



ITST
A.
Malignani

ESERCITAZIONE DI LABORATORIO

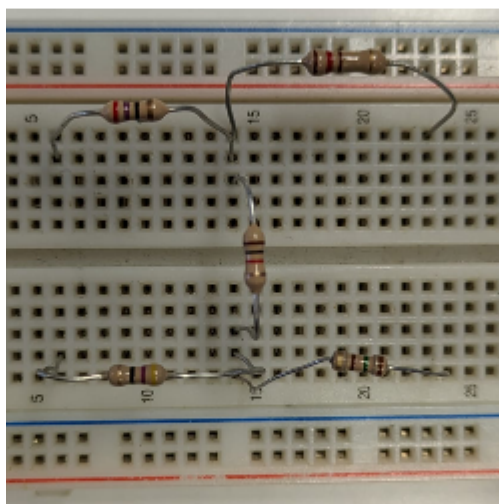
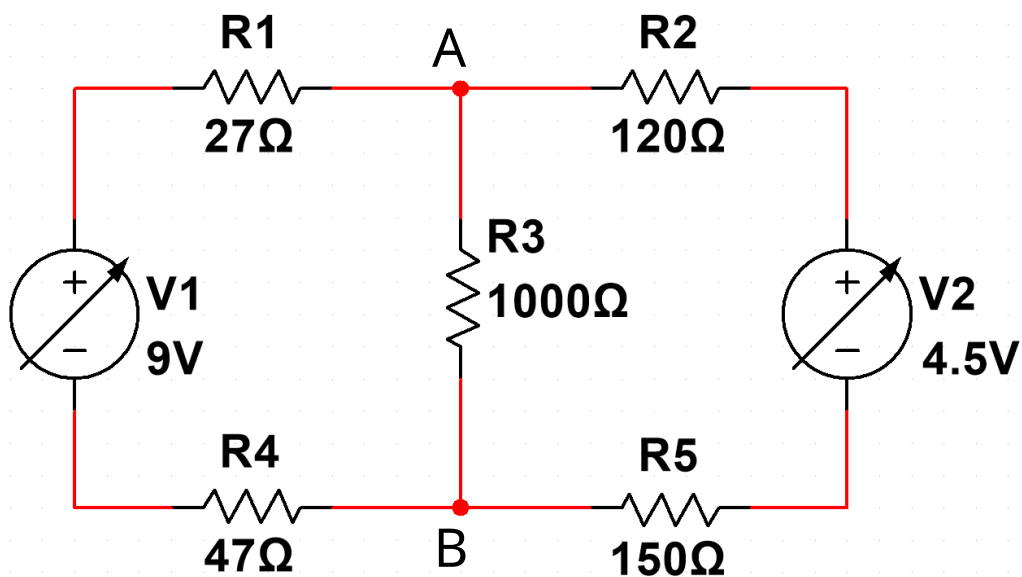
Laboratorio di TPS

N. 02

Data:

OGGETTO DELLA RELAZIONE
Circuito bi-nodale a due generatori

Schema dell'esercitazione



Classe: 3 Sez.: TelB

Allievo: Toniolo Daniele

Giudizio dell'insegnato:

Apparecchi e Strumenti

Strumenti:

Multimetro da banco RIGOL DM3058E

-Amperometro (sensibilità: 1[mV] / portata: 200[Vcc])

-Voltmetro (sensibilità: 1[mA] / portata: 5[A])



Apparecchi:

Alimentatore RIGOL DP932E (sensibilità: 10[mV] / portata: 30[Vcc])

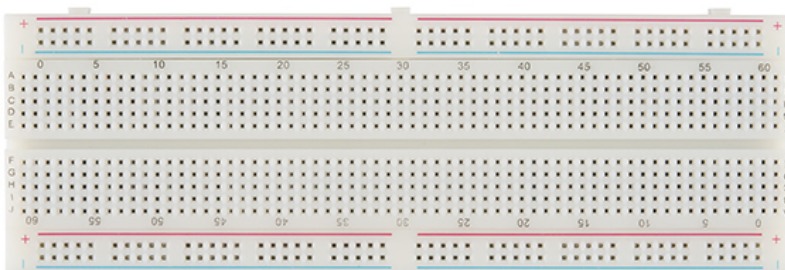


Resistenze:

Nome	[Ω]commerciale	[Ω]effettivo	bande
R ₁	27,00	27,30	[Red][Violet][Black]
R ₂	120,00	118,02	[Brown][Red][Brown]
R ₃	1000,00	979,73	[Brown][Black][Red]
R ₄	47,00	46,48	[Yellow][Violet][Black]
R ₅	150,00	150,41	[Brown][Green][Brown]



1xBreadboard:



CENNI TEORICI

Legge Ohm:

La legge di Ohm è un principio fondamentale dell'ingegneria elettrica che descrive la relazione tra tensione, corrente e resistenza in un circuito elettrico. Essa afferma che la corrente (I) che attraversa un conduttore è direttamente proporzionale alla tensione applicata (V) e inversamente proporzionale alla resistenza (R) del conduttore. Matematicamente, la legge di Ohm può essere espressa dall'equazione:

$$I = R/V$$

dove:

I è l'intensità di corrente in ampere (A),

V è la tensione in volt (V),

R è la resistenza in ohm (ΩΩ).

