



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energia

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

63000198 - Sistemas Eficientes de Multigeneracion de Energia

PLAN DE ESTUDIOS

06AH - M U En Eficiencia Energetica En La Edificacion La Industria Y El Transporte

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	63000198 - Sistemas Eficientes de Multigeneracion de Energia
No de créditos	1.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06AH - M U En Eficiencia Energetica En La Edificacion La Industria Y El Transporte
Centro responsable de la titulación	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Teodoro Adrada Guerra (Coordinador/a)	A-240	t.adrada@upm.es	Sin horario. Se comunicarán al inicio del curso
Luis Miguel Rodriguez Anton	C-303	lm.rodriguez@upm.es	Sin horario. Se comunicarán al inicio del curso

Fernando Gutierrez Martin	A-317	fernando.gutierrez@upm.es	Sin horario. Se comunicarán al inicio del curso
---------------------------	-------	---------------------------	---

* 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 M U en Eficiencia Energetica en la Edificacion la Industria y el Transporte no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ingeniería Térmica y Termodinámica
- Tecnología Eléctrica

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

CB08 - 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

CB09 - 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.

CE01 - Aplicar criterios científicos y técnicos avanzados de eficiencia energética a los sistemas de generación de energía eléctrica, térmica, multigeneración y almacenamiento de energía, con un alto grado de integración de energías renovables

CE02 - Conocer las tecnologías, componentes, sistemas y rendimiento energético de generación de energía con energías renovables con especial énfasis en el rendimiento energético de los mismos

CE03 - Conocer las tecnologías de almacenamiento de energía y su influencia en la eficiencia energética de los procesos de generación de energía.

CE05 - Capacidad para la aplicación de soluciones eficientes de generación de energía a nivel local, autoconsumo, etc. que permitan disminuir las pérdidas de distribución de energía

CE07 - Analizar la situación actual y las perspectivas de futuro de los sistemas de generación de energía desde el punto de vista de la eficiencia energética

CG20 - Capacidad de innovación para identificar formular y resolver problemas de eficiencia energética dentro de los contextos multidisciplinares de la Ingeniería Energética

CG21 - Capacidad de autoaprendizaje y formación continua en el ámbito de la aplicación de criterios de eficiencia energética

CG23 - Poseer capacidades personales para diseñar, desarrollar, gestionar y mejorar proyectos en los distintos ámbitos energéticos

CG24 - Comprender el impacto de la eficiencia energética en la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y Responsable

4.2. Resultados del aprendizaje

RA133 - RA3 - Conocimiento aplicado sobre la tecnología del hidrógeno

RA134 - RA4 - Conocimiento aplicado sobre los sistemas de almacenamiento de energía

RA131 - RA1 - Conocimiento aplicado sobre los sistemas de cogeneración

RA132 - RA2 - Conocimiento aplicado sobre pilas de combustible

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Sistemas Eficientes de Multigeneración de Energía es una asignatura que comprende seis temas relacionados con diferentes tecnologías de producción y almacenamiento de energía (térmica, eléctrica, etc.) .

La asignatura comienza estudiando los sistemas de cogeneración industriales utilizando combustibles fósiles y procesos de gasificación con biomasa , para pasar después , al concepto de generación distribuida y sistemas de microgeneración aplicados a edificios de viviendas, hospitales, polideportivos, etc..

Se estudia a continuación la tecnología del hidrógeno , sus métodos de obtención, almacenamiento, transporte y distribución y normativa y seguridad . En el siguiente tema se estudia la pila de combustible, los diferentes tipos de pilas y su utilización para producción de energía eléctrica .

Por último, se estudian las diferentes tecnologías de almacenamiento de energía para su transformación en energía eléctrica , su influencia en la red eléctrica : aplicaciones de garantía de potencia y de calidad de suministro.

