



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

53001244 - Instalaciones Electricas

PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingenieria Industrial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001244 - Instalaciones Electricas
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AZ - Master Universitario en Ingenieria Industrial
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 *
Rosa Maria De Castro Fernandez (Coordinador/a)		rosamaria.decastro@upm.es	- -
Mohamed Izzeddine Izzeddine		mohamed.izzeddine@upm.e s	Sin horario.

* 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

- Tecnología Eléctrica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Análisis de cortocircuitos y redes de secuencia
- Análisis de circuitos Eléctricos
- Análisis de los sistemas de energía eléctrica en régimen permanente
- Análisis del régimen transitorio de los circuitos eléctricos

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

- (a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
- (b) - EXPERIMENTA. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.
- (c) - DISEÑA. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.
- (d) - TRABAJA EN EQUIPO. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

(f) - ES RESPONSABLE. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

(g) - COMUNICA. Habilidad para comunicar eficazmente.

(h) - ENTIENDE LOS IMPACTOS. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

(i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

(j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.

(k) - USA HERRAMIENTAS. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA155 - Conocer los fundamentos de los Sistemas de Protección de los Sistemas de Energía Eléctrica

RA143 - Conocimiento sobre análisis y operación de sistemas eléctricos de potencia

RA29 - RA4.- Capacidad para el diseño de los elementos de la red eléctrica.

RA21 - Como resultados de aprendizaje, se pretende que los alumnos tengan conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura está dividida en dos partes. En la primera parte se proporcionan los conocimientos necesarios para el diseño de las subestaciones eléctricas, haciendo hincapié en los diferentes tipos de configuraciones, las instalaciones de puesta a tierra y los diferentes tipos de aparamenta presente.

En la segunda parte se explican los principios básicos de los sistemas de protección de los sistemas de energía eléctrica.

5.2. Temario de la asignatura

1. Subestaciones eléctricas
 - 1.1. Elementos constituyentes
 - 1.2. Configuraciones de barras
2. Instalaciones de puesta a tierra
 - 2.1. Electrodo. Distribuciones de potencial
 - 2.2. Determinación de la corriente de puesta a tierra
 - 2.3. Diseño de una instalación de puesta a tierra
3. Aparamenta
 - 3.1. Consideraciones generales de diseño
 - 3.1.1. Aislamiento. Tensiones y sobretensiones
 - 3.1.2. Capacidad para soportar los efectos de las corrientes de cortocircuito
 - 3.2. Aparamenta de maniobra
 - 3.2.1. Interruptor automático
 - 3.2.1.1. Tensiones de restablecimiento
 - 3.2.1.2. Sobretensiones de maniobra
 - 3.2.2. Interruptor
 - 3.2.3. Seccionador
 - 3.3. Fusibles
 - 3.4. Condensadores
 - 3.5. Reactancias
 - 3.5.1. Puesta a tierra del neutro
 - 3.6. Elementos de protección de sobretensiones
 - 3.6.1. Coordinación de aislamiento
 - 3.7. Batería de acumuladores
4. Protecciones
 - 4.1. Fundamentos y filosofía de las protecciones
 - 4.2. Relés

4.2.1. Algoritmos básicos de los relés digitales

4.3. Transformadores de intensidad de protección

4.3.1. Efecto de la corriente transitoria de cortocircuito

4.4. Transformadores de tensión

4.5. Protección de sobreintensidad de líneas

4.5.1. Protección de tiempo dependiente

4.5.2. Protección de tiempo independiente. Protección instantánea

4.5.3. Protección de sobreintensidad direccional

4.6. Protección de distancia de líneas

4.7. Protección de líneas con comunicación

4.7.1. Protección de distancia con comunicación

4.7.2. Protección por comparación de fase

4.7.3. Protección diferencial de líneas

4.8. Protección diferencial de barras

4.9. Protección diferencial de transformadores

4.9.1. Consideraciones de la protección mediante relés digitales

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Descripción de una subestación Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Fundamentos y filosofía de las protecciones Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Relés. Descripción. Algoritmos básicos de los relés digitales Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Instalaciones de puesta a tierra. Electrodo. Distribución de potencial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Relés. Descripción. Algoritmos básicos de los relés digitales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Distribución de potencial Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Relés. Descripción. Algoritmos básicos de los relés digitales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Determinación de la corriente de puesta a tierra Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Transformador de intensidad. Efecto de la corriente transitoria de cortocircuito Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 1. Medida de parámetros básicos de una instalación de puesta a tierra Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 1 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

5	<p>Diseño de una instalación de puesta a tierra Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Transformadores de tensión Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Diseño de la malla de puesta a tierra en una subestación según IEEE Std 80 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p>
6	<p>Consideraciones generales de diseño. Arco eléctrico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección de sobreintensidad de líneas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Visita a una subestación eléctrica Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>		
7	<p>Consideraciones generales de diseño. Tensiones transitorias de restablecimiento. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección de sobreintensidad de líneas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Prueba evaluación intermedia liberatoria EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
8	<p>Consideraciones generales de diseño. Tensiones transitorias de restablecimiento. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección de distancia de líneas sin comunicación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 2. Protección de conductor roto con relé MICOM P127 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Trabajo sobre tensiones transitorias de restablecimiento TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p> <p>Práctica 2 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p>Visita a una subestación OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p>Consideraciones generales de diseño. Tensiones transitorias de restablecimiento. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección de líneas con comunicación. Protección de distancia con comunicación. Protección por comparación de fase Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

