

Esperimento 3:
Verifica sperimentale delle due Leggi di Ohm

Esperienza 1: Verifica sperimentale della Prima Legge di Ohm

Lo scopo dell'esperimento è dimostrare la Prima Legge di Ohm.

Strumenti e materiali

- Trasformatore (5,3 V, 6 A);
- Ponte a diodi;
- Reostato;
- Tester, in modalità voltmetro (fondoscala: 20,00 V; sensibilità: 0,01 V);
- Amperometro (fondoscala: 1,00 A; sensibilità: 0,01 A);
- Basetta (con 11 boccole);
- Conduttori elettrici unipolari;
- Resistenza di rame (51 Ω).

Premessa teorica

La Prima Legge di Ohm afferma che, in un conduttore, la differenza di potenziale ai suoi estremi è direttamente proporzionale alla corrente che lo attraversa.

In simboli:

$$\Delta V \propto i$$

Ponendo in rapporto i due, si ottiene la resistenza:

$$R = \frac{\Delta V}{i}$$

Ciò significa che, a parità di differenza di potenziale, più la resistenza è alta, più l'intensità di corrente è bassa.

Per quanto riguarda le unità di misura:

$$\frac{V}{A} = \Omega$$

Ossia, con Volt su Ampere, si ottiene Ohm.

Ponendo su un grafico l'intensità di corrente in ascissa e la differenza di potenziale in ordinata, si ottiene una semiretta uscente dall'origine, la cui pendenza ha lo stesso valore della resistenza.

La Prima Legge di Ohm è valida per pochi conduttori, ad esempio non è applicabile a soluzioni, gas e semiconduttori, ma lo è ai metalli, che prendono il nome di conduttori ohmici.

Per questo esperimento, sono stati utilizzati vari strumenti per comporre il circuito elettrico.

Il trasformatore è una macchina elettrica statica, alimentata a corrente alternata, che ha come scopo la trasformazione di differenza di potenziale e intensità di corrente elettrica.

Il ponte a diodi è uno strumento utilizzato per trasformare la corrente alternata in continua.

Il reostato è uno strumento formato da un cilindro semiconduttore posto su basi isolanti, il tutto inserito in una "gabbia". Totalmente, vi sono tre boccole. Spostando il cursore, il valore della resistenza aumenta.

Il tester è uno strumento digitale che può funzionare sia in modalità di amperometro che in modalità di voltmetro.

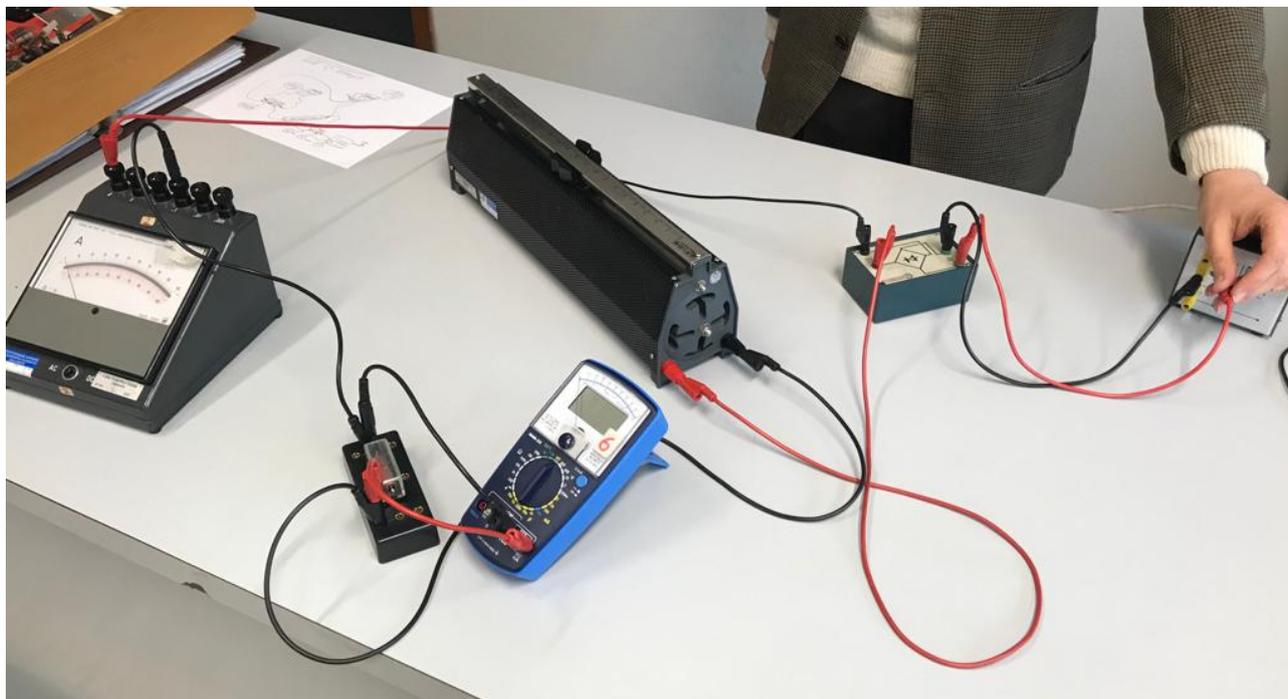
In questo caso, è stato utilizzato come voltmetro, permettendo, quindi, di misurare la differenza di potenziale. La sua sensibilità è 0,01 V, mentre il fondoscala 20,00 V.

