que l'algorithme résolve le problème conformément aux attentes du concepteur et ainsi éviter les solutions insatisfaisantes, deux défis, parmi d'autres, doivent être surmontés. Le défi des variables consiste à gérer des variables mixtes ayant des ordres de grandeur différents tandis que le défi de la satisfaction consiste à correctement calculer celle-ci. L'approche par évaluations normalisées a été développée pour faire face à ces défis. L'efficacité de la méthode de résolution dépend fortement du choix de son élément central: l'algorithme. De ce fait, le grand nombre d'algorithmes d'optimisation est un défi pour un souhaitant choisir un algorithme adapté. Pour faire face à ce défi, un benchmark, qui est un outil pour évaluer la performance d'un algorithme et être capable de choisir l'algorithme adapté à un problème, a été développé. L'efficacité d'un algorithme dépend des valeurs données à ses paramètres, son paramétrage. Une pratique commune est de régler les paramètres manuellement, ce qui ne garantit pas les meilleures performances. Une solution à ce problème est de réaliser une méta-optimisation (MO) qui consiste à optimiser l'efficacité d'un algorithme en réglant son paramétrage. Une approche de MO utilisant un benchmark pour évaluer des paramétrages a été testée. Une méthode d'optimisation fiable, prenant en compte les incertitudes, doit être développée. Cependant, cette méthode ne doit pas dégrader le temps de résolution, ce qui est généralement le cas des méthodes fiables. Ainsi, une méthode d'optimisation fiable économe prenant en compte les incertitudes sans trop augmenter le temps de calcul ont été développées. Ces méthodes ont été appliquées pour optimiser un filtre RF, avec un cahier des charges difficile, pour lequel aucune solution totalement satisfaisante n'avait été trouvée avant la thèse. En utilisant les méthodes développées durant cette thèse, une solution déterministe, ne prenant pas en compte des incertitudes, respectant totalement le cahier des charges, a été trouvée. De plus, une solution fiable ayant un pourcentage de succès de 71% a été trouvée. En conclusion, il apparaît que les méthodes développées durant cette thèse sont suffisantes pour faire face aux besoins futurs du marché des filtres radiofréquences.

Abstract (in English):

This thesis aims to develop robust and reliable optimization means in order to face the future requirements of the radio-frequency (RF) filter market. The goals of this thesis are: to reduce the optimization process timespan, to be able to find a solution that fully satisfies a tough bill of specifications and to reduce failure rate due to manufacturing uncertainties. Several research works have been done to achieve these goals. During the formulation phase of an engineering design optimization (EDO) process, ambiguities, leading to unsatisfying solutions, could happen. In this case, some phases of the EDO process have to be iterated increasing its timespan. Therefore, a Framework to properly formulate an optimization problem has been developed. During a run of optimization, for the algorithm to solve the problem according to designer preferences and thus avoid unsatisfying solution, two challenges, among others, have to be faced. The variable challenge is about handling mixed variables with different order of magnitudes while the satisfaction challenge is about properly computing satisfaction. The Normalized Evaluations Approach has been developed to face these challenges. The resolution method efficiency strongly relies on the choice of its core element: the algorithm. Hence, the high number of optimization algorithms is a challenge for an optimizer willing to choose the correct algorithm. To face this challenge, a Benchmark, being a tool to assess the algorithm performance and to be able to select the correct algorithm for a given problem, has been developed. Algorithm efficiency depends on the values given to its parameters, its setting. A common practice is to tune parameters manually which does not guarantee the best performance. A solution to this problem is to perform meta-optimization (MO) which consists in optimizing an algorithm efficiency by tuning its parameters. A MO approach using a benchmark to evaluate settings has been tested. A reliable optimization method, taking the uncertainties into account, has to be developed. However, this method has to do so without degrading resolution time, which is usually the case with reliable method. Therefore, a Sparse Reliable

Optimization method taking uncertainties into account without increasing too much the numerical resolution timespan has been developed. These methods have been applied to optimize a RF filter, with a tough bill of specifications, for which no fully satisfying solution where found before the thesis. By using methods developed during this thesis, a determinist solution, not taking uncertainties into account, which fully satisfies the bill of specifications, has been found. Moreover, a fiabilist solution having a 71% success rate has been found. As a conclusion, it appears that optimization methods developed during these thesis where sufficient to face the future requirements of the radio-frequency filter market.