

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Diseño de centrales eléctricas

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Diseño de centrales eléctricas
Titulación	56IE - Grado en Ingeniería Eléctrica
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial
Semestre/s de impartición	Sexto semestre
Módulos	Especialidad
Materias	Diseño de centrales eléctricas
Carácter	Optativa
Código UPM	565000266
Nombre en inglés	Design of power plants

Datos Generales

Créditos	6	Curso	3
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Eléctrica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Eléctrica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Termodinámica

Medio ambiente

Transmisión de calor

Mecánica de fluidos

Ampliación de máquinas eléctricas

Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

Competencias

- CE24 - Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones.
- CE27 - Capacidad para el diseño de centrales eléctricas.
- CE28 - Conocimiento aplicado sobre energías renovables.
- CG1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial
- CG2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas
- CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en contextos amplios, siendo capaces de integrar los trabajando en equipos multidisciplinares
- CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable
- CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado
- CG7 - Incorporar las TIC y las tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.
- CG9 - Organización y planificación de proyectos y equipos humanos. Trabajo en equipo y capacidad de liderazgo.

Resultados de Aprendizaje

- RA151 - RA4 -Adquirir los conocimientos en problemas de optimización económica con flujos de potencia
- RA152 - RA5- Estudiar el comportamiento eléctrico del generador síncrono y su regulación
- RA7 - Capacidad para el diseño de centrales eléctricas.
- RA153 - RA6- Conocer las centrales de producción de energía eléctrica con fuentes renovables
- RA149 - RA2 - Conocer las diferentes tecnologías de producción de energía eléctrica y su problemática medioambiental
- RA150 - RA3 - Estudiar la configuración del SEP , su regulación y control

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Adrada Guerra, Teodoro (Coordinador/a)	A-240	t.adrada@upm.es	L - 09:00 - 17:00

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

La asignatura de Diseño de Centrales Eléctricas es una asignatura que estudia una gran variedad de temas, todos ellos relacionados con las diferentes tecnologías de producción de energía eléctrica, ya sea con el consumo de combustibles fósiles o con energías renovables.

La asignatura comienza estudiando los diferentes tipos de fuentes de energía primaria y el impacto ambiental originado por su utilización en las diferentes tecnologías de producción de energía eléctrica. Se continúa viendo tecnologías de producción de energía eléctrica más eficientes y sostenibles medioambientalmente. Una vez vistos estos temas previos, se analiza la cobertura de la demanda de energía eléctrica, y la configuración y funcionamiento del mercado de compra y venta de energía. Se estudian temas como: programación de la generación según el coste de oportunidad de cada central, despacho económico con resolución de problemas de flujo de potencias con restricciones técnicas mediante técnicas de optimización.

Los siguientes temas de la asignatura tratan sobre el estudio del generador síncrono desde el punto de vista de su regulación, conociendo el diagrama de capacidad y su circuito equivalente. Esto permite poder abordar los temas de control automático de la generación: control potencia activa - frecuencia, control potencia reactiva - tensión y estabilidad transitoria.

El siguiente tema que se estudia en la asignatura trata sobre los servicios auxiliares de una central de producción de energía eléctrica, para poder pasar a los temas donde se describen y analizan los diferentes tipos de centrales: centrales de térmicas de carbón, centrales térmicas de gas y ciclo combinado, centrales de cogeneración con gas natural, centrales nucleares y centrales hidroeléctricas convencionales y de bombeo.

