

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Linear Quadratic Gaussian control for vibration isolation systems in a gravitational wave detector[BR]- Integration internship

Auteur : Raemdonck, Quentin

Promoteur(s) : Sacré, Pierre; Collette, Christophe

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/2268.2/23193>

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.

Summary : Linear Quadratic Gaussian control for vibration isolation systems in a gravitational wave detector

RAEMDONCK Quentin

Thesis presented to obtain the degree of :
Master of Science in Aerospace Engineering

Thesis supervisor :
SACRÉ Pierre
COLLETTE Christophe

Academic year: **2024 - 2025**

The Einstein Telescope is one of the next generation of gravitational waves detector to be built. The telescope will consist of three Michelson interferometers that are each 10 [Km] long. The mirror of this facility need to be isolated from every source of noise, such as ground noise.

This is in this context that the Precision Mechatronics Laboratory has built the E-TEST prototype to find ways to push the isolation. This prototype is composed of a combination of active and passive isolation. The Linear Quadratic Gaussian is the control strategy investigated in this thesis.

This works explain the design strategy of such controllers and discuss the stability and robustness of the controller designed.

The results showed that the design of the Linear Quadratic Regulator is straight forward, and the design of the Kalman filter showed that the states are not well estimated at low frequencies. The analysis of the controller design has shown that the dynamics of the sensor has been inverted. It creates a problem for the robustness and margins, they were both highly dependent on the inertial sensor. The loop gain analysis has shown that the static gain was very high, but changing the values of the ground process noise covariance decrease this effect. The analysis of the closed loop showed that it was limited by the error on the estimations of the states. Then, a comparison was done using two inertial sensors.

Finally, an experimental run of a damping loop was implemented. The experimental test showed the feasibility of implementing such control strategy on a real plant. The test was however limited by high frequency peaks that were not modeled in the system.

The thesis showed that the Linear Quadratic Gaussian is a control strategy that is a good candidate for isolation. But the method relies on good knowledge of the plant.