

# Sistemi Elettronici a RF

## 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare:* **ING/INF-01 - ING/INF-02**
- 1.2 *Crediti formativi universitari:* **9**
- 1.3a *Docente:* **Pasquale Tommasino**
- 1.4a *Contatti docente:* **Tel. 06.44585363, [tommasino@die.uniroma1.it](mailto:tommasino@die.uniroma1.it)**
- 1.3b *Docente:* **Stefano Pisa**
- 1.4b *Contatti docente:* **Tel. 06.44585842, [pisa@die.uniroma1.it](mailto:pisa@die.uniroma1.it)**
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio:* **MELR1**
- 1.6 *Calendarizzazione:* **secondo semestre**
- 1.7 *Tipologia di valutazione:* **esame orale con votazione in trentesimi**
- 1.8 *Anni accademici di riferimento:* **a.a. 2013/14**

## 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

### ITALIANO

Il modulo di sistemi elettronici a radiofrequenza si propone di fornire i criteri per il progetto e la realizzazione di dispositivi operanti a radiofrequenza ed utilizzati nei sistemi di telecomunicazione e nei sistemi radar. Nel corso sono mostrate le topologie e gli schematici di molti dispositivi a RF ed è illustrato l'uso dei CAD lineari e non lineari per l'analisi, la sintesi e l'ottimizzazione dei circuiti.

### INGLESE

The module aims are to give the guidelines for the design of devices operating at radio frequencies and used in telecommunication and radar systems. During the lessons topologies and schematics of many radiofrequency devices will be shown and some methodologies for the analysis and the design of microwave circuits will be presented together with the use of linear and non linear CAD for the analysis, synthesis, and optimization of radiofrequency circuits.

## 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### ITALIANO

Gli studenti che abbiano sostenuto l'esame saranno in grado di progettare oscillatori, amplificatori per piccoli segnali a basso rumore e di potenza, mixer, filtri, modulatori e demodulatori operanti alle radio frequenze

### INGLESE

Successful students will be able to design oscillators, small signal, low noise and power amplifiers, mixers, filters, modulator and demodulators operating at radio frequencies.

## 4. PROGRAMMA

### ITALIANO

INTRODUZIONE: Esempi di sistemi di telecomunicazione e radar

OSCILLATORI A RF: circuiti risonanti, fattori di merito e perdite, esempi di reti RLC intorno alla risonanza, il coefficiente di stabilità in frequenza, il quarzo come elemento circuitale, rumore di fase. Oscillatori a controreazione: Oscillatori Colpitz, Clapp, Pierce e al quarzo. Oscillatori a resistenza negativa: condizioni di mantenimento, innesco e stabilità delle oscillazioni, oscillatori a risonatore dielettrico, oscillatori a risonatore ceramico.

AMPLIFICATORI A RF: stabilità, circonferenze di stabilità, fattore di Rollet, analisi della stabilità con Nyquist, calcolo del guadagno di trasduzione, parametri di rumore, amplificatori per il massimo guadagno: dimensionamento a partire da transistors incondizionatamente stabili, realizzazione delle reti di adattamento con elementi distribuiti o concentrati, dimensionamento a partire da transistors condizionatamente stabili, dimensionamento delle reti di stabilizzazione. Amplificatori a bassa figura di rumore. Amplificatori di potenza, parametri e classi degli amplificatori, dimensionamento di amplificatori di potenza in classe A. Progetto a partire da modelli non-lineari o da misure di load pull.

FILTRI A RF: Progetto di filtri a microonde con il metodo del passa basso prototipo di riferimento, realizzazione in tecnologia planare di filtri passa basso e passa banda  
MIXER A RF: parametri caratteristici dei mixer Mixer con transistors: BJT, JFET. Mixer con diodi: modello non lineare del diodo schottky, cause e modelli del rumore nei diodi, mixer a singolo diodo, mixer bilanciati. Amplificatore IF e controllo del guadagno.  
Il PLL: principio di funzionamento, risposta ad un errore di fase e di frequenza, stabilità, il progetto di un PLL.  
MODULATORI E DEMODULATORI: Modulatori e demodulatori AM, SSB, di frequenza  
CAD: Esempi CAD Microwave office, ADS, e Orcad di tutti i circuiti descritti

## INGLESE

INTRODUCTION: Examples of telecommunication and radar systems.

RF OSCILLATORS: resonant circuits, quality factors and losses, RLC networks around resonance, the frequency stability coefficient, quartz as circuit element, phase noise. Feedback oscillators: Colpitz, Clapp, Pierce and quartz oscillators. Negative resistance oscillators: Solid state oscillators, oscillation condition, oscillator parameters, fixed frequency oscillators using dielectric resonators, variable frequency oscillators using ceramic resonator with varactor.

RF AMPLIFIERS: stability, stability circles, Rollet factor, transduction gain, noise parameters, design of amplifiers starting from unconditionally stable transistors, realization of matching networks with distributed and lumped elements, design of amplifiers starting from conditionally stable transistors, feedback networks, design of low noise amplifiers. Power amplifiers: main parameters, design of power amplifier of class A and B.

RF FILTERS: Design of filters with the low pass band prototype technique, planar technology realization of low pass and band pass filters.

RF MIXERS: main parameters, mixers with transistors: BJT, JFET, Mixer with schottky diodes: nonlinear model of Schottky diodes, noise in diodes, polarization techniques, single diode mixer, mixer, balanced mixers. IF amplifiers and gain control-

PLL: basic operation, response to a phase and frequency error, stability, design of PLL. MODULATORS AND DEMODULATORS: AM, SSB, frequency modulators and demodulators.

CAD: examples with Microwave office, ADS, e Orcad of all studied circuits.

## **5. MATERIALE DIDATTICO**

- -Appunti delle lezioni scaricabili dal sito dei docenti.
- -Franchina, Marietti, "Sistemi elettronici a banda frazionale stretta" Masson-Esa 1994
- -D'Agostino, Pisa, "Sistemi Elettronici per le Microonde", Masson-Esa 1996
- -Pozar, "Microwave Engineering", John Wiley & Son 1998.
- -Collin, "Foundations for Microwave Engineering" Mc Graw Hill 1992
- -Roddy, "Microwave Technology", Prentice-Hall 1986
- -Bahl, Bhartia, "Microwave Solid State Circuit Design", John Wiley & Son 2001
- -Vendelin, Pavo, Rohde, "Microwave Circuit Design", John Wiley & Son 1990.
- -Sweet, "MIC & MMIC Amplifier and Oscillator Circuit Design", Artech House 1990
- -Mass, "Microwave Mixers", Artech House 1986
- -Gentili, "Microwave Amplifiers and Oscillators" North Oxford 1986
- -Rizzi, "Microwave Engineering-Passive Circuits", Prentice-Hall 1988

## **6. SITO WEB DI RIFERIMENTO**

<http://mwl.diet.uniroma1.it/people/pisa/siself.html>