

Testi del Syllabus

Resp. Did. **BONI ANDREA** **Matricola: 005069**

Docente **BONI ANDREA, 9 CFU**

Anno offerta: **2016/2017**

Insegnamento: **1002730 - ELETTRONICA 2**

Corso di studio: **3050 - INGEGNERIA INFORMATICA, ELETTRONICA E DELLE TELECOMUNICAZIONI**

Anno regolamento: **2014**

CFU: **9**

Settore: **ING-INF/01**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **3**

Periodo: **Primo Semestre**



Testi in italiano

Lingua insegnamento italiano

Contenuti

Il corso si divide in una parte teorica (57 ore), svolta con lezioni frontali in aula, ed una parte di laboratorio (6 ore).

TEORIA

- 1 Introduzione
 - 1.1 Segnali analogici e segnali digitali.
 - 1.2 Linearità di un sistema e condizioni di non-distorsione.
 - 1.3 Concetto di Linearizzazione.
 - 1.4 Circuito equivalente alle variazioni di un diodo p-n. Modello alle variazioni di un transistor bipolare (BJT) in regione attiva diretta e di un MOSFET in saturazione.
 - 1.5 Amplificatori lineari. Funzioni di rete. Rappresentazioni matriciali.
- 2 Stadi amplificatori
 - 2.1 Emittitore Comune (EC)
 - 2.1.1 Analisi ai grandi segnali ed ai piccoli segnali; calcolo funzioni di rete
 - 2.1.2 Polarizzazione del transistor
 - 2.2 Stadi a Collettore Comune (CC) e Base Comune (BC)
 - 2.3 Amplificatori elementari MOS: Source Comune, Gate comune e Drain comune
 - 2.4 Amplificatori multi-stadio
 - 2.5 Stadio differenziale a BJT
- 3 Specchi di corrente e amplificatori con carico attivo
 - 3.1 Schemi base: bipolare-base, bipolare con terzo transistor, MOS
 - 3.2 Schemi avanzati (cenni): widlar, wilson, cascode
 - 3.3 amplificatore a source comune e emettitore comune con carico attivo
 - 3.4 amplificatore differenziale con carico attivo
- 4 Comportamento in frequenza degli amplificatori
 - 4.1 Risposta in frequenza dell'amplificatore EC
 - 4.2 Approssimazione a polo dominante e metodo delle costanti di tempo.
- 5 Circuiti con retroazione

- 5.1 Schemi unifilari per la rappresentazione di sistemi lineari; retroazione positiva o negativa, concetto di desensibilizzazione; compromesso guadagno-banda
- 5.2 Stabilità dei circuiti in retroazione, margini di fase e guadagno (richiami)
- 5.3 Individuazione della retroazione nei circuiti elettronici con il metodo matriciale
- 6 Amplificatore Operazionale
 - 6.1 Definizione e caratteristiche
 - 6.2 Concetto di corto-circuito virtuale
 - 6.3 Applicazioni
 - 6.4 Non idealità degli amplificatori operazionali commerciali
 - 6.5 Schema semplificato di un amplificatore operazionale e compensazione di Miller
- 7 Amplificatori ai grandi segnali
 - 7.1 Potenza utile ed Efficienza
 - 7.2 Distorsione non lineare
 - 7.3 Stadi di uscita in classe A: collettore comune, emettitore comune.
 - 7.4 Sollecitazioni sui dispositivi di uscita
 - 7.5 Definizione delle classi di funzionamento: A,B,C,D
 - 7.6 Amplificatori in controfase ed a simm. complementare
 - 7.7 Amplificatori in classe C e D: schemi di principio
- 8 Stabilità del circuito in un punto di riposo
- 9 Simulazione numerica dei circuiti analogici

LABORATORIO

- 1 Simulazione di semplici circuiti analogici a transistor ed a operazionale per mezzo di un simulatore circuitale (lab. di simulazione circuitale)
- 2 Laboratorio di Elettronica
 - 2.1 assemblaggio di circuiti analogici basati su amplificatore operazionale per mezzo del Development Kit di Texas Instruments (ASLK Pro)
 - 2.2 set-up del banco (alimentatore di tensione e generatore di segnali)
 - 2.3 caratterizzazione dei circuiti assemblati tramite oscilloscopio e multimetro.

