



GT3

# Acoplamiento y Análisis de Sensibilidad e Incertidumbre

Armando Miguel Gómez Torres

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Reunión del Grupo de Usuarios

ININ, México, 16 Agosto de 2016





- Verificación y validación
- Sensibilidad e incertidumbre
- Acoplamiento
- HPC
- Reactores rápidos



### Manual de Verificación y Validación del código AZTRAN

Entregable GT1-E1 (Neutrónica)

Autores:

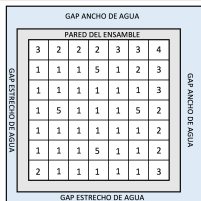
Victor Manuel Jaramillo Pérez  
jaramillopv2014@licifug.ugto.mx  
Universidad de Guanajuato

Agosto 2016



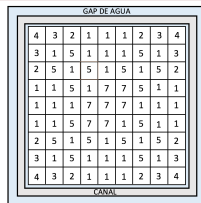
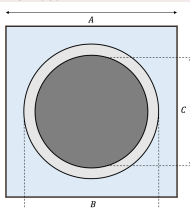
### Problema 1

ANL 7416



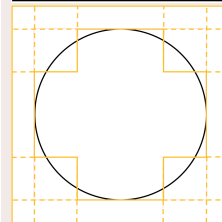
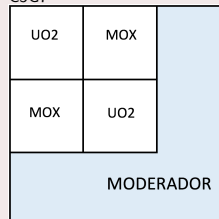
### Problema 2

Yamamoto



### Problema 3

C5G7





Problema 1 (ANL): Algunos resultados para  $k_{inf}$  y comparación con Benchmark

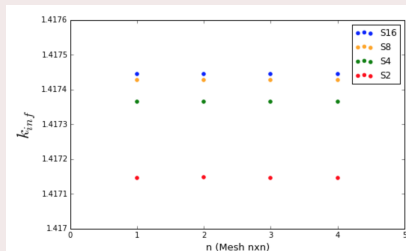
Malla de Reb	Sn	Malla fina	$k_{inf}$	pcm	Tiempo CPU (s)
Desactivado	S8	2x2	1.08608287	97.2	4143.5
1x1	S8	2x2	1.08815894	-93.7	748.9
2x2	S8	2x2	1.08784765	-65.1	730.5
4x4	S8	2x2	1.08785413	-65.7	367.9
8x8	S8	2x2	1.08789161	-69.1	239.6



### Problema 2 (japoneses):

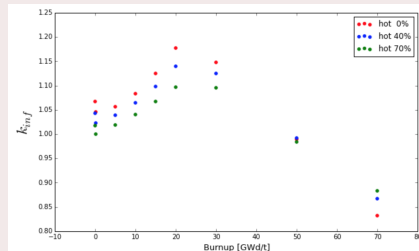
#### PIN $UO_2$

Distintas aproximaciones en 0 % de quemado y f.v. de 0 % en caliente



#### BWR

$k_{inf}$  en distintos pasos de quemado



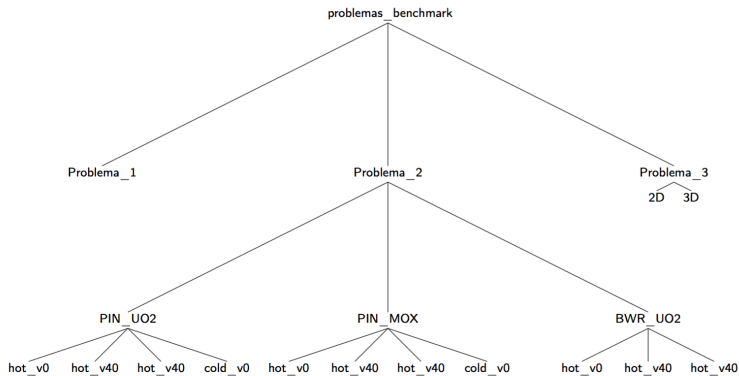


### Problema 3 C5G7:

2D				
Refinamiento	C. de Frontera	$k_{eff}$	pcm	Tiempo CPU (s)
3x3	1	1.18623280	26.7	111480
3x3	3	1.18624503	25.7	99983
5x5	1	1.18501659	129.2	326479
5x5	3	1.18502848	128.2	334471
3D				
Refinamiento	C. de Frontera	$k_{eff}$	pcm	Tiempo CPU (s)
3x3	1	1.17781301	506.6	31749



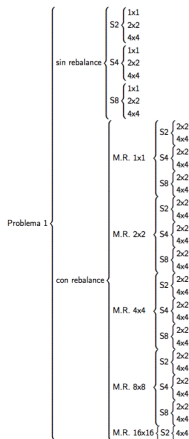
## Memoria de Cálculo







### Memoria de Cálculo





*Metodología a usarse en la propagación de incertidumbres en los códigos de la plataforma*

