

Proposition de thèse Institut Carnot Ingénierie@Lyon :

Optimisation durable et multicritères de dentures d'engrenages cylindriques



Sujet de thèse

Les prestations telles que les pertes de puissance, à l'origine de la consommation énergétique et des émissions polluantes d'un véhicule, et les performances NVH (Noise, Vibration, Harshness) tout au long du cycle de vie constituent un des points de plus en plus importants du cahier des charges des transmissions par engrenages.

Plus précisément les concepteurs doivent disposer de méthodes d'optimisation multicritères permettant de

- minimiser les pertes de puissance,
- minimiser les surcharges sur les dentures, les pressions de contact et les contraintes en pied de dent,
- minimiser les excitations vibratoires générées par l'engrènement et la réponse vibroacoustique associée.

Tous ces indicateurs sont étroitement liés à la définition macro et micro-géométrique des dentures. Si des travaux ont déjà été menés pour optimiser une denture vis-à-vis d'un de ces critères, les analyses qui associent des contraintes d'ordre mécanique, acoustique et thermique sont quant à elles peu nombreuses.

Le travail envisagé cherchera à mettre en place, via une approche multi-échelle qui s'étend du contact des engrenages à la transmission complète, des algorithmes d'optimisation méta-heuristiques pour minimiser les objectifs à partir des paramètres de conception des dentures.

Ce travail d'optimisation ne sera pas simplement mené pour une denture qui peut être qualifiée de neuve (phase de conception). L'étude proposée consistera à étendre l'analyse afin de prendre en compte l'évolution des indicateurs de performance au cours du temps. Un modèle pour quantifier l'usure générée par le frottement entre surfaces de contact (usure qui induit une évolution des paramètres microgéométriques) sera également intégré à l'analyse.

Contexte

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet Gear@Lyon financé par l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon. Elle regroupe les compétences du LabECAM de l'ECAM Lyon, du LaMCoS de l'INSA de Lyon et du LTDS de l'Ecole Centrale de Lyon. Le travail de recherche se déroulera conjointement sur les 3 sites Lyonnais correspondants.

Calendrier

Les candidatures pour cette thèse, à pourvoir dès à présent et d'une durée de 36 mois, seront examinées à partir de Avril 2018.

Compétences recherchées

Ingénieur ou Master en Mécanique avec des compétences souhaitées en modélisation et simulations numériques.

Candidature

Envoyer les candidatures (CV +lettre de motivation) à :

Christophe CHANGENET, Professeur, Christophe.Changenet@ecam.fr

Philippe VELEX, Professeur, Philippe.Velix@insa-lyon.fr

Jérôme BRUYERE, Maître de Conférences, Jerome.Bruyere@insa-lyon.fr

Emmanuel RIGAUD, Maître de Conférences HDR : emmanuel.rigaud@ec-lyon.fr

Joël PERRET-LIAUDET, Maître de Conférences HDR : joel.perret-liaudet@ec-lyon.fr

Environnement scientifique

LabECAM, ECAM Lyon, 40 Montée Saint-Barthélemy, 69321 LYON Cedex 05

(<http://www.ecam.fr/recherche/recherche-a-lecam-labecam/>)

Le LabECAM constitue le centre de recherche de l'ECAM Lyon. La pluridisciplinarité de ses équipes de recherche permet au laboratoire d'offrir un large champ de compétences dans le domaine de la mécanique, de la science des matériaux, du génie énergétique, électrique et automatique. Grâce à cela, le laboratoire travaille sur deux thématiques principales : (i) l'efficacité énergétique des systèmes, machines et autres procédés ; (ii) la modification microstructurale des matériaux et son influence sur les propriétés physiques et la tenue mécanique de pièces.

Au sein de ces thématiques, les travaux menés sur les transmissions mécaniques par engrenages constituent la plus grande source de production scientifique. L'essentiel des études réalisées porte sur l'élaboration de modèles numériques permettant d'estimer les pertes de puissance au sein de ces systèmes ainsi que les échauffements qui en résultent. Des travaux plus récents ont trait à la simulation de la fatigue de contact. Le LabECAM dispose de bancs d'essais spécifiques pour enrichir les différents modèles développés. Ces différents travaux sont menés en étroite collaboration avec des partenaires industriels (tous secteurs) et universitaires.

LaMCoS

Le Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures (LaMCoS) de l'INSA Lyon a développé de longue date des activités de recherche dans le domaine des transmissions mécaniques reconnues au niveau international. Par ailleurs, des liens très forts ont été noués sur cette thématique avec le tissu industriel et plus particulièrement l'industrie aéronautique via, entre autres, la chaire SAFRAN INSA sur les transmissions aéronautiques innovantes.

L'équipe Systèmes Mécaniques et Contacts (SMC) a développé des approches numériques mais aussi analytiques permettant d'estimer en particulier les modifications de micro-géométrie à apporter sur les dentures d'engrenages afin de minimiser les excitations d'engrènements. Des travaux ont également été conduits en partenariat avec le LabECAM dans le domaine des pertes de puissances par frottement, par ventilation et brassage de lubrifiant. L'analyse des contacts lubrifiés et de leurs avaries constitue un autre axe fort de recherche de l'équipe.

LTDS, Ecole Centrale de Lyon, 36 avenue Guy de Collongue, 69134 ÉCULLY Cedex (<http://ltds.fr/>)

Le Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes (LTDS), 300 personnes environ, conduit des recherches dans les domaines de la tribologie (science du frottement, de l'usure, de la lubrification et de l'adhérence), la dynamique des systèmes (science des vibrations, et de la stabilité des systèmes et des organes mécaniques) et la mécanique des matériaux et des procédés. Le LTDS est impliqué dans ce projet au travers du groupe de recherche Surface, Friction, Vibroacoustique (SFV, 10 enseignants-chercheurs + 15 doctorants environ), né du rapprochement de la tribologie et la dynamique.

Dans ce contexte, une partie des travaux de recherche du groupe SFV est consacrée à l'analyse du comportement dynamique et vibroacoustique des transmissions par engrenages, pour lequel les phénomènes physiques étudiés prennent leur source au niveau des contacts étroits entre les dentures et se traduisent par le rayonnement sonore de l'enveloppe du mécanisme. Le groupe SFV possède un savoir scientifique et une expérience reconnus concernant toutes les étapes du processus de génération des nuisances vibroacoustiques des transmissions à axes fixes, depuis la caractérisation des sources excitatrices, la description des mécanismes de transfert vibratoire, jusqu'au bruit rayonné. Ils sont le résultat d'une recherche continue depuis plus de 20 ans, en partenariat avec le monde universitaire et l'industrie, notamment les secteurs du transport et de l'énergie, et donnent lieu à un nombre conséquent de publications.