

Travail de fin d'études et stage[BR]- Travail de fin d'études : Analytical model of an electromagnetic linear actuator and its design optimisation[BR]- Stage d'insertion professionnelle

Auteur : Ruelle, Bastien

Promoteur(s) : Duysinx, Pierre

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil mécanicien, à finalité spécialisée en technologies durables en automobile

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/15983>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Optimisation on the analytical model of an electromagnetic linear actuator

Bastien Ruelle

Faculty: Applied Sciences at the University of Liège

Section: Mechanical Engineering

Supervisor: Pierre Duysinx

Academic year 2021-2022

Abstract

This Master's Thesis aims to produce a tubular permanent magnet actuator (TPMA) design capable of replacing the hydraulic dampers present in active train suspensions. This design needs to be optimised to provide the best possible performance.

In the first part of this thesis, a state of the art of the available TPMA topologies is presented as well as their operating principle.

In the second part the analytical model of each topology is developed in order to obtain the behaviour of the magnetic flux within each actuator. This model contains the solution of the Laplace and Poisson equations from Maxwell's equations. The specific boundary conditions for each of the topologies are exposed in order to obtain the specific solutions. Then the results are compared in order to keep the best topology for the rest of the thesis.

The third part is devoted to the modelling of the thrust produced by the actuator. The thrust produced by the actuator is dependent on the type of current injected. Thus three types of current are compared: single-phase, two-phase and three-phase.

The fourth part concerns the optimisation of the actuator design. In a first step, the optimisation is done by the particle swarm optimisation (PSO) method. This first optimisation has only one objective, to maximise the thrust produced by the actuator. The dimensions to be optimised are the radii of the actuator and the pole pitch of the magnets. In a second step, a new objective, that of minimising the force variation, is added to the optimisation. This multi-objective optimisation problem is solved using a method derived from PSO: vector evaluated particle swarm optimisation. Finally, the different designs obtained by the two optimisations are compared.

The last part is devoted to the presentation of some improvements that could be made to the analytical model of the actuator to make it even more accurate.

Optimisation sur le modèle analytique d'un actionneur linéaire électromagnétique

Bastien Ruelle

Faculté: Sciences Appliquées à l'Université de Liège

Section: Ingénieur Mécanicien

Promoteur: Pierre Duysinx

Année Académique 2021-2022

Résumé

Cette thèse de Master vise à produire un design d'actionneur tubulaire à aimants permanents capable de remplacer les amortisseurs hydrauliques présents dans les suspensions actives de train. Ce design se doit d'être optimisé afin de fournir les meilleures performances possibles.

Dans la première partie de cette thèse, un état de l'art des topologies d'actionneur tubulaire à aimants permanents disponibles ainsi que leur principe de fonctionnement sont présentés.

Dans la seconde partie le modèle analytique de chacune des topologies est développé afin d'obtenir le comportement du flux magnétique au sein de chaque actionneur. Ce modèle contient la résolution des équations de Laplace et de Poisson provenant des équations de Maxwell. Les conditions limites spécifiques à chacune des topologies sont exposées afin d'obtenir les solutions spécifiques. Ensuite les résultats sont comparés afin de conserver la meilleure topologie pour la suite de la thèse.

La troisième partie est consacrée à la modélisation de la poussée produite par l'actionneur. La poussée produite par l'actionneur est dépendante du type de courant injecté. Ainsi trois types de courant sont comparés: monophasé, biphasé et triphasé.

La quatrième partie concerne l'optimisation du design de l'actionneur. Dans un premier temps, l'optimisation est faite par la méthode de la "particle swarm optimisation (PSO)". Cette première optimisation a un seul objectif, celui de maximiser la poussée produite par l'actionneur. Les dimensions à optimiser sont les rayons de l'actionneur ainsi que la largeur du pas du pôle des aimants. Dans un second temps, un nouvel objectif, celui de minimiser la fluctuation de la poussée, se rajoute à l'optimisation. Ce problème d'optimisation à plusieurs objectifs est résolu en utilisant une méthode dérivée de la PSO: la "vector evaluated particle swarm optimisation". Finalement les différents designs obtenus par les deux optimisations sont comparés.

La dernière partie est consacrée à la présentation de certaines améliorations qui pourraient être apportées au modèle analytique de l'actionneur afin qu'il soit encore plus précis.