

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Design of a coaxial counterrotating rotor for an emergency drone[BR]- Internship

Auteur : Tamburrini, Robin

Promoteur(s) : Hillewaert, Koen

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/21013>

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.

Design of a coaxial counterrotating rotor for an emergency drone

Robin Tamburrini

Supervisors: Prof Koen Hillewaert (University of Liege)
Christophe Greffe (Generix)

Master in Aerospace Engineering
University of Liege - Faculty of Applied Sciences
Academic Year 2023-2024

Abstract: This study focuses on validating and enhancing BEMT models for coaxial rotor designs. Coaxial rotors offer significant advantages in efficiency and torque cancellation, making them highly suitable for a variety of UAV applications. The research leverages the Rotare code, an open-source MATLAB implementation renowned for its versatility in analyzing rotor systems, including coaxial configurations.

The research builds upon the existing implementation in the Rotare code, introducing modifications to better account for previously neglected physical aspects. These enhancements include incorporating tangential velocity effects in rotor interactions while maintaining angular momentum conservation. Furthermore, improvements eliminate the far-field approximation where the lower rotor operates within the fully developed wake of the upper rotor. Instead, operational conditions and rotor geometry are now accurately considered in coaxial models, enhancing fidelity. A critical enhancement integrates the elimination of total torque into the code, crucial for functional design optimization.

This study validates BEMT models and coaxial models within the Rotare code for coaxial rotor designs. Validation efforts confirm the accuracy of these models. For single-rotor configurations, various solution methods demonstrate good correspondence with experimental data, with the induced velocities approach proving the most effective. Coaxial rotor models similarly align well with experimental results. The general Multiple Stream Tube (MST) model, identified for its superior fidelity in representing velocity and angle distributions while maintaining computational efficiency, is recommended as optimal for coaxial rotor design applications.

In the design phase, the study optimized coaxial rotor systems through BEMT simulations, focusing on counter-rotating coaxial rotors with SAB blades tested by Generix. Computational predictions closely matched experimental thrust measurements, validating model reliability. Torque balance predictions also aligned well with experimental data. Critical design parameters, including the collective pitch of the lower rotor, airfoil geometry, chord length, and differential blade diameters, have been identified as essential for enhancing drone performance.