



**POLITECNICO
DI TORINO**

Dipartimento
Energia

POLITECNICO DI TORINO

ESERCITAZIONE 1

Indice

1	Elenco del materiale necessario	1
2	Analisi della strumentazione	2
2.1	Alimentatore DC stabilizzato	2
2.2	Multimetro da banco	3
2.3	Bread-board	4
3	Caratteristica di un bipolo nonlineare	6
3.1	Richieste	7
4	Verifica del teorema di Thévenin	9
4.1	Richieste	10
5	Applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti	12
5.1	Richieste	12

Prof. Luca Giaccone
2 ottobre 2018

1 Elenco del materiale necessario

Strumenti utilizzati	Materiale necessario
Multimetro da banco	N. 1 lampada $U_N = 12 \text{ V}$ $P_N = 0.5 \text{ W}$
Multimetro palmare	N. 1 resistore $R_N = 1.2 \text{ k}\Omega$ $P_N = 0.25 \text{ W}$
Alimentatore DC da banco	N. 2 resistori $R_N = 2.2 \text{ k}\Omega$ $P_N = 0.25 \text{ W}$
Breadboard	N. 1 resistore $R_N = 4.7 \text{ k}\Omega$ $P_N = 0.25 \text{ W}$
	N. 1 resistore $R_N = 1.5 \text{ k}\Omega$ $P_N = 0.25 \text{ W}$

ATTENZIONE:

**A FINE ESERCITAZIONE OGNI GRUPPO DOVRÀ
CONSEGNARE AI RESPONSABILI DEL LABORATORIO
TUTTO IL MATERIALE UTILIZZATO NELLE CONDIZIONI
IN CUI È STATO RICEVUTO E LASCIARE I BANCHI IN
ORDINE**

2 Analisi della strumentazione

2.1 Alimentatore DC stabilizzato

L'alimentatore stabilizzato è uno degli strumenti più diffusi in laboratorio, poiché genera la tensione continua normalmente usata per alimentare i circuiti elettronici in prova. Per rendere flessibile lo strumento, è generalmente prevista la possibilità di regolare con continuità, più o meno finemente, la tensione di uscita da 0 V al valore massimo di specifica. Esso è dotato di più canali, almeno due, capaci di fornire contemporaneamente diversi livelli di tensione. I canali sono costituiti dalla presenza di due morsetti, uno positivo (rosso) ed uno negativo (nero). Ciascun canale è dotato di un regolatore di ampiezza per la tensione e di un limitatore¹ di corrente. Quest'ultimo è una precauzione che evita il danneggiamento dello strumento in caso di cortocircuito tra morsetto positivo e negativo (resistenza bassa \Rightarrow elevata corrente scorre nel circuito). A titolo di esempio di seguito è riportata una tipologia di alimentatori in uso in laboratorio.

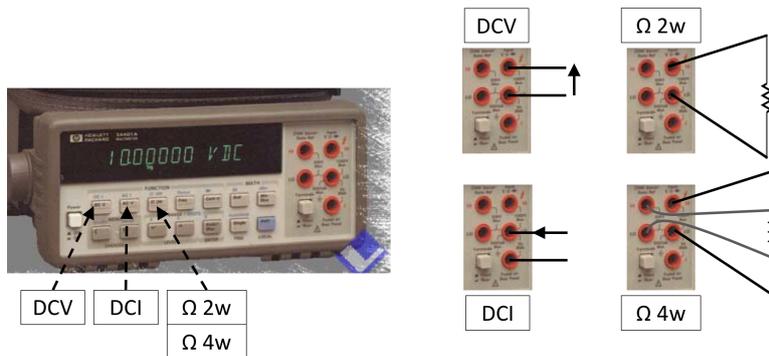


Figura 1: Alimentatore Rigol DP832

¹Non si può decidere la corrente da erogare perché dipende dalla tensione applicata e dalla configurazione del circuito. Vedendo l'alimentatore come un componente del circuito, il limitatore di corrente limita la massima corrente che vi può scorrere. Notare che l'alimentatore non eroga corrente se la manopola del limitatore è ruotata completamente in senso antiorario.

2.2 Multimetro da banco

Per misurare la tensione fornita dall'alimentatore stabilizzato, ci serviremo di un multimetro in assetto da voltmetro.



(a) Multimetro HP 34401A



(b) Multimetro Fluke 45

Figura 2: Multimetri da banco presenti in laboratorio. Su alcuni banchi viene utilizzato il multimetro della HP (a) e su altri quello della Fluke (b).

