

## 66336 - Calidad de la energía y conexión a red

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2016/17
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	535 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética
<b>Créditos</b>	5.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Recomendaciones para cursar esta asignatura

El alumno debe tener conocimientos de electricidad y redes eléctricas así como diversos conocimientos transversales. En particular, son importantes los siguientes:

- Conocimientos avanzados de circuitos, máquinas y redes eléctricas.
- Conocimientos básicos de sistemas de control basados en electrónica de potencia.
- Capacidad para realizar búsquedas autónomas de información técnica y científica.
- Conocimiento suficiente de inglés para lectura de documentación.

#### 1.2. Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre.

Al comienzo de la impartición de la asignatura, durante el primer día de clase, el profesor informará de la planificación de las actividades docentes y las fechas clave de realización de prácticas, entrega de ejercicios y de realización de la prueba final de evaluación de la asignatura.

### 2. Inicio

#### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- Es capaz de seleccionar los sensores y dispositivos más adecuados para la realización de medidas y ensayos eléctricos
- Es capaz de describir la fenomenología de la calidad de suministro eléctrico, sus parámetros básicos y la normativa vigente
- Tiene capacidad de analizar críticamente resultados de medidas de calidad de suministro eléctrico interpretando de forma correcta si la instalación en la que se han llevado a cabo cumple los requisitos dados por la normativa vigente y aportando posibles soluciones a los problemas encontrados

## 66336 - Calidad de la energía y conexión a red

- Puede planificar una medida de calidad de suministro eléctrico seleccionando la instrumentación adecuada así como el punto (o los puntos) de medida en función de información previa de la instalación a estudiar
- Conoce, en base a los conceptos de calidad de red, cual debe ser la respuesta ante perturbaciones de una red eléctrica
- Conoce los diferentes "Grid Codes" internacionales y, especialmente, los procedimientos de operación nacionales (PO12.3 y PO12.2) que regulan la conexión de EERR a la red

### 2.2.Introducción

Breve presentación de la asignatura

Las energías renovables han experimentado un importante incremento en su utilización en los últimos años. Se está cambiando el paradigma de la red eléctrica con grandes generadores centralizados hacia una nueva estructura donde la generación recae en pequeños generadores distribuidos, generalmente mediante fuentes renovables. La conexión de estos generadores supone una serie de retos e implicaciones técnicas que hay que resolver. Entre las implicaciones más importantes se encuentran tanto la calidad de la energía producida como la estabilidad de la red. Fluctuaciones de tensión, armónicos, desequilibrios, reactiva, etc, son fenómenos cada vez más presentes en el sistema eléctrico. En cuanto a la estabilidad de la red, es necesario al menos garantizar la presencia de generación suficiente para cubrir la demanda. Cuando la generación se hace mediante fuentes de origen aleatorio se presentan muchos retos a resolver. Es por esto por lo que se han desarrollado procedimientos de conexión que deben cumplir las fuentes de generación renovables.

En esta asignatura se estudiarán de forma detallada los fenómenos de calidad de suministro eléctrico. Se verán los conceptos fundamentales de cada uno de ellos, teniendo en cuenta sus causas, efectos y los posibles métodos de mitigación. Para cada uno de los fenómenos se presentarán sus aproximaciones normativas contemplando los niveles de compatibilidad y los límites fijados en las normas técnicas correspondientes.

Por otro lado, se presentarán también los requisitos de conexión a red de las fuentes de generación renovables contemplando los procedimientos de operación de las operadoras tanto a nivel nacional como internacional.

### 3.Contexto y competencias

#### 3.1.Objetivos

- Seleccionar los sensores y dispositivos más adecuados para la realización de medidas y ensayos eléctricos
- Comprender la fenomenología de la calidad de suministro eléctrico, sus parámetros básicos y la normativa vigente
- Analizar críticamente resultados de medidas de calidad de suministro eléctrico interpretando de forma correcta si la instalación en la que se han llevado a cabo cumple los requisitos dados por la normativa vigente y aportando posibles soluciones a los problemas encontrados
- Planificar una medida de calidad de suministro eléctrico seleccionando la instrumentación adecuada así como el punto (o los puntos) de medida en función de información previa de la instalación a estudiar
- Conocer, en base a los conceptos de calidad de red, cual debe ser la respuesta ante perturbaciones de una red eléctrica
- Conocer los diferentes "Grid Codes" internacionales y, especialmente, los procedimientos de operación nacionales (PO12.3 y PO12.2) que regulan la conexión de EERR a la red

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

El sector eléctrico está sufriendo una transformación motivada por los problemas del sistema centralizado actual y la aparición de nuevas tecnologías asociadas a los sistemas de generación renovable distribuida, a los sistemas de almacenamiento, a las configuraciones de electrónica de potencia y a las tecnologías de comunicación.

En las asignaturas previas los alumnos han estudiado diversas fuentes de Energías Renovables, las características de las redes eléctricas tradicionales y los convertidores de potencia. En esta asignatura se estudian los problemas de la

## 66336 - Calidad de la energía y conexión a red

calidad de suministro eléctrico que pueden originarse debido a los sistemas de electrónica de potencia así como los requisitos que deben cumplir estas nuevas fuentes de Energías Renovables para su integración en la red eléctrica.

