

Università degli studi di Udine
Laboratorio di Fisica Generale II - Cds Ingegneria
Elettronica

Gruppo 2:
Vittorio Alzetta - 168352
Stefano De Monte - 166688
Raul Marizza - mat.

15 Novembre 2024

Indice

1	Introduzione	2
2	Materiali utilizzati	2
3	Cenni di teoria	2
4	Circuito con Resistore	3
5	Circuito con lampadina	4
6	Conclusioni	6

1 Introduzione

Questa relazione riassume i risultati ottenuti durante l'esperienza di laboratorio. L'esperimento ha avuto lo scopo di raccogliere i dati relativi a corrente e tensione di una rete, in modo tale da poter ricavare il valore della resistenza presente in esso (prima sottoforma di resistore e poi sottoforma di lampadina) con la legge di Ohm. Durante l'elaborazione dei dati è stato applicato il metodo dei minimi quadrati mentre ci si è serviti di un software per tracciare la retta ottenuta tramite fit dei punti ricavati sperimentalmente.

2 Materiali utilizzati

- **Alimentatore da banco:** strumento utilizzato per imporre una specifica tensione nel circuito. Nel corso dell'esperimento, come si spiegherà in seguito, è stato utilizzato anche per misurare la corrente che scorreva nel circuito.
- **Multimetro digitale:** dispositivo digitale utilizzato per la misurazione della corrente elettrica che scorreva nel circuito.
- **Voltmetro analogico:** strumento analogico utilizzato per misurare la differenza di potenziale tra due punti del circuito.
- **Resistore:** componente elettrico con resistenza nominale di 330Ω , utilizzato per limitare la corrente nel circuito.
- **Lampadina:** dispositivo del quale si è cercata di calcolare la resistenza in funzione della corrente circolante nella rete.

3 Cenni di teoria

Questo esperimento è composto da due parti. In particolare, nella prima, sono state prese una decina di misure riguardanti la tensione e la corrente di una rete, con l'obiettivo di estrarne una relazione lineare. Per fare ciò, in primo luogo ci si è serviti della formula dei **minimi quadrati**, pesando gli scarti con gli errori sperimentali, cioè

$$R = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{I_j V_j}{s^2}}{\sum_{j=1}^N \frac{I_j^2}{s^2}} \quad [1]$$

dove s rappresenta l'errore sperimentale sulla tensione¹, mentre I_j e V_j sono le tensioni e le correnti misurate durante le 10 prove. In secondo luogo è stata calcolata l'incertezza sulla misura tramite la seguente formula

$$s_R = \left(\sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{I_j^2}{s^2}} \right)^{-1} \quad [2]$$

È poi stato utilizzato un software di fitting per calcolare, sempre tramite il metodo dei minimi quadrati, il valore più probabile della resistenza sulla base delle misure fatte. In questo caso però non sono stati considerati gli errori sulle misure sperimentali.

La seconda parte dell'esperimento prevedeva nuovamente di misurare la resistenza di un componente. Tuttavia, essendo quest'ultima variabile a seconda della tensione impressa nel circuito, non si è potuto applicare quanto visto finora sul metodo dei minimi quadrati. Questo per il semplice fatto che non si conosce la forma della legge che, a livello teorico, dovrebbe descrivere l'andamento della resistenza del filamento della lampadina.

