



# Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales 30038 - Redes eléctricas inteligentes

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 4, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- Ángel Antonio Bayod Rújula aabayod@unizar.es

- Juan Bautista Arroyo García jbarroyo@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura tiene un carácter marcadamente técnico y multidisciplinar, se tratan conceptos y técnicas muy variados, desde sistemas de almacenamiento y generación a configuraciones de electrónica de potencia, técnicas de control, sensores, etc.

Son necesarios conocimientos básicos de electricidad y de sistemas eléctricos de potencia.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico.

El alumno puede encontrar en la página web del Centro información sobre:

- calendario académico.
- aulas y horarios donde se imparten tanto las clases de teoría y problemas.
- fechas de las dos convocatorias oficiales de la asignatura.

La relación y fechas de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, las indicará el profesor en las correspondientes clases presenciales.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conoce las ventajas que supondrán las redes activas inteligentes en entornos urbanos, rurales e industriales

en términos de operación y eficiencia

- 2:** Identifica, clasifica, describe y selecciona los sistemas de generación distribuida y de almacenamiento distribuido y la problemática asociada a la integración de la generación distribuida en las redes de distribución actuales.
- 3:** Identifica, clasifica, describe los distintos elementos que forman parte de las redes inteligentes (Smart Grids) y microrredes (MicroGrids), sus tipologías y los agentes implicados en el control y gestión de las mismas.
- 4:** Comprende las restricciones asociadas a los sistemas de protección actual en la introducción de los recursos distribuidos y conoce las soluciones técnicas disponibles

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de Redes Eléctricas Inteligentes es una asignatura optativa de 6 créditos ETCS, que equivalen a 150 horas totales de trabajo, que se imparten en el segundo del cuarto curso.

El objetivo es el de facilitar las enseñanzas necesarias para que el alumno con las 60 horas presenciales y 90 horas no presenciales adquiera los conocimientos para analizar y gestionar redes inteligentes y microrredes.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La creciente demanda energética implica la necesidad de aumentar los puntos de generación de energía eléctrica y las líneas eléctricas de transporte y distribución. Sin embargo, mantener el esquema tradicional del sistema pasivo centralizado conlleva un conjunto de graves problemas de tipo tanto económico como medioambiental.

El apoyo de los gobiernos hacia las fuentes de origen renovable ha impulsado la instalación de multitud de sistemas de generación de baja potencia, que forman sistemas aislados o interconectados con la red eléctrica, dando lugar a los denominados sistemas de generación distribuida (GD) y a las microrredes.

Las ventajas que aporta el concepto de GD, son varias y pueden resumirse en:

- Aumento de la capacidad de transporte de las líneas eléctricas sin necesidad de reforzarlas o de realizar nuevas instalaciones.
- Mejora de la calidad de onda y la seguridad del suministro eléctrico.
- Reducción de emisiones contaminantes.
- Reducción de los costes de instalación y mantenimiento de los sistemas de generación y transporte.
- Aumento de la relación generación/coste.

Para que las ventajas anteriores tengan efecto la conexión de los sistemas de generación debe hacerse con las condiciones técnicas adecuadas, que afectan a todos los aspectos que tienen que ver con la calidad de la energía entregada a la red eléctrica. Los condicionantes de calidad, que deben cumplirse al conectar un sistema de generación a la red eléctrica,

cobran especial importancia cuando se trata de sistemas de GD y de microrredes, ya que éstas, por su especial naturaleza, son redes débiles o redes aisladas muy sensibles a cualquier tipo de contingencia.

Para alcanzar estas condiciones se trabaja en varios frentes:

- Integración de diversos sistemas de generación de energía junto con sistemas de almacenamiento, formando microrredes.
- Conexión a la red de equipos para mejorar la calidad de la energía.
- Dotar de elementos de medida, protección y análisis distribuido a las redes eléctricas para la mejor operación de las mismas, atendiendo a criterios técnicos y económicos, conformando así las denominadas redes inteligentes.
- Desarrollar tecnologías de información y comunicaciones para las correctas decisiones de operación por parte de todos los agentes involucrados.
- Implementar medidas de gestión del lado de la demanda (demand side management, DSM) y del lado del supervisor de la red (supply side management, SSM)

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La asignatura está fuertemente relacionada con el resto de asignaturas del módulo de Tecnología Eléctrica del grado en Ingeniería Eléctrica.

En ella se analizan las ventajas que aportan las redes activas para la integración eficiente de la generación distribuida. La integración de los sistemas de generación de origen renovable con almacenamiento en microrredes mejora las prestaciones de la GD al permitir una gestión integral de todos los elementos que la forman. De esta manera se reducen los riesgos de operación y aumentan las ventajas para la red a la que se conecta o para su funcionamiento aislado.

