

Esempio di Relazione

Esperimento rivolto a Istituti di scuola superiore di secondo grado

Esperimento N°14

Luigi De Biasi

§.14 a) Studio della caratteristica di una resistenza

Obiettivo:

- Verificare la validità della legge di Ohm costruendo il grafico Tensione – Corrente per una resistenza.

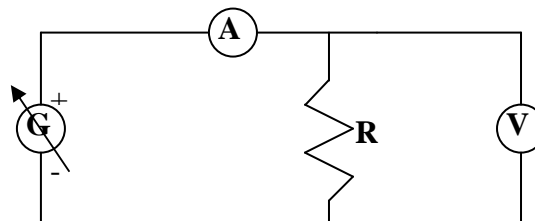
Materiale Adoperato:

- Alimentatore variabile in corrente continua 0 ÷15 V, I = 1A;
- Multimetro digitale, usato come amperometro, V max 20 V, errore 0,5% e sensibilità 0,01 V;
- Multimetro digitale, usato come voltmetro, I max 200 mA, errore 1,2 % e sensibilità di 0,1mA;
- Resistenza (270 ± 27) ohm , $\frac{1}{4}$ di watt , colori: rosso, viola, marrone, argento ;
- Conduttori elettrici con connettori per le connessioni;
- 2 Pinzette a coccodrillo per connessioni.

Discussione:

Per disegnare la curva caratteristica di una resistenza , quindi riportare su grafico la relazione tra tensione ai suoi capi e la corrente che l'attraversa, abbiamo realizzato lo schema elettrico in Figura 1 , molto comunemente noto come metodo Vol-Amperometrico. Variando la tensione di alimentazione del circuito di volta in volta misuriamo corrente e tensione sugli strumenti.

Figura 1



Sappiamo che per la legge di ohm $R = \frac{V}{I}$ e che la propagazione dell'errore su questa formula è

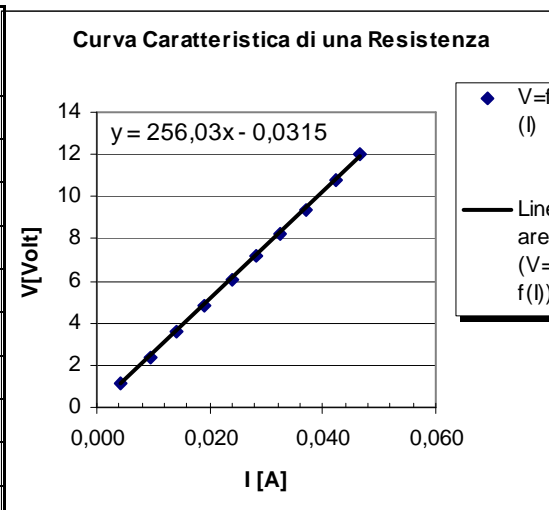
$$\Delta R = R \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \right) \text{ (formula approssimata) Nel calcolo dell'errore facciamo riferimento ai dati}$$

degli strumenti aggiungendo all'errore percentuale l'errore di sensibilità, dell'ordine dell'ultima cifra significativa data dello strumento: 0,01 V per il voltmetro e 0,01 mA per l'amperometro. Il grafico atteso è una retta passante per lo zero degli assi V (asse Y) - I (asse X). Abbiamo eseguito dieci misure ad intervalli di tensione di circa 1,3 Volt l'una dall'altra e ogni volta abbiamo registrato tensione e corrente segnata dagli strumenti.

Risultati Ottenuti:

Mis.	I	V	R	ΔR
[N]	[A]	[Volt]	[Ohm]	[Ohm]
1	0,004	1,13	256,82	12,48
2	0,009	2,38	253,19	8,06
3	0,014	3,62	254,93	6,83
4	0,019	4,81	253,16	6,16
5	0,024	6,09	253,75	5,79
6	0,028	7,22	254,23	5,57
7	0,033	8,27	254,46	5,42
8	0,037	9,41	254,32	5,28
9	0,043	10,83	254,82	5,17
10	0,047	11,98	257,08	5,14

Graf. 1



Come emerge dal grafico (**Graf.1**) la curva è lineare (una retta) ed il suo coefficiente angolare rappresenta la resistenza **$R = 256 \text{ Ohm}$** .

