

Índice

1 Presentación.....	1
2 Conceptos de vibraciones.....	2-8
2.1 Vibraciones.....	2
2.2 Definiciones.....	2-4
2.3 Unidades y escalas de medidas.....	5,6
2.4 Tipos de señales.....	6,7
2.5 Utilidad de las vibraciones.....	8
2.6 Las vibraciones y el cuerpo humano.....	8
3 Transductores de vibración y acondicionadores de señal.....	9-23
3.1 Acelerómetros.....	9-14
3.1.1 Descripción y características.....	9,10
3.1.2 Modelos.....	10,11
3.1.3 Funcionamiento.....	11,12
3.1.4 Acelerómetros piezoeléctricos.....	12-14
3.1.5 Calibración.....	14
3.2 Excitadores.....	14-20
3.2.1 Excitador electromecánico.....	15-17
3.2.2 Excitador electromagnético.....	17,18
3.2.3 Excitador electrohidráulico.....	18,19
3.2.4 Excitador de impacto.....	19,20
3.3 Preparación de la estructura.....	20-23
3.3.1 Introducción.....	20
3.3.2 Tipos de apoyos.....	20,21
3.3.3 Colocación de los acelerómetros y sistemas de fijación.....	21,22
3.3.4 Influencia de los factores ambientales.....	22,23
4 Análisis en el dominio de la frecuencia.....	24-50
4.1 Análisis de Fourier.....	24,25
4.2 FFT.....	25,27
4.3 <i>Aliasing</i> , <i>leakage</i> y otros.....	27-29
4.3.1 Ruido.....	27
4.3.2 <i>Aliasing</i>	27,28
4.3.3 <i>Leakage</i>	28
4.3.4 Efecto <i>Picket Fence</i>	29
4.4 Filtros.....	29-32
4.5 Ventanas.....	32-38
4.5.1 Rectangular o Uniforme.....	33,34
4.5.2 <i>Hanning</i>	34,35
4.5.3 <i>Kaiser-Bessel</i>	35,36
4.5.4 <i>Flat Top</i>	36

4.5.5 Transitoria.....	36
4.5.6 Exponencial.....	36,37
4.5.7 Comparaciones entre ventanas.....	37,38
4.6 Analizadores.....	38-42
4.6.1 El proceso de muestreo temporal.....	39,40
4.6.2 Operaciones del analizador digital.....	40,41
4.6.3 Análisis con solapamiento y zoom.....	41,42
4.7 Análisis FFT de dos canales.....	42-46
4.8 Programa en <i>Labview</i>	46-50
5 Análisis modal.....	51-62
5.1 Introducción teórica.....	51-56
5.1.1 Modelo de un grado de libertad.....	51-53
5.1.2 Modelo de múltiples grados de libertad.....	53-56
5.2 Concepto.....	56-58
5.3 Técnicas de excitación.....	58-62
5.3.1 Impacto.....	59-61
5.3.2 Excitación estática.....	61
5.3.3 Excitadores adheridos.....	61,62
6 Análisis modal operacional.....	63-87
6.1 Descripción. Comparación con el análisis modal tradicional.....	63,64
6.2 <i>Peak Picking</i> (PP).....	64-66
6.3 Descomposición en el Dominio de la Frecuencia.....	66-70
6.4 NExT y ERA.....	70-77
6.4.1 NExT (<i>Natural Excitation Technique</i>).....	70-75
6.4.2 ERA (<i>Eigensystem Realization Algorithm</i>).....	75-77
6.5 Identificación de Subespacios Estocásticos (SSI).....	77-87
6.5.1 Modelo de espacio de estados para el estudio de la dinámica de estructuras.....	78-80
6.5.2 Modelo de espacio de estados estocástico.....	80-82
6.5.3 Identificación en el Subespacio Estocástico.....	82-85
6.5.4 Análisis modal.....	86
6.5.5 Respuesta modal y errores.....	87
7 Comprobaciones.....	88-92
7.1 Comparación de los modos de vibración.....	88
7.1.1 Comparación gráfica de los modos de vibración.....	88,89
7.1.2 Correlación numérica (MAC) entre los modos de vibración.....	89,90
7.1.3 Auto-MAC.....	90,91
7.1.4 MAC-normalizado.....	91
7.2 Armónicos.....	91,92
8 Experimentación.....	93
8.1 Viga biapoyada.....	97-107
8.1.1 Análisis teórico.....	97,98
8.1.2 Análisis modal.....	98-101

8.1.3	Análisis modal operacional empleando un martillo excitador.....	101,102
8.1.4	Análisis modal operacional empleando un excitador electromagnético.....	103-105
8.1.5	Comparación entre los valores teóricos y los experimentales.....	105,106
8.1.6	Comparación entre diferentes apoyos.....	106,107
8.2	Placa biapoyada.....	108-114
8.2.1	Análisis teórico.....	108,109
8.2.2	Análisis modal operacional empleando un martillo excitador.....	109-113
8.2.3	Comparación entre los valores teóricos y los experimentales.....	113,114
8.3	Placa en voladizo.....	115-124
8.3.1	Análisis teórico.....	115,116
8.3.2	Análisis modal operacional empleando un martillo excitador.....	117,118
8.3.3	Análisis modal operacional empleando un excitador electromagnético.....	119-124
8.4	Experimento puente-tren.....	125-129
8.4.1	Puesta a punto del experimento y adquisición de datos.....	125
8.4.2	Resultados experimentales.....	125-128
8.4.3	Análisis modal de la estructura usando el método de los elementos finitos y comparación con los valores experimentales.....	128,129
8.5	Pasarela de la Plaza del Agua.....	130-133
8.5.1	Descripción del puente.....	130
8.5.2	Modelo de Elementos Finitos.....	130,131
8.5.3	Ensayo.....	131,132
8.5.4	Análisis de los Datos.....	132
8.5.5	Resultados.....	132,133
	Referencias.....	134-136
	Bibliografía.....	137