L'amperometro è uno strumento analogico che misura l'intensità di corrente elettrica. Presenta due scale: una permette la visualizzazione del valore dell'intensità di corrente continua, l'altro alternata. In questo caso, bisogna utilizzare la prima. Ogni tacchetta ha il valore di un centesimo di ampere: infatti, la sensibilità è 0,01 A. Il fondoscala, invece, vale 1,00 A.

La basetta è uno strumento utilizzato per collegare la resistenza in rame.

Procedimento

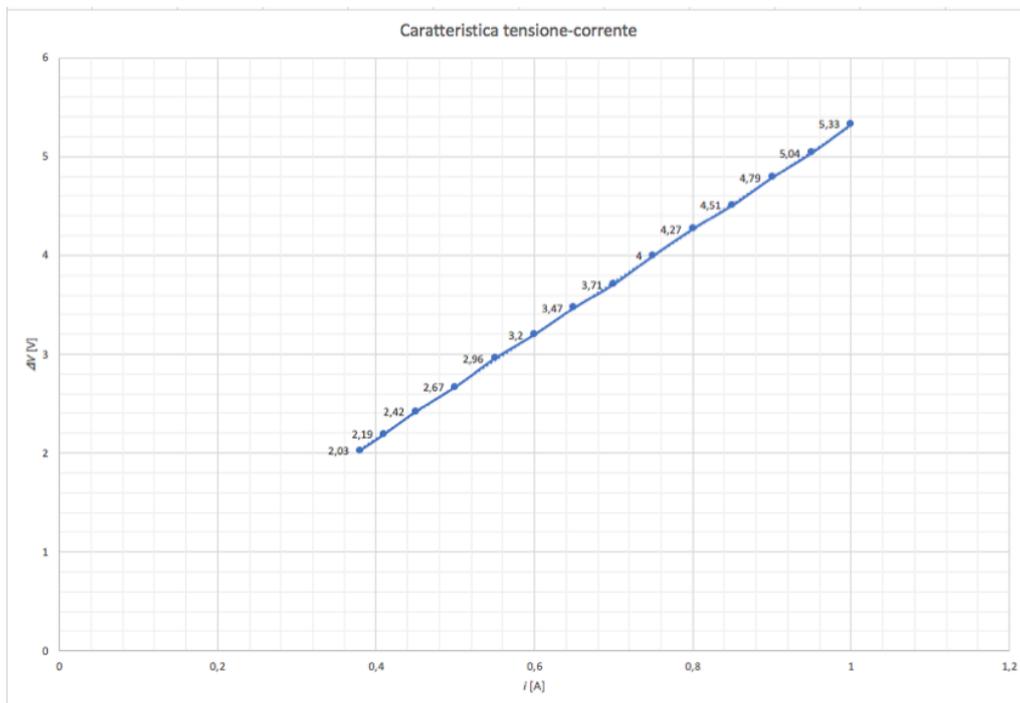
1. Realizzare un circuito (come nell'immagine sottostante) con trasformatore, ponte a diodi, reostato, tester (in modalità voltmetro), amperometro, basetta, resistenza di rame, collegati fra loro tramite conduttori elettrici unipolari.
2. Spostare il cursore del reostato in modo che la lancetta dell'amperometro coincida con una tacca scelta, ad esempio la trentottesima.
3. Visualizzare sul voltmetro il valore rilevato e annotarsi entrambi.
4. Spostare nuovamente il cursore del reostato, aumentando il valore di intensità elettrica segnata dall'amperometro.
5. Visualizzare sul voltmetro il valore rilevato e annotarsi entrambi.
6. Ripetere i punti 4 e 5, fino al raggiungimento del fondoscala dell'amperometro.



