



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



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

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**63000128 - Sistemas Electricos De Potencia I**

### PLAN DE ESTUDIOS

**06AF - Máster Universitario En Ingeniería De Minas**

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

**2023/24 - 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.....	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

<b>Nombre de la asignatura</b>	63000128 - Sistemas Electricos de Potencia I
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06AF - Máster Universitario en Ingeniería de Minas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Eduardo Conde Lazaro (Coordinador/a)	517	eduardo.conde@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 10:00 - 12:00 J - 12:00 - 14:00
Miguel Jimenez Carrizosa	516	miguel.jimenezcarrizosa@upm.es	L - 10:00 - 12:00 M - 10:00 - 12:00 X - 10:00 - 12:00

\* 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 Máster Universitario en Ingeniería de Minas no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Instalaciones eléctricas
- Ingeniería eléctrica
- Electrotecnia

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE01 - Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyectos, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería de minas.

CE06 - Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización

CE11 - Conocimiento de sistemas de control y automatismo

CG01 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y del ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.

CG02 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnicos, legal y de la propiedad que se plantean en el proyectos de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos

y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente

CG03 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingenieros de Minas

CG04 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se puedan realizar en el ámbito de la misma

CG08 - Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo la generación, transporte, distribución y utilización

CT02 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA30 - Comprender el sistema de transporte de la energía eléctrica.

RA31 - Determinar los parámetros eléctricos y mecánicos de líneas eléctricas

RA32 - Calcular las protecciones asociadas a un sistema de transporte de energía eléctrica

RA33 - Comprender el sistema de distribución y utilización de energía eléctrica

RA34 - Calcular los parámetros de redes de distribución.

RA35 - Comprender y calcular los sistemas de protección de redes de distribución y utilización

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se centra en explicar cómo se constituye y funciona un sistema eléctrico de potencia, en especial los niveles de transporte y distribución:

- Constitución de un sistema eléctrico de potencia
- Líneas de transporte, constitución, diseño, modelización y cálculo mecánico
- Fallos eléctricos en sistemas eléctricos
- Subestaciones y centros de transformación
- Puesta a tierras
- Protección de sistemas eléctricos

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción. Configuración y conceptos fundamentales en sistemas eléctricos
2. Líneas eléctricas
  - 2.1. Constitución y modelización eléctrica
  - 2.2. Diseño mecánico
3. Fallos eléctricos
  - 3.1. Tipos y cálculo de cortocircuitos
  - 3.2. Cálculo con enfoque de sistema
4. Subestaciones y centros de transformación
  - 4.1. Configuraciones, operativa y elementos constitutivos
  - 4.2. Tratamiento de neutros y cálculo de puestas a tierra
5. Protecciones
  - 5.1. Descripción, constitución y clasificación de las protecciones

5.2. Transformadores de protección

5.3. Diseño y cálculo de protecciones

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	1. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  1. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	1. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  2.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			1. Interrogación de clase EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
3	2.1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  2.1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	2.1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  2.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	2.2 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  2.2 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	2.2 Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  3.1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			2. Trabajo o prueba sobre diseño de líneas TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00  3. Interrogación sobre líneas aéreas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:10  2. Trabajo o prueba sobre diseño de líneas (Ev final)

				TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 05:00
7	<b>3.1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>2.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>3.1</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	<b>3.2</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
10	<b>3.2</b> Duración: 01:50 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>4.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>4. Interrogación sobre cálculo de cortocircuitos</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 00:10
11	<b>4.1</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>4.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>4.2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>5.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Salida visita subestación, centro transformación o similar</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		
13	<b>5.1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>5.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>5.2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>5. Trabajo sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00  <b>5. Trabajo sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones (Ev final)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 05:00
14	<b>5.3</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>5.3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>6. Interrogaciones sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:10

15	5.3 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00
17				

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
2	1. Interrogación de clase	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	2.5%	0 / 10	CG01 CG08 CE01
6	2. Trabajo o prueba sobre diseño de líneas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	10%	0 / 10	CT03 CT04 CE06 CG02 CG03 CG04 CG08 CT05 CE01 CG01 CT02
6	3. Interrogación sobre líneas aéreas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	5%	0 / 10	CG01 CG02 CG03 CG08 CT05 CE01
10	4. Interrogación sobre cálculo de cortocircuitos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:10	5%	0 / 10	CG01 CG02 CG03 CE11 CE01
13	5. Trabajo sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	10%	0 / 10	CG01 CT02 CT03 CT04 CE06 CG02 CG03 CG04 CG08 CE11 CT05 CE01

