



Istituto Tecnico Industriale Statale “Q. Sella”
13900 BIELLA



Anno Scolastico 2024/2025

CLASSE V sez. 5° A Indirizzo Elettronica -

Elettrotecnica

DISCIPLINA	Elettronica - Elettrotecnica
DOCENTE	Alberto Ranotto – Alberto Ramella Benna
TESTO/I ADOTTATO/I	Corso di Elettrotecnica ed elettronica – Nuova edizione Openschool per articolazione elettrotecnica degli istituti tecnici settore tecnologico. Autore: Conte Gaetano

Biella, (data)

05/05/2025

L’/Gli insegnante/i:

Non è richiesta la firma dei Rappresentanti di classe degli allievi



PROGRAMMAZIONE DI DIPARTIMENTO

Materia: Elettrotecnica-Elettronica

Modulo 1 Trasformatore trifase

Bimestrale peso = 20% N° 2 verifiche

Competenze: ripasso concetti magnetismo, ripasso concetti relativi a perdite nel ferro, ripasso concetti fondamentali del trasformatore monofase, definizioni di tensioni di cortocircuito e di corrente di cortocircuito esercizi sul trasformatore monofase.

Trasformatore trifase: circuiti equivalenti trasformatore trifase, calcolo tensioni a vuoto e a carico, calcolo correnti a vuoto e a carico, calcolo correnti di cortocircuito, calcolo del rendimento di un trasformatore, rendimento massimo, definizione gruppi di appartenenza, criteri per i paralleli dei trasformatori.

Modulo 2 Amplificatori operazionali

Bimestrale peso = 15% N° 1 verifiche

Configurazioni fondamentali

Sommatore

Comparatore

A.O. Differenziale

Generatore di onde a dente di sega

Principio di funzionamento dei filtri attivi

Modulo 3 Macchina elettrica a corrente continua

Bimestrale peso = 20% N° 2 verifiche

Richiami di elettromagnetismo e forza di Lorentz

Costituzione di una macchina elettrica a corrente continua

Calcolo della tensione generata alle spazzole da una dinamo

Funzionamento di una dinamo: Circuito equivalente, caratteristica V-I, coppia resistente

Funzionamento di un motore CC: Caratteristiche elettromeccaniche, circuito equivalente

Modulo 4 Motore Sincrono - Stepper

Mensile peso = 15% N° 1 verifiche

Costituzione di un motore sincrono

Principio di funzionamento come alternatore

Campi di applicazione come alternatore

Costituzione di un motore stepper

Principio di funzionamento del motore stepper , caratteristiche

Campi di applicazione del motore



Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"
13900 BIELLA



Modulo 5 Motore Asincrono Trifase
Trimestrale peso = 30% N° 2 verifiche

Costituzione di un Motore Asincrono Trifase (MAT)
Generazione e velocità del campo rotante
Definizione di scorrimento
Circuito equivalente del MAT a rotore fermo e in movimento
Bilancio delle potenze e concetto di rendimento
Coppia Utile e Coppia Trasmessa (coppia elettromagnetica)
Prove a vuoto e in cortocircuito di un MAT in laboratorio
Relazione di prova di laboratorio
Costruzione del diagramma circolare e parametri ricavabili
Accenni sull'alternatore sincrono
Azionamento di un MAT: inverter.

PROGRAMMA SVOLTO

Modulo 1 - Titolo: **trasformatore trifase**

Ripasso concetti magnetismo, ripasso concetti relativi a perdite nel ferro, ripasso concetti fondamentali del trasformatore monofase, definizioni di tensioni di cortocircuito e di corrente di cortocircuito.

Trasformatore trifase: circuiti equivalenti trasformatore trifase, calcolo tensioni a vuoto, a carico e di cortocircuito, calcolo correnti erogate su carico trifase.

Rendimento del trasformatore, curve del rendimento in funzione della corrente assorbita dal carico.

Definizione di gruppi di appartenenza del trasformatore, gruppi principali utilizzati.

Criteri per il parallelo dei trasformatori.



LABORATORIO

Prove su trasformatore trifase:

- misura del rapporto di trasformazione,
- misura della resistenza dell'avvolgimento primario e secondario
- prova a vuoto
- prova di cortocircuito.

Utilizzo del software Excel per elaborazione dei dati e realizzazione dei grafici richiesti.

METODI UTILIZZATI

Lezioni frontali, laboratorio, software dedicati.

