

Proposition de sujet de thèse

Modélisation et caractérisation de projecteurs acoustiques de puissance pour des applications à l'acoustique sous marine et au contrôle et à la mesure environnement sévère.

Présentation du sujet

Les transducteurs ultrasonores font maintenant partis du paysage depuis de nombreuses années. Le nombre d'applications ne cesse de croître allant des applications médicales aux applications industrielles. L'échographie notamment, comme outil de diagnostic a une place importante en médecine et de nouveaux champs ne cessent de s'ouvrir liés à la miniaturisation : sono élasticité imagerie harmonique imagerie haute fréquence ou endovasculaires. Dans le domaine industriel, les applications sont nombreuses, en particulier, pour l'inspection et le contrôle de pièces. À ce titre, le secteur nucléaire mais aussi de la défense constituent des exemples où les moyens de contrôle doivent être mis en œuvre souvent dans des milieux hostiles : milieux sous irradiation ou à haute température ou sous pression dans le cadre d'application à l'acoustique sous marine.

Le concept de transducteur piézoélectrique est le même depuis de nombreuses années. Il repose sur le rayonnement acoustique en face avant de l'élément piézoélectrique. Un milieu arrière et une ou plusieurs lames adaptatrices permettent d'amortir la vibration et d'augmenter la sensibilité et la bande passante pour répondre aux besoins des différentes applications. Ce concept éprouvé est décliné en transducteur mono élément multi éléments.

Partant du principe que l'énergie rayonnée sur la face arrière de la lame piézoélectrique est perdue pour partie, la question est de savoir s'il y a moyen de la récupérer pour qu'elle soit rayonnée vers l'avant. Une façon simple de répondre à cette question est d'introduire le concept de projecteur ultrasonore. Dans ce cas, l'élément piézoélectrique rayonne de part et d'autre dans une direction perpendiculaire à la direction de propagation. Des réflecteurs, dont la géométrie peut-être plane ou courbe selon que l'on désire réaliser un transducteur plan ou focalisé, réorientent le faisceau ultrasonore dans la direction de propagation (Fig.1). Une telle structure présente de nombreux avantages par rapport à une structure conventionnelle. Ainsi toute l'énergie rayonnée étant récupérée en face avant conduit de manière inhérente à la sensibilité est supérieure à celle d'un transducteur conventionnel. La complexité du dispositif est réduite, la réalisation de reprises de contacts électriques par pression mécanique est facilitée et permet l'utilisation de tels projecteurs pour des applications en température ou en pression pour des applications d'acoustique sous marine. Enfin des lentilles interchangeables peuvent être réalisées selon le besoin et l'application.

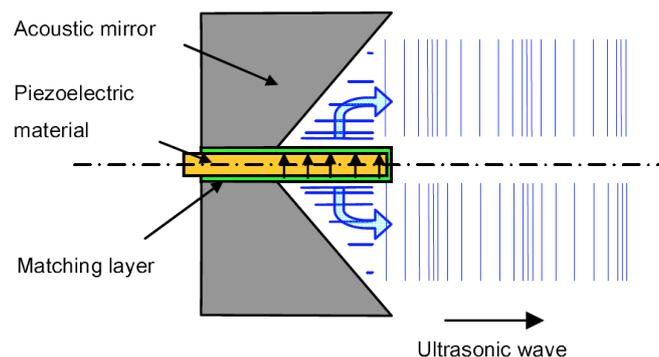


Fig. 1 principe du projecteur acoustique [2]

Ce concept de transducteur a été développé par la Sté Areva [1,2]. Dans le cadre d'une collaboration industrielle [3], nous avons examiné le comportement électroacoustique de tels projecteurs mais aussi investigué de nouveaux matériaux actifs sans plomb répondant aux normes RoHS et REACH. L'objectif de cette thèse est donc d'asseoir les outils de modélisations de ces projecteurs en comparant les modèles unidimensionnels et des modèles plus complexes de types éléments finis. Ces modèles examineront non seulement la réponse électroacoustique du projecteur mais aussi son rayonnement afin de connaître l'influence de cette nouvelle géométrie sur les performances électroacoustiques notamment dans le cadre d'applications aux transducteurs de puissance. Le cas de l'influence d'une pression hydrostatique pourra être envisagé dans le cadre d'application à l'acoustique sous marine. Cette étude

théorique s'accompagnera d'une étude expérimentale permettant de valider les outils théoriques développés et de comparer les facteurs de bruits de ces nouveaux projecteurs à ceux d'un transducteur conventionnel.

