INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE (LB08)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento ELETTRONICA ANALOGICA (C.I.)

GenCod A003363

Docente titolare Paolo VISCONTI

Insegnamento ELETTRONICA ANALOGICA (C.I.)

Insegnamento in inglese ELECTRONIC ANALOG (INT.)

Settore disciplinare ING-INF/01

Anno di corso 3

Lingua

Percorso PERCORSO COMUNE

Corso di studi di riferimento INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

Tipo corso di studi Laurea

Sede Lecce

Crediti 6.0

Periodo Primo Semestre

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 54.0

Tipo esame Orale

Per immatricolati nel 2021/2022

Valutazione

Erogato nel 2023/2024

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso ambisce a fornire i principi e gli strumenti per l'analisi e la progettazione di circuiti analogici elementari; si tratta di un corso di base per i successivi corsi avanzati nell'area dell'Elettronica.
L'obiettivo principale è di fornire, dopo aver introdotto le caratteristiche elettriche dei principali dispositivi a semiconduttore (diodo, transistor bipolare BJT, transistor MOSFET), gli strumenti fondamentali per l'analisi e la sintesi di circuiti elettronici analogici lineari e non lineari con riferimenti applicativi ai principali blocchi funzionali dell'elettronica analogica (ad es. stadi di guadagno con amplificatori operazionali, filtri attivi).

Le principali conoscenze acquisite saranno: principi di funzionamento dei dispositivi a semiconduttore, analisi di circuiti elettronici analogici nel dominio del tempo e della frequenza, polarizzazione e risposta in frequenza di stadi amplificatori per piccoli segnali con BJT e MOSFET; elaborazione di segnali analogici con amplificatori operazionali (stadi amplificatori e filtri attivi).

PREREQUISITI

E' consigliato avere acquisito ed assimilato le conoscenze fornite nei seguenti insegnamenti (fra parentesi sono riportati gli argomenti più rilevanti):
- Teoria dei circuiti (componenti circuitali e loro equazioni costitutive, leggi di Kirchhoff e loro applicazione, teoremi di Thevenin e Norton); alcune nozioni saranno riprese all'inizio del corso.
- Segnali e Sistemi (segnali nel dominio del tempo e della frequenza)

OBIETTIVI FORMATIVI	Alla fine del corso lo studente deve essere in grado di: 1) comprendere i principi di funzionamento dei dispositivi elementari (diodi, transistor bipolari BJT e transistor MOSFET); 2) risolvere reti non lineari contenenti i diodi, ed analizzare il comportamento di tali reti in presenza di piccoli segnali; 3) calcolare il punto di lavoro, la risposta in frequenza, e i limiti di dinamica del segnale di circuiti (stadi di guadagno) contenenti transistor bipolari BJT; 4) calcolare il punto di lavoro, la risposta in frequenza, e i limiti di dinamica del segnale di circuiti (stadi di guadagno) contenenti transistor MOSFET; 5) analizzare e progettare reti contenenti amplificatori operazionali; 6) saper correttamente valutare i risultati dell'analisi e/o della progettazione.
METODI DIDATTICI	Il corso consiste in 40 ore circa di lezioni teoriche e 14 ore di esercitazioni. Durante le lezioni teoriche, i dispositivi trattati (diodi, transistor bipolari BJT, transistor MOSFET) verranno analizzati dal punto di vista fisico e poi a livello elettrico; infine verranno analizzati differenti circuiti di uso comune che includono il dispositivo in oggetto. Le esercitazioni prevedono lo svolgimento delle differenti tipologie degli esercizi d'esame. E' previsto inoltre l'utilizzo del software Multisim per il disegno e la simulazione degli schemi circuitali analizzati facendo uso della strumentazione elettronica virtuale disponibile.
MODALITA' D'ESAME	L'esame è una prova scritta che consiste nel risolvere tre esercizi: 1. Il primo esercizio richiede di risolvere una rete non lineare contenete dei diodi. Allo studente è chiesto di individuare lo stato di funzionamento dei diodi al variare di una variabile nel circuito (ad esempio una tensione di polarizzazione). Si può richiedere di tracciare l'andamento di una variabile di uscita (generalmente una tensione) e/o di disegnare l'andamento del transitorio in risposta ad uno stimolo sinusoidale, oppure di calcolare il guadagno di piccolo segnale. 2. Il secondo esercizio richiede il calcolo del punto di lavoro di un circuito contenente transistor MOSFET o bipolari BJT. In seguito è richiesto di calcolare il guadagno e di tracciare la risposta in frequenza, oppure di calcolare la dinamica del segnale di uscita. 3. Il terzo esercizio richiede la soluzione di un circuito contenente un amplificatore operazionale, inizialmente supposto ideale e poi considerando alcune non-idealità dello stesso A.O. (tensione di offset, risposta in frequenza, guadagno finito). L'esame scritto dura tre ore.