Temario

1. Tema 1: Recursos energéticos y la producción de electricidad
 - 1.1. 1.1 Reservas y recursos energéticos
 - 1.2. 1.2 Clasificación y tipos de centrales eléctricas
 - 1.3. 1.3 Estudio de los diferentes tipos de fuentes de energía primaria
2. Tema 2: Energía eléctrica y Desarrollo Sostenible. Impacto medioambiental
 - 2.1. Introducción al Desarrollo Sostenible
 - 2.2. Protocolo de Kioto. Costes de emisión de CO₂
 - 2.3. Procesos de combustión
 - 2.4. Impacto ambiental de las diferentes tecnologías
3. Tema 3 : Tecnologías más eficientes de producción de energía eléctrica
 - 3.1. Técnicas de mejora de la eficiencia
 - 3.2. Nuevas tecnologías de uso de carbón
 - 3.3. Tecnología de la gasificación del carbón
 - 3.4. Captura y almacenamiento del CO₂

4. Tema 4: Cobertura de la demanda de energía eléctrica
 - 4.1. Estudio de la demanda de energía eléctrica
 - 4.2. Configuración del SEP
 - 4.3. Configuración y funcionamiento del mercado de energía eléctrica español
 - 4.4. Tarifas , precios y costes de la energía eléctrica
 - 4.5. Programación de la generación
 - 4.6. Parámetros relativos a la producción
 - 4.7. Calidad de suministro .Indicadores
5. Tema 5: Despacho económico. Optimización
 - 5.1. Curva de costes o consumo específico
 - 5.2. Despacho económico
 - 5.3. Resolución de problemas de flujo de potencias con restricciones técnicas mediante técnicas de optimización
 - 5.4. Factores de penalización asociados a cada central.
6. Tema 6: Estudio del generador síncrono. Diagrama de capacidad
 - 6.1. Tipos de generadores. Aspectos constructivos
 - 6.2. Circuito eléctrico equivalente por fase . Diagrama vectorial
 - 6.3. Diagrama de capacidad. Valores p.u.
 - 6.4. Estudio del generador conectado a un nudo de potencia infinita
7. Tema 7: Control automático de la generación. Control Potencia activa -frecuencia . Estabilidad transitoria
 - 7.1. Objetivo y estructura del control automático
 - 7.2. Control primario . Regulador de velocidad
 - 7.3. Control secundario. Áreas interconectadas. Error de control de área
 - 7.4. Control terciario. Optimización
 - 7.5. Estabilidad transitoria. Ecuación de oscilación
8. Tema 8: Control automático tensión- potencia reactiva
 - 8.1. Sistemas de excitación del generador síncrono. Sistemas de autoexcitación
 - 8.2. Sistemas de regulación U-Q primario y secundario
 - 8.3. Control primario. Regulador de tensión
 - 8.4. Control secundario y terciario U-Q
9. Tema 9: Esquemas eléctricos . Servicios auxiliares
 - 9.1. Estudio de los diferentes esquemas eléctricos
 - 9.2. Servicios auxiliares de las centrales. Consumo energético
 - 9.3. Suministro de reserva

- 10. Tema 10: Centrales eléctricas de carbón
 - 10.1. Circuito agua- vapor. Turbinas de vapor
 - 10.2. Circuito aire - gases
 - 10.3. Circuito combustible- cenizas
 - 10.4. Circuito agua - refrigeración
 - 10.5. Control y regulación de la central
- 11. Tema 11: Centrales térmicas de gas . Ciclo combinado. Cogeneración
 - 11.1. Ciclo termodinámico de Brayton
 - 11.2. Turbinas de gas. Componentes
 - 11.3. Control emisiones de NOx.
 - 11.4. Ciclo termodinámico Otto- Diesel
 - 11.5. Motores de combustión interna
 - 11.6. Ciclos combinados. Caldera de recuperación de calor
 - 11.7. Regulación y control de una central de ciclo combinado
 - 11.8. Cogeneración
- 12. Centrales térmicas nucleares
 - 12.1. La fisión nuclear
 - 12.2. Elementos de un reactor nuclear
 - 12.3. Control del reactor nuclear
 - 12.4. Tipos de reactores nucleares
- 13. Centrales hidroeléctricas convencionales y de bombeo
 - 13.1. Descripción de los componentes de una central hidroeléctrica
 - 13.2. Turbinas hidráulicas. Control y regulación
 - 13.3. Centrales hidroeléctricas reversibles .Tipos