*Método GRS*

- *Descripción de la metodología*
- *Ventajas*
- *Desventajas*
- *Softwares que utilizan esta metodología*



## *Cuantificación de la incertidumbre*

- *Evaluar y entender la importancia de:*
  - *PIRT (Phenomena and Importance Ranking Table)*
  - *Análisis de Sensibilidad*
- *Reunir a los involucrados*
  - *Desarrolladores*
  - *Expertos*
  - *Los que tienen que tomar la decisión*



-Archivo con los datos de los  
parámetros de la forma →

-Input de AZTRAN

500,500,1.0e-08,1.0e-07

!1

0.2481,0.9833

0.007,0.2

0.007,0.2

1.0,0.0

0.2281,0.01,0.0,0.8333

0.0,0.0

!2

0.2481,0.9833

0.007,0.2

14 100 0

0.2481 2.5

0.9833 2.5

0.007 2.5

0.2 2.5

0.007 2.5

0.2 2.5

1.0 2.5

0.0 0

0.2281 2.5

0.01 2.5

0.0 0

0.8333 2.5

0.0 0

0.0 0



```
parametro    1
  maximo: 1.007e+00  minimo: 9.595E-01  promedio:    0.985

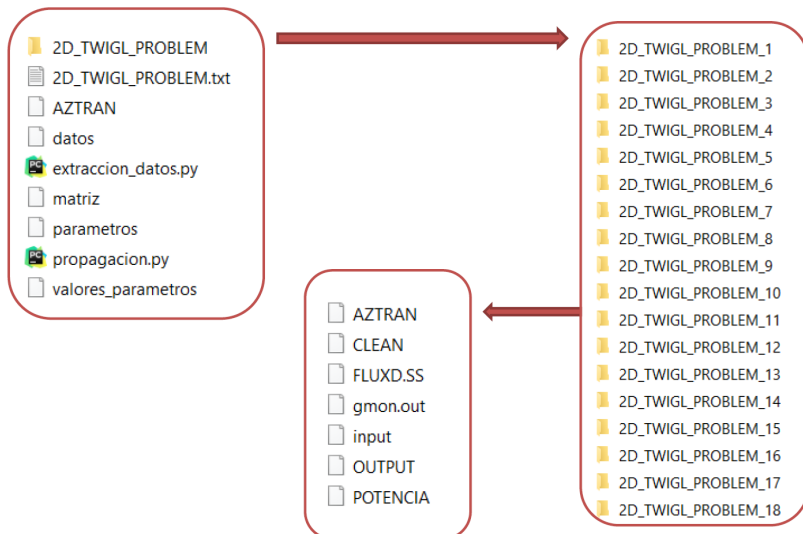
parametro    2
  maximo: 7.169e-03  minimo: 6.825E-03  promedio:    0.007

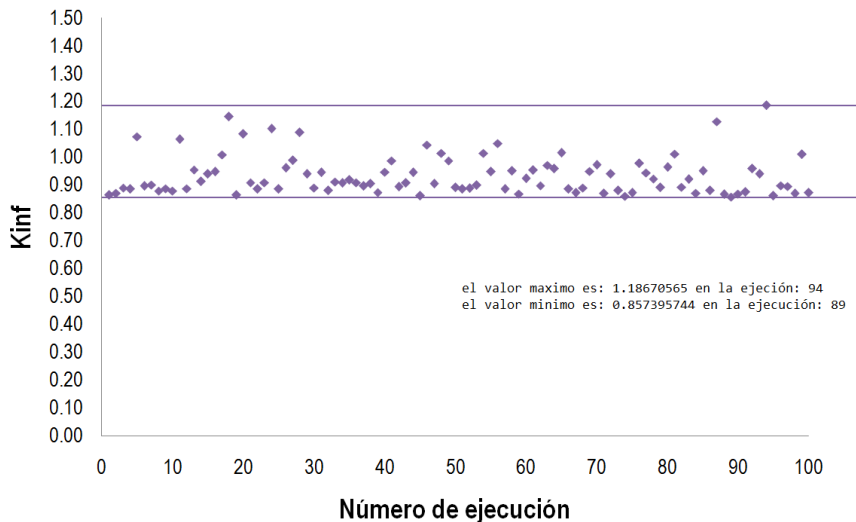
parametro    3
  maximo: 2.031e-01  minimo: 1.951E-01  promedio:    0.199
```

```
0  2.541e-01  9.746e-01  7.031e-03  1.979e-01  ... 7.118e-03
1  2.511e-01  1.007e+00  6.961e-03  2.025e-01  ... 6.877e-03
2  2.535e-01  9.699e-01  7.169e-03  2.022e-01  ... 7.024e-03
3  2.541e-01  9.997e-01  6.991e-03  1.989e-01  ... 6.864e-03
.
.
.
100  2.502e-01  9.889e-01  6.825e-03  1.967e-01  ... 6.910e-03
```

