**Corso di Fondamenti di Elettronica per Ingegneria dell’Informazione**

**Argomenti d’esame**

Generalità sugli amplificatori

1. Famiglie di amplificatori (tensione, corrente, trans conduttanza, transresistenza).
2. Rappresentazione degli amplificatori come doppi bipoli (parametri g, h, y, z).
3. Linearità degli amplificatori, cause di non-linearità e metodi di linearizzazione, misura della distorsione.
4. Collegamenti in cascata degli amplificatori.
5. Risposta in frequenza degli amplificatori (espressione generale della funzione di trasferimento, limiti di banda).

Amplificatori operazionali

1. Caratteristiche ideali degli amplificatori operazionali e principali fattori di non-idealità (limiti di guadagno, banda passante, resistenza d’ingresso e d’uscita, saturazione).
2. Corto circuito virtuale dei morsetti d’ingresso: motivazione e limiti di validità del modello.
3. Amplificatore non invertente: caratteristiche ideali e reali (considerando i limiti di guadagno, banda passante, resistenza d’ingresso e d’uscita).
4. Rappresentazione dell’amplificatore non invertente come sistema a retroazione.
5. Amplificatore invertente: caratteristiche ideali e reali (considerando i limiti di guadagno, banda passante, resistenza d’ingresso e d’uscita).
6. Rappresentazione dell’amplificatore non invertente come sistema a retroazione.
7. Incremento della resistenza d’ingresso dell’amplificatore invertente.
8. Applicazioni degli amplificatori operazionali:
   1. Amplificatore sommatore
   2. Inseguitore di tensione
   3. Convertitore tensione-corrente
   4. Raddrizzatore ideale
   5. Limitatore
   6. Amplificatore differenziale (struttura, equazioni, problema del bilanciamento dei canali)
   7. Amplificatore per strumentazione
   8. Amplificatore a guadagno variabile
   9. Generatore di segnali
   10. Integratore (con limitazione del guadagno in bassa frequenza)
   11. Derivatore (con limitazione del guadagno in alta frequenza)
   12. Filtro passa-basso
   13. Filtro passa-alto
   14. Filtro passa-banda
   15. Sintesi di filtri con risposta in frequenza assegnata
9. Caratterizzazione degli amplificatori operazionali reali:
   1. Guadagno di modo comune e di modo differenziale
   2. Resistenza d’ingresso di modo comune e differenziale
   3. CMRR
   4. PSRR
   5. Tensione di offset e sua influenza sul funzionamento degli amplificatori (invertente, non-invertente, buffer, integratore). Origini della tensione di offeset e compensazione.
   6. Correnti di bias e loro influenza sul funzionamento degli amplificatori (invertente, non-invertente, buffer, integratore). Origine delle correnti di bias e compensazione.
   7. Slew-rate e banda passante a massima potenza
10. Comparatore e comparatore a isteresi.

Semiconduttori

1. Modello di Bohr, numero quantici, principio di esclusione, struttura atomica dei semiconduttori
2. Modello a bande di energia; differenza tra metalli, semiconduttori e isolanti
3. Legami covalenti.
4. Semiconduttori intrinseci all’equilibrio termodinamico. Generazione di coppie elettrone-lacuna e conducibilità dei semiconduttori intrinseci.
5. Semiconduttori drogati trivalenti e pentavalenti. Liberazione di elettroni o lacune. Conducibilità dei semiconduttori estrinseci.
6. Legge dell’azione di massa. Compensazione.
7. Corrente di deriva. Mobilità delle cariche e conducibilità dei semiconduttori.
8. Corrente di diffusione e coefficiente di diffusione.
9. Relazione di Einstein tra mobilità e coefficiente di diffusione. Potenziale termico.
10. Equazione di continuità. Lunghezza di diffusione e tempo di vita medio delle coppie elettrone-lacuna.

Giunzione p-n

1. Giunzione p-n all’equilibrio: profili di carica, di campo elettrico e di potenziale elettrico; potenziale di contatto; estensione della regione di svuotamento.
2. Giunzione p-n in polarizzazione inversa: profili di carica, di campo elettrico e di potenziale elettrico; potenziale di contatto; estensione della regione di svuotamento; capacità di transizione.
3. Meccanismi di scarica a valanga e per effetto tunnel.
4. Giunzione p-n in polarizzazione diretta: profili di carica, di campo elettrico e di potenziale elettrico; potenziale di contatto; estensione della regione di svuotamento; capacità di diffusione.
5. Profili di cariche di minoranza in polarizzazione diretta e inversa.
6. Calcolo della corrente dai profili di carica nella giunzione polarizzata. Corrente di saturazione.

