



# Guia docent

## 820753 - QSIRX - Qualitat de Potència

Última modificació: 16/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2014). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN SISTEMES I ACCIONAMENTS ELÈCTRICS (Pla 2021). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2022). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Joan Montañá Puig

**Altres:** Luis Sainz Sapera

### CAPACITATS PRÈVIES

---

- Electrotècnia bàsica.
- Coneixements bàsics de circuits elèctrics.
- Coneixements bàsics de sèries de Fourier.
- Coneixements de sistemes elèctrics de potència.

### REQUISITS

---

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Específiques:**

CEMT-1. Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com a font d'energia fins al seu ús com a servei energètic. Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental; i formular judicis valoratius.

CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip elèctric més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions elèctriques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.

CEMT-7. Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

- Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes participatives (PART): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.
- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
- Activitats d'Avaluació (EV).

## OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

- Adquirir els coneixements dels efectes que produeixen els diferents tipus de perturbacions i les seves tècniques de mitigació.
- Comprendre l'origen dels harmònics, valorar-ne els seus efectes així com plantejar-ne solucions.
- Entendre l'origen, la magnitud i els efectes de les perturbacions transitòries. Estudi de les seves mitigació.
- Conèixer les característiques de qualitat de la tensió subministrada. Estudi de les variacions de tensió i freqüència.
- Identificar les causes, modelar i comprendre els efectes de les interrupcions i els talls de subministrament així com els sots de tensió.
- Conèixer el marc normatiu referent a la qualitat de subministrament i compatibilitat electromagnètica especialment en la generació amb energies renovables.
- Adquirir els coneixements dels efectes que produeixen els diferents tipus de perturbacions i les seves tècniques de mitigació.
- Comprendre l'origen dels harmònics, valorar-ne els seus efectes així com plantejar-ne solucions.
- Entendre l'origen, la magnitud i els efectes de les perturbacions transitòries. Estudi de les seves mitigació.
- Conèixer les característiques de qualitat de la tensió subministrada. Estudi de les variacions de tensió i freqüència.
- Identificar les causes, modelar i comprendre els efectes de les interrupcions i els talls de subministrament així com els sots de tensió.
- Conèixer el marc normatiu referent a la qualitat de subministrament i compatibilitat electromagnètica especialment en la generació amb energies renovables.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

**Dedicació total:** 125 h



## CONTINGUTS

### 1. Introducció

#### Descripció:

En aquest mòdul s'introduiran els conceptes de qualitat de subministrament en sistemes elèctrics, compatibilitat electromagnètica, classificació general de les pertorbacions i normatives relacionades. Es farà incís en els sistemes amb fonts d'energia renovables.

#### Temes:

- 1.1 Conceptes de qualitat de subministrament.
- 1.2 Tipus de pertorbacions en sistemes elèctrics.
- 1.3 Origen i classificació de les pertorbacions des de la compatibilitat electromagnètica.
- 1.4 Efectes de la integració de fonts d'energia renovable a la xarxa.
- 1.5 Marc normatiu actual.

#### Objectius específics:

- Conèixer els conceptes relacionats amb la qualitat de subministrament.
- Conèixer els tipus i orígens de les pertorbacions que afecten a la qualitat de subministrament.
- Caracteritzar les pertorbacions.
- Conèixer l'àmbit normatiu actual.

#### Activitats vinculades:

- Activitat 1
- Activitat 2

#### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 10h



## 2. Pertorbacions periòdiques

### Descripció:

El segon mòdul de l'assignatura es tracta les pertorbacions periòdiques. S'estudiarà els orígens dels harmònics i els seus efectes en la qualitat de subministrament i consum elèctric. Es presentaran tècniques de identificació i de mitigació. Es realitzarà especial incís als casos amb fonts d'energia renovable integrades a la xarxa.

### Temes:

- 2.1 Harmònics i el seu origen.
- 2.2 Càrregues no lineals.
- 2.3 Resolució de circuits amb harmònics.
- 2.4 Efectes dels harmònics.
- 2.5 Identificació i quantificació del problema harmònic.
- 2.6 Solucions al problema harmònic.
- 2.7 Revisió de la normativa actual.

