25-26

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA
CUARTO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

SISTEMAS AVANZADOS DE ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN

CÓDIGO 68054119

UNED

25-26

SISTEMAS AVANZADOS DE ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN

CÓDIGO 68054119

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	SISTEMAS AVANZADOS DE ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN
CÓDIGO	68054119
CURSO ACADÉMICO	2025/2026
DEPARTAMENTO	INGENIERÍA ENERGÉTICA
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA
CURSO	CUARTO CURSO
PERIODO	SEMESTRE 2
Nº ETCS	5
HORAS	125.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura "Introducción a los Sistemas Avanzados de Energía Nuclear de Fisión" está diseñada para proporcionar una comprensión profunda y actualizada de la tecnología nuclear, focalizándose en las centrales nucleares y su evolución hacia sistemas de fisión más avanzados y seguros. Este curso es vital para estudiantes de ingeniería, así como para aquellos interesados en políticas energéticas y gestión ambiental. A través de un enfoque detallado, se facilitan las herramientas necesarias para entender los desafíos tecnológicos y las soluciones posibles en el campo de la generación de energía nuclear.

Dividido en dos bloques teóricos principales, el curso primero aborda el funcionamiento y los diversos tipos de reactores nucleares que se utilizan actualmente. En este primer bloque, los estudiantes explorarán los principios operativos de los reactores térmicos y rápidos, los sistemas de generación de vapor y los distintos tipos de reactores comerciales, como los reactores de agua a presión y de agua en ebullición, además de otros específicos como CANDU y RBMK. Este módulo no solo profundiza en la ingeniería detrás de estas tecnologías, sino también en sus implicaciones de seguridad y sostenibilidad.

El segundo bloque del curso se centra en los desarrollos futuros dentro de la tecnología nuclear, cubriendo los reactores de generación III y IV, y los innovadores reactores pequeños modulares (SMRs). Este segmento del curso aborda temas críticos como la seguridad reforzada, la transmutación de residuos radiactivos, la reducción de costes y la optimización del quemado de combustible. También se discutirá la relevancia de la fabricación en serie de SMRs y sus ventajas en términos de seguridad y versatilidad operativa.

Además, a lo largo del curso, se emplearán pruebas de evaluación continua (PEC), diseñadas para que los estudiantes puedan verificar su proceso de asimilación de los conocimientos. Estas pruebas también funcionan como un elemento de seguimiento y evaluación del aprendizaje, asegurando que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen una capacidad crítica y analítica sobre

los temas tratados.
En conclusión, "Introducción a los Sistemas Avanzados de Energía Nuclear de Fisión" representa una oportunidad para que los estudiantes adquieran una visión integral y crítica de la energía nuclear de fisión. El curso prepara a los futuros profesionales para participar activamente en el debate y desarrollo de soluciones energéticas que sean sostenibles y seguras, enfrentando los desafíos energéticos del presente y del futuro con una base sólida y un conocimiento especializado.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Los conocimientos de ingenieria nuclear que el alumno habrá adquirido cursando la asignaturas "Fundamentos de Ingeniería Nuclear" del Grado en Ingeniería de la Energía.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	RAFAEL IGNACIO JUAREZ MAÑAS (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	rjuarez@ind.uned.es
Teléfono	91398-8223
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos	PATRICK SAUVAN
Correo Electrónico	psauvan@ind.uned.es
Teléfono	91398-8731
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización se realizará fundamentalmente en línea, mediante la participación en los Foros de Debate de la plataforma virtual, si bien también pueden enviarse desde esta misma plataforma correos personales a los distintos profesores del equipo docente.
Además, el equipo docente de la asignatura tiene asignados unos días y horarios de guardia donde el alumno podrá contactar personalmente o por teléfono con los profesores y consultarles lo que considere oportuno para resolver las dudas que se le planteen en el estudio de la asignatura. Al final se da la información para contactar con los profesores, indicando en cada bloque temático el profesor responsable. También podrán hacerse consultas en otros días y horarios cuando sea posible mediante acuerdo previo del estudiante con el profesor.
En caso de comunicación por correo postal, la dirección de envío es la siguiente (precedida del nombre del profesor correspondiente):
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
E.T.S.I. Industriales
Departamento de Ingeniería Energética

C/ Juan del Rosal 12
28040 Madrid

D. Rafael Juárez Mañas
Horario de guardia: Jueves de 10 a 14 horas
Teléfono: 913988223
Despacho: 0.15
Correo electrónico: rjuarez@ind.uned.es

D. Patrick Sauvan
Horario de guardia: Jueves de 16 a 20 horas
Teléfono: 91 398 87 31
Despacho: 0.16
Correo electrónico: psauvan@ind.uned.es

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

Las sesiones de tutoría se imparten presencialmente y en línea desde el Centro Asociado de referencia o, en su defecto, desde otro Centro Asociado. A continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias básicas y generales

