



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

53001040 - Fusion Nuclear

PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - 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
9. Otra información.....	9

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001040 - Fusion Nuclear
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AX - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Manuel Cotelo Ferreiro (Coordinador/a)		manuel.cotelo@upm.es	Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico.
Eduardo Oliva Gonzalo		eduardo.oliva@upm.es	Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico.

Pedro Velarde Mayol		pedro.velarde@upm.es	Sin horario. Es necesario solicitar la tutoría mediante correo electrónico.
---------------------	--	----------------------	---

* 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

- Física Nuclear

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Estructura de la materia
- Teoría del transporte de partículas y radiaciones
- Tecnología Nuclear
- Electromagnetismo

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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 13. - Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios, en el tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos producidos en el combustible de los reactores nucleares, en la industria y en las aplicaciones de los radioisótopos, incluyendo reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CE 25 - Conocer y entender los principios de las Tecnologías de Generación de Energía por Fusión Nuclear

magnética e inercial, y de la Física de los Plasmas.

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA30 - Entender de los Principios de la Tecnología de Generación de Energía por Fusión Nuclear por Confinamiento Magnético e Inercial.

RA31 - Analizar el estado de instalaciones actuales y futuras. Sistemas y Materiales.

RA29 - Conocer los Principios de la Física de los Plasmas de alta y baja densidad con ó sin campos electromagnéticos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura parte de la introducción a fusión nuclear vista en Tecnología Nuclear y de los conocimientos de la reacción de fusión impartidos en Física Nuclear. Por tanto, el alumno profundizará en los fundamentos de la Fusión Nuclear como fuente de energía así como en el análisis crítico de las tecnologías en desarrollo para su futura implantación comercial. La asignatura comienza con una introducción a modo de resumen de conocimientos vistos en otras asignaturas previas de la titulación. A partir de esto se estudiarán los plasmas aplicados a fusión nuclear y la asignatura finalizará con un amplio estudio de las tecnologías para reactores de fusión nuclear.

5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos de Fusión Nuclear
 - 1.1. Reacciones de fusión nuclear y cinética de reacciones
 - 1.2. Física de plasmas aplicada a fusión nuclear
2. Plasmas de fusión nuclear
 - 2.1. Confinamiento inercial
 - 2.1.1. Tipos de blancos
 - 2.1.2. Interacción láser-blanco
 - 2.1.3. Compresión hidrodinámica
 - 2.1.4. Esquemas de ignición
 - 2.1.5. Ganancia de energía
 - 2.2. Confinamiento magnético
 - 2.2.1. Tokamak y stellarator
 - 2.2.2. Calentamiento del plasma
 - 2.2.3. Ignición y ganancia
 - 2.2.4. Efectos de borde
 - 2.2.5. Inestabilidades
3. Tecnologías de planta de potencia
 - 3.1. Interacción Radiación-Materia
 - 3.2. Confinamiento inercial
 - 3.2.1. Sistemas de planta
 - 3.2.2. Tipos de cámara
 - 3.2.3. De NIF y LMJ a plantas de potencia
 - 3.3. Confinamiento magnético
 - 3.3.1. Tecnologías de calentamiento
 - 3.3.2. Primera pared, divertor y manto reproductor
 - 3.3.3. De JET e ITER a plantas de potencia

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Fundamentos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Entrega de trabajos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
8	Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Plasmas de fusión: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11	Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: inercial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12	Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

14	Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tecnologías: magnético Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Entrega de trabajos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				Examen Evaluación Continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 02:00 Examen final 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.

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
7	Entrega de trabajos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	15%	4 / 10	CE 11 CE 13. CG 7
14	Entrega de trabajos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	15%	4 / 10	CE 11 CE 13. CG 7
17	Examen Evaluación Continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	70%	4 / 10	CE 11 CE 25

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE 11 CE 13. CG 7 CE 25

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

- Evaluación continua: La evaluación continua se compone de dos partes. La primera parte estará formada por varias entregas de ejercicios que supondrán el 30% de la calificación final. La segunda parte será la presentación a toda la clase de un trabajo monográfico sobre una parte de la asignatura. Al final de la presentación de cada alumno los profesores formularán preguntas sobre el trabajo. Esta actividad puede extenderse a varias sesiones dependiendo del número de alumnos y se considerará la asistencia.
- Evaluación Final: La evaluación final se realizará mediante un examen escrito al final de curso que formará el 100% de la evaluación de la asignatura.
- Al comienzo de curso se considerará que todos los alumnos serán evaluados mediante Evaluación Continua. En caso de que un alumno dese cambiar el modo de evaluación, deberá notificarlo. Al comienzo del curso se informará de los alumnos de la fecha límite para poder realizar el cambio de modalidad y de cómo deben notificarlo.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bibliografía	Bibliografía	Referencias bibliográficas relevantes comentadas.
Recursos web	Recursos web	Aplicaciones abiertas, simuladores y páginas de referencia, comentadas para profundizar en la asignatura.
Apuntes	Otros	Apuntes de asignatura con el contenido completo de la asignatura y aspectos adicionales para autoestudio.
Moodle	Recursos web	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Los alumnos dispondrán de todos los recursos y actividades a través de la plataforma Moodle de la UPM. La comunicación entre alumno y profesores se realizará preferentemente a través de la plataforma Moodle.

La Fusión Nuclear es una nueva fuente de energía con un enorme potencial por explotar. Este potencial puede ayudarnos a alcanzar varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS7 Energía asequible y no contaminante: El potencial de explotación de la Fusión Nuclear es virtualmente inagotable. Por tanto se puede hacer un uso sostenible de esta fuente de energía en el tiempo y además se basa en recursos muy abundantes, por lo que cualquier nación puede acceder a esta fuente de energía. Además es una fuente de energía con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de residuos radiactivos es mucho más limitada que en la tecnología de fisión nuclear.
- ODS9 Industrial, innovación e infraestructuras: El desarrollo de la Fusión Nuclear requiere todavía el desarrollo de nuevas técnicas y materiales para poder explotarla de manera controlada y segura. Estos desarrollos generarán un avance tecnológico del que pueden aprovecharse la industria y por tanto hacer crecer a las economías de los países.
- ODS13 Acción por el clima: Al ser la Fusión Nuclear una tecnología de producción de energía de bajas emisiones de gases de efecto invernadero, nos ayuda a mitigar el cambio climático al reducir las emisiones derivadas de la producción de energía.