

- b) rappresentazione nel dominio della frequenza dei segnali a tempo discreto - trasformata di Fourier discreta - trasformata di Fourier discreta bidimensionale;
- c) passaggio dalla trasformata di Laplace alla trasformata z per segnali discretizzati - proprietà della trasformata z - trasformata z inversa - funzione di trasferimento in trasformata z ;
- d) condizionamento del segnale numerico.

4. Filtri numerici

- a) filtri numerici non ricorsivi (FIR);
- b) esempio di sintesi di filtri derivativi;
- c) risposta in frequenza e progetto di filtri FIR con lo sviluppo in serie di Fourier; d) filtri ricorsivi (IIR); b) sintesi per simulazione di filtri analogici; c) risonanza delle interferenze di rete, filtro notch;
- d) cenni sulla precisione di filtri FIR e IIR.

5. Biosegnali

- a) origine di segnali biomedici e loro classificazione;
- b) problemi legati all'acquisizione e al condizionamento di biosegnali;
- c) estrazione di parametri da biosegnali sulla base di un modello del sistema fisiologico.

Testi consigliati

Oppenheim A.V., Schafer R.W.: *Elaborazione numerica dei segnali*, Franco Angeli.
 Cerutti S.: *Filtri numerici per l'elaborazione di segnali biologici*, Clup.

Elettronica D.U.

Modulo A

(per i Corsi di Diploma in Ingegneria Elettronica, Ingegneria Informatica, Ingegneria Biomedica)

Merlo S.

Dipartimento di Elettronica

Note Introduttive

I corsi di Elettronica DU mod.A e mod.B hanno lo scopo di fornire le conoscenze di base nel campo dell'Elettronica analogica e digitale.

Dopo aver richiamato i concetti ed i teoremi fondamentali sulle reti elettriche, vengono introdotti i dispositivi di base dell'elettronica: diodi a giunzione, transistori bipolari e ad effetto di campo, amplificatori operazionali. Si considerano infine gli stadi elementari di amplificazione ed elaborazione del segnale realizzabili con tali componenti.

L'esame finale è unico insieme al modulo di Elettronica DU mod.B. Per il Corso di Diploma in Ingegneria Biomedica l'esame può essere inoltre svolto assieme a quello di Elettronica II DU mod.B (laboratorio). Sono previste prove in itinere ed esperienze di laboratorio che contribuiscono alla valutazione finale.

Programma del corso

1. Introduzione

Richiami di teoria della reti lineari: amplificatori e loro modelli circuitali; teoremi di Norton, Thevenin, Miller. Risposta in frequenza e nel tempo di reti a singola costante di tempo. Cenni alle reti a più costanti di tempo. Tracciamento dei diagrammi di Bode.

2. Componenti e circuiti fondamentali

Amplificatori operazionali. L'amplificatore operazionale ideale. La configurazione invertente. La configurazione non invertente. Applicazioni lineari: sommatore, amplificatore delle differenze, integratore, derivatore. Comportamento in frequenza. Comportamento per ampi segnali. Correnti di polarizzazione e sbilanciamento; tensione di sbilanciamento.

Diodi. Il diodo ideale. Semiconduttore intrinseco ed estrinseco. Diodo a semiconduttore: giunzione p-n senza e con polarizzazione. Caratteristica corrente-tensione. Circuiti statici con diodi. Retta di carico. Analisi grafica. Diodi a valanga e diodi Zener. Regolatori di tensione con diodi Zener. Raddrizzatori a semplice e doppia semionda. Raddrizzatori di precisione. Rivelatore di picco. Limitatori. Circuiti di aggancio del massimo e del minimo.

Transistori ad effetto di campo (JFET e MOS-FET). Il transistoro JFET: principio fisico di funzionamento; caratteristiche statiche. Analisi statica di circuiti con FET. Circuiti di polarizzazione. Il FET come amplificatore. Circuito equivalente per piccoli segnali. Stadi di amplificazione elementari per piccoli segnali.

