

# Contenido

<b>Acerca de los autores</b>	<b>v</b>
<b>Prefacio</b>	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO 1. Generalidades</b>	<b>1</b>
1.1. Características de un problema dinámico	2
1.2. Modelos para el estudio de problemas dinámicos	4
1.3. Ejemplos de problemas de dinámica estructural	8
1.4. Discretización y grados de libertad	13
1.5. Formulación de ecuaciones de movimiento	17
<b>CAPÍTULO 2. Elementos básicos de un sistema dinámico</b>	<b>21</b>
2.1. Sistema dinámico	22
2.2. Rigidez	26
2.2.1. Sistemas elásticos lineales	28
2.2.2. Sistemas inelásticos	32
2.3. Amortiguamiento	35
<b>CAPÍTULO 3. Ecuación del movimiento</b>	<b>39</b>
3.1. Aplicación de las leyes de Newton a modelos con parámetros concentrados	40
3.2. Aplicación del principio de desplazamientos virtuales a modelos con parámetros concentrados	44
3.3. Aplicación del principio de desplazamientos virtuales a modelos continuos	50
<b>CAPÍTULO 4. Efecto de la fuerza de gravedad</b>	<b>63</b>
4.1. Influencia de la fuerza de gravedad	64

<b>CAPÍTULO 5. Excitación en la base</b>	<b>69</b>
5.1. Excitación sísmica	70
<b>PARTE A. Sistemas de un grado de libertad</b>	
<b>CAPÍTULO 6. Vibración libre</b>	<b>75</b>
6.1. Vibración libre no amortiguada	76
6.2. Vibración libre amortiguada	81
6.3. Evaluación experimental del amortiguamiento	86
<b>CAPÍTULO 7. Vibración forzada con carga armónica</b>	<b>91</b>
7.1. Vibración forzada no amortiguada	92
7.2. Vibración forzada con amortiguamiento	97
7.3. Respuesta en resonancia. Sistemas ligeramente amortiguados	107
7.4. Aislamiento de las vibraciones	109
<b>CAPÍTULO 8. Vibración forzada con carga general</b>	<b>119</b>
8.1. Respuesta a un impulso unitario	120
8.2. Respuesta de un sistema de un grado de libertad	123
8.3. Respuesta a cargas de corta duración	133
8.4. Análisis aproximado a impulsos cortos	146
8.5. Cálculo numérico de la integral de Duhamel	150
<b>CAPÍTULO 9. Métodos paso a paso para análisis lineal</b>	<b>159</b>
9.1. Métodos basados en la respuesta de un sistema ante una excitación tipo escalón	160
9.2. Métodos basados en la interpolación de la excitación	164
9.3. Método de las diferencias centrales	171
9.4. Método de Newmark	175
9.5. Método de Wilson	182
9.6. Comentarios finales (estabilidad numérica, errores de cómputo, selección del tamaño de paso)	186

<b>CAPÍTULO 10. Análisis no lineal</b>	<b>189</b>
10.1. Introducción	190
10.2. Fuentes de no linealidad	194
10.3. Método iterativo de Newton-Raphson	205
10.4. Análisis dinámico no lineal	216
<b>CAPÍTULO 11. Sistemas generalizados de un grado de libertad</b>	<b>223</b>
11.1. Introducción	224
11.2. Ensamblajes de cuerpos rígidos	226
11.3. Sistemas con propiedades distribuidas	232
11.4. Método de Rayleigh para estimar la frecuencia fundamental de vibración	239
<b>CAPÍTULO 12. Respuesta sísmica de sistemas lineales</b>	<b>249</b>
12.1. Espectros de respuesta	250
12.2. Análisis en el dominio de la frecuencia	261
<b>CAPÍTULO 13. Respuesta sísmica de sistemas no lineales</b>	<b>279</b>
13.1. Introducción	280
13.2. Relaciones fuerza-desplazamiento	282
13.3. Factor de ductilidad y otros conceptos	284
13.4. Efectos de fluencia	286
13.5. Espectros de respuesta para diferentes factores de reducción $R_y$	294
13.6. Espectros de respuesta para ductilidades constantes	296
13.7. Efecto del amortiguamiento	302
<b>PARTE B. Sistemas de varios grados de libertad</b>	
<b>CAPÍTULO 14. Introducción al análisis de sistemas de varios grados de libertad</b>	<b>305</b>
14.1. Discretización y selección de grados de libertad	306
14.2. Modelación de sistemas dinámicos (ejemplos)	307
14.2.1. Edificio de varios niveles	307
14.2.2. Modelo de análisis dinámico para la superestructura de un puente vehicular	313

