

Corso di Laurea in Scienza dei Materiali
Laboratorio di Fisica II

ESPERIENZA DC1

Circuiti in corrente continua

Scopo dell'esperienza:

1. Utilizzo di voltmetro ed amperometro;
2. verifica della validità della legge di Ohm attraverso la determinazione della caratteristica I/V di un conduttore ohmico;
3. verifica delle regole per il calcolo della resistenza equivalente di più resistori composti in serie e in parallelo e delle regole del partitore di tensione e di corrente;
4. analisi di un circuito misto serie/parallelo;
5. misura della resistenza interna del voltmetro e dell'amperometro.

Richiami teorici

Legge di Ohm:

$$V = R I \quad (1)$$

dove:

V = differenza di potenziale (unità di misura: volt, V)

I = intensità di corrente (unità di misura: ampere, A)

R = resistenza elettrica (unità di misura: ohm, Ω)

ovvero:

$$I = G V \quad (2)$$

dove:

V = differenza di potenziale (unità di misura: volt, V)

I = intensità di corrente (unità di misura: ampere, A)

G = conduttanza (unità di misura: Siemens, S)

Resistori collegati in serie.

La resistenza equivalente vale:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (3)$$

Quando una composizione di resistori disposti in serie viene chiusa su un generatore di tensione, che fornisce una f.e.m. V , la caduta di potenziale ai capi di ogni resistore, V_x , può essere determinata, senza dover prima calcolare la corrente che fluisce nella maglia, conoscendo il valore delle resistenze di ciascun resistore:

$$V_x = \frac{R_x}{R_{eq}} V \quad (4)$$

(questa è una conseguenza della legge delle tensioni di Kirchhoff).

Resistori collegati in parallelo.

La resistenza equivalente vale:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (5)$$

ovvero la conduttanza equivalente vale:

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots \quad (6)$$

Quando una composizione di resistori disposti in parallelo viene chiusa su un generatore di corrente (o di tensione), che fornisce una corrente I , la corrente che percorre ogni resistore, I_x può essere determinata, senza dover prima calcolare la caduta di potenziale ai capi del parallelo, conoscendo il valore delle conduttanze di ciascun resistore:

$$I_x = \frac{G_x}{G_{eq}} I \quad (7)$$

(questa è una conseguenza della legge delle correnti di Kirchhoff).

Voltmetro ed amperometro

Lo strumento che permette di misurare la differenza di potenziale esistente tra due punti di un circuito elettrico è il voltmetro. Esso deve essere collegato in parallelo all'elemento (o agli elementi) ai capi del (dei) quale (quali) si vuole effettuare la misura di tensione, in modo che esso senta la stessa differenza di potenziale. Per variare il meno possibile il valore della corrente che fluisce nel circuito, e pertanto anche della tensione che si vuole misurare, è necessario che il suo inserimento nel circuito provochi la più piccola variazione possibile della resistenza totale del circuito: esso, pertanto, dovrà possedere una resistenza interna molto grande.

Lo strumento che permette di misurare la corrente che fluisce in una certa parte di un circuito elettrico, ovvero in un certo ramo, è l'amperometro. Esso deve essere collegato in serie all'elemento (o agli elementi) attraversato (attraversati) dalla corrente che si vuole misurare in modo che esso senta la stessa corrente. Per variare il meno possibile il valore della corrente presente nel circuito è necessario che il suo inserimento provochi la più piccola variazione possibile della resistenza totale del circuito: esso, pertanto, dovrà possedere una resistenza interna il più possibile piccola.

Inoltre, per misurare delle correnti più elevate della massima corrente che lo strumento può sopportare senza danneggiarsi, ovvero per far operare lo strumento su un fondoscala (f.s.) maggiore, si può inserire in parallelo allo strumento una opportuna resistenza, di modo che nel ramo contenente lo strumento non venga mai a circolare una corrente superiore al valore massimo. Tale resistenza viene inserita automaticamente scegliendo il fondoscala di lavoro dell'amperometro e viene vista dall'utilizzatore esterno come parte integrante della resistenza interna dello strumento.

Attività sperimentale

A1. Verifica della legge di Ohm

Utilizzate uno dei resistori ohmici a disposizione ($R \geq 100 \Omega$), del quale potete misurare direttamente la resistenza con l'ohmetro, e applicate almeno 10 diversi valori di potenziale elettrico (4 V max) servendovi del generatore di tensione continua in dotazione, in modo da riempire la tabella sottostante. Per ogni misura, determinate con il voltmetro il valore della caduta di potenziale ai capi del resistore e con l'amperometro il valore della corrente che lo attraversa.

