

## Guia docent 820016 - STE - Sistemes Elèctrics

Última modificació: 05/07/2021

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

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** RODOLFO OSEIRA GOAS

**Altres:** Primer quadrimestre:  
HERMENEGILDO ALTELARREA SORIA - M3, M31, M32, M33, M34, T2  
JUAN CRUZ VAQUER - M41, M42, T21, T22, T23, T24  
JORGE EL MARIACHET CARREÑO - M1, T11, T12, T13  
EDORTA LÓPEZ URZAINQUI - T14  
RODOLFO OSEIRA GOAS - M4, M21, M22, M43, M44, T1  
JUAN ALBERTO PIZARRO RUIZ - M25, M35  
JOSEP SEGARRA MULLERAT - M2, M11, M12, M13, M14. M21, M22

Segon quadrimestre:  
HERMENEGILDO ALTELARREA SORIA -  
JAIME BUSTO ABADIA -  
JUAN CRUZ VAQUER -  
JORGE EL MARIACHET CARREÑO -  
RODOLFO OSEIRA GOAS -  
JOSEP SEGARRA MULLERAT -

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Les pròpies de les assignatures obligatòries dels quadrimestres anteriors.

### REQUISITS

---

Cap.

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

---

**Específiques:**

1. Coneixements sobre la teoria de circuits i màquines elèctriques i sobre com s'apliquen.

**Transversals:**

2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.



## METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva en un 30%, el treball individual en un 30%, el treball en petits grups (treball cooperatiu, col·laboratiu o d'altres tipus) en un 20%, i aprenentatge basat en projectes en un 20%.

El procés d'aprenentatge autònom es desenvolupa fent servir el Campus Digital Atenea, en el que s'inclouen recursos, qüestionaris d'autoavaluació, i les especificacions per fer un treball en grup que s'ha de desenvolupar al llarg de tot el quadrimestre.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Objectius generals:

- Adquirir els coneixements fonamentals de l'electricitat i de la teoria de circuits aplicats a l'estudi de circuits i sistemes elèctrics.
- Adquirir els coneixements fonamentals de l'electricitat aplicats al disseny d'instal·lacions elèctriques de baixa tensió.
- Adquirir els coneixements fonamentals de les màquines i convertidors elèctrics i ser coneixedors de la seva aplicació en sistemes elèctrics.
- Adquirir els coneixements bàsics de l'electricitat que permetin interpretar esquemes, catàlegs, especificacions tècniques, reglament de baixa tensió i altres normatives.
- Adquirir la capacitat d'aprendre de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequades per a la concepció i disseny d'instal·lacions elèctriques.

Competències transversals:

- Adquirir la capacitat d'aprendre de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequades per a la concepció i disseny d'instal·lacions elèctriques.
- Aprenentatge autònom.
- Compromís i capacitat d'organització amb la tasca i amb el grup.
- Comunicació oral i escrita.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

**Dedicació total:** 150 h



## CONTINGUTS

### Tema 1. Introducció

#### Descripció:

- 1.1. Sistemes, xarxes i circuits elèctrics.
- 1.2. Magnituds fonamentals: carrega, corrent, voltatge, potencia i energia. Sistemes de unitats.
- 1.3. Elements d' un circuit elèctric. Models. Fonts de tensió i corrent. Fonts independents i dependents.
- 1.4. Senyals contínues i discretes.

#### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç d'identificar i saber:

- Què és un sistema i un circuit elèctric?
- Quines són les magnituds fonamentals dels sistemes i circuits elèctrics?
- Quins són els elements d' un circuit elèctric i les seves propietats?
- Què és un model elèctric?
- Quines són les senyals contínues i les discretes?

#### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes.
- Pràctica laboratori: Instrumentació bàsica de laboratori.

