

Curso Académico: 2021/22

## 66339 - Protección y control de sistemas eléctricos con fuentes renovables

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66339 - Control and protection of power systems with renewable generation

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 535 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética

**Créditos:** 5.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

El objetivo de la asignatura es que el alumno adquiera los conocimientos y desarrolle las capacidades que le permitan analizar, diseñar y/o desarrollar los sistemas de protección y control en redes eléctricas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
  - Meta 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles fiables y modernos
  - Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovables en el conjunto de fuentes energéticas
  - Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura es de carácter finalista, no siendo prerrequisito de ninguna de las del máster, pero se relaciona de forma especial con

- Simulación avanzada de sistemas eléctricos
- Generación distribuida, redes inteligentes y movilidad eléctrica
- Calidad de la energía y conexión a red

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se trata de una asignatura de carácter técnico. Para cursarla con aprovechamiento, son necesarios los siguientes requisitos: Comprensión y manejo de teoría de circuitos y conceptos básicos de máquinas eléctricas.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

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

#### Competencias específicas

**CE1:** Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas eléctricos (incluyendo transporte y distribución) y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.

**CE5:** Conocer las tecnologías más importantes para la utilización de los principales recursos energéticos renovables: energía solar, eólica y biomasa. Ser capaz de realizar dimensionamiento, selección y prediseño de dichas instalaciones.

#### Competencias generales

**CG1:** Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, 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 el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

**CG2:** Es capaz de 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 en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

**CG3:** Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

**CG4:** Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

**CG5:** Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

Saber realizar estudios de coordinación de aislamiento en sistemas eléctricos

Comprender el funcionamiento de las protecciones en un sistema eléctrico y ser capaz de determinar su configuración adecuada en sistemas eléctricos simples

Conocimientos para la interpretación de incidencias en las protecciones de un sistema eléctrico con fuentes renovables

Comprender cómo funciona el control de tensión y frecuencia en sistemas eléctricos con fuentes renovables

Conocimientos de las condiciones de estabilidad de redes eléctricas

Adquirir conocimientos básicos de transporte de energía mediante HVDC y su tecnología asociada

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los conocimientos adquiridos permiten comprender el funcionamiento de la red, especialmente cuando aparece algún tipo de contingencia o incidencia. Sienta las bases para comprender como debe ser realizada la incorporación de las energías renovables, de la generación distribuida o del vehículo eléctrico a la red.

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura dan al estudiante una perspectiva técnica fundamental para iniciar su investigación en la temática, o para poder incorporarse a equipos de trabajo en empresas del sector energético donde el desarrollo tecnológico es importante.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

#### Opción 1: (Evaluación global)

Como regla general para los alumnos que sigan la asignatura de forma independiente al desarrollo de las clases o no deseen participar en las actividades propuestas, la Nota de la asignatura es la obtenida en las pruebas de las convocatorias oficiales que consistirán en:

Prueba final, escrita, individual, con varios ejercicios de aplicación o preguntas cortas con las que el estudiante debe demostrar su competencia en los resultados de aprendizaje.

### **Opción 2: (Evaluación continua)**

Evaluación continua del seguimiento del curso a partir de las actividades y ejercicios propuestos en clase:

1. El estudiante deberá entregar los ejercicios, prácticas y casos prácticos que se le planteen durante el curso.
2. El estudiante deberá realizar un trabajo práctico de los que se le propongan durante el desarrollo de la asignatura.
3. La evaluación de la asignatura se compondrá del siguiente modo:

*30 % evaluación del trabajo del estudiante en clase (ejercicios, prácticas y casos prácticos) + 70 % evaluación del trabajo práctico*

El trabajo en clase de los estudiantes se evaluará mediante la revisión de la carpeta y mediante las pruebas cortas en clase que el profesor considere oportunas.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1. Presentación metodológica general**

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, actividades de aprendizaje programadas consistente en la resolución de problemas y casos prácticos, con muy alto nivel de participación del estudiante y, finalmente, la realización de un trabajo técnico de asignatura donde el alumno debe demostrar los conocimientos y capacidades adquiridas para plantear un problema, encontrar de las referencias bibliográficas adecuadas y resolver el problema técnico relativo a la protección y control de sistemas eléctricos.

### **4.2. Actividades de aprendizaje**

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

Sesiones de teoría: exposición de los conceptos técnicos de las materias abordadas a través de clases magistrales. Parte de la materia se abordará a través de artículos tecnológicos, los cuales se discutirán en clase como ejercicio de autoaprendizaje.

Realización de ejercicios prácticos: Estos ejercicios los resuelve siempre el alumno (normalmente en pequeños grupos), se discute entre grupos y son el apoyo para fijar la comprensión de los conceptos teóricos expuestos.

Sesiones de laboratorio: consisten en análisis por simulación para los estudios de redes junto con alguna prueba en el laboratorio de protecciones.

La realización de un trabajo de asignatura: tendrá un enfoque de ingeniería de desarrollo tecnológico. En este trabajo, los alumnos deberán estudiar y analizar nueva documentación sobre un tema concreto asignado por el profesor y obtener y presentar sus propias conclusiones en un aspecto concreto de la asignatura, con mayor profundidad.

### **4.3. Programa**

La asignatura Protección y control de sistemas eléctricos con fuentes renovables se estructura en cinco bloques temáticos cuyo contenido detallado es el siguiente:

#### **I. SEP en régimen transitorio**

- Teoría de parámetros distribuidos en régimen transitorio.
- Modelado de una red eléctrica para su estudio en régimen transitorio
- Aplicación para la comprensión y resolución de fenómenos transitorios en SEP: Propagación de sobretensiones en una red eléctrica.

#### **II. Coordinación de aislamiento**

- Coordinación aislamiento
- Selección Pararrayos

#### **III. Protección del SEP y análisis de incidencias**

- Introducción.
- Protección diferencial.
- Protección de distancia. Algoritmos de la protección de distancia.
- Criterios de ajuste de compañías eléctricas.
- Análisis de incidencias a partir del oscilo de un relé digital: análisis de casos reales.

#### IV. Control de tensión y frecuencia en sistemas eléctricos con fuentes de energía renovable

- Control de frecuencia en un SEP.
- Control de tensión en un SEP.
- Conceptos de estabilidad.

#### V. Transporte en continua (HVDC)

- Introducción y conceptos básicos del transporte en continua.

### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro y publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso (<http://eina.unizar.es>).

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación. Podrá consultarse en <http://moodle.unizar.es>

Asignatura de segundo cuatrimestre.

Respecto a fechas sobre comienzo de curso y convocatorias de examen, consultar <https://eina.unizar.es/calendarios>

### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=66339>