



# Guia docent

## 230927 - PEE - Processat d'Energia Elèctrica

Última modificació: 25/05/2023

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2018). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Consultar aquí / See here:  
<https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura>

**Altres:** Consultar aquí / See here:  
<https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma>

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Teoria de circuits, processat de senyal, teoria de control, components electrònics i electromagnetisme

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

---

**Específiques:**

CE16. Capacitat d'utilitzar distintes fonts d'energia i en especial la solar fotovoltaica i tèrmica, així com els fonaments de l'electrotècnia i de l'electrònica de potència. (Mòdul comú a la branca de telecomunicació).

**Genèriques:**

CG6. Facilitat per al maneig d'especificacions, reglaments i normes d'obligat compliment.

**Transversals:**

CT2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL. Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i social típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; aconseguir habilitats per a utilitzar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Mètode expositiu / Classe magistral. Classe expositiva participativa. Pràctica de laboratori. Treball cooperatiu. Treball autònom. Aprenentatge basat en problemes / projectes

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Ser capaç d'establir les especificacions d'un sistema de potència per a diferents escenaris energètics.  
Tenir la capacitat per dissenyar, dimensionar, controlar i verificar el correcte funcionament d'un sistema de potència.



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,0	8.67
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup gran	52,0	34.67

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció al processat d'energia elèctrica

#### Descripció:

Generació, transport i distribució d'energia elèctrica. Necessitat de l'electrònica de potència. Exemples d'aplicació. La cadena de conversió d'energia. Necessitat i objectius de control de processadors de potència. Exemples.

#### Objectius específics:

Presentar les característiques acadèmiques de l'assignatura.

• Introduir els conceptes de generació, transport i distribució a la xarxa elèctrica.

• Introduir els fonaments de sistemes trifàsics.

• Presentar la necessitat de l'electrònica de potència mitjançant exemples d'aplicació.

• Definir la cadena de conversió d'energia i els objectius d'un convertidor de potència

• Definir els elements de circuit d'un convertidor i les característiques principals.

• Presentar topologies bàsiques de conversió AC-DC, DC-AC i DC-DC.

• Definir els objectius de control d'un convertidor de potència depenent de l'aplicació.

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 9h

### Síntesi de convertidors conmutats

#### Descripció:

Modelat dels components a efectes de síntesi. Regles de connexió. Realització del commutador mitjançant dispositius semiconductors.

#### Objectius específics:

• Presentació d'una metodologia de síntesi per a convertidors conmutats.

• Obtenció de les topologies elementals de conversió contínua-contínua.

**Dedicació:** 3h

Grup gran/Teoria: 3h



### Anàlisi en règim estacionari de convertidors DC-DC

**Descripció:**

Introducció. Procediment general d'anàlisi. Anàlisi en règim estacionari del convertidor elevador en mode de conducció contínua i discontinua. Convertidors bidireccionals. Inclusió de pèrdues en l'anàlisi del règim estacionari

**Objectius específics:**

Presentació del procediment d'anàlisi clàssica/geomètrica del comportament en règim estacionari dels convertidors commutats.

☐± Reconeixement de les formes d'ona significatives de l'operació dels convertidors en mode de conducció contínua.

☐± Deducció de les relacions analítiques entre les variables elèctriques d'interès i les especificacions de disseny.

☐± Presentació del mode de conducció discontinua i la condició de canvi de mode.

☐± Aplicació de l'estudi anterior al disseny de convertidors en règim estacionari.

☐± Presentació dels convertidors bidireccionals.

☐± Delimitació de la utilitat de les tècniques d'anàlisi clàssica per al cas que es considerin pèrdues al convertidor.

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 6h

### Modelat del comportament dinàmic del convertidor DC-DC. Disseny del regulador.

**Descripció:**

Introducció. Promitjat temporal a l'espai d'estats .Disseny del llaç de realimentació. Regulador commutat DC-DC d'un sol llaç. Comparació amb reguladors lineals.

**Objectius específics:**

Reconèixer la naturalesa no lineal i de temps discret dels convertidors commutats.

☐± Posar de manifest la utilitat dels models continus promitjats per a aquest tipus de sistemes.

☐± Presentar el mètode de promitjat temporal a l'espai d'estats.

☐± Deducir les funcions de transferència descriptives del comportament dinàmic en petit senyal.

☐± Aplicar els models dinàmics lineals al disseny del llaç de realimentació d'un regulador commutat.

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 9h

### Disseny de components magnètics

**Descripció:**

Bases teòriques. Característiques dels materials ferromagnètics. Modelat de components magnètics. Disseny de l'inductor. Disseny del transformador

**Objectius específics:**

Introduir els fonaments de disseny d'inductors i transformadors en convertidors commutats DC-DC.

☐± Revisar les propietats dels materials utilitzats com a nuclis magnètics i la inclusió d'entreferros en aquests.

☐± Proporcionar un model circuital equivalent dels components magnètics.

☐± Presentar diversos procediments de disseny d'inductors i transformadors.

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 6h



### Convertidors conmutats amb aïllament galvànic

**Descripció:**

Avantatges i inconvenients dels convertidors amb transformador. Inclusió del transformador en convertidors commutats. Topologies bàsiques

**Objectius específics:**

Presentar els avantatges i els inconvenients dels convertidors amb transformador.

▣± Introduir les principals estructures de conversió que inclouen aïllament galvànic. Flyback, forward, push pull.

▣± Analitzar la influència de la relació de conversió del transformador en el dimensionament dels components del convertidor.

▣± Avaluar els efectes de les no idealitats del transformador en el comportament del convertidor.

**Dedicació:** 3h

Grup gran/Teoria: 3h

### Introducció a la potència en AC

**Descripció:**

Potència en presència de senyals periòdics. Potència mitja, valor eficaç, contingut armònic, distorsió armònica, factor de potència, potències activa reactiva i aparent.

