

# Índice

<b>Capítulo 1 Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación y antecedentes .....	1
1.2. Objetivos y organización del trabajo .....	3
<b>Capítulo 2 Estado del arte .....</b>	<b>7</b>
2.1. Marco normativo .....	7
2.1.1. Revisión Periódica de Seguridad y gestión del envejecimiento .....	7
2.1.2. Especificaciones Técnicas de Funcionamiento .....	9
2.1.3. Regla de Mantenimiento .....	10
2.1.4. Análisis de Fiabilidad Humana .....	11
2.2. Análisis Probabilista de Seguridad .....	13
2.2.1. Modelos RAM dependientes de la edad.....	18
2.2.2. Modelado de la PEH .....	20
2.3. Toma de decisiones informada en fiabilidad y riesgo .....	22
<b>Capítulo 3 Modelo de indisponibilidad en demanda dependiente del tiempo .....</b>	<b>27</b>
3.1. Modelo físico para un componente de seguridad .....	27
3.2. Modelo de indisponibilidad básico para un componente de seguridad .....	30
3.3. Modelo de la probabilidad de fallo a la demanda considerando el estrés causado por las demandas, la efectividad del mantenimiento y la eficiencia de las pruebas .....	32
3.3.1. Probabilidad de fallo a la demanda considerando el estrés causado por las demandas.....	32
3.3.2. Probabilidad de fallo a la demanda considerando la efectividad del mantenimiento .....	33
3.3.2.1 <i>Modelo PAS</i> .....	34

3.3.2.2 <i>Modelo PAR</i> .....	38
3.3.3. Probabilidad de fallo a la demanda considerando la eficiencia de las pruebas....	39
3.4. Modelo de indisponibilidad para el modo de fallo en demanda .....	40
3.4.1. Indisponibilidad debida a la falta de fiabilidad.....	40
3.4.1.1 <i>Evaluación del doubling time</i> .....	41
3.4.1.2 <i>Indisponibilidad media debida a la falta de fiabilidad a lo largo de la vida del componente</i> .....	42
3.4.2. Indisponibilidad debida a los tiempos fuera de servicio .....	43
3.5. Estudio de la evolución de la fiabilidad e indisponibilidad de un componente aplicando el modelo de probabilidad de fallo a la demanda dependiente del tiempo .....	43
3.5.1. Fiabilidad dependiente del tiempo: modelos PAS y PAR .....	44
3.5.2. Sensibilidad de $\rho(t)$ para el intervalo de mantenimiento.....	45
3.5.3. Sensibilidad de $\rho(t)$ para la efectividad del mantenimiento .....	47
3.5.4. Sensibilidad de $\rho(t)$ para el intervalo de pruebas .....	48
3.6. Sensibilidad del doubling time para el mantenimiento y el intervalo de pruebas .....	50
3.7. Indisponibilidad media en función de los intervalos de pruebas y mantenimiento .....	51
<b>Capítulo 4 Estimación de parámetros de un modelo de fiabilidad dependiente del tiempo .....</b>	<b>55</b>
4.1. Modelos de fiabilidad bajo mantenimiento imperfecto .....	55
4.1.1. Modelo de fiabilidad para fallos en espera .....	56
4.1.1.1 <i>Modelo PAS</i> .....	57
4.1.1.2 <i>Modelo PAR</i> .....	57
4.1.2. Modelo de fiabilidad para fallos en demanda .....	58
4.1.2.1 <i>Modelo PAS</i> .....	58
4.1.2.2 <i>Modelo PAR</i> .....	59
4.2. Metodología de estimación de parámetros y selección del modelo.....	60