Per ottenere, ad esempio, una misura di tensione continua occorre collegare i due puntali forniti in dotazione con il multimetro in corrispondenza dei morsetti dedicati. Rispettivamente, il puntale positivo (di colore convenzionalmente rosso) andrà inserito dove vi sia l'indicazione per l'ingresso della tensione (Input V), mentre il puntale negativo (convenzionalmente nero) va collegato a massa, riconoscibile dal simbolo seguente:



Successivamente bisogna selezionare sulla pulsantiera il tasto che imposti il multimetro in voltmetro in corrente continua: per far ciò basta premere il

pulsante “DC V”. Come conferma, sul display l’unità di misura sarà V (in quanto tensione) e DC (in quanto continua). È possibile che spunti anche “mVDC” (millivolt).

Da notare che il multimetro da banco presenta morsetti sia sulla faccia anteriore che su quella posteriore. Ciò è importante da ricordare in quanto causa di disguidi con le misure. Per accertarsi che i morsetti attivi siano quelli anteriori premere il pulsante rialzato “Terminals” in opzione “Front”. Per verificare che sia giusto, basti guardare il display del multimetro: se fossero attivi i morsetti posteriori spunterebbe la scritta “Rear” in basso a destra. Per i collegamenti con il circuito, si ricordi che per convenzione il puntale di colore rosso è associato con il morsetto HI e va posto in contatto, per ottenere un valore positivo, con il nodo a potenziale maggiore dell’elemento circuitale in esame (es. la boccia positiva del canale prescelto sull’alimentatore), mentre il nero con il morsetto LO. Quando in futuro si dovranno misurare grandezze alternate sarà sufficiente agire sulla pulsantiera per selezionare l’opzione desiderata (la configurazione del collegamento dei cavi rimane invariata).

2.3 Bread-board

La Bread-board o basetta sperimentale è uno strumento molto utile e comodo nella prototipizzazione di piccoli circuiti elettronici. La Bread-board è costituita da una basetta provvista di una scanalatura mediana e da una serie di fori disposti secondo righe e colonne e distanziati del passo standard di 2.54 mm (1/10 di pollice), tipico dei pin dei circuiti integrati. Generalmente essa contiene 64 x 2 serie di 5 fori (si veda la Fig. 3). I fori di una colonna, generalmente 5, sono internamente collegati fra loro mediante una barretta metallica a molla, ma non con i fori delle colonne adiacente o della colonna simmetrica rispetto alla scanalatura. E’ così possibile inserire i circuiti integrati a cavallo della scanalatura; per ogni pin rimangono quindi disponibili, per i collegamenti con altri componenti, ben quattro fori (si veda Fig. 4).

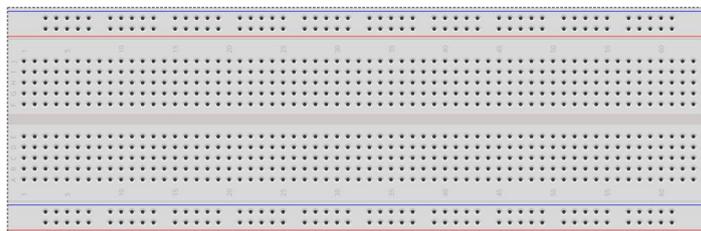


Figura 3: Bread-board

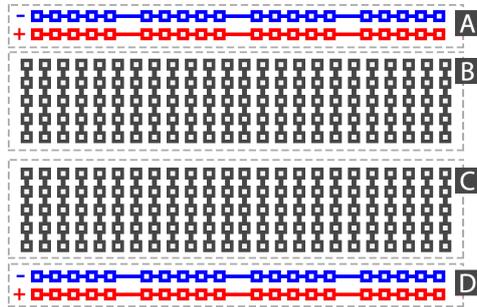


Figura 4: Connessioni interne della bread-board

Lungo i due lati maggiori della basetta sono disposte due file di fori, si noti che è possibile trovare bread-board che presentano queste file interrotte a metà. Di solito una delle file superiori, unita con un ponticello, costituisce il conduttore di alimentazione, mentre una delle file inferiori il conduttore di massa. Le dimensioni dei fori sono adatte all'inserimento dei reofori dei componenti più comuni; le molle sottostanti provvedono al fissaggio dei terminali. I collegamenti fra i fori vanno effettuati con filo rigido di circa 0.5 mm di diametro. Sono adatti i fili AWG 24 e 26, che presentano diametro di 0.511 mm e 0.404 mm rispettivamente.