Resistenze:

I resistori sono componenti elettrici progettati per resistere al flusso di corrente in un circuito. Sono caratterizzati da un valore numerico chiamato resistenza e si misurano in ohm (Ω). I resistori possono essere utilizzati per limitare la corrente, separare la tensione o proteggere i componenti sensibili di un circuito.

Resistenze in Serie:

Quando le resistenze sono collegate in serie, la resistenza totale (R_{tot}) è la somma delle resistenze individuali. L'equazione è data da:

$$R_{tot}=R_1+R_2+...+R_n$$

dove $R_1, R_2, ..., R_n$ sono le resistenze individuali.

Resistenze in Parallelo:

Quando le resistenze sono collegate in parallelo, l'inverso della resistenza totale (R_{tot}) è la somma degli inversi delle resistenze individuali. L'equazione è:

$$1/R_{tot}=1/R_1+1/R_2+...+1/R_n$$

dove $R_1, R_2, ..., R_n$ sono le resistenze individuali.

Intensità di corrente:

L'intensità di corrente, spesso indicata semplicemente come corrente, è una misura del flusso di cariche elettriche in un circuito. Si misura in ampere (A). L'intensità di corrente attraverso un conduttore è determinata dalla quantità di carica che attraversa il conduttore in un determinato intervallo di tempo.

Tensione:

La tensione, nota anche come differenza di potenziale, rappresenta l'energia potenziale per unità di carica in un circuito. Si misura in volt (V). La tensione indica la differenza di potenziale elettrico tra due punti di un circuito e determina la forza con cui la corrente si muove attraverso il circuito. In termini di legge di Ohm, la tensione è il prodotto dell'intensità di corrente e della resistenza:
 $V=I \cdot R$.

Leggi di Kirchhoff:

1^a Legge

In un nodo la somma delle intensità di corrente entranti è pari alla somma di quelle uscenti.

2^a Legge

La somma algebrica delle differenze di potenziale che si incontrano percorrendo una maglia è uguale a zero.

Risultati delle prove

	<i>R comm</i> [Ω]	<i>R reale</i> [Ω]	5%	Validità	<i>Diff assoluta</i> [Ω]	<i>Diff relativa</i>	<i>Diff %</i>
R_1	27.00	27.30	1.35	TRUE	0.3	0.0111	1.11
R_2	120.00	118.02	6	TRUE	1.98	0.0165	1.65
R_3	1000.00	979.73	50	TRUE	20.27	0.0203	2.03
R_4	47.00	46.48	2.35	TRUE	0.52	0.0111	1.11
R_5	150.00	150.41	7.5	TRUE	0.41	0.0027	0.27

comm= valore nominale (commerciale)

reale= valore misurato al banco di prova

5%= variazione massima possibile del valore nominale

validità= indica se il valore reale rientra nel range di valore valido

diff assoluta= $|comm - reale|$

diff relativa= $|diff\ ass / comm|$

diff %= $diff\ relativa * 100$

Dalle misurazioni risulta che tutte le resistenze utilizzate rientrano nel range di valori validi per rispettare la tolleranza di 5% delle resistenze.

	<i>CdT calc[V]</i>	<i>CdT reale[V]</i>	<i>Diff assoluta[Ω]</i>	<i>Diff relativa</i>	<i>Diff %</i>
R ₁	0.51	0.52	0.01	0.0196	1.96
R ₂	1.37	1.35	0.02	0.0146	1.46
R ₃	7.59	7.58	0.01	0.0013	0.13
R ₄	0.86	0.89	0.03	0.0349	3.49
R ₅	1.71	1.72	0.01	0.0058	0.58

calc= cdt calcolata relativa alla resistenza presa in considerazione (calcoli a seguire)

reale= cdt misurata al banco di prova

diff assoluta= $|calc - reale|$

diff relativa= $|diff\ ass / comm|$

diff %= $diff\ relativa * 100$

Calcoli

Per risolvere il circuito possiamo utilizzare le leggi di Kirchhoff identificando un nodo e due maglie nel caso del circuito con due generatori attivi.