#### Dedicació: 3h 50m

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 1h 20m



## Tema 2. Anàlisi de circuits resistius

### Descripció:

- 2.1. El resistor. Corba característica: relació tensió - corrent. Llei d'Ohm. Resistència i conductància. Llei de Joule. Potència en un resistor.
- 2.2. Lleis de Kirchhoff. Balanç de tensió i de corrent en un circuit. Conveni de signes.
- 2.3. Divisor de tensió. Divisor de corrent.
- 2.4. Elements passius i actius d'un circuit.
- 2.5. Teorema de Tellegen. Balanç de potències en un circuit. Conveni de signes.
- 2.6. Mètodes d'anàlisi generals d'un circuit. Anàlisi de malles. Anàlisi de nusos.
- 2.7. Linealitat. Teorema de la superposició.
- 2.8. Circuits equivalents.
- 2.9. Teoremes de Thévenin i Norton.
- 2.10. Teorema de la màxima transferència de potència.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de conèixer i saber:

- Què és el resistor i com és la seva corba característica: relació tensió-corrent?
- Com és la potència en un resistor?
- Conèixer i saber aplicar les lleis d'Ohm i lleis de Kirchhoff en circuits resistius.
- Com és el balanç de tensions i de corrents en un circuit?
- Què és un divisor de tensió i un divisor de corrent?
- Quin són els elements passius i actius d'un circuit i les seves diferències?
- Conèixer i saber aplicar el teorema de Tellegen i com és el balanç de potències en un circuit.
- Com s'analitzen els circuits resistius? Saber utilitzar els mètodes d'anàlisi de malles i de nusos.
- Què és la linealitat i el teorema de la superposició i com s'aplica al anàlisi de circuits?
- Què són circuits equivalents?
- Conèixer i saber aplicar els teoremes de Thévenin i Norton.
- Conèixer i saber aplicar el teorema de la màxima transferència de potència.

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes.
- Pràctica laboratori: Comprovació experimental de les lleis bàsiques que regeixen el funcionament de los circuits elèctrics.

**Dedicació:** 27h 40m

Grup gran/Teoria: 11h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 14h 40m

### Tema 3. Regim sinusoidal permanent. Sistemes monofàsics

#### Descripció:

3. 1. Senyals periòdiques, valors característics: valor mig, eficaç i factor de forma. Funcions sinusoidals. Resposta de estat permanent.
3. 2. Identitats d'Euler. Transformació d'una funció excitatriu sinusoidal al domini de la freqüència ( $j\omega$ ). Concepte de fasor. Propietats de la transformació.
3. 3. Dominis de representació: representació temporal i fasorial.
3. 4. Llei d'Ohm i lleis de Kirchhoff en el domini de la freqüència ( $j\omega$ ).
3. 5. Relacions fasorials dels elements passius R, L i C. Resposta dels elements simples en règim sinusoidal permanent.
3. 6. Impedància i admitància. Impedància d'elements en sèrie. Admitància d'elements en paral·lel. Circuits equivalents.
3. 7. Anàlisi de circuits en règim sinusoidal permanent.
3. 8. Potència: Potència instantània. Valor mitjà de la potència instantània. Potència activa i reactiva. Potència aparent i factor de potència. Potència complexa.
3. 9. Compensació de l'energia reactiva.
3. 10. Teorema de la màxima transferència de potència.

#### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

- Què és una senyal periòdica i quins són els seus valors característics?
- Com és la transformació d'una funció excitatriu sinusoidal al domini de la freqüència ( $j\omega$ )? Què és el fasor i com s'apliquen les propietats de la transformació al anàlisi de circuits en règim sinusoidal permanent?
- Quins són els dominis de representació de la senyal: representació temporal i fasorial?
- Quines són les relacions fasorials dels elements passius R, L i C. i com és comporten en règim sinusoidal permanent?
- Com són els diagrames fasorials?
- Conèixer i saber aplicar les lleis d'Ohm i lleis de Kirchhoff en règim sinusoidal permanent.
- Què és d'impedància i admitància i com és duen a terme reducció de xarxes en règim sinusoidal permanent?
- Com s'analitzen circuits en règim sinusoidal permanent? Saber utilitzar el mètodes d'anàlisi de nusos i de malles.
- Quins són els conceptes de potència en règim sinusoidal permanent?
- Què és el factor de potència?
- Com es du a terme la correcció del factor de potència?
- Com s'aplica el teorema de la màxima transferència de potència en règim sinusoidal permanent?

#### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes.
- Pràctica laboratori: Assaig de circuits en règim sinusoidal permanent. Estudi de tensions, corrents i potències de corrent alterna. Correcció del factor de potència.

**Dedicació:** 27h 40m

Grup gran/Teoria: 11h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 14h 40m



## Tema 4. Sistemes trifàsics

### Descripció:

- 4.1. Sistemes polifàsics i sistemes trifàsics.
- 4.2. Generador trifàsic. Tensió de fase i de línia. Relació entre tensió de fase i de línia.
- 4.3. Carreges trifàsiques: connexió en estrella i en triangle de càrregues monofàsics. Estudi de les tensions i corrents de fase i de línia. Teorema de Millman. Equivalència estrella y triangle.
- 4.4. Anàlisi de xarxes trifàsiques amb càrregues equilibrades i desequilibrades.
- 4.5. Connexió de carreges monofàsiques a xarxes trifàsiques.
- 4.6. Potència d'un sistema trifàsic.
- 4.7. Compensació de l'energia reactiva en sistemes trifàsics equilibrats.
- 4.8. Mesura de tensions, corrents i potències en sistemes trifàsics.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

- Què és un sistema polifàsic?
- Com es genera una tensió trifàsica?
- Quina és la relació entre tensions de fase i de línia?
- Com estan constituïdes les carreges trifàsiques?
- Com es transforma les carreges trifàsiques en estrella i en triangle?
- Com s'analitzen xarxes trifàsiques amb carreges equilibrades i desequilibrades?
- Com es connecten carreges monofàsiques a xarxes trifàsiques?
- Quins són els conceptes de potència d'un sistema trifàsic?
- Com es du a terme la correcció del factor de potència en sistemes trifàsics equilibrats?
- Quins són els mètodes de mesura de tensions, corrents, potències en sistemes trifàsics?

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes.
- Pràctica laboratori: Sistemes trifàsics. Estudi de tensions, corrents i potències en sistemes trifàsic.

**Dedicació:** 27h 40m

Grup gran/Teoria: 11h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 14h 40m

## Tema 5. Transformadors monofàsics i trifàsics

### Descripció:

- 5.1. Principi general de la transformació electromagnètica.
- 5.2. Constitució i magnituds fonamentals.
- 5.3. Transformador monofàsic ideal.
- 5.4. Transformador monofàsic real.
- 5.5. Circuit elèctric equivalent.
- 5.6. Valors nominals o assignats.
- 5.7. Assajos bàsics en transformadors.
- 5.8. Caiguda de tensió.
- 5.9. Pèrdues i rendiment.
- 5.10. Transformadors trifàsics. Bancs trifàsics mitjançant transformadors monofàsics.
- 5.11. Transformadors de tres columnes. Grups de connexió.
- 5.12. Transformadors especials: autotransformadors i transformadors de mesura i protecció.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

- En què consisteix el principi general de la transformació electromagnètica?
- Conèixer el principi fonamental de funcionament de un transformador, la seva constitució i magnituds fonamentals.
- Quines diferències existeixen entre el transformador monofàsic ideal i el real?
- Com es determina el circuit elèctric equivalent del transformador i el seu significat físic?
- Quins són els valors nominal o assignats i com interpretar-los?
- En què coexisteix i a què és deguda la caiguda de tensió en un transformador?
- Què són les pèrdues del transformador, i com es determina el seu rendiment?
- Què és un transformador trifàsic?
- Conèixer el funcionament dels transformadors trifàsics i las seves característiques fonamentals.
- Com estan constituïts els bancs trifàsics mitjançant la connexió de transformadors monofàsics?
- Com estan constituïts els transformadors de tres columnes?
- Com es connecten les bobines dels debanats dels transformadors trifàsics?
- Conèixer l'índex horari.
- Conèixer el principi de funcionament de transformadors especials: autotransformadors i transformadors de mesura i protecció.

