



# Guia docent

## 820123 - CSEE - Circuits i Senyals

Última modificació: 27/02/2023

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

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2022      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Juan Antonio García-Alzórriz Pardo

**Altres:** Primer quadrimestre:  
JUAN ANTONIO GARCÍA-ALZÓRRIZ PARDO - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13

Segon quadrimestre:  
JUAN ANTONIO GARCÍA-ALZÓRRIZ PARDO - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Les pròpies de les assignatures obligatòries dels quadrimestres anteriors

### REQUISITS

---

SISTEMES ELÈCTRICS - Prerequisit

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

---

**Específiques:**

CEELE-21. Capacitat per calcular i dissenyar instal·lacions elèctriques de baixa i mitjana tensió.

**Transversals:**

2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.

### 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 per comprendre els principis i tècniques d'anàlisi de circuits i ser capaços d'aplicar-los, identificant la tècnica més adequada, a l'estudi de circuits elèctrics.
- Adquirir els coneixements fonamentals per comprendre i analitzar el comportament temporal i freqüencial de circuits elèctrics.
- Adquirir els coneixements fonamentals i conèixer eines de programari d'anàlisi i disseny de circuits.
- Adquirir i desenvolupar habilitats en les tècniques experimentals de mesura en circuits elèctrics.
- Adquirir la capacitat d'aprendre de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequades per a la concepció i disseny de circuits.

Competències transversals:

- Adquirir la capacitat de anàlisi i de síntesi.
- Adquirir coneixements d'informàtica a través de l'utilització de programaris d'ordinador per a l'anàlisi i simulació de circuits elèctrics.
- Adquirir la capacitat de aprenentatge autònom.
- Adquirir el compromís i capacitat d'organització amb la tasca i amb el grup.
- Adquirir una 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. Circuits dinàmics. Regim transitori de circuits elèctrics

#### Descripció:

- 1.1. Condensadors. Propietats. Model del condensador ideal. Corba característica: relació tensió-corrent. Energia emmagatzemada. Associació de condensadors.
- 1.2. Inductors. Propietats. Model de inductor ideal. Corba característica: relació tensió-corrent. Energia emmagatzemada. Associació d' inductors.
- 1.3. Linealitat i dualitat.
- 1.4. Resposta d'un circuit en el domini del temps. Règim permanent i transitori.
- 1.5. Resposta temporal del circuits de primer ordre: RC i RL. Equació característica. Propietats de la funció exponencial. Constant de temps. Potència i energia. Resposta natural i forçada. Condicions inicials. Determinació de la resposta complerta.
- 1.6. Funcions singulars. Resposta a un esglaó unitat i a un impuls unitat.
- 1.7. Circuits de segon ordre. Equació característica. Resposta natural. Freqüència angular i d'amortiment. Sobre-amortiment, sub-amortiment i amortiment crític. Condicions inicials. Resposta completa de circuits de segon ordre.

#### Objectius específics:

- Conèixer quines són las propietats de un condensador i quin és el model de un condensador ideal.
- Com és la corba característica: relació tensió - corrent.
- Quina és la energia emmagatzemada en un condensador.
- Conèixer l'associació de condensadors.
- Conèixer quines són las propietats de un inductor i quin és el model de un inductor ideal.
- Com és la corba característica: relació tensió - corrent.
- Quina és la energia emmagatzemada en un inductor.
- Conèixer l'associació de inductors.
- Conèixer la linealitat en condensadors i inductors, i la dualitat entre condensadors i inductors.
- Què és el regim permanent i el transitori. A què és degut el transitori.
- Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RC sense fonts.
- Conèixer las propietats de la funció exponencial i com determinar la constant de temps.
- Què són i com és calculen las condicions inicials. Quan potser discontinua la tensió del condensador.
- Com és la potència i energia als diferents components RC.
- Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RC amb fonts.
- Què és la resposta natural, forçada i complerta. De què depenen i com es determinen.
- Quines són las funcions singulars i com és la resposta del circuit RC a un esglaó unitat i a un impuls unitat.
- Conèixer, interpretar i saber determinar la resposta del circuit RL sense i amb fonts.
- Quan potser discontinua la corrent del inductor.
- Com és la potència i energia als diferents components RL.
- Com és la resposta complerta de un circuit RL.
- Conèixer, interpretar i saber la resposta temporal dels circuits de segon ordre.
- Quina és la equació característica d'un circuit de segon ordre.
- Com és la resposta natural.
- Què és freqüència angular i d'amortiment, de que depenen i com és determinen.
- Conèixer, interpretar i saber les respostes amb sobre-amortiment, sub-amortiment i amortiment crític.
- Com és determinen les condicions inicials i la resposta complerta de circuits de segon ordre.

#### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori règim transitori circuits RC i RL
- Pràctica laboratori règim transitori circuits RLC

#### Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 21h



## Tema 2. Circuits magnèticament acoblats.

### Descripció:

- 2.1. Acoblament magnètic. Autoinducció i inducció mútua. Inductància pròpia i mútua. Coeficient d'acoblament. Polaritat. Conveni de punts. Circuit equivalent en "T".
- 2.2. Consideracions energètiques.
- 2.3. Resposta en règim transitori. Resposta en règim sinusoidal permanent.
- 2.4. Transformador lineal. Impedància reflectida.
- 2.5. Transformador ideal. Impedància reflectida. Relació de transformació de tensió i de corrent.
- 2.6. Mesura d'inductàncies pròpies i mútues en circuits magnèticament acoblats.

### Objectius específics:

- Què és el acoblament magnètic.
- Què és l'autoinducció i d'inducció mútua.
- Com es determina la polaritat entre bobines acoblades.
- Conèixer i saber aplicar el conveni de punts.
- Què és i com es determina el coeficient d'acoblament magnètic.
- Quins són les consideracions energètiques en circuits amb acoblaments magnètics.
- Quins són les equacions que regeixen els circuits amb induccions mútues en règim transitori.
- Quines són les equacions que regeixen els circuits amb induccions mútues en règim sinusoidal permanent.
- Conèixer el funcionament del transformador amb nucli d'aire.
- Què és i com es determina d'impedància reflectida.
- Conèixer el funcionament del transformador ideal i com es la seva impedància reflectida.
- Quines són les relacions entre les tensions i quines entre les corrents en el transformador ideal i de que depenen.
- Conèixer com es pot mesurar les inductàncies mútues i els coeficients d'acoblament en circuits magnèticament acoblats.

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori circuits magnèticament acoblats

**Dedicació:** 22h 30m

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 13h 30m



### Tema 3. Anàlisi de Fourier

#### Descripció:

- 3.1. Introducció.
- 3.2. Formes de la sèrie de Fourier: trigonomètrica i complexa. Espectre de línies de un i dos costats.
- 3.3. Propietats de la simètria de funcions.
- 3.4. Resposta completa deguda a excitacions periòdiques.
- 3.5. Transició de la sèrie de Fourier a la transformada de Fourier. Espectre discret i espectre continu. Transformada de Fourier, Transformada ràpida de Fourier.

#### Objectius específics:

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

- Què són les sèries trigonomètriques de Fourier.
- Conèixer i saber determinar les sèries trigonomètriques i complexes de Fourier.
- Conèixer, saber determinar i interpretar espectre de línies de un i dos costats.
- Conèixer, saber aplicar les propietats de la simetria de funcions en les series de Fourier.
- Conèixer i saber determinar la resposta completa deguda a excitacions periòdiques.
- Conèixer la transició de la sèrie de Fourier a la transformada de Fourier.
- Conèixer què és un espectre discret i espectre continu.
- Conèixer la transformada de Fourier.
- Conèixer la transformada ràpida de Fourier.

#### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes.
- Pràctica laboratori.

#### Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 9h

#### Tema 4. Freqüència complexa. Aplicació de la transformada de Laplace al anàlisi de circuits.

##### Descripció:

- 4.1. Freqüència complexa. La funció excitatriu sinusoidal amortida.
- 4.2. Transformada de Laplace.
- 4.3. Propietats de la transformada de Laplace. Diferenciació, integració, convolució, translació en el temps i funcions periòdiques. Translació, diferenciació, integració i canvi d'escala en el domini de la freqüència.
- 4.4. Aplicació de transformada de Laplace a l'anàlisi de circuits.
- 4.5. Transformada inversa. Teorema d'expansió de Heaviside.
- 4.6. Teoremes del valor inicial i del valor final.
- 4.7. Convolució i funció de transferència  $H(s)$ .

##### Objectius específics:

- Què és la freqüència complexa.
- Conèixer la funció excitatriu sinusoidal amortida i la seva relació amb la freqüència complexa.
- Què és la transformada de Laplace i la seva aplicació al anàlisi de circuits.
- Conèixer les propietats de la transformada de Laplace i saber aplicar-les al anàlisi de circuits elèctrics.
- Conèixer i saber determinar la transformada de les senyals d'excitació.
- Com es transformen els elements simples d'un circuit al domini operacional
- Què són la impedància i la admitància operacionals i com es determinen.
- Conèixer i saber aplicar la transformada de Laplace a l'anàlisi de circuits.
- Saber determinar la resposta complerta en circuits amb i sense condicions inicials.
- Conèixer i saber determinar la transformada inversa de Laplace.
- Conèixer i saber aplicar els teoremes del valor inicial i final.
- Conèixer l'integral de convolució i la resposta impulsional.
- Conèixer i saber determinar funció de transferència  $H(s)$ .
- Conèixer i saber determinar la resposta de un circuit a partir de la funció de transferència  $H(s)$ .

##### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori. Anàlisi i simulació de circuits elèctrics per ordinador

##### Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 21h



## Tema 5. Ressonància. Resposta en freqüència. Filtres

### Descripció:

- 5.1. Ressonància: Ressonància en el circuit paral·lel teòric. Corba universal de ressonància.
- 5.2. Factor de qualitat i ample de banda. Ressonància sèrie. Altres formes ressonants. Escales de magnitud i fase. Canvi d'escala.
- 5.3. Magnitud i fase. Pols i zeros. Diagrames d'amplitud i fase. Diagrames de Bode.
- 5.4. Filtres. Classificació i resposta de freqüència.

### Objectius específics:

- Què és la ressonància.
- Com és la ressonància en el circuit paral·lel teòric.
- Què són el factor de qualitat i el ample de banda i quina es la seva influència en la resposta en freqüència d'un circuit.
- Conèixer altres circuits ressonants.
- Conèixer i saber determinar com influeix la freqüència a la magnitud i a la fase.
- Conèixer, saber interpretar i representar els diagrames Bode.
- Conèixer com es classifiquen els filtres i la seva resposta de freqüència.

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori circuits ressonants
- Pràctica laboratori filtres i resposta de freqüència

**Dedicació:** 32h 30m

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 19h 30m

## Tema 6. Multipols i quadripols

### Descripció:

- 6.1. Dipols i multipols. Quadripols. Xarxes de un port i de dos ports.
- 6.2. Paràmetres dels quadripols. Circuits equivalents. Equivalència entre paràmetres. Associacions de quadripols.
- 6.3. Circuits multipols: Resistors multi-terminals, el transistor, fonts controlades, el transformador i l'amplificador operacional.

### Objectius específics:

- Que són xarxes de un port, o dipols, i xarxes multi-port o multipols, i en particular, xarxes de dos ports o quadripols.
- Com és pot modelar el comportament del quadripols. Quins són els diferents tipus de paràmetres.
- Conèixer i saber determinar els paràmetres admitància, impedància, híbrids i de transmissió directa e inversa de un quadripol.
- Conèixer i saber determinar els circuits equivalents per els diferents paràmetres.
- Conèixer i saber aplicar la equivalència i transformació entre paràmetres.
- Conèixer com són les associacions entre quadripols i quines són distintes relacions entre paràmetres en les associacions de quadripols.
- Conèixer exemples de components de multi-terminals: Resistors multi-terminals, el transistor, fonts controlades, el transformador, l'amplificador operacional, i quins són els seus circuits equivalents.

### Activitats vinculades:

- Col·lecció de problemes
- Pràctica laboratori. Anàlisi i simulació de circuits elèctrics per ordinador

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 6h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

El sistema d'avaluació consta de diverses proves, que es detallen a continuació, per tal d'apropar-lo a un sistema d'avaluació continuada.

- 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.
- Activitats dirigides (entregues de problemes)

La qualificació final de l'assignatura és l'obtinguda amb les següents proves i pesos:

- Primer control: 40%
- Segon control: 40%
- Pràctiques: 20%.

- L'assignatura té 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:

- Hayt, William H.; Kemmerly, Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis de circuitos en ingeniería. 7ª ed. México D.F. [etc.]: McGraw Hill, cop. 2007. ISBN 9789701061077.
- Irwin, J. David. Análisis básico de circuitos en ingeniería. 6ª ed. México [etc.]: Limusa Wiley, cop. 2003. ISBN 9681862953.
- Alexander, Charles K.; Sadiku, Matthew N. O.; Vera Bermúdez, Aristeo. Fundamentos de circuitos eléctricos [en línea]. 6a ed. México [etc.]: McGraw-Hill, 2013 [Consulta: 17/03/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=8073](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8073). ISBN 9781456260897.

### Complementària:

- Dorf, Richard C.; Svoboda, James A. Circuitos eléctricos : introducción al análisis y diseño. 3ª ed. Barcelona: Marcombo, cop. 2000. ISBN 8426712711.
- The Electric circuits problem solver: a complete solution guide to any textbook. Piscataway, New Jersey: REA. Research and Education Association, cop. 1980. ISBN 0878915435.

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- Apunts de l'assignatura

### Altres recursos:

- Apunts de l'assignatura