

---

**Travail de fin d'études et stage[BR]- Travail de Fin d'Etudes : Amélioration du contrôle PID d'un moteur synchrone à aimant permanent utilisé pour manipuler une structure à inertie variable[BR]- Stage d'insertion professionnelle**

**Auteur :** Jourdan, Alexis

**Promoteur(s) :** Bruls, Olivier

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil mécanicien, à finalité spécialisée en génie mécanique

**Année académique :** 2019-2020

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/10557>

---

*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.*

---

# Résumé

## Amélioration du contrôle PID d'un moteur synchrone à aimant permanent utilisé pour manipuler une structure à inertie variable

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de master  
"Ingénieur Civil Mécanicien"

Auteur : Alexis JOURDAN  
Promoteur Académique : Olivier BRÜLS  
Promoteur Industriel : Gregory KLEINBERG

Faculté des Sciences Appliquées  
Université de Liège  
Année académique 2019-2020

Dans le cadre d'un développement expérimental, la société Manakeen a réalisé un banc de test, appelé Slider, permettant de déplacer une caméra selon plusieurs axes et ce dans le but de développer des solutions innovantes pour former son personnel et constituer un ensemble de démonstrateurs techniques pour ses clients.

L'objectif de ce travail de fin d'études consiste à réaliser et améliorer, via des simulations, le contrôle en élévation de ce démonstrateur.

La solution actuellement utilisée consiste en un moteur synchrone à aimants permanents contrôlé par une commande vectorielle. Afin d'obtenir la position et la vitesse angulaire désirées, un contrôleur P-PI en cascade est implémenté par rapport à ces variables. Le système étant soumis à une inertie variable et à des couples de charge inconnus, ce contrôleur a démontré des performances limitées.

Dans un premier temps, ce travail a consisté à mesurer ces performances pour des valeurs d'inertie et à trouver des gains de contrôleur adéquats pour les différentes valeurs rencontrées. Dans ce cadre, un banc de test permettant l'instrumentation nécessaire à cette tâche a été développé.

La suite de ce travail a été dédiée à l'implémentation d'un modèle Simulink du moteur et du Slider. Tout d'abord, le modèle du moteur et du contrôle vectoriel a été réalisé et validé en utilisant les mesures expérimentales obtenues précédemment. Ce modèle a permis de simuler le comportement global du moteur et du contrôleur assez fidèlement. Ensuite, le modèle de l'axe d'élévation et de translation de la structure mécanique du Slider a été mis en place. Pour cela, un calcul cinématique a servi à définir l'inertie et le couple de charge ressentis par le moteur en fonction des consignes utilisées pour contrôler les deux axes.

Grâce au modèle de l'ensemble du système, une étude de différentes méthodes de contrôle a pu être réalisée par simulation.

Un premier contrôleur P-PI en cascade ressemblant à la solution actuellement utilisée a été développé afin d'obtenir une base de comparaison. Les performances faisant défaut, une méthode d'ordonnancement des gains a été utilisée comme deuxième méthode de contrôle pour adapter le réglage en fonction des variables du système influençant l'inertie et le couple de charge. Cette modification a offert une nette amélioration du résultat, bien que le suivi de la consigne était toujours accompagné d'une erreur. Celle-ci a finalement été réduite via l'implémentation d'un contrôleur feedforward qui s'est avéré être particulièrement performant lorsque les consignes présentent une accélération limitée.

La validité des contrôleurs proposés a pu être testée en simulation sur le modèle complet du Slider et une nette amélioration par rapport à la solution initiale a pu être mise en évidence.

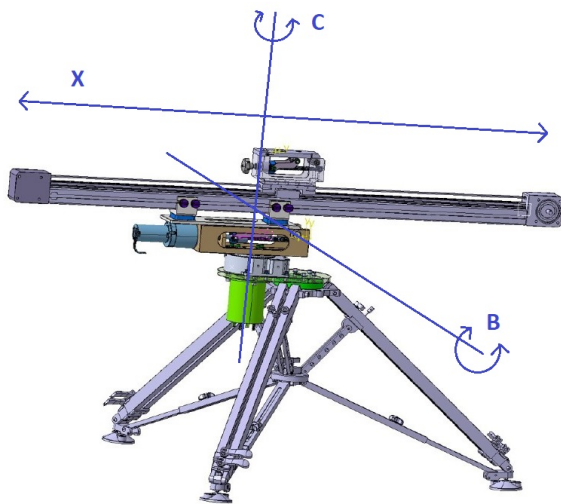


FIGURE 1 – Slider : axe azimut (C), élévation (B) et translation (X)