Resistenza misurata con l'ohmetro: $R = (\quad \pm \quad) \Omega$

Misure effettuate con il circuito:

<i>misura</i>	<i>tensione (V)</i>	<i>corrente (A)</i>
1	±	±
2	±	±
3	±	±
4	±	±
5	±	±
6	±	±
7	±	±
8	±	±
9	±	±
10	±	±

Disegnate lo schema elettrico del circuito, indicando anche i collegamenti di voltmetro e amperometro.

Riportate in un grafico i valori ottenuti (caratteristica $I-V$, cioè I in funzione di V), indicando anche gli errori di misura sia su I che su V . (Suggerimento: utilizzate un foglio di carta millimetrata.)

Effettuate una regressione lineare delle tensioni misurate (colonna 2, variabile y) in funzione delle correnti misurate (colonna 3, variabile x), del tipo: $V = a + I b$, ovvero $y = a + x b$, riportando i valori dei coefficienti determinati con i relativi errori, nella seguente tabella:

$a (V)$	$b (\Omega)$
\pm	\pm

Riportare la retta ottenuta sul grafico dei valori sperimentali.

Indicate il valore del coefficiente di correlazione lineare che si ottiene dai dati ed in base ad esso dite se una regressione di tipo lineare è corretta.

Confrontate il valore ottenuto per il coefficiente b , che rappresenta la resistenza del resistore utilizzato, con il valore misurato direttamente con l'ohmetro. Dite se i due valori sono compatibili.

FACOLTATIVO

Nel caso che il valore del coefficiente b ottenuto dalla regressione sia significativamente diverso dal valore di resistenza misurato con l'ohmetro, spiegare quale possa essere l'origine di tale discrepanza.

FACOLTATIVO

Nel caso che il valore del coefficiente a sia significativamente diverso da zero, cioè che differisca da zero per più dell'errore, spiegare quale possa essere l'origine di tale valore.

A2. Resistenze in serie

Collegate in serie alcuni resistori ohmici tra quelli a disposizione (almeno tre, con valori maggiori di 100 Ω ciascuna).

Misurate con l'ohmetro la resistenza equivalente della combinazione realizzata:

$$R_{eq} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Applicate un potenziale elettrico (4V max) e misurate tutte le possibili correnti e le differenze di potenziale ai capi delle resistenze: riportate i valori nella seguente tabella:

<i>R</i>	<i>corrente (mA)</i>	<i>tensione (V)</i>	<i>partitore di V</i>	<i>compatibilita'</i>
1	\pm	\pm		
2	\pm	\pm		
3	\pm	\pm		
4	\pm	\pm		
5	\pm	\pm		

(Suggerimento: annotate il fondo scala dell'amperometro quando effettuate le misure).

Disegnate lo schema elettrico del circuito, indicando anche i collegamenti di voltmetro e amperometro.

Dal valore della corrente che attraversa la serie determinare la resistenza di tale serie e dire se tale valore e' compatibile con quello misurato con l'ohmetro.

$$R_{serie} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Confrontate le tensioni misurate ai capi di ciascun resistore con il corrispondente valore ottenuto applicando la regola del partitore di tensione (da riportare nella quarta colonna della tabella) e dite se tali valori sono compatibili (quinta colonna della tabella).

A3. Resistenze in parallelo

Collegate in parallelo alcuni resistori ohmici tra quelli a disposizione (almeno tre con valori maggiori di 100 Ω ciascuna).

Misurate con l'ohmetro la resistenza equivalente della combinazione realizzata:

$$R_{eq} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Applicate un potenziale elettrico (4V max) e misurate tutte le possibili correnti e le differenze di potenziale ai capi delle resistenze: riportate i valori nella seguente tabella:

<i>R</i>	<i>tensione (V)</i>	<i>corrente (mA)</i>	<i>partitore di I</i>	<i>compatibilita'</i>
1	\pm	\pm		
2	\pm	\pm		
3	\pm	\pm		
4	\pm	\pm		
5	\pm	\pm		

(Suggerimento: annotate il fondo scala dell'amperometro quando effettuate le misure).

Disegnate lo schema elettrico del circuito, indicando anche i collegamenti di voltmetro e amperometro.

