

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Development of an advanced modelling tool for a four apertures nulling interferometer[BR]- Integration internship

Auteur : De Bortoli, Francesco

Promoteur(s) : Clermont, Lionel; Dandumont, Colin

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23213>

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.

Development of an advanced modelling tool for a four apertures nulling interferometer

Author: Francesco De Bortoli

Thesis supervisor: Dr. Lionel Clermont

Thesis co-supervisor: Colin Dandumont

Space-based nulling interferometry for exoplanet detection is a key development area in astrophysics. However, due to the high complexity of its design and the novelty of the required technologies, since Bracewell's first concept in 1978, up to this day it remained only a theoretical mission proposal. In recent years, technological advancements have renewed interest for this technique, leading to new mission proposals that could yield important scientific breakthroughs. In this context, the present work introduces a modelling tool designed to study the behaviour and performance of such instruments, providing a global and preliminary evaluation framework.

Based on models from the literature, the tool offers a flexible analysis of ideal performance metrics, applicable to any number of apertures and geometric configurations: transmission maps, response functions, nulling ratio, modulation efficiency, angular resolution, and point spread functions. A second part of the study focuses on the instrument's sensitivity to internal errors, especially instrumental stellar leakage and optical path differences (OPDs), validating the choice of operating in the mid-infrared range and illustrating the importance of a strong phase control.

Furthermore, the impact of simulated optical aberrations, developed in collaboration with a colleague, is analysed in detail, showing how disturbances affect the signal on the pupil plane and highlighting the limitations of current compensator systems thanks to the integrated response function, where the loss of contrast of the perturbed simulations is particularly evident.

Finally, the tool is applied to three mission concepts—ESA's Darwin, NASA's TPF-I, and ETH's LIFE—offering a comparative performance analysis (in terms of resolution, nulling ratios, modulation efficiency and exoplanet yield) and further demonstrating the scientific potential of space-based nulling interferometry.