

# Guia docent

## 230653 - EIO - Instrumentació Electrònica i Optoelectrònica

Última modificació: 04/06/2025

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

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2025      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** ALEXANDRA BERMEJO BROTO - JUAN JOSE RAMOS CASTRO

**Altres:** Primer quadrimestre:  
ALEXANDRA BERMEJO BROTO - 11  
JUAN JOSE RAMOS CASTRO - 11  
FRANCISCO JAVIER ROSELL FERRER - 11

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Electrònica bàsica analògica i digital. Fonaments de Física i matemàtiques, equacions diferencials

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

---

**Específiques:**

1. Capacitat per aplicar coneixements avançats de fòtònica i optoelectrònica, així com electrònica d'alta freqüència.
2. Capacitat per desenvolupar instrumentació electrònica, així com transductors actuadors i sensors.

**Transversals:**

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.
4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

- Classes d'exposició
- Classes d'aplicació
- Classes de laboratori
- Exercicis
- Tests

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura:

L'objectiu de la part d'Instrumentació Electrònica és entendre els principis de la teoria de la mesura per especificar i utilitzar instruments electrònics i sistemes de mesura. Es tindran en compte també les normes tècniques i reglamentàries. D'altra banda, es descriuen i analitzen els diferents tipus de sensors de mesura de magnituds físiques relacionades amb les TIC. Els circuits de condicionament de senyal per als sensors es muntaran i provaran a les classes de laboratori. Finalment, s'estudiaran i s'aplicaran en les classes de laboratori les característiques dels sistemes d'adquisició de dades per al registre dels senyals obtingudes amb els sensors.

L'objectiu de la part de Dispositius Optoelectrònics és conèixer els dispositius des d'un punt de vista de semiconductors. El primer objectiu és entendre la física de semiconductors i el funcionament de les unions metall-semiconductor i PN. El següent objectiu serà conèixer el procés d'emissió de llum dels díodes LED i làser així com els seus paràmetres de funcionament. Finalment es descriuran els sensors de llum / receptors com fotoconductors, cèl·lules solars, fotodíodes i CCD.

Resultats d'aprenentatge de l'assignatura:

- La capacitat d'especificar, dissenyar i utilitzar instrumentació electrònica i sistemes de mesura.
- Capacitat per comprendre les característiques dels sensors i les seves aplicacions
- Capacitat per dissenyar circuits de condicionament de senyal i actuadors
- Capacitat per a comprendre i explicar com els dispositius semiconductors són capaços de convertir el corrent elèctric en llum i la llum en corrent elèctric.
- Habilitat per quantificar i caracteritzar la llum i el corrent elèctric produït en dispositius semiconductors optoelectrònics.
- Capacitat per comprendre els materials i estructures utilitzades en la construcció de dispositius optoelectrònics.
- Capacitat d'analitzar i comparar els dispositius optoelectrònics a partir dels seus paràmetres de funcionament
- Capacitat per analitzar els circuits bàsics de funcionament dels dispositius optoelectrònics.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,0	10.40
Hores grup gran	26,0	20.80
Hores aprenentatge autònom	86,0	68.80

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció a la teoria de la mesura

**Descripció:**

- Topologia dels sistemes d'instrumentació
- Terminologia bàsica
- Fonts d'incertesa i tipus
- Avaluació i gestió de la incertesa en les mesures

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 7h

## 2. Instruments bàsics

### Descripció:

- Mesura de magnituds elèctriques
- Estimadors temporals i freqüencials
- Instruments de mesura bàsics
- Sistemes d'instrumentació programables

### Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 5h

## 3. Tecnologies per sensors

### Descripció:

- Sensors moduladors
- Sensors generadors

### Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

## 4. Circuits de condicionament de senyal

### Descripció:

- Circuits d'acondicionament de senyal per sensors moduladors (DC i AC)
- Circuits d'acondicionament de senyals per sensors generadors

### Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## 5. Sistemes d'adquisició de dades

### Descripció:

- Multiplexat de senyals
- Conversió A/D i D/A

### Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## 6. Sensors intel·ligents

### Descripció:

- Concepte
- Algorismes de tractament digital
- Busos de camp
- L'estandard IEEE 1451

### Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h

## 7. Teoria bàsica de semiconductors

### Descripció:

1. Fonaments de semiconductors
2. Estructures cristal·lines semiconductores
3. Bandes d'energia

### Dedicació: 5h 30m

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

## 8. Portadors: Recombinació, emissió, i absorció

### Descripció:

1. Fonaments de portadors de carrega
2. Densitat de estats i distribució de portadors de carrega
3. Concentracions de portadors de carrega
4. Recombinació i generació de portadors

### Dedicació: 5h 30m

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

## 9. Transport de portadors

### Descripció:

- 1 Corrents elèctriques de portadors de carrega
- 2 Transport per arrossegament i mobilitat
- 3 Transport per difusió
- 4 Conductivitat y resistivitat
- 5 Model d'arrossegament-difusió

### Dedicació: 5h 30m

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

## 10. Unions

### Descripció:

1. Homounió PN en equilibri
2. Homounió PN en polarització
3. Equació I-V del diodo
4. Homounió PN en petita senyal y transitori
5. Heterounions
6. Unions metal-semiconductor

### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 5h

## 11. Leds

### Descripció:

1. Principis
2. Estructures bàsiques
3. Espectre de sortida
4. Eficiències
5. Efectes de modulació
6. Exemples de Leds

### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 5h

## 12. Lasers

### Descripció:

1. Principis
2. Diodes laser de heteroestructura
3. Diodes laser de pou quàntic
4. Altres diodes semiconductors laser
5. Característiques bàsiques dels diodes semiconductors laser

### Dedicació: 5h 30m

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

### 13. Fotodiodes

**Descripció:**

1. Absorció de llum en un semiconductor
2. Paràmetres de fotoconductivitat
3. Modes de fotodetecció en una unió PN
4. Unió PN fotodiode
5. Eficiència quàntica y responsivitat
6. Fotodiode PIN
7. Fotodiode de avalancha APD
8. Circuits amb fotodiodes

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 1h

Aprenentatge autònom: 5h

### 14. Cèl·lules solars

**Descripció:**

1. Absorció de llum en un semiconductor
2. Espectre solar de radiació
3. Funcionament fotovoltaic
4. Circuit equivalent
5. Paràmetres fotovoltaics
6. Estructures de cèl·lules solars

**Dedicació:** 5h 30m

Grup gran/Teoria: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 5h

### 15. Altres Dispositius

**Descripció:**

Dispositius Optofluídics

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

### Projecte

**Descripció:**

contingut català

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 6h



## ACTIVITATS

### (CAT) LABORATORI

**Descripció:**

- Software per instrumentació programable.
- Circuits d'acondicionament de senyal per sensors.
- Adquisició de dades i processat
- Petit projecte

**Competències relacionades:**

CE14. Capacitat per desenvolupar instrumentació electrònica, així com transductors actuadors i sensors.

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

**Dedicació:** 34h 20m

Aprenentatge autònom: 13h

Activitats dirigides: 8h 20m

Grup mitjà/Pràctiques: 13h

### (CAT) EXERCISES

### (CAT) SHORT ANSWER TEST (CONTROL)

### (CAT) EXTENDED ANSWER TEST (FINAL EXAMINATION)

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Laboratori (40%): 10% introducció sessions de laboratori+30% Project Technical Results

Teoria: (60%): 40% on class individual exams + 10% Project presentation

Si la nota dels examens de teoria és més gran o igual a 5, no caldrà fer l'examen final

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Pallás-Areny, R.; Webster, J.G. Sensors and signal conditioning [en línia]. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 2001 [Consulta: 03/02/2021]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4747125>. ISBN 0471332321.

- Kasap, S.O. Optoelectronics and photonics : principles and practices. 2nd ed. Boston, [etc.]: Pearson, 2013. ISBN 9780273774174.

- Pierret, R.F. Advanced semiconductor fundamentals. Reading, MA: Addison, 1987. ISBN 0201053381.

**Complementària:**

- Prasad, S.; Schumacher, H.; Gopinath, A. High-speed electronics and optoelectronics: devices and circuits [en línia]. Cambridge: Cambridge University Press, 2009 [Consulta: 21/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=451912>. ISBN 9780511579080.

- Fraden, J. Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications [en línia]. 5th ed. Cham: Springer International Publishing, 2016 [Consulta: 07/07/2020]. Disponible a: <https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>. ISBN 9783319193038.

- Webster, J.G.; Eren, H. (eds.). Measurement, instrumentation and sensors handbook : electromagnetic, optical, radiation, chemical,



and biomedical measurement [en línia]. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014 [Consulta: 17/03/2021]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1407945>. ISBN 9781138072183.