

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## TECNOLOGÍA Y APLICACIONES DE LAS FUENTES DE RADIACIÓN Y ACELERADORES

CÓDIGO 28806235

UNED

**23-24**

**TECNOLOGÍA Y APLICACIONES DE LAS  
FUENTES DE RADIACIÓN Y  
ACELERADORES  
CÓDIGO 28806235**

# 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   | TECNOLOGÍA Y APLICACIONES DE LAS FUENTES DE RADIACIÓN Y ACELERADORES |
| Código                    | 28806235                                                             |
| Curso académico           | 2023/2024                                                            |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL                        |
| Tipo                      | CONTENIDOS                                                           |
| Nº ETCS                   | 5                                                                    |
| Horas                     | 125.0                                                                |
| Periodo                   | SEMESTRE 1                                                           |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO                                                           |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Esta asignatura se presenta como una continuación natural del contenido del bloque 3 de la asignatura “Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear” de este máster. En esta materia se profundiza en el campo de la tecnología y aplicaciones de las fuentes de irradiación y como novedad se introducen también los láseres que, si bien no producen radiación ionizante, se asocia a menudo su estudio a la ingeniería nuclear.

La orientación de esta asignatura se ha diseñado con el objetivo de formar ingenieros industriales. Esto quiere decir que se va a centrar en las aplicaciones prácticas de las tecnologías de irradiación, pero también se van a transmitir cuáles son los fundamentos físicos que permiten comprenderlas. El abanico de aplicaciones de las fuentes de irradiación y aceleradores es muy extenso y muy seguramente se quede algún caso por tratar, pero en esta asignatura el estudiante conseguirá un conocimiento fundamentado de las principales aplicaciones de la actualidad.

En el conjunto de radiaciones consideradas también se pueden echar en falta algunos tipos como microondas, u otros fotones de baja energía. Si bien su tecnología de irradiación está presente en el campo de ingeniería nuclear (calentamiento de plasmas), se ha decidido no abordar su producción para no sobrecargar el temario y ya que estas fuentes de irradiación son estudiadas en el campo de la tecnología eléctrica. Se ha decidido sin embargo incluir el estudio de los láseres teniendo en cuenta que su comprensión requiere estudio de física atómica, y algunas de sus aplicaciones son similares a las de los aceleradores.

La radiación ionizante, provenga de aceleradores de partículas o de otras fuentes de irradiación, supone un potencial riesgo radiológico a la salud. En el caso de los aceleradores de partículas es normal encontrarse con energías de radiación superiores a las comunes en tecnología nuclear, lo que introduce unas características especiales en la forma de blindarlas. Se tratará en la asignatura la problemática específica de blindaje para estos casos.

Los aceleradores de partículas y las fuentes de irradiación son la base de la tecnología nuclear no energética. Además de la producción de energía mediante reacciones de fisión, el uso de radiaciones ionizantes se extiende a un gran número de aplicaciones industriales y médicas. Dentro de este campo destaca que los aceleradores de partículas, conforme su tecnología se ha hecho más asequible, han ido desplazando a los irradiadores mediante fuentes radiactivas. Esto se debe a sus muy inferiores implicaciones en gestión de residuos, así como a la seguridad inherente de depender de una fuente externa de energía. Este

aumento de la seguridad y fiabilidad ha resultado en una gran expansión de la tecnología nuclear especialmente en el campo de la medicina.

En España existen más de mil instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría (Ministerio para la transición ecológica), donde se incluyen instalaciones médicas (excluyendo rayos X de diagnóstico), industriales y de investigación. Existen también más de cuarenta mil instalaciones de diagnóstico con rayos X, que suelen presentar menor potencial peligrosidad. Estas cifras indican que las aplicaciones prácticas de las radiaciones ionizantes están extendidas y tienen en sí relevancia por el capital y puestos laborales que generan.

Adicionalmente a las radiaciones ionizantes se han incluido en esta asignatura los láseres y sus aplicaciones. Las aplicaciones prácticas de los láseres son absolutamente incontables: se han convertido en aparatos de bajo coste y accesibles para el público en general. Menos conocidos son los láseres de alta intensidad que se utilizan en la industria o investigación, y serán estos últimos en los que se centre el contenido de esta asignatura.