CB1- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB2- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG03- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG04- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma decisiones, creatividad,

razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial en el ámbito de la Energía
CG07- Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

Competencias específicas

CEB01- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
CEB02- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
CEC10-Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
CFC02- Ampliación de conocimientos aplicados sobre cálculo diferencial e integral.
CFC03- Ampliación de contenidos sobre las leyes generales de la mecánica y campos y ondas y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
CFC04- Conocimientos de ingeniería nuclear.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Adquirir un conocimiento detallado sobre el funcionamiento y la seguridad de los reactores nucleares actuales, incluyendo los reactores térmicos y rápidos, y sistemas específicos como CANDU y RBMK.
- Entender profundamente cómo los sistemas de generación de vapor operan en centrales nucleares, incluyendo esquemas de la central, y los lazos de refrigeración primarios y secundarios.
- Desarrollar habilidades para evaluar y mejorar las perspectivas de seguridad en el diseño y operación de reactores nucleares, con especial énfasis en las innovaciones para la seguridad nuclear.
- Familiarizarse con los desarrollos tecnológicos en reactores de generación III y IV, y los reactores pequeños modulares, incluyendo su diseño, ventajas de seguridad y versatilidad operativa.
- Capacidad para analizar críticamente las innovaciones en seguridad, transmutación de residuos radiactivos, y estrategias para la reducción de costes y aumento del quemado de combustible.
- Preparar a los estudiantes para contribuir activamente en el campo de la energía nuclear, con una comprensión completa de los desafíos y soluciones tecnológicas actuales y futuras.

CONTENIDOS

Presentación

La asignatura consta de una parte teórica dividida en dos bloques; y de pruebas de evaluación continua (PEC), pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación de la asignatura, así como elemento de seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje.
Seguidamente se presentan los contenidos de la parte teórica.

Bloque I: Centrales nucleares actuales

1. Funcionamiento de un reactor nuclear: fuente de calor
1.1 El reactor térmico
1.2 El reactor rápido

2. Sistema nuclear de generación de vapor: evacuación del calor
2.1 Esquema de una central nuclear
2.2 Lazos de refrigeración primario y secundario
2.3 Perspectivas de seguridad

3. Reactores térmicos de refrigerado por agua
3.1 Reactor de agua a presión
3.2 Reactor de agua en ebullición
3.3 CANDU

4. Otros reactores comerciales actuales
4.1 RBMK
4.2 Reactor térmico de gas
4.3 Reactor rápido de sodio

Bloque II: Sistemas avanzados de energía nuclear de fisión

5. Estrategias evolutivas
5.1 Seguridad reforzada
5.2 Transmutación de residuos radiactivos
5.3 Reducción de costes
5.4 Alto quemado

6. Reactores de generación III y III+

6.1 AP1000

6.2 Reactor europeo presurizado

6.3 Reactor avanzado de agua en ebullición

7. Reactores de generación IV

7.1 Reactor rápido de sodio

7.2 Reactor rápido de plomo

7.3 Reactor rápido de gas

7.4 Reactor de agua supercrítica

7.5 Reactor de sales fundidas

7.6 Reactor de muy alta temperatura

8. Reactores pequeños modulares

8.1 Lógica del concepto SMR

8.2 Fabricación en serie

8.3 Ventajas de seguridad

8.4 Versatilidad operativa

METODOLOGÍA

Las actividades de aprendizaje se distribuyen entre el trabajo autónomo, trabajo con contenidos teóricos y prácticos y realización de actividades de evaluación.
El trabajo autónomo consiste en una serie de actividades que el alumno debe desarrollar de manera individual. Incluye el estudio de apuntes proporcionado por el equipo docente, resolución de ejercicios, y el visionado y lectura de material de apoyo.
El trabajo con contenidos prácticos se centra en la realización de las PEC, así como en la participación en los foros, que ofrecen un canal de comunicación fluido y permanente con el equipo docente, y también con el resto de alumnos.
La realización de actividades de evaluación comprende dos tipos de actividades. Por un lado, las pruebas de evaluación continua (PEC). Tienen carácter obligatorio y se realizarán paulatinamente a lo largo del curso. Están pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura. Por otra parte, la prueba presencial personal (examen) será el indicador del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura. La evaluación de la asignatura se apoyará en ambas pruebas.
La distribución orientativa de estas actividades con arreglo al número de horas de trabajo del total de créditos, se estima de forma aproximada que sea la siguiente:

Actividades formativas	Porcentaje de horas de trabajo
Trabajo autónomo •Estudio de apuntes •Resolución de ejercicios •Asimilación material de apoyo	72% (90 horas)
Trabajo con contenidos prácticos •Participación en los foros	24% (10 horas)
Realización de actividades de evaluación •Pruebas de evaluación continua (PEC) •Prueba de evaluación	20% (25 horas)

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen: Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo: 6

Duración del examen: 120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora no-programable

Criterios de evaluación

El examen consistirá en 1 o 2 preguntas de cada uno de los 2 bloques. Ambos bloques computarán un 50% en la nota del examen.