Il MOS ad arricchimento: principio fisico di funzionamento; caratteristiche statiche. Il MOS a svuotamento: principio fisico di funzionamento; caratteristiche statiche. Analisi statica di circuiti con MOS. Il MOS come amplificatore. Circuiti di polarizzazione. Circuito equivalente per piccoli segnali. Stadi di amplificazione elementari per piccoli segnali. Il MOS come interruttore.

Transistore bipolare a giunzione (BJT). Principio fisico di funzionamento. La regione attiva. Analisi statica di circuiti con BJT. Il transistoro come amplificatore. Circuiti di polarizzazione. Circuito equivalente per piccoli segnali. Stadi di amplificazione elementari per piccoli segnali. La regione di interdizione e quella di saturazione. Analisi grafica. Il transistoro BJT come interruttore.

Testi consigliati

Sedra A., Smith K.: *Microelectronic Circuits*. Third Edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, 1991.

Elettronica D.U.

Modulo B

(per i Corsi di Diploma in Ingegneria Elettronica, Ingegneria Informatica, Ingegneria Biomedica)

Merlo S.

Dipartimento di Elettronica

Note introduttive

I corsi di Elettronica DU mod.A e mod.B hanno lo scopo di fornire le conoscenze di base nel campo dell'Elettronica analogica e digitale.

Nella prima parte si discutono le principali applicazioni analogiche, lineari e non lineari, che impiegano i componenti introdotti nel mod. A. La successiva parte del modulo è dedicata alle principali famiglie logiche, ai circuiti digitali e di interfaccia.

L'esame finale è unico insieme al modulo di Elettronica DU mod.A. Per il Corso di Diploma in Ingegneria Biomedica l'esame può essere inoltre svolto assieme a quello di Elettronica II DU mod.B (laboratorio). Sono previste prove in itinere ed esperienze di laboratorio che contribuiscono alla valutazione finale.

Programma del corso

1. Circuiti analogici

Il cascode. Analisi per piccolo segnale.

Generatori e specchi di corrente.

Amplificatori differenziali. La coppia differenziale. Analisi per piccolo segnale. Guadagno di modo comune e di modo differenziale.

La reazione nei circuiti lineari. Effetti della reazione. Topologie fondamentali. Cenni sulla stabilità. Esempi di amplificatori reazionati.

Circuiti multivibratori: bistabile, astabile, monostabile con operazionali.

2. Circuiti Digitali

Segnali numerici e loro rappresentazione.

L'invertitore logico: margine di rumore, tempi di propagazione e di transizione.

Circuiti logici elementari: AND, OR, NOT, NOR, NAND, EXOR. Tabelle della verità.

Circuiti integrati digitali MOS: l'invertitore NMOS con carico a svuotamento; l'invertitore NMOS con carico ad arricchimento; l'invertitore CMOS. Porte NAND e NOR.

Il latch.

Il flip-flop S/R.

Multivibratori con porte logiche: monostabile, astabile.

Memorie RAM statiche e dinamiche.

Memorie ROM, pROM, EPROM.

Circuiti integrati digitali bipolari. L'invertitore BJT. Famiglia logica TTL. Famiglia logica ECL.

3. Circuiti di interfaccia

Campionamento e quantizzazione dei segnali analogici.

Convertitori analogico-digitali: convertitore a doppia rampa, convertitore tracking, convertitore ad approssimazioni successive, convertitore flash; altri tipi di convertitori.

Convertitori digitale-analogici: convertitori ladder.

Testi consigliati

Sedra A., Smith K.: *Microelectronic Circuits*. Third Edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, 1991.

Elettronica D.U.

(Sede di Mantova)

Montecchi F.

Dipartimento di Elettronica

Durata

13 settimane, 4 ore settimanali

52 ore di lezione; attività di laboratorio aggiuntive

Programma del corso

- Il diodo a semiconduttore. Circuiti con diodi: raddrizzatore, a mezz'onda, a onda piena, circuito di clamping, di clipping. Il diodo Zener. (tot. 8 ore)

- L'amplificatore operazionale. Applicazioni lineari dell'amplificatore operazionale: amplificatore a guadagno finito, invertente, non-invertente, integratore, derivatore; circuito sommatore; amplificatore delle differenze. Filtri attivi. (tot. 10 ore)