Il valor medio ottenuto della resistenza calcolata è **$R = (254,68 \pm 6,59) \text{ Ohm}$** ; questi valori sono un po' differenti di quello dichiarato, del costruttore **$R = (270 \pm 27) \text{ Ohm}$** , ma se ci mettiamo nelle condizioni più favorevoli sono confrontabili negli errori.

Comunque dato che il valore misurato di **R** è sempre inferiore a quello dichiarato dal costruttore, questo ci fa pensare ad un errore sistematico che abbiamo commesso e abbiamo trascurato.

Osservando attentamente il circuito vediamo che mentre il voltmetro misura esattamente la tensione sulla resistenza, l'amperometro misura la corrente che attraversa la resistenza più quella che passa sul voltmetro, che non è zero dato che la resistenza del voltmetro non è infinita. La corrente misurata dall'amperometro è maggiore di quella che realmente passa su **R** e usando questa nell'applicazione della legge di Ohm otteniamo un valore della resistenza inferiore a quello atteso.

§.14 b) Studio della caratteristica di una lampadina

Obiettivo:

- Verificare l'applicabilità della prima legge di Ohm costruendo il grafico Tensione – Corrente per una lampadina.

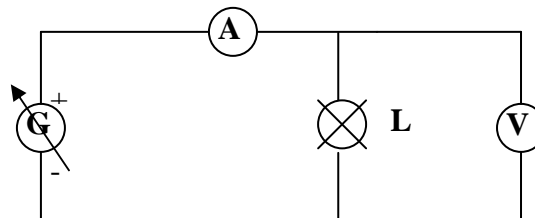
Materiale Adoperato:

- Alimentatore variabile in corrente continua 0 ÷15 V, I max = 2A;
- Multimetro digitale, usato come amperometro, V max 20 V, errore 0,5% e sensibilità 0,01 V;
- Multimetro digitale, usato come voltmetro, I max 2 A, errore 1,2 % e sensibilità di 0,001 A;
- Lampadina a Incandescenza 12V, 3 Watt;
- Conduttori elettrici con connettori per le connessioni;
- 2 Pinzette a coccodrillo per connessioni.

Discussione:

Al fine di raggiungere l'obiettivo su citato abbiamo realizzato lo schema elettrico in Figura 2, che come detto anche in precedente esperimento, rappresenta il metodo Volt-Amperometrico. Facciamo delle misure di tensione e di corrente, variando di volta, in volta, la tensione del generatore. Per stabilire le portate adeguate degli strumenti osserviamo i dati dichiarati dal costruttore per la lampadina, la tensione di funzionamento a regime della lampadina è 12 V, mentre la corrente assorbita la otteniamo dalla relazione $I = \frac{P}{V}$ e che in base ai dati dovrebbe essere dell'ordine dei 250 mA, quindi adottiamo una portata di 2 A fondo scala per l'amperometro in dotazione (Multimetro digitale). Per non danneggiare la lampadina non dobbiamo superare 12 V dichiarati dal costruttore.

Figura 2



Prima di tutto cerchiamo la tensione alla quale il filamento della lampadina comincia ad illuminarsi e suddividiamo le nostre misure in due serie: una da un valore minimo (0,15 V) alla tensione di accensione del filamento (0,94 V) e un'altra serie da quest'ultima alla tensione di funzionamento (12 V), misurando ogni volta la corrente.

