24-25

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

TECNOLOGÍAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR

CÓDIGO 2880624-

UNED

24-25

TECNOLOGÍAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR

CÓDIGO 2880624-

ÍNDICE

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

Nombre de la asignatura	TECNOLOGÍAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR
Código	2880624-
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Este curso de Tecnologías de la Energía Nuclear trata de los aspectos básicos en que se fundamentan las principales aplicaciones energéticas de la energía nuclear. Desde hace décadas las aplicaciones energéticas de la Tecnología Nuclear han estado casi enteramente centradas en los reactores de fisión nuclear. La fusión nuclear está sin embargo surgiendo como una tecnología emergente y muy prometedora para abordar la principal problemática de la fisión y como complemento a ésta. La fusión nuclear ya no es sólo una línea de investigación científica, sino que involucra activamente a la principal ingeniería de industria en proyectos muy ambiciosos.

Respecto de la fisión nuclear, y de acuerdo con los informes de la IAEA, en el año 2020 se encuentran en el mundo 52 reactores nucleares en construcción, y 442 en operación. La tecnología de fisión nuclear está plenamente activa, más aún tras la consideración oficial de la Comisión Europea de la energía nuclear como contribuyente a la transición hacia la sostenibilidad energética. Además de ser una tecnología prometedora para el futuro, sobre todo con la incorporación de nuevos esquemas avanzados de funcionamiento, se prevé la necesidad de una gran fuerza de trabajo para gestionar el desmantelamiento de numerosas unidades, así como la gestión de sus residuos.

El desarrollo en fusión nuclear está actualmente liderado por la construcción en Francia del reactor ITER, que producirá hasta 500 MW de energía de fusión durante varios minutos. No siendo aún una planta de potencia, abrirá la puerta a la construcción del futuro reactor demostrador DEMO, todo ello parte de la ruta europea hacia la fusión nuclear controlada. Todo este proceso tecnológico está fuertemente apoyado por la industria, incluyendo la española, como se refleja en el informe correspondiente disponible en el portal de industria de fusión, de la Comisión Europea.

En la asignatura se comienza con una recopilación de conceptos físicos, que se han estudiado previamente en la asignatura de fundamentos del área nuclear. Se pasa posteriormente a un estudio más avanzado de la estructura y funcionamiento de reactores y centrales nucleares de fisión, de modo que el estudiante pueda comprender de un modo somero sus principales características. Se presentan asimismo los últimos diseños, que buscan resolver los retos de la tecnología nuclear de fisión en cuanto a seguridad, costes y proliferación.

Seguidamente se presenta la fusión nuclear como una alternativa energética muy atractiva. Se tratan las dos principales aproximaciones tecnológicas hacia su aprovechamiento energético, como son la fusión por confinamiento magnético y la fusión por confinamiento

inercial, tratando de un modo somero desde su ciencia básica hasta su implementación tecnológica industrial.
Finalmente, en la asignatura se tratarán otros modos de transformar la energía nuclear de modo aprovechable, si bien no en una escala comparable a los casos anteriores. Se trata de la propulsión de navíos, cohetes o producción eléctrica en lugares remotos.
Esta asignatura es por tanto de gran importancia dentro de la ingeniería energética, y se ha definido obligatoria para todos los alumnos que quieran abordar la especialidad de Ingeniería Nuclear del Máster en Ingeniería Industrial.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los conocimientos de física, cálculo, ecuaciones diferenciales y física nuclear que el alumno habrá cursado en las asignaturas del grado correspondiente.
Es necesario que el estudiante haya cursado previamente la asignatura de grado “Fundamentos de Ingeniería Nuclear” (6890308X) o la de máster “Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear” (28806108).

