



## Guia docent

# 240290 - 240EN13 - Introducció als Sistemes Elèctrics de Potència

Última modificació: 21/06/2024

**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 2022). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 5.0

**Idiomes:** Anglès

## PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** VINÍCIUS ALBERNAZ LACERDA FREITAS

**Altres:**

## CAPACITATS PRÈVIES

---

- Es requereixen coneixements bàsics de càlcul en enginyeria.
- Coneixements bàsics d'operacions amb nombres complexos
- Totes les activitats de simulació es faran utilitzant Matlab/Simulink, per la qual cosa és convenient que l'alumne adquireixi abans o durant el curs coneixements bàsics de Matlab/Simulink, especialment de la llibreria Simscape Electrical o SimPowerSystems.

## REQUISITS

---

All simulation activities will be performed using Matlab/Simulink.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Els principals objectius del curs són

- Proporcionar als estudiants la formació bàsica en conceptes inicials d'enginyeria elèctrica, màquines elèctriques, convertidors de potència i sistemes de potència per preparar-los per a cursos futurs en el camp de l'enginyeria elèctrica i la generació d'energia.
- Equilibrar els coneixements entre estudiants amb formació en enginyeria elèctrica i no elèctrica.
- Proporcionar una visió aplicada dels conceptes convencionals d'enginyeria elèctrica que normalment s'ensenyen de forma purament teòrica.

L'objectiu és que, després de completar amb èxit aquest curs, l'alumne sigui capaç de:

- Explicar l'estructura d'un sistema de potència.
- Descriure els components d'un sistema de potència i explicar-ne les funcions.
- Seleccionar els models adequats per als components del sistema de potència.
- Realitzar càlculs en circuits de CA i CC.
- Comprendre el procés de conversió d'energia en potència elèctrica.
- Calcular magnituds del sistema de potència basant-se en el sistema per unitats (p.u.).
- Identificar les diferències entre un circuit elèctric simple i un sistema de potència trifàsic.
- Resumir els principis de funcionament d'un sistema de potència en termes de control de tensió, potència activa i reactiva.



## CONTINGUTS

### Part I - Introducció als sistemes d'energia elèctrica

**Descripció:**

- Conventional power system
- Generation, transmission network and distribution network
- Power system operation
- Network examples

**Objectius específics:**

Objectives:

- Introduce the main elements of the power system and its essential components
- Describe the basic operation of the power system

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

### Part II - Conceptes bàsics d'enginyeria elèctrica

**Descripció:**

- AC and DC currents
- Circuit elements and basic circuit laws
- AC voltage generation
- Phasors for AC systems
- Impedance and admittance
- Power in AC systems (active, reactive, apparent)
- Three-phase systems essentials
- Activity with Matlab Simulink model to understand AC and DC systems

**Objectius específics:**

- Explain the basic concepts of electrical engineering to understand and perform basic calculations with AC circuits
- Introduce three-phase AC systems (fundamental to understanding the power system and power generation)

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 9h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 9h

### Part III - Generadors síncrons

**Descripció:**

- Basic principles of electromagnetism applied to electrical machines
- Power plants
- Main concepts of electrical machines
- Operating principle of synchronous generators
- Motor/generator operation
- Rotor and stator main parts
- Excitation systems
- Voltage generation in a synchronous generator
- Synchronous generator when operating in load conditions
- Equivalent scheme of the synchronous generator
- Phasor diagram of the synchronous machine
- Excitation control (voltage control)
- Power/torque expressions and motor/generator operation
- Single machine: voltage regulation

**Objectius específics:**

- Understand the fundamental operation principles of synchronous generators
- Understand how voltage and frequency are controlled in synchronous generators

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

### Part IV - Convertidors de potència

**Descripció:**

- Basic principles of power electronics
- Converter circuits
- Voltage-source converters
- Pulse-width Modulation
- Basic control methods of voltage-source converters
- Applications to PV plants
- Applications to Wind plants
- High-Voltage Direct Current systems

**Objectius específics:**

- Understand the fundamental operation principles of power converters used in renewable generation

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 3h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



## Part V - Fonaments de control de sistemes de potència

### Descripció:

- Frequency and power control basics
- Demand-generation equilibrium
- Frequency regulation: primary, secondary and tertiary regulation
- Primary frequency regulation
- Curve Power-frequency of a generator
- Droop frequency characteristic constants
- Power reference for generators
- Generators Q-V curve
- Generator connected to the main network
- Generators connected in parallel
- Secondary regulation
- Frequency response services from renewables

### Objectius específics:

- Understand the fundamentals of control of electric power systems

### Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 3h

Activitats dirigides: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Mid-term exam = 40%

Final exam = 60%

Assignment = (pass or fail)

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Glover, J. Duncan [et al.]. Power system analysis and design. 5th ed. Stamford: Cengage Learning, cop. 2021. ISBN 9781111425791.
- Kundur, Prabha S.; Malik, Om. Power System Stability and Control [en línia]. 2nd. New York: McGraw Hill, 2022 [Consulta: 05/07/2024]. Disponible a : <https://www-accessengineeringlibrary-com.recursos.biblioteca.upc.edu/content/book/9781260473544?implicit-login=true>. ISBN 9781260473544.
- Boylestad, Robert L. Introductory Circuit Analysis. 12th. Prentice Hall, 2010. ISBN 978-0137146666.
- Robbins, Allan H. ; Miller, Wilhelm C. Circuit Analysis: Theory and Practice. 5th ed.. Dehli: Delmar Cengage Learning, 2013. ISBN 9788131519028.
- Ceraolo, Massimo; Poli, Davide. Fundamentals of Electric Power Engineering: From Electromagnetics to Power Systems. 1st. Wiley-IEEE Press, 2014. ISBN 9781118679692.
- Chapman, Stephen. Electric Machinery Fundamentals. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780071086172.