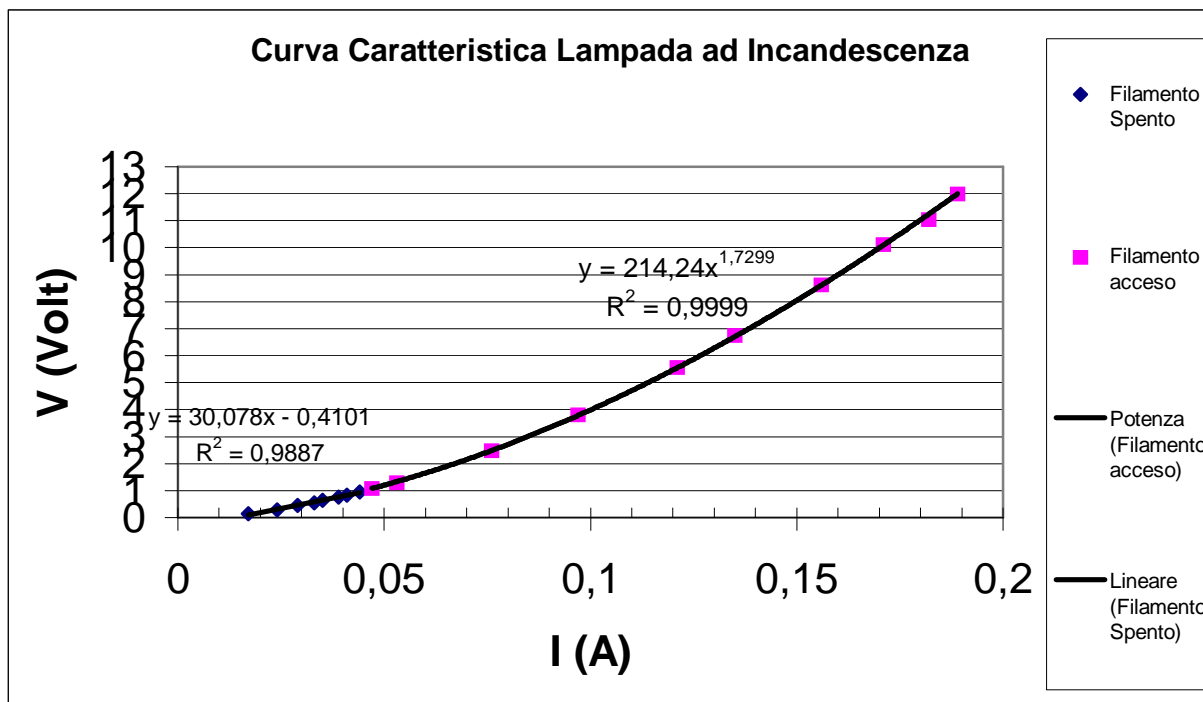
Il risultato atteso è che fino alla tensione d'accensione del filamento, che dipende anche dalla luce presente nella stanza e dalla sensibilità del nostro occhio, dovrebbe aversi una relazione lineare tra V ed I, cioè verifica la legge di Ohm; oltre il valore della tensione di accensione del filamento la relazione non dovrebbe essere lineare e quindi non è applicabile la legge di Ohm.

Risultati Ottenuti:

Da 0 a V1 d'inizio illuminamento						
Mis [N].	I [A]	V [Volt]	R [Ohm]	ΔR [Ohm]	ΔI [A]	ΔV [V]
1	0,017	0,15	8,82	1,26	0,001	0,018
2	0,024	0,28	11,67	1,10	0,001	0,024
3	0,029	0,44	15,17	1,13	0,001	0,032
4	0,033	0,55	16,67	1,09	0,001	0,038
5	0,035	0,64	18,29	1,12	0,001	0,042
6	0,039	0,76	19,49	1,09	0,001	0,048
7	0,041	0,84	20,49	1,09	0,001	0,052
8	0,044	0,94	21,36	1,08	0,002	0,057

Da V1 a 12 V FUNZIONAMENTO				
Mis. [N]	I [A]	V [Volt]	ΔI [A]	ΔV [V]
9	0,047	1,09	0,002	0,065
10	0,053	1,31	0,002	0,076
11	0,076	2,48	0,002	0,134
12	0,097	3,81	0,002	0,201
13	0,121	5,58	0,002	0,289
14	0,135	6,75	0,003	0,348
15	0,156	8,63	0,003	0,442
16	0,171	10,13	0,003	0,517
17	0,182	11,06	0,003	0,563
18	0,189	12,01	0,003	0,611

