

Contenido

Resumen	3
Abstract.....	4
Abreviaturas y nomenclatura	9
1. Introducción	10
1.1. Mantenimiento basado en el monitoreo de condición.....	10
1.1.1. Evolución de las estrategias de mantenimiento.....	10
1.1.2. Monitoreo de vibraciones	11
1.1.3. Turbomáquinas en el sector de producción y energía eléctrica.....	13
1.2. Dinámica de rotores	14
1.2.1. Modelado dinámico de rotores	16
1.2.2. Instrumentación.....	17
1.2.3. Análisis de señal	20
1.2.4. Desbalanceo mecánico.....	21
1.3. Objetivos.....	23
1.4. Esquema de la Tesis.....	23
2. Modelado de un rotor desbalanceado por diferencias finitas.....	25
2.1. Representación analítica del desbalanceo	25
2.2. Modelado y simulación por diferencias finitas	28
2.2.1. Ecuaciones de movimiento.....	31
2.2.2. Discretización de las ecuaciones de movimiento	34
2.2.3. Aplicación de método.....	37

2.2.4.	Condiciones iniciales y fuerzas externas	40
2.2.5.	Simulaciones	41
2.3.	Resultados y discusión	42
2.3.1.	Respuesta en frecuencia.....	42
2.3.2.	Régimen transitorio de velocidad	46
2.3.3.	Análisis de órbitas.....	48
2.4.	Conclusiones.....	51
3.	Modelado y simulación por sistema multicuerpo	52
3.1.	Flexibilidad del eje y modelo de parámetros concentrados	53
3.2.	Metodología	57
3.3.	Resultados y discusión	58
3.4.	Conclusiones.....	62
4.	Integración de modelado SMC a problemas de balanceo.....	63
4.1.	Identificación y caracterización de desbalanceo.....	63
4.2.	Técnicas de balanceo	67
4.2.1.	Balanceo estático.....	67
4.2.2.	Método gráfico de Siebert (4-run method).....	68
4.2.3.	Balanceo con coeficientes de influencia	69
4.2.4.	Coeficientes de influencia en sistemas de múltiples grados de libertad..	71
4.2.5.	Balanceo asistido por modelado.....	73
4.3.	Metodología	75
4.3.1.	Modelo de rotor flexible.....	75
4.3.2.	Algoritmo para calcular la matriz de rigidez.....	77

4.3.3.	Algoritmo de balanceo.....	78
4.4.	Resultados y discusión	79
4.4.1.	Desbalanceo aleatorio	79
4.4.2.	Desbalanceo estático y dinámico.....	83
4.4.3.	Desbalanceo en múltiples planos de un rotor horizontal de eje flexible..	85
4.4.4.	Desbalanceo cuasi-estático en un rotor vertical rígido.....	90
4.5.	Conclusiones.....	94
5.	Evaluación experimental	96
5.1.	Metodología	97
5.1.1.	Arreglo experimental	97
5.1.2.	Instrumentos y técnicas de medición.....	101
5.2.	Resultados y discusión	105
5.2.1.	Caracterización del dispositivo experimental.....	105
5.2.2.	Caracterización de la vibración inicial	111
5.2.3.	Obtención de coeficientes de influencia	112
5.2.4.	Balanceo del rotor	114
5.2.5.	Estudio de la sensibilidad del método ante los parámetros del modelo.	116
5.3.	Conclusiones.....	119
6.	Conclusiones generales	120
6.1.	Modelado dinámico.....	122
6.1.1.	Modelado en diferencias finitas	122
6.1.2.	Modelado de SMC.....	123
6.1.3.	Balanceo asistido por modelo de SMC.....	124

6.2.	Trabajo experimental.....	125
6.3.	Trabajo futuro	125
6.3.1.	Rigidez dinámica de cojinetes	126
6.3.2.	Rigidez no lineal.....	127
6.3.3.	Vibraciones Torsionales	128
Anexos	130
Referencias	144