Cominciamo scegliendo i versi delle due maglie che da adesso definiremo come Sx e Dx e, scegliendo in modo semi-arbitrario, decidiamo di porre Sx in senso orario e Dx in senso antiorario.

Quindi questo vuol dire che secondo la nostra supposizione I₁ e I₂ convergeranno sul nodo A sommandosi e formando I₃ nella parte di circuito in comune tra le due maglie.

Quindi:

A: $I_1 + I_2 = I_3$

Detto questo prendiamo in considerazione le due maglie e vedremo che:

Sx: $E_1 - V_1 - V_3 - V_4 = 0$

E:

Dx: $E_2 - V_2 - V_3 - V_5 = 0$

Ora possiamo sostituire tutte le V con R*I:

$V_1 = R_1 * I_1 = 27I_1$

$V_2 = R_2 * I_2 = 120I_2$

$V_3 = R_3 * I_3 = 1000I_3$

$V_4 = R_4 * I_1 = 47I_1$

$V_5 = R_5 * I_2 = 150I_2$

E i generatori con il loro valore:

$$E_1=9[V]$$

$$E_2=4,5[V]$$

Ora poniamo tutto a sistema e risolviamo:

$$\begin{cases} I_1+I_2=I_3 \\ E_1-V_1-V_3-V_4=0 \\ E_2-V_2-V_3-V_5=0 \end{cases} \quad \begin{cases} // \\ 9-27I_1-1000I_3-47I_1=0 \\ 4,5-120I_2-1000I_3-150I_2=0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} // \\ 9-27I_1-47I_1-1000I_1-1000I_2=0 \\ 4,5-120I_2-150I_1-1000I_2-1000I_1=0 \end{cases} \quad \begin{cases} // \\ 9-1074I_1-1000I_2=0 \\ 4,5-1270I_2-1000I_1=0 \end{cases}$$

$$9-1074I_1=1000I_2$$

$$9/1000-537/500I_1=I_2$$

$$4,5-1270(9/1000-537/500I_1)=1000I_1$$

$$4,5-1143/100+1365,054I_1=1000I_1$$

$$4,5-1143/100=-365,054I_1$$

$$693/100=365,054I_1$$

$$0,018983=I_1$$

$$9-1074*0,018983=1000I_2$$

$$-0,011387=I_2$$

Da qui possiamo capire che abbiamo sbagliato a indicare una delle direzioni, in questo caso il verso di I_2 , non è un problema, basta invertire I_2 alla fine dei calcoli.

$$0,018983-0,011387=I_3$$

$$0,007596=I_3$$

$$I_3=7,6[mA]$$

$$I_2=11,4[mA]$$

$$I_1=19,0[mA]$$

CDT:

