

# Indice

<b>CAPITULO 1: EL DISEÑO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>1</b>
1.1. El diseño estructural .....	1
1.2. Variables del diseño estructural .....	3
1.3. El diseño óptimo de estructuras .....	5
1.4. Evolución de la solución óptima .....	12
1.5. Optimización de elementos simples .....	17
1.6. Optimización de medios continuos .....	21
1.7. Evolución del diseño óptimo de estructuras .....	28
Referencias .....	37
 <b>CAPITULO 2: OPTIMIZACION POR ASIGNACION DE                   CRITERIOS .....</b>	 <b>39</b>
2.1. Introducción .....	39
2.2. Asignación de criterios mediante condiciones activas .....	41
2.2.1. Condiciones de tipo tensional. Criterio de agotamien- to .....	41
2.2.2. Estructuras con valores limitados de movimientos ....	49
2.2.3. Condiciones relativas a modos de pandeo .....	53

METODOS DE DISEÑO OPTIMO DE ESTRUCTURAS

2.3.	Procedimiento general .....	54
2.3.1	Relaciones de recurrencia para las variables .....	56
2.3.2.	Identificación de las condiciones activas .....	58
2.4.	Métodos basados en la teoría de la información .....	64
2.4.1.	Definición del problema equivalente .....	64
2.4.2.	El formalismo de la máxima entropía .....	67
2.4.3.	Cálculo de los multiplicadores de Lagrange .....	70
2.4.4.	Esquema general del algoritmo .....	73
	Referencias .....	77

**CAPITULO 3: ASPECTOS TEORICOS DEL DISEÑO OPTIMO DE ESTRUCTURAS .....** 79

3.1.	Introducción .....	79
3.2.	Algunos problemas de tipo convexo .....	84
3.2.1.	Condición de movimiento homólogo a la acción .....	84
3.2.2.	Movimiento con valor máximo acotado .....	87
3.2.3.	Condición de autovalor acotado inferiormente .....	88
3.3.	Obtención del mínimo local .....	89
3.4.	Obtención del mínimo global .....	92
3.5	Problemas con regiones de diseño disjuntas.....	93
	Referencias .....	96

**CAPITULO 4: PROGRAMACION LINEAL .....** 97

4.1.	Introducción .....	97
4.2.	Descripción del método simplex .....	100
4.2.1.	Formulación general del problema .....	100
4.2.2.	Obtención de una solución básica inicial .....	102
4.2.3.	Obtención de una solución básica válida mejorada ....	104
4.2.4.	Formación de la solución inicial válida mediante variables ficticias .....	110
4.3.	Planteamiento dual en los problemas lineales .....	119
4.4.	Método de Karmarkar .....	124
4.4.1.	Formulación del problema .....	125
4.4.2.	Algoritmo de optimización de Karmarkar .....	130
	Referencias .....	133

<b>CAPITULO 5: OPTIMIZACION INCONDICIONADA ....</b>	<b>135</b>
5.1. Introducción .....	135
5.2. Extremos de funciones de una variable .....	137
5.2.1. Ajustes a funciones polinómicas .....	137
5.2.2. Cálculo del mínimo de una función con métodos numéricos .....	131
5.3. Mínimos de funciones de $n$ variables .....	145
5.4. Métodos de orden cero. Direcciones conjugadas .....	147
5.5. Métodos basados en el gradiente .....	151
5.6. Métodos de Newton .....	153
5.7. Análisis comparativo .....	155
5.8. Optimización global .....	157
5.8.1. El método de tunelización, o de los mínimos decrecientes .....	158
5.8.2. Métodos estocásticos .....	164
Referencias .....	165
 <b>CAPITULO 6: OPTIMIZACION CONDICIONADA .....</b>	 <b>169</b>
6.1. Introducción .....	169
6.2. Métodos de función penalty .....	170
6.2.1. Función penalty exterior .....	171
6.2.2. Función penalty interior .....	174
6.3. Método de las direcciones eficientes .....	180
6.4. Secuencia de problemas lineales .....	189
6.5. Secuencia de problemas cuadráticos .....	193
6.6. Métodos duales .....	195
Referencias .....	201
 <b>CAPITULO 7: OPTIMIZACION DE FORMAS Y ELEMENTOS SIMPLES .....</b>	 <b>203</b>
7.1. Introducción .....	203
7.2. Optimización de secciones en piezas de acero .....	204

