

Cálculo de celda del elemento combustible normal

Alberto Gallardo⁽¹⁾ agallardo@ipen.gob.pe; José Castro⁽¹⁾ jcastro@ipen.gob.pe;
Carla Notari⁽²⁾ cnotari@cnea.gov.ar

(1) IPEN, Dirección General de Instalaciones, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú
(2) Universidad Tecnológica de Buenos Aires, Argentina

Resumen

En este trabajo se muestra el modelado de la celda y el cálculo de celda para la obtención de las librerías de secciones eficaces macroscópicas para la celda del EECC normal del reactor RP-10, realizado con el código integrado MTR-PC, que incluye al código WIMS-D4 y post-procesadores.

1. Introducción

En los cálculos de física de reactores se necesitan como datos de entrada los valores de las secciones eficaces macroscópicas de los materiales que conforman el núcleo del reactor [1]. Uno de los elementos más importantes del reactor es el elemento combustible (EECC) que está formado por placas combustibles sujetadas mediante dos marcos y una base-boquilla. Dentro de las placas se encuentra el combustible nuclear (U3O8-Al) [2]. Los EECCs dentro del reactor se encuentran inundados de agua, que también forma parte de los materiales que conforman la celda del EECC.

La celda viene a ser aquella área rectangular de 77mm x 82mm en la que se puede dividir la superficie de la grilla que sostiene a todos los elementos que conforman el núcleo del reactor.

Las secciones eficaces macroscópicas son constantes, propiedades del material, relacionadas con la reacción con los neutrones. Para el cálculo de estas secciones eficaces utilizamos el código WIMS-D4 y post-procesadores del MTR-PC.

2. Modelo del EECC

El código WIMS resuelve la ecuación de transporte de los neutrones, en un modelo unidimensional. Por lo tanto, los volúmenes de los materiales que forman la celda del EECC, deberán uni-dimensionarse. El EECC tiene geometría tipo rectangular y en slabs. Asumiendo, sección constante, según Figura 1 y 2. El modelo 1-D se hará, normalizando las áreas al semi-espesor del combustible y y regionalizándolas de acuerdo a Figura 3 y 4.

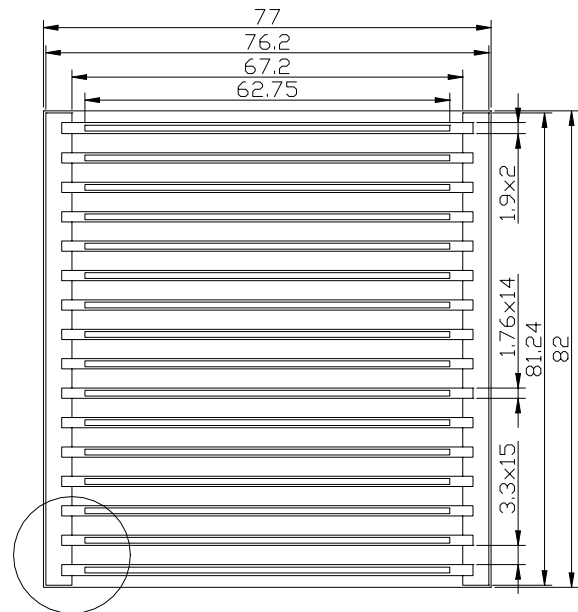


Figura 1. Sección del EECC Normal.

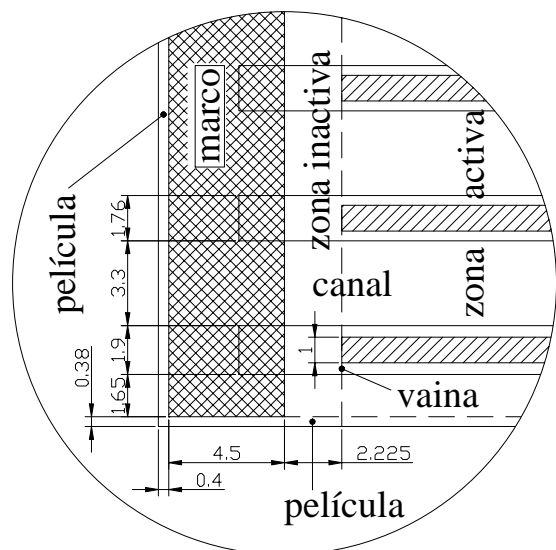


Figura 2. Detalle Sección del EECC Normal.

