

ANALISIS MODAL

Profesor: Dr. Emeterio Vera

Créditos: 3

Objetivos

El análisis modal sirve para predecir el comportamiento dinámico de estructuras más o menos complejas.

El curso está encaminado a que el alumno conozca los métodos actuales de análisis modal, para determinar las características dinámicas de sistemas mecánicos tales como las frecuencias naturales, los modos, el amortiguamiento, etc.

Hay métodos teóricos y métodos experimentales. Los métodos teóricos se apoyan en programas de cálculo basados en elementos finitos. Se pueden aplicar a estructuras no construidas, en fase de diseño sobre plano. Los métodos experimentales se basan en medidas realizadas sobre la pieza o sistema real.

Ambos se complementan, de modo que las medidas experimentales sirven para corregir y contrastar los modelos teóricos.

El objetivo del curso es conocer ambos tipos de métodos

Programa

El curso está compuesto de unas clases teóricas y un trabajo a realizar por el alumno. En este trabajo se elige una estructura concreta y sobre ella se lleva a cabo un estudio teórico así como una serie de medidas experimentales, para aplicar los conocimientos adquiridos

Temario de las clases teóricas:

0. ANALISIS MODAL. INTRODUCCION.

1. ANALISIS MODAL TEORICO.

1.1 CONCEPTOS EN UN GRADO DE LIBERTAD.

1.2 SISTEMAS DE N GRADOS DE LIBERTAD.

1.2.1 Masa concentrada y masa repartida. Ecuaciones de equilibrio

1.2.2 Ecuaciones de Lagrange. Coeficientes de influencia.

1.2.3 Obtención de las matrices de masa y de rigidez

1.3 VALORES Y VECTORES PROPIOS. FRECUENCIAS y MODOS.

1.3.1 Sistemas no amortiguados.

1.3.2 Sistemas con amortiguamiento proporcional.

1.3.3 Sistemas con amortiguamiento general.

1.3.4 Representación de los modos.

- 1.4 OBTENCION DE LAS FUNCIONES DE RESPUESTA EN FRECUENCIA.
 - 1.4.1 Método directo.
 - 1.4.2 A partir de los modos.
 - 1.4.3 Representación de las FRF
 - 1.5 MODELIZACIÓN DE ESTRUCTURAS. MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS
 - 1.5.1 Geometría. Mallado.
 - 1.5.2 Elementos más usuales.
 - 1.5.3 Vibraciones en el plano y en el espacio
 - 1.5.4 Flexión y torsión
 - 1.5.5 Resultados.
 - Modos. Representación
 - Respuesta forzada.
 - 1.6 EQUIPOS COMERCIALES USUALES PARA ANALISIS TEORICO
2. ANÁLISIS MODAL EXPERIMENTAL
- 2.1 CAPTACION DE SEÑALES
 - 2.1.1 Sensores. Acelerómetros. Martillo de fuerza. Excitadores.
 - 2.1.2 Técnicas de excitación.
 - 2.2 ANALISIS DE SEÑAL. TIEMPO FRECUENCIA. ALIASING. FFT.
 - 2.3 EQUIPOS COMERCIALES PARA ANÁLISIS EXPERIMENTAL.
 - 2.4 OBTENCION DE LAS FRF EXPERIMENTALES.
 - 2.5 AJUSTE DE LAS FRF EXPERIMENTALES. MÉTODOS DE AJUSTE.
 - 2.6 EXTRACCION DE PARÁMETROS MODALES.
3. REDUCCION DEL MODELO TEORICO Y CORRELACION TEORICO-EXPERIMENTAL.
4. CORRECCIONES DEL MODELO TEORICO.

Metodología

Se imparten unas 20 horas teóricas de clase de los distintos temas del programa. Se suministra artículos de algunos de los temas. Con esas clases se adquieren los conocimientos necesarios para realizar el trabajo personal, tanto en su parte teórica como experimental.

Los alumnos eligen una pieza o sistema sencillo y realizan un trabajo en pequeños grupos que consta del análisis modal teórico y el experimental de dicho sistema.

Para el análisis teórico el alumno puede utilizar la herramienta que desee, de las disponibles en Tecnun.

Para el análisis experimental se aprende a utilizar una cadena de medida, manejar acelerómetros, hacer FRF, grabar y analizar las señales, extraer los parámetros del sistema, y determinar los modos de vibración utilizando un software específico para esta tarea.

Para el trabajo experimental se cuenta con los medios del Laboratorio de Vibraciones.

Al final los alumnos deben elaborar un pequeño informe del trabajo realizado.

Criterios y procedimientos de evaluación

El curso no tiene examen. La evaluación del alumno se efectúa en base a la asistencia a clases y al trabajo personal:

La asistencia a las clases teóricas y prácticas tendrá un peso del 60%

La calidad del trabajo desarrollado y del informe tendrá un valor del 40% de la nota final.

Bibliografía relevante actualizada

- 1.- Ewins, D.J. "Modal testing: theory, practice and application", 2nd edition. RSP Ltd., 2000.
- 2.- Silva J.M.M. and Maia N.M.M. "Modal Analysis and Testing", Kluwer Academic Pubs, 1998.
- 3.- He, J. and Fu Z. "Modal Analysis", ButterworthHeinemann, 2001.
- 4.- Giménez, J.G. y G^a de Jalón, J., "Teoría y práctica del análisis modal", Escuela Superior de Ingenieros Industriales de San Sebastián. Universidad de Navarra, 1984
- 5.- Ezcurra A., "Influence of the Material Constants on the Low Frequency Modes of a Free Guitar Plate", Journal of Sound and Vibration 194(4) 640-644, 1996
- 6.- Modal Analysis Theory and Testing, w.Heylen, S.Lammens, P.Sas - KU Leuven, Belgica. Exploring I-deas Test, version 9, MTS.
- 7.- Harris, C. M., Crede, C. E., "Shock and Vibration Handbook", Mc Graw Hill, 1976
- 8.- Meirovitch, L., "Computational Methods in Structural Dynamics"
- 9.- Apuntes de la asignatura Dinámica y Vibraciones