### Objectius específics:

- Identificar l'origen dels harmònics.
- Modelar sistemes amb harmònics i avaluar els efectes a la qualitat.
- Conèixer les tècniques de mitigació.

### Activitats vinculades:

- Activitat 1
- Activitat 2
- Activitat 5

### Dedicació: 39h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

Grup petit/Laboratori: 5h

Activitats dirigides: 5h

Aprenentatge autònom: 25h

### 3. Pertorbacions no periòdiques

#### Descripció:

El tercer mòdul de l'assignatura es dedica a les pertorbacions no periòdiques. Es tractaran en primer lloc les sobretensions temporals i transitòries. De les sobretensions transitòries es realitzarà especial incís a les d'origen atmosfèric i especialment en sistemes de generació eòlica. En segon lloc s'estudiaran les fonts de variacions de tensió y freqüència. Finalment es tractaran els talls i sots de tensió. Es descriuran els efectes de la integració de fonts d'energia d'origen renovable a la xarxa. En aquest tema es presentaran tècniques basades en simulació mitjançant Montecarlo per avaluar els efectes de les pertorbacions transitòries. També es treballaran amb eines de simulació per l'avaluació de sots de tensió.

#### Temes:

- 3.1 Introducció a les pertorbacions no periòdiques
- 3.2 Sobretensions temporals
- 3.3 Sobretensions transitòries
- 3.4 Coordinació d'aïllament i protecció contra sobretensions
- 3.5 Interrupcions llargues de subministrament
- 3.6 Interrupcions curtes de subministrament
- 3.7 Desequilibris
- 3.8 Sots de tensió
- 3.9 Tècniques de mitigació.
- 3.10 Revisió de la normativa actual

#### Objectius específics:

- Entendre l'origen, la magnitud i els efectes de les pertorbacions transitòries. Estudi de les seva mitigació.
- Conèixer les característiques de qualitat de la tensió subministrada. Estudi de les variacions de tensió i freqüència.
- Identificar les causes, modelar i comprendre els efectes de les interrupcions i els talls de subministrament així com els sots de tensió.

#### Activitats vinculades:

- Activitat 1
- Activitat 3
- Activitat 4
- Activitat 5

**Dedicació:** 72h 30m  
Grup gran/Teoria: 7h 30m  
Grup petit/Laboratori: 10h  
Activitats dirigides: 10h  
Aprentatge autònom: 45h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Prova escrita d'avaluació (Activitat 5): 50 %
- Treballs i exercicis (Activitat 1): 25 %
- Pràctiques (Activitats 2, 3 i 4): 25 %

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

S'especificaran a Atenea.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Bollen, Math H.J. Understanding power quality problems : voltage sags and interruptions. New York: Wiley-IEEE Press, 2013. ISBN 0780347137.
- Dugan, Roger C. Electrical power systems quality. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780071761550.
- Moreno Muñoz, A. Power quality : mitigation technologies in a distributed environment [en línia]. London: Springer, cop. 2007 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-1-84628-772-5>. ISBN 9781846287718.
- Arrillaga, J.; Watson, N. R. Power system harmonics [en línia]. 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.

### Complementària:

- UNE-EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución. AENOR,
- UNE-EN 61000 Compatibilidad electromagnética (CEM). AENOR,
- IEEE Standard 1410 : guide for improving the lightning performance of electric power overhead distribution lines [en línia]. IEEE, 2011 [Consulta: 13/09/2022]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5706451/>. ISBN 9780738164878.
- IEEE Standard 1250 : guide for service to equipment sensitive to momentary voltage disturbances [en línia]. IEEE, 1995 [Consulta: 13/09/2022]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org/document/467536/?reload=true>. ISBN 9780738103839.
- IEEE Standard 1159: Recommended practices for monitoring electric power quality, [en línia]. IEEE, 1995 [Consulta: 06/09/2017]. Disponible a: <http://ieeexplore.ieee.org.recursos.biblioteca.upc.edu/document/475495/>.
- IEEE Standard 519: Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems [en línia]. IEEE, 2014 [Consulta: 13/09/2022]. Disponible a: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6826459>. ISBN 9780738190051.
- 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 línia]. «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>.