MEZZI E STRUMENTI

Utilizzo di strumenti di misura (voltmetro, amperometri, watmetri, trasformatore trifase)

VERIFICHE

Esercizio n. 1

Punti: 4

Un trasformatore trifase presenta i seguenti dati nominali:

Potenza nominale $S_n = 30 \text{ KVA}$

Tensione nominale al primario $V_{1n} = 1000 \text{ V}$

Tensione nominale al secondario $V_{2n} = 400 \text{ V}$

Dalle prove eseguite presso lo stabilimento di progettazione, si sono determinati i seguenti parametri:

$V_{cc}\% = 5 \%$ $\cos\phi_{cc} = 0,5$ Prova effettuata con secondario in cortocircuito

$P_0 = 370 \text{ W}$ $\cos\phi_0 = 0,2$ Prova effettuata a secondario aperto

Determinare: Parametri del circuito equivalente



Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"
13900 BIELLA



Il trasformatore alimenta un carico alla tensione nominale del carico che presenta i seguenti dati nominali:

$V_{2n \text{ carico}} = 380 \text{ V}$, $I_{2n \text{ carico}} = 35 \text{ A}$, $\cos \phi_n \text{ carico} = 0,75$

Determinare: tensione effettiva di alimentazione del trasformatore, rendimento effettivo del trasformatore

Determinare l'eventuale batteria di rifasamento del carico

Determinare la corrente in uscita dal trasformatore dopo il rifasamento

Determinare la corrente assorbita dal primario

Esercizio n.2

Punti: 4

Un trasformatore è alimentato alla tensione nominale e presenta i seguenti dati:

$S_n = 100 \text{ Kva}$, $V_{1n} = 12 \text{ Kv}$, rapporto spire = 52,

$Dy11$, $P_{cc}\% = 3\%$, $V_{cc}\% = 5\%$, $P_o\% = 2,5\%$, $\cos \Phi_0 = 0,25$

Il trasformatore alimenta un carico a triangolo che ha i seguenti dati nominali:

$Q_{n \text{ carico}} = 50 \text{ Kvar}$, $\cos \Phi = 0,75$, $V_{n \text{ carico}} = 400 \text{ V}$.

Determinare la corrente effettiva erogata sul carico dal trasformatore

Determinare la corrente che circola all'interno del carico

Domande:

Quali sono i requisiti per poter collegare in parallelo due trasformatori?

Punti: 1

Cosa si intende per gruppo di appartenenza di un trasformatore?

Punti: 1

Modulo 2 – Titolo: **Amplificatori operazionali**

Principio di funzionamento dell'amplificatore operazionale.

Definizione di amplificazione di tensione, corrente, potenza.

Definizione di guadagno di tensione, corrente, potenza.

Caratteristiche dell'amplificatore operazionale ideale: resistenza di ingresso, resistenza in uscita, banda passante, amplificazione ad anello aperto, CMRR.

Caratteristica di funzionamento dell' amplificatore operazionale: tensione in uscita in



funzione della tensione differenziale.

Caratteristiche dell'amplificatore operativo reale: amplificazione ad anello aperto, resistenza di ingresso, resistenza in uscita, banda passante, CMRR, corrente di Off set, deriva termica, velocità di risposta.

Caratteristica di funzionamento dell' amplificatore reale.

Modello ideale e modello reale dell' amplificatore operativo.

Funzionamento dell' amplificatore operativo ad anello chiuso: invertente, non invertente.

Esempi di funzionamento dell' amplificatore operativo: di modo comune, di modo differenziale, sommatore, invertente, derivatore, integratore, inseguitore di tensione o buffer.

Filtri attivi passa alto, passa basso, passa banda e annulla banda sia invertenti che non invertenti, determinazione della funzione di trasferimento, calcolo della frequenza di taglio per i vari tipi di filtro, rappresentazione sul piano di Gauss del guadagno dei filtri.

LABORATORIO:

Realizzazione pratica dei principali circuiti con amplificatore operativo derivatore, integratore, sommatore, ecc.

Realizzazione pratica dei filtri attivi (passa basso, passa alto, passa banda, elimina banda) con determinazione della frequenza di taglio, dell'attenuazione e creazione dei rispettivi grafici con software Excel

Simulazione con software Multisim sia dei circuiti studiati in teoria sia di quelli realizzati sia in laboratorio.

METODI UTILIZZATI

Lezioni frontali, laboratorio, software dedicati.

