



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

APORTACIONES AL ANÁLISIS DETERMINISTA DE SEGURIDAD PARA LA MEJORA EN LAS CONDICIONES LÍMITES DE OPERACIÓN DE LAS CCNN EN EL MARCO DE TOMA DE DECISIONES CON INFORMACIÓN EN EL RIESGO

Doctorando: Francisco Sánchez Sáez

Director: Sebastián Salvador Martorell Alsina

Programa de Doctorado en Ingeniería y Producción Industrial (Real Decreto 1393/2007)
BECAS F.P.I. DEL PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA UPV
Departamento de Ingeniería Química y Nuclear



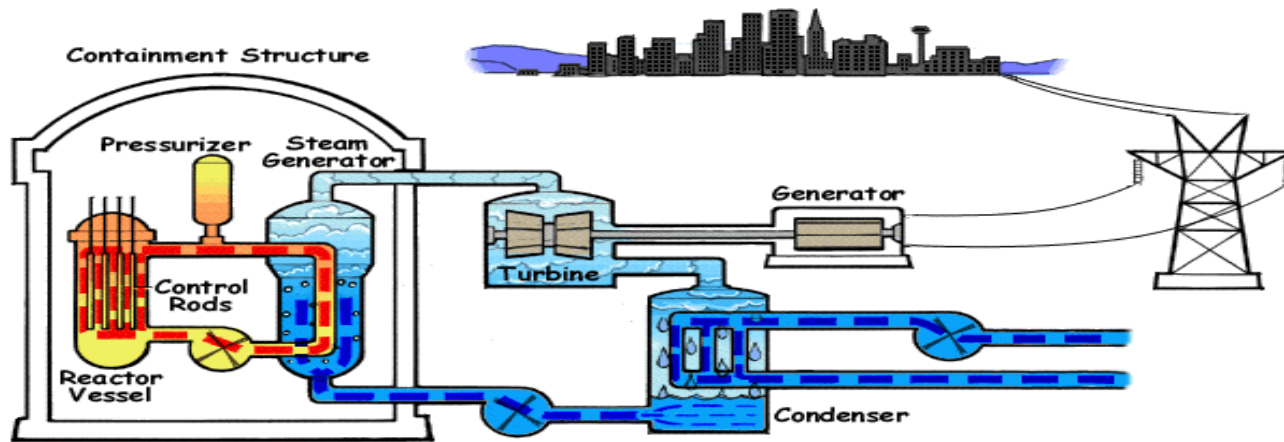
Introducción



- La energía nuclear es una energía **barata**, apta para ser utilizada como energía base del *mix* eléctrico (funciona las **24 horas** del día) y **libre de CO₂**
- Como contrapartidas, tiene el problema de los **residuos** que genera y la gravedad de los **posibles accidentes** que puedan suceder.
- Estudios de **seguridad** en las CCNN son muy importantes para evitar accidentes, y saber como actuar frente a ellos.



Antecedentes



- Los estudios de **seguridad** de Centrales Nucleares (CCNN) se desarrollan, normalmente, con la realización de un análisis **probabilista** de seguridad (APS) y un análisis **determinista** de seguridad (ADS).
- Tradicionalmente, estos estudios se han realizado por separado. Sin embargo, a lo largo de ésta última década, desde los organismos reguladores se ha instrumentado un nuevo marco regulador donde se potencia el **uso conjunto de ambos análisis** para la mejora de la seguridad de operación de las centrales a partir del análisis de riesgos.



Objetivo

El objetivo de la Tesis Doctoral es el estudio, desarrollo y puesta a punto de nuevas herramientas y procedimientos de análisis del impacto del cambio en requisitos de CLO sobre la seguridad en CCNN de tecnología LWR, con especial énfasis en los principios de seguridad revisados en el análisis determinista de seguridad.

- **Análisis determinista puro:** Simulación de transitorios (accidentes) mediante códigos termohidráulicos “Best Estimate”.
- **Análisis BEPU** “Best Estimate Plus Uncertainty”. Añadir incertidumbre a los parámetros de entrada del código termohidráulico.
- **Análisis EBEPU** “Extender Best Estimate Plus Uncertainty”. Añadir la configuración de sistemas de emergencia que actúan al análisis BEPU.