Ulteriori precauzioni: È molto importante non dimenticare di modificare l'assetto dei cavi nel multimetro, a seconda del tipo di misurazione che si desidera eseguire. Per misure di tensione, il multimetro, collegato in parallelo all'elemento in questione, fornirà una resistenza interna di valore molto elevato. Per misure di corrente un amperometro, in serie sugli elementi del circuito, offrirà una resistenza interna trascurabile.

ATTENZIONE

Se accidentalmente si dovesse utilizzare il multimetro per misurare una corrente, lasciandolo però collegato come un voltmetro (resistenza interna bassa e in parallelo al circuito oggetto di misurazione), la corrente potrebbe fluire nello strumento danneggiandolo. Le misure di corrente vanno effettuate ponendo il multimetro in serie al circuito, per i motivi precedentemente esposti. Collegandolo in modo errato si andrebbe in contro al danneggiamento dello strumento.

3 Determinazione sperimentale della caratteristica di un bipolo nonlineare

Scopo dell'esperienza

Lo scopo dell'esperienza è quello di rilevare attraverso una misura volt-ampometrica la caratteristica elettrica esterna di un bipolo non lineare, in regime stazionario.

Schema di principio

Il circuito per l'esecuzione della misura è quello descritto dallo schema di principio riportato in figura seguente:

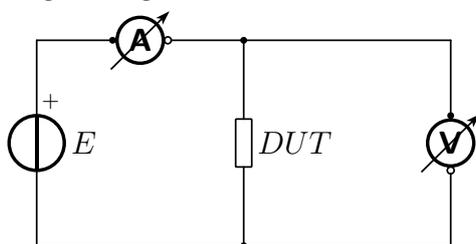


Figura 5: Schema di principio del circuito di misurazione. DUT = device under test.

Schema di montaggio

È qui di seguito riportato un esempio di schema di montaggio (Fig. 8). È possibile vedere:

- l'amperometro e generatore di tensione collegati in serie;
- voltmetro e lampada collegati in parallelo.

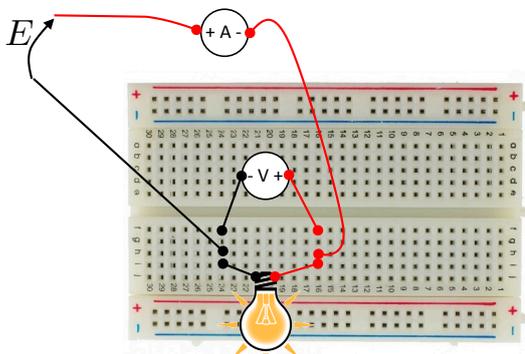


Figura 6: Esempio di schema di montaggio.

Durante il cablaggio del circuito **mantenere spenti gli strumenti**; in caso di difficoltà non esitare a chiedere aiuto.