El equipo docente de esta asignatura pertenece al grupo de investigación de tecnologías de fisión fusión y fuentes de irradiación (TECF3IR) de la UNED. Este grupo realiza tareas de investigación y desarrollo en protección radiológica de instalaciones de fusión nuclear y aceleradores, participando oficialmente en proyectos tan prestigiosos como el reactor ITER o la instalación de irradiación IFMIF-DONES.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Se recomienda que los estudiantes de esta asignatura hayan cursado previamente las materias “Fundamentos de Ciencia y Tecnología Nuclear” y “Protección Radiológica”. En esas asignaturas se cubre parcialmente el temario de esta asignatura, pero en un menor nivel de detalle.

En caso de no haber sido cursadas, el equipo docente le propondrá unas lecturas adicionales para mejor comprensión del temario de esta asignatura.

Es recomendable tener una comprensión del idioma inglés que permita la lectura de textos técnicos.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

FRANCISCO M. OGANDO SERRANO (Coordinador de asignatura)  
fogando@ind.uned.es  
91398-8223  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

PATRICK SAUVAN  
psauvan@ind.uned.es  
91398-8731  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ANTONIO JESUS LOPEZ REVELLES  
alopez@ind.uned.es  
91398-6464  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los estudiantes podrán contactar al equipo docente en cualquier momento y principalmente mediante el foro de comunicación del curso virtual, sobre todo para cuestiones que puedan ser del interés de todos los estudiantes. 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 que provee la UNED.

La dirección postal de los profesores se puede consultar en las páginas web de la ETSI Industriales:

- D. Francisco Ogando: Lunes y Miércoles de 16 a 18h. Despacho 0.15.
- D. Patrick Sauvan, Jueves de 16 a 20h. Despacho 0.16.
- D. Antonio Jesús López Revelles, Miercoles de 10 a 12. Despacho 0.18

El apoyo a los estudiantes se realizará tanto para asimilar los contenidos de la asignatura, explicar su modo de funcionamiento o de cualquier otra manera que mejore el rendimiento del estudio. En especial se anima a contactar, a los estudiantes que presenten lagunas iniciales de conocimiento, que puedan ser mitigadas con lecturas adicionales.

## 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

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

- Conocer las bases físicas de la aceleración de partículas, y las principales características de los diferentes tipos de aceleradores.
- Conocer las bases físicas y principales aplicaciones de los láseres intensos.
- Conocer las bases físicas y métodos para conseguir partículas neutras de alta energía.
- Conocer las principales aplicaciones prácticas de las fuentes de radiación ionizante y de los aceleradores de partículas.
- Ser capaz de analizar la problemática de protección radiológica asociada a las fuentes de radiación y aceleradores.

## CONTENIDOS

### Bloque 1: Principios físicos básicos

1. Electromagnetismo
2. Física atómica: efecto láser
3. Física nuclear: radiactividad
4. Interacción de la radiación con la materia

### Bloque 2: Métodos tecnológicos

1. Generación de radiación láser
2. Fuentes radiactivas
3. Aceleración de partículas
4. Producción de partículas secundarias: neutrones y radiación electromagnética

### Bloque 3: Uso seguro de los aceleradores y fuentes de irradiación

1. Aplicaciones industriales
2. Aplicaciones médicas
3. Aplicaciones en investigación
4. Protección radiológica en aceleradores

## METODOLOGÍA

La metodología de aprendizaje se basa en el modelo de educación a distancia de la UNED. Las actividades formativas están basadas principalmente en la interacción con el Equipo Docente y el trabajo autónomo de los estudiantes. El equipo docente proporcionará orientaciones y material de apoyo para el estudio de la asignatura y atenderán las consultas que planteen los alumnos. El trabajo autónomo estará marcado por una serie de actividades de aprendizaje, tales como el estudio de contenidos teóricos y la realización de pruebas de evaluación continua, prácticas virtuales de laboratorio y pruebas presenciales.

El alumno dedicará aproximadamente un 60% de la duración del curso a la lectura comprensiva del material de estudio de la asignatura. Durante el desarrollo del curso el estudiante deberá entregar una o más pruebas de evaluación a distancia y prácticas virtuales que supondrán alrededor del 30% del tiempo de estudio. Un 10% de la asignatura se dedicará a la preparación específica del examen presencial.