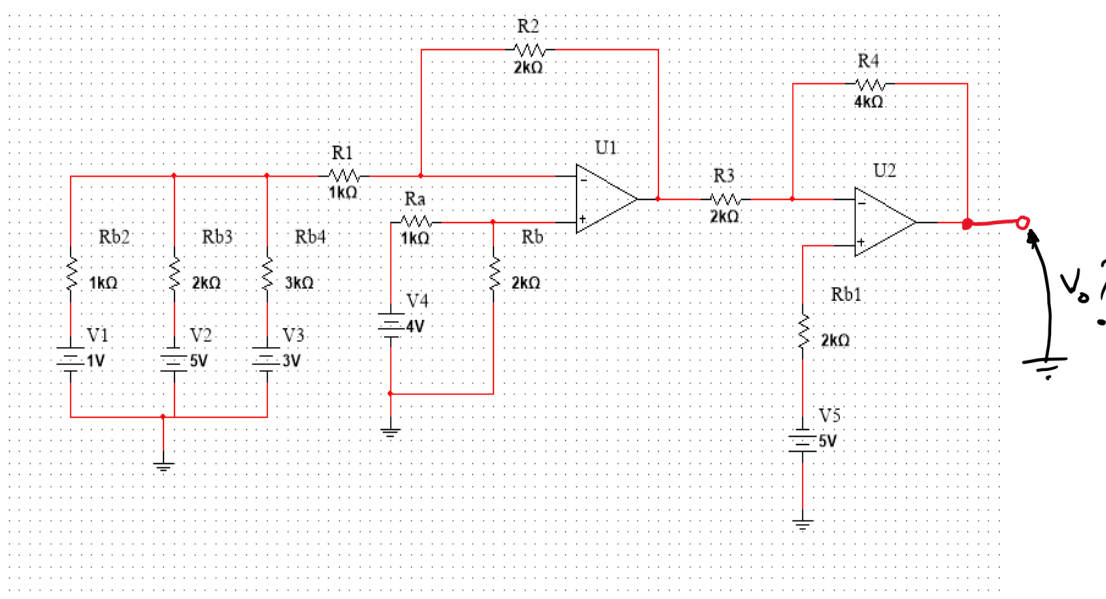
MEZZI E STRUMENTI

Laboratorio, strumenti di misura, alimentatori stabilizzati, bread board, oscilloscopi, amplificatori operazionali.



VERIFICHE

- 1) Calcolare la tensione in uscita del seguente circuito:
Punti 2,5



- 2) Dimensionare un circuito tale che:

Punti 2,5

$$V_o = 6 V_1 - 12 V_2$$

- 3) Dimensionare un filtro passa basso non invertente che abbia un guadagno in continua $G = 20$, una frequenza di taglio $= 5 \text{ KHz}$, una $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$ e una $R = 2 \text{ K}\Omega$. Disegnare inoltre lo schema e la risposta in frequenza del filtro.

Punti 2,5

- 4) Dimensionare un filtro passa alto invertente che abbia un guadagno in banda $G = 10$, una frequenza di taglio $= 20 \text{ KHz}$, una $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$. Disegnare inoltre lo schema e la risposta in frequenza del filtro.

Punti 2,5



Modulo 3 - Titolo: **Macchine elettriche in corrente continua**

Elementi di magnetismo, formazione della forza e della tensione indotta in un circuito magnetico, elementi di cinematica e di dinamica dei moti rotatori, quadranti di lavoro. Diagrammi coppia-velocità angolare. Principi di funzionamento del motore in corrente continua. Aspetti costruttivi, teoria del motore in corrente continua, caratteristiche di funzionamento del motore in corrente continua.

Calcolo e dimensionamento del reostato di avviamento per limitare le correnti di spunto per motori a eccitazione separata, serie e parallelo. Controllo del motore in corrente continua al variare della tensione di armatura o al variare del flusso magnetico. Principio di funzionamento di un controllo con elementi statici (chopper) Studio del motore come sistema del 2° ordine e rappresentazione sul piano di Gauss e sul diagramma di Bode dei poli del motore. Calcolo correnti, tensioni, coppie, velocità, rendimenti, potenze del motore.

LABORATORIO:

Spiegazione: prova a vuoto su macchina in corrente continua utilizzata come generatore con rilievo della curva di magnetizzazione.

Utilizzo del software Excel per l'analisi dei dati ottenuti, e realizzazione del grafico.

METODI UTILIZZATI

Lezioni frontali, laboratorio, software dedicati.

MEZZI E STRUMENTI

Dinamo, strumenti di misura.

VERIFICHE

Esercizio n. 1

Un motore in corrente continua avente eccitazione serie ha le seguenti caratteristiche costruttive:



$R_e = 0,5 \, \Omega$ $R_i = 0,6 \, \Omega$ caduta di tensione spazzole – collettore = 1V.

L'eccitazione è composta da 1600 spire (2 lati attivi per spira) , 6 poli, un flusso pari a 15 mWb e 2 vie interne.

Il motore è alimentato alla tensione di 200 V e assorbe una corrente pari a 54 A

La potenza assorbita a vuoto $P_0 = 800W$, mentre le perdite addizionali sono pari allo 1% della potenza assorbita totale

Calcolare il rendimento del motore, le coppie a vuoto, spunto, utile.

Determinare: il valore del reostato di avviamento in modo che la corrente assorbita allo spunto sia il 10% della corrente assorbita allo spunto senza reostato

Esercizio n.2

Un motore con eccitazione indipendente viene alimentato alla tensione di armatura di 200 V e assorbe una corrente di indotto di 65 A.