Testi di riferimento

- P. R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R. G. Meyer, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", 5th Edition, Wiley.
- C. Morandi, "Fondamenti di Elettronica C", disponibile su Lea alle pagine del corso (categoria "DISPENSE")
- R. Menozzi, "Appunti di Elettronica", Pitagora.
- S. Franco, "Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits" McGraw-Hill
- J. Milmann and C.C. Halkias, "Micro Elettronica", Boringhieri, cap. 9

Obiettivi formativi

- Conoscenza e comprensione:
 - conoscenza di base dei circuiti elettronici analogici a transistor bipolare e MOS (amplificatori di segnale lineari e amplificatori di potenza)
 - conoscenza delle caratteristiche dell'amplificatore operazionale e sue applicazioni
- Capacità di applicare conoscenza e comprensione
 - sapere analizzare un amplificatore di segnale
 - sapere dimensionare semplici circuiti analogici (a transistor o con amplificatore operazionale)
 - sapere simulare un circuito analogico
 - sapere assemblare un semplice circuito analogico, fornire i necessari segnali e caratterizzarlo per mezzo di strumentazione di laboratorio di base (multimetro e oscilloscopio).
- Competenze trasversali (soft skill)
 - Nell'ambito dell'attività di laboratorio di elettronica (assemblaggio e caratterizzazione sperimentale di semplici circuiti analogici) lo studente potrà sviluppare le necessarie abilità trasversali dovendo operare in un gruppo di lavoro.

Prerequisiti	<p>1. Teoria dei circuiti lineari: 1.1 Metodi di analisi (kirchoff, analisi nodale, ecc.) 1.2 Circuiti lineari in regime permanente sinusoidale 1.3 Applicazione della trasformata di Laplace ai circuiti con componenti reattivi 2. Diagrammi di Bode 3. Dispositivi Elettronici (teoria di base): diodo, transistore bipolare, transistore MOS</p> <p>Propedeuticità consigliate: Principi e Applicazioni dell'Ingegneria Elettrica, Elettronica 1</p>
Metodi didattici	<p>Lezioni orali Esercitazioni: svolgimento di esercizi in aula</p> <p>Esercitazioni integrative: ove possibile verranno organizzate esercitazioni integrative con svolgimento guidato di esercizi e prove scritte di esame.</p>
Altre informazioni	<p>Sito web del corso con: -materiale didattico -testi di esame con soluzione</p> <p>sul portale http://elly.dii.unipr.it/</p> <p>L'iscrizione alla mailing list del corso (che viene azzerata ad ogni inizio di A.A.) è vivamente consigliata.</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame comprende una prova scritta e una prova orale: il superamento della prova scritta è condizione necessaria per accedere alla prova orale.</p> <p>Durante la prova scritta non è possibile consultare testi o appunti.</p> <p>La prova scritta richiede la soluzione di alcuni esercizi a risposta chiusa.</p> <p>Il risultato positivo ottenuto nella prova scritta è valido entro la sessione di esami in cui è stato conseguito; pertanto la prova orale dovrà essere sostenuta entro la medesima sessione di esami.</p> <p>In caso di esito negativo della prova orale, il risultato della prova scritta perde validità</p> <p>La valutazione finale è una media (pesata) del risultato conseguito nella prova orale e scritta.</p> <p>Sono ammessi alle prove scritte solo gli studenti iscritti per via telematica.</p>
Programma esteso	<p>Il corso si divide in una parte teorica (57 ore), svolta con lezioni frontali in aula, ed una parte di laboratorio (6 ore).</p> <p>TEORIA</p> <p>10 Introduzione</p> <p>10.1 Segnali analogici e segnali digitali.</p> <p>10.2 Linearità di un sistema e condizioni di non-distorsione.</p> <p>10.3 Concetto di Linearizzazione.</p> <p>10.4 Circuito equivalente alle variazioni di un diodo p-n. Modello alle variazioni di un transistore bipolare (BJT) in regione attiva diretta e di un MOSFET in saturazione.</p> <p>10.5 Amplificatori lineari. Funzioni di rete. Rappresentazioni matriciali.</p> <p>11 Stadi amplificatori</p> <p>11.1 Emittitore Comune (EC)</p> <p>11.1.1 Analisi ai grandi segnali ed ai piccoli segnali; calcolo funzioni di rete</p> <p>11.1.2 Polarizzazione del transistor</p> <p>11.1.2.1 A batteria, a resistenza e condensatore di disaccoppiamento, con resistenza sull'emettitore</p> <p>11.1.2.2 Coefficienti di sensibilità della polarizzazione</p> <p>11.2 Stadi a Collettore Comune (CC) e Base Comune (BC)</p> <p>11.3 Amplificatori elementari MOS: Source Comune, Gate comune e Drain comune</p>

