



## Guía docente

# 820753 - QSIRX - Calidad de Suministro e Integración de Renovables en la Red

Última modificación: 21/04/2020

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona

**Unidad que imparte:** 709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2020

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano, Catalán, Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Joan Montañá Puig

**Otros:** Luis Sainz Sapera

### CAPACIDADES PREVIAS

---

- Electrotecnia básica.
- Conocimientos de teoría de circuitos.
- Conocimientos básicos de series de Fourier.
- Conocimientos de sistemas eléctricos de potencia.

### REQUISITOS

---

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

CEMT-6. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo eléctrico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones eléctricas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía eléctrica.

CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

- Clase magistral o conferencia (EXP): exposición de conocimientos por parte del profesorado mediante clases magistrales o bien por personas externas mediante conferencias invitadas.
- Clases participativas (PART): resolución colectiva de ejercicios, realización de debates y dinámicas de grupo con el profesor y otros estudiantes en el aula; presentación en el aula de una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico-práctico dirigido (TD): realización en el aula de una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): aprendizaje basado en la realización, individual o en grupo, de un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de mayor alcance (PA): aprendizaje basado en el diseño, la planificación y realización en grupo de un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de este y los resultados y conclusiones.
- Actividades de Evaluación (EV).

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

- Conocer los efectos que producen los diferentes tipos de perturbaciones y sus técnicas de mitigación.
- Comprender el origen de los armónicos, valorar sus efectos así como plantear soluciones.
- Entender el origen, la magnitud y los efectos de las perturbaciones transitorias. Estudio de la mitigación..
- Conocer las características de calidad de la tensión suministrada. Estudio de las variaciones de tensión y frecuencia.
- Identificar las causas, modelar y comprender los efectos de las interrupciones y los cortes de suministro así como los huecos de tensión.
- Conocer el marco normativo referente a la calidad de suministro y compatibilidad electromagnética especialmente en la generación con energías renovables.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

---

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	30,0	25.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	66.67
Horas actividades dirigidas	10,0	8.33

**Dedicación total:** 120 h

## CONTENIDOS

### 1. Introducción

**Descripción:**

En este módulo se introducirán los conceptos de calidad de suministro en sistemas eléctricos, compatibilidad electromagnética, clasificación general de las perturbaciones y normativas relacionadas. Se hará hincapié en los sistemas con fuentes de energía renovables.

Temas:

- 1.1 Conceptos de calidad de suministro.
- 1.2 Tipos de perturbaciones en los sistemas eléctricos.
- 1.3 Origen y clasificación de las perturbaciones desde la compatibilidad electromagnética.
- 1.4 Efectos de la integración de fuentes de energía renovable en la red.
- 1.5 Marco normativo actual.

**Objetivos específicos:**

- Conocer los conceptos relacionados con la calidad de suministro.
- Conocer los tipos y origen de las perturbaciones que afectan a la calidad de suministro.
- Caracterizar las perturbaciones.
- Conocer el ámbito normativo actual.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1
- Actividad 2

**Dedicación:** 13h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 10h

### 2. Perturbaciones periódicas

**Descripción:**

En el segundo módulo de la asignatura se tratan las perturbaciones periódicas. Se estudiarán los orígenes de los armónicos y los sus efectos en la calidad de suministro y consumo eléctrico. Se presentarán técnicas de identificación y de mitigación. Se realizará especial hincapié en los casos con fuentes de energía renovable integradas en la red.

**Objetivos específicos:**

- Identificar el origen de los armónicos.
- Modelar sistemas con armónicos y evaluar los efectos en la calidad.
- Conocer las técnicas de mitigación.

**Actividades vinculadas:**

- Actividad 1
- Actividad 2
- Actividad 5

**Dedicación:** 39h 30m

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Actividades dirigidas: 5h

Aprendizaje autónomo: 25h



### 3. Perturbaciones no periódicas

#### Descripción:

El tercer módulo de la asignatura se dedica a las perturbaciones no periódicas. Se tratarán en primer lugar las sobretensiones temporales y transitorias. De las sobretensiones transitorias se realizará especial hincapié en las de origen atmosférico y especialmente en los sistemas de generación eólica. En segundo lugar se estudiarán las variaciones de tensión y frecuencia. Finalmente se tratarán los cortes y huecos de tensión. Se describirán los efectos de la integración de fuentes de energía de origen renovable en la red.

#### Objetivos específicos:

- Entender el origen, la magnitud y los efectos de las perturbaciones transitorias. Estudio de su mitigación.
- Conocer las características de la calidad de la tensión suministrada. Estudio de las variaciones de tensión y frecuencia.
- Identificar las causas, modelar y comprender los efectos de las interrupciones y los cortes de suministro así como los huecos de tensión.

#### Actividades vinculadas:

- Actividad 1
- Actividad 3
- Actividad 4
- Actividad 5

#### Dedicación: 72h 30m

Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 10h

Actividades dirigidas: 10h

Aprendizaje autónomo: 45h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita de evaluación (Actividad 5): 50 %
- Trabajos y ejercicios (Activitat 1): 25 %
- Prácticas (Activitats 2, 3 i 4): 25 %

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se especificarán en Atenea.

## BIBLIOGRAFÍA

#### Básica:

- Dugan, Roger C. Electrical power systems quality. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780071761550.
- Arrillaga, J.; Watson, N. R. Power system harmonics [en línea]. 2nd ed. West Sussex, England: J. Wiley & Sons, cop. 2003 [Consulta: 31/05/2019]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=189878>. ISBN 0470851295.
- Moreno Muñoz, Antonio. Power quality : mitigation technologies in a distributed environment [en línea]. London: Springer, cop. 2007 [Consulta: 12/09/2017]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-772-5>. ISBN 1846287715.
- Bollen, Math H.J. Understanding power quality problems : voltage sags and interruptions. New York: Wiley-IEEE Press, 2013. ISBN 0780347137.

#### Complementaria:

- IEEE Std 1410 Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines [en línea]. IEEE, 2010 [Consulta: 08/02/2018]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5706451/>.
- IEEE Standard 519: Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems, [en línea]. IEEE, 1992 [Consulta: 08/02/2018]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6826459/>.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. "Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial". Boletín Oficial del Estado [en línea]. «BOE» núm. 126, de 26/05/2007



[Consulta: 08/02/2018]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-10556>.

- UNE-EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución. AENOR,

- UNE-EN 61000 Compatibilidad electromagnética (CEM). AENOR,

- IEEE Standard 1250 Guide for Service to Equipment Sensitive to Momentary Voltage Disturbances, [en línea]. IEEE, 1995

[Consulta: 08/02/2018]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org/document/467536/?reload=true>.

- IEEE Standard 1159: Recommended practices for monitoring electric power quality, [en línea]. IEEE, 1995 [Consulta: 06/09/2017].

Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org.recursos.biblioteca.upc.edu/document/475495/>.