

**Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Advanced Torque Allocation Strategies for ADCS Actuators on the CubeSpec Mission[BR]- Integration Internship : Arcsec**

**Auteur :** Alves Cachapela, Maxime

**Promoteur(s) :** Collette, Christophe

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

**Année académique :** 2022-2023

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/18176>

---

*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.*

---

**Maxime ALVES CACHAPELA**

**University of Liège – Faculty of Applied Sciences**

**Student ID:** s180625

**Supervisor:** Prof. Dr. Christophe COLLETTE

**Company Advisors:** Dr. Tjorven DELABIE, Mikel SAMSON, Rhimas VAN DE PUTTE

**Jury:** Prof. Dr. Loïc SALLES, Prof. Dr. Gaëtan KERSCHEN

**Academic Year:** 2022-2023

## **ADVANCED TORQUE ALLOCATION STRATEGIES FOR ADCS ACTUATORS ON THE CUBESPEC MISSION**

### **Abstract**

Reaction wheels are highly efficient tools for the spacecraft attitude management. As redundancy in satellites is now more of a necessity to avoid failure risks, four reaction wheels are often integrated in contemporary spacecraft, requiring a careful optimization of torque control via a well-designed allocation algorithm.

Initiated by arcsec's endeavor to improve their Attitude Determination and Control System (ADCS), this thesis explores the complexities of reaction wheel operations. The study has an emphasis on comprehending and mitigating any complications associated with saturation and stiction within the reaction wheels, which were demonstrated by unusual incidents encountered when Simba CubeSat was in operation. This thesis fundamentally introduces a fresh "Envelope Representation" to effectively depict the intricate possibilities offered by redundancy, while bypassing the cumbersome conventional techniques. Moreover, strategies are formulated and designed to avoid stiction and saturation through the new representation.

The analysis revealed remarkable results in tackling the challenges of stiction and saturation with reaction wheels. All proposed strategies outshone the prevailing Moore-Penrose pseudoinverse method, proving their worthiness. A novel desaturation approach proves to be an attractive alternative to traditional methods, especially during dynamic maneuvers. The established strategies and methods show a promising potential to enhance the torque allocation of the ADCS actuators.

This work establishes approaches to address stiction and saturation issues associated with reaction wheels on spacecraft. The Envelope Representation approach provides a promising outlook in dealing with various actuator-related issues, providing novel solutions in contrast to established techniques. The developed strategies occasionally come at the cost of reduced pointing accuracy, prompting a thoughtful trade-off in specific scenarios. These algorithms mark the first iteration in a journey of potential optimization and progression.

**Keywords:** ADCS, torque allocation strategies, reaction wheel array, stiction avoidance, momentum management