La resistenza di armatura è uguale a $0,2 \, \Omega$ e il motore ruota a velocità angolare di 955 giri/minuto.

Variando il carico, il motore assorbe una corrente di armatura di 95 A.

Sapendo che la coppia a vuoto è di 3,5 Nm e che le perdite nell'eccitazione sono pari a 175 W, determinare la nuova velocità raggiunta dal motore, il rendimento, la coppia utile prima e dopo l'aumento della velocità e la coppia allo spunto.

Determinare il valore del reostato d'avviamento in modo che la corrente di spunto non superi il 30% del valore senza reostato.

Modulo 4 - Titolo: **Motore stepper (passo – passo)**

Componenti principali del motore: da cosa è composto

Principio di funzionamento di un motore passo – passo

Circuito di pilotaggio di un motore stepper

Modulo 5 - Titolo: **Motore asincrono trifase**

Principi di funzionamento del motore asincrono trifase. "Teorema di Galileo Ferraris", aspetti costruttivi, spiegazione rotore a gabbie di scoiattolo , rotore doppia gabbia, barre profonde, barre inclinate e motore avvolto, teoria del



motore asincrono trifase, scorrimento, numero di giri, circuito equivalente motore asincrono trifase, funzionamento a vuoto, carico e in cortocircuito, caratteristiche di funzionamento del motore asincrono al variare della resistenza del rotore; diagrammi coppia velocità angolare-scorrimento; diagramma circolare del motore, spiegazione di come si ricava, come si rappresenta e a cosa serve; caratteristiche di funzionamento del motore asincrono trifase; reostato di avviamento per rotor avvolti, principio di funzionamento; avviamento stella – triangolo; coppie di spunto, elettromagnetica e utile, caratteristica stabile e instabile. Controllo del motore asincrono trifase al variare della frequenza di alimentazione.

Principio di funzionamento di un controllo con elementi statici (inverter).

LABORATORIO:

Spiegazione: prove di tipo diretto e indiretto su M.A.T.

Prova su motore asincrono trifase con freno Pasqualini

Prove su motore asincrono trifase con rotore avvolto trifase:

- misura del rapporto di trasformazione,
- misura della resistenza dell'avvolgimento del rotore e dello statore
- prova a vuoto
- prova di cortocircuito.

Utilizzo del software Excel per elaborazione dei dati e realizzazione dei grafici richiesti.



METODI UTILIZZATI

Lezioni frontali, laboratorio, software dedicati.

MEZZI E STRUMENTI

VERIFICHE

- 1) Un motore asincrono trifase con rotore a gabbia e fasi collegate a triangolo ha i seguenti dati di targa:
 $2p = 4$ Presa nominale = 40 Kw $V_n = 400$ V $I_{1n} = 75$ A $f = 50$ Hz $n_{2n} = 1434$ rpm
Dalla prova a vuoto eseguita a tensione nominale, sono stati ricavati i seguenti valori: $P_{fe} = 664$ W $P_{mecc} = 763$ W
La resistenza di ogni fase statorica $R_1 = 0,225$ Ω alla temperatura di funzionamento.
Supponendo che il motore funzioni nelle condizioni nominali, calcolare:
potenza attiva assorbita, il fattore di potenza del motore, il rendimento, la coppia resa e la coppia trasmessa
- 2) Di un motore asincrono con rotore avvolto con collegamento a stella per entrambi gli avvolgimenti, sono noti:
 $2p = 6$ $V_1 = V_n = 400$ V $f = 50$ Hz $K = 2,5$ $R_1 = 0,15$ Ω $R_2 = 0,025$ Ω
 $X_{1d} = 0,4$ Ω $X_{2d} = 0,06$ Ω $s\% = 3,2$ % .
Calcolare: Coppia trasmessa nominale, coppia di spunto, potenza utile

Nel programma andranno elencati gli argomenti svolti, il grado di approfondimento, i testi/i documenti/i lavori/le opere/ecc trattati

A titolo di esempio:

Utilizzo software di Elaborazione testi. Manipolazione di testi scritti, tabelle, elenchi puntati e numerati, inserimento immagini, disegno, gestione layout, svolti in modo approfondito. Gestione
DOC. 15/05



Istituto Tecnico Industriale Statale “Q. Sella”
13900 BIELLA



revisioni, filigrana, bordi, forme, Smart Art accennati. Creazione di documenti di testo letterario e finanziario con il software Microsoft Word.

METODI UTILIZZATI

Lezioni frontali, laboratorio, software dedicati.

MEZZI E STRUMENTI

VERIFICHE

Tipologia di verifica utilizzata e numero di verifiche



Istituto Tecnico Industriale Statale “Q. Sella”
13900 BIELLA

