



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL RUIDO NEUTRÓNICO MEDIANTE EL USO DEL CÓDIGO NEUTRÓNICO PARCS Y DEL SIMULADOR DE RUIDO NEUTRÓNICO CORE SIM

N. Olmo-Juan, C. Demazière, T. Barrachina, R. Miró, G. Verdú
nioljua@iqn.upv.es



Tabla de contenidos

- Introducción
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Trabajo futuro



Introducción

- El análisis del ruido neutrónico posee un gran interés para la industria nuclear.
- El monitoreo y seguimiento de los efectos de dichas fluctuaciones en el flujo neutrónico permite:
 - La detección temprana de anomalías
 - La caracterización de la anomalía



Introducción

- Un nuevo proyecto Horizonte2020 con la financiación de la Comisión Europea ha sido lanzado recientemente.
- El Proyecto se llama CORTEX (COre monitoring Techniques and EXperimental validation and demonstration)
- La ambición es el desarrollo de técnicas de monitoreo del ruido neutrónico en el núcleo del reactor.



Metodología

- Dos enfoques diferentes pueden aplicarse para el estudio del ruido neutrónico:
 - Cálculos en el dominio del tiempo
 - Cálculos en el dominio de la frecuencia
- El trabajo comprende el estudio comparativo de estas dos metodologías haciendo uso de las herramientas PARCSv3.2 y CORE SIM.
- Pare ello, se consideran dos tipos de fuentes de ruido neutrónico :
 - Caso de un absorbente de longitud variable
 - Caso de una perturbación viajera



Metodología

- Caso de un absorbente de longitud variable
 - Se considera una fuente puntual con excitación:

$$\Sigma = \Sigma_0 \left(1 + G_{i,temp} * \sin(\omega t) \right) = \Sigma_0 \left(1 + G_{i,temp} * \sin(2\pi f t) \right)$$

- Caso de una perturbación viajera
 - Se perturba la densidad del refrigerante a lo largo de un canal:

$$\begin{aligned} \text{DENS}_i &= \text{DENS}_{i,0} \left(1 + G_{i,temp} * \sin(\omega t + \varphi) \right) \\ &= \text{DENS}_{i,0} \left(1 + G_{i,temp} * \sin(2\pi f (t - k * \Delta x / v)) \right) \end{aligned}$$

$$G_{i,frec} = G_{i,temp} * e^{-i * 2\pi f * \Delta x * \frac{k}{v}}$$



Resultados

Simulación estacionaria

- Se estudiarán dos métodos numéricos en PARCS:
 - Finite Difference Method (FDM)
 - ANM/NEM nodal hybrid (HYBRID)
- Se considerarán dos niveles de refinamiento de malla en CORE SIM:
 - Malla original (mismas dimensiones de celda que en PARCS)
 - Malla refinada



Resultados

Simulación estacionaria

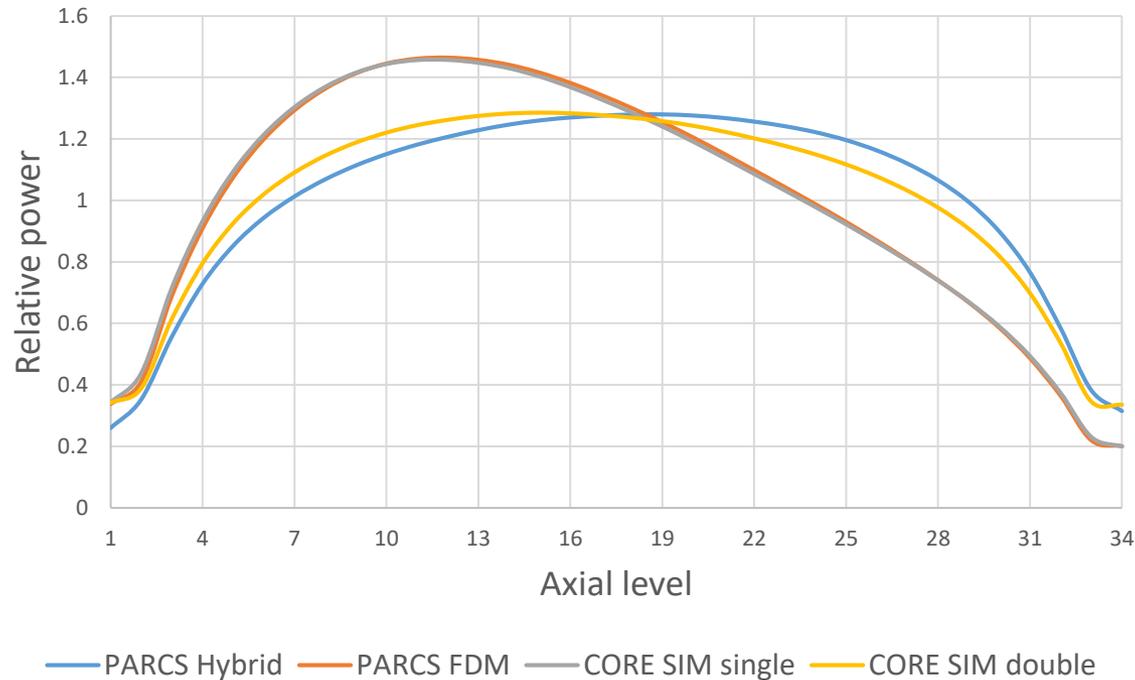
	PARCS Hybrid	PARCS FDM	CORE SIM	CORE SIM (malla refinada)
K-Effective:	1.000451	1.022211	1.022336	1.005247
		FDM vs CS	-12.5 pcm	