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori: Assajos en transformadors.

**Dedicació:** 25h 40m

Grup gran/Teoria: 11h

Aprenentatge autònom: 14h 40m



## Tema 6. Instal·lacions elèctriques en baixa tensió. Proteccions. Dispositius de mesura i opcions de tarificació

### Descripció:

- 6.1. Introducció.
- 6.2. Elements de una instal·lació elèctrica.
- 6.3. Càlcul elèctric de línies. Criteris de disseny.
- 6.4. Reglament Electrotècnic para Baixa Tensió.
- 6.5. Elements de protecció.
- 6.6. Posada a terra.
- 6.7. Comptadors elèctrics.
- 6.8. Descripció de les tarifes elèctriques. Elecció de la tarifa.
- 6.9. Contractació de potència. Interpretació de rebuts elèctrics.

### Objectius específics:

Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de conèixer i de saber:

- Quins són els elements de una instal·lació elèctrica?
- Quins són els criteris de disseny i càlcul de una instal·lació elèctrica?
- Conèixer i saber aplicar el Reglament Electrotècnic para Baixa Tensió.
- Quins són els aparells de maniobra i protecció de una instal·lació elèctrica?
- Quins són els criteris de selecció dels aparells de maniobra i protecció?
- Què la posada a terra?
- Conèixer quins són els elements de mesura de energia elèctrica.
- Conèixer quines són les diferents tarifes elèctriques.
- Saber triar la tarifa elèctrica més adient.
- Com es fa una contractació de potència?
- Com s'interpreten els rebuts elèctrics?

### Activitats vinculades:

- Projecte Instal·lació elèctrica

**Dedicació:** 37h 30m

Grup petit/Laboratori: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 30h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El sistema d'avaluació continuada consta de diverses proves, que es detallen a continuació.

- Dues proves escrites (controls).
- Pràctiques, que es valoraran a partir de l'assistència i de l'activitat realitzada en el laboratori, conjuntament amb l'elaboració i lliurament dels informes de pràctiques.
- La qualificació de l'assignatura és l'obtinguda amb les següents proves i pesos:
  - Primer control: 40%
  - Segon control: 50%
  - Pràctiques i competència comunicació eficaç oral i escrita: 10%

- L'assignatura té una prova de reavaluació

Podran accedir a la prova de reavaluació aquells estudiants que compleixin els requisits fixats per l'EEBE a la seva Normativa d'Avaluació i Permanència (<https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf>)

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

No hi ha normes específiques. A les guies d'estudi de cada activitat s'estableix la dinàmica concreta.





## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Jesús Fraile Mora. Circuitos eléctricos. 2ª ed. Madrid: Ibergarceta publicaciones, 2019. ISBN 9788416228478.
- Fraile Mora, Jesús. Máquinas eléctricas. 8a ed. Madrid [etc.]: Ibergarceta, cop. 2016. ISBN 9788416228669.
- Hayt, William H.; Kemmerly, Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis de circuitos en ingeniería [en línia]. 8ª ed. México D.F. [etc.]: McGraw Hill, cop. 2012 [Consulta: 29/04/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=5122](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5122). ISBN 9781456227739.
- Sanjurjo Navarro, Rafael; Lázaro Sánchez, Eduardo; Miguel Rodríguez, Pablo de. Teoría de circuitos eléctricos. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, DL 1997. ISBN 8448111338.

### Complementària:

- Nahvi, Mahmood; Edminister, Joseph A. Circuitos eléctricos y electrónicos. 4ª ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2005. ISBN 8448145437.
- Moreno, Narciso; Bachiller, Alfonso; Bravo, Juan Carlos. Problemas resueltos de tecnología eléctrica. Madrid: International Thomson, cop. 2003. ISBN 8497321944.

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- Apunts de l'assignatura

### Altres recursos:

- Apunts de l'assignatura