- 11.4 Amplificatori multi-stadio
 - 11.4.1 schema a blocchi
 - 11.4.2 CC+EC, EC+CC, cascode, Darlington
- 11.5 Stadio differenziale a BJT
- 12 Specchi di corrente e amplificatori con carico attivo
 - 12.1 Schemi base: bipolare-base, bipolare con terzo transistor, MOS
 - 12.2 Schemi avanzati (cenni): widlar, wilson, cascode
 - 12.3 amplificatore a source comune e emettitore comune con carico attivo
 - 12.4 amplificatore differenziale con carico attivo
- 13 Comportamento in frequenza degli amplificatori
 - 13.1 Risposta in frequenza dell'amplificatore EC
 - 13.2 Approssimazione a polo dominante e metodo delle costanti di tempo.
- 14 Circuiti con retroazione
 - 14.1 Schemi unifilari per la rappresentazione di sistemi lineari; retroazione positiva o negativa, concetto di desensibilizzazione; compromesso guadagno-banda
 - 14.2 Stabilità dei circuiti in retroazione, margini di fase e guadagno (richiami)
 - 14.3 Individuazione della retroazione nei circuiti elettronici con il metodo matriciale
- 15 Amplificatore Operazionale
 - 15.1 definizione e caratteristiche
 - 15.2 concetto di corto-circuito virtuale
 - 15.3 applicazioni
 - 15.3.1 Amplificatore invertente, non invertente, sommatore, inseguitore
 - 15.3.2 Amplificatori differenziali lineari: schemi a uno e tre operazionali
 - 15.3.3 integratore e derivatore
 - 15.3.4 circuiti non-lineari: rettificatori, rivelatori di picco, amplificatore logaritmico
 - 15.3.5 NIC
 - 15.4 Non idealità degli amplificatori operazionali commerciali
 - 15.4.1 guadagno finito, resistenza di ingresso e uscita
 - 15.4.2 Tensione di Offset, corrente di polarizzazione
 - 15.4.3 PSRR e CMRR
 - 15.4.4 Limitazione di slew-rate
 - 15.4.5 Esempi di effetto delle non-idealità sui circuiti basati su amplificatore operazionale
 - 15.5 Schema semplificato di un amplificatore operazionale e compensazione di Miller
- 16 Amplificatori ai grandi segnali
 - 16.1 Potenza utile ed Efficienza
 - 16.2 Distorsione non lineare
 - 16.3 Stadi di uscita in classe A: collettore comune, emettitore comune.
 - 16.4 Sollecitazioni sui dispositivi di uscita
 - 16.4.1 Surriscaldamento, trasmissione del calore nei dispositivi elettronici
 - 16.4.2 Zona di funzionamento sicuro di un dispositivo
 - 16.5 Definizione delle classi di funzionamento: A,B,C,D
 - 16.6 Amplificatori a rendimento elevato
 - 16.6.1 Classe B ed AB in controfase
 - 16.6.2 Classe C e D: schemi di principio
- 17 Stabilità del circuito in un punto di riposo
 - 17.1 Analisi nel dominio di Laplace: effetto dei poli
 - 17.2 Modi naturali
 - 17.3 Instabilità: innesco sinusoidale ed esponenziale
- 18 Simulazione numerica dei circuiti analogici

LABORATORIO

- 1 Simulazione di semplici circuiti analogici a transistor ed a operazionale per mezzo di un simulatore circuitale (lab. di simulazione circuitale)
- 2 Laboratorio di Elettronica
 - 2.1 assemblaggio di circuiti analogici basati su amplificatore operazionale per mezzo del Development Kit di Texas Instruments (ASLK Pro)
 - 2.2 set-up del banco (alimentatore di tensione e generatore di segnali)



Testi in inglese

Lingua insegnamento

italian

Contenuti

Theory (57 hours)

1 Introduction

1.1 Analog and digital signals

1.2 Linear and non-linear systems, distortion.

1.3 The concept of linearisation of electronic circuits

1.4 Small-signal equivalent circuit of: p-n diode, BJT and MOS transistor.

1.5 Linear amplifier: models and definitions of input and output impedance, amplification, transconductance and transresistance.

