

LABORATORIO DI FISICA II CORSO A-L

Università degli studi di Catania

Facoltà di Scienze

Dipartimento di Fisica e Astronomia

Giuseppe Galilei

Verifica della resistenza totale di due resistenze in serie ed in parallelo con il ponte di Wheatstone.

➤ Introduzione.

Agli inizi del XIX secolo furono intrapresi studi sull'elettricità, Humpry Davy arrivò perfino alla conclusione che il potere conduttore varia con la temperatura. Successivamente Georg Simon Ohm riprese queste indagini e definì la resistenza elettrica, nei conduttori metallici, il rapporto della differenza di potenziale con l'intensità di corrente elettrica. Ohm studiò tutto in modo empirico, basandosi soltanto sull'osservazione del fenomeno e senza far riferimento alla struttura atomica.

La prima legge di Ohm vale solo per conduttori metallici ed è espressa dalla seguente

relazione: $\frac{V}{I} = \text{COSTANTE}$.



Ohm studiò anche come varia la resistenza in un conduttore filiforme deducendo una relazione matematica chiamata seconda legge di Ohm: $R = r \frac{l}{S}$ (1). Dove (R) rappresenta la resistenza, (l) la lunghezza del conduttore, (S) la sezione e (r) è la resistività e dipende dal tipo di materiale di cui è composto il conduttore e dalla temperatura.

Si definisce resistenza elettrica il rapporto della tensione (V) con l'intensità di corrente elettrica, ed è possibile definirla per tutti i materiali, nei conduttori metallici il rapporto si mantiene costante mentre negli isolanti la resistenza è variabile.

$$R = \frac{V}{I} \quad (2) \text{ RESISTENZA ELETTRICA.}$$

Quando ci troviamo davanti a circuiti elettrici dobbiamo conoscere oltre alle leggi di Ohm anche i principi di Kirchoff, che studiò le reti elettriche e ne ricavò due principi.

Il primo principio di Kirchoff afferma che in un nodo la somma algebrica delle correnti elettriche è nulla:



$\sum_{i=1}^N I_i = 0$ (3). Mentre il secondo afferma che la somma algebrica delle forze elettromotrici è uguale alla somma algebrica delle cadute di tensione. $\sum_{i=1}^N e_i = \sum_{k=1}^K I_k R_k$ (4).

Si parla di rete elettrica quando ci sono più generatori e più conduttori collegati tra loro. Un ramo è quella porzione di rete elettrica che contiene almeno un conduttore elettrico. Il punto in cui convergono più

di due rami si chiama nodo. La maglia non è altro che un qualsiasi percorso, che partendo da un nodo vi ritorna senza passare due volte sullo stesso ramo.

➤ Cenni teorici.

Nella pratica si presenta assai spesso il problema di misurare la resistenza di un conduttore. Nel caso in cui questo sia fatto di un metallo di resistenza specifica nota, ed abbia inoltre una forma geometrica semplice (filiforme), si può facilmente calcolare la sua resistenza a mezzo della (1). In generale è però preferibile misurare la resistenza di un conduttore anziché calcolarla. Per la misura della resistenza elettrica esistono numerosi dispositivi che possono però essere raggruppati in tre sole categorie o metodi:

1. metodo volt-amperometrico che è una diretta applicazione della (2).
2. Metodo dell'ohmetro in cui si usa un voltmetro di resistenza r_1 nota, in serie con una pila tale da far deviare il voltmetro a fondo scala. Se nel circuito si inserisce il resistore di resistenza R incognita, la deviazione del voltmetro si riduce. Si può così tarare la scala del voltmetro direttamente in ohm.
3. Metodo del ponte in cui si confronta la caduta di tensione ai capi del resistore incognito con quelle ai capi di resistori campione percorsi da correnti.

Molto spesso per la misura delle resistenze si usa un dispositivo detto *ponte di Wheatstone*, costituito da quattro resistenze collegate come in figura 1.

La resistenza incognita R_x viene inserita tra i punti C e B, mentre la resistenza R è una resistenza campione rispetto alla quale viene confrontata la R_x . Le resistenze R_1 ed R_2 sono realizzate o con delle cassette di resistenze fisse (ponte di Wheatstone a cassetta) o con un unico filo calibrato ADB si sezione (S) e lunghezza (l) generalmente di 1m (ponte di Wheatstone a filo) e, come abbiamo visto, di resistenza totale $R_T = R_1 + R_2 = \rho l / S$. Sul filo scorre un cursore che permette il contatto mobile D consentendo, così, di poter variare il rapporto tra le lunghezze l_1 ed l_2 dei due tratti di filo e quindi il rapporto tra le loro resistenze R_1 ed R_2 rispettivamente. Il ponte vero è proprio è costituito dal ramo CD, in cui un galvanometro è messo in serie ad una resistenza variabile R_S ed un tasto T_2 .

Chiudendo il tasto T_1 e poi quello T_2 , regolando le resistenze ai lati del ponte si deve far in modo che il galvanometro non segnali passaggio di corrente. Ciò va fatto per tentativi partendo dal valore massimo R_S fino ad escluderla del tutto. In tale condizione i punti C e D sono allo stesso potenziale ed il ponte si dice in equilibrio.

$$iR = i_1 R_1 = i_2 R_2$$

Si ha quindi: $i=i_1$ ed $i_1=i_2$ per cui si ha che $iR_x = i_1 R_x = i_2 R_2$.

$$\frac{R}{R_x} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow R_x = \frac{R R_2}{R_1}$$

Se il ponte è a filo, poiché $R_1 = r \frac{l_1}{S}$ ed $R_2 = r \frac{l_2}{S}$ si ha che $R_x = R \frac{l_2}{l_1}$ (5).