14	6. Interrogaciones sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	7.5%	0 / 10	CG02 CG03 CG08 CE11 CT05
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	0 / 10	CG01 CT03 CE06 CG02 CG03 CG04 CG08 CE11 CT05 CE01

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	2. Trabajo o prueba sobre diseño de líneas (Ev final)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	7.5%	0 / 10	CG03 CG08 CT05 CE01 CG01 CG02
13	5. Trabajo sobre subestaciones, puestas a tierra y protecciones (Ev final)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	7.5%	0 / 10	CG01 CT02 CT03 CT04 CE06 CG02 CG03 CG04 CG08 CE11 CT05 CE01
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	85%	2.5 / 10	CG01 CT03 CE06 CG02 CG03 CG04 CG08 CE11 CT05 CE01

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
La evaluación de la convocatoria extraordinaria es idéntica en todos sus aspectos que la evaluación por modalidad global de la convocatoria ordinaria (85% examen final + 7,5% Trabajo lineas +7,5% Trabajo Protecciones)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	%	/ 10	

### 7.2. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación serán objetivos, sujetos al cómputo de la nota según los porcentajes reflejados en las actividades de evaluación.

La nota de la asignatura es la mejor calificación, entre la modalidad progresiva o la global.

El examen final por modalidad progresiva o de prueba global, son en realidad la misma prueba.

El plagio o copia en trabajos, pruebas o examen originan el suspenso automático en la asignatura hasta la siguiente convocatoria.

Se intentará respetar el carácter de las pruebas de continua que figuran en las actividades de evaluación, pero se respeta el derecho del profesor para juzgar (por la razón que sea, tamaño de grupo, simplicidad, operatividad para no cargar al alumno en fechas críticas, etc...) si es más conveniente otro tipo de prueba. Si así lo decide el profesor deberá comunicarlo con suficiente antelación a los alumnos. Por ejemplo: se podría sustituir una interrogación de clase por un trabajo o ejercicio para casa, o aunar o simplificar dos interrogaciones en una viendo la marcha del curso.

Las actividades donde se dice "técnica del tipo examen escrito" de evaluación progresiva puede indicar bien interrogación de clase o un ejercicio individual que se pida de un día para otro, pero que el alumno pueda resolver como trabajo para casa. Igualmente, ese mismo tipo de prueba podrá consistir en una prueba única o varias (por ejemplo una pregunta corta al final de varias clases del mismo bloque).

Las pruebas 2 y 5 son trabajos de carácter práctico de la asignatura, asimilables a "laboratorios" o "prácticas" y su

objetivo es valorar la adquisición de conocimientos del alumno respecto a actividades docentes de carácter práctico (en este caso con uso de software), que se desarrollan y avisan con suficiente antelación durante el curso. Son pruebas con peso tanto en la evaluación progresiva, como en las globales de las convocatorias ordinaria y extraordinaria. Para la entrega de los trabajos se da un plazo muy amplio de entrega. Estas pruebas no son recuperables, se deben hacer durante el desarrollo de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle	Recursos web	Presentaciones, apuntes, enlaces, software, documentación, ejercicios resueltos que los profesores cuelgan en la página del moodle
Salas de ordenadores y software	Equipamiento	En algunos bloques se hará uso de programas informáticos, como el Matlab, Excel, Powerworld o ETAP
Equipos de laboratorio	Equipamiento	Se hará al menos una práctica con simuladores de línea, usando los bancos de ensayo del departamento
Bibliografía	Bibliografía	- Power system analysis. H. Saadat. Mc Graw Hill. 2004 - Análisis de sistemas de potencia. J.J. Grainger., W. D. Stevenson. Mc Graw Hill. - Power system analysis & design. J.D. Glover, M. Sarma. PWS Publishing Company.
Bibliografía 2	Bibliografía	- Electric Energy Systems Theory. Olle I Elgerd. Mc GraW- Hill - Sistemas de energía eléctrica. F. Barrero G. Thomson. 2004 - Manual de instalaciones eléctricas. D. Carmona. Ed @becedario. 2004.

Bibliografía 3	Bibliografía	- Cálculo de líneas eléctricas de AT. J Moreno Clemente.   - Power system relaying. Horowitz S. Research studies press. 1995  - The art and science of protective relaying. Russell Mason. GE.
----------------	--------------	---

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Como indica el cronograma, si se dan las condiciones de disponibilidad de los alumnos y bajo demanda, se contempla programar una visita técnica a una subestación, centro de transformación, fábrica de aparata, protecciones o material de líneas eléctricas, etc...

La visita sería de media jornada máximo.

Esta asignatura se relaciona con los objetivos ODS 7, 11 y 12.