5.2. Temario de la asignatura

1. TEMA 1: Introducción a la cogeneración. Tecnologías y parámetros básicos
 - 1.1. Concepto e interés de la cogeneración
 - 1.2. Ventajas e inconvenientes
 - 1.3. Ciclo de cabecera y ciclo de cola
 - 1.4. Funcionamiento en isla o conectados a red
 - 1.5. Aplicaciones según relación calor/ electricidad
 - 1.6. Turbinas de vapor a contrapresión
 - 1.7. Turbinas de vapor de condensación con extracción
 - 1.8. Turbinas de gas
 - 1.9. Motor alternativo de combustión interna
 - 1.10. Ciclo combinado
 - 1.11. Ciclo de absorción. Trigeneración
2. TEMA 2: Cálculos energéticos
 - 2.1. Definiciones de parámetros
 - 2.2. Cálculo del calor demandado según el medio transmisor
 - 2.3. Cálculo del calor útil
 - 2.4. Cálculo de la electricidad de cogeneración
 - 2.5. Parámetros característicos de las plantas de cogeneración
3. TEMA 3: Generación Distribuida
 - 3.1. Concepto de generación distribuida: Calidad de suministro y garantía de potencia
 - 3.2. Cogeneración con biomasa : Biogás y Syngas
 - 3.3. Microcogeneración aplicada al sector terciario
4. TEMA 4: Tecnología del hidrógeno.
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Propiedades del hidrógeno
 - 4.3. Almacenamiento, transporte y distribución de hidrógeno
 - 4.4. Utilización del hidrógeno para generación de energía eléctrica, pilas de combustible, transporte, etc.

- 4.5. Métodos de obtención de hidrógeno
- 4.6. Normativa y seguridad
- 5. TEMA 5: Pila de combustible. Tipos y Aplicaciones
 - 5.1. Principio de funcionamiento de una pila de combustible
 - 5.2. Características técnicas. Constitución
 - 5.3. Rendimiento termodinámico
 - 5.4. Relación densidad de corriente/ tensión y potencia
 - 5.5. Tipos de pilas: PAFC, MCFC, PEMFC, SOFC, AFC
 - 5.6. Aplicaciones de las pilas: automoción , generación de energía eléctrica , cogeneración , viviendas, etc.
- 6. TEMA 6: Almacenamiento de energía
 - 6.1. Introducción. Estado del arte de las tecnologías de almacenamiento de energía
 - 6.2. Generación distribuida : Beneficios del almacenamiento de energía
 - 6.3. Características técnicas: tiempo de carga y descarga, autonomía, durabilidad, etc
 - 6.4. Almacenamiento a gran escala ; hidroeléctrica reversible, térmico (frío / calor)
 - 6.5. Almacenamiento en redes eléctricas: baterías, supercondensadores y superconductores, volante de inercia y aire comprimido
 - 6.6. Almacenamiento a nivel de usuario: baterías y volantes de inercia

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	TEMA 1 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral TEMA 2 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	TEMA 2 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	TEMA 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral TEMA 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
4	TEMA 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			CONTROL DE EVALUACIÓN 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00
5	TEMAS 5 Y 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral TEMAS 5 Y 6 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6				CONTROL DE EVALUACIÓN 2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

15				
16				
17				EXAMEN PRUEBA FINAL EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00 ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:00

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
3	ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	15%	3 / 10	CB06 CE01 CE05 CE07 CG20
4	CONTROL DE EVALUACIÓN 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	3 / 10	CB07 CG23
5	ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	5%	3 / 10	CB06 CE01 CE05 CE07 CG20
6	CONTROL DE EVALUACIÓN 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	3 / 10	CB07 CE03 CG20 CG23

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	EXAMEN PRUEBA FINAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	4 / 10	CG20 CG23 CB07 CE03
17	ENTREGA DE PROBLEMAS PROPUESTOS	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CB06 CE01 CE05 CE07 CG20

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación continua

Para optar por una evaluación continua y debido al carácter técnico de dicha materia, se exigirá una asistencia del 80% a las clases teóricas y problemas.

La calificación final comprende dos apartados (A, B) que se especifican a continuación:

A. Trabajos individuales de los problemas propuestos (NP). Cada problema entregado se puntuara sobre 10 puntos. La nota final resultante será la media ponderada de todos los problemas entregados. Para poder aprobar la asignatura, NP deberá ser mayor de 4 puntos.