Resultados

Simulación estacionaria

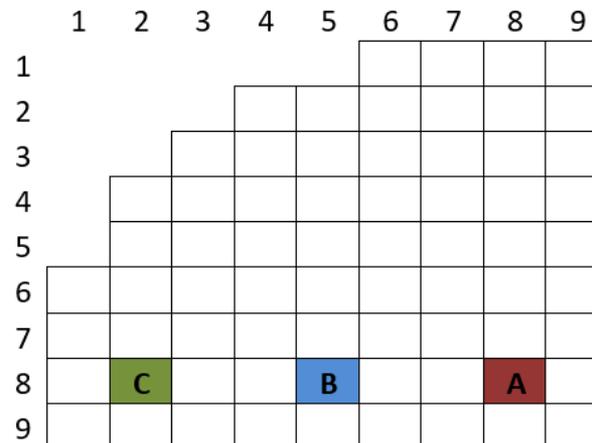
Axial profile of the thermal flux



Resultados

Simulación transitoria

- Dos tipos diferentes de perturbación:
 - Absorbente de longitud variable
 - Perturbación viajera
- Dos frecuencias estudiadas: 1 Hz o 10 kHz
- Dos ganancias de la perturbación: 1% o 5%
- Tres posiciones diferentes:

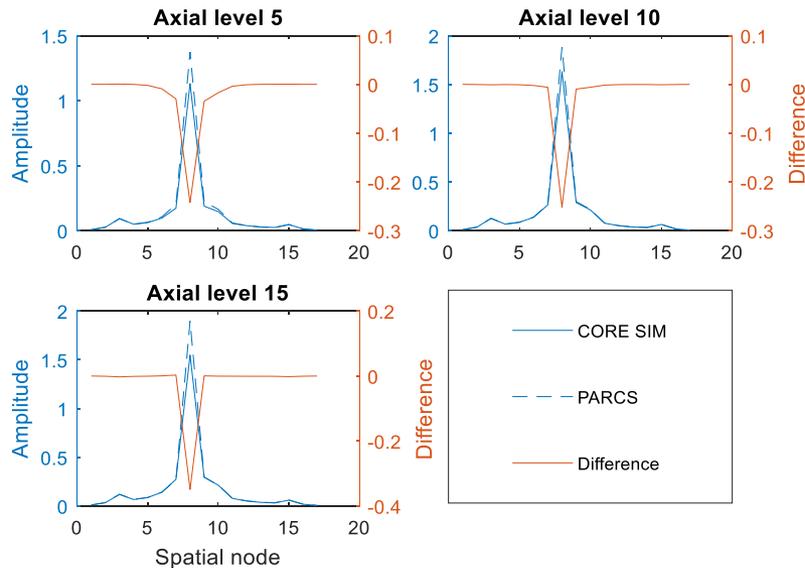


Resultados

