



# Guia docent

## 2301217 - RFICD - Disseny de Circuits Integrats de Radiofreqüència

Última modificació: 18/03/2024

**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 SEMICONDUCTORS I DISSENY MICROELECTRÒNIC (Pla 2024).  
(Assignatura optativa).

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 4.0

**Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

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

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

### CAPACITATS PRÈVIES

Conceptes bàsics sobre representació de senyals en el domini temporal i freqüencial. Modulacions (concepte, tipus). Anàlisi i disseny de circuits CMOS analògics (gran senyal i petit senyal), compromisos bàsics de disseny. Soroll i distorsió en circuits CMOS. Entorn de disseny Cadence Virtuoso.

### METODOLOGIES DOCENTS

- Classe explicativa
- Treballs pràctics de laboratori
- Treball individual (a distància)
- Exercicis
- Proves escrites

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Conèixer les principals arquitectures de transmissors i receptors en sistemes de comunicacions per radiofreqüència (RF), comprendre'n la funcionalitat, les figures de mèrit i els principals requisits.
2. Conèixer les solucions circuitals bàsiques per als diferents blocs que es troben en receptors i transmissors de RF (amplificadors de baix soroll, amplificadors de potència, oscil·ladors controlats per tensió, sintetitzadors de freqüència, mescladors) i ser capaços de dissenyar-los en tecnologies microelectròniques, principalment CMOS.
3. Utilitzar eines EDA per dissenyar, analitzar i avaluar el rendiment i les figures de mèrit dels circuits de RF.
4. Identificar els requisits fonamentals d'una tecnologia integrada per ser utilitzada en un context de RF. Conèixer les característiques desitjades i el comportament real a RF de components actius i passius en una tecnologia integrada, en particular CMOS.

### HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	18,0	18.00
Hores aprenentatge autònom	70,0	70.00
Hores grup petit	12,0	12.00



Dedicació total: 100 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció als Circuits Integrats de RadioFreqüència (RFIC's)

**Descripció:**

Estat de l'art, característiques principals, tendències de rendiment. Comparació tecnològica de RFIC, MMIC i HMIC. Reptes i oportunitats en el disseny de RFIC/MMIC.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

### 2. Arquitectures de transceptors de RF

**Descripció:**

Tècniques d'accés múltiple. Arquitectures de receptors i transmissors (heterodina, conversió directa, rebuig d'imatge, baixa FI). Filtrat de banda (RF) i filtrat de canal.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

### 3. Paràmetres fonamentals i figures de mèrit en receptors i transmissors de RF

**Descripció:**

Conceptes i definicions de potència, ACPR, sensibilitat, guany, soroll, linealitat. Link budget. Relació entre les especificacions d'un estàndard de comunicacions RF i les figures de mèrit en receptors i transmissors. Budget analysis.

**Dedicació:** 2h 30m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

### 4. Tecnologia microelectrònica per RF

**Descripció:**

MOS per RF: característiques físiques, models,  $f_T$  i  $f_{max}$ . Components passius integrats per a RF: inductors, condensadors, varactors, línies de transmissió. Fonts de soroll, models.

**Dedicació:** 1h

Grup gran/Teoria: 1h

### 5. Amplificadors de Baix Soroll (LNA)

**Descripció:**

Adaptació per potència per soroll. Amplificadors de banda estreta: metodologia d'anàlisi i disseny. Amplificadors de banda ampla.

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 3h

## 6. Oscil·ladors Controlats per Tensió (VCO)

### Descripció:

Figures de mèrit. Efectes del soroll de fase i dels espuris en la recepció del senyal. Solucions basades en circuits ressonants: Colpitts, LC-NMOS i LC-CMOS. VCOs en quadratura (QVCOs).

**Dedicació:** 5h 30m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Grup petit/Laboratori: 3h

## 7. Introducció als Sintetitzadors de Freqüència (FS)

### Descripció:

Figures de mèrit. Concepte de síntesi de freqüències mitjançant un llaç de fase. PLL tipus II: descripció, característiques principals, resposta dinàmica. Sintetitzador de freqüència N-integer. Implementacions típiques dels circuits divisor de freqüència, detector de fase i bomba de càrrega.

**Dedicació:** 1h 30m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

## 8. Mescladors

### Descripció:

Mescladors actius: simple-balancejat i doble-balancejat. Mescladors passius, de polifase.

**Dedicació:** 5h 30m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

## 9. Amplificadors de Potència (PA)

### Descripció:

Disseny d'amplificadors de potència per a alta eficiència. Tècniques load-pull. Anàlisi i disseny d'un amplificador de potència de classe F.

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 5h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Treball de laboratori: 35%
- Exercicis i problemes: 25%
- Examen final escrit: 40%



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Razavi, Behzad. RF microelectronics. 2nd edition. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education International, 2012. ISBN 9780137134731.
- Lee, Tom H. The design of CMOS radio-frequency integrated circuits. 2nd edition. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2004. ISBN 0521835399.
- Cripps, Steve C. RF Power Amplifiers for Wireless Communications. 2nd ed. Boston, MA: Artech House, 2006. ISBN 1596930187.
- Pozar, David M.. Microwave and RF Design of Wireless Systems. 1st Edition. Wiley, 2000. ISBN 978-0471322825.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Diapositives del curs, exercicis, tutorials i guies de les pràctiques de laboratori disponibles a través del campus virtual Atenea.