$$R_1: 27*19,0*10^{-3}=0,51[V]$$

$$R_2: 120*11,4*10^{-3}=1,37[V]$$

$$R_3: 1000*7,6*10^{-3}=7,59[V]$$

$$R_4: 47*19,0*10^{-3}=0,86[V]$$

$$R_5: 150*11,4*10^{-3}=1,71[V]$$

Dissipazione di potenza

$$R_1: 27*(19,0*10^{-3})=9,75*10^{-3}[W]$$

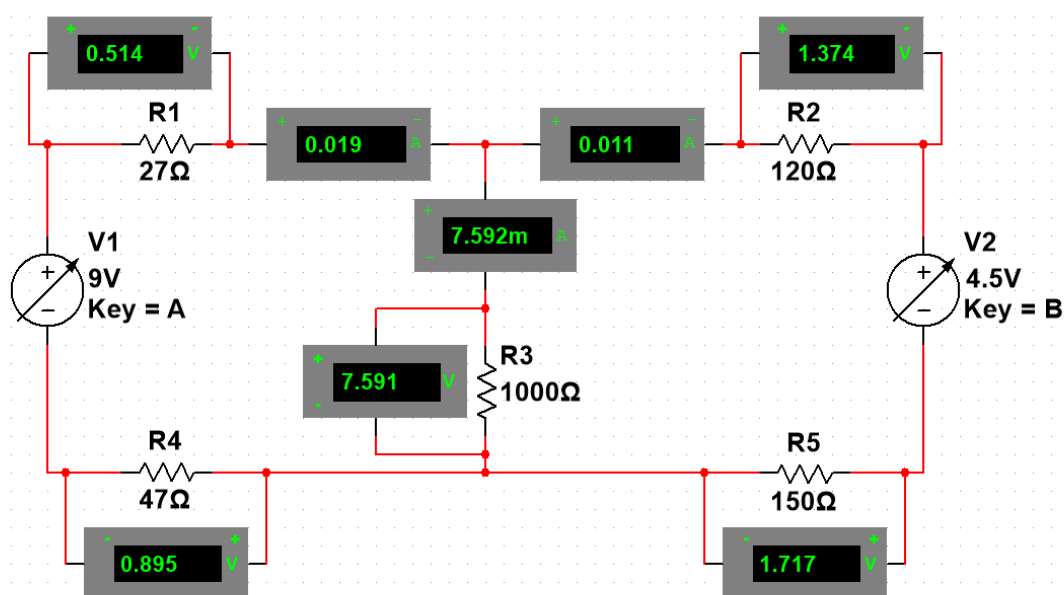
$$R_2: 120*(11,4*10^{-3})=0,0156[W]$$

$$R_3: 1000*(7,6*10^{-3})=0,0578[W]$$

$$R_4: 47*(19,0*10^{-3})=0,0169[W]$$

$$R_5: 150*(11,4*10^{-3})=0,0195[W]$$

Esiti della simulazione



Come si può ben vedere dallo schema della simulazione eseguita con multisim i risultati dei calcoli sono compatibili con il circuito ideale e, come abbiamo visto prima, con i risultati delle misurazioni.

Procedimento

Il procedimento, similmente alle prove effettuate in precedenza, si è rivelato abbastanza semplice e composto principalmente da 5 passaggi:

- 1) Calcolo
- 2) Simulazione
- 3) Misurazione delle resistenze effettive
- 4) Montaggio
- 5) Alimentazione alla postazione di prova e misurazioni finali

Calcolo:

Abbiamo cominciato l'esperienza di laboratorio con la visione e analisi del circuito preso in considerazione. Seguita dalla risoluzione del sistema impostato usando le leggi di Kirchhoff. In questo passaggio non sono stati riscontrati problemi se non l'inversione di uno dei versi delle maglie, evento comunque non considerabile come errore in quanto è sufficiente invertire il segno della intensità di corrente interessata.

Simulazione:

La simulazione è stata realizzata usando il software CAD multisim che permette la realizzazione di circuiti interattivi e simulabili.

Il circuito è stato prima montato digitalmente senza multimetri, poi con, in modo da poter anche fare delle catture dello schermo da poter poi utilizzare nella attuale relazione.

A differenza delle altre simulazioni, in questa abbiamo usato dei generatori regolabili per poter verificare l'effetto dello spegnimento di uno dei generatori.

Misurazioni delle resistenze:

Abbiamo semplicemente selezionato dal contenitore e misurato le resistenze effettive dei componenti resistivi necessari al montaggio fisico del circuito, per eseguire la misurazione abbiamo usato il multimetro da banco.

Unico intoppo che è stato rilevato durante questa fase è il fatto che sia capitato che andando a prendere delle resistenze dalla cassettera, le resistenze al interno dei contenitori fossero mescolate e non combaciassero alla dicitura sul cassetto.

Montaggio:

Il montaggio è avvenuto lentamente in quanto mi è stato chiesto di lasciar fare al mio compagno di gruppo che è riuscito comunque a montare il circuito in una configurazione ad H compatibile con il circuito ideale.

Alimentazione e misurazione:

Ultimo step è stato l'alimentazione del circuito al banco di prova e la misurazione dei valori calcolati. Non ci sono stati problemi e le misurazioni sono state eseguite in modo accurato.

A seguito di ciò sono state eseguite delle misurazioni collettive sulla Resistenza numero 5 per verificare la differenza tra la situazione in cui ci sono due generatori accesi a quella di un solo generatore è acceso.

I generatori in situazioni particolari

Abbiamo provato, alla fine dell'esercitazione, ad eseguire delle misurazioni sul circuito alternando il generatore acceso, segue la tabella dei risultati:

	$V_1[V]$	$I_1[A]$	$P_1[W]$	$V_2[V]$	$I_2[A]$	$P_2[W]$	$V_5[V]$
E_1	9	0,03	0,269	/	/	/	3,58
E_2	/	/	/	4,5	0,01	0,057	-1,96
E_1+E_2	9	0,02	0,155	4,5	0	0	1,64

Queste misurazioni ci mostrano come la caduta di tensione si comporti sulla resistenza 5 in base al numero di generatori accesi e al loro orientamento.

Nel primo caso è acceso solo il generatore 1 e possiamo vedere che la caduta di tensione sulla resistenza 5 è, come ci si aspetterebbe, positiva rispetto all'orientamento delle pinze a coccodrillo del multimetro collegate al circuito.