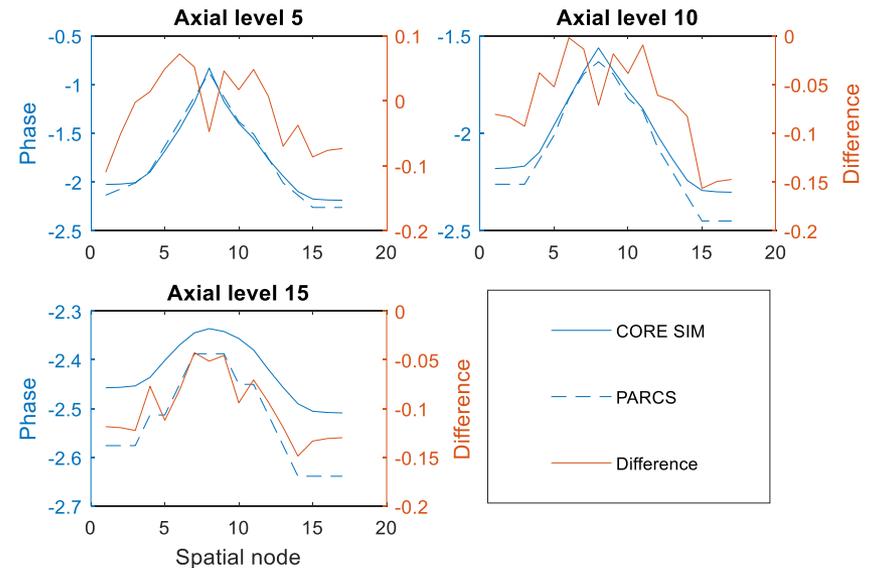
Simulación transitoria

- Caso de una perturbación viajera de 1 Hz, localizada en A y un 5% de ganancia

Amplitude of each tool and the error (THERMAL FLUX)



Phase of each tool and the error (THERMAL FLUX)

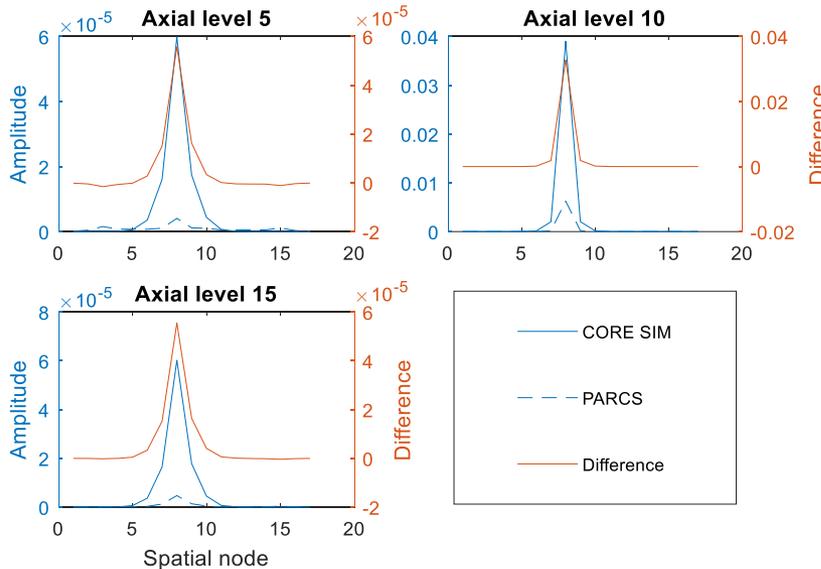


Resultados

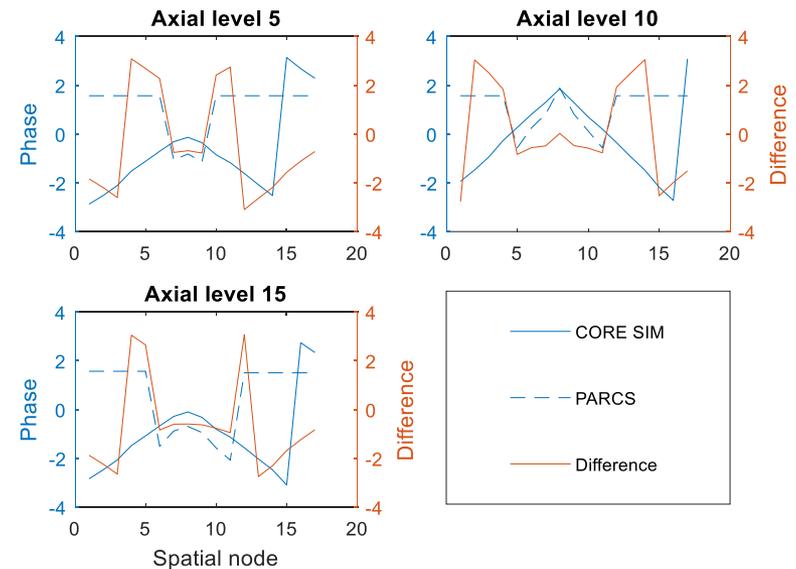
Simulación transitoria

- Caso de un absorbente de longitud variable de 10 kHz, localizada en A y 1 % de ganancia

