



## Guia docent

# 300027 - CESA - Circuits Electrònics i Sistemes d'Alimentació

Última modificació: 12/05/2017

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels

**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2017

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Altres:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

### CAPACITATS PRÈVIES

---

- Conèixer les relacions tensió-corrent en resistències, condensadors, bobines i transformadors ideals.
- Anàlisi de circuits lineals, tant amb elements resistius com amb reactius.
- Anàlisi de circuits amb amplificadors operacionals aplicant el curt circuit virtual.
- Conèixer els circuits bàsics amb amplificadors operacionals.
- Resoldre equacions diferencials lineals de primer i segon ordre.
- Conèixer la representació de Bode identificant el pols i el zeros de la funció de transferència.
- Conèixer els conceptes de distorsió harmònica, potència activa i reactiva.
- Conèixer les equacions de Maxwell de electromagnetisme.

### REQUISITS

---

Haver aprovat les assignatures de:

- Física.
- Càlcul i Matemàtiques de la Telecomunicació.
- Electrònica en les Telecomunicacions.
- Circuits i sistemes lineals.
- Circuits i sistemes digitals.

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

---

**Específiques:**

1. CE 16 TELECOM. Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

**Genèriques:**

5. ÚS EFICIENT D'EQUIPS I INSTRUMENTACIÓ - Nivell 1: Utilitzar correctament instrumental, equips i programari dels laboratoris d'ús general o bàsics. Realitzar els experiments i pràctiques proposats i analitzar els resultats obtinguts.

### Transversals:

2. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 1: Dur a terme les tasques encomanades en el temps previst, tot treballant amb les fonts d'informació indicades, d'acord amb les pautes marcades pel professorat.
3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.
6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 1: Identificar les pròpies necessitats d'informació i utilitzar les col·leccions, els espais i els serveis disponibles per dissenyar i executar cerques simples adequades a l'àmbit temàtic.

## METODOLOGIES DOCENTS

La metodologia docent per al grup de Teoria es fonamenta en classes expositives participatives que inclouen les "activitats a l'aula". Per al grup de Laboratori es proposen 7 pràctiques guiades, on els estudiants, en grups de 2 o 3 persones, hauran de fer un estudi previ fora de l'aula i una execució posterior experimental a les sessions programades de laboratori. En cada sessió, el professor realitza un seguiment individualitzat del progrés de cada grup.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Circuits Electrònics i Sistemes d'alimentació, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Identificar els blocs bàsics que formen un sistema d'alimentació.
- Conèixer la topologia de la xarxa elèctrica, tant la seva estructura, la forma de conversió de trifàsica a monofàsica, i els diferents esquemes de distribució a baixa tensió.
- Identificar els problemes de seguretat de la xarxa elèctrica, tant pels circuits com pels usuaris, així com identificar i descriure els dispositius de protecció respectivament, i analitzar els circuits bàsics on aquests dispositius apareixen.
- Conèixer el principi físic de funcionament, model elèctric i característica I/V i P/V de les cel·les i panells fotovoltaics.
- Calcular la potència subministrada per un panell fotovoltaic en funció de la seva localització geogràfica, inclinació, i topologia del sistema, així com dimensionar-lo per a una determinada càrrega.
- Conèixer diferents dispositius d'emmagatzemament electroquímic com són les bateries, les cel·les de combustible i els supercondensadors.
- Conèixer diferents maneres de mesura del corrent a fi de supervisar sistemes d'alimentació, així com conèixer, analitzar i dissenyar circuits de condicionament adient utilitzant amplificadors diferencials i en menor mesura d'aïllament.
- Analitzar i dissenyar circuits de condicionament basats amb amplificadors operacionals (realimentats en tensió) que incloguin els efectes de tensions d'offset, corrents de polarització, CMRR, Slew Rate, i ample de banda.
- Conèixer els diferents tipus de circuits per al condicionament energètic, així com els conceptes de eficiència energètica i densitat de potència
- Conèixer el funcionament de convertidors DC/DC, en particular dels reguladors lineals, bombes de càrrega i convertidors commutats, interpretar-ne les especificacions comercials, i analitzar i dissenyar circuits basats amb ells.
- Conèixer el funcionament bàsic de díodes i transistors MOSFET en commutació, el seu ús com a interruptors.
- Conèixer i analitzar topologies bàsiques de rectificadors i inversors monofàsics en semipont i pont complet.
- Conèixer els esquemes de blocs i especificacions bàsiques d'alguns sistemes d'alimentació comuns com les fonts d'alimentació lineals i commutades, sistemes d'alimentació ininterrompuda, i sistemes d'alimentació a partir de la xarxa Ethernet i el bus USB.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	36,0	24.00
Hores activitats dirigides	6,0	4.00
Hores grup petit	24,0	16.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

**Dedicació total:** 150 h



## CONTINGUTS

### Evolució i característiques generals dels sistemes d'alimentació

**Descripció:**

En la part de teoria, es dona a l'alumne una visió breu de l'evolució històrica dels sistemes d'alimentació. Així mateix, s'enumeren de forma breu algunes especificacions tècniques que defineixen un sistema d'alimentació i els diferents blocs que ho integren. En la part de laboratori, es mostra com s'han utilitzat els instruments bàsics de laboratori ampliant el coneixement bàsic que s'havia donat en assignatures prèvies.