¹essendo l'errore sulla tensione molto maggiore di quello sulla corrente si è potuto trascurare quest'ultimo

4 Circuito con Resistore

Per prima cosa, durante la prima parte dell'esperimento, è stato realizzato il circuito descritto dal seguente schema elettrico

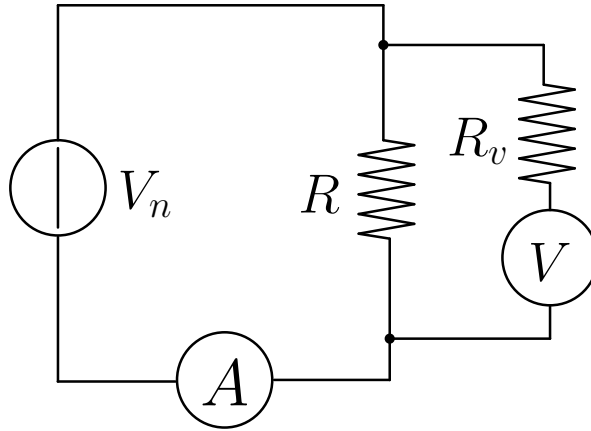


Figura 1: Schema elettrico del primo circuito

In seguito sono stati rilevati i valori di tensione V_{eff} e corrente I del circuito relativi a 10 diversi valori della tensione impressa V_n . Si mostra ora una tabella contenente i risultati ottenuti

$V_{nominale}$ (V)	$V_{effettiva}$ (V)	I (A)
0,50	0,45	0,00153
1,00	0,90	0,00305
1,50	1,35	0,00458
2,00	1,80	0,00611
2,50	2,25	0,00764
3,00	2,68	0,00917
3,50	3,10	0,01070
4,00	3,55	0,01223
4,50	4,00	0,01376
5,00	4,45	0,01529

Tabella 1: Tabella riassuntiva dei valori misurati nel primo circuito

La formula [1] rappresenta la miglior stima che è possibile fare su $R_{||}$, dunque a partire dai valori riportati nella tabella precedente sono state calcolate le due sommatorie. Per quanto riguarda l'errore sulla misura sperimentale è stata presa in considerazione solamente l'incertezza sulla tensione (0,1V), in quanto quest'ultima ha reso trascurabile quella sulla corrente. Da queste considerazioni si è calcolato il valore di $R_{||}$ con la relativa incertezza, ottenuta grazie alla [2]

$$R_{||} = (291,2 \pm 3,3)\Omega$$

Uno dei motivi per i quali la stima ricavata è così distante dal valore nominale del resistore (differisce del 12% circa) è evidente dallo schema elettrico, ed è anche il motivo per cui finora non mi sono riferito a R , bensì a $R_{||}$. La resistenza del voltmetro, indicata con R_v , non è trascurabile nel calcolo della resistenza R . Considerando infatti il parallelo delle due resistenze si deriva la stima, considerevolmente più accurata, di circa 310Ω , di seguito è riportato il calcolo effettuato

$$\frac{1}{R_{||}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_v} \implies R = \frac{1}{\frac{1}{R_{||}} - \frac{1}{R_v}} \implies R = \frac{R_{||} R_v}{R_v - R_{||}} \quad [3]$$

per cui, ponendo $R_{||}$ pari a $1000\frac{\Omega}{V}$ per il fondo scala del voltmetro, cioè $1000\frac{\Omega}{V} \cdot 7,5V = 7500\Omega$ si ricava $R \approx 305\Omega$. Questo risultato è frutto della media aritmetica dei

valori di R calcolati per le 10 $R_{||}$ misurate in laboratorio. Si osservi che lo scostamento percentuale dal valore reale della resistenza è sceso approssimativamente al 7%. Ad ogni modo, basandosi sui valori di $R_{||}$, è stato possibile creare un grafico riassuntivo contenente le 10 coppie (tensione, corrente) della tabella 1 e la retta ottenuta tramite fit dei 10 punti

