LIÈGE université Library

https://lib.uliege.be

https://matheo.uliege.be

Linear Hold Down and Release Mechanism Pre-Design and Optimisation for the Athena X-IFU Dewar Entrance Assembly Centre Spatial de Liège

Auteur : Doyen, Loan
Promoteur(s) : Jacques, Lionel
Faculté : Faculté des Sciences appliquées
Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"
Année académique : 2025-2026
URI/URL : http://hdl.handle.net/2268.2/25963

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.

Linear Hold-Down and Release Mechanism Pre-Design and Optimisation for the ATHENA X-IFU Dewar Entrance Assembly

Loan Doyen

Supervisor – L. Jacques

Master of Science in Aerospace Engineering – University of Liège
Academic Year 2025–2026

Abstract

The Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics (ATHENA) mission, developed by the European Space Agency (ESA), aims to investigate the hot and energetic Universe through high-resolution X-ray observations. One of its main instruments, the X-ray Integral Field Unit (X-IFU), requires operation at cryogenic temperatures close to 50 K. To preserve the thermal environment and protect the detector assembly during ground operations, a Dewar Entrance Assembly (DEA) incorporating a Hold-Down and Release Mechanism (HDRM) is required.

The objective of this thesis was to investigate and develop a preliminary design for an actuated cryogenic door mechanism capable of ensuring both reliable sealing and controlled opening under cryogenic conditions. A review of existing space mechanisms and relevant tribological concepts was first conducted, with particular attention given to material selection and Hertzian contact behaviour. Several actuation concepts and contact geometries were then evaluated through analytical calculations, material trade-offs, and structural considerations.

Among the investigated solutions, a sliding-contact configuration based on a cylindrical ramp was selected for further development. The design was dimensioned to ensure the required gasket compression while the actuation force demanded from the Linear Actuator Vacuum (LAV). Analytical contact calculations were combined with finite element simulations performed in Siemens NX to assess the structural behaviour of the mechanism, including displacement, stress distribution, mass budget, and modal response.

The results demonstrate the feasibility of the proposed concept. The final design satisfies the imposed natural frequency requirement and achieves acceptable structural margins for most components. However, the contact inserts between the HDRM and the lever remain the critical elements of the design, exhibiting high local stresses and requiring further investigation. In addition, the current lever geometry was shown to be insufficiently stiff and will require significant redesign in future iterations.

Overall, this work establishes a preliminary design framework for a cryogenic HDRM suitable for the ATHENA X-IFU DEA and identifies the main technological challenges that must be addressed during subsequent development phases. Future work should focus on the detailed characterisation of contact interfaces, material pairings, anti-adhesion strategies, and the optimisation of the overall mechanism architecture.

Keywords: Hold-Down and Release Mechanism, X-IFU, ATHENA Mission, Space Mechanism Design.