<b>CAPÍTULO 15. Formulación de las ecuaciones de movimiento</b>	<b>319</b>
15.1. Ecuaciones de movimiento	320
15.2. Matrices de masas, rigidez, amortiguamiento y vector de cargas	323
<b>CAPÍTULO 16. Vibración libre sin amortiguamiento</b>	<b>339</b>
16.1. Análisis de las frecuencias de vibración	340
16.2. Análisis de las formas modales de vibración	342
16.3. Condiciones de ortogonalidad y normalización	344
16.4. Ejemplos	346
<b>CAPÍTULO 17. Respuesta dinámica usando superposición modal de desplazamientos</b>	<b>359</b>
17.1. Sistemas sin amortiguamiento	360
17.2. Sistemas con amortiguamiento viscoso	370
17.3. Análisis modal espectral	373
<b>CAPÍTULO 18. Superposición modal: factores de contribución modal e interpretación física</b>	<b>389</b>
18.1. Introducción	390
18.2. Reformulación del análisis modal	391
18.3. Factores de contribución modal	396
18.4. Respuestas máximas modales	398
18.5. Factor de respuesta dinámica	404
<b>CAPÍTULO 19. Valores y vectores característicos: conceptos, propiedades y métodos de cálculo</b>	<b>413</b>
19.1. Conceptos preliminares	414
19.2. Propiedades del problema de valores y vectores característicos	416
19.3. Métodos de transformaciones	428
19.4. Métodos iterativos	445
19.5. Método de búsqueda del determinante	458
19.6. Iteración simultánea de vectores y el método del subespacio	461

<b>CAPÍTULO 20. Selección de grados de libertad dinámicos</b>	<b>467</b>
20.1. Restricciones cinemáticas	468
20.2. Condensación estática	470
20.3. Reducción de Guyan	477
20.4. Método de Rayleigh	481
20.5. Método de Rayleigh-Ritz	486
20.6. Algunos comentarios adicionales al método de Rayleigh-Ritz	492
<b>CAPÍTULO 21. Respuesta dinámica usando métodos paso a paso</b>	<b>495</b>
21.1. Método de diferencias finitas (segunda diferencia central)	496
21.2. Método de Newmark	503
21.3. Método de Wilson	509
21.4. Comentarios finales	515
<b>CAPÍTULO 22. Análisis no lineal de sistemas con varios grados de libertad</b>	<b>517</b>
22.1. Análisis matricial de sistemas no lineales	518
22.2. Ejemplos	519
<b>CAPÍTULO 23. El método del elemento finito</b>	<b>533</b>
23.1. Una presentación general del método del elemento finito	534
23.2. Energía potencial y principio de la energía potencial estacionaria	541
23.3. El método de Rayleigh-Ritz y el método del elemento finito	549
23.4. El método del elemento finito	555
<b>CAPÍTULO 24. Aplicación del método del elemento finito en la dinámica de las estructuras</b>	<b>565</b>
24.1. Matriz de masas concentradas (matriz diagonal)	566
24.2. Matriz de masas consistentes (matriz no diagonal)	567
24.3. Matriz de masas combinadas	568
24.4. Matriz de masas diagonal HRZ	569
24.5. Matriz de amortiguamiento proporcional y amortiguamiento consistente	570
24.6. Ejemplo de aplicación del método del elemento finito	572
<b>Bibliografía</b>	<b>583</b>