PROGRAMMA ESTESO

Introduzione. Ruolo dell'elettronica analogica. Richiami: segnali analogici e digitali, leggi di Kirchoff delle correnti e delle tensioni, principio di sovrapposizione degli effetti, partitore di tensione e corrente. Impedenza generalizzata (per R, C ed L), legge di Ohm. Teorema di Thevenin e di Norton. Amplificazione del segnale e necessità di componenti (dispositivi elettronici) attivi per realizzarla.
Analisi nel dominio del tempo e della frequenza di un rete circuitale. Funzione di trasferimento di una rete circuitale, Diagrammi di Bode.

Diodi. Cenni ai materiali semiconduttori, drogaggio e principi di funzionamento della giunzione pn. Diodo e relativa equazione. Esempio di analisi di circuito con diodo e resistenza: risoluzione numerica. Introduzione del modello linearizzato del diodo e sua applicazione. Esempio di analisi di circuiti con diodi.

Transistore bipolare BJT. Struttura del dispositivo a semiconduttore e principio di funzionamento; modello di Ebers-Moll; regioni di funzionamento ed equazioni corrispondenti; caratteristiche I/V di ingresso e uscita. Modello a singolo generatore di corrente. Effetto Early. Circuito equivalente semplificato di piccolo segnale del BJT. Esempi di applicazione.
Il transistore come amplificatore del segnale: guadagno di tensione/corrente (potenza). Stadio di guadagno con BJT ad emettitore comune: polarizzazione del circuito ed analisi di piccolo segnale. Risposta in bassa frequenza di stadi amplificatori con BJT.

Transistor MOSFET. Struttura del dispositivo a semiconduttore e principio di funzionamento; regioni di funzionamento ed equazioni corrispondenti; caratteristiche I/V di ingresso e uscita. Circuito equivalente semplificato di piccolo segnale del MOSFET. Stadio di guadagno con MOSFET nella configurazione "*source*" comune: polarizzazione del circuito ed analisi di piccolo segnale. Risposta in bassa frequenza dello stadio amplificatore con transistor MOSFET.

Amplificatore operazionale (A.O.). Caratteristiche ideali e reali degli amplificatori operazionali. Guadagno differenziale ad anello aperto, CMRR, correnti di polarizzazione, offset di tensione, slew-rate. Richiami sulla retroazione negativa necessaria per realizzare stadi di guadagno con A.O., necessità di A.O. ad elevato guadagno. Risposta in frequenza ad anello aperto degli A.O., risposta di tipo polo-dominante. Vantaggi della retroazione negativa: corto-circuito virtuale. Stadi amplificatori del segnale con A.O.: amplificatore invertente, non-invertente, stadio buffer, amplificatore differenziale, sommatore invertente e non-invertente, convertitore corrente/tensione, tensione/corrente, cenni a filtri attivi con A.O.. Integratore ideale e "reale" (filtro passa-basso attivo). Risposta in frequenza ad anello chiuso dello stadio amplificatore con A.O.

TESTI DI RIFERIMENTO

Dispense e lucidi delle lezioni fornite dal docente
1) Fondamenti di elettronica. Autori: Prof. Francesco Centurelli, Prof. Aldo Ferrari
Editore: Zanichelli, EAN: 9788808621306
2) Circuiti analogici. Polarizzazione transistori BJT, MOSFET e JFET, analisi piccolo segnale diagrammi di Bode e luogo radici, retroazione negativa e guadagno d'anello.
Autore : Franco Zappa, Editore: Esculapio, ISBN-13: 9788874880935
3) Circuiti per la microelettronica, Autori: Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith
Editore: edises, ISBN-13: 978-8833190549