



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

**ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UNA
PÉRDIDA PEQUEÑA DE REFRIGERANTE,
EN LA INSTALACIÓN EXPERIMENTAL PKL,
MEDIANTE EL CÓDIGO
TERMOHIDRÁULICO TRACE.**

AUTOR: Manuel López Caballer

TUTOR: José Felipe Villanueva López

COTUTORA: Sofía Carlos Alberola

Curso Académico: 2019-2020

Documentos contenidos en el TFG:

- Memoria
- Presupuesto

Índice de la memoria:

1-Introducción:	8
1.1-La Seguridad Nuclear:	9
1.2-Defensa en profundidad:	9
1.3-Métodos de evaluación y análisis de seguridad:	10
1.4-Las centrales nucleares:	11
1.4.2-Tipos de reactor:	12
1.4.3-Situación actual en todo el mundo:	13
1.4.3-Situación actual en España:	14
1.5-Accidentes nucleares:	15
1.6-Sistemas de seguridad de los reactores PWR:	17
1.6.1-Sistema de protección del reactor:	17
1.6.2-Sistemas de alivio de presión:	18
1.6.3-Sistema de refrigeración de emergencia del núcleo:	18
1.6.4-Sistema de pulverización en la contención del reactor:	19
1.6.5-Sistema de Evacuación del Calor Residual:	19
1.6.6-Sistemas de refrigeración de componentes:	20
1.7-Objetivos del Desarrollo Sostenible:	20
2-Objetivos del Trabajo Fin de Grado:	21
3-Descripción de la Instalación PKL y de los programas experimentales:	22
4-Descripción del transitorio a simular:	24
5-Modelo de TRACE de la instalación PKL:	27
5.1-Circuito Primario:	27
5.2-Modelado de la rotura:	29
5.3-Circuito Secundario:	30
6-Resultados de la simulación:	30
6.1-Condiciones iniciales:	31
6.2-Transitorio:	36
7-Conclusiones:	48
8-Bibliografía:	49

Índice de figuras y tablas:

Figura 1: Evolución de los reactores nucleares desde 1950.	12
Figura 2: Esquema simplificado de un reactor PWR.	13
Figura 3: Esquema simplificado de un reactor BWR.	13
Figura 4: Tabla de las centrales nucleares españolas.	14
Figura 5: Tabla de las funciones de seguridad y los sistemas que intervienen.	17
Figura 6: Esquema de la instalación experimental PKL.	22
Figura 7: Árbol de sucesos de la instalación.	24
Tabla 1: Tabla de los sucesos que ocurren durante el transitorio.	26
Figura 8: Esquema del circuito primario de la instalación experimental PKL hecha en TRACE.	27
Figura 9: Esquema del diseño de la vasija del reactor hecho en TRACE.	28
Figura 10: Esquema del diseño de los tubos en U de los generadores de vapor.	29
Figura 11: Esquema del diseño de la rotura en la rama fría 1 del reactor experimental PKL hecha en TRACE.	29
Figura 12: Esquema del circuito secundario de la instalación experimental PKL hecha en TRACE.	30
Tabla 2: Tabla de las condiciones iniciales del sistema.	31
Figura 13: Gráfica del nivel de la vasija en las condiciones iniciales.	31
Figura 14: Gráfica del nivel en el circuito secundario en las condiciones iniciales.	32
Figura 15: Gráfica del nivel en el presionador en las condiciones iniciales.	32
Figura 16: Gráfica de la temperatura del núcleo en las condiciones iniciales.	33
Figura 17: Gráfica de la presión en el circuito primario en las condiciones iniciales.	33
Figura 18: Gráfica de la presión en el circuito secundario en las condiciones iniciales.	34
Figura 19: Potencias generadas en las diferentes regiones del núcleo.	34
Figura 20: Potencia transferida por el núcleo en las condiciones iniciales.	35
Figura 21: Potencias transferidas por los generadores de vapor en las condiciones iniciales.	35
Figura 22: Gráfica del caudal de la rotura tras la simulación del transitorio completo.	36
Figura 23: Gráfica de la inyección a alta presión en la rama fría 1 tras la simulación del transitorio completo.	37
Figura 24: Gráfica de la inyección a alta presión en la rama fría 2 tras la simulación del transitorio completo.	37
Figura 25: Gráfica de la inyección a baja presión en la rama fría 1 tras la simulación del transitorio completo.	38
Figura 26: Gráfica de la inyección a baja presión en la rama fría 2 tras la simulación del transitorio completo.	38

Figura 27: Gráfica del nivel en el presionador tras la simulación del transitorio completo.	39
Figura 28: Gráfica del nivel en la vasija del reactor tras la simulación del transitorio completo.	40
Figura 29: Gráfica del nivel en el circuito secundario tras la simulación del transitorio completo.	41
Figura 30: Gráfica del CET tras la simulación del transitorio completo.	42
Figura 31: Gráfica de la presión en el circuito primario tras la simulación del transitorio completo...	43
Figura 32: Gráfica de la presión en el circuito secundario tras la simulación del transitorio completo.	44
Figura 33: Gráfica de las potencias en el reactor tras la simulación del transitorio completo.	45
Figura 34: Gráfica de la potencia de la región 1 del núcleo tras la simulación del transitorio completo.	46
Figura 35: Gráfica de la potencia de la región 2 del núcleo tras la simulación del transitorio completo.	46
Figura 36: Gráfica de la potencia de la región 3 del núcleo tras la simulación del transitorio completo.	47

Índice del presupuesto:

1-OBJETIVO.....	53
2-COSTE MANO DE OBRA.....	54
3-COSTE HARDWARE.....	57
4-COSTE SOFTWARE.....	58
5-PRESUPUESTO FINAL.....	59

Índice de tablas:

Tabla 1: Planificación de horas dedicadas a cada parte.....	54
Tabla 2: Cuadro de precios mano de obra.....	55
Tabla 3: Desglose coste de mano de obra.....	56
Tabla 4: Cuadro costes del Hardware.....	57
Tabla 5: Cuadro costes del software.....	58
Tabla 6: Presupuesto de ejecución por contrata.....	59