

PROF. ROBERTO STORACE**PROF. PIETRO FISCHETTI (LAB.)****PROGRAMMA DI ELETTRONICA****MATERIALE DIDATTICO :**

CORSO SUL SITO DEL CALVINO (e-learning) CON LEZIONI , ESERCIZI , VERIFICHE CON RELATIVE SOLUZIONI , CIRCUITI SIMULATI (con il programma PROTEUS) .

[Materiale fornito dal docente]**SCANSIONE TEMPORALE****MODULO 1 (settembre-ottobre)**

Ripasso/approfondimento di argomenti di base di Fisica ed Elettronica.

Ripasso delle caratteristiche principali dell' Amplificatore Operazionale (A.O.) e delle sue più importanti applicazioni lineari e non lineari.

Circuiti di condizionamento con A.O. per segnali di corrente/tensione forniti da trasduttori.

MODULO 2 (ottobre - novembre)

Risposta in frequenza dell' A.O.

Decibel, scale e grafici logaritmici (Bode)

Metodo simbolico per l'analisi in frequenza dei circuiti elettrici.

Classificazione dei filtri . Risposta in frequenza dei filtri passivi del 1° ordine .

Filtri attivi del 1° ordine , con A.O.

MODULO 3 (dicembre – gennaio – febbraio – marzo - aprile)

Problematiche della Conversione A / D . Il circuito di Sample/Hold.

Schemi circuitali e funzionamento di vari D / A e A / D .

Aliasing e filtri anti – alias di 2°, 3°, 4° ordine .

Interfacciamento con microprocessore

Generatore di impulsi con A.O. (MONOSTABILE) e sue applicazioni in questo ambito.

Soluzione di varie prove scritte di esame

MODULO 4 (maggio)

Oscillatori sinusoidali

Generalità sui dispositivi di potenza

PROGRAMMA DETTAGLIATO

MODULO 1 : Ripasso argomenti di Fisica ed Elettronica

- Struttura della Materia, Energia, Elettromagnetismo, Semiconduttori, Componenti discreti, Circuiti Integrati, Sistemi a microprocessore.

MODULO 2 : Definizioni, scale e unità logaritmiche, grafici

- Generalità sulla sinusoidale ; legami tra T , f , ω ; legame tra moto circolare uniforme e moto armonico ; concetto e calcolo di sfasamenti angolari e temporali ; offset . Grafici.
- Richiami sui **decibel** e scala logaritmica ; esempi di calcolo.
- Definizione di impedenza di un bipolo e calcolo di impedenze di bipoli RLC
- Definizione di **filtro** e di ordine di un filtro. Frequenza di taglio (f_t) : varie definizioni . Legame tra f_t , costante di tempo e velocità di un sistema.
- Definizione di Funzione di Trasferimento (FdT) e sua scomposizione in Modulo e Fase .
- FdT di un filtro RC , grafico del Modulo in scala lineare , in funzione di ω . Calcolo di valori del Modulo per multipli di ω_t
- Grafici in scala logaritmica, pendenza della **curva di Bode** del Modulo della FdT di un filtro RC in **dB / decade** o **dB / ottava**

MODULO 3 : AMPLIFICATORE OPERAZIONALE, FILTRI, FOURIER

- Ripasso dei principali parametri dell' A.O. ideale e reale ; lo stadio differenziale in IN e la sensibilità ; lo **Slew – rate** ; l' **offset** e il suo recupero.
- Applicazioni lineari : **amplificatore invertente e non , sommatore invertente e non , differenziale** (con resistori di diverso valore , uguali , uguali a coppie) ; **convertitore I / V invertente e non.**
- Applicazioni non lineari : **comparatore di soglia invertente e non** (ad anello aperto)
- Studio in frequenza dell' A.O. : curva di guadagno, frequenza di taglio, prodotto Guadagno-Larghezza di banda
- **Circuiti di condizionamento** per segnali forniti da trasduttori : come convertire la corrente in tensione, recuperare l' eventuale offset del segnale e fornire il guadagno opportuno. Circuiti :
 - ad un solo stadio , non invertente
 - ad un solo stadio differenziale
 - a due stadi invertente
- Studio dei **filtri passivi del 1° ordine** RC, CR, RL, LR : FdT e grafici di Bode
- **Sviluppo in serie di Fourier** per segnali a Onda Quadra ; applicazione del sommatore invertente e non invertente : sintesi di un' Onda Quadra pari / dispari o Rettangolare a partire da un certo numero di **armoniche** (simulazione col programma Proteus , in LAB)
- **Filtri attivi , con A.O. , del 1° ordine :**
 - **Passa – Basso RC** (ideale e reale) , **invertente e non .**
 - **Passa – Alto CR** (ideale e reale) , **invertente e non**
- **ASTABILE con A.O. ;** dimensionamento dei componenti per ottenere determinate specifiche :
 - Onda quadra compresa tra $-V_{sat}$ e $+V_{sat}$
 - Onda quadra compresa tra $-V_1$ e $+V_2$ o tra 0 e un dato valore positivo
 - Onda rettangolare ($T_H > 0 < 50 \%$)

MODULO 3 : CONVERSIONE A/D , INTERFACCIAMENTO , MONOSTABILE con A.O.