% del examen sobre la nota final: 80

Nota del examen para aprobar sin PEC: 5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC: 5

Nota mínima en el examen para sumar la PEC: 5

Comentarios y observaciones

No es posible aprobar la asignatura sin haber realizado las PEC con una calificación mínima de 5 en cada una de ellas. Con independencia de la nota en el examen.
El número de preguntas de examen es orientativo, puede variar ligeramente en cada examen.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?: Si

Descripción

Las pruebas de evaluación continua tienen carácter obligatorio y se recomienda realizarlas paulatinamente a lo largo del curso. Están pensadas para que los estudiantes puedan contrastar su proceso de asimilación en cada uno de los bloques en que se estructura la asignatura. El estudiante debe realizar dos PECs, correspondientes a cada uno de los bloques.

Criterios de evaluación

Se debe obtener una nota igual o superior a 5 puntos en las PEC para poder aprobar la asignatura.

Las PEC de ambos bloques computarán un 50% en la nota total de las PEC.

Ponderación de la PEC en la nota final 20%

Fecha aproximada de entrega 15/05/2025

Comentarios y observaciones

Los enunciados de las PECs se harán disponibles para los estudiantes mediante la plataforma virtual durante el curso.

La fecha de entrega se notificará a la vez que se distribuya el enunciado.

Posteriormente a la calificación de la asignatura en convocatoria ordinaria se abrirá de nuevo el plazo de entrega de las PEC para la convocatoria de septiembre, con la fecha aproximada de entrega del 28/08/2025

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La evaluación de la asignatura se realizará en función de las siguientes actividades, todas ellas obligatorias.

Prueba Presencial (PruP).

Pruebas de Evaluación Continua (PEC).

La nota final de la asignatura se calcula de acuerdo a los siguientes criterios:

La asignatura se aprueba si se obtiene una calificación global igual o superior a cinco, pero además se fija como condicionante adicional para la superación de la misma, el haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las anteriores actividades.

Si se supera el condicionante mencionado, el cálculo de la nota final de la asignatura se hace de acuerdo a la siguiente fórmula:

Nota (final) = 0,2 ×PEC + 0,8 ×PruP

Si la nota del examen es menor que 4 la nota final en las actas será la nota del examen, sin ponderar con las otras actividades.

La nota asociada a cualquier actividad se puntúa de 0 a 10.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Para la preparación de la asignatura se utilizará como texto base:
Título: Sistemas Avanzados De Energía Nuclear De Fisión
Autores: R. Juárez, P. Sauvan
Descripción: Este texto se pondrá a disposición para este curso académico en formato electrónico en el curso virtual. El libro está escrito y revisado por el equipo docente, está estructurado con los mismos temas que constituyen los contenidos de la asignatura. Es un texto pensado para estudiantes que por vez primera se enfrentan a cuestiones relacionadas con el funcionamiento de centrales nucleares para la producción eléctrica, así como sus concepciones basadas en sistemas avanzados, habiendo cursado previamente la asignatura de Fundamentos de Ingeniería Nuclear del Grado en Ingeniería de la Energía, o similar.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780201824988
Título:INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING3
Autor/es:Anthony J. Baratta ; John R. Lamarsh ;
Editorial:: PRENTICE -HALL

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.
El libro ***Introduction to Nuclear Engineering*** se trata de un manual de referencia de ingeniería nuclear que cubre todos los aspectos más importantes de las centrales nucleares convencionales que se abordan en el bloque 1 de la asignatura.
El libro **Handbook of Generation IV Nuclear Reactors** cubre en detalle y gran profundidad todos los conceptos de sistemas avanzados para la producción de energía nuclear basados en reactores de generación IV que se abordan en el bloque 2 de la asignatura.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Texto base:
El texto base que ha de utilizarse para asimilar esta asignatura tiene como objetivo hacer una revisión de los fundamentos del funcionamiento de las centrales nucleares para la producción de electricidad, así como del empleo de sistemas avanzados con este fin.

Curso virtual:
Es fundamental para el desarrollo de la asignatura que el alumno utilice su curso virtual. Cualquier material complementario adicional que se pueda publicar o aconsejar se encontrará en dicha Plataforma. El alumno puede enviar sus consultas a los distintos foros de debate, o por correo electrónico a la atención de cualquiera de los profesores de la

asignatura.
En el curso virtual estarán a disposición de los alumnos, entre otros: materiales de apoyo para el estudio de los bloques, que podrán incluir además material multimedia o vínculos a materiales producidos por el equipo docente o de interés para la asignatura un calendario para las PECs.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.