**Activitats vinculades:**

Activitat 1: Activitats a l'aula.

Activitat 2: Sessions experimentals i d'aplicació.

Activitat 3: Controls

**Dedicació:** 14h 45m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 6h

Activitats dirigides: 1h 15m

Aprenentatge autònom: 6h



## Fons d'energia

### Descripció:

La part de teoria es dedica a les diferents fonts d'energia que utilitzen els sistemes d'alimentació. En particular:

- La xarxa de distribució elèctrica.

Es presenta la topologia de la xarxa elèctrica, tant la seva estructura (generació, transport i distribució) com els esquemes de distribució a baixa tensió (TT, TN i IT). A continuació es descriuen els problemes de seguretat elèctrica, tant pels circuits (sobrecorrents i sobretensions) com pels usuaris (xocs elèctrics). També es descriuen com evitar aquests problemes mitjançant dispositius de protecció adients.

- Alimentació solar.

Es descriu el funcionament físic, model elèctric i característiques corrent/tensió i potència/tensió de les cel·les i panells fotovoltaics. Es presenten paràmetres elèctrics d'interès i com utilitzar-los per calcular l'energia generada en funció de la irradiació, la temperatura i la topologia del sistema. S'explica com associar varies cel·les en paral·lel o en sèrie formant panells fotovoltaics i quins problemes suposa. S'introdueixen diferents tipus de cel·les fotovoltaiques de silici (amorfes, policristal·lines i monocristal·lines) i les seves característiques. Finalment, s'explica com calcular la energia subministrada per un panell fotovoltaic en funció de la seva localització geogràfica, inclinació i condicions atmosfèriques, així com dimensionar-lo per a una càrrega determinada.

- Dispositius d'emmagatzemament energètic.

Es descriu les característiques bàsiques dels dispositius d'emmagatzemament electroquímics: les bateries primàries i secundàries, els supercondensadors i les cel·les de combustible, ressaltant-ne les diferències. Per les bateries secundàries, es descriuen amb més detall les seves característiques: corbes de càrrega i descàrrega, tensió nominal, capacitat, resistència interna i els tipus. També s'introdueixen els circuits de càrrega, seguretat i supervisió. Per últim, s'explica com dimensionar un sistema d'emmagatzemament amb bateries secundàries per a una determinada aplicació, i en particular per sistemes autònoms qfotovoltaics.

En la part de laboratori, es treballen des d'una vessant més aplicada i experimental els temes de seguretat elèctrica, incloent dispositius com els PPTC o els MOV. Es mostra experimentalment en funcionament d'un panell fotovoltaica i el disseny d'un circuit per la protecció de bateries secundàries per evitar la sobrecàrrega i sobredescarrega.

### Activitats vinculades:

Activitat 1: Activitats a l'aula.

Activitat 2: Sessions experimentals i d'aplicació.

Activitat 3: Controls

**Dedicació:** 42h 30m

Grup gran/Teoria: 10h 30m

Grup petit/Laboratori: 8h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 22h



### Circuits per a la supervisió dels sistemes d'alimentació

#### Descripció:

En la part de teoria es descriuen funcions i variables d'interès en la supervisió d'un sistema d'alimentació i es mostra com determinar-les mitjançant mesures de corrent i de tensió. A partir del seu sensat, s'analitza la cadena de senyal per tal de digitalitzar la informació, tot presentant alguns exemples. Posteriorment, es descriuen amb més detall diferents tipus de sensors de corrent (resistència shunt, transformadors de corrent i d'efecte Hall) i circuits de condicionament adients. S'introdueix a continuació el disseny d'amplificadors mitjançant amplificadors operacionals, tot introduint els efectes de tensions d'offset, corrents de polarització, CMRR, Slew Rate, i ample de banda.

En la part de laboratori es treballen des d'una vessant més aplicada i experimental el disseny d'un circuit de condicionament per un sensor de corrent resistiu shunt. Està format per un amplificador diferencial on s'analitzen els efectes causats per les característiques no ideals de l'amplificador operacional.