## METODOS DE DISEÑO OPTIMO DE ESTRUCTURAS

7.3.	Optimización de secciones de hormigón armado .....	214
7.4.	Optimización de formas en medios continuos .....	218
7.4.1.	Optimización de formas mediante elementos finitos ..	219
7.4.2.	Modificación de mallas de elementos finitos .....	223
7.4.3.	Optimización de formas mediante elementos de contorno .....	229
7.4.4.	Optimización de formas mediante cálculo variacional .	232
	Referencias .....	242

## CAPITULO 8: OPTIMIZACION DE ESTRUCTURAS DE BARRAS .....

245

8.1.	Introducción .....	245
8.2.	Estructuras de nudos articulados. Optimización de secciones transversales .....	246
8.2.1.	Optimización de secciones en régimen plástico .....	247
8.2.2.	Optimización de secciones en régimen elástico. Métodos de secuencia de problemas lineales .....	251
8.3.	Optimización de geometría y secciones transversales en estructuras de nudos articulados .....	264
8.3.1.	Optimización de geometría y secciones transversales de modo independiente .....	264
8.3.2.	Optimización de geometría y secciones mediante secuencia de programas lineales .....	269
8.4.	Optimización de secciones en pórticos planos .....	279
8.4.1.	Optimización de secciones en régimen plástico .....	280
8.4.2.	Optimización de secciones de pórticos en régimen elástico .....	286
8.5.	Optimización de secciones transversales en emparrillados .....	293
8.6.	Optimización del tendón de pretensado en vigas continuas ....	295
	Referencias .....	301

## CAPITULO 9: ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....

305

9.1.	Objetivo de los análisis de sensibilidad .....	305
9.2.	Análisis de sensibilidad respecto a las variables .....	307

9.2.1.	Analisis de sensibilidad de primer orden en problemas estáticos .....	308
9.2.2.	Significado matemático de las variables adjuntas .....	320
9.2.3.	Análisis de sensibilidad de primer orden en vibración y pandeo .....	323
9.2.4.	Análisis de sensibilidad de segundo orden .....	328
9.3.	Sensibilidad de la solución frente a los parámetros fijos .....	331
9.3.1.	Obtención de la sensibilidad mediante las condiciones de Kuhn–Tucker .....	332
9.3.2.	Cálculo de la variación de la solución por aproximación cuadrática .....	338
9.3.3.	Obtención de la sensibilidad mediante la función penalty .....	339
9.3.4.	Obtención de las sensibilidades mediante el método de las direcciones eficientes .....	341
	Referencias .....	343
<b>CAPITULO 10: CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>		<b>345</b>
10.1.	Relaciones entre variables .....	345
10.2.	Optimización en niveles sucesivos .....	351
10.3.	Técnicas de reanálisis de estructuras .....	354
10.3.1.	Métodos directos de reanálisis .....	356
10.3.2.	Métodos iterativos de reanálisis .....	342
10.4.	Optimización con multiobjetivo .....	361
10.4.1.	Método de los coeficientes de ponderación .....	369
10.4.2.	Método del min–máx .....	371
10.5.	Diseño óptimo en régimen probabilista.....	374
10.5.1.	Fuentes de incertidumbre en el diseño estructural.....	374
10.5.2.	Modelos probabilistas para las resistencias mecánicas y las acciones exteriores.....	375
10.5.3.	Evaluación de la seguridad estructural.....	378
10.5.4.	Diseño óptimo en régimen probabilista.....	381
10.6.	El diseño óptimo de estructuras asistido por computador .....	383
10.7.	Paquetes integrados de optimización .....	388
	Referencias .....	401