GUÍA DOCENTE
2026 - 2027

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Electric power systems
Código	MEPI-512
Título	Máster Universitario en Sector Eléctrico / the Electric Power Industry por la Universidad Pontificia Comillas [MEPI 13 RD2007]
Impartido en	Master in the Electric Power Industry [Primer Curso]
Nivel	Posgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Francisco Miguel Echavarren Cerezo
Horario	Lunes de 19:00 a 20:40 y miércoles de 19:00 a 20:40
Horario de tutorías	Por cita concertada por correo electrónico

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Francisco Echavarren Cerezo
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Rey Francisco 4 [P1.26]
Correo electrónico	Francisco.Echavarren@iit.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Mohammad Rajabdorri
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Rey Francisco 4 [P1.35]
Correo electrónico	mrajabdorri@comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

El objetivo general del curso es que el estudiante conozca la estructura física y funcional de los sistemas de energía eléctrica y los métodos para analizar y controlar los sistemas eléctricos. Los objetivos específicos del curso son:

- Comprender la estructura física y funcional de los sistemas eléctricos
- Ser capaz de analizar los circuitos en corriente continua y en corriente alterna (monofásicos y trifásicos)
- Comprender los controles principales de los sistemas eléctricos (control de frecuencia y de tensión) y ser capaz de analizarlos

utilizando modelos matemáticos apropiados

- Comprender los modelos de régimen permanente de los sistemas eléctricos (flujos de cargas) y resolver problemas de flujos de cargas utilizando diferentes métodos y modelos

Prerrequisitos

Los alumnos que tomen este curso deben tener nociones de álgebra lineal y cálculo.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES	
CG01	Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
ESPECÍFICAS	
CE01	Tener una visión general de la estructura y funcionamiento de los sistemas de energía eléctrica, así como de cuáles son las tendencias futuras desde la perspectiva tecnológica en los sistemas de energía eléctrica.
CE02	Conocer los modelos de los componentes del sistema de energía eléctrica (generadores, transformadores y líneas) y de las técnicas apropiadas para el análisis de los sistemas eléctricos en régimen permanente y transitorio.

Resultados de Aprendizaje

RA1	Comprender la importancia de la estructura física de los sistemas de energía eléctrica
RA2	Comprender la importancia de la estructura funcional de los sistemas de energía eléctrica
RA3	Ser capaz de analizar los circuitos de CA, monofásicos y trifásicos
RA4	Comprender los mecanismos de control de frecuencia de los sistemas de energía eléctrica y sus detalles de implementación
RA5	Comprender los mecanismos de control de tensión de los sistemas de energía eléctrica y sus detalles de implementación
RA6	Comprender la lógica de los flujos de energía en los sistemas de energía eléctrica
RA7	Ejecutar simulaciones de flujo de cargas

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES

Sesiones prácticas: bajo la supervisión del profesor, los alumnos aplicarán los conceptos y técnicas cubiertos en las clases. Las sesiones tendrán lugar en laboratorios.	Clases magistrales y discusiones en clase: Presentación de los principales conceptos y procedimientos por parte del profesor y, en muchas ocasiones, profesionales del sector eléctrico. Incluirán estudios de casos, presentaciones dinámicas, participación de los alumnos en discusiones de contenidos en clase e interacciones grupales.	
6.00	54.00	
HORAS NO PRESENCIALES		
Lectura de artículos: lecturas de artículos científicos que se asignarán a los alumnos y que se presentarán durante el curso, para lo cual se requerirá lectura individual y / o trabajo grupal y estudio fuera del aula.	Estudio personal: Estudio personal del contenido del curso. Dentro de esta actividad individual, los alumnos revisarán y analizarán los contenidos proporcionados como material básico con los que podrán prepararse para discutir con otros alumnos, profesores y conferenciantes en el aula.	Tutoría: Actividad realizada por el profesor con los alumnos fuera de clase de forma individual o en grupos previa solicitud por éstos.
20.00	90.00	10.00
CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)		

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Parte I: Introducción a los sistemas de energía

- Estructura física y funcional de los sistemas de energía eléctrica.

- Descripción funcional de sistemas de energía eléctrica.

- Futuras tendencias.

- Herramientas básicas de análisis de sistemas de energía.

