



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Operación y Planificación de las Futuras Redes de Distribución
Código	DIE-MII-525
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster in Smart Grids [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería Industrial + Máster in Smart Grids [Primer Curso] Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación + Máster in Smart Grids [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Optativa
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Carlos Mateo Domingo
Horario de tutorías	Bajo cita por correo: cmateo@comillas.edu

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Carlos Mateo Domingo
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-501]
Correo electrónico	Carlos.Mateo@iit.comillas.edu
Teléfono	2708
<b>Profesor</b>	
Nombre	Jose Pablo Chaves Ávila
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	Jose.Chaves@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Matteo Troncia
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	mtroncia@comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Alezeia González García
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	alezeia.gonzalez@iit.comillas.edu



## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

### Aportación al perfil profesional de la titulación

Al final del curso, los alumnos comprenderán los principios y criterios seguidos para la operación y planificación de las redes de distribución eléctrica, cómo los recursos energéticos distribuidos afectan a esta actividad, y de qué manera nuevas soluciones tecnológicas y de gestión (redes inteligentes) son necesarias para afrontar los nuevos desafíos a los que se enfrentan los operadores de las redes de distribución de electricidad.

### Prerrequisitos

Los estudiantes han de estar familiarizados con los fundamentos de funcionamiento de los sistemas eléctricos de potencia. Son deseables, pero no imprescindibles, conocimientos previos sobre operación de redes eléctricas y el uso de herramientas informáticas para su estudio.

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### Competencias Básicas

CB1. 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.

CB2. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

CB7. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

##### Competencias Generales

CG8. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios.

##### Competencias del módulo de Tecnologías Industriales

CMT1. Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

CMT6. Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

### Resultados de Aprendizaje



Al finalizar el curso los alumnos deben ser capaces de:

1. Haber adquirido los conceptos avanzados presentados en este curso, tanto teóricos como prácticos, que muestran una comprensión detallada de los enfoques convencionales para la planificación y operación de la red.
2. Comprender los principales desafíos técnicos y económicos planteados por la penetración de recursos energéticos distribuidos a los operadores de sistemas de distribución.
3. Adquirir un conocimiento práctico de los nuevos dispositivos electrónicos y sistemas de información que están presentes en las redes de distribución inteligente.
4. Comprender las aplicaciones de las tecnologías de redes inteligentes para la operación de sistemas de distribución y la integración de recursos energéticos distribuidos.
5. Comprender los desafíos y oportunidades que los recursos energéticos distribuidos generan para la planificación de la red de distribución.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### **Bloque 1: Introducción: papel convencional de las empresas de distribución y nuevos retos.**

1. Operación y planificación convencional de redes de distribución.

Función de las redes de distribución, tareas de las compañías de distribución, enfoques convencionales para la planificación y operación de la red de distribución, componentes de la red, organización interna de una compañía de distribución.

2. Nuevos retos y oportunidades en la planificación y operación de la red.

Los impulsores del cambio (recursos energéticos distribuidos, empoderamiento del consumidor, desarrollos del mercado minorista, nuevos modelos de negocios, TIC, etc.), la necesidad de adaptar los métodos de planificación y la operación de la red.

#### **Bloque 2: Nuevos componentes y tecnologías de red.**

1. Nuevos componentes de la red.

Electrónica de potencia, sensores, protecciones, dispositivos inteligentes, etc. y su aplicación para monitorización y control de redes.

2. Tecnologías de *grid-edge*

Tecnologías de vanguardia y flexibilidades distribuidas: almacenamiento distribuido, respuesta de la demanda, dispositivos inteligentes, generación distribuida.

3. Sistemas de operación de distribución.

SCADA, DMS, OMS, NIS. Estimación de estado

#### **Bloque 3: Operación de la red y soluciones de smart grid**

1. Control de tensiones

Control de tensión en redes de distribución, combinando recursos de red con servicios de flexibilidad local.



## 2. Monitorización y automatización de red.

Automatización de la red, nuevos dispositivos de control y supervisión, gestión de interrupciones, gestión de la brigadas y fiabilidad de la red de distribución.

## 3. Operación en "isla" y microrredes.

Operación en "isla" y microrredes aisladas

## 4. Contadores inteligentes

Implementación y funcionalidades de contadores inteligentes: despliegue, implicaciones para el funcionamiento del mercado minorista, costes y beneficios, funcionalidades del medidor, gestión de los datos.

## 5. Supervisión de la red de baja tensión y aplicaciones basadas en datos de contadores inteligentes.

Medición inteligente y supervisión de red. Aplicaciones para conexión a la red, modelos de conectividad, identificación de pérdidas técnicas / no técnicas, corrección de desequilibrio entre fases, etc.

## 6. Planificación de la operación bajo incertidumbre.

Planificación de la operación, generación distribuida y previsión de la demanda con elevada granularidad, reconfiguración de la red, etc.

### **Bloque 4: Planificación de redes de distribución bajo altas penetraciones de recursos distribuidos**

#### 1. Impacto de los recursos distribuidos sobre las inversiones en red.

Costes incrementales causados por los recursos distribuidos, localización óptima de recursos distribuidos, alternativas de conexión a la red.

