UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Microelectronics for Physics Technologies

2627-2-E3004Q013

Obiettivi

Conoscenza e capacità di comprensione
Gli studenti acquisiranno le conoscenze fondamentali sui dispositivi a semiconduttore, sui circuiti elettronici analogici e sui principi di base degli strumenti di Computer-Aided Design (CAD) per l'analisi e la simulazione di circuiti integrati.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Gli studenti saranno in grado di applicare i principi teorici dell'elettronica analogica per analizzare circuiti elettronici di base ed eseguire simulazioni circuitali mediante strumenti CAD.

Autonomia di giudizio
Gli studenti svilupperanno la capacità di interpretare i risultati delle simulazioni, valutare il comportamento dei circuiti elettronici di base e compiere semplici scelte tecniche sulla base dell'analisi teorica e dei risultati delle simulazioni.

Abilità comunicative
Gli studenti saranno in grado di descrivere i principi di funzionamento dei dispositivi a semiconduttore e dei circuiti elettronici analogici, nonché di presentare e discutere i risultati delle simulazioni, utilizzando una terminologia scientifica e tecnica appropriata.

Capacità di apprendimento
Gli studenti acquisiranno le competenze metodologiche necessarie per approfondire autonomamente gli argomenti dell'elettronica analogica e per affrontare corsi più avanzati dedicati all'analisi e alla progettazione di circuiti elettronici e circuiti integrati.

Contenuti sintetici

Richiami di teoria delle reti elettriche lineari tempo invarianti.
Diodi a semiconduttore e applicazioni circuitali.
Transistor MOSFET: principio di funzionamento, polarizzazione e modelli a piccolo segnale.
Stadi amplificatori a singolo transistor.
Retroazione e amplificatori operazionali.
Analisi nel dominio del tempo e della frequenza.
Introduzione al rumore nei circuiti elettronici.
Simulazione e progettazione di circuiti analogici mediante strumenti CAD.

Programma esteso

1. Richiami di teoria delle reti elettriche lineari tempo invarianti e metodi di analisi circuitale.
2. Circuiti resistivi e dinamici nel dominio del tempo e della frequenza.
3. Diodo a semiconduttore: caratteristiche elettriche, modelli circuitali e principali applicazioni.
4. Transistor MOSFET: struttura, principio di funzionamento, regioni operative e caratteristiche statiche.
5. Tecniche di polarizzazione dei MOSFET e determinazione del punto di lavoro.
6. Modelli equivalenti a grande e piccolo segnale.
7. Analisi di guadagno, impedenza di ingresso e impedenza di uscita.
8. Stadi amplificatori a singolo transistor nelle configurazioni common source, common gate e common drain.
9. Risposta in frequenza degli amplificatori e principali limitazioni dinamiche.
10. Introduzione alle sorgenti di rumore nei circuiti elettronici.
11. Principi della retroazione negli amplificatori elettronici.
12. Amplificatore operazionale ideale e reale.
13. Principali configurazioni circuitali basate su amplificatori operazionali e loro applicazioni.
14. Utilizzo di strumenti CAD (Computer-Aided Design) per la simulazione e la progettazione di circuiti analogici.
15. Analisi e verifica mediante simulazione CAD del punto di lavoro, della risposta nel tempo, della risposta in frequenza e delle prestazioni di rumore.

Prerequisiti

È consigliata una conoscenza generale dei concetti fondamentali di elettrostatica, campi elettrici, circuiti elettrici e matematica di base, con particolare riferimento all'algebra, ai numeri complessi e alle funzioni di una variabile. Eventuali richiami agli argomenti propedeutici necessari alla comprensione del corso saranno forniti durante le lezioni.

Modalità didattica

L'insegnamento prevede attività di didattica erogativa (DE) e didattica interattiva (DI).
Le attività di didattica erogativa consistono in 24 ore di lezioni frontali dedicate all'introduzione dei fondamenti teorici dell'elettronica analogica, dei dispositivi elettronici a semiconduttore e dei principali circuiti analogici per l'elaborazione del segnale.
Le attività di didattica interattiva consistono in 12 ore di esercitazioni numeriche e teoriche, finalizzate all'applicazione dei concetti introdotti durante le lezioni, e 12 ore di laboratorio CAD, dedicate alla simulazione e alla progettazione di circuiti analogici mediante strumenti di Computer-Aided Design (CAD).
Durante le esercitazioni e le attività di laboratorio gli studenti saranno coinvolti nella risoluzione di problemi,

nell'analisi di casi di studio e nella verifica delle prestazioni circuitali mediante simulazione, favorendo l'acquisizione di competenze operative e progettuali.
Articolazione delle attività

- 24 ore di lezioni frontali (DE);
- 12 ore di esercitazioni teoriche e numeriche (DI);
- 12 ore di laboratorio CAD e simulazione circuitale (DI).

Materiale didattico

Il materiale didattico comprende le slide utilizzate durante le lezioni, esercizi svolti ed esercizi proposti per lo studio individuale, dispense integrative fornite dal docente e materiale relativo alle attività di laboratorio CAD.
Ulteriore materiale di approfondimento, inclusi articoli tecnici, note applicative e documentazione di riferimento, potrà essere reso disponibile durante il corso attraverso la piattaforma e-learning dell'Ateneo.
Per le attività di laboratorio saranno utilizzati strumenti CAD professionali per la simulazione e la progettazione di circuiti elettronici.
Testo di riferimento:
A. S. Sedra, K. C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, ultima edizione disponibile.
Testo di approfondimento:
W. Sansen, Analog Design Essentials, Springer.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La valutazione finale è basata su due componenti:

1. Progetto CAD individuale da svolgere durante il semestre e consegnare entro la data dell'appello d'esame. Il progetto consiste nell'analisi e nella simulazione di un circuito analogico mediante strumenti CAD. L'attività è finalizzata a verificare la capacità dello studente di applicare i concetti teorici acquisiti durante il corso e di utilizzare correttamente gli strumenti di simulazione circuitale. Il progetto contribuisce fino a un massimo di 3 punti sul voto finale.
2. Prova scritta individuale, finalizzata alla verifica delle conoscenze teoriche e delle capacità di analisi e progettazione circuitale. La prova è composta da tre esercizi, ciascuno valutato fino a un massimo di 9 punti:

- un esercizio di teoria delle reti elettriche e/o DIODI;
- un esercizio relativo all'analisi e alla progettazione di circuiti con transistor MOSFET;
- un esercizio relativo all'analisi e alla progettazione di circuiti basati su amplificatori operazionali, ed eventualmente MOSFET e DIODI

La prova scritta consente di valutare la comprensione dei principi fondamentali dell'elettronica analogica, la capacità di applicare metodi di analisi circuitale e la capacità di risolvere problemi quantitativi.

Il voto finale è espresso in trentesimi ed è ottenuto dalla somma del punteggio della prova scritta (massimo 27 punti) e del progetto CAD (massimo 3 punti). Il superamento dell'esame richiede il raggiungimento di almeno 18/30.

Orario di ricevimento

Lunedi 10-12

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE