

RÉSUMÉ

Le contrôle de vibrations est devenu un enjeu majeur dans de nombreuses applications industrielles où l'augmentation de la durée de vie nécessite de réduire les vibrations. Dans le cas de structures embarquées, les vibrations doivent être amorties efficacement tout en limitant la masse et le volume du contrôleur. Cet objectif peut être atteint en minimisant voire en supprimant l'énergie nécessaire à ce contrôle.

Dans ce contexte, les recherches présentées consistent à utiliser des céramiques piézoélectriques comme capteurs et actionneurs. Légères et peu encombrantes, elles sont constituées de matériaux dont la bande fréquentielle est importante ce qui les rend bien adaptées au contrôle de structures embarquées.

Afin d'atteindre les objectifs de performance et d'énergie nécessaires au contrôle des structures embarquées, une stratégie de contrôle semi-actif modal a été développée. La méthode est basée sur une stratégie de contrôle qui ne nécessite que très peu d'énergie pour fonctionner mais est efficace uniquement lorsque l'excitation est ciblée sur un mode unique. Afin d'améliorer les performances du contrôle semi-actif dans le cas d'une excitation large bande, une approche modale est proposée. Cette méthode modale permet de minimiser l'énergie nécessaire au contrôle en ciblant celui-ci sur des modes choisis. De plus, l'approche modale permet d'utiliser moins de capteurs et d'actionneurs que de modes à contrôler. Les résultats numériques et expérimentaux montrent que le contrôle semi-actif modal développé est performant et bien qu'un modèle soit nécessaire, il s'avère robuste en stabilité et en performance.

Le contrôle de vibrations consiste en un compromis entre performance et énergie de contrôle. Comparés à d'autre type de contrôle tel que le contrôle actif, les performances obtenues par la méthode semi-active modale s'avèrent être en retrait. Cependant, la méthode semi-active modale ne nécessite qu'une énergie très faible pour fonctionner contrairement au contrôle actif qui nécessite des amplificateurs souvent lourds et encombrants limitant fortement les applications notamment dans le domaine des structures embarquées. Afin de bénéficier des avantages respectifs des deux méthodes, le contrôle proposé consiste à associer le contrôle actif au contrôle semi-actif modal. Cette méthode hybride permet de contrôler les modes de vibrations de la structure avec des performances identiques à celle du contrôle actif tout en consommant moins d'énergie. Une application expérimentale de cette méthode est réalisée sur une poutre encastree-libre. L'analyse énergétique de la commande active permet de quantifier le gain en énergie du contrôle hybride face aux différentes mé-

thodes de contrôle. Cette réduction de l'énergie de contrôle se traduit par une diminution de la masse des amplificateurs. Cette technique pourra trouver des applications dans le domaine des transports pour améliorer la durée de vie des systèmes.

ABSTRACT

The control of vibrations has become a major issue in many industrial applications where the increase of lifetime is linked to the ability to reduce vibrations. In the case of onboard structures, vibrations must be efficiently damped while the weight and volume of controllers must be reduced. This can be achieved by minimizing or even bringing to zero the energy used by controls.

In this case, piezoelectric ceramics such as sensors and actuators have been used. The advantages of piezoelectric materials include high achievable bandwidth, reliability, compactness, lightness and ease of implementation, thus making them well-suited to be used as actuators and sensors in the case of onboard structures.

In order to reach performance and energy goals, a strategy consisting in using a semi-active modal control was developed. The proposed control is effectively a high-performance method for applications such as improving the lifetime of systems that use smart structures by concentrating control energy on damaging modes. The method is based on a semi-active method which is efficient when the excitation is located only on one mode of the structure. In order to target several modes when the structure is subject to wide bandwidth excitations, the proposed method uses a modal observer, a technique often used in active control. The observer requires the identification of the modal characteristics of the structure but nonetheless displays good stability and robustness.

Damping performances of this modal method are worse than the active one. Nevertheless active control often requires heavy and cumbersome amplifiers which strongly limit the applications in the field of transportation. The proposed hybrid control associates the active control with modal semiactive control in order to benefit from the respective advantages of both methods. This hybrid method is intended to control vibration modes with the same damping performances than active control while reducing significantly the operative energy. An application on a clamped-free smart beam is carried out and an energetic balance-sheet is performed on the active order.

A decrease in the power required by the control is achieved by the hybrid approach. This allows a decrease on the weight and volume of the active control devices. Therefore, this control can be used for example in the field of transportation to improve the lifetime of systems.