Cronograma

Horas totales: 83 horas

Horas presenciales: 83 horas (51.2%)

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	<p>Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p>Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 4	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>PROBLEMAS PROPUESTOS INDIVIDUALES Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 5	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>CONTROL PARCIAL 1 Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 6	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>PRÁCTICA LABORATORIO Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>PRÁCTICA LABORATORIO Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>

Semana 7	<p>Tema 7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>PRÁCTICA LABORATORIO Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>PRÁCTICA LABORATORIO Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p> <p>PROBLEMAS PROPUESTOS CLASE Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 8	<p>Tema 7 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 9	<p>Tema 9 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>PROBLEMAS PROPUESTOS CLASE Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p>Tema 10 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 10 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>VISITA TÉCNICA A CENTRAL Duración: 06:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>CONTROL PARCIAL 2 Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p>VISITA TÉCNICA CENTRAL Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 11	<p>Tema 11 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 12	<p>Tema 11 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 11 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 13	<p>Tema 12 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 12 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>VISITA TÉCNICA A UNA CENTRAL Duración: 06:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>VISITA CENTRAL Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 14	<p>Tema 13 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 13 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 15	<p>TEMA 13 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>TEMA 13 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 16				

Semana 17				<p>EXAMEN PRUEBA FINAL Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p> <p>EXAMEN PRUEBA FINAL Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p> <p>EXAMEN PRUEBA FINAL Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p> <p>CONTROL PARCIAL 3 Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p>EXAMEN PRÁCTICAS LABORATORIO Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad presencial</p> <p>EXAMEN PRUEBA FINAL Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p> <p>EXAMEN PRUEBA FINAL-GUIONES PRÁCTICAS Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p>
-----------	--	--	--	---

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
4	PROBLEMAS PROPUESTOS INDIVIDUALES	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	2%	5 / 10	CG1, CG4
5	CONTROL PARCIAL 1	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	20%	3 / 10	CG3
6	PRÁCTICA LABORATORIO	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3%	5 / 10	CG3, CG9
7	PRÁCTICA LABORATORIO	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	3%	5 / 10	CG3, CG9
7	PROBLEMAS PROPUESTOS CLASE	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	2%	5 / 10	CG3, CG7
9	PROBLEMAS PROPUESTOS CLASE	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	2%	5 / 10	CG3, CG7, CE24
10	CONTROL PARCIAL 2	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	30%	3 / 10	CG3, CG6, CE24, CE27
10	VISITA TÉCNICA CENTRAL	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	1%	5 / 10	CG1, CG9
13	VISITA CENTRAL	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	1%	5 / 10	CG9
17	EXAMEN PRUEBA FINAL	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	80%	5 / 10	CG3, CG4, CG6, CG7, CG9, CE24, CE27, CE28
17	EXAMEN PRUEBA FINAL	01:00	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	6%	5 / 10	CG3
17	EXAMEN PRUEBA FINAL	00:00	Evaluación sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	2%	5 / 10	CG1
17	CONTROL PARCIAL 3	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	30%	3 / 10	CG3, CG6, CE24, CE27, CE28
17	EXAMEN PRÁCTICAS LABORATORIO	01:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	6%	5 / 10	CG3
17	EXAMEN PRUEBA FINAL	00:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%	5 / 10	
17	EXAMEN PRUEBA FINAL-GUIONES PRÁCTICAS	00:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%	5 / 10	CG3

Criterios de Evaluación

Criterios de evaluación continua:

La nota final comprende cuatro apartados A,B,C,D

A -Realización de tres controles parciales . Cada parcial se calificará de 0 a 10 puntos . La nota final de esta parte será la media ponderada de todos lo controles parciales : $\text{nota primer parcial} \times 0,2 + \text{nota segundo parcial} \times 0,3 + \text{nota tercer parcial} \times 0,3$. Para hacer media entre las notas parciales se debe obtener una puntuación mayor o igual a 3 puntos en cada parcial.

