

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Réduction de modèle en dynamique des structures et des systèmes couplés aéroélastiques

TRAN Duc Minh

Soutenance le 25 Novembre 2015 à 14 h 00,

Amphi. EST, Bât. des Humanités, INSA Lyon, 20 avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne,
devant la Commission d'examen :

Mme. Thouraya Nouri Baranger	MCF-HDR, Université Claude Bernard Lyon I	Examinatrice
M. Georges Jacquet-Richardet	Professeur, INSA Lyon	Examineur
M. Daniel Nélias	Professeur, INSA Lyon	Examineur
M. Roger Ohayon	Professeur Emérite, CNAM Paris	Examineur
M. Morvan Ouisse	Professeur, FEMTO-ST, ENSMM Besançon	Rapporteur
M. Pascal Swider	Professeur, IMFT, Université Toulouse III	Rapporteur
M. Fabrice Thouverez	Professeur, Ecole Centrale Lyon	Rapporteur

Résumé

La simulation numérique du comportement dynamique des structures ou des systèmes couplés aéroélastiques complexes conduit à des systèmes d'équations de très grande taille dont la résolution est très coûteuse. Il est donc indispensable de construire des modèles d'ordre réduit qui, au prix d'une diminution acceptable de la précision, permettent d'obtenir à moindre coût des simulations de ces systèmes. Cette réduction de modèle est obtenue par une projection du système d'équations initial sur une base de projection, incluant ainsi les méthodes de sous-structuration ou de synthèse modale, ainsi que la réduction par symétrie cyclique. On présente ici un ensemble de méthodes ayant recours aux techniques de réduction ou de projection. La première partie regroupe quelques travaux sur les fréquences et modes propres: la méthode de Lanczos par bloc pour calculer les fréquences et les modes propres de structures amorties, une méthode de sous-structuration pour déterminer leur sensibilité et leur réanalyse, et finalement un critère pour suivre leur évolution dans le cas des structures dépendant d'un paramètre. La deuxième partie est consacrée aux méthodes de synthèse modale, incluant les méthodes classiques, avec interface fixe, libre ou mixte, les méthodes utilisant les modes d'interface ou les modes d'interface partiels, ainsi que leur combinaison avec la réduction par symétrie cyclique. La troisième partie concerne les structures multi-étages comme les assemblages de disques aubagés dont chaque étage possède une symétrie cyclique mais pas la structure complète. Une méthode de réduction par symétrie cyclique multi-étages est développée avec une nouvelle sélection des indices de déphasage pour chaque étage dans chaque système réduit. Elle peut être utilisée seule ou combinée avec la synthèse modale. La quatrième partie concerne le couplage fluide-structure dans les turbomachines. La structure, un disque aubagé possédant une symétrie cyclique, est soumise à des forces aérodynamiques exercées par le fluide et qui dépendent des déplacements de la structure. La projection de l'équation de la structure sur ses modes propres complexes fournit un système réduit couplé dans lequel les forces aérodynamiques généralisées sont obtenues à partir des mouvements harmoniques des modes. Deux méthodes de résolution et une méthode de lissage multi-paramètres sont proposées afin d'obtenir les solutions du système couplé pour un grand nombre de valeurs des paramètres.

Mots clés : réduction de modèle, fréquence et mode propre, sensibilité, synthèse modale, symétrie cyclique, structure multi-étages, couplage fluide-structure, aéroélasticité.