



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53002041 - Simuladores De Centrales Avanzadas

PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	4
5. Cronograma.....	7
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	11
8. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002041 - Simuladores de Centrales Avanzadas
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Oscar Luis Cabellos De Francisco (Coordinador/a)	Edif Nucl 2a	oscar.cabellos@upm.es	Sin horario. Hora previa a la clase. Solicitar tutoría por email antes.
Eduardo Florentino Gallego Diaz	Edif Nucl 1a	eduardo.gallego@upm.es	Sin horario. Hora previa a la clase. Solicitar tutoría por email antes.

Nuria Garcia Herranz	Edif Nucl 1a	nuria.garcia.herranz@upm.es	Sin horario. Hora previa a la clase. Solicitar tutoría por email antes.
----------------------	--------------	-----------------------------	---

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

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.

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

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

CE1 - Ser capaz de aplicar conocimientos y capacidades a estudiar, analizar y auditar programas de optimización energética en los diferentes sectores industriales, residenciales, domésticos, plantas de potencia y a la industria térmica y de fluidos en general, en los ámbitos de la eficiencia, la diversificación y la reducción de su impacto en el medio ambiente.

CE16 - Aplicar conocimientos y habilidades adquiridas para la práctica profesional de alto nivel y la gestión de equipos en las empresas del sector energético.

CE3 - Utilizar las herramientas necesarias para el diseño y análisis de sistemas de generación, transformación, almacenamiento y utilización de energías nucleares, mecánicas, eléctricas, térmicas e hidráulicas.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG2 - 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.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

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

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA67 - Saber realizar el diseño y análisis de reactores nucleares de fisión

RA68 - Destreza en la utilización de herramientas de simulación para diseño y análisis de sistemas nucleares

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Objetivos generales de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo familiarizar a los alumnos con las herramientas de simulación, y en particular, con el uso de simuladores de plantas de generación de energía eléctrica y de otro tipo de procesos industriales.

Hoy en día, la simulación computacional de los procesos que tienen lugar en una instalación industrial permite el análisis de múltiples escenarios útiles para la operación y optimización de la planta, siendo además los simuladores las herramientas básicas utilizadas para la formación y entrenamiento de los operadores de instalaciones industriales, permitiendo transformar el conocimiento científico en un proyecto práctico y real.

A continuación, se exponen los dos objetivos fundamentales de la asignatura:

1. El primer objetivo de la asignatura es introducir al alumno en las diferentes etapas que constituyen el propio diseño de un simulador, y su aplicación a un reactor de una central nuclear de agua a presión.
2. El segundo objetivo de la asignatura será la utilización del simulador de un reactor de una central de agua a presión tipo Westinghouse de 1000MWe. Se simulará la operación del reactor en el arranque, en condiciones de operación nominal e incluso en transitorios de operación (como subidas y bajadas de potencia).

Resultados del aprendizaje

- Conocimiento del esquema de cálculo empleado para diseño y análisis de reactores de fisión
- Poder aplicar códigos de cálculo para física de reactores de fisión
- Realizar el diseño y análisis de reactores nucleares de fisión

- Destreza en la utilización de herramientas de simulación para reactores de fisión
- Saber validar y verificar los modelos
- Saber utilizar simuladores convencionales y avanzados
- Conocimiento avanzado del diseño de los núcleos de reactores de fisión

En definitiva, el alumno deberá comparar los resultados de sus simulaciones con los valores del diseño y de la operación real de una central nuclear de agua a presión. Los resultados de las simulaciones deberán estar siempre dentro de los criterios de diseño y seguridad del reactor. En esta asignatura se utilizarán las herramientas de simulación, códigos de cálculo y bases de datos de: i) la Agencia de Energía Nuclear (NEA, París), ii) el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA, Viena), y iii) el Departamento de Ingeniería Energética (Área Nuclear) (códigos COBAYA y SIMULA).

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción. ¿Qué es un simulador?
2. Introducción a la simulación: metodología de simulación de PWR
3. Las bases de datos del simulador: los datos nucleares
4. Procesamiento y validación de las bases de datos nucleares
5. Benchmarking y validación del simulador
6. Códigos de cálculo para la simulación
7. Diseño y especificaciones de funcionamiento del reactor
8. El simulador SEANAP. Introducción. Modelización del reactor
9. El simulador SEANAP. Simulación de la operación nominal
10. El simulador SEANAP. Simulación de transitorios operacionales

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ES UN SIMULADOR? Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	VISITA AL SGI-ZORITA Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN: METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN DE UN PWR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	LAS BASES DE DATOS DEL SIMULADOR: LOS DATOS NUCLEARES Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE LAS BASES DE DATOS NUCLEARES Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	BENCHMARKING Y VALIDACIÓN DEL SIMULADOR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	CÓDIGOS DE CÁLCULO PARA LA SIMULACIÓN Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega de ejercicios de clase TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
8	EL SIMULADOR SEANAP Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	INTRODUCCIÓN. MODELIZACIÓN DEL REACTOR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN NOMINAL Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