# Sensibilidad e incertidumbre

Desarrollo de una herramienta propia para análisis de U&S







- Se ha implementado el uso de bibliotecas de XS's en formato NEMTAB en el código AZKIND.
- Subrutinas para hacer interpolaciones tipo Lagrange hasta en 5 dimensiones.
- Paso necesario para incluir la retroalimentación termohidráulica.
- Actualmente: verificación de implementación.

```

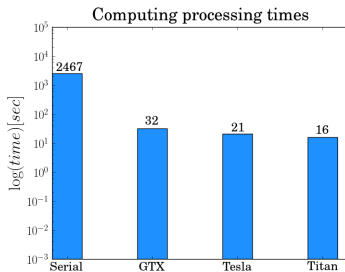
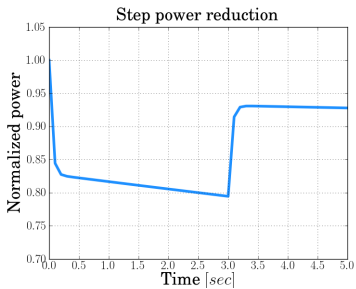
*      Mod Dens      Boron ppm      Fuel Temp      Mod Temp
          3              3              3              0
        661.14      711.87      752.06
          0.00      1000.00      2000.00
        560.00      900.00      1320.00

* -----
* BURNUP      0.15
* -----
*
* Transport XSEC Table
*
* GROUP      1
* XS (D1,B1,F1)  XS (D2,B1,F1)  XS (D3,B1,F1)
* XS (D1,B2,F1)  XS (D2,B2,F1)  XS (D3,B2,F1)
* XS (D1,B3,F1)  XS (D2,B3,F1)  XS (D3,B3,F1)
* XS (D1,B1,F2)  XS (D2,B1,F2)  XS (D3,B1,F2)
* XS (D1,B2,F2)  XS (D2,B2,F2)  XS (D3,B2,F2)
* XS (D1,B3,F2)  XS (D2,B3,F2)  XS (D3,B3,F2)
* XS (D1,B1,F3)  XS (D2,B1,F3)  XS (D3,B1,F3)
* XS (D1,B2,F3)  XS (D2,B2,F3)  XS (D3,B2,F3)
* XS (D1,B3,F3)  XS (D2,B3,F3)  XS (D3,B3,F3)
* GROUP      2
* ...
*
* Absorption XSEC Table
* ...
*
* Nu-Fission XSEC Table
* ...
*
* Kappa-Fission XSEC Table
    
```





- Se ha implementado el uso de la biblioteca Paralution en el código AZKIND.
- Se obtuvo un factor importante de speed-up





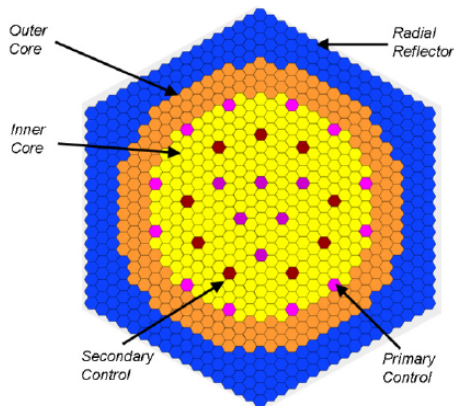
### Benchmark for Neutronic Analysis of Sodium-Cooled Fast Reactor Cores with Various Fuel Type and Core Sizes (UAM-FR NEA-OECD)

Núcleos incluidos en el Benchmark:

- CAR-3600
- MOX-3600
- MET-1000
- MOX-1000



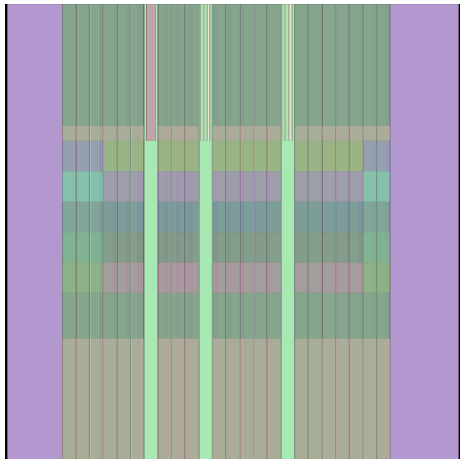
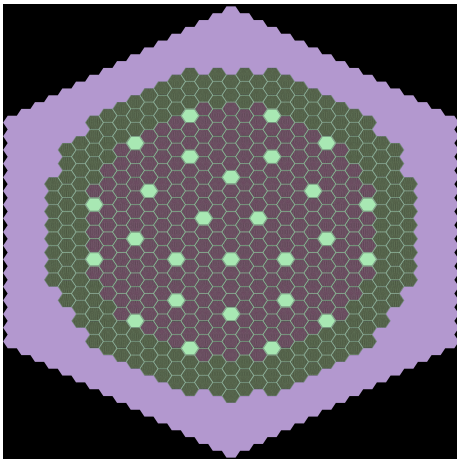
### Núcleo CAR-3600



