



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
FÍSICA APLICADA A LOS RECURSOS NATURALES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
ANÁLISIS MECÁNICO FRECUENCIAL

Curso : 3º
Cuatrimestre : 2º
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 2
Prácticos : 2,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 1999-09-22

ANÁLISIS MECÁNICO FRECUENCIAL: PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Las vibraciones mecánicas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.1 *Conocer la descripción cinemática del movimiento armónico simple y su representación mediante vectores giratorios.*
- 1.2 *Obtener el movimiento armónico resultante de la composición de dos movimientos armónicos de la misma dirección con frecuencias iguales o cercanas.*
- 1.3 *Conocer la descripción del movimiento vibratorio forzado de un sistema amortiguado con un solo grado de libertad y comprender el fenómeno de resonancia.*
- 1.4 *Calcular las frecuencias propias y describir los modos de vibración en sistemas con dos grados de libertad.*
- 1.5 *Conocer las soluciones de los diferentes modos propios de vibración en los principales sistemas continuos.*

CONTENIDOS:

1.1: CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

- Descripción del movimiento.
- Interpretación mediante vectores giratorios.
- Velocidad en el movimiento armónico simple.
- Aceleración en el movimiento armónico simple: ecuación armónica.
- Composición de movimientos de igual dirección y con una misma frecuencia.
- Movimientos de igual dirección y con frecuencias diferentes.
- Frecuencia de valores próximos. Pulsaciones.
- Movimientos de direcciones perpendiculares. Trayectorias de Lissajous.

1.2: DINÁMICA DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO LIBRE DE SISTEMAS CON UN GRADO DE LIBERTAD

- Dinámica del movimiento armónico simple. Solución de la ecuación diferencial. Condiciones iniciales.
- La energía en el movimiento armónico simple.
- Obtención de la frecuencia propia.
- Combinación de constantes de rigidez en serie y en paralelo.
- Movimiento vibratorio amortiguado. Amortiguamientos subcrítico, crítico y supercrítico.

1.3: DINÁMICA DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO FORZADO

- Movimiento vibratorio forzado y no amortiguado de sistemas con un grado de libertad. Condición de resonancia.
- Formación de pulsaciones.
- Movimiento vibratorio forzado y amortiguado. Soluciones transitoria y permanente.
- Condiciones cualesquiera de excitación. Integral de convolución.

1.4: SISTEMAS DE MÁS DE UN GRADO DE LIBERTAD

- Sistemas de dos grados de libertad no amortiguados. Frecuencias propias. Modos de vibración.
- Condiciones iniciales para excitar un modo específico.
- Respuesta del sistema en coordenadas generalizadas.
- Vibraciones forzadas con y sin amortiguamiento. Respuesta permanente: impedancias.
- Absorción de la vibración: sistema neutralizador.

1.5: FUNDAMENTOS DE VIBRACIONES EN SISTEMAS CONTÍNUOS

- Vibraciones transversales en cuerdas. Frecuencias propias. Modos principales.
- Vibraciones longitudinales en barras. Condiciones de contorno.
- Vibraciones de torsión en ejes.
- Fundamentos de las vibraciones transversales en vigas.
- Fundamentos de las vibraciones en membranas y placas.
- Modelizaciones matemáticas.

BLOQUE 2: La Herramienta para el análisis: El espectro

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 2.1 *Comprender la extensión del análisis armónico a movimientos no periódicos y el significado del espectro de frecuencias.*
- 2.2 *Identificar las frecuencias en las que se anula y en las que pasa por un máximo el espectro de un pulso rectangular.*
- 2.3 *Analizar los cambios de fase en la convolución de una función con una delta de Dirac.*
- 2.4 *Describir el efecto que sobre el espectro de un tren de impulsos tiene el acotarlo mediante una ventana rectangular dada.*

CONTENIDOS:

2.1: LA SERIE DE FOURIER

- Composición de armónicos.
- Descripción de un fenómeno periódico : la serie de Fourier.
- Forma compleja de la serie.
- Cálculo de los coeficientes de la serie.
- El espacio recíproco.

2.2: LA TRANSFORMADA DE FOURIER

- Espectros de funciones no periódicas.
- La transformada de Fourier.
- Transformada de un pulso rectangular.
- Transformada de una delta de Dirac.
- El peine de Dirac como tren de impulsos.
- Transformada de una convolución.
- Transformada discreta.
- Aplicación de la convolución a los filtros frecuenciales.
- Aplicación de la convolución a las ventanas frecuenciales.