Graf. 2

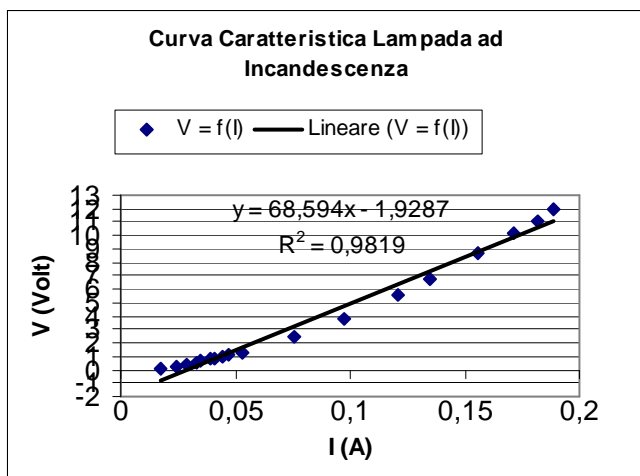


Anche dai differenti valori ottenuti di R per il primo tratto possiamo affermare che l'andamento non è perfettamente lineare, infatti si ha un valore della pendenza che discosta dal valore della resistenza trovato

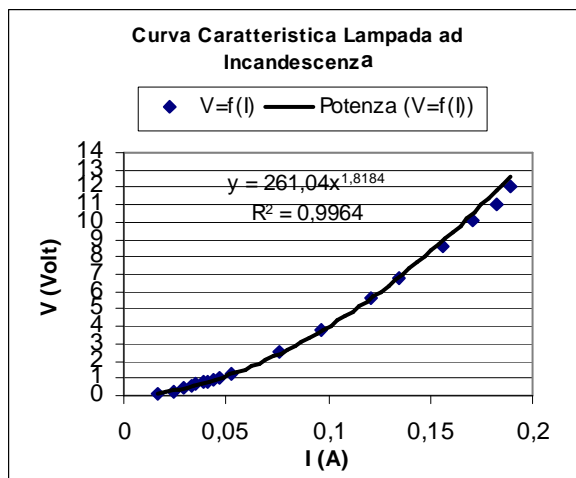
$R = (16,49 \pm 1.12)$ ohm contro quello ottenuto dal coefficiente angolare della retta per cui $R = 30,10$ Ohm.

Dai risultati ottenuti sperimentalmente visibili nel grafico (**Graf.2**) emerge che la relazione tra tensione e corrente si può considerare lineare per il primo tratto, come per una resistenza, ma dopo l'accensione del filamento perde la linearità. La curva che rappresenta meglio i dati è una potenza come è visibile nei grafici (graf.3 e graf.4) nei quali è stata messa come linea di tendenza una retta e una curva di potenza. Il fattore R^2 indica lo scarto medio dei miei punti dalla previsione teorica ottenuta per interpolazione; vediamo che nel grafico con la curva di potenza è prossimo ad uno, infatti tale curva interpola meglio i nostri dati; questo risultato ci fa affermare che la relazione tra V ed I non è lineare, $V = 261,04 \cdot I^{1,8184}$.

Graf. 3



Graf. 4



L'aumento della pendenza della curva è legata al fatto che cresce con l'aumentare della temperatura la resistenza $R = R_{20}(1 + \alpha(T - 20C^0))$ poiché aumentando la temperatura aumenta la resistività dei materiali secondo la relazione $\rho = \rho_{20}(1 + \alpha(T - 20C^0))$, dove ρ è la resistività e α è il coefficiente termico, ρ_{20} è la resistività a $20 C^0$. Inoltre gli elettroni presenti sulla superficie del filamento di tungsteno all'incandescenza vengono emessi per effetto termoionico, cioè hanno l'energia necessaria per lasciare il metallo, questa energia (lavoro d'estrazione) dipende dal materiale e della temperatura a cui si trova il metallo (per il tungsteno a $20 C^0$ vale $4,4 eV$) e diminuisce con l'aumentare della temperatura e questo processo di emissione fa diminuire gli elettroni di conduzione e quindi contribuisce a fare aumentare la pendenza della retta e quindi la resistenza. Infine da non trascurare è l'energia dissipata nel tungsteno per effetto Joule data dalla relazione $P = RI^2$.

Per concludere possiamo costruire il Grafico Bilogarithmico (Graf.5) Tensione (Y) - Corrente (X). Se tracciamo la curva di tendenza questa è una retta con coefficiente angolare 1,8184, cioè esattamente l'esponente della relazione $V = 261,04 \times I^{1,8184}$.

Graf. 5

