

Índice

Capítulo 1. Introducción y Objetivos.	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Objetivos.	6
Capítulo 2. Métodos empleados.	9
2.1. El Método de los Elementos Finitos.....	9
2.1.1. Fundamento teórico.....	10
2.1.2. Funciones de forma y convergencia.....	13
2.1.3. Problemas no lineales en el MEF.	14
2.1.4. El software de MEF.....	17
2.2. Cálculo analítico de la entrada en contacto.	23
2.3. Estudio de la vida a fatiga.	28
2.3.1. La fatiga bajo condiciones de fretting.	28
2.3.2. Consideraciones teóricas.	30
2.3.3. Criterio de cálculo de vida.....	32
2.3.4. Aplicación al problema.	33
Capítulo 3. Optimización no lineal.....	34
3.1. Introducción.....	34
3.2. Optimización con restricciones.	37
3.2.1. Método de la penalización exterior.	38
3.2.2. Método de la penalización interior.....	39
3.2.3. Método de la penalización interior extendida.	40
3.3. Optimización sin restricciones	42
3.3.1. Métodos de primer orden.	42
3.3.2. Métodos de segundo orden.....	43
3.4. Búsqueda monodimensional.....	45
3.5. Implementación de los algoritmos de optimización.....	47
3.5.1. Algoritmo de primer orden.....	48
3.5.2. Algoritmo de segundo orden.	55
Capítulo 4. Modelo del acoplamiento eje-cubo.....	56
4.1. Introducción.....	56
4.2. Generación de la geometría paramétrica del ajuste eje-cubo.	57
4.2.1. Generación de la geometría del eje.	60

4.2.2. Generación de la geometría del cubo.	61
4.2.3. Generación de la geometría del submodelo.	62
4.3. Propiedades del material empleado.	63
4.4. Tipos de elementos empleados.	64
4.4.1. Elementos tridimensionales hexaédricos de 8 nodos.	65
4.4.2. Elementos tridimensionales hexaédricos de 20 nodos.	65
4.4.3. Elementos de contacto.	66
4.5. Mallado de la geometría.	68
4.6. Cargas y condiciones de contorno.	72
4.6.1. Modelo completo.	72
4.6.2. Submodelo.	74
4.7. Proceso de resolución.	75
4.8. Postproceso de los resultados.	77
Capítulo 5. Resultados.	78
5.1. Prueba de los algoritmos de optimización.	79
5.1.1. Viga en voladizo de sección constante.	80
5.1.2. Viga en voladizo con varias secciones.	82
5.1.3. Viga en voladizo con elementos tridimensionales y varias secciones.	85
5.2. Resolución del modelo.	88
5.2.1. Resultados del modelo completo.	88
5.2.2. Resultados del submodelo.	94
5.2.3. Validación del submodelado	99
5.2.4. Singularidad en el borde del contacto.	102
5.2.5. Análisis de la vida a fatiga.	104
5.3. Análisis de convergencia de la malla del modelo.	105
5.3.1. Análisis de convergencia del modelo completo.	105
5.3.2. Análisis de convergencia del submodelo.	109
5.4. Proceso de optimización.	111
5.5. Análisis de sensibilidad en el óptimo.	115
Capítulo 6. Conclusiones.	115
Capítulo 7. Bibliografía.	118
Anexo A. Programas de optimización.	120
A.1. Introducción.	120
A.2. Archivos del programa de optimización de primer orden.	121

A.3. Archivos del programa de optimización de primer orden.	127
Anexo B. Archivos del modelo	132