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	FRANCISCO M OGANDO SERRANO (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	fogando@ind.uned.es
Teléfono	
Facultad	
Departamento	

Nombre y Apellidos	JUAN PABLO CATALAN PEREZ
Correo Electrónico	jpcatalan@ind.uned.es
Teléfono	
Facultad	
Departamento	

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El equipo docente de la asignatura tiene asignados unos días de guardia donde el alumno podrá localizar a los profesores y consultarles lo que consideren para resolver las dudas que se les planteen en el estudio de la asignatura. Adicionalmente y para una comunicación personal, se anima a los estudiantes a utilizar el correo electrónico o el teléfono (ver datos en la sección “Equipo docente”), así como la plataforma de mensajería MS Teams cuyo servicio provee la UNED.
La dirección postal de los profesores se puede consultar en las páginas web de la ETSI Industriales. El horario de atención a estudiantes en esas dependencias será:

- **D. Juan Pablo Catalán Pérez**

  Horario: Martes y Jueves de 16 a 18h

  Despacho: 0.15

•D. Francisco Ogando Serrano

Horario: Martes y Jueves de 16 18h

Despacho: 0.15

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG1 - Iniciativa y motivación

CG2 - Planificación y organización

CG3 - Manejo adecuado del tiempo

CG4 - Análisis y síntesis

CG5 - Aplicación de los conocimientos a la práctica

CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos

CG7 - Pensamiento creativo

CG8 - Razonamiento crítico

CG9 - Toma de decisiones

CG10 - Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros

CG11 - Aplicación de medidas de mejora

CG12 - Innovación

CG13 - Comunicación y expresión escrita

CG14 - Comunicación y expresión oral

CG15 - Comunicación y expresión en otras lenguas

CG16 - Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica

CG17 - Competencia en el uso de las TIC

CG18 - Competencia en la búsqueda de la información relevante

CG19 - Competencia en la gestión y organización de la información

CG20 - Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación
CG21 - Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros
CG22 - Habilidad para negociar de forma eficaz
CG23 - Habilidad para la mediación y resolución de conflictos
CG24 - Habilidad para coordinar grupos de trabajo
CG25 - Liderazgo
CG26 - Conocimiento y práctica de las reglas del trabajo académico
CG27 - Compromiso ético y ética profesional
CG28 - Conocimiento, respeto y fomento de los valores fundamentales de las sociedades democráticas
CG29 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, mecánica de fluidos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
CG36 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

Competencias Específicas:
CE1 - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
CE6 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.
CE16 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.
CE23 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

De acuerdo con lo expuesto en la memoria de verificación del título, con el estudio de esta asignatura se pretende que el alumno sea capaz de conseguir los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocer las características generales de tecnologías nucleares comercializadas para producción de electricidad.
- Conocer los distintos tipos de riesgos y el impacto medioambiental asociados al uso de las instalaciones nucleares y radiactivas en general, y de las centrales nucleares en particular.
- Conocer los fundamentos y tecnología de ingeniera nuclear de aplicación en instalaciones nucleares para la generación de energía
- Adquirir los Conocimientos para la integrarse en equipos de trabajo de proyectos nucleares de fisión o de fusión.

•Adquirir los criterios técnicos para trabajar en instalaciones nucleares

CONTENIDOS

Tema 1. Conceptos físicos básicos

1. Naturaleza atómica y nuclear de la materia.
2. Radiactividad.
3. Reacciones nucleares.
4. Interacción de la radiación con la materia.

Tema 2. El reactor de fisión nuclear

1. La fisión nuclear
2. Reacción en cadena y criticidad
3. El ciclo neutrónico.
4. Evolución temporal del flujo neutrónico.

Tema 3. Centrales nucleares de fisión

1. Tipología y nuevas tendencias.
2. El ciclo de combustible nuclear.
3. Seguridad nuclear.
4. Residuos radiactivos.

Tema 4. Principios de la fusión nuclear

1. Reacción de fusión nuclear.
2. Temperatura de ignición.
3. Criterio de Lawson.
4. Generación de plasmas.
5. La fusión en las estrellas.

Tema 5. Tecnología de fusión nuclear

1. Fusión por confinamiento magnético.
2. Fusión por confinamiento inercial.
3. Desarrollos asociados a tecnología de fusión.