L'immagine è stata scattata presso Laboratorio di Fisica del Liceo Da Vinci – Pascoli, Gallarate.

Dati e loro elaborazione

i [A]	ΔV [V]	R [Ω] = $\frac{\Delta V}{i}$
0,38 A	2,03 V	5,34 Ω
0,41 A	2,19 V	5,34 Ω
0,45 A	2,42 V	5,38 Ω
0,50 A	2,67 V	5,34 Ω
0,55 A	2,96 V	5,38 Ω
0,60 A	3,20 V	5,33 Ω
0,65 A	3,47 V	5,34 Ω
0,70 A	3,71 V	5,30 Ω
0,75 A	4,00 V	5,33 Ω
0,80 A	4,27 V	5,34 Ω
0,85 A	4,51 V	5,31 Ω
0,90 A	4,79 V	5,32 Ω
0,95 A	5,04 V	5,31 Ω
1,00 A	5,33 V	5,33 Ω



Conclusioni

Lo scopo di questo esperimento era dimostrare la Prima Legge di Ohm.

Per farlo, sono stati misurati sperimentalmente il valore di intensità della corrente elettrica e quello della differenza di potenziale in un circuito con una resistenza di rame.

Facendo varie misurazioni, cambiando di volta in volta l'ampereaggio, sono stati ritrovati valori differenti. Il loro rapporto porta all'incirca sempre allo stesso valore, che corrisponde, quindi, alla resistenza.

Per verificare che l'esperimento sia riuscito, è stato realizzato il grafico "Caratteristica della tensione-corrente", in cui si osserva che la linea di tendenza coincide pressoché con la spezzata che congiunge i valori trovati sperimentalmente.

La spezzata e la retta di tendenza non coincidono totalmente a causa di alcuni errori sperimentali, come l'errore di parallasse, relativo all'amperometro, essendo analogico, e il fatto che il cursore del reostato non ingrani perfettamente.

Di conseguenza, si può affermare che l'esperimento sia riuscito nell'ambito degli errori sperimentali.

Esperienza 2: Verifica sperimentale della Seconda Legge di Ohm

Lo scopo dell'esperimento è dimostrare la Seconda Legge di Ohm.

Strumenti e materiali

- Trasformatore (5,3 V, 6 A);
- Ponte a diodi;
- Reostato;
- Tester, in modalità voltmetro (fondoscala: 20 V; sensibilità: 0,01 V);
- Amperometro (fondoscala: 1 A; sensibilità: 0,01 A);
- Basetta (con 11 boccole);
- Conduttori elettrici unipolari;
- Resistenza di costantana.

Premessa teorica

Prendendo in considerazione due cilindri conduttori di lunghezza differente, si osserva che quello più lungo sente più resistenza dell'altro, in quanto ha più atomi. Si deduce, quindi, che la resistenza è proporzionale alla lunghezza.

Prendendo in considerazione, invece, due sfere di diametro diverso, si osserva che quello più piccolo sente più resistenza dell'altro in quanto ha un raggio minore. Si deduce, quindi, che la resistenza è inversamente proporzionale alla superficie.

Si sviluppa, dunque, la Seconda Legge di Ohm:

$$R = \rho \frac{l}{S} \left[\Omega = (\Omega \times m) \frac{m}{m^2} \right]$$

In questa legge, è inserita anche la resistività ρ , ossia l'attitudine di un materiale – da cui appunto dipende – a opporre resistenza al passaggio di cariche elettriche.