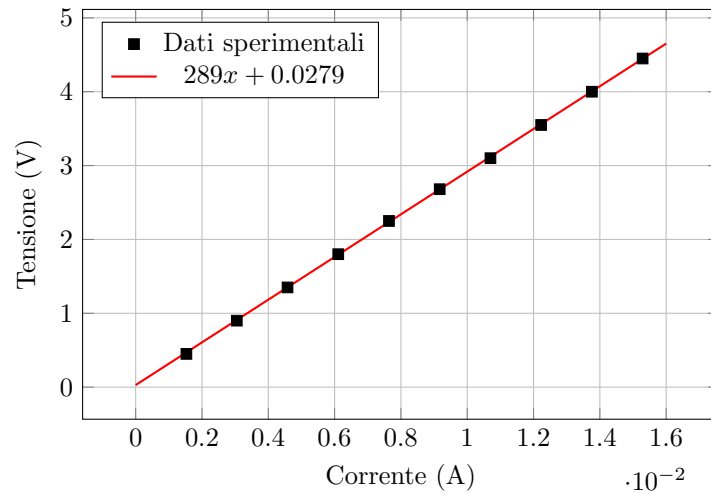


Figura 2: Relazione tra Corrente e Tensione con retta di regressione

In primo luogo si può notare come i punti siano quasi perfettamente allineati alla retta di regressione, in seconda analisi si osserva che il coefficiente angolare di tale retta (in altre parole, la resistenza $R_{||}$) non coincide esattamente con quello calcolato in precedenza. Il motivo sta nel fatto che il software di fitting non ha tenuto in considerazione l'errore sulle misure sperimentali, assumendole come valori assoluti, privi di incertezza.

5 Circuito con lampadina

Durante la seconda fase dell'esperimento è stato sostituito il resistore con una lampadina, secondo lo schema

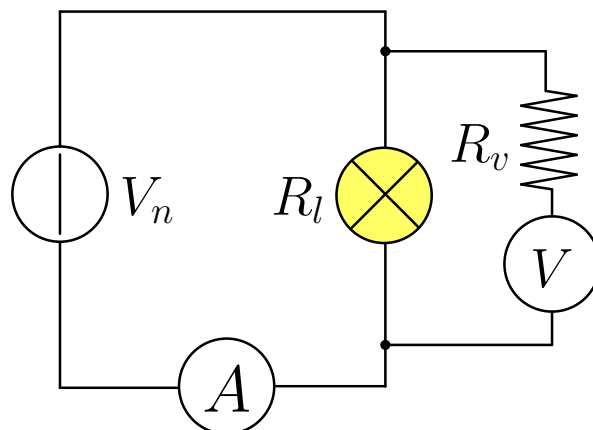


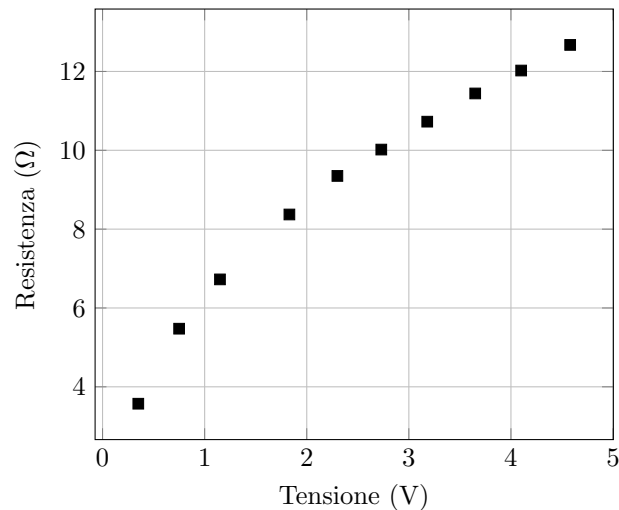
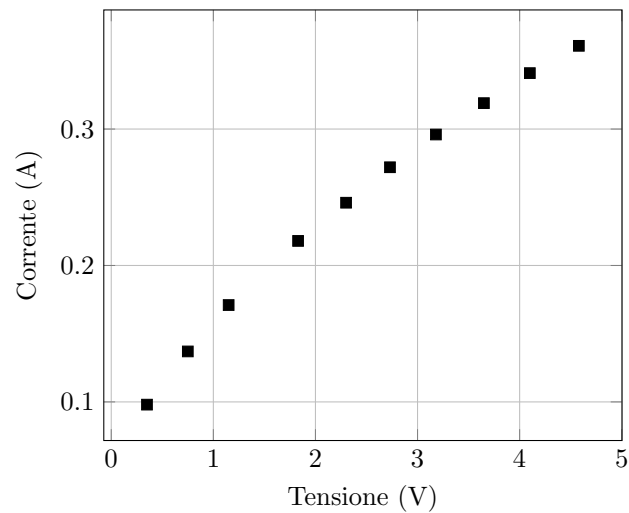
Figura 3: Schema elettrico del secondo circuito