Diodi

1. Relazione tensione-corrente del diodo in condizioni di polarizzazione generica.
2. Modelli ai grandi segnali del diodi: ideale, linearizzato, reale.
3. Modello ai piccoli segnali del diodo.
4. Capacità di transizione e diffusione.
5. Funzionamento in commutazione del diodo: fenomeno del reverse recovery.
6. Diodi zener.
7. Alimentatore stabilizzato a diodo zener.
8. Raddrizzatore a semionda con filtro capacitivo.
9. Raddrizzatori a doppia semionda con carico capacitivo: schema con trasformatore a presa centrale; ponte di Graetz.
10. Circuiti di aggancio.
11. Circuiti limitatori.

Transistori bipolari

1. Struttura, principi e modi di funzionamento.
2. Effetto transistor.
3. Analisi basata sui profili di minoritari in base. Correnti di collettore e di base.
4. Espressione del guadagno in funzione dei parametri geometrici ed elettrici del dispositivo.
5. Equazioni del BJT (npn, pnp) in zona attiva diretta.
6. Equazioni del BJT (npn, pnp) in saturazione, interdizione e zona attiva inversa.
7. Caratteristiche d’uscita ad emettitore comune. Breakdown.
8. Caratteristiche d’uscita a collettore comune. Breakdown.
9. Transcaratteristica.
10. Dipendenza del guadagno dalla corrente di collettore e dalla temperatura.
11. Effetto Early e dosaggio della drogatura di collettore. Fenomeno del punch through.
12. Limiti di utilizzo in tensione, corrente e potenza.
13. Modello del trasporto per BJT npn e pnp.
14. Capacità delle giunzioni.
15. Funzionamento del BJT in commutazione. Effetto Miller e tempi caratteristici.
16. Modello ai piccoli segnali del BJT e determinazione dei parametri relativi. Dipendenza dalla temperatura.
17. Circuiti di polarizzazione.
18. Generatori a specchio di corrente.

Mosfet

1. Struttura, principi e modi di funzionamento dei dispositivi a canale n (N-Mos) e p (P-Mos), sia ad arricchimento (E-Mos) che a svuotamento (D-Mos).
2. Condensatore MOS e inversione del canale.
3. Equazione tensione-corrente del dispositivo in zona lineare e in saturazione.
4. Caratteristica d’uscita. Breakdown.
5. Transcaratteristica.
6. Capacità del dispositivo.
7. Modulazione di lunghezza del canale.
8. Effetto body.
9. Funzionamento del Fet in commutazione e tempi tipici.
10. Modello ai piccoli segnali e determinazione dei parametri relativi. Dipendenza dalla temperatura.
11. Circuiti di polarizzazione per E-Mos e D-Mos.
12. Generatori a specchio di corrente.

Jfet

1. Struttura, principi e modi di funzionamento dei dispositivi a canale n e canale p.
2. Equazione tensione-corrente del dispositivo in zona lineare e in saturazione.
3. Caratteristica d’uscita. Breakdown.
4. Transcaratteristica.
5. Capacità del dispositivo.
6. Modulazione di lunghezza del canale.
7. Modello ai piccoli segnali e determinazione dei parametri relativi. Dipendenza dalla temperatura.
8. Circuiti di polarizzazione.

Amplificatori con accoppiamento in ca

1. Analisi in cc.
2. Analisi in ca
3. Schema ad emettitore comune (CE e CER). Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici (guadagno di tensione, guadagno di corrente, resistenza d’ingresso, resistenza d’uscita)
4. Schema a collettore comune. Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici.
5. Schema a base comune. Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici.
6. Schema a source comune (CS e CSR). Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici.
7. Schema a drain comune. Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici.
8. Schema a gate comune. Analisi ai piccoli segnali e parametri caratteristici.
9. Amplificatori multistadio.

Configurazioni a due transistori

1. Configurazione Darlington
2. Configurazione Cascode
3. Generatore di corrente Cascode

Amplificatori con accoppiamento in cc

1. Amplificatore differenziale
   1. analisi ai grandi segnali
   2. analisi al modo differenziale e parametri caratteristici (guadagno di tensione, resistenza d’ingresso, resistenza d’uscita)
   3. analisi al modo comune e parametri caratteristici
   4. CMRR
2. Amplificatori multistadio.
3. Struttura dell’amplificatore operazionale
   1. stadio differenziale d’ingresso
   2. stadi ad alto guadagno
   3. traslatore di livello (moltiplicatore di Vbe)
   4. stadio d’uscita

Amplificatori di potenza

1. Amplificatore in classe A
2. Amplificatore in classe B
3. Amplificatore in classe AB