#### 2. Planificación activa de la red de distribución.

Planificación de redes bajo incertidumbre (planificación basada en escenarios y probabilística), alternativas a refuerzos convencionales de red, soluciones de redes inteligentes para retrasar o evitar inversiones en redes.

#### 3. Planificación de red considerando servicios de flexibilidad.

Planificación de red y contribución de los recursos distribuidos: servicios de flexibilidad, servicios complementarios de red, mercados locales.

## **METODOLOGÍA DOCENTE**

### **Aspectos metodológicos generales de la asignatura**

La metodología seguida combina sesiones teóricas con sesiones prácticas que permitirán a los estudiantes aplicar y comprender en mayor profundidad los nuevos desafíos para la operación y planificación de las redes eléctricas de distribución. Además de las sesiones presenciales, los alumnos realizarán estudio personal así como trabajos, de manera individual o en grupos, como complemento a las actividades realizadas en clase.



## Metodología Presencial: Actividades

Clase magistral y presentaciones generales: Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor.

Sesiones prácticas: Uso de diferentes herramientas de software para analizar diferentes aspectos de la planificación y operación de futuras redes de distribución. Sesiones de laboratorio donde los estudiantes se familiarizan con diferentes componentes eléctricos y electrónicos de los sistemas de distribución. Visitas de campo a los sitios de la red de distribución real (si las situaciones lo permiten).

## Metodología No presencial: Actividades

Estudio del material presentado en clase fuera del horario de clase por parte del alumno

Estudio y resolución de problemas prácticos fuera del horario de clase por parte del alumno

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

Trabajo en el aula:

- Horas de lección magistral: 40
- Horas de resolución de problemas y sesiones de laboratorio: 15
- Horas Evaluación: 5

Trabajo fuera del aula:

- Horas estudio individual y colectivo: 85
- Horas preparación evaluación: 35

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Exámenes intermedios: problemas cortos y/o preguntas tipo test.

Examen final: resolución de problemas, preguntas cortas de desarrollo y/o preguntas tipo test.

Trabajos individuales y/o en grupo

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

Para aprobar la asignatura, la nota del examen final debe ser igual o superior a 4 puntos sobre 10 y la nota del laboratorio debe ser al menos 5 puntos sobre 10. En caso contrario, la nota final será la más baja de las dos. En caso contrario, la nota final será la menor de las dos.

La nota final se calculará del siguiente modo:

Exámenes intermedios: problemas cortos y/o preguntas tipo test. 25%



Examen final: resolución de problemas, preguntas cortas de desarrollo y/o preguntas tipo test. 60%

Trabajos individuales y/o en grupo de laboratorio. 15%

### Convocatoria Extraordinaria

Las notas de los trabajos y/o de laboratorio se preservarán siempre que la media ponderada de todas las sesiones dé como resultado un aprobado. En caso contrario, se realizará un nuevo informe de laboratorio. Queda a criterio del profesor modificar el contenido de las sesiones de laboratorio para que no sean las mismas que las desarrolladas a lo largo del curso. Además, todos los alumnos realizarán un examen final. La calificación resultante se computará de la siguiente manera:

Examen teórico 70%. En este concepto solo se computará el examen de la convocatoria extraordinaria

Trabajos individuales y/o en grupo de laboratorio 30%.

Al igual que en la convocatoria ordinaria, para aprobar la asignatura, la nota del examen teórico deberá ser mayor o igual a 4 puntos sobre 10 y la nota del laboratorio deberá ser como mínimo de 5 puntos sobre 10. En caso contrario, la nota final será la menor de las dos calificaciones

### Asistencia

La asistencia a clase es obligatoria según el artículo 93 del Reglamento General de la Universidad Pontificia Comillas y el artículo 6 de las Normas Académicas de la Escuela de Ingeniería del ICAI. El incumplimiento de este requisito puede tener la siguiente consecuencia: - La falta de asistencia a más del 15% de las clases podrá provocar la pérdida del derecho a presentarse al examen de la convocatoria ordinaria (e incluso de la convocatoria extraordinaria) de la asignatura (artículo 93.3 del Reglamento General, y artículos 7.2 y 7.3 de las Normas Académicas). Los alumnos que cometan una irregularidad en cualquier actividad calificada recibirán una nota de cero en la actividad y se seguirá un procedimiento disciplinario (véase el artículo 168 del Reglamento General de la Universidad Pontificia Comillas).

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

Material presentado en clase.

### Bibliografía Complementaria

#### Operación y planificación convencional de red:

- T.A. Short. Electric Power Distribution Handbook. CRC Press, 2004
- H. Lee Willis. Power Distribution Planning Reference Book. 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. 2004.

#### Smart grids:

- Buchholz, Bernd M., Styczynski, Zbigniew. Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer 2014.
- "The Future of the Electric Grid". An Interdisciplinary MIT study, 2011.
- Alberto Sendin, Miguel A. Sanchez-Fornie, Inigo Berganza, Javier Simon, Iker Urrutia. Telecommunication networks for smart grids. Artech House 2016

#### Observatorio:

- Prettico, G., Marinopoulos, A. and Vitiello, S., Distribution System Operator Observatory 2020, EUR 30561 EN, Publications Office of



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE**

**2024 - 2025**

the European Union, Luxembourg, 2021.