



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001590 - Neutrónica

PLAN DE ESTUDIOS

05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnologia Nuclear

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	8

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001590 - Neutrónica
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BF - Master universitario en ciencia y tecnología nuclear
Centro en el que se imparte	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Nuria Garcia Herranz (Coordinador/a)	Nuclear Planta1	nuria.garcia.herranz@upm.es	Sin horario. La hora previa a la impartición de las clases
Alfredo Lorente Fillol	Laboratorio	alfredo.lorente@upm.es	Sin horario. La hora previa a la impartición de las prácticas

Oscar Luis Cabellos De Francisco	Nuclear Planta2	oscar.cabellos@upm.es	Sin horario. La hora previa a la impartición de las clases
-------------------------------------	--------------------	-----------------------	---

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Tecnología nuclear: fundamentos de las desintegraciones, reacciones nucleares, ciclo neutrónico en reactores de fisión
- Centrales nucleares: reactores de fisión nuclear

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB06 - 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

CB07 - 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

CE02 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión

CE03 - Utiliza los datos y sistemas informáticos más empleados tanto en la investigación como en la industria nuclear para los sistemas de fisión y/o fusión

CE07 - Es capaz de trabajar profesionalmente en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para participar en la puesta en marcha y apoyo a operación de las instalaciones nucleares

CG01 - Tener conocimientos avanzados de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear

CG03 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

CT05 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano)

4.2. Resultados del aprendizaje

RA14 - Conocimiento del esquema de cálculo empleado para diseño y análisis de reactores de fisión

RA12 - Aplicabilidad de los códigos de cálculo para física de reactores de fisión

RA13 - Conocimiento avanzado del diseño de los núcleos de reactores de fisión

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que los alumnos adquieran un conocimiento avanzado en Física de Reactores Nucleares de Fisión, es decir, en la física de los sistemas donde se producen reacciones de fisión en cadena mantenidas y controladas. El comportamiento de tales sistemas está gobernado por la distribución de neutrones en su seno, por lo que la asignatura se centra en el estudio de la Neutrónica, disciplina que analiza la difusión de los neutrones a través de la materia, sus interacciones con los núcleos y los cambios en la materia debidos a dichas interacciones.

Además de para el estudio de reactores, la Neutrónica es fundamental en otras áreas como: evaluación de riesgo de criticidad en instalaciones donde se manipula material fisible, estudios de blankets para futuros reactores de fusión, estudios de protección radiológica, activación de estructuras por irradiación neutrónica, transmutación de residuos radiactivos o uso de neutrones en análisis de activación e imagen para aplicaciones industriales y

médicas. Por tanto, es fundamental que un ingeniero nuclear tenga una sólida formación en Neutrónica.

En relación a la Física de Reactores, su estudio se aborda en tres fases:

- 1) Caracterizando cómo interactúan los neutrones con la materia. Para ello se estudian con detalle los datos nucleares (producción y almacenamiento en librerías evaluadas, que se visualizan con el programa JANIS de la OCDE/NEA Data Bank).
- 2) Analizando cómo se mueven y distribuyen los neutrones en la materia. Para ello se estudia la teoría del transporte neutrónico y su aproximación de difusión.
- 3) Analizando cómo la distribución de neutrones determina el funcionamiento de los reactores en condiciones estacionarias y transitorias. Para ello se aborda el análisis de reactores con el simulador de núcleo desarrollado en la UPM COBAYA.

Aunque la asignatura se enfoca fundamentalmente a los reactores nucleares para producción de energía eléctrica, también se abordan características generales de los otros tipos de reactores: de investigación y de propulsión.

5.2. Temario de la asignatura

1. Datos nucleares
 - 1.1. Bases de datos nucleares. Visualización con JANIS
 - 1.2. Secciones eficaces con neutrones. Visualización y manipulación con JANIS
2. Transporte Neutrónico
 - 2.1. Ecuación del transporte neutrónico
 - 2.2. Métodos de resolución de la ecuación de transporte
 - 2.3. Aproximación de difusión
3. Análisis 3D de reactores
 - 3.1. Cálculos neutrónicos 3D: aproximación estándar
 - 3.2. Cálculos 3D con simulador de núcleo COBAYA

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Impartición Tema 1.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Ejercicios computacionales del Tema 1.1 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
3	Impartición Tema 1.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Ejercicios computacionales Tema 1.2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Impartición Tema 2.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega 1 de ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6	Ejercicios Tema 2.1 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
7	Impartición Tema 2.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Ejercicios computacionales Tema 2.2 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
9	Impartición Tema 2.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Ejercicios computacionales Tema 2.3 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Práctica de laboratorio: medida del flujo neutrónico Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación de la práctica de laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00
11	Ejercicios computacionales Tema 2.3 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			Entrega 2 de ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
12	Impartición Tema 3.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

13	Impartición Tema 3.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Ejercicios computacionales Tema 3.2 Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			Entrega 3 de ejercicios TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
15				
16				
17				Examen de evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Entrega 1 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CE03 CT12 CB06
10	Evaluación de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG03 CT01 CG01
11	Entrega 2 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CB07 CE03 CT12 CE07
14	Entrega 3 de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CB07 CE03 CT12 CE07
17	Examen de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CT05 CG01 CE02 CE07

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Evaluación de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG03 CT01 CG01
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	90%	5 / 10	CB06 CB07 CT05 CE03 CT12 CE02 CE07

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

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

1) Evaluación continua (la entrega de TODOS los ejercicios es OBLIGATORIA)

- 60% de la nota por evaluación de un examen a celebrar el día del examen final
- 30% de la nota por entrega de ejercicios de trabajo personal correspondientes a los tres módulos del temario
- 10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

2) Evaluación final

- 90% de la nota por evaluación de un examen final
- 10% de la nota por evaluación de las prácticas de laboratorio (OBLIGATORIAS)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes elaborados por el equipo docente	Bibliografía	Apuntes de la asignatura
Neutronics, A Nuclear Energy Division Monograph. CEA, 2015	Bibliografía	Muy recomendable. Se puede descargar en http://www.materials.cea.fr/en/PDF/MonographiesDEN/Neutronics_CEA-en.pdf
Reuss P., Neutron Physics, EDP Sciences, 2008	Bibliografía	Otra bibliografía para profundizar

Stacey W.M., Nuclear Reactor Physics, Ed. John Wiley & Sons, 2001	Bibliografía	Otra bibliografía para profundizar
Código MARIA	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos
Código JANIS	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos
Código COBAYA	Otros	Código de simulación computacional con el que se resolverán parte de los ejercicios propuestos