11	EJERCICIOS: SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN NOMINAL Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Trabajo individual con el simulador SEANAP TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00 Prueba individual con el simulador SEANAP TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00
12	SIMULACIÓN DE TRANSITORIOS OPERACIONALES Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	EJERCICIOS: SIMULACIÓN DE TRANSITORIOS OPERACIONALES Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
14	PRESENTACION DE EJERCICIOS. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			Presentación y defensa del trabajo en equipo con el simulador SEANAP TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				Examen final, que debe aprobarse con una nota igual o mayor que 5. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Entrega de ejercicios de clase	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG1 CB7 CT1 CE1
11	Trabajo individual con el simulador SEANAP	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	40%	5 / 10	
14	Presentación y defensa del trabajo en equipo con el simulador SEANAP	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CB9 CB10 CT1 CT4 CT7 CT11 CT12 CE16 CG2 CE3

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Prueba individual con el simulador SEANAP	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CT4 CT7 CT11 CB10
17	Examen final, que debe aprobarse con una nota igual o mayor que 5.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	5 / 10	CG1 CB7 CB9 CT1 CT12 CE16 CG2 CE3 CE1

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

Preferencia de EVALUACIÓN PROGRESIVA . La evaluación de la asignatura será progresiva y consistirá en las siguientes actividades:

1) Prueba de evaluación de las semanas 1-7

- Entrega de ejercicios de clase (20%)

2) Presentación y defensa del trabajo individual y en equipo de las semanas 7-14

- Trabajo individual con el simulador (40%)

- Presentación y defensa del trabajo en equipo (40%)

EVALUACIÓN mediante prueba GLOBAL

Si el alumno no supera la asignatura mediante la evaluación progresiva, podrá optar a una evaluación mediante prueba global,

donde se evaluarán las siguientes actividades

1) Prueba de evaluación final (con nota ≥ 5)

- Prueba escrita (80%)

2) Ejercicio de simulación con el simulador (con nota ≥ 5)

- Trabajo individual (20%)

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA. Consistirá en

- Examen extraordinario. Deberá obtenerse una nota igual o superior a 5 (80%)

- Prueba de conocimiento del simulador (con nota ≥ 5) (20%)

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes Asignatura	Bibliografía	Apuntes elaborados por el equipo docente. Apuntes de la asignatura, mayoritariamente en forma de presentaciones en PowerPoint.
Simulador SEANAP	Otros	Simulador Reactor para sistemas Windows
JANIS	Recursos web	Aplicación lectura de Bases de Datos Nucleares: http://www.oecd-nea.org/janis

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

COMUNICACIÓN alumnos-docentes:

La solicitud de tutorías o consultas puede realizarse preferentemente via correo electrónico para acordar una fecha y lugar/medio de reunión, bien presencial o telemática.

PLATAFORMAS TELEMÁTICAS para realizar actividades:

Se usará de modo preferente Teams.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En lo que respecta a la asignatura son varios los ODS que de una u otra manera tienen relación con la docencia impartida sobre "simuladores de centrales avanzadas".

Se citan a continuación algunas de las reseñas indicadas por el OIEA sobre el uso de la energía nucleoelectrica (<https://www.iaea.org/es/el-oiea/objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods>):

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

- La energía nucleoelectrica es una fuente fiable y baja en carbono que muchos países en la actualidad

están incorporando o considerando incorporar a su mix-energético.

ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

- El cambio climático se ha convertido en uno de los mayores retos ambientales a escala mundial. Dado que las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano aceleran el cambio climático, los países tratan de mitigarlas desarrollando planes de energía sostenible, muchos de los cuales incluyen la energía nucleoelectrónica.

La asignatura trabaja estos aspectos mediante el desarrollo y el uso de simuladores de reactores nucleares que permiten mejorar la eficiencia del combustible nuclear, aumentar la seguridad durante la operación del reactor, optimizar las maniobras operacionales para reducir residuos radiactivos, etc..

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

- El desarrollo sostenible no puede lograrse con la participación de una única organización o un único Gobierno. Las alianzas son un elemento fundamental para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- El OIEA, la NEA y otras instituciones internacionales desempeñan un papel importante en la agenda mundial para el desarrollo sostenible al ayudar a los países a utilizar la ciencia nuclear para cumplir sus objetivos de desarrollo y trabajar conjuntamente.
- Esta ayuda consiste en intercambio conocimientos a través de proyectos de investigación, distribución de bases de datos nucleares y software de simuladores de reactores nucleares, proyectos/reuniones de cooperación técnica,...
- Establecimiento de guías y normativas internacionales, etc...