Parte II: Análisis técnico de sistemas de energía eléctrica

- Control de frecuencia.

- Control de tensión.

- Flujo de cargas.

Parte I: Introduccion a los sistemas eléctricos

Capítulo 1. Estructura física y funcional de los sistemas eléctricos

1. Demanda
2. Generación
3. Transporte y distribución
4. Operación del mercado y del sistema eléctrico
5. Comercialización

Capítulo 2. Descripción funcional de los sistemas eléctricos

1. Escalas de tiempo

2. Planificación de la expansión
3. Planificación de la explotación
4. Excplotación
5. Supervisión y control
6. Protección

Capítulo 3. Tendencias futuras

1. Nuevas tecnologías de transporte y distribución
2. Integración de fuentes de energía renovable
3. Redes inteligentes

Capítulo 4. Herramientas básicas de análisis de circuitos eléctricos

1. Circuitos en corriente continua
2. Circuitos monofásicos en corriente alterna
3. Circuitos trifásicos en corriente alterna
4. Magnitudes unitarias

Parte II: Análisis técnico de los sistemas eléctricos

Capítulo 5. Control de frecuencia

1. Principios de sistemas de control
2. Principios de control de frecuencia
3. Regulación primaria
4. Regulación secundaria

Capitulo 6. Control de tensión

1. Principios de control de tensión
2. Control de tensión y compensación de potencia reactiva de cargas
3. Control de tensión de líneas de transporte
4. Control de tensión por control de la excitación de generadores
5. Control de tensión por control de cambiadores de tomas de transformadores

Capítulo 7. Flujo de cargas

1. Modelos de los componnentes del sistema eléctrico
2. Modelo de la red
3. Formulación del problema de flujo de cargas
4. Solución por el método de Newton
5. Solución del flujo de cargas con elementos de control
6. Flujo de cargas desacoplado
7. Flujo de cargas en corriente continua
8. Análisis de contingencias por el flujo de cargas en corriente continua
9. Flujo de cargas óptimo

Laboratorio

Sesión de laboratorio # 1. Control de frecuencia

Regulación de la carga. Regulación primaria. Regulación secundaria.

Sesión de laboratorio # 2. Control de tensión

Control de tensión de un generador síncrono en vacío. Control de tensión de un generador síncrono conectado a una red de potencia infinita por control de la excitación y por control del cambiador de tomas en carga.

Sesión de la laboratorio # 3. Flujo de cargas

Estructura de datos de entrada y solución de un flujo de cargas en corriente alterna. Control de la tensión del los generadores. Análisis de contingencias. Flujo de cargas óptimo.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Este curso proporcionará a los alumnos los conceptos y herramientas que necesitarán en otros cursos. Para alcanzar una buena comprensión de los diferentes conceptos es preciso combinar teoría con práctica. Los alumnos tendrán que asimilar muchos conceptos complicados en un corto espacio de tiempo. Por tanto, el compromiso de los alumnos es esencial.

Metodología Presencial: Actividades

Clases magistrales y discusiones en clase (54 horas): Presentación de los principales conceptos y procedimientos por parte del profesor y, en muchas ocasiones, profesionales del sector eléctrico. Incluirán estudios de casos, presentaciones dinámicas, participación de los alumnos en discusiones de contenidos en clase e interacciones grupales.	CG01, CE01, CE02
Sesiones prácticas (6 horas): bajo la supervisión del profesor, los alumnos aplicarán los conceptos y técnicas cubiertos en las clases. Las sesiones tendrán lugar en laboratorios	CG01, CE01, CE02

Metodología No presencial: Actividades

Estudio personal (90 horas): Estudio personal del contenido del curso. Dentro de esta actividad individual, los alumnos revisarán y analizarán los contenidos proporcionados como material básico con los que podrán prepararse para discutir con otros alumnos, profesores y conferenciantes en el aula	CG01, CE01, CE02
Lectura de artículos (20 horas): lecturas de artículos científicos que se asignarán a los alumnos y que se presentarán durante el curso, para lo cual se requerirá lectura individual y / o trabajo grupal y estudio fuera del aula.	CG01, CE01, CE02
Tutoría (10 horas): Actividad realizada por el profesor con los alumnos fuera de clase de forma individual o en grupos previa solicitud por éstos.	CG01, CE01, CE02

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

El uso de IA para crear trabajos completos o partes relevantes, sin citar la fuente o la herramienta o sin estar permitido expresamente en la descripción del trabajo, será considerado plagio y regulado conforme al Reglamento General de la Universidad.