El marco en el que se desarrollará el curso será el curso virtual, que será la herramienta principal de comunicación entre los estudiantes y el equipo docente y de los estudiantes entre sí. A través de esta plataforma virtual el estudiante tendrá acceso principalmente a los siguientes elementos de apoyo:

1. El módulo de contenidos, en el que se pondrán a disposición de los estudiantes unos apuntes complementarios sobre mecánica de fluidos y una Guía de Estudio en la que se recogerán recomendaciones sobre el estudio de la asignatura y toda la información necesaria actualizada.
2. Prueba de evaluación continua, que constará de una serie de cuestiones teórico-prácticas que permitirá al estudiante hacer un seguimiento de su progreso en la adquisición y asimilación de conocimientos y servir de medio de evaluación junto con la prueba presencial.
3. Prácticas virtuales de simulación, en las que se propondrán unos problemas que deberán resolverse con la ayuda de las herramientas de simulación remota del área de ingeniería nuclear.
4. Los foros de debate, en los que el estudiante podrá ir planteando las dudas que le vayan surgiendo en el estudio de los contenidos de la asignatura, y en los que recibirá las correspondientes aclaraciones por parte del equipo docente. Los estudiantes también podrán participar en los foros contestando cuestiones formuladas por sus compañeros.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Tipo de examen                  | Examen de desarrollo |
| Preguntas desarrollo            | 5                    |
| Duración del examen             | 120 (minutos)        |
| Material permitido en el examen |                      |

No se permite ningún tipo de material.

**Criterios de evaluación**

Se suman las evaluaciones de cada pregunta, de modo independiente.

% del examen sobre la nota final 40

Nota del examen para aprobar sin PEC

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

Nota mínima en el examen para sumar la 4  
PEC

Comentarios y observaciones

No se puede aprobar la asignatura sin las PEC, que son de carácter obligatorio.

**CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS**

Requiere Presencialidad No

Descripción

Se trata de una serie de preguntas de desarrollo.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

Se trata de una serie de preguntas de desarrollo.

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega Junio

Comentarios y observaciones

Tienen carácter obligatorio.

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

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

Descripción

Las prácticas de simulación a distancia vía Internet se orientan fundamentalmente a que el alumno se familiarice con el diseño de blindajes y comprenda su enorme utilidad en el diseño de cualquier tipo de instalación nuclear.

Criterios de evaluación

Realización de una serie de ejercicios teórico prácticos.

Ponderación en la nota final 20%

Fecha aproximada de entrega Junio

Comentarios y observaciones

Tienen carácter obligatorio. En la Plataforma Alf de la asignatura se recoge toda la información precisa para el buen desarrollo de las prácticas vía Internet. En concreto, se proporciona los datos de acceso a los programas de prácticas, se indica la lista de los problemas seleccionados del texto de prácticas que se proponen para ser resueltos por el alumno, y se dan las indicaciones precisas sobre la presentación, forma de envío y fechas de entrega del trabajo.

### **¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La asignatura se aprueba si se obtiene una calificación igual o superior a cinco, pero además se fija como condicionante adicional para la superación de la misma, el que se ha de obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada una de las tres actividades de carácter obligatorio, esto es: prácticas de simulación a vía Internet, pruebas de evaluación continua y prueba presencial personal.

**La contribución de cada actividad en la nota final es:**

Prueba presencial: 40%

Prueba de evaluación continua: 40%

Prácticas virtuales: 20%

## **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Los profesores distribuirán en el curso virtual un texto básico al inicio del curso.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Se puede conseguir más información sobre el grupo TECF3IR a través de estos enlaces:

- Páginas oficiales UNED.
- Vídeo de presentación confeccionado por el CEMAV del a UNED.

## **RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA**

El principal medio de apoyo es el curso virtual, cuyo acceso se realiza a través del Campus UNED, utilizando el nombre de usuario y la clave que se facilitaron tras realizar la matrícula. En el curso virtual se incluyen foros de debate, anuncios y una guía de estudio de la asignatura.

Como parte de la asignatura se realizarán prácticas virtuales de protección radiológica. Para ello se contará con los computadores de simulación del área de ingeniería nuclear, con los que se interaccionará a través de internet mediante el navegador.

Se puede conseguir más información sobre el grupo TECF3IR a través de estos enlaces:

- Páginas oficiales UNED.
- Vídeo de presentación confeccionado por el CEMAV del a UNED.

## 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.