2 Amplifiers

2.1 Common Emitter (CE)

2.1.1 Large signal and small signal analysis; derivation of network function.

2.1.2 Biasing techniques and circuits

2.2 common-collector and common-base stages (CC and CB)

2.3 single-transistor MOS amplifiers: common-source, common-gate and common-drain.

2.4 Multi-stage amplifiers

2.5 BJT differential amplifier

3 Current mirrors and amplifiers with active load

3.1 simple BJT mirror, enhanced BJT mirror, simple MOS mirror

3.2 Advanced mirror architectures (basics): widlar, wilson, cascode

3.3 CS and CE active load amplifiers

3.4 differential amplifiers with active load.

4 High-frequency behaviour of amplifiers

4.1 Frequency response of CE amplifier

4.2 Dominant-pole approximation and time-constants based analysis method

5 Circuits with feedback

5.1 Block diagram, negative and positive feedback, reduction of sensitivity to amplifier parameter, gain-bandwidth product.

5.2 Stability of circuits with feedback

5.3 matrix-based analysis of feedback circuits

6 Operational Amplifier

6.1 Definition and characteristics

6.2 The concept of input short-circuit

6.3 Applications

6.4 Real Opamp non-idealities

6.5 Opamp: what's inside, miller compensation

7 Large signal amplifiers

7.1 Delivered useful power and efficiency

7.2 Non-linear distortion

7.3 Class-A output stages.

7.4 Stress of output devices

7.5 Class of a power amplifier: A,B,C,D

7.6 High-efficiency amplifiers (AB push-pull, C and D)

8 Stability of a circuit in bias point

9 Simulation of analog circuits

LAB. ACTIVITY (6 hours)

1 Lab. of simulation of analog circuits: basic circuits based on bipolar transistor or opamp.'s are considered.

2 Electronics Lab.

2.1 set-up of basic analog circuits (opamp based) with the development kit of Texas Instruments (ASLK Pro)

2.2 test-bench set-up (wiring, power supply and signal generator)

2.3 characterization of the assembled circuits with oscilloscope and voltage/current meter.

Testi di riferimento	<p>P. R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R. G. Meyer, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", 5th Edition, Wiley.</p> <p>C. Morandi, "Fondamenti di Elettronica C", online at lea.unipr.it (course: Elettronica 2), folder "DISPENSE"</p> <p>R. Menozzi, "Appunti di Elettronica", Pitagora.</p> <p>S. Franco, "Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits" McGraw-Hill</p> <p>J. Milmann and C.C. Halkias, "Electronics devices and circuits", McGraw-Hill, chapter 9</p>
Obiettivi formativi	<p>Knowledge:</p> <ul style="list-style-type: none">-basic knowledge of analog electronic circuits with MOS and bipolar transistors (signal and power amplifiers)-Opamp: specifications and applications. <p>Skills:</p> <ul style="list-style-type: none">-understanding and analyzing the schematic of a simple amplifier-designing and sizing simple analog circuits (single-transistor or with opamp)-simulating an analog circuit-ability to set-up and measure a simple analog circuits using oscilloscope and voltage/current meter. <p>Soft skills:</p> <p>the Electronic Lab. activity is organized in working group of about 3-4 students. This helps to improve the "soft skills" (working in a group, presenting an idea, making a working plan with the colleagues, etc.)</p>
Prerequisiti	<ol style="list-style-type: none">1. Linear circuits theory<ol style="list-style-type: none">1.1 Analysis methods (kirchoff, nodal analysis, etc.)1.2 Linear circuits with sine-wave stimuli1.3 Laplace transform: application to linear circuits with reactive components.2. Bode diagram3. Basics of electronic devices: diode, BJT, MOS transistor
Metodi didattici	<p>Lectures.</p> <p>Exercises are solved in the classroom and deal with the analysis and design of simple analogue circuits.</p>
Altre informazioni	<p>Web pages of the course with</p> <ul style="list-style-type: none">-teaching materials (slides and manuscripts)-example of written tests <p>at http://elly.dii.unipr.it/</p> <p>Students are asked to subscribe to the mailing list of the course</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>Final written test and oral exam</p> <p>A positive result in the written test is mandatory to access to the oral exam.</p> <p>Books or manuscripts cannot be used during the written test.</p> <p>If a positive result is achieved in the written test, oral exam must be taken within the same session</p> <p>If the oral exam is not passed, the student must repeat the written test.</p> <p>The final mark is the weighted average of the marks achieved in the oral exam and written test.</p> <p>To access to the written test, subscription at the dedicated www pages (at www.unipr.it) is mandatory.</p>