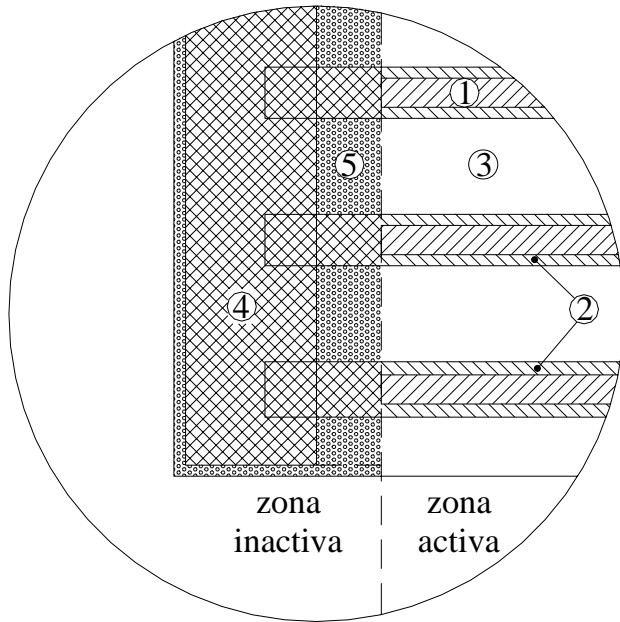


Figura 3. Regiones del EECC Normal para el Modelo 1-D WIMS.

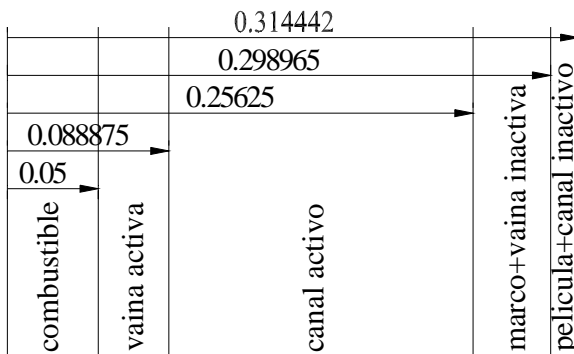


Figura 4. Slabs en el Modelo 1-D WIMS.

Una vez obtenido el modelo 1-D, con los datos nucleares de los materiales y otros datos [3] se construye el archivo de datos de entrada, para calcular las constantes nucleares de la celda (zona activa con EECC y zona inactiva).

3. Resultados

Tabla 1. Constantes Nucleares Zona Inactiva del EECC Normal.

0 Mwd/TonU	
1.8564E+00	6.1112E-01
5.4827E-04	1.1092E-02
2.3793E-04	1.2460E-02
0.0000E+00	0.0000E+00
0.0000E+00	0.0000E+00

Tabla 2. Constantes Nucleares Zona Activa del EECC Normal.

0 Mwd/TonU	
1.3652E+00	2.5820E-01
5.6510E-03	2.6691E-02
4.8936E-04	1.1226E-01
5.2662E-03	1.9332E-01
2.1316E-03	7.9540E-02
50000 Mwd/TonU	
1.3649E+00	2.5398E-01
5.5600E-03	2.7307E-02
4.1683E-04	9.5037E-02
3.9602E-03	1.5105E-01
1.5893E-03	6.1499E-02
100000 Mwd/TonU	
1.3639E+00	2.4899E-01
5.5049E-03	2.8120E-02
3.2430E-04	7.3357E-02
2.6718E-03	1.0328E-01
1.0575E-03	4.1526E-02

Los resultados mostrados son parte de los obtenidos para distintos grados de "quemado" (consumo del combustible nuclear U235). Sin embargo, para la zona inactiva se ha adoptado los resultados a quemado 0 Mwd/TonU.

Los valores corresponden a las siguientes variables y unidades:

Mwd/TonU	
D ₁ (cm)	D ₂ (cm)
Σ _{a1} (cm ⁻¹)	Σ ₁₋₂ (cm ⁻¹)
Σ ₂₋₁ (cm ⁻¹)	Σ _{a2} (cm ⁻¹)
vΣ _{f1} (cm ⁻¹)	vΣ _{f2} (cm ⁻¹)
Σ _{f1} (cm ⁻¹)	Σ _{f2} (cm ⁻¹)

4. Discusión

En la evolución de las constantes de celda de la zona activa, se observa que disminuye los valores excepto en Σ₁₋₂. La disminución es más importante en Σ_{a2}, esto es, la absorción en el rango térmico, lo cual es de esperar debido al "quemado" del U-235.

También, es importante señalar que el modelo adoptado de 5 slabs para el EECC, es un modelo clásico. Sin embargo, analizando la geometría, observamos que el marco del EECC está más alejado del combustible que la zona de agua inactiva en el canal, por lo que se podría plantear otros modelos.

5. Conclusiones

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos son una primera aproximación de las constantes de celda, que serán empleados en los cálculos de reactor, cuyos resultados deberán contrastarse con los valores experimentales.

Referencias

1. Carla Notari; Curso I: Física de Reactores – Estática. Maestría en Reactores Nucleares, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.
2. Nukem GMBH; 32 Fuel Elements for the MTR Reactor RP 10 – No NN 001 to NN 032 – 5241/1, Alemania, 1984.
3. Alberto Gallardo; Determinación de las Temperaturas Promedio del Núcleo a Plena Potencia, Informe Interno IPEN, Perú, 11-11-2004.