Une fois cet outil mis en place et validé il s'agira de développer une routine d'optimisation des paramètres d'entrée du projecteur afin de répondre à des critères de résolution, bande passante et sensibilité défini par l'utilisateur. Cette partie comportera :

- Une étude des différents algorithmes d'optimisation : Simplex, réseaux neuronaux ... afin de choisir la mieux adaptée.
- L'implémentation de cette routine dans l'outil de calcul précédemment développé
- Le test et la validation des routines d'optimisation sur des prototypes mono et/ou multiéléments

Références

- [1] J.F. Saillant, B. Sartre. « Transducteur à ultrasons » Brevet FR3007926.
- [2] J.F. Saillant « Focused ultrasonic projector » 2016, IEEE International Ultrasonics Symposium Proceedings.
- [3] G. Feuillard, L.P. Tran Huu Hue, N. Saadaoui, V.T Nguyen, M.Lethiecq, J.F Saillant « Electroacoustic Modeling and characterization of an ultrasonic projector » 174th Meeting of the Acoustical Society of America, New Orleans, Louisiana 4–8 December 2017

Présentation du Laboratoire et de l'équipe encadrante

Le travail s'effectuera au sein du GREMAN (<http://gremam.univ-tours.fr>) groupe de recherche en matériaux, microélectronique, acoustique et nanotechnologies, UMR CNRS 7347 au sein du pôle acoustique et piézoélectricité. Les activités du pôle sont tournées d'une part vers le développement de nouvelles modalités d'investigation des matériaux complexes par ultrasons, par des méthodes acoustiques linéaires et non linéaires, et d'autre part, vers la caractérisation et la modélisation de matériaux et de systèmes piézoélectriques.

L'encadrement sera effectué par Guy Feuillard et Pascal Tran Huu Hue tous deux professeurs des universités à l'INSA Centre Val de Loire et dont les thèmes de recherche depuis plus de 25 ans couvrent les ultrasons, la piézoélectricité et la transduction ultrasonore tant pour les aspects modélisation que caractérisation.

Le partenariat avec la Sté Areva sera assuré par J.F. Saillant inventeur du concept de projecteur.

Début de la thèse : Septembre 2017

Date limite de candidature 20 Avril

Financement : convention cotutelle DGA / Région. La demande de cofinancement Région est en cours

Directeurs de thèse

Guy FEUILLARD, Professeur à l'INSA Centre Val de Loire. Laboratoire GREMAN UMR 7347. guy.feuilleard@insa-cvl.fr

Pascal TRAN, Professeur à l'INSA Centre Val de Loire. Laboratoire GREMAN UMR 7347 pascal.tran@insa-cvl.fr

Profil du Candidat :

Le (la) candidat(e) doit être titulaire d'un diplôme de master recherche/ingénieur (BAC+5) dans l'une des spécialités suivantes :

- ✓ Electronique, microélectronique, nanotechnologies
- ✓ Physique appliquée
- ✓ Acoustique

Au cours de son cursus, le (la) candidat(e) aura eu une expérience en électronique, acoustique, traitement de signal et instrumentation. Une bonne connaissance de ce domaine est essentielle à la réussite du travail à mener dans ce projet.

Une compétence complémentaire dans un des domaines suivant serait grandement appréciée :

- Connaissances des logiciels Comsol (Modélisation des éléments finis) et Matlab (traitement du signal),
- Connaissances en instrumentation