Programma esteso

THEORY

1 Introduction

1.1 Analog and digital signals

1.2 Linear and non-linear systems, distortion.

1.3 The concept of linearisation of electronic circuits

1.4 Small-signal equivalent circuit of: p-n diode, BJT and MOS transistor.

1.5 Linear amplifier: models and definitions of input and output impedance, amplification, transconductance and transresistance.

2 Amplifiers

2.1 Common Emitter (CE)

2.1.1 Large signal and small signal analysis; derivation of network function.

2.1.2 Biasing techniques and circuits

2.1.2.1 with a battery, with a resistance and a coupling capacitor, with an additional emitter resistance.

2.1.2.2 Stabilization factors (against beta and V_{be})

2.2 common-collector and common-base stages (CC and CB)

2.3 single-transistor MOS amplifiers: common-source, common-gate and common-drain.

2.4 Multi-stage amplifiers

2.4.1 block diagram

2.4.2 CC+CE, CE+CC, cascode, Darlington

2.5 BJT differential amplifier

3 Current mirrors and amplifiers with active load

3.1 simple BJT mirror, enhanced BJT mirror, simple MOS mirror

3.2 Advanced mirror architectures (basics): Widlar, Wilson, cascode

3.3 CS and CE active load amplifiers

3.4 differential amplifiers with active load.

4 High-frequency behaviour of amplifiers

4.1 Frequency response of CE amplifier

4.2 Dominant-pole approximation and time-constants based analysis method

5 Circuits with feedback

5.1 Block diagram, negative and positive feedback, reduction of sensitivity to amplifier parameter, gain-bandwidth product.

5.2 Stability of circuits with feedback

5.3 matrix-based analysis of feedback circuits

6 Operational Amplifier

6.1 Definition and characteristics

6.2 The concept of input short-circuit

6.3 Applications

6.3.1 Inverting and non-inverting amplifier, summing amplifier, follower.

6.3.2 Opamp-based differential amplifiers: one and three-opamp architectures.

6.3.3 Integration and derivative.

6.3.4 Non-linear circuits: rectifiers, peak-detectors and log-amplifiers

6.3.5 Negative Impedance Converter

6.4 Real Opamp non-idealities

6.4.1 finite gain, input and output resistance.

6.4.2 Offset voltage and input bias currents

6.4.3 PSRR and CMRR

6.4.4 Slew-rate limiting

6.4.5 Effects of opamp non-idealities

6.5 Opamp: what's inside, miller compensation

7 Large signal amplifiers

7.1 Delivered useful power and efficiency

7.2 Non-linear distortion

7.3 Class-A output stages.

7.4 Stress of output devices

7.4.1 Overheating, thermal transmission in electronic devices.

7.4.2 Safe operating region

7.5 Class of a power amplifier: A,B,C,D

7.6 High-efficiency amplifiers

7.6.1 B and AB

7.6.2 C and D (basics)

8 Stability of a circuit in bias point

8.1 Laplace domain analysis and importance of poles

8.2 Natural frequency of a circuit

8.3 Instability: oscillation start-up

8.4 Autonomous circuits

9 Simulation of analog circuits

LAB. ACTIVITY

1 Lab. of simulation of analog circuits: basic circuits based on bipolar transistor or opamp.'s are considered.

2 Electronics Lab.

2.1 set-up of basic analog circuits (opamp based) with the development kit of Texas Instruments (ASLK Pro)

2.2 test-bench set-up (wiring, power supply and signal generator)

2.3 characterization of the assembled circuits with oscilloscope and voltage/current meter.