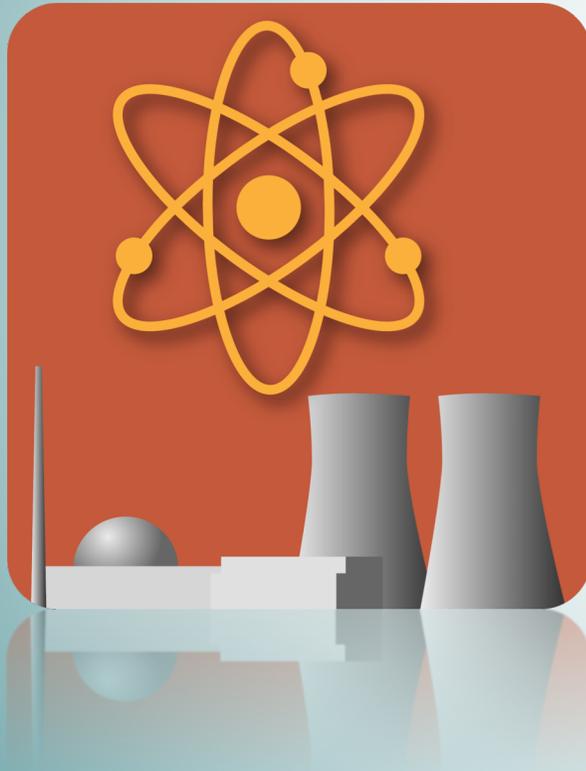


Ingeniería Nuclear

BLOQUE II. REACTORES

Lección 7. Neutrones instantáneos y retardados



Fernando Delgado San Román

Raquel Martínez Torre

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



NEUTRONES INSTANTÁNEOS Y RETARDADOS

CLASIFICACIÓN DE LOS NEUTRONES

- ❑ La gran mayoría (más del 99%) de los neutrones producidos en la fisión nuclear se liberan, aproximadamente, en el intervalo de tiempo de 10-13 segundos tras la fisión.
 - ✓ Los neutrones que se liberan en ese intervalo se denominan neutrones instantáneos.
- ❑ Una pequeña porción (menor del 1%) de neutrones de fisión son neutrones retardados. Se producen un tiempo después de que el proceso de fisión ha tenido lugar.
 - ✓ Se emiten inmediatamente después de la primera desintegración β de un fragmento de fisión, que es conocido como precursor de neutrones retardados.
 - ✓ Un ejemplo de un precursor de neutrones retardados es el bromo-87.



- ❑ Para la mayoría de las aplicaciones, es conveniente combinar los precursores conocidos en grupos con propiedades adecuadamente promediadas.
- ❑ Estos grupos varían ligeramente dependiendo del material fisionable utilizado.
- ❑ La fracción de todos los neutrones que se produce de manera retardada se llama fracción de neutrones retardados (β).

NEUTRONES INSTANTÁNEOS Y RETARDADOS

CLASIFICACIÓN DE LOS NEUTRONES

- La fracción de neutrones retardados producidos varía dependiendo del nucleído fisionable predominante.
- Las fracciones de neutrones retardados (β) para los nucleídos fisionables de mayor interés son los siguientes: U-233 (0,0026), U-235 (0,0065), U-238 (0,0148), y el Pu-239 (0,0021).

Grupos precursores resultantes de la fisión térmica del uranio-235

TABLE 3 Delayed Neutron Precursor Groups for Thermal Fission in Uranium-235			
Group	Half-Life (sec)	Delayed Neutron Fraction	Average Energy (MeV)
1	55.7	0.00021	0.25
2	22.7	0.00142	0.46
3	6.2	0.00127	0.41
4	2.3	0.00257	0.45
5	0.61	0.00075	0.41
6	0.23	0.00027	-
Total	-	0.0065	-

NEUTRONES INSTANTÁNEOS Y RETARDADOS

PERIODO DE GENERACIÓN NEUTRÓNICA

- ❑ Tiempo requerido para que los neutrones de una generación causen las fisiones que dan lugar a la próxima generación de neutrones.
- ❑ El tiempo de generación de neutrones instantáneos (ℓ^*) es el tiempo total desde el nacimiento hasta el renacimiento.
 - ✓ Están involucrados tres intervalos de tiempo:
 - Tiempo que tarda un neutrón rápido en reducir su energía hasta convertirse en neutrón térmico (energía térmica).
 - Los neutrones rápidos caen a energías térmicas o se escapan del reactor en un intervalo de tiempo de entre 10^{-4} segundos a 10^{-6} segundos, dependiendo del moderador.
 - Tiempo de existencia de un neutrón térmico antes de su absorción por el combustible.
 - En los reactores moderados por agua, los neutrones térmicos tienden a existir durante un periodo aproximado de 10^{-4} segundos antes de ser absorbidos.
 - Tiempo requerido para que un núcleo fisionable emita un neutrón rápido después de la absorción de un neutrón.
 - La fisión de un núcleo fisionable y la producción de neutrones rápidos después de la absorción de un neutrón se produce en unos 10^{-13} segundos.

NEUTRONES INSTANTÁNEOS Y RETARDADOS

PERIODO DE GENERACIÓN NEUTRÓNICA

- ❑ Por otro lado, el periodo medio de generación para los seis grupos de neutrones retardados es el tiempo total desde el nacimiento de los neutrones rápidos hasta la emisión de neutrones retardados.
 - ✓ De nuevo, hay tres intervalos de tiempo:
 - Tiempo que tarda un neutrón rápido en reducir su energía hasta convertirse en neutrón térmico (energía térmica).
 - Tiempo de existencia de un neutrón térmico antes de su absorción por el combustible.
 - Tiempo promedio desde la absorción de un neutrón hasta la emisión de neutrones por los seis grupos precursores.
- ❑ El tiempo promedio de desintegración de los precursores del U-235 es de 12,5 seg.
- ❑ Los otros términos en el tiempo de generación de neutrones retardados son despreciables en comparación con el anterior valor
- ❑ Un periodo de generación neutrónica de entre 10^{-4} y 10^{-5} segundos, o menor, podría resultar en excursiones de potencia muy rápidas, y el control no sería posible sin depender de los neutrones retardados para disminuir la velocidad de la reacción.
- ❑ El tiempo medio de generación γ , por lo tanto, el porcentaje de crecimiento de la potencia, está determinado en gran medida por el tiempo de generación de neutrones retardados.

$$T_{prom} = T_{inst} \times (1 - \beta) + T_{ret} \times \beta$$

NEUTRONES INSTANTÁNEOS Y RETARDADOS

RECURSOS

- ❑ Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).