Nel secondo caso possiamo invece vedere che la caduta di tensione è negativa in quanto arriva dal generatore che si trova al lato opposto del circuito rispetto al primo generatore ed è nel senso opposto al primo, normalmente per un circuito del genere non ci interesserebbe il segno ma in questo caso ci servirà per giungere a un'osservazione importante.

Nel terzo caso, infine, possiamo vedere che i valori di $E_{1(3a \text{ situazione})} = E_{1(1a \text{ situazione})} - E_{2(2a \text{ situazione})}$ questo

perché i due generatori sono appunto in versi opposti e quindi il valore relativo po V, I e P è discorde nel segno. Inoltre possiamo vedere che l'intensità, e di conseguenza la potenza, del secondo generatore sono pari a 0, questo perché in realtà questo generatore sta ricevendo più corrente di quella che emette in quanto non tutta viene dissipata dal circuito e quindi il residuo viene dissipato dalla resistenza interna del generatore, di conseguenza, il computer di bordo dell'alimentatore non è capace di interpretare questa situazione come un'intensità negativa e la indica con 0.

Questa situazione non è immediatamente pericolosa ma sicuramente non è vantaggiosa in quanto dissipiamo una parte della potenza senza usare le resistenze, per risolvere questo problema le soluzioni migliori sono tre:

Rimuovere un generatore

Rimuovere uno dei due generatori e regolando adeguatamente l'altro può essere una buona scelta in quanto evita che un generatore sia messo sotto sforzo inutilmente.

Aggiungere una resistenza

Anche aggiungere una resistenza potrebbe risolvere il problema, a eccezione che sia abbastanza grande, questa dissiperebbe la corrente superflua permettendo ai generatori di lavorare adeguatamente.

Regolare i generatori all'equilibrio

Questa soluzione è la più facilmente applicabile anche se non perfetta e consiste nel regolare uno dei due generatori fino a quando la potenza di entrambi i generatori sia pari a 0, a questo punto i due generatori si contrasterebbero perfettamente senza dissipazione all'interno degli stessi. Questa soluzione è però poco precisa in quanto è impossibile raggiungere un equilibrio perfetto usando una macchina digitale in quanto l'intervallo minimo modificabile è comunque troppo grande per trovare un equilibrio perfetto e bisogna tener conto dell'eventuale imprecisione dello strumento.

Conclusioni

In conclusione possiamo dire che l'esecuzione della prova è avvenuta senza problemi e che i calcoli sono stati completati correttamente, quindi l'esercitazione nel complessivo è stata di esito positivo.

Le osservazioni che possiamo fare ora sono le seguenti:

Quale resistenza dissipa più calore, e di conseguenza potenza?

La resistenza 3 si è rivelata come la più calda in quanto ha una resistenza di 1 ordine superiore alle altre resistenze ed è sottoposta a una corrente poco più bassa delle altre dando origine a ($R_3: 1000 \cdot (7,6 \cdot 10^{-3}) = 0,0578 [W]$) con una dissipazione di calore quasi 4 volte maggiore di quella della seconda resistenza più dissipante.

Le misurazioni sono compatibili con i dati calcolati?

Sì, le misurazioni della resistenza sono compatibili e rientrano nel range di $\pm 5\%$ e sono a norma. Per quanto riguarda le misurazioni delle CDT quella con la differenza più grande è stata la resistenza 4 con il 3,49% di differenza dal valore calcolato.

Come risolvere il problema dei generatori?

Come abbiamo già discusso sopra abbiamo trovato 3 metodologie per risolvere la problematica dei generatori contrastando e sono: Rimuovere un generatore, equilibrarli o aggiungere una resistenza.

In tutti e tre i casi si raggiunge una situazione comunque sub-ottimale e bisognerebbe riprogettare il circuito per avere una situazione ottimale.

Osservazione pratica:

Come osservazione pratica ritengo che sia spiacevole vedere che alcuni studenti trattino male l'attrezzatura della scuola riponendo non correttamente le resistenze.

Altra considerazione pratica è che i nuovi alimentatori da banco del laboratorio supportano fino a 3 unità di alimentazione simultanea. Questo permette di alimentare tutto il circuito usando un solo strumento.

Altra nota è che, come ci è stato spiegato, i nuovi alimentatori da banco della scuola fanno regolati adeguatamente quando vengono usati con carichi alti in quanto hanno un limitatore di potenza digitale che va regolato adeguatamente al carico.

Ultima nota bene è che durante l'esecuzione delle misurazioni bisogna prestare attenzione alla configurazione del multimetro, in quanto una configurazione errata può causare la distruzione del fusibile e una momentanea inusabilità dello strumento.