



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## PROGETTAZIONE DI TRANSCEIVER A RADIOFREQUENZA

**FRANCESCO PIERI**

Anno accademico

2023/24

CdS

INGEGNERIA DELLE  
TELECOMUNICAZIONI

Codice

901II

CFU

6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
PROGETTAZIONE DI TRANSCEIVER A RADIOFREQUENZA	ING-INF/01	LEZIONI	60	FRANCESCO PIERI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Gli studenti che superano il corso conoscono la struttura di un front-end a radiofrequenza e sono in grado di comprendere i concetti fondamentali del progetto di blocchi circuitali elementari di un front-end a radiofrequenza (LNA, oscillatori, mixer, amplificatori di potenza); conoscono l'effetto di differenti specifiche di progetto (rumore, guadagno, potenza, etc.) sul progetto di ciascun blocco.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica finale è composta da prove progettuali con software EDA (50% del voto finale) da svolgersi durante il corso, e da una prova orale (50% del voto finale) da svolgersi al termine del corso. Nella prova orale (25-45 minuti, 1-2 domande) si richiede che lo studente dimostri una conoscenza del programma del corso e delle relazioni fra i vari argomenti, mediante discussione di domande (anche nella forma di brevi esercizi quantitativi) legate al programma, presentando gli argomenti in forma chiara ed organizzata.

Modalità di verifica delle conoscenze:

- prove progettuali (secondariamente)
- prova orale (principalmente)

#### *Capacità*

Gli studenti che superano il corso sono in grado di effettuare il progetto preliminare di circuiti elettronici elementari costituenti un front-end a radiofrequenza (LNA, oscillatori, mixer, amplificatori di potenza), anche con l'ausilio di software EDA commerciali, e sono in grado di confrontare differenti soluzioni circuitali per ciascun blocco in base ai trade-off sulle specifiche (rumore, guadagno, potenza, etc.) e di valutare l'effetto di ciascun blocco sulle prestazioni di un ricevitore/trasmittitore.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

La verifica finale è composta da prove progettuali con software EDA (50% del voto finale) da svolgersi durante il corso, e da una prova orale (50% del voto finale) da svolgersi al termine del corso. Nella prova orale (25-45 minuti, 1-2 domande) si richiede che lo studente dimostri una conoscenza del programma del corso e delle relazioni fra i vari argomenti, mediante discussione di domande (anche nella forma di brevi esercizi quantitativi) legate al programma, presentando gli argomenti in forma chiara ed organizzata.

Modalità di verifica delle capacità:

- prove progettuali (principalmente)
- prova orale (secondariamente)

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Elettronica

- Comportamento per grandi segnali e polarizzazione dei transistori
- Circuiti equivalenti di piccolo segnale dei transistori

Teoria dei circuiti

- Soluzione in DC e in regime sinusoidale di reti lineari
- Manipolazioni circuitali (partitori di tensione/corrente, trasformazioni serie/parallelo, etc.)

Teoria dei segnali



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Trasformata e serie di Fourier
- Fondamenti di processi aleatori

Campi elettromagnetici

- Teoria delle linee di trasmissione
- uso della carta di Smith

### Indicazioni metodologiche

Metodo: lezioni frontali assistite da slides, esercitazioni frontali.

Attività:

- frequenza delle lezioni
- esercitazioni
- studio individuale
- risoluzione di problemi individuale

La frequenza è consigliata.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Richiami sui parametri di scattering (S). Transistori a RF. Non-linearità nei circuiti a RF. Rumore nei bipoli e nei quadripoli, cifra di rumore.

Architetture di ricetrasmittitori. Ricevitori eterodina. Oscillator pulling. Ricevitori sliding-IF. Ricevitori omodina. Trasmettitori.

Analisi degli amplificatori a RF: stabilità, cifra di rumore, guadagno. Sintesi di reti di adattamento. Tecniche di progetto per amplificatori a RF.

Componenti passivi per RF: induttori, condensatori, risonatori. Caratteristiche di filtri passivi.

Mixer. Parametri di merito. Mixer attivi e passivi. Mixer a reiezione della frequenza immagine.

Topologie di oscillatori. Criterio di Barkhausen. Progetto di oscillatori.

Amplificatori di potenza. Rendimento e potenza normalizzata. Architetture: amplificatori in classe A, AB, B, C. Amplificatori push-pull.

Amplificatori ad alta efficienza.

### Bibliografia e materiale didattico

Letture raccomandate:

- Lucidi dalle lezioni ed esercizi forniti dal docente.
- B. Razavi, RF Microelectronics (seconda edizione), Prentice-Hall.
- D. Pozar, Microwave Engineering, Wiley.

### Modalità d'esame

Prove progettuali (3-5 prove) più prova orale (25-45 minuti, 2-3 domande).

*Ultimo aggiornamento 29/08/2023 09:22*