Sottoponendo la rete alle stesse tensioni imposte in precedenza, sono state raccolte le misure riassunte nella tabella che segue

V_{nominale} (V)	$V_{\text{effettiva}}$ (V)	I (A)	$R_{\text{lampadina}}$ (Ω)
0,50	0,35	0,098	3,6
1,00	0,75	0,137	5,5
1,50	1,15	0,171	6,7
2,00	1,83	0,218	8,4
2,50	2,30	0,246	9,3
3,00	2,73	0,272	10,0
3,50	3,18	0,296	10,7
4,00	3,65	0,319	11,4
4,50	4,10	0,341	12,0
5,00	4,58	0,361	12,7

Tabella 2: Tabella riassuntiva dei dati ottenuti con il secondo circuito

Il valore della resistenza causata dalla lampadina non è costante come nel precedente caso². Questo perchè facendo scorrere della corrente attraverso essa si aumenta il numero di collisioni tra gli elettroni e gli atomi che compongono il filamento. L'aumento di collisioni provoca un innalzamento della temperatura e di conseguenza un ulteriore aumento delle collisioni, che rallenta il passaggio degli elettroni, incrementando quindi la resistenza. Ci si aspetta quindi che la resistenza si amplifichi in funzione della corrente I attraverso la lampadina. Nel grafici che seguono sono prima stati rappresentati i punti (correnti, tensioni) e poi i punti (tensioni, resistenze), in modo da confermare graficamente quanto appena detto



²di nuovo, come prima, l'incertezza sulla corrente risulta trascurabile rispetto a quella della tensione, che rimane 0,1V

6 Conclusioni

In conclusione si osserva che per migliorare la precisione della misura della resistenza nella prima parte dell'esperimento, sarebbe stato utile considerare la resistenza interna del multimetro e del generatore di tensione. Infatti, sia il multimetro che il generatore di tensione introducono delle resistenze parassite che influenzano il circuito, alterando i valori misurati. Questi effetti, sebbene potenzialmente molto piccoli, hanno provocato l'errore di cui si è discusso sopra. Una correzione per tali resistenze interne avrebbe migliorato la stima della resistenza complessiva del circuito, aumentando l'affidabilità dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda l'andamento non lineare della resistenza della lampadina in funzione della tensione impressa, si osserva un incremento della resistenza con l'aumento della tensione. La relazione tra tensione e resistenza non è lineare perché, come detto prima, quando la corrente attraversa il filamento, gli elettroni si scontrano con gli atomi più frequentemente man mano che la temperatura aumenta, rallentando il flusso di corrente e incrementando la resistenza. Questo fenomeno è tipico di conduttori con resistività che dipende dalla temperatura, come il tungsteno utilizzato nei filamenti delle lampadine, e non segue la legge di Ohm in maniera diretta.

In generale, durante lo svolgimento dell'esperimento, abbiamo riscontrato alcuni errori sistematici, tra cui una lampadina non fissata adeguatamente, che creava continue oscillazioni di corrente. Questi inconvenienti, tipici del processo scientifico, ci hanno offerto l'opportunità di affinare il nostro metodo e di dimostrare come un approccio rigoroso alla risoluzione dei problemi sia fondamentale per ottenere risultati affidabili