

Document de dépôt de manuscrit

Prénom Nom du doctorant :

Corentin Jorajuria

Titre de la thèse :

Estimation de l'amortissement des aubages en analyse modale opérationnelle

Résumé :

Les objectifs du secteur aérien européen pour la réduction des impacts environnementaux conduisent à concevoir de nouveaux moteurs d'avion civil. Ces nouvelles conceptions peuvent induire des risques aéroélastiques plus sévères pour les soufflantes de turboréacteur. Dans ce contexte, comprendre et prédire les phénomènes de dissipation d'énergie constitue un enjeu industriel important. Comme ces phénomènes peuvent être variés et complexes, l'approche expérimentale prend une grande importance pour l'étude de l'amortissement. Ces travaux de thèse se concentrent sur l'estimation de l'amortissement au sein de soufflantes de turboréacteurs. Pour cela, ils traitent de méthodes d'estimation modale dans le domaine fréquentiel et temporel. Les problématiques d'estimation modale sont abordées grâce à un banc d'essais permettant de réaliser des mesures vibratoires sur une soufflante à l'échelle 1:1 en rotation sous vide et excitée par des actionneurs piézoélectriques. De plus, les méthodes d'identification de sous-espaces, présentant des avantages intéressants pour l'estimation des modes de soufflantes en rotation, sont traitées de manière plus spécifique. Les performances d'estimation de ces méthodes ont été évaluées sur des modèles numériques. Puis, ces méthodes ont été appliquées sur des mesures vibratoires de soufflante en rotation sous vide. Par ailleurs, les données d'essais en conditions de fonctionnement montrent que les excitations de l'environnement opérationnel peuvent induire des réponses transitoires significatives. En conséquence, nous avons étudié l'influence d'effets instationnaires sur la caractérisation modale grâce à des essais vibratoires pour lesquels les excitations présentent différents taux d'instationnarité. Enfin, les méthodes d'estimation montrant des résultats encourageants sur les essais en rotation sous vide ont été appliquées sur des données expérimentales obtenues en conditions opérationnelles.

Mots-clés :

estimation modale, identification de sous-espaces, soufflante de turboréacteur.

Résumé :

European goals to reduce air traffic environmental impacts leads to design new civilian turbojet engines. These new designs can result in more severe aeroelastic risks for turbojet engines. In this regard, understanding and predicting dissipation phenomena is a key industrial challenge. As these phenomena can be very wide and complex, experimental approaches take an important role to understand damping. This thesis focuses on the estimation of damping of fan of civilian turbojet engines. To this end, estimation methods in frequency and time domain have been studied. The estimation issues are addressed thanks to a test rig making possible to measure vibratory responses of rotating full-scale fan in vacuum conditions using piezoelectric excitations. Moreover, subspace identification methods, showing particular advantages for the estimation of modes of rotating fans, have been investigated more specifically. Estimation performances of these techniques have been assessed over numerical models. Then, these techniques have been applied over vibratory measurements of a rotating fan in vacuum conditions. Furthermore, experimental data of fans in operation show that excitations can induce significant transient responses. Accordingly, an experimental study evaluating the effect of unsteady responses over modal characterization has been carried out. This experimental study has been performed thanks to modal tests using excitations with different unsteady rate. Finally, estimation methods showing encouraging results over modal tests of a rotating fan in vacuum conditions have been applied over experimental data obtained in operational conditions.

Keywords :

modal estimation, subspace identification methods, turboreactor fan