

# TECNOLOGÍA NUCLEAR PARA PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA

Curso 2013/2014

(Código: 68014120)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura está enfocada al estudio del funcionamiento de un Central nuclear y todos los mecanismos que conducen a la producción de energía eléctrica

Empezando por el marco histórico del desarrollo de la energía nuclear desde sus inicios

Se estudiarán los materiales nucleares y sus propiedades, las reacciones inducidas por neutrones, en particular la de fisión que es hoy por hoy la reacción que sirve de base para la explotación comercial de la energía nuclear

Conocer el funcionamiento de los distintos tipos de reactores nucleares, su refrigeración, cinética, dinámica, control y protección del mismo

Estudiando cada una de las etapas del llamado "Ciclo del Combustible", es decir, desde que el uranio sale de la mina hasta su almacenamiento definitivo una vez extraído del reactor

En definitiva esta asignatura pretende que el alumno conozca los fundamentos de la energía nuclear y la tecnología para la producción de energía eléctrica

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Tecnología Nuclear para la producción de energía eléctrica es una asignatura Optativa de 5 ECTS que se imparte en el segundo cuatrimestre del 4º curso en el Grado de Ingeniería Eléctrica

## 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Es imprescindible que el alumno tenga conocimientos previos de física, cálculo, y ecuaciones diferenciales que el alumno deberá haber cursado en los primeros cursos del grado correspondiente.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el estudio de esta asignatura se pretende que el alumno sea capaz de conseguir los siguientes objetivos:

- Conocer y fundamentar el uso de los procesos nucleares para aplicaciones energéticas
- Conocer y asimilar los conceptos básicos de la tecnología nuclear.
- Conocer los principios de la protección radiológica
- Identificar a la fisión como la reacción básica para el aprovechamiento actual de la energía nuclear.



- Conocimiento cualitativo del funcionamiento del reactor: el cómo y el porqué de su configuración
- Conocer las características generales de tecnologías nucleares comercializadas para producción de electricidad y los diversos tipos de centrales.
- Conocer cada una de las actividades que constituyen el ciclo de combustible nuclear
- Conocer los distintos tipos de riesgos asociados a las centrales nucleares y los métodos de prevención

## 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura consta de una parte teórica que se encuentra dividida en quince capítulos y de prácticas presenciales obligatorias consistentes en la visita a una instalación de carácter nuclear

Parte teórica: como ya se ha mencionado en el párrafo anterior esta dividida en quince capítulos:

1. Introducción histórica y técnica a la energía nuclear. (Capítulo 1, Reactores Nucleares)
2. El núcleo atómico: nucleones. Estabilidad nuclear. Radiaciones ionizantes: clases e interacciones principales. La radiactividad natural. Radiactividad inducida por reacciones nucleares. Efectos sobre los seres vivos. (Capítulo 3, Reactores Nucleares)
3. Protección radiológica. Conceptos de exposición, dosis y dosis equivalente. Limitaciones a la ingestión: concentraciones máximas admisibles. Limitaciones a la exposición exterior: tiempo de permanencia y blindaje. (Apuntes)
4. Reacciones nucleares inducidas por neutrones. La fisión nuclear. Nucleidos fisibles: naturales (U-235) y artificiales (Pu-239)- Multiplicación neutrónica, productos radiactivos, liberación de energía. Neutrones diferidos; potencia residual. (Capítulo 4, menos 4.3,1, Reactores Nucleares)
5. Centrales nucleares. Analogía con centrales térmicas convencionales con ciclo de Rankine. La "isla nuclear" o Sistema Nuclear de Suministro de Vapor (NSSS). Sistemas de seguridad, incluyendo refrigeración en emergencia. Estructuras de confinamiento de la radiactividad: vainas, circuito primario y edificio de contención. (Capítulo 14, punto 14.1 hasta pag 8 incluida y Capítulo 2, puntos 2.1, 2.2 y 2.4 Reactores Nucleares)
6. Fundamentos de reactores nucleares (de fisión). Composición: combustible nuclear, refrigerante, estructurales (vainas, vasija y otros), moderador. Ciclo neutrónico de un reactor rápido y de un reactor térmico. Concepto de reacción en cadena. (Capítulo 2, punto 2.3 y Capítulo 6, menos 6.6 Reactores Nucleares)
7. Familias y clases de reactores nucleares. Reactores moderados por grafito. Reactores de agua ligera, PWR y BWR. Reactores rápidos refrigerados por metal fundido. Ciclo del combustible nuclear: fases pre-reactor. (Apuntes)
8. Caracterización de las reacciones inducidas por neutrones. Secciones eficaces microscópica y macroscópica. Tasas de reacción. Nucleidos fisibles y fértiles. Secciones eficaces más relevantes. Recorrido libre medio de los neutrones. (Capítulo 5, Reactores Nucleares)
9. Criticidad: Reacción en cadena automantenida. Aplicación al reactor térmico. Masa y tamaño crítico. Barras de control. (Capítulo 6, puntos 6.4 y 6.5, Capítulo 10, puntos 10.1 y 10.2 Reactores Nucleares)
10. Flujo neutrónico. Distribución espacial del flujo neutrónico, a nivel de reactor, y en celda elemental. Densidad de potencia. Factores de pico. Potencia del reactor. Quemado. Potencia residual. (Capítulo 6, punto 6.6 y Capítulo 12, puntos 12.1 y 12.4 Reactores Nucleares)
11. Refrigeración del reactor. Balance energético global. Balance de termo-transferencia en una barra de combustible. Tipos de refrigerante, Ebullición del agua: crisis de ebullición. Límites en temperaturas máximas y en densidad lineal de potencia. (Capítulo 14, Reactores Nucleares)
12. Cinética (simplificada) del reactor nuclear (una sola familia de diferidos). Inserción súbita de reactividad. Evolución exponencial, tras ajuste de nivel de flujo/potencia por condiciones de continuidad (Capítulo 15, puntos 15.1, 15.2 y 15.7 Reactores Nucleares)
13. Dinámica y control. Realimentación neutrónica /termohidráulica: efecto Doppler. Efectos por la densidad del refrigerante. Reactores de agua: exigencia de submoderación. (Capítulo 16, puntos 16.1 a 16.8 + 16.11.1 y 2 y 3, y 16.14.1 y 16.15 y 16.16, y 16.17 Reactores Nucleares)
14. Control de la central. Protección del núcleo. Refrigeración en emergencias. Principio de seguridad: integridad de las barreras de confinamiento de los productos radiactivos: vainas, vasija, edificio de contención. Extracción del calor residual: sumidero último de calor. (Capítulo 17, Reactores Nucleares + Apuntes)
15. Residuos radiactivos y su gestión. Combustible irradiado. Otros residuos. Baja, media y alta actividad. Confinamiento, refrigeración, blindaje. Transmutación de actínidos. Almacenamiento transitorio. Disposición geológica. (Apuntes)