Transitorio

LOCA (Loss Of Coolant Accident)

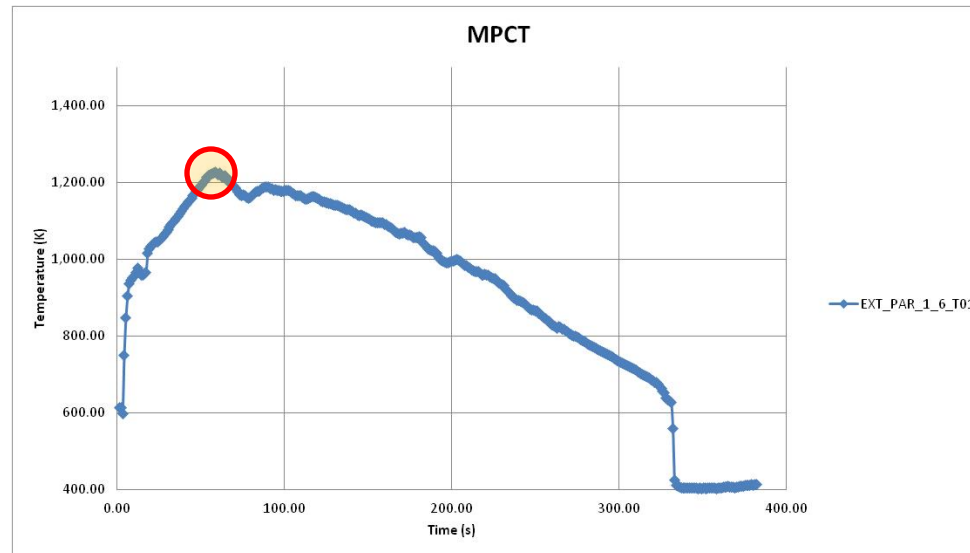


Rotura de una tubería.

- Pérdida de inventario (agua de refrigeración).
- Sube la temperatura en el núcleo.

-Actúan sistemas de emergencia para conseguir mantener la planta estable.

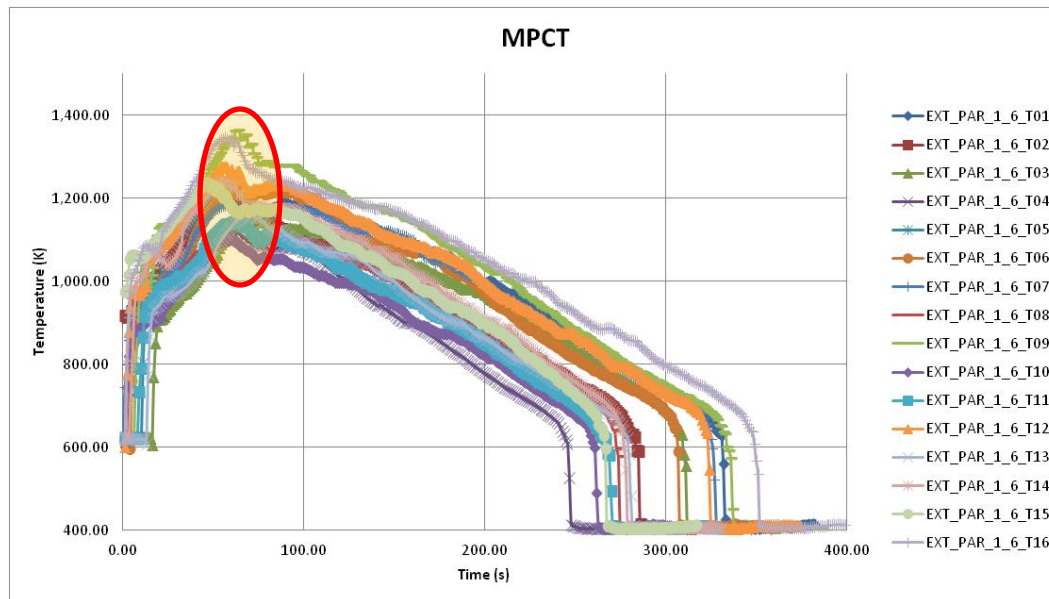
Análisis Determinista: Calcularíamos la temperatura máxima que se alcanzaría durante el transitorio.



Transitorio

LOCA (Loss Of Coolant Accident)

Análisis BEPU: Calcularíamos un intervalo de temperaturas máximas que se alcanzarían durante el transitorio dependiendo de las incertidumbres en los parámetros del código termohidráulico.



Conclusiones

-Análisis EBEPU: Calcularíamos un intervalo de temperaturas máximas para cada configuración de sistemas de emergencia que actúe, con sus probabilidades asociadas.

| Header | K | L1 | | | R1 | | | | | N1 | | | | | U1 | | | U2 | | | |
|------------|----|-----|-----|-----|--------|--------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------------|
| Train/Comp | -- | AA1 | AA2 | AA3 | PORV1o | PORV2o | SV1o | SV2o | SV3o | PORV1c | PORV2c | SV1c | SV2c | SV3c | IHI1 | IHI2 | IHI3 | IR1 | IR2 | IR3 | Probability |
| Config # | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Pr{Config} |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2901 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2891 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0868 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0830 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0725 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0219 |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0153 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0095 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0095 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0095 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0095 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0086 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0076 |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0067 |
| 15 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0057 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,0048 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,0038 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,0038 |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,0038 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,0038 |

-Método más realista

-Muy útil, ya que barre todas las posibilidades

-Ayuda a los operadores de planta