3.1 Richieste

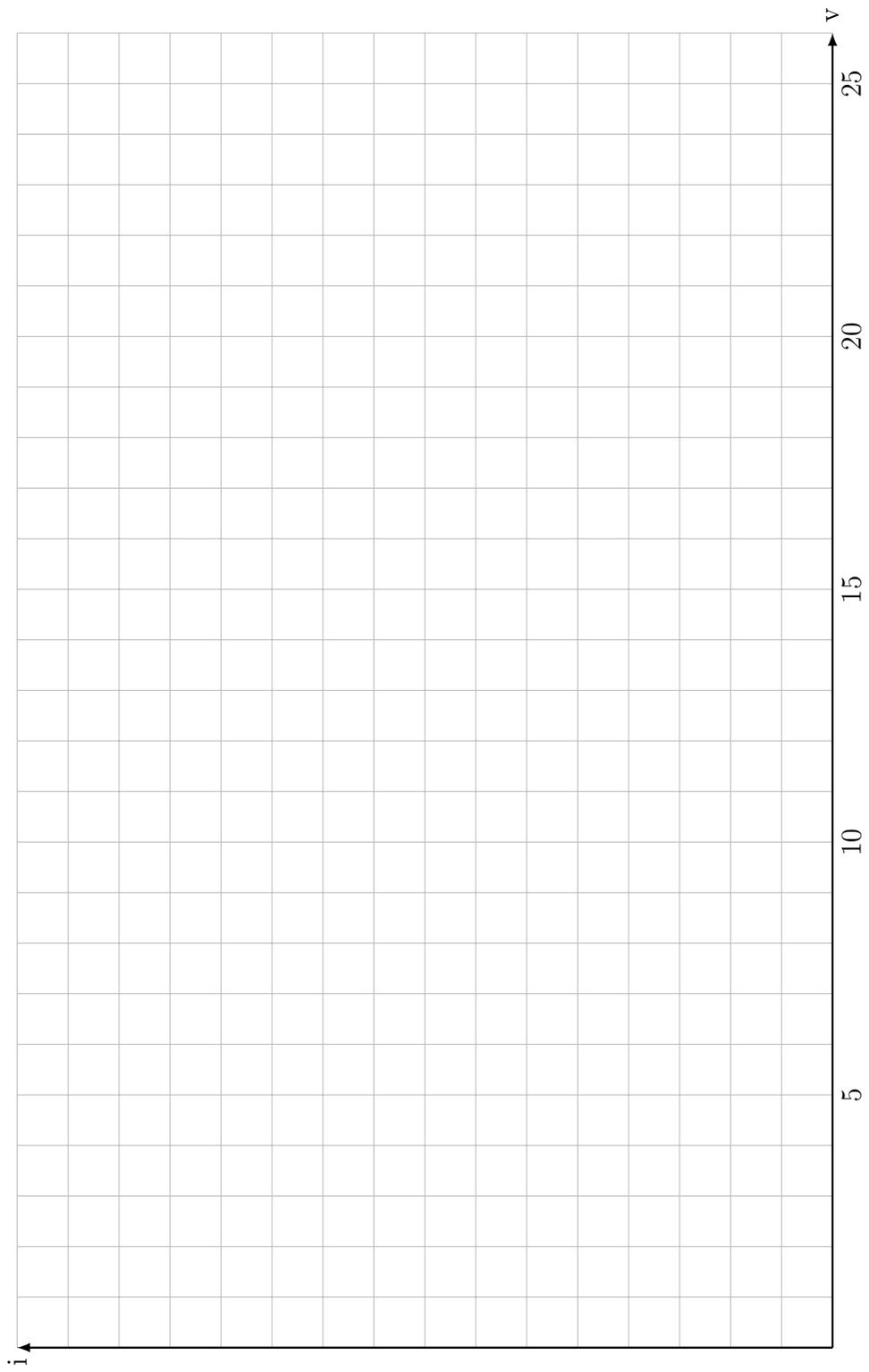
1. Acquisire circa 10 punti della caratteristica volt-amperometrica del misurando partendo da una tensione di alimentazione di 0 (V) fino al livello massimo ammissibile per la lampadina in uso, infittendo gli intervalli di misurazione ove opportuno.
2. Attraverso l'impiego di un foglio di calcolo (Excel) oppure mediante l'utilizzo di MATLAB, rappresentare graficamente la caratteristica rilevata sul piano elettrico (V, I). Riportare i punti sul grafico alla pagina seguente.
3. Tracciare una linea di tendenza per i punti della caratteristica e scrivere l'equazione del polinomio.



4. Dall'analisi della caratteristica, il bipolo risulta passivo? Motivare la risposta.



5. calcolare la resistenza del bipolo in un punto di funzionamento prossimo ai 6 V. Sovrapporre al grafico del bipolo nonlineare la caratteristica del bipolo lineare avente resistenza pari a quella appena calcolata.



4 Verifica del teorema di Thévenin

Scopo dell'esperienza

Lo scopo dell'esperienza è quello di verificare sperimentalmente il teorema di Thévenin.

Schema di principio

Il circuito per l'esecuzione della misura è quello riportato in figura:

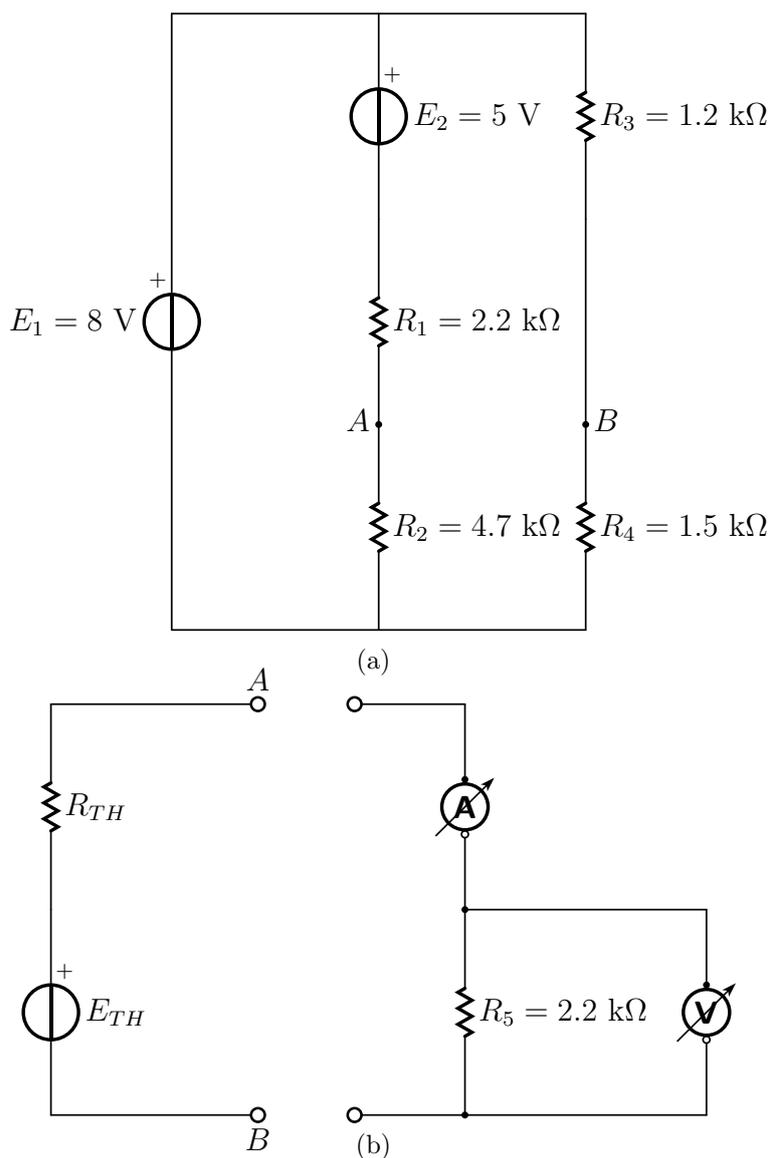


Figura 7: (a) Schema elettrico (b) Equivalente Thévenin + carico

Schema di montaggio

È di seguito riportato un possibile schema di montaggio, dove è omesso il collegamento di R , resistenza variabile. Durante il cablaggio del circuito **mantenere spenti gli strumenti**; in caso di difficoltà non esitare a chiedere aiuto.

- Tenendo conto dello schema di principio, indicare sul disegno il valore di ciascuno dei componenti.
- Indicare inoltre la posizione dei nodi A e B.

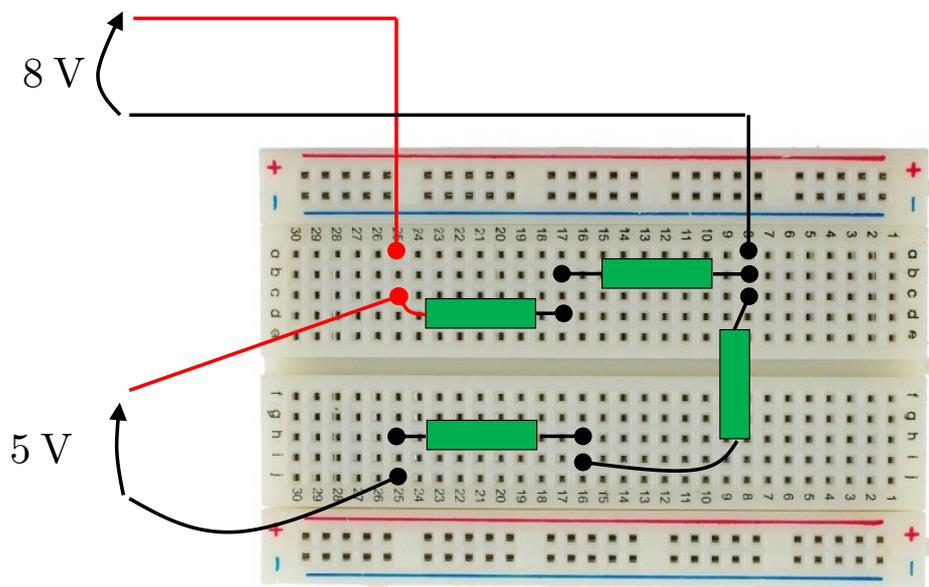


Figura 8: Esempio di schema di montaggio.

