



Avis de Soutenance

Monsieur Lei ZHANG

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mercredi 04 juillet 2018** à 10h00

Lieu : UTBM, 13 rue Thierry Mieg 90000 BELFORT, FRANCE
salle Amphi I 102

Titre des travaux : Contribution à la commande et à l'observation robustes et adaptatives d'une machine à induction linéaire : approche par mode glissant d'ordre supérieur

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

Section CNU : 61

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

Directeur de thèse : Salah LAGHROUCHE

Codirecteur de thèse : HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Salah LAGHROUCHE	Maître de Conférences	Université Bourgogne Franche-Comté/UTBM	Directeur de these
M. Patrice WIRA	Professeur des Universités	Université de Haute Alsace	Rapporteur
M. Ali ZEMOUCHE	Maître de Conférences	Université de Lorraine	Rapporteur
M. Yacine CHITOUR	Professeur des Universités	l'Université Paris-SUD	Examineur
M. Leonid FRIDMAN	Professeur des Universités	Universidad Nacional Autónoma de México	Examineur

Résumé de la thèse (en français) :

Les effets d'extrémité jouent un rôle important dans la modélisation et la commande de la Machine Linéaire à Induction (MLI). Ces phénomènes augmentent significativement la non-linéarité du modèle de la machine et génèrent plusieurs difficultés pour contrôler et observer ses états avec de bonnes performances. Cette thèse aborde trois problématiques distinctes : la commande robuste de la MLI, l'estimation de la vitesse et du flux de la MLI et le contrôle robuste à base d'observateur en utilisant la théorie du mode glissant d'ordre supérieur. Dans la première partie de la thèse, trois contrôleurs robustes assurant la poursuite de trajectoire de la vitesse et du flux pour la MIL ont été développés : le Super Twisting (ST), le Super Twisting Adaptatif (STA) et le Twisting Adaptatif (TA). Ces commandes ont été testées en simulations et leurs performances ont été démontrées. Ainsi, le ST assure un contrôle continu avec convergence à temps fini de l'erreur à zéro malgré les perturbations, sous l'hypothèse que les bornes des incertitudes sont connues. Cette hypothèse est relaxée dans le cas du TA et du STA grâce à leurs propriétés adaptatives. Dans la deuxième partie de la thèse, un nouveau modèle du MLI a été proposé et son observabilité a été démontrée. Ensuite un Observateur par Mode Glissant d'Ordre Deux (MGOD) et un Observateur par Mode Glissant d'Ordre Supérieur (MGOS) ont été synthétisés afin d'estimer la vitesse et le flux du MLI, uniquement en utilisant la mesure des tensions et des courants statorique. La stabilité des deux observateurs a été prouvée par une approche de Lyapunov et leurs performances ont été démontrées à travers des simulations. Dans la dernière partie de la thèse, deux commandes par rejet actif des perturbations sont synthétisées. Ainsi et dans un premier temps, le modèle de la MLI est décomposé en deux sous-systèmes du second ordre. Ensuite, deux contrôleurs (le twisting et le super-twisting) ont été synthétisés afin d'assurer la poursuite du flux et de la vitesse. Le MGOS est utilisé pour estimer les dérivées du flux et de la vitesse, ainsi que pour l'estimation en temps réel de la perturbation. Les contrôleurs quant à eux assurent la compensation des perturbations et la poursuite des trajectoires du flux et de la vitesse. La stabilité et la convergence des deux commandes proposées ont été prouvées et leurs performances démontrées par simulation.

Abstract (in English)

Dynamic end effects play an important role in the Linear Induction Machine (LIM) control. They increase significantly the nonlinearity of the machine model and generate several difficulties to control and observe states with good performances. This thesis addresses three distinct issues: LIM robust control, LIM speed and flux estimation and observer-based robust control using higher order sliding mode theory. In the first part, to achieve speed and flux tracking, Super Twisting Controller (STC), Adaptive Super Twisting Controller (ASTC), and Adaptive Twisting Controller (ATC) were proposed and implemented into LIM system with great performance, i.e. finite time convergence and robustness properties. Among them, STC ensures continuous control with finite time convergence of the error to zero despite disturbances, under the assumption that their bounds are known. ATC and ASTC can deal with unknown bounded disturbance thanks to their adaptive properties. In the second part, a novel simplified LIM model was proposed and its observability has been proved. Then, Second Order Sliding Mode Observer (SOSMO) and Adaptive High Order Sliding Mode Observer (HOSMO) were proposed to estimate LIM speed, only by using the measured stator voltages and stator currents. SOSMO observer is based on the super twisting algorithm and its stability has been proved with Lyapunov's theory, which can guarantee finite time convergence with less chattering. Adaptive HOSMO strategy combines speed adaptive algorithm and HOSMO method together to estimate rotor fluxes and speed simultaneously. In the third part, the LIM is viewed as two second order subsystems. Moreover, only the speed and the flux are supposed to be measured. Based on that two different controllers based on HOSMO were presented in order to achieve flux and speed tracking. In both controllers, the idea of active disturbance rejection control is applied. Hence, the HOSMO is used to estimate the derivatives of the flux and the speed, as well as the disturbance. Then, in order to deal with the uncertainty in the measured variables, two different SM controllers are proposed. Firstly, the TC is applied in the LIM. However, the control signal in this case is discontinuous. Then, in order to provide a continuous control signal, the TC is replaced with STC. The stability and convergence of proposed TC-HOSMO and STC-HOSMO approaches were given and simulation validated their performances.