- Generalità sulla **conversione A/D** : le 3 fasi di campionamento , quantizzazione , codifica
- **Errore di quantizzazione** ; codifica in binario naturale o in binario con offset.
- **Teorema di Shannon – Nyquist** : limiti inferiore e superiore per T_{camp}
- **Il circuito Sample & Hold** : schemi possibili ; calcolo per deciderne la necessità o meno.
- Definizione di **aliasing** nel dominio del tempo e della frequenza .
- **Filtri anti - aliasing** di ordine superiore , ottenuti con più stadi del 1° ordine in cascata o con più celle filtranti Passive RC poste in IN a un Amplificatore non invertente

- **Convertitori D/A** : schemi possibili e caratteristica IN / OUT (Transcaratteristica)
 - a **resistori pesati**
 - **con rete a scala**
 - **studio del DAC 0808**
- Possibili **errori** dei D/A : **di offset , di guadagno , di non linearità** e loro effetti sulla transcaratteristica. Cause e rimedi. Calcolo della v_{out} per vari codici binari in IN .
- Richiami sui codici binari : binario puro , BCD, binario con offset , in complemento a 2 .

- **Convertitori A/D** : classificazione in base alla velocità di conversione / in base alla precisione
- **Schemi circuitali , funzionamento , grafici , esempi numerici per :**
 - **A/D flash**
 - **A/D a gradinata (a retroazione)**
 - **A/D a successive approssimazioni (a retroazione)**
 - **A/D a singola rampa (a integrazione)**
 - **A/D a doppia rampa (a integrazione)**
- Studio dell' integrato **AD0801** e dei suoi segnali di controllo (inizio e fine conversione , lettura del dato convertito)

- **INTERFACCIAMENTO di un A/D con microprocessore (μP) :**
 - Generalità sulla struttura e sul funzionamento di un μP , soprattutto in relazione alla gestione di memorie e periferiche di **IN/OUT** ; segnali di **abilitazione** e stato di **alta impedenza**.
 - Esempio di scheda di **decodifica indirizzi** di un banco di Memorie RAM , tramite **decoder**
 - Uso di alcuni segnali di controllo del μP per abilitare decoder , chip di Memoria , Periferiche.
 - Uso di altri segnali di controllo del μP per far partire la conversione e per leggere il dato convertito contenuto nel buffer dell' A/D
 - Esempi di **istruzioni in Assembly** per generare gli opportuni segnali di controllo e gestire D/A e A/D.
 - Modalità di interfacciamento :
 - ❖ **Free running mode**
 - ❖ **Polling**
 - ❖ **Interrupt**

- **MONOSTABILE con A.O.** : schema e dimensionamento componenti , applicazioni nei circuiti di conversione
- **Studio e soluzione di varie prove scritte di esame**

MODULO 4

- **Oscillatori sinusoidali** : generalità .
- **Oscillatori in bassa frequenza** : a ponte di Wien , a sfasamento
- **Generalità sui dispositivi di potenza (SCR, TRIAC) , applicazioni .**

PROGRAMMA DI LABORATORIO

- **Ricostruzione Onda Quadra / Rettangolare tramite sommatore invertente e NON (simulazione con PROTEUS)**
- **Analisi Filtri Passivi RC , RL (simulazione con PROTEUS)**
- **Comportamento in frequenza dell' A.O. ; montaggio su breadboard di 2 diversi A.O. , a BJT e JFET e misure all' oscilloscopio della frequenza di taglio per 3 diversi guadagni (1,10,100). Verifica della costanza del prodotto $G \cdot B$. Simulazione con PROTEUS.**
- **Studio di un Filtro attivo Passa – Basso RC , invertente e non , su breadboard e con Proteus .**
- **Astabile con A.O. , su breadboard e con Proteus : modifiche del duty cycle e della dinamica di OUT.**
- **Astabile con A.O. + Integratore reale (Filtro attivo Passa-Basso) : studio delle modifiche subite dallo spettro dell'onda quadra nel passaggio attraverso il Filtro. (Simulazione con PROTEUS)**
- **D/A a resistori pesati a 4 bit , con contatore binario per generare la gradinata di IN . Visualizzazione sulla caratteristica IN/OUT degli errori di guadagno e non linearità , modificando i valori dei resistori. (Simulazione con PROTEUS)**
- **Studio e simulazione del DAC 0801 . Utilizzo di un contatore a 8 bit per visualizzare la caratteristica IN/OUT.**
- **Studio e simulazione di D/A con rete a scala a 4 Bit . Visualizzazione errori sulla transcaratteristica.**
- **Studio e simulazione di A/D flash a 3 bit . Decodificatore di OUT in Logica AOI .**
- **Studio e simulazione di A/D a contatore.**
- **Sample / Hold + filtro di ricostruzione del 2° ordine . (Simulazione con PROTEUS)**
- **Studio e simulazione di vari filtri attivi Passa – Basso di ordine superiore (Anti – aliasing). Filtro Passa - Banda .**
- **Studio e simulazione del Monostabile .**
- **Studio e simulazione AD 0801 ad approssimazioni successive.**