La asignatura es eminentemente técnica y de carácter finalista, no siendo prerequisite de ninguna otra asignatura del master

### 3.3. 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, as como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

### 3.4. Importancia de los resultados de aprendizaje

El conocimiento tanto de los problemas de la calidad de la energía como de los requisitos para la integración en red de nuevas fuentes de generación, resulta de crucial importancia para un experto en sistemas eléctricos con fuentes renovables. La planificación de nuevas centrales de generación, parques eólicos, solar fotovoltaicas, biomasa, etc., requiere de conocimientos sobre sus posibles consecuencias en los sistemas ya en operación y sobre los usuarios de la red. Asimismo, resulta fundamental tener conocimiento de los requisitos necesarios para la integración en red de dichas nuevas centrales, dado que es un paso previo fundamental para su puesta en operación.

## 66336 - Calidad de la energía y conexión a red

### 4.Evaluación

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

Trabajo de asignatura (20%)

Realización de un trabajo de iniciación a la investigación sobre temas acordados con los profesores utilizando bibliografía especializada. Entrega de memoria y presentación ante los compañeros. La evaluación de los trabajos se realizará en la última quincena lectiva. Los trabajos se realizarán de forma individual.

Se evaluará la presentación en clase de los trabajos y la memoria escrita. Se valorará: demostrar comprensión de la materia, relaciones entre conceptos, ampliación de los conceptos presentados en clase, presentar un esquema de trabajo coherente (introducción, desarrollo y conclusiones), adecuada referencia del trabajo de otros, claridad de la presentación oral, respuesta adecuada a las preguntas y corrección de la memoria.

Prácticas (40%)

Se realizarán prácticas de laboratorio y/o simulación por ordenador

Los alumnos deberán ser capaces de realizar el trabajo de prácticas a partir de un breve guión que les entregarán los profesores. Con dicho guión y el material proporcionado, los alumnos realizarán las prácticas en el laboratorio y elaborarán una memoria que entregarán al profesor para su evaluación.

Examen final (40%)

Al final del curso se realizará un examen final de la asignatura donde se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno. Consistirá en cuestiones cortas teórico prácticas de la materia impartida durante el curso.

Opciones de evaluación

La evaluación se podrá realizar por cada estudiante, de modo progresivo por la evaluación de los informes de las prácticas, que tendrán un peso total del 40%. Por la realización de un trabajo de asignatura sobre un tema relacionado con la misma, acordado con el profesor y defendido públicamente, cuyo valor es el 20% y por la realización de un examen de teoría cuyo valor es del 40%.

El alumno que no opte por este tipo de evaluación, podrá presentarse a un único examen final en el que se solicitará la entrega de un trabajo en las mismas condiciones que el resto de los alumnos, la realización de un examen de prácticas en la línea de las realizadas en el curso y la realización de un examen de teoría. Los valores de las tres partes serán como en la otra modalidad de examen. (20%, 40% y 40%)

### 5.Actividades y recursos

#### 5.1.Presentación metodológica general

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

El desarrollo de la asignatura tendrá tanto sesiones de teoría como sesiones prácticas.

## 66336 - Calidad de la energía y conexión a red

Las sesiones de teoría se basarán en la metodología de lección magistral donde se explican los conceptos básicos de la asignatura y se realizarán ejercicios prácticos cortos siempre bajo la guía del profesor.

Se realizarán también sesiones prácticas donde se plasmarán los conocimientos adquiridos en las sesiones de teoría. Estas sesiones prácticas podrán estar basadas en la resolución de problemas o análisis de casos en el aula docente o bien en prácticas de laboratorio.

Los trabajos de asignatura podrán ser de distintos tipos:

- Trabajos de introducción a la investigación donde los alumnos deberán estudiar y analizar nueva documentación sobre un tema concreto asignado por el profesor y presentar sus propias conclusiones en aspectos concretos de la asignatura.
- Trabajos de ampliación de los conceptos de la asignatura que por motivos de tiempo no pueden considerarse en el periodo docente de la misma.

Resolución de casos prácticos donde el alumno deber plasmar su criterio y obtener conclusiones propias.

### 5.2.Actividades de aprendizaje

Durante el curso se realizarán las siguientes actividades de aprendizaje:

- Clases magistrales donde se expondrán los conceptos básicos del curso
- Cláses prácticas donde se resolverán problemas y casos prácticos
- Sesiones de laboratorio que incluirán tanto sesiones prácticas como simulación por ordenador
- Realización de trabajos individuales
- Examen de la asignatura

### 5.3.Programa

El programa de la asignatura tendrá los siguientes contenidos:

1. Introducción, clasificación y tipos de sensores
2. Transformadores de medida
3. Medida de corriente
4. Introducción a la calidad de suministro
5. Variaciones de frecuencia
6. Huecos de tensión e interrupciones cortas
7. Fluctuaciones de tensión y flicker
8. Armónicos
9. Análisis de armónicos
10. Monitorización de la calidad de suministro
11. Conexión a red de fuentes renovables

Complementos

- El sistema por unidad
- Redes de secuencia

### 5.4.Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La planificación de la asignatura y el calendario de la misma pueden consultarse en la página web de la asignatura y en el anillo digital docente (ADD).

## **66336 - Calidad de la energía y conexión a red**

El primer día de clase se informará de los detalles específicos del curso y del calendario detallado del mismo

### **5.5. Bibliografía y recursos recomendados**