

# Índice

1		
Introducción . . . . .		18
1.1 Revisión del Estado del Arte . . . . .		18
1.2 Motivación . . . . .		21
1.3 Planteamiento del Problema y Objetivos . . . . .		21
1.4 Organización y Estructura de la Tesis . . . . .		22
2		
Diagnóstico de Fallos y Redes de Petri: Conceptos Fundamentales.		24
2.1 Diagnóstico de Fallos (DF) . . . . .		24
2.1.1 Definición formal y fundamentos . . . . .		24
2.1.2 Clasificación de algoritmos de diagnóstico . . . . .		25
2.2 Diagnóstico de Fallos en Sistemas de Eventos Discretos (SED's) . . . . .		31
2.3 Redes de Petri (RdP's) . . . . .		34
2.3.1 Definición formal y fundamentos . . . . .		34
2.3.2 Clasificación y tipos de RdP's . . . . .		39
3		
Redes de Petri como herramienta base para el modelado del <i>MALf</i>		42
3.1 Redes de Petri Coloreadas (RdPC's) . . . . .		42
3.1.1 Definición formal y fundamentos . . . . .		43
3.1.2 Ejemplo de RdPC's . . . . .		46
3.2 Redes de Petri Continuas e Híbridas . . . . .		54
3.2.1 Redes de Petri Continuas . . . . .		54
3.2.2 Redes de Petri Híbridas . . . . .		57
4		
Método de Anidamiento Latente de Fallos para el Diagnóstico de Fallos en Sistemas Complejos . . . . .		65
4.1 Formalización del <i>MALf</i> en Sistemas de Eventos Discretos		65
4.1.1 Definición formal y fundamentos . . . . .		66
4.1.2 Modelado inicial . . . . .		70
4.1.3 Definición del conjunto de fallos . . . . .		70
4.1.4 Lugares de anidamiento latente de fallos . . . . .		70

4.1.5	Trayectorias de verificación de fallos . . . . .	71
4.1.6	Diagnosticabilidad del modelo . . . . .	74
4.2	Formalización del <i>MALf</i> en Sistemas Híbridos. . . . .	75
4.2.1	Definición formal y fundamentos . . . . .	76
4.2.2	Modelado inicial . . . . .	78
4.2.3	Definición del conjunto de fallos . . . . .	79
4.2.4	Lugares de anidamiento latente de fallos . . . . .	80
4.2.5	Trayectorias de verificación y recuperación de fallos	81
4.2.6	Tipos de influencia en lugares continuos y estados de operación . . . . .	83
4.2.7	Firmas de fallos . . . . .	86
4.3	Diagnosticabilidad del modelo . . . . .	91
4.4	Ejemplo de la metodología . . . . .	91
5		
	Caso de Estudio: Sistema de Refrigeración y Lubricación de la Mul- tiplicadora de un Aerogenerador . . . . .	99
5.1	Características del sistema . . . . .	99
5.2	Diagnóstico de Fallos usando el <i>MALf</i> basado en <i>RdPHCDF101</i>	
5.2.1	Modelado híbrido inicial . . . . .	104
5.2.2	Modelado híbrido coloreado . . . . .	112
5.2.3	Definición del conjunto de fallos . . . . .	113
5.2.4	Lugares de anidamiento latente de fallos . . . . .	115
5.2.5	Trayectoria de verificación de fallos . . . . .	115
6		
	Análisis de Fallos Intermitentes en Semiconductores de Potencia IGBT's: Un enfoque mediante el <i>MALf</i> . . . . .	127
6.1	Introducción . . . . .	127
6.2	Fallos de Carácter Intermitente: Parámetros. . . . .	135
6.2.1	Caracterización probabilística de FIs . . . . .	136
6.2.2	Modelado Temporal de FIs . . . . .	137
6.3	Análisis, Fiabilidad y Envejecimiento de IGBTs. . . . .	141
6.3.1	Principio de Funcionamiento y Estructura. . . . .	141
6.3.2	Fiabilidad y Métodos de Prueba para el Tiempo de Vida. . . . .	142
6.3.3	Métodos de Envejecimiento Acelerado (AGING) .	148
6.4	<i>MALf</i> y su Aplicación en la Caracterización de FIs en IGBTs . . . . .	153
6.4.1	Implementación de un Banco de Pruebas para IG- BTs . . . . .	153
6.4.2	Modelado y Diagnóstico de Fallos en IGBTs. . . . .	166

6.4.3	Diagnóstico de FIs usando el <i>MALf</i> basado en RdPHCDF . . . . .	173
6.5	Análisis y Resultados de las Pruebas Experimentales . . .	185
6.5.1	Análisis de comportamiento y morfológico de IG-BTs nuevos . . . . .	185
6.5.2	Metodología para las pruebas . . . . .	188
6.5.3	Resultados de las Pruebas . . . . .	191
7	Conclusiones y líneas abiertas . . . . .	206
7.1	Conclusiones . . . . .	206
7.2	Líneas abiertas . . . . .	210