FIGURE 2 – Mécanisme d'élévation du Slider

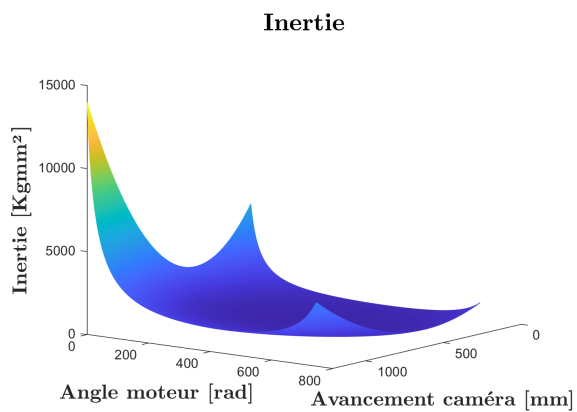


FIGURE 3 – L'inertie au moteur. Elle est fonction de l'angle du moteur et du positionnement de la caméra (10 Kg) sur l'axe de translation du Slider

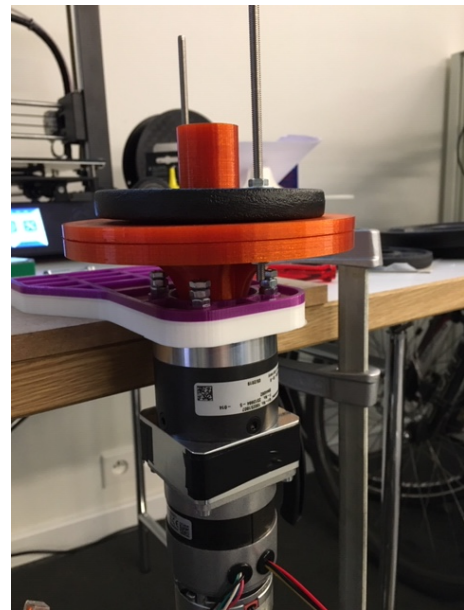


FIGURE 4 – Petit banc de test à inertie variable

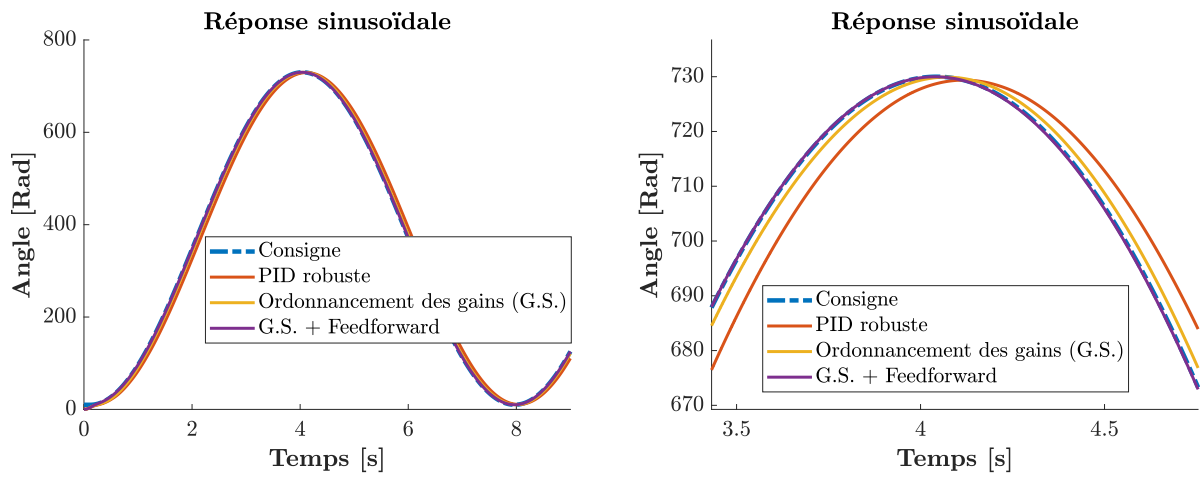


FIGURE 5 – Comparaison des résultats pour une réponse sinusoïdale.