#### Activitats vinculades:

Activitat 1: Activitats a l'aula.

Activitat 2: Sessions experimentals i d'aplicació.

Activitat 3: Controls

**Dedicació:** 46h 30m

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 4h

Activitats dirigides: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 30h

### Circuits per al condicionament d'energia

#### Descripció:

En la part de teoria es descriuen circuits de condicionament d'energia (conversió DC/DC, AC/DC, DC/AC i AC/AC) i es defineixen els conceptes de rendiment energètic i densitat de potència. S'introdueixen primer els convertidors DC/DC, tot descrivint tres tipus: reguladors lineals, convertidors commutats i bombes de càrrega. Es fa èmfasi en els dos primers. Es descriu l'estructura interna dels reguladors lineals (serie), incloent l'element de pas (transistor en la seva zona lineal) i el llaç de control. Es descriuen paràmetres d'interès com són la regulació de línia i de càrrega, la tensió de dropout i el corrent de fuites. A més, es treballa el tema de dissipació tèrmica i l'ús de dissipadors. En quant als convertidors commutats, es fa èmfasi amb l'anàlisi bilineal a partir de les variables d'estat. S'analitzen alguns convertidors bàsics com són el buck, boost i Flyback i es donen les eines per analitzar-ne d'altres tipus. Es descriu també el circuit de control basat en modulació PWM. En quant a la conversió AC/DC es descriuen les estructures bàsics de rectificadors monofàsics: mitja ona i ona completa. Finalment es fa una breu descripció del funcionament bàsic dels inversors (DC/AC)

En la part de laboratori es treballen des d'una vessant més aplicada i experimental els reguladors lineals, i amb un programa de simulacions de circuits (Proteus) el convertidors commutats.

#### Activitats vinculades:

Activitat 1: Activitats a l'aula.

Activitat 2: Activitats de consolidació.

Activitat 3: Sessions experimentals i d'aplicació.

**Dedicació:** 43h 15m

Grup gran/Teoria: 10h 30m

Grup petit/Laboratori: 6h

Activitats dirigides: 1h 45m

Aprenentatge autònom: 25h



## Sistemes d'alimentació

### Descripció:

Aquesta última part té una voluntat de resum i integradora del conceptes vistos al llarg de l'assignatura. Es mostren de manera molt breu les característiques fonamentals i el funcionament a nivell de diagrama de blocs d'alguns sistemes d'alimentació. Concretament, es descriuen el funcionament de les fonts d'alimentació, el sistemes d'alimentació ininterrompuda (SAI), els sistemes fotovoltaics i l'alimentació a partir de la xarxa Ethernet i del bus USB.

### Activitats vinculades:

Activitat 1: Activitats a l'aula.

### Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Activitats dirigides: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 1h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'assistència a les pràctiques de laboratori serà obligatòria, així com el lliurament dels estudis previs al començar la classe de laboratori. En tot cas, la no assistència a una pràctica o el lliurament d'un estudi previ fora dels terminis establerts s'haurà de justificar degudament.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Franco, Sergio. Design with operational amplifiers and analog integrated circuits. 3rd, international ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, 2002. ISBN 0071121730.
- Guirado Torres, Rafael. Tecnología eléctrica. Madrid: McGraw-Hill, 2006. ISBN 844814807X.
- Roberts, Simon. Solar electricity : a practical guide to designing and installing small photovoltaic systems. New York [etc.]: Prentice Hall, 1991. ISBN 0138263140.
- Stanley, William D. Operational amplifiers with linear integrated circuits. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0130320137.
- Buchmann, Isidor. Batteries in a portable world : a handbook on rechargeable batteries for non-engineers. 3rd ed. British Columbia: Cadex Electronics, 2011. ISBN 9780968211830.
- Erickson, Robert W.; Maksimovic, Dragan. Fundamentals of power electronics. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. ISBN 0792372700.

### Complementària:

- Linden, David; Reddy, Thomas B. Handbook of batteries. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2002. ISBN 0071359788.
- Castañer Muñoz, Luis. Energía solar fotovoltaica. Barcelona: Edicions UPC, 1994. ISBN 8476533756.
- Mohan, Ned; Undeland, Tore M.; Robbins, William P. Power electronics : converters, applications, and design. 3rd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471226939.
- Pérez García, Miguel Ángel. Instrumentación electrónica. 2ª ed. Madrid: Thomson, 2004. ISBN 8497321669.

## RECURSOS

### Altres recursos:

- Software: MPLAB, Proteus i LabView.
- Apunts de classe, transparències i col·leccions de problemes que estaran disponibles al campus digital ATENEA.