Amplitude of each tool and the error (THERMAL FLUX)



Phase of each tool and the error (THERMAL FLUX)



Resultados

Simulación transitoria

		ABSORBER OF VARIABLE STRENGTH												
		Frequency	1 Hz						10 kHz					
		Location	A		B		C		A		B		C	
		Amplitude	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
Amplitude	Fast	Max. Error	38.21%	38.00%	38.52%	38.17%	38.49%	37.76%	16926%	50002%	19662%	24825%	74990%	12838%
		RMS	3.55%	3.51%	3.62%	3.55%	3.62%	3.58%	197%	216%	203%	209%	213%	191%
	Thermal	Max. Error	32.24%	33.08%	47.71%	48.67%	53.05%	55.01%	12264%	3976%	3068%	7278%	4218%	30126%
		RMS	2.26%	2.20%	2.34%	2.24%	2.32%	2.25%	146%	143%	138%	146%	149%	178%
Phase	Fast	Max. Error	0.5666	0.3267	1.2092	0.6796	0.7492	1.5118	3.1408	3.1408	3.1413	3.1413	3.1415	3.1415
		RMS	0.2448	0.2005	0.3387	0.3067	0.5201	0.5684	1.7469	1.7503	1.5778	1.5817	1.5419	1.5397
	Thermal	Max. Error	0.5669	0.3262	2.7081	0.641	0.7448	1.4501	3.1391	3.1408	3.1413	3.1413	3.1412	3.1412
		RMS	0.2441	0.2181	0.3899	0.2846	0.5227	0.6086	1.5472	1.5614	1.5666	1.5884	1.6223	1.6311



Resultados

Simulación transitoria

		TRAVELLING PERTURBATION												
		Frequency	1 Hz						10 kHz					
		Location	A		B		C		A		B		C	
		Amplitude	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
Amplitude	Fast	Max. Error	76%	296%	300%	334%	489%	4314%	7258%	15268%	40626%	35371%	43674%	18498%
		RMS	4.51%	14.14%	16.06%	32.74%	14.68%	69.07%	168%	178%	166%	194%	187%	190%
	Thermal	Max. Error	420%	352%	551%	564%	174%	4190%	6139%	27145%	46552%	24828%	8613%	13740%
		RMS	3.37%	13.50%	16.17%	33.16%	13.98%	69.86%	143%	151%	138%	140%	145%	154%
Phase	Fast	Max. Error	1.1521	1.3932	3.1415	3.1413	3.1246	3.1184	3.1398	3.1324	3.1413	3.1415	3.14	3.1406
		RMS	0.084	0.3412	2.5266	2.5354	0.3003	0.907	1.1009	1.0517	1.6151	1.5721	1.6922	1.664
	Thermal	Max. Error	1.4598	1.3575	3.1415	3.1413	3.1354	3.1304	3.1411	3.1401	3.1412	3.1414	3.1403	3.1411
		RMS	0.0832	0.3562	2.5132	2.5293	0.2782	0.8831	1.5099	1.4766	1.5547	1.2101	1.4647	1.4323



Conclusiones

- Se ha desarrollado una metodología para permitir la comparación de los resultados obtenidos en la simulación de transitorios de ruido neutrónico mediante el código basado en el dominio del tiempo, PARCSv3.2, y el simulador CORE SIM, basado en el dominio de la frecuencia.
- Los resultados obtenidos en este estudio muestran que:
 - PARCS es capaz de proporcionar adecuadas estimaciones del ruido neutrónico inducido para frecuencias razonables
 - Sin embargo, para frecuencias superiores, PARCS no parece ser capaz de reproducir fielmente el ruido neutrónico inducido



Trabajos futuros

- El estudio de la capacidad de PARCS para simular frecuencias inferiores a las presentadas.
- La extensión de la metodología a herramientas que permitan además tener en cuenta la termohidráulica del reactor.



ESTUDIO COMPARATIVO DEL RUIDO NEUTRÓNICO MEDIANTE EL USO DEL CÓDIGO NEUTRÓNICO PARCS Y DEL SIMULADOR DE RUIDO NEUTRÓNICO CORE SIM

N. Olmo-Juan, C. Demazière, T. Barrachina, R. Miró, G. Verdú

nioljua@iqn.upv.es





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

www.upv.es