**Objectius específics:**

Presentar el concepte de potència instantània i promig en presència de senyals periòdics.

Definir els conceptes de valor eficaç, distorsió armònica, factor de potència i potències activa, reactiva i aparent.

Aplicar els conceptes anteriors a circuits lineals i no lineals en AC i la correcció passiva del factor de potència en circuits lineals.

**Dedicació:** 3h

Grup gran/Teoria: 3h

### Aplicacions a la energia solar fotovoltaica i a SAI's

**Descripció:**

Modelat de les característiques elèctriques d'un panell solar fotovoltaic (PV). Paràmetres bàsics de bateries. Carregador solar de bateries. Introducció als Sistemes d'Alimentació Ininterrompuda (SAI).

**Objectius específics:**

Presentar les característiques i els paràmetres principals dels generadors fotovoltaics i bateries.

▣± Analitzar els problemes de concepció d'un carregador solar de bateries.

▣± Introduir les arquitectures bàsiques i els modes d'operació de Sistemes d'Alimentació Ininterrompuda (SAI) i les seves característiques principals.

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 5h

### Examens parcial i final

**Descripció:**

Exàmen escrit parcial (2h). Examen escrit final (3h)

**Objectius específics:**

Avaluació de l'assignatura

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 5h

### El transistor MOSFET de potència y circuits auxiliars.

**Descripció:**

Característiques estàtiques del transistor MOSFET. Característiques dinàmiques. Circuits d'excitació. Drivers. Xarxes de protecció i ajuda a la commutació. Snubbers.

**Objectius específics:**

- ▣ Simular circuits que posin de manifest les característiques estàtiques i dinàmiques dels transistors MOSFET de potència.
- ▣ Presentar els circuits auxiliars d'ajuda a la commutació.

**Dedicació:** 3h

Grup petit/Laboratori: 3h

### Convertidors PWM a freqüència fixa i variable.

**Descripció:**

Convertidors PWM a freqüència fixa: convertidor reductor en llaç obert. Convertidor reductor en llaç tancat amb control proporcional de la tensió de sortida. Convertidors PWM a freqüència variable: convertidor ressonant sèrie en llaç obert. Distribució espectral de potència en funció del cicle de treball. Regulació de la tensió de sortida mitjançant la freqüència de commutació.

**Objectius específics:**

- ▣ Mostrar les formes d'ona i els espectres associats a l'operació dels convertidors commutatats tant en llaç obert com en llaç tancat mitjançant simulació circuital LTSpice.
- ▣ Presentar les diferències entre els principis d'operació dels convertidors convencionals i els convertidors ressonants (soft-switching).

**Dedicació:** 3h

Grup petit/Laboratori: 3h

### El modulador d'amplada de polsos.

**Descripció:**

Circuit integrat modulador PWM SG3524. Blocs funcionals. Verificació experimental de marges d'operació. Prestacions.

**Objectius específics:**

- ▣ Conèixer i mesurar el funcionament un circuit integrat de control de convertidors commutatats comercial i representatiu d'aquest tipus de circuits.

**Dedicació:** 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

### Simulació comparativa de models de convertidors: aplicació a reguladors

**Descripció:**

▣ Utilitzar diferents models de simulació per a convertidors commutatats i comparar-ne les característiques. Utilitzar aquests models per simular el comportament del regulador amb diferents compensacions.

**Objectius específics:**

Simulació del convertidor buck-boost utilitzant els models LTSpice del transistor i el díode.

- ▣ Simulació del convertidor utilitzant interruptors ideals.
- ▣ Simulació del convertidor utilitzant el model de fonts controlades del commutador
- ▣ Comparativa entre els quatre casos de simulació anteriors
- ▣ Convertidor en llaç tancat. Simulació amb els models instantani i promitjat.

**Dedicació:** 2h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h 30m



### Anàlisi i verificació experimental de la resposta d'un regulador conmutat basat en un convertidor reductor

**Descripció:**

Convertidor reductor tensió-tensió en llaç obert i tancat. Mesura de formes d'ona i de prestacions de regulació

**Objectius específics:**

• Presentar els components que formen un regulador conmutat, i mostrar-ne la implementació completa a través d'un prototip específic.

• Caracteritzar experimentalment el comportament del regulador i evidenciar les no idealitats introduïdes per la implementació.

**Dedicació:** 2h 30m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen parcial. Examen Final dividit en dues parts, part 1 i part 2. Pràctiques de laboratori.

Nota Final=  $0,2 \cdot (\text{Pràctiques de Laboratori}) + 0,8 \cdot [0,5 \cdot \max(\text{Examen parcial}; \text{Examen Final part 1}); 0,5 \cdot (\text{Examen Final Part 2})]$

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'estudiant que aprova l'examen parcial pot examinar-se solsament la part II de l'assignatura a l'examen final, o millorar la nota del parcial, mantenint-se la millor qualificació en aquest últim cas.

Si l'estudiant, suspen l'examen parcial, s' haurà d'examinar les dues parts en l'examen final.

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Castañer, Luis; Silvestre, Santiago. Modelling photovoltaic systems : using PSpice. Chichester: John Wiley and Sons, 2002. ISBN 9780470845288.

- Lorenzo, Eduardo. Electricidad solar fotovoltaica (Vol. 3): Ingeniería Fotovoltaica,. Mairena de Aljarafe: Progensa, 2014. ISBN 9788495693327.

- Erickson, Robert W; Maksimovic, Dragan. Fundamentals of power electronics [en línia]. Cham: Springer, 2020 [Consulta: 08/09/2022]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-030-43881-4>. ISBN 9783030438814.