4. Sostenibilidad e impacto ambiental de la tecnología de fusión.

Tema 6. Otras tecnologías de energía nuclear

1. Propulsión naval.
2. Generadores radioisotópicos.
3. Propulsión espacial.
4. Otras aplicaciones

METODOLOGÍA

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 actividades de seguimiento y evaluación continua se realizarán tanto a través de las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) a distancia, como en la participación activa en los foros de discusión del curso virtual.
Por otra parte, la prueba presencial personal será indicadora del nivel global de asimilación alcanzado por el estudiante al finalizar el periodo de aprendizaje de la asignatura.
Las pruebas de evaluación continua 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.
La labor personal y continuada del alumno es imprescindible para el proceso de aprendizaje, siendo fundamental la asimilación de los nuevos conceptos.
El reparto de la dedicación del estudiante a las diferentes actividades formativas es el siguiente:

•15 horas de interacción con el docente, parte teórica
•15 horas de interacción con el docente, parte práctica
•40 horas de trabajo autónomo, parte teórica
•30 horas de trabajo autónomo, parte práctica

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	8
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	
Calculadora no programable	
Criterios de evaluación	

Adecuacion de la respuesta a lo preguntado.
Precisión de lo expuesto.
Legibilidad y corrección ortográfica.

% del examen sobre la nota final	80
Nota del examen para aprobar sin PEC	6
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	3,9

Comentarios y observaciones

No es posible aprobar la asignatura, independientemente de la nota en el examen, sin haber realizado las PEC con una evaluación mínima de 4.
El número de preguntas de examen es orientativo, puede variar ligeramente en cada examen.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad	Si

Descripción

Desarrollo adecuado de las preguntas propuestas

Criterios de evaluación

Adecuacion de la respuesta

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	80%
Fecha aproximada de entrega	

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si,PEC no presencial

Descripción

Desarrollo de las preguntas propuestas

Criterios de evaluación

Adecuacion de la respuesta a lo preguntado.
Precisión de lo expuesto.
Legibilidad y corrección ortográfica.
Se penaliza el uso de texto literal de otras fuentes salvo que esté apropiadamente marcado.

Ponderación de la PEC en la nota final	10%
Fecha aproximada de entrega	10/01/2023

Comentarios y observaciones

Al inicio del curso virtual se pondrán el enunciado de las PEC a disposición de los estudiantes en el apartado “Trabajos” del curso virtual, con la fecha límite para la entrega.

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 al terminar la semana de exámenes.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si,no presencial

Descripción

Participación activa en los foros de la asignatura

Criterios de evaluación

Planteamiento de cuestiones de actualidad.

Comentar o responder las cuestiones planteadas por los docentes u otros estudiantes.

Ponderación en la nota final 10%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La evaluación de la asignatura se realizará en función de las dos actividades obligatorias siguientes:

Práctica Presencial (*PraP*).

Pruebas de Evaluación Continua (*PEC*).

Participación en el curso (*Part*)

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 4 puntos sobre 10 tanto en la *PraP* como en la *PEC*.

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) = 0,1 ×Part + 0,1 ×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 PEC.

***La Nota asociada a cada una de las actividades se puntúa de 0 a 10.**

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780128128817
Título: NUCLEAR ENERGY
Autor/es: K. Holbert; Thomas, R. Murray
Editorial: ELSEVIER

ISBN(13): 9788469757185
Título: CURSO BÁSICO DE FUSIÓN NUCLEAR
Autor/es: Alfonso Barbas Espa; Kevin Fernández-Cosials
Editorial: Sociedad Nuclear Española

ISBN(13): 9789201304100
Título: FUSION PHYSICS
Autor/es: M. Kikuchi
Editorial: IAEA

Bibliografía básica distribuida en abierto

•K. Fernández, A. Barbas, Curso Básico de Fusión Nuclear, SNE+JJNN
•R. Murray, "Nuclear Energy" Elsevier
•M. Kikuchi, "Fusion physics" IAEA
Además del libro, se facilitará documentación adicional en forma de apuntes a los alumnos en el curso virtual.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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

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 puede descargar de la página web del Foro Nuclear.
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.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Curso virtual
Es fundamental para el desarrollo de la asignatura que el alumno utilice el 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.
Programas de radio y otros materiales multimedia grabados por el equipo docente
En el curso virtual de la asignatura se comunicará al alumno la temática del material audiovisual que se emita, así como la significación del mismo en el contexto de la asignatura. Además, podrá encontrar una relación de estos audios o videos con los enlaces adecuados.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

En esta asignatura no se realizarán prácticas presenciales.

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.