Se presentan las tecnologías y el equipamiento necesario en las redes inteligentes, la situación actual y futura.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

**1:**

### **Competencias genéricas:**

1. Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional (C3)
2. Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas actuando con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, buscando siempre la calidad y la mejora continua (C8)
3. Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería (C10)

**2:**

### **Competencias específicas**

1. Capacidad para conocer y comprender los conocimientos básicos sobre el uso y programación programas informáticos con aplicación en instalaciones eléctricas en la ingeniería (C14)
2. Conocimiento de la situación energética actual desde el punto de vista de la conexión a red y de las limitaciones del sistema eléctrico actual así como de las ventajas que ofrecen los sistemas distribuidos (C35)
3. Conocimiento en las tecnologías del aprovechamiento y utilización óptima de los recursos locales distribuidos (C35)
4. Habilidad para analizar y elegir el sistema de almacenamiento eléctrico necesario para optimizar el funcionamiento de un sistema de generación distribuido o de funcionamiento aislado (C31)
5. Introducción al concepto de redes inteligentes. Selección del equipamiento que lo forma, modo de operación de la misma (C23)

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los sistemas energéticos distribuidos en redes locales activas llegarán a ser el sistema energético de evolución del desarrollo sostenible de nuestra sociedad.

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura le darán al estudiante una perspectiva básica que puede serle de ayuda a la hora de incorporarse en empresas que trabajen directamente en integración de energías renovables y generación distribuida.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

#### **Evaluación Gradual**

##### **Prácticas de Laboratorio (15%).**

Las prácticas de laboratorio se evaluarán en las propias sesiones de laboratorio. Se tendrán en cuenta en la calificación la reparación previa de la práctica, la iniciativa y la participación en la misma.

La calificación de esta actividad será de 0 a 10 puntos y supondrá el 15% de la calificación global. El estudiante que no asista a una sesión en el horario programado, salvo causa justificada, tendrá una calificación de 0 en dicha sesión.

Para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10.

##### **Trabajos Tutorizados (15%).**

Con el fin de incentivar el trabajo continuo del estudiante, además de las prácticas de laboratorio, se realizarán otras actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre. Estas actividades pueden ser problemas, trabajos prácticos u otras actividades.

##### **Examen Final (70%).**

Este examen estará compuesto generalmente por problema, con una duración estimada de tres horas. Habrá un examen escrito en cada convocatoria oficial.

La calificación de esta actividad será de 0 a 10 puntos y supondrá el 70% de la calificación global del estudiante.

Para superar la asignatura es necesario obtener en el examen final una puntuación mínima de 4 puntos sobre 10.

**2:**

#### **Evaluación global:**

Esta es una evaluación adicional para aquellos alumnos que no superen las actividades contempladas en la evaluación Gradual.

##### **Examen Final (80%).**

Este examen estará compuesto generalmente por problema, con una duración estimada de tres horas. Habrá un examen escrito en cada convocatoria oficial.

##### **Examen de prácticas de laboratorio (20%).**

Prueba en el laboratorio donde el estudiante demostrará que es capaz de realizar cualquiera de los apartados propuestos en los guiones de prácticas.

Para superar la asignatura mediante la evaluación Global es necesario obtener una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10 en cada uno de estos dos exámenes.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a tres ejes: las sesiones de teoría, las sesiones prácticas y la realización de un trabajo de asignatura.

En las sesiones de teoría se explican los conceptos, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. La metodología se basa en clases magistrales, con debates en los que participan los alumnos.

Los alumnos deberán estudiar y analizar documentación sobre diversos temas relacionados con la asignatura, y aplicar los conocimientos adquiridos

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1: Clases magistrales y problemas (45 horas presenciales).**

Sesiones de exposición y explicación de contenidos, junto con problemas y casos de aplicación práctica de dichos contenidos. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y debates breves.

**2: Prácticas de Laboratorio (15 horas presenciales).**

El estudiante dispondrá de un guión de la práctica, suministrado previamente al inicio de la sesión de prácticas, que se acompañará con las explicaciones e indicaciones necesarias para la realización de las mismas, en la propia sesión, e impartidas por el profesor correspondiente.

**3: Trabajos tutelados (18 horas no presenciales).**

Durante las primeras semanas de curso, el profesor de la asignatura planteará a los alumnos la resolución de un conjunto de problemas y casos o la realización de un trabajo de curso, en el que se apliquen de forma práctica los contenidos de la asignatura desarrollados en los diferentes temas del curso.

**4: Estudio individual (69 horas no presenciales).**

Se fomentará el trabajo continuado del estudiante, mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de las diversas actividades de aprendizaje.

**5: Pruebas de evaluación (3 horas presenciales).**

Las pruebas de evaluación además de tener una función calificadora, constituyen también una herramienta

de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación de conocimientos y destrezas conseguidos.

**6:**  
**Tutoría.**

Atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos, ...

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario de la asignatura para sesiones presenciales de clases y prácticas está fijado por el Centro.

Las demás actividades relacionadas con el aprendizaje que se pueden realizar durante el curso se anunciarán con la adecuada antelación.

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Smart grid : technology and applications / Janaka Ekanayake ... [et al.]. . Chichester, West Sussex, U.K. ; Hoboken, N.J. : Wiley, 2012. 263 1206
- Vicini, Rommel A. Smart grid : fundamentos, tecnologías y aplicaciones / Rommel A. Vicini, Osvaldo M. Micheloud . México D.F. : Cengage Learning, cop. 2012