B- Laboratorio. La calificación de cada práctica corresponderá al informe presentado. La calificación del Laboratorio será sobre 10 puntos.

C- Trabajos individuales de los problemas propuestos en clase. Cada problema entregado se puntuara sobre 10 puntos. La nota final resultante será la media ponderada de todos los problemas entregados.

D- Examen de prácticas de Laboratorio. Se puntuará sobre 10 puntos. Nota mínima :4 puntos

E- Visita técnica a centrales

Calificación final = $0,06B+0,06C+0,06D+0,02E +0,8.A$

Nota: Para aprobar la asignatura es necesario haber realizado las prácticas de Laboratorio en el periodo con docencia, haber entregado las memorias de las prácticas y haber realizado el examen de prácticas . Se deberá tener una nota mínima de 5 puntos.

Convocatoria extraordinaria "sólo prueba final"

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 (A) será sobre 10 puntos. Para superar el examen es necesario obtener en cada parte , teoría y problemas, una nota mínima de 3 puntos. Además, se incluirá un examen de prácticas de laboratorio (nota mínima de 4 puntos) . Se puntuará sobre 10 puntos con una nota mínima de 3 puntos.

La calificación final será = $0,06B+0,06C+0,06D+0,02E +0,8 A$

Para aprobar la asignatura es necesario hacer realizado las prácticas de Laboratorio en el periodo de docencia. y haber entregado las memorias de las prácticas . Se considera que el alumno supera la asignatura cuando la calificación final es 5 o superior. Los alumnos que no hayan realizado el laboratorio durante el periodo de docencia, no podrán presentarse al examen mediante sólo prueba final de la asignatura. Además, en ningún caso se podrá aprobar la asignatura si no se ha obtenido un mínimo de 5 puntos en la calificación del Laboratorio. (B)

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
J.Sanz Feito. Centrales Eléctricas .UPM	Bibliografía	
Angel Luis Orille Fernández. Centrales Eléctricas I,II,III. Ediciones UPC	Bibliografía	
Tecnologías Energéticas e impacto ambiental. CIEMAT. Ed. McGraw-Hill	Bibliografía	
Centrales Electricas. Ed. CEAC	Bibliografía	
Centrales nucleares y protección radiológica. Universidad de Extremadura. ETSI 2004	Bibliografía	
Santiago Sabugal García. Centrales térmicas de ciclo combinado. Ed. Díaz de Santos. 2006	Bibliografía	
Martín Lapuerta Amigo. Tecnologías de la combustión. Universidad Castilla la Mancha. 1998	Bibliografía	
Fermín Barrero. Sistemas de energía eléctrica. Ed. Thomson 2004	Bibliografía	
Antonio Gómez Expósito. Sistemas eléctricos de potencia. Ed. Prentice Hall. 2002	Bibliografía	
S.Rojas Rodríguez. Centrales hidroeléctricas. Manuales UNEX, nº18. Universidad de Extremadura .1997	Bibliografía	
Jose Mª Sala Lizarraga.Cogeneración. UPV 1999	Bibliografía	
M.Muñoz Torralbo. Turbomáquinas térmicas. UPM	Bibliografía	
plataforma virtual Moodle	Recursos web	
Laboratorio de Máquinas Eléctricas	Equipamiento	
Aula de ordenadores de Centrales y Redes de la ETSIDI	Equipamiento	

Otra Información

La duración de las visitas técnicas a centrales es estimativa , ya que depende de la distancia a la que se encuentre la central. Distancias de alrededor de 300 km (ida) + 300 km (vuelta) implican casi el doble de horas estimadas. La programación en el cronograma de estas visitas, puede variar, ya que depende de la disponibilidad que tenga la central para realizarla.