



# Guia docent

## 230663 - RICS - Circuits Integrats i Sistemes de Radiofreqüència

Última modificació: 28/05/2020

**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 ELECTRÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2020

**Crèdits ECTS:** 5.0

**Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** XAVIER ARAGONES CERVERA

**Altres:** XAVIER ARAGONES CERVERA, DIEGO MATEO PEÑA

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Basic concepts on modulation (concept, types), up- and down-conversion. MOSFET transistor (core courses MND and MNT). Analog circuit analysis and design; performance trade-offs (core courses AACT and MND). Basic RF circuit topologies and figures of merit (bridge course ECS). Cadence design environment (bridge course ECS, core course MND).

### REQUISITS

---

Basic concepts on modulations (concept, types), up- and down-conversion. MOSFET transistor (core courses MND and MNT). Analog circuit analysis and design; performance trade-offs (core courses AACT and MND). Basic RF circuit topologies and figures of merit (bridge course ECS). Cadence design environment (bridge course ECS, core course MND).

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

---

#### Transversals:

1. 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.

2. 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

---

- Lectures
- Laboratory practical work
- Individual work (distance)
- Exercises
- Oral presentations
- Written tests

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura:

L'objectiu d'aquest curs és formar els estudiants en els mètodes de disseny, anàlisi i especificació de circuits analògics per a sistemes de comunicació de RF (radiofreqüència), integrats en tecnologia CMOS microelectrònica. En la primera part de l'assignatura, l'anàlisi a nivell de sistema vincularà les especificacions dels sistemes de comunicacions amb les figures de mèrit dels circuits electrònics que implementen els receptors/transmissors. Es farà una anàlisi comprensiva de les diverses especificacions, i es descriurà un procediment d'especificació dels circuits utilitzant eines software. A continuació, es descriuran els principals circuits que formen part d'un capçal (front-end) receptor de comunicacions RF, amb l'objectiu particular de la seva integració en tecnologia CMOS. S'analitzaran els compromisos de prestacions, i es descriuran procediments de disseny de cada un dels circuits, que seran posats en pràctica a través d'exercicis específics utilitzant eines professionals per al disseny microelectrònic (Cadence). S'assumeixen coneixements bàsics de la tecnologia CMOS microelectrònica, encara que les possibilitats, limitacions i particularitats d'aquesta tecnologia per a aplicacions de RF també es tractaran en el curs.

## HORES TOTALS 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. Disseny a nivell sistema

#### Descripció:

- Recordatori de arquitectures receptores, conceptes bàsics sobre modulacions.
- Paràmetres a nivell de sistema: probabilitat d'error, SNR, tolerància a interferències, ACPR, sensibilitat
- Paràmetres a nivell de circuit: guany, linealitat, figura de soroll, potència
- De les definicions de l'estàndard de comunicació a les especificacions del circuit. Estudi de cas: disseny del receptor Bluetooth.
- Pràctica de laboratori, exercici pràctic.

#### Activitats vinculades:

- Exercicis, per a ser lliurats
- Pràctica, estudi previ.
- Pràctica

#### Dedicació: 38h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 14h

Aprenentatge autònom: 12h



## 2. La tecnologia CMOS per a RF

### Descripció:

- Models de MOS per a RF.
- Components passius integrats en tecnologia CMOS
- Lab, caracterització d'un transistor MOS per a RF

### Activitats vinculades:

- Exercicis, per a ser lliurats
- Pràctica

### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 7h

Aprenentatge autònom: 6h

## 3. Disseny d'Amplificadors de Baix Soroll (LNA)

### Descripció:

- Amplificadors de Baix Soroll Sintonitzats. Anàlisi i Procediment de disseny.
- Altres topologies per a LNA.
- Anàlisis específics per a RF utilitzant SpectreRF.
- Pràctica, disseny d'un LNA sintonitzat i anàlisi de prestacions utilitzant SpectreRF.

### Activitats vinculades:

- Exercicis, per a ser lliurats
- Pràctica, estudi previ.
- Pràctica

### Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 11h

Aprenentatge autònom: 10h

## 4. Disseny de Oscil·ladors Controlats per Tensió (VCO)

### Descripció:

- Disseny de VCOs ressonants LC-CMOS. Anàlisi i procediment de disseny.
- Altres topologies de VCO. QVCOs.
- Introducció als circuits PLL i sintetitzadors de freqüència.
- Lab, disseny d'un VCO i anàlisi de prestacions utilitzant SpectreRF

### Activitats vinculades:

- Exercicis, per a ser lliurats
- Pràctica, estudi previ.
- Pràctica

### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 7h

Aprenentatge autònom: 6h



## 5. Disseny de Mescladors

### Descripció:

- Mescladors actius. Anàlisi i procediment de disseny.
- Altres mescladors: passius, filtres de polifase
- Pràctica, disseny d'un mesclador basat en celda de Gilbert, utilitzant SpectreRF

### Activitats vinculades:

- Exercicis, per a ser lliurats
- Pràctica

### Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 7h

Aprenentatge autònom: 6h

## ACTIVITATS

### PRÀCTIQUES

#### Descripció:

Totes les pràctiques de laboratori es realitzen en part amb l'ajuda d'un professor durant les sessions regulars de la classe, i en part es duran a terme individualment pels estudiants com a part del seu estudi guiat.

- Anàlisi de especificacions a nivell del sistema
- Caracterització d'un transistor MOS per a RF
- Disseny d'un LNA i anàlisi de prestacions utilitzant SpectreRF
- Disseny d'un VCO i anàlisi de prestacions utilitzant SpectreRF
- Disseny d'un mesclador basat en una cèl·lula de Gilbert, usant SpectreRF

#### Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 12h

Activitats dirigides: 12h

### EXERCICIS

#### Descripció:

Exercicis utilitzant mètodes analítics, amb l'objectiu de reforçar els coneixements teòrics.

#### Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 13h

### PRESENTACIÓ ORAL

#### Descripció:

Presentació d'un circuit/sistema de RF

#### Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

El sistema bàsic de qualificació del curs és a través de l'avaluació contínua, obtinguda a partir dels següents components:

- Exercicis i problemes, resolució individual: 35%
- Avaluacions de pràctiques de laboratori: 40%
- Prova escrita: 25%

Per tal d'obtenir la qualificació mitjançant avaluació contínua, s'espera una assistència regular a les classes pràctiques/de laboratori i lliurament regular d'exercicis/informes de laboratori.

En cas que no es compleixi un mínim d'assistència i els lliuraments, l'estudiant podrà ser qualificat per mitjà d'un únic examen final escrit.

## BIBLIOGRAFIA

---

### **Bàsica:**

- Razavi, B. RF microelectronics. 2nd ed. int. Upper Saddle River: Pearson Education International, 2012. ISBN 978-0-12-283941-9.
- Lee, T.H. The design of CMOS radio-frequency integrated circuits. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 0521835399.

## RECURSOS

---

### **Altres recursos:**

Course slides, exercises, tutorials and labs available through the Atenea virtual campus.