10	<p>Aparata de maniobra. Interruptor automático seccionador Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección de líneas con comunicación. Protección diferencial de líneas. Principio de la protección diferencial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 3. Protección de sobretensión con relé MICOM 127 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 3 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
11	<p>Aparata de maniobra. Fusibles. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección diferencial de barras. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Dispositivos de compensación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección diferencial de transformadores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 4. Protección de líneas sin y con comunicación con relé P543. Protección diferencial de líneas Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 4 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
13	<p>Tratamiento del neutro Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección diferencial de transformadores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 5. Protección diferencial de transformador con relé MICOM P632 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Elementos de protección de sobretensiones Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Protección diferencial de transformadores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15				
16				
17				<p>Prueba de evaluación global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Práctica 1	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	0%	/ 10	(e) (h) (k) (b) (a)
5	Diseño de la malla de puesta a tierra en una subestación según IEEE Std 80	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	5%	5 / 10	(a) (d) (c) (e) (k)
7	Prueba evaluación intermedia liberatoria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	20%	5 / 10	(e) (a)
8	Trabajo sobre tensiones transitorias de restablecimiento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	5%	5 / 10	(e) (i) (k)
8	Práctica 2	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(b) (a) (e) (h) (k)
8	Visita a una subestación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	0%	/ 10	(j) (i)
10	Práctica 3	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(b) (a) (e) (h) (k)
12	Práctica 4	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(b) (a) (e) (h) (k)

17	Prueba de evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	(a) (e) (g)
----	-----------------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	-------------------

7.1.2. Prueba evaluación global

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Diseño de la malla de puesta a tierra en una subestación según IEEE Std 80	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	05:00	5%	5 / 10	(a) (d) (c) (e) (k)
Trabajo sobre tensiones transitorias de restablecimiento	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	05:00	5%	5 / 10	(e) (j) (k)
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	(a) (e)
Práctica 1	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	0%	/ 10	(e) (h) (k) (b) (a)
Práctica 2	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(b) (a) (e) (h) (k)
Práctica 3	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(a) (e) (h) (k) (b)
Práctica 4	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	0%	/ 10	(b) (a) (e) (h) (k)

7.2. Criterios de evaluación

De acuerdo con la nueva normativa de evaluación NORMATIVA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE EN LAS TITULACIONES OFICIALES DE GRADO Y MÁSTER UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022) todos los alumnos son evaluados con una evaluación progresiva, de forma que en convocatoria ordinaria la nota estará compuesta de:

- realización de 5 prácticas de carácter obligatorio. Estas prácticas consisten en la realización de diversos montajes en el laboratorio y en la cumplimentación de unos guiones. No tienen peso en la nota y no son recuperables, es decir, deben ser realizados el día indicado en el Proyecto de Organización Docente, y su no realización implica el suspenso de la asignatura. Una vez realizadas se guardarán para cursos sucesivos
- realización de dos trabajos: Diseño de una red de puesta a tierra que deberá realizarse preferiblemente en grupo y Estudio de las TTR que se realizará de forma individual. Estos trabajos son obligatorios para poder aprobar la asignatura y su no realización implica el suspenso de la asignatura. Tienen un peso del 5% cada uno y tienen carácter recuperable, es decir, pueden ser entregados a lo largo de todo el curso académico, siempre que sea antes de la fecha de la convocatoria a la que se presente el alumno. Una vez realizados se guardarán para cursos sucesivos.
- prueba de evaluación intermedia de tipo liberatoria que tendrá un peso del 20% de la nota. El resultado de esta prueba se guardará solo para la convocatoria ordinaria del curso académico en la que se realice, aunque podrá presentarse de nuevo en la fecha de convocatoria ordinaria de enero y se contabilizará la nota más alta. Esta prueba tendrá lugar en el mes de octubre de acuerdo al calendario indicado en el Proyecto de Organización Docente.
- prueba final global en enero con un peso del 70% y una nota mínima de 4.
- visita a una subestación de carácter voluntario.

Los alumnos que deban superar la asignatura en convocatoria extraordinaria deben haber realizado las cinco prácticas, que no tienen peso, y los dos trabajos ya comentados con un peso estos últimos del 5% cada uno. El 90% restante corresponde al examen al final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias de la asignatura	Otros	
Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos teóricos	Bibliografía	F. Garnacho et al. ED. Garceta
International Electrotechnical Commission	Recursos web	www.iec.ch
POWER SYSTEM RELAYING	Bibliografía	S. H. Horowitz and A. G. Phadke John Wiley&Sons, Ltd
Network Protection and Automation Guide	Bibliografía	Alstom
Protective Relaying, Principles and Applications	Bibliografía	J.L. Blackburn Marcel Dekker Inc.
The Art and Science of Relaying	Bibliografía	C. R. Mason
Protecciones en las instalaciones eléctricas	Bibliografía	Paulino Montané Ed. Marcombo
Protección de Instalaciones y redes eléctricas	Bibliografía	Suarez Creo Ed. Andavira

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Se suele realizar una visita a una subestación, siempre que la empresa propietaria de la misma nos lo permita.