- (U,Pu)C Fuel
- 487 fuel assemblies in two zones (286 + 201)
- 270 radial reflector assemblies
- 27 control assemblies in two independent systems (18 + 9)



### Núcleo CAR-3600 en Serpent





### Resultados preliminares: $K_{EFF}$

ID	XS Lib	Code	MOX-3600	CAR-3600
ANL-2	ENDFB7.0	MCNP5	1.00750	0.99970
ANL-3	JEFF 3.1	MCNP5	1.01370	1.00850
CEA-10	JEFF 3.1.1	TRIPOLI-4	1.01970	1.01220
ENEA	ENDFB7.0	MCNPX	1.01080	
HZDR	ENDFB7.0	SERPENT	1.01040	
JAEA-3	JENDL4.0	MVP	1.01390	
UIUC-1	JEFF 3.1.1	SERPENT	1.02340	1.02100
UIUC-2	ENDFB6.8	SERPENT	1.02940	1.02780
UIUC-3	ENDFB7.0	SERPENT	1.01930	1.01560
<b>ININ-1</b>	<b>JEFF 3.1.1</b>	<b>SERPENT 2.1.20</b>	<b>1.03428</b>	<b>1.00913</b>
<b>ININ-2</b>	<b>ENDFB7.0</b>	<b>SERPENT 2.1.20</b>	<b>1.02965</b>	<b>1.00326</b>
		AVERAGE	1.01380	1.00900
		+SD	0.00405	0.00620



### Resultados preliminares: Valor de vacío

ID	XS Lib	Code	MOX-3600	CAR-3600
ANL-2	ENDFB7.0	MCNP5	2033	2289
ANL-3	JEFF 3.1	MCNP5	2078	2312
CEA-10	JEFF 3.1.1	TRIPOLI-4	1963	2122
ENEA	ENDFB7.0	MCNPX	1940	
HZDR	ENDFB7.0	SERPENT	1860	
JAEA-3	JENDL4.0	MVP	2009	
UIUC-1	JEFF 3.1.1	SERPENT	1559	1465
UIUC-2	ENDFB6.8	SERPENT	1696	1911
UIUC-3	ENDFB7.0	SERPENT	1569	1750
<b>ININ-1</b>	<b>JEFF 3.1.1</b>	<b>SERPENT 2.1.20</b>	<b>1554</b>	<b>1698</b>
<b>ININ-2</b>	<b>ENDFB7.0</b>	<b>SERPENT 2.1.20</b>	<b>1544</b>	<b>1688</b>
		AVERAGE	1937	2120
		+SD	158	225



Resultados preliminares: Fracción de neutrones retardados ( $\beta_{eff}^*$ )

ID	XS Lib	Code	MOX-3600	CAR-3600
ANL-2	ENDFB7.0	MCNP5	360	365
ANL-3	JEFF 3.1	MCNP5	354	378
CEA-10	JEFF 3.1.1	TRIPOLI-4	370	377
ENEA	ENDFB7.0	MCNPX	352	
HZDR	ENDFB7.0	SERPENT	361	
JAEA-3	JENDL4.0	MVP	363	
UIUC-1	JEFF 3.1.1	SERPENT	371	382
UIUC-2	ENDFB6.8	SERPENT	360	367
UIUC-3	ENDFB7.0	SERPENT	358	368
ININ-1	JEFF 3.1.1	SERPENT 2.1.20	371	379
ININ-2	ENDFB7.0	SERPENT 2.1.20	359	368
		AVERAGE	367	382
		+SD	13	16

\* Corrected by perturbation technique



- Se han hecho avances significativos en cada una de las metas.
- En la reunión de usuarios de septiembre se mostrarán las nuevas capacidades de los códigos bajo desarrollo.
- Las herramientas neutrónicas pronto estarán listas para el acoplamiento con la termohidráulica.
- La participación de México en problemas Benchmark internacionales es importante en los procesos de V&V.





¡Gracias por su atención !  
¿Preguntas?