Al final de cada tema se indica el capítulo correspondiente del libro Reactores Nucleares o bien de los Apuntes

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [MIREIA PIERA CARRETE](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología utilizada es la característica de la UNED, enseñanza a distancia apoyada en el uso de las tecnologías de información y comunicación. La bibliografía básica está especialmente diseñada para facilitar al alumno la asimilación de los contenidos de manera autónoma.

Las Herramientas de Evaluación a Continua propuestas que deben realizar los alumnos con carácter voluntario, permiten a los estudiantes contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques.

Las prácticas presenciales obligatorias tienen como objetivo que el alumno entre en contacto con las instalaciones de carácter nuclear y vean in situ la enorme complejidad, desarrollo tecnológico y la seguridad de dichas instalaciones.

La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo fundamental la asimilación de los nuevos conceptos.

## 8.EVALUACIÓN

La evaluación/nota final de la asignatura se hace de acuerdo a los siguientes criterios:

- La asignatura se aprueba si se obtiene una calificación igual o superior a cinco.
- El cálculo de la nota final de la asignatura se hace, teniéndose ya en cuenta las actividades de carácter voluntario (pruebas de evaluación continua) siempre que en ellas se obtenga una nota igual o superior a cinco, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Nota(final)} = 0.1 \times \text{Nota(prácticas presenciales, nota mínima 4)} + 0.80 \times \text{Nota(prueba presencial personal, nota mínima 4)} + 0.1 \times \text{Nota(pruebas de evaluación a distancia, nota mínima 5)}$$

\*La Nota asociada a cualquier actividad se puntúa de 0 a 10.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788474841190  
Título: REACTORES NUCLEARES (1ª)  
Autor/es: Martínez-Val Peñalosa, José Mª ; Piera, Mireia ;  
Editorial: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



Comentarios y anexos:

Apuntes complementarios al libro Reactores Nucleares

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

La bibliografía complementaria que se cita a continuación no es necesaria para el aprendizaje de la asignatura, pero sí es recomendable para ampliar la cultura nuclear sobre los temas que se tratan en la asignatura.

Título: *222 Cuestiones sobre la energía*, Edit. Foro de la Industria Nuclear Española, 2001, Madrid.

Autor/es: BARRACHINA, M y otros

Editorial: EL FORO NUCLEAR

Este libro se envía conjuntamente con los Apuntes por cortesía de EL FORO NUCLEAR que pone a nuestra disposición de forma gratuita el número de ejemplares que se precisen

En este texto se presentan los interrogantes que más comúnmente se plantean sobre el tema energético y sobre el papel que la energía nuclear y sus aplicaciones desempeñan en nuestra sociedad. Las cuestiones que se discuten son las fundamentales a la hora de evaluar el problema de la necesidad de utilizar fuentes energéticas respetuosas con el medio ambiente y compatibles con un crecimiento sostenible.

Por tanto, se ajusta fielmente a los objetivos que se pretenden conseguir en el curso.

Presenta una estructura bastante similar a la del texto base. Muchas de las preguntas que sobre el tema nuclear se plantean, se tratan con más amplitud en el texto base. Otras relacionadas con otras fuentes energéticas distintas a la nuclear, y que apenas se desarrollan en el texto base, son sin embargo fundamentales a la hora de que el alumno encuadre a la energía nuclear en el marco general de las todas las demás fuentes energéticas, comprendiendo sus similitudes y diferencias, ventajas y desventajas.

## 11. RECURSOS DE APOYO

Acceso a la Página de la asignatura en Internet:

Es fundamental para el desarrollo de la asignatura que el alumno utilice la Plataforma Alf.

El alumno también puede enviar sus consultas por fax, a la atención de alguno de los profesores de la asignatura al número 91 398 76 15, o bien por correo postal a la dirección indicada a continuación.

Dirección postal:

Universidad Nacional de Educación a Distancia

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Departamento de Ingeniería Energética

C/ Juan del Rosal, 12

28040 Madrid

Programas de radio: En la Plataforma Alf de la asignatura se comunicará al alumno la temática del programa que se emita así como la significación del mismo en el contexto de la asignatura y podrá encontrar una relación de los programas emitidos con los links adecuados.



## 12.TUTORIZACIÓN

*D<sup>a</sup> Mireia Piera*

*Lunes, de 16 a 20 h*

*Teléfono.: 91 398 64 70*

*Despacho 2.21*

*Correo electrónico: [mpiera@ind.uned.es](mailto:mpiera@ind.uned.es)*

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



AG45C853DF014C08849CA7AE995A016