Esiste un'altra grandezza, corrispondente all'inverso della resistenza: la conduttanza. La sua unità di misura è il Siemens [S].

La Prima Legge di Ohm, quindi, diventa:

$$i = G \times \Delta V$$

La Seconda Legge di Ohm, invece:

$$G[S] = \delta \frac{S}{l}$$

In cui δ rappresenta la conduttività, misurata in Siemens al metro $\left[\frac{S}{m} \right]$.

Gli strumenti utilizzati per questo esperimento coincidono con quelli del precedente. L'unica differenza consiste nella sostituzione della resistenza di rame con quella di costantana.

La resistenza della costantana è minore di quella del rame.

La costantana è una lega composta da rame e nichel, con una resistività di $4,9 \times 10^{-7} \Omega \times m$.

Il suo nome è legato a una sua caratteristica fondamentale: mantiene invariata la sua resistività quando la temperatura varia.

Presenta vari scopi in ambito elettrotecnico per realizzare resistori, shunt per amperometri o termocoppie.

Procedimento

1. Realizzare un circuito (come quello dell'*Esperimento 1* sostituendo la resistenza di rame con quella di costantana).
2. Spostare il cursore del reostato in modo che la lancetta dell'amperometro coincida con una tacca scelta, ad esempio la trentottesima.
3. Visualizzare sul voltmetro il valore rilevato e annotarsi entrambi.
4. Spostare nuovamente il cursore del reostato, aumentando il valore di intensità elettrica segnata dall'amperometro.
5. Visualizzare sul voltmetro il valore rilevato e annotarsi entrambi.
6. Ripetere i punti 4 e 5, fino al raggiungimento del fondoscala dell'amperometro.

Dati e loro elaborazione

\bar{R} sperimentale		
i [A]	ΔV [V]	R [Ω] = $\frac{\Delta V}{i}$
0,47 A	0,40 V	0,85 Ω
0,51 A	0,43 V	0,84 Ω
0,55 A	0,46 V	0,84 Ω
0,60 A	0,51 V	0,85 Ω
0,65 A	0,57 V	0,88 Ω
0,70 A	0,64 V	0,91 Ω
0,75 A	0,68 V	0,91 Ω
0,80 A	0,69 V	0,86 Ω
0,85 A	0,72 V	0,85 Ω
0,90 A	0,78 V	0,87 Ω
0,95 A	0,84 V	0,88 Ω
1,00 A	0,89 V	0,89 Ω
\bar{R}		
0,87 Ω		

R teorica			
ρ [$\Omega \times m$]	l [m]	ϕ [m]	S [m^2] = $\frac{\pi}{4}\phi^2$
$4,90 \times 10^{-7} \Omega \times m$	1,00 m	$3,00 \times 10^{-4} m$	$\frac{\pi}{4}(3 \times 10^{-4})^2$ $= 7,07 \times 10^{-7} m^2$
R [Ω] = $\rho \frac{l}{S}$			
$4,9 \times 10^{-7} \times \frac{1}{7,07 \times 10^{-7}} = 0,69 \Omega$			

Scarto percentuale	
$S_{\%} = \frac{R_s - R_t}{R_t}$	
$\frac{0,87 - 0,69}{0,69} \times 100 = 26\%$	

Conclusioni

Lo scopo di questo esperimento era dimostrare la Seconda Legge di Ohm.

Per farlo, sono stati misurati sperimentalmente il valore di intensità della corrente elettrica e quello della differenza di potenziale in un circuito con una resistenza di costanza, calcolando così vari valori sperimentali della resistenza per, poi, trovarne la media.

Poi, è stato calcolato il valore della resistenza teorica per mezzo della Seconda Legge di Ohm, sfruttando i valori trovati su internet o su manuali di fisica e quelli scritti sulla resistenza stessa.

Infine, è stato calcolato lo scarto percentuale fra i due, che vale 26%.

Non si tratta di un valore alto, ma, comunque, sono stati commessi alcuni errori sperimentali, come il fatto che il cursore del reostato non ingrani perfettamente, i contatti del tester non ottimi che portano un'oscillazione del valore segnato dal voltmetro e l'errore di parallasse – relativo all'amperometro, essendo analogico.

In conclusione, si può affermare che l'esperimento sia riuscito nell'ambito degli errori sperimentali.