

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Diseño de reactores nucleares

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Diseño de reactores nucleares
<b>Titulación</b>	05AX - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	53001038
<b>Nombre en inglés</b>	Design of nuclear reactors

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

Ampliación de tecnología nuclear

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Tecnología nuclear: fundamentos de física de reactores de fisión

Centrales nucleares

Estructura de la materia

## Competencias

---

CE 10. - Aplicar los conocimientos adquiridos en la ciencia y tecnología nuclear para la práctica profesional en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para poner en marcha y operar una instalación nuclear.

CE 11 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en las metodologías de simulación y de diseño de los reactores de fisión y fusión nuclear.

CE 16 - Capacitar en el cálculo del diseño de los reactores nucleares, mediante herramientas computacionales de simulación neutrónica y termohidráulica. Resolver problemas, interpretar los resultados, y conocer las limitaciones y capacidades de la simulación.

CE 19 - Conocer las tecnologías innovadoras de los nuevos diseños de reactores nucleares, y de sus sistemas avanzados de seguridad.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas

CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares de la Ingeniería Energética.

CG 6. - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan), de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG 7 - Poseer habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando, de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, para su adecuado desarrollo profesional o como investigador

CG 8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA40 - Simulación numérica de Monte Carlo

RA36 - Aplicabilidad de los códigos de cálculo para física de reactores de fisión

RA41 - Diseño y análisis de reactores nucleares de fisión

RA44 - Destreza en la utilización de herramientas de simulación para reactores de fisión

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
García Herranz, Nuria ( <b>Coordinador/a</b> )	Despacho	nuria.garcia.herranz@upm.es	La hora previa a la impartición de las clases

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Los métodos de Monte Carlo son técnicas estocásticas para la resolución de diversos problemas a través de simulaciones numéricas que utilizan secuencias de números aleatorios. Hoy en día los métodos de Monte Carlo son ampliamente utilizados en diferentes campos de la física y la ingeniería, desde la astrofísica a la medicina nuclear. En particular en la industria nuclear, que necesita confiar en simulaciones numéricas precisas, estos métodos son prácticamente los únicos capaces de dar soluciones detalladas del transporte de radiación en sistemas complejos.

Este curso tiene como finalidad introducir al alumno en la utilización de este tipo de métodos computacionales y su aplicación al diseño de reactores nucleares. En primer lugar, se dota al alumno de los conocimientos básicos y específicos necesarios para llevar a cabo cálculos con códigos de transporte de radiación por el método de Monte Carlo. En segundo lugar, se presenta el código MCNP ampliamente utilizado en la industria, organismos reguladores y centros de investigación. Por último, se aplica dicho código a la evaluación del diseño de sistemas nucleares desde una perspectiva práctica.

De esta forma, el alumno se enfrentará a los mismos problemas que pueden surgirle en el ejercicio de su profesión: sabrá crear un modelo matemático de cualquier sistema, conocerá qué conjunto de datos necesita para su simulación con un código de Monte Carlo y qué resultados de interés puede obtener, aprendiendo a interpretar los resultados y a evaluar la bondad de los modelos y de las simulaciones realizadas.

## Temario

---

1. Fundamentos de los métodos de Monte Carlo
  - 1.1. Bases de las técnicas de Monte Carlo
  - 1.2. Generadores de números aleatorios
  - 1.3. Proceso de muestreo
  - 1.4. Análisis estadístico
  - 1.5. Aplicación al transporte neutrónico
2. Código de Monte Carlo
  - 2.1. Geometría
  - 2.2. Materiales
  - 2.3. Términos fuente
  - 2.4. Registros o tallies
  - 2.5. Técnicas de reducción de varianza
3. Aplicación al Diseño de Reactores: cálculos neutrónicos estacionarios
  - 3.1. Diseño de la pin-cell
  - 3.2. Diseño del elemento combustible
  - 3.3. Diseño del núcleo/agrupación de elementos

## Cronograma

**Horas totales:** 29 horas

**Horas presenciales:** 29 horas (37.2%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Impartición Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 3			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 4			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 5	<b>Impartición Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega Ejercicios Tema 1</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 6			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 7			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 8			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 9			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 10			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	

Semana 11	<b>Impartición Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega Ejercicios Tema 2</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 12			<b>Ejercicios de simulación Tema 3</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 13			<b>Ejercicios de simulación Tema 3</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Entrega Ejercicios Tema 3</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 14				<b>Presentación cuaderno electrónico elaborado</b> Duración: 02:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<b>Examen tipo test evaluación continua</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial <b>Examen final- Parte teórica</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial <b>Examen final - Parte práctica</b> Duración: 01:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Entrega Ejercicios Tema 1	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	15%	5 / 10	CG 1, CG 2, CG 8, CG 3, CE 16, CE 19, CG 7
11	Entrega Ejercicios Tema 2	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	15%	5 / 10	CG 1, CG 2, CG 8, CG 3, CE 16, CE 19, CG 7
13	Entrega Ejercicios Tema 3	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG 8, CG 3, CE 16, CE 19, CG 7, CG 1, CG 2
14	Presentación cuaderno electrónico elaborado	02:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	20%	5 / 10	CG 6.
17	Examen tipo test evaluación continua	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE 11, CE 10.
17	Examen final- Parte teórica	01:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE 11, CE 10.
17	Examen final - Parte práctica	01:00	Evaluación sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	60%	5 / 10	CG 1, CG 2, CG 8, CG 3, CE 16, CE 19, CG 6., CG 7

## Criterios de Evaluación

Dos opciones de evaluación a elegir por el alumno: 1) Evaluación continua 2) Evaluación final

1) Evaluación continua (la asistencia a clase es OBLIGATORIA)

- 40% de la nota por evaluación de un examen tipo test a celebrar el día del examen final
- 60% de la nota por entrega de ejercicios en un cuaderno electrónico. Dicho cuaderno se expondrá oralmente a final de curso (20%) y su elaboración será individual (40% por contenidos).

2) Evaluación final

- 40% de la nota por evaluación de un examen final tipo test
- 60% de la nota por evaluación práctica de destrezas en el uso de códigos de simulación de reactores de fisión



## Recursos Didácticos

---

<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>	<b>Observaciones</b>
Apuntes elaborados por el equipo docente	Bibliografía	Apuntes de la asignatura
A. Hébert, Applied Reactor Physics, Presses internationales Polytechnique, 2009	Bibliografía	Recomendada para consulta de los formalismos teóricos de los distintos temas
Plantillas de EXCEL	Otros	Plantillas elaboradas por el equipo docente para la realización de ejercicios del Tema 1
Programa en FORTRAN	Otros	Programa sencillo para ilustrar el transporte neutrónico por Monte Carlo
Manual código de Monte Carlo	Recursos web	Manual del código de Monte Carlo empleado