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Exámenes	• Comprensión de conceptos • Aplicación de conceptos a la resoluciónde problemas prácticos.	90
Informes	• Aplicación de conceptos a la resoluciónde problemas prácticos. • Análisis e interpretación crítica de los resultados obtenidos en los trabajos. • Presentación y comunicación escrita.	10

Calificaciones

Los exámenes representan el 90% de la calificación:

- Primer examen: estructura del sistema eléctrico y descripción funcional hasta decisiones de medio plazo (13/60)
- Segundo examen: descripción funcional y circuitos en corriente continua y corriente alterna monofásicos y trifásicos (13/60)
- Tercer examen: control de frecuencia (10/60)
- Cuarto examen: control de tensión (14/60)
- Quinto examen: flujo de cargas(10/60)

Los exámenes serán combinación de test de varias opciones y problemas.

Los trabajos representan el 10% restante de la calificación. Hay tres trabajos que se realizarán en grupo: control de frecuencia, control de tensión y flujo de cargas. La evaluación de los trabajos será por medio de una entrevista del grupo con el profesor.

Para aprobar es necesario que la nota de los exámenes sea mayor o igual a 5.

El examen de recuperación representará el 90% de la calificación. Los informes de los trabajos representan el 10% de la calificación de recuperación. Para aprobar la recuperación es necesario que la nota del examen de recuperación sea mayor o igual a 5.

La asistencia a clase es obligatoria de acuerdo con el artículo 93 del Reglamento General de la Universidad.

Las Normas Académicas de las ETS de Ingeniería ICAI establecen que el incumplimiento de la norma de asistencia a clase tendrá las siguientes consecuencias:

- Los alumnos que faltaren al más del 15% de las clases podrán no ser admitidos al examen de la convocatoria ordinaria.
- Los alumnos que faltaren al más del 15% de las sesiones de laboratorio podrán no ser admitidos al examen de la convocatoria ordinaria.

Los alumnos que cometan algún fraude en un examen o trabajo suspenderán la convocatoria ordinaria con cero y perderán la convocatoria extraordinaria (Artículo 168 del Reglamento General de la Universidad).

No se permite el uso de la IA en ninguna de las pruebas de examen ni en las pruebas intermedias.

El uso de IA para crear trabajos completos o partes relevantes, sin citar la fuente o la herramienta o sin estar permitido expresamente en la descripción del trabajo, será considerado plagio y regulado conforme al Reglamento General de la Universidad

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Primer examen: Estructura del sistema eléctrico y descripción funcional hasta decisiones de medio plazo	30/09/2026	30/09/2026
Segundo examen: Descripción funcional y circuitos en corriente continua y corriente alterna monofásicos y trifásicos	19/10/2026	19/10/2026
Tercer examen: Control de frecuencia	16/11/2026	16/11/2026
Cuarto examen: Control de tensión	16/12/2026	16/12/2026
Quinto examen: flujo de cargas	13/01/2027	13/01/2027

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- D. Laloux & M. Rivier, “Technology and Operation of Electric Power Systems”, in Regulation of the Power Sector, J.I. Pérez Arriaga, Ed. (p. 1-46), Springer, 2013.
- A. Gómez Expósito, A. J. Conejo, C. Cañizares, Electric Energy Systems: Analysis and Operation, CRC Press, 2009.

Bibliografía Complementaria

- A.J. Wood & B.F. Wollenberg, Power Generation, Operation and Control (2nd ed.). John Wiley & Sons, 1996.
- O. I. Elgerd, Electric Energy Systems Theory: An Introduction, 2nd ed., Mc Graw Hill, 1982.
- A. R. Bergen & V. Vittal, Power System Analysis, 2nd ed., Prentice Hall, 2000.
- J. J. Grainger & W. D. Stevenson, Power System Analysis, Mc Graw Hill, 1994.
- P. Kundur, Power System Stability and Control, Mc Graw Hill, 1994.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando “descargar”
https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792