B. Exámenes escritos (NE): Cada uno de los exámenes se calificará sobre 10 puntos. La nota NE se obtendrá por promedio de todos ellos. Para promediar las notas correspondientes a los diferentes exámenes, la nota mínima de la parte de problemas, de la parte de teoría y del examen completo deberá ser de 3 puntos.

$$\text{Calificación final} = 0,20 (\text{NP}) + 0,8(\text{NE}) (*)$$

NOTA : Los alumnos que suspendan por evaluación continua no podrán presentarse a la convocatoria de " sólo prueba final ".

Evaluación mediante sólo prueba final

Los alumnos podrán solicitar la evaluación mediante sólo prueba final como plazo máximo la tercera semana de docencia de la asignatura

El examen final se divide en 2 partes; una primera parte teórica y una segunda consistente en la resolución de problemas.

Para los casos de convocatoria extraordinaria y modalidad de "sólo prueba final" se realizará un examen teórico, que comprenderá preguntas de teoría correspondiente al programa de la asignatura y problemas. La calificación del examen (NE) será sobre 10 puntos. Para superar el examen es necesario obtener en cada parte una nota

mínima de 4 puntos.

Para poder presentarse al examen es obligatorio haber realizado los trabajos individuales de los problemas propuestos (NP).

En esos casos, la calificación final de la asignatura se obtendrá aplicando

$$\text{Calificación final} = 0,20 \text{ (NP)} + 0,8 \text{ (NE)} (*)$$

(*) Se considera que un alumno supera la asignatura cuando su Calificación Final es igual a 5 o superior.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
LIBRO 1	Bibliografía	Boyle G. (1996) . Renewable energy. Editorial: Oxford Univerity Press. (New York)
LIBRO 2	Bibliografía	Fuell cell technology handbook. Editorial CRC Press LLC. Varios autores
LIBRO 3	Bibliografía	Rodriguez Antón, LM. Apuntes de Ingeniería Térmica.ETSIDI-UPM.Madrid 2011
LIBRO 4	Bibliografía	Mario Villares. Cogeneración. Editorial Fundación Confemetal. 2003
LIBRO 5	Bibliografía	Guía básica de la microcogeneración. FENERCOM 2012
RECURSO 1	Recursos web	Plataforma virtual Moodle
LABORATORIO 1	Equipamiento	Laboratorio de Ingeniería Térmica

LABORATORIO 2	Equipamiento	Laboratorio de Medio Ambiente
LABORATORIO 3	Equipamiento	Laboratorio de Máquinas Eléctricas
BIBLIOTECA	Otros	Biblioteca del Centro

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Clases de teoría : Los conceptos básicos de cada tema serán presentados mediante clases expositivas con el propósito de aportar información, generar la comprensión y estimular el interés del alumno.

Clases de problemas: Constituyen una actividad didáctica complementaria de las lecciones teóricas, ya que tanto los problemas como los ejercicios prácticos de aplicación pretenden clarificar, asentar y aplicar los conocimientos teóricos, presentándolos de forma estructurada y en orden de dificultad progresiva

Trabajos individuales: El alumno de forma individual se enfrenta a la resolución, entrega y exposición de los problemas una vez que dispone de la información teórica necesaria. Este ejercicio le ayuda a comprender y aplicar los conceptos básicos estudiados y da lugar a un debate en el grupo sobre la materia tratada en el problema.

Trabajos en grupo : Los equipos de trabajo permiten incrementar la participación de los alumnos y su motivación. Con las acciones cooperativas se pretende fomentar el diálogo y enseñar a escuchar de modo comprensivo, estimular el intercambio de ideas, informaciones y sugerencias, fortalecer el espíritu de grupo, preparar para realizar discusiones dirigidas, ejercitar la imaginación creadora mediante "tormenta de ideas", fomentar la revisión bibliográfica para documentarse en trabajos monográficos, mejorar las capacidades de expresión escrita y oral mediante la presentación de las diferentes acciones propuestas en seminarios de clase, etc.

Se propondrán trabajos en grupo en función del número de alumnos matriculados

Tutorías : Se plantean en tres niveles:

- Consulta tradicional sobre dudas de aspectos teóricos, prácticos o experimentales de la asignatura.
- Soporte para la preparación de los trabajos individuales

Soporte para la preparación de los trabajos en grupo.