4.2.1. Función de verosimilitud para fallos en espera, $L_1(\xi)$ .....	61
4.2.2. Función de verosimilitud para fallos en demanda, $L_2(\xi)$ .....	62
4.3. Caso de aplicación .....	64
4.3.1. Histórico de fallos, mantenimientos y pruebas.....	65
4.3.2. Resultados de la estimación máximo verosímil .....	65
4.3.3. Indisponibilidad media debida a la falta de fiabilidad durante la vida útil del componente en función de los intervalos de pruebas y mantenimiento .....	66
4.3.4. Indisponibilidad media total durante la vida útil del componente en función de los intervalos de pruebas y mantenimiento .....	68
<b>Capítulo 5 Aplicación de un modelo RAM dependiente del tiempo para la Toma de Decisiones Informada en el Riesgo .....</b>	<b>71</b>
5.1. Modelo RAM dependiente de la edad .....	72
5.1.1. Modelo de indisponibilidad.....	72
5.1.1.1 <i>Indisponibilidad debida a la falta de fiabilidad</i> .....	73
5.1.1.2 <i>Indisponibilidad debida a los tiempos fuera de servicio</i> .....	75
5.2. Modelo de riesgo dependiente de la edad .....	76
5.2.1. Cambio en la contribución a la FDN anual .....	77
5.2.2. Incremento Condicional de la Probabilidad de Daño al Núcleo.....	78
5.3. Toma de decisiones .....	78
5.3.1. Criterios relativos a cambios en las ETF.....	79
5.3.2. Criterios relativos a cambios en la RM .....	80
5.4. Estudio de la optimización de la vigilancia y mantenimiento informada en el riesgo de un componente considerando envejecimiento.....	81
5.4.1. Parámetros RAM de la MOV .....	81
5.4.2. Formulación de los problemas de optimización .....	82
5.4.2.1 <i>Caso 1: optimización del mantenimiento en base a la RM</i> .....	83
5.4.2.2 <i>Caso 2: optimización del intervalo de pruebas de vigilancia en base a las ETF</i> .....	83

5.4.2.3 <i>Caso 3: optimización de los intervalos de mantenimiento y pruebas en base al RITS-5b</i>	84
5.4.3. Resultados.....	85
5.4.3.1 <i>Caso 1</i> .....	85
5.4.3.2 <i>Caso 2</i> .....	85
5.4.3.3 <i>Caso 3</i> .....	86
5.4.4. Resumen de los resultados.....	89
<b>Capítulo 6 Evaluación del impacto en la fiabilidad humana y el riesgo para cambios en las ETF .....</b>	<b>91</b>
6.1. Importancia del factor humano en la Toma de Decisiones Informada en el Riesgo .....	91
6.2. Metodología.....	92
6.2.1. Modelado del impacto en el riesgo .....	93
6.2.1.1 <i>Modelado del Análisis Determinista de Seguridad</i> .....	93
6.2.1.2 <i>Análisis de Fiabilidad Humana: modelado de la probabilidad de error humano</i> .....	94
6.2.1.3 <i>Modelo APS refinado</i> .....	95
6.2.2. Evaluación del impacto en el riesgo .....	96
6.2.3. Análisis del impacto en el riesgo .....	98
6.3. Caso de aplicación .....	100
6.3.1. Descripción del sistema y cambio del CT propuesto.....	100
6.3.2. Modelado del impacto en el riesgo .....	101
6.3.2.1 <i>Modelo APS original</i> .....	101
6.3.2.2 <i>Modelo determinista</i> .....	102
6.3.2.3 <i>Cálculo de la PEH</i> .....	104
6.3.2.4 <i>Modelo APS refinado</i> .....	106
6.3.2.5 <i>Evaluación del impacto en la fiabilidad humana y el riesgo del cambio en el CT</i> ... 108	
6.3.3. Aceptación del impacto en el riesgo .....	109
<b>Capítulo 7 Conclusions and contributions.....</b>	<b>113</b>

7.1. Conclusions .....	113
7.2. Scientific contributions.....	115
7.2.1. Articles in international scientific journals.....	116
7.2.2. Contributions to international conferences.....	117
7.2.3. Contributions to national conferences.....	120
<b>Capítulo 8 References .....</b>	<b>123</b>