BLOQUE 3: Análisis de vibraciones

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 3.1 *Conocer la técnica de medida de las vibraciones y la instrumentación esencial requerida.*
- 3.2 *Conocer los tipos de leyes de propagación de las vibraciones en el terreno y los principios que regulan las condiciones de seguridad.*
- 3.3 *Discutir si los espectros obtenidos en una instalación mecánica revelan problemas de equilibrado.*
- 3.4 *Estudiar los espectros de una instalación mecánica para descubrir si existen o no problemas en los rodamientos debidos a las transmisiones.*
- 3.5 *Analizar la posibilidad de existencia de problemas de desalineación y de holguras mediante el estudio de los espectros registrados.*
- 3.6 *Formular acciones que permitan reconocer si una vibración registrada en una instalación es debida a un fenómeno de resonancia.*

CONTENIDOS:

3.1: MEDIDA DE LA VIBRACIÓN

- Las vibraciones mecánicas.
- Parámetros de medida.
- Nivel de la vibración.
- Adquisición de datos y análisis de los datos.
- Analizadores dinámicos.
- Elección de parámetros espectrales.

3.2: TRANSMISIÓN DE VIBRACIONES DEBIDAS AL USO DE EXPLOSIVOS

- Generación de vibraciones en voladuras. Distribución esperada de frecuencias.
- Leyes de propagación a través del medio geológico.
- Normativa de seguridad. Criterios de propagación recomendados.
- Integración de señales.
- Respuestas propias en elementos mecánicos afectados por la vibración.

3.3: VIBRACIONES PRODUCIDAS POR DESEQUILIBRIO Y EXCENTRICIDAD

- Rotor rígido y rotor flexible. El desequilibrio de un rotor.
- Vibraciones producidas por desequilibrio. Diferencias de fase.
- Métodos de equilibrado.
- Excentricidad de rotores. Carácter direccional de la vibración.

3.4: VIBRACIONES DEBIDAS A PROBLEMAS EN COJINETES Y EN TRANSMISIONES

- Análisis de vibraciones en rodamientos. Frecuencias de paso.
- Vibraciones subarmónicas en cojinetes lisos. Remolino de aceite.
- Análisis de vibraciones en la transmisión por engranajes.
- Vibraciones producidas a la frecuencia de engrane. Rotura de dientes.
- Vibraciones por problemas en correas de transmisión.

3.5: OTRAS CAUSAS DE VIBRACIÓN

- Vibraciones producidas por desalineación de ejes. Desalineación en cojinetes y en elementos de transmisión.
- Vibraciones producidas por holgura mecánica.
- Vibraciones debidas a fuerzas hidrodinámicas y aerodinámicas. Cavitación y recirculación en bombas.
- Vibraciones de origen eléctrico.
- Vibraciones producidas por resonancia.

3.6: ANÁLISIS DEL RUIDO

- Análisis del ruido.
- Componentes estocásticas.
- Correlación cruzada.
- Aplicaciones cinemáticas: determinación de velocidades y de caudales en hidráulica.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA

- BALBÁS, M. y MEDINA, R., 1996. Análisis de Vibraciones Mecánicas. Madrid, Fund. Gómez-Pardo.
- DEN HARTOG, J.P., 1985. Mecánica de las vibraciones. Cia. Editorial Continental.
- FRENCH, A.P., 1980. Vibraciones y Ondas. Reverté.
- RAO, S.S., 1995. Mechanical Vibrations. Addison-Wesley.
- RILEY, W.F. y STURGES, L.D., 1995. Ingeniería Mecánica Dinámica. Reverté.

COMPLEMENTARIA

- GENTA, G., 1995. Vibration of structures and machines. Practical aspects. Springer-Verlag.
- HARRIS, C.M., 1963. Shock and Vibration. Handbook, McGraw-Hill.
- MATHEY, R., 1963. Physique des vibrations mecaniques. Dunod.
- NEWLAND, D.E., 1983. Vibraciones Aleatorias y análisis espectral. AC.
- VILARROIG, P. y BALBÁS, M , 1996. La transformada de Fourier desde el punto de vista de sus aplicaciones físicas. Madrid, Fundación Gómez-Pardo.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

No hay.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Los dos primeros bloques se evaluarán mediante ejercicios teórico-prácticos y problemas. Los dos últimos bloques se evaluarán mediante un informe sobre datos reales.