4.1 Richieste

1. Con riferimento allo schema in Fig. 7, applicare il teorema di Thévenin ai punti A e B. Riportare i passaggi principali nello spazio sottostante.

2. Riassumere i risultati numerici dei conti:

- $E_{TH} =$
- $R_{TH} =$

3. Impiegando il multimetro palmare digitale (o quello da banco) rilevare sperimentalmente le grandezze del punto (2) e confrontarle con quelle in precedenza calcolate. Si ricorda che per la rilevazione della R_{eq} è necessario realizzare il circuito esattamente come lo si è riprodotto nella fase analitica.

- $E_{TH}^* =$
- $R_{TH}^* =$

4. Collegare ora la resistenza di carico tra i morsetti A e B come in Fig. 7. Misurare la corrente assorbita. Misurare la tensione sulla resistenza. Calcolare la potenza assorbita.

- $i =$
- $v =$
- $P =$

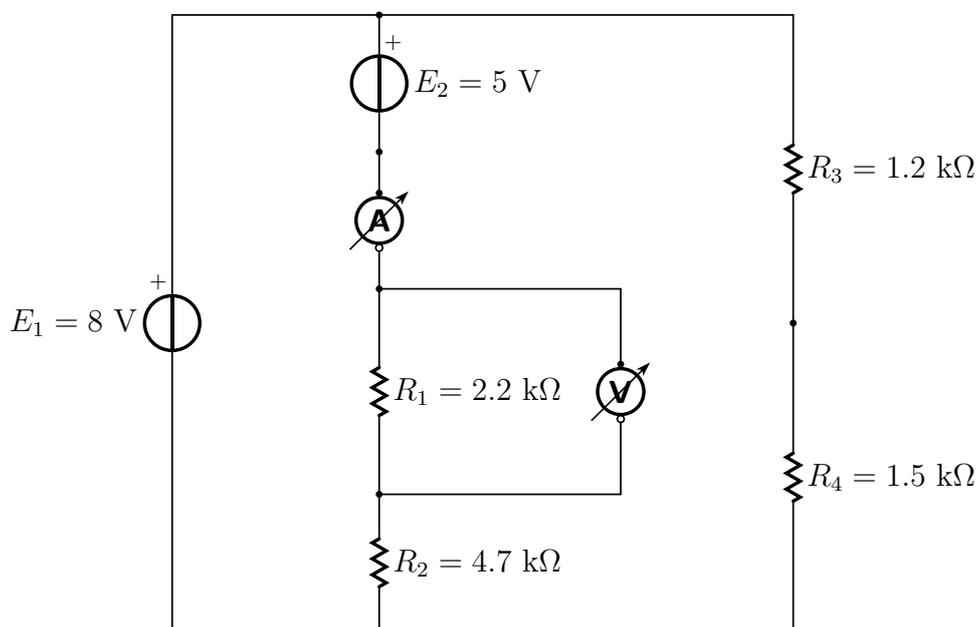
5 Applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti

Scopo dell'esperienza

Lo scopo dell'esperienza è quello di verificare il principio di sovrapposizione degli effetti.

Schema di principio

Il circuito per l'esecuzione della misura è quello riportato in figura (identico a quello dell'esercitazione precedente)



5.1 Richieste

1. Passivare il generatore da 5 V (scollegare temporaneamente i terminali dell'alimentatore. Inserire sulla bread-board un corto circuito con un cavetto.). Misurare corrente e tensione sulla resistenza da 2.2 kΩ. Calcolare la potenza assorbita in queste condizioni dalla resistenza da 2.2 kΩ.

- $i' =$
- $v' =$
- $p' =$

2. Passivare il generatore da 8 V (scollegare temporaneamente i terminali dell'alimentatore. Inserire sulla bread-board un corto circuito con un cavetto.). Misurare corrente e tensione sulla resistenza da 2.2 k Ω . Calcolare la potenza assorbita in queste condizioni dalla resistenza da 2.2 k Ω .

- $i'' =$

- $v'' =$

- $p'' =$

3. Attivare entrambi i generatori. Misurare corrente e tensione sulla resistenza da 2.2 k Ω . Calcolare la potenza assorbita in queste condizioni dalla resistenza da 2.2 k Ω .

- $i =$

- $v =$

- $p =$

4. Sono verificate le seguenti relazioni? Argomentare la risposta nel riquadro sottostante.

$$v = v' + v'' \quad (1)$$

$$i = i' + i'' \quad (2)$$

$$p = p' + p'' \quad (3)$$