Nelle condizioni di misura il galvanometro è usato come voltmetro di zero di grande sensibilità ed è questo che rende il metodo vantaggioso poiché la sensibilità volumetrica può arrivare fino a 10^{-4} - 10^{-5} volt. Se qualcuna delle resistenze del ponte è molto piccola (≤ 10) la resistenza dei contatti assume importanza nell'influire sulla precisione della misura.

➤ Apparato sperimentale.

1. Ponte di Wheatstone.
2. Microamperometro a zero centrale.
3. Tester.
4. Pila.
5. Resistenza a cassetta.
6. Resistenze incognite.

Durante l'esecuzione dell'esperienza si è utilizzato un dispositivo simile a quello della figura seguente:

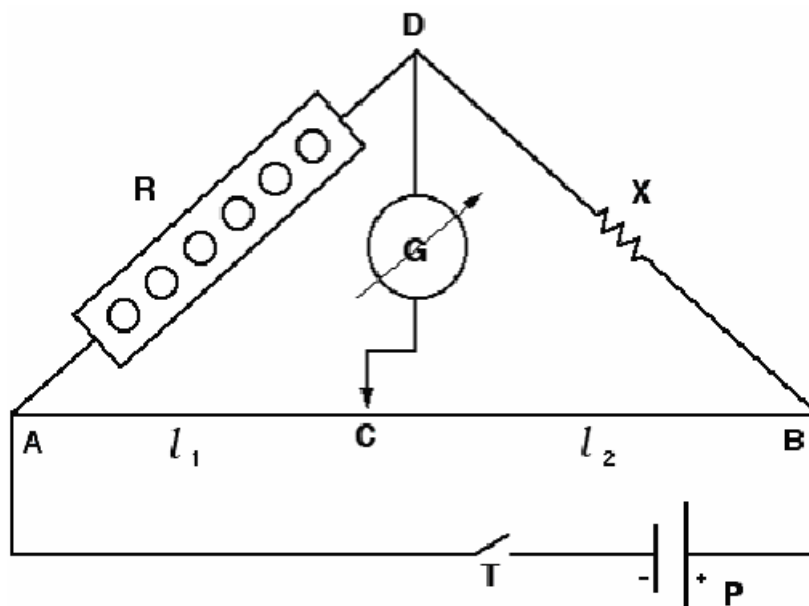


Figura 2

➤ Descrizione dell'esperienza.

Dopo aver montato il circuito come in figura 2, ho posto il cursore C al centro del filo in modo da avere un rapporto tra lunghezze unitario. Ho inserito tra i punti C e D, in un primo momento, un amperometro che inizialmente ho posto alla massima portata. Chiudendo l'interruttore T mi accorgevo che l'indice dello strumento si discostava notevolmente dallo zero, ciò indicava il passaggio di corrente e quindi lo squilibrio del ponte. Agendo sulle manopole della cassetta resistiva variavo la sua resistenza in modo da portare lo strumento nella posizione di zero approssimativo ed individuato tale valore abbassavo di volta in volta la sensibilità dello strumento fino a portarmi alla portata minima. Ho poi sostituito l'amperometro con un microamperometro ed infine con un galvanometro ed ho ripetuto la procedura precedente anche per questo strumento rilevando alla fine un valore pari a $R_1=1082,7\pm 0,10$ per la prima resistenza incognita ed un valore pari a $R_2=985,6\pm 0,10$ per la seconda resistenza incognita. Questi valori di R sostituiti nell'espressione (5) poiché il rapporto delle lunghezze è pari ad uno ci restituisce proprio il valore delle resistenze cercate. Dopo aver eseguito la misura di ciascuna resistenza incognita singolarmente ho collegato per prima cosa queste resistenze in serie e le ho inserite nel ponte di Wheatstone e operando come descritto precedentemente ho ottenuto $R_{serie}=2069,3\pm 0,10$.

	Collegamento Serie	Collegamento Parallelo
Misura col tester	$R=2,06\pm 0,01 \text{ k}\Omega$	$R=0,515\pm 0,001 \text{ k}\Omega$
Misura con il ponte di Wheatstone	$R=2069,3\pm 0,1\Omega$	$R=516,3\pm 0,1\Omega$
Relazione teorica	$R=2068,3\pm 0,2\Omega$	$R=515,94\pm$

Tra i valori misurati col tester e quelli misurati con il ponte di Wheatstone c'è un perfetto accordo; mentre tra i valori misurati sperimentalmente e quelli ricavati teoricamente non c'è accordo. La causa di tale disaccordo potrebbe essere dovuta al fatto che i puntali utilizzati erano parzialmente ossidati e che parte della corrente si è dissipata per effetto Joule nei fili usati per il collegamento.

➤ **Bibliografia.**

A. Foti e C. Gianino “Elementi di Analisi dei dati sperimentali” Liguori, Napoli.

J. R. Taylor “Introduzione all’analisi degli errori” Zanichelli, Bologna.

Amaldi-Bizzarri-Pizzella “Fisica Generale” Zanichelli Bologna.

R. Ricamo “Guida alle sperimentazioni di Fisica” Ambrosiana, Milano.

Prof. N.Arena Appunti delle lezioni anno accademico 2003-2004.

Prof. S. Costa Raccolta delle esperienze di Laboratorio di Fisica Generale II.