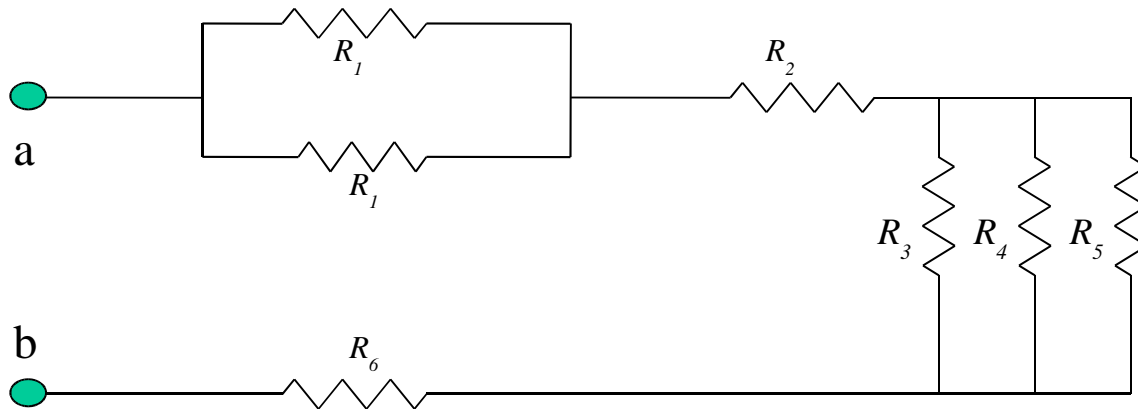
Dal valore della corrente che viene erogata dal generatore di tensione determinare la resistenza del parallelo di resistori e dire se tale valore e' compatibile con quello misurato con l'ohmetro.

$$R_{parallelo} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Confrontate le correnti misurate in ciascun ramo del parallelo con il corrispondente valore ottenuto applicando la regola del partitore di corrente (da riportare nella quarta colonna della tabella) e dite se tali valori sono compatibili (quinta colonna della tabella).

A4. Circuiti misti

Realizzate il circuito rappresentato in figura scegliendo dei valori delle resistenze diversi fra loro ma dello stesso ordine di grandezza (100-600 Ω).



Calcolate la resistenza equivalente

$$R_{eq} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Realizzate il circuito e verificate la correttezza del calcolo, misurando la resistenza equivalente direttamente con l'ohmetro

$$R_{ohmetro} = (\quad \pm \quad) \Omega$$

Dite se tali valori sono compatibili.

Inserite un potenziale di 5V fra i punti a e b e misurate le correnti nei diversi rami e le differenze di potenziale ai capi delle resistenze, riempiendo la seguente tabella.

(Suggerimento: annotate il fondo scala dell'amperometro quando effettuate le misure)

<i>R</i>	<i>V mis. (V)</i>	<i>V calc.</i>	<i>I mis (mA)</i>	<i>I calc.</i>
R1	±		±	
R2	±		±	
R3	±		±	
R4	±		±	
R5	±		±	
R6	±		±	

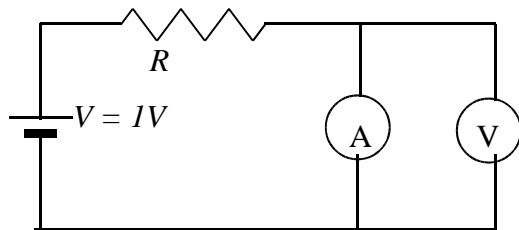
Calcolate i corrispondenti valori di correnti e tensioni eseguendo una analisi del circuito; riportate i valori nella tabella soprastante ed indicando a fianco dei valori calcolati se essi sono compatibili con quelli misurati (con un SI o un NO).

A5. Amperometro e voltmetro

Determinate sensibilità e risoluzione del voltmetro e dell'amperometro del vostro multimetro, per ognuno dei fondoscala disponibili. Riportate i valori nella tabella seguente.

<i>Amperometro</i>			<i>Voltmetro</i>		
<i>fs</i>	<i>sensibilità'</i>	<i>risoluzione</i>	<i>fs</i>	<i>sensibilità'</i>	<i>risoluzione</i>

Valutate, per ogni scala, la resistenza interna dell'amperometro realizzando il circuito seguente:

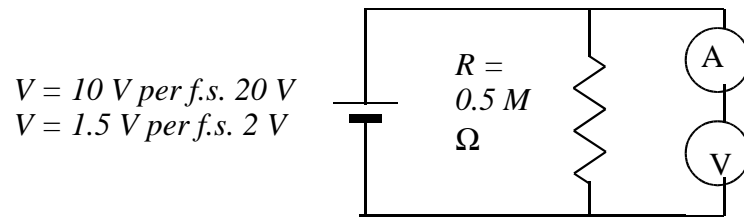


- $R = 0.3 M \Omega$ per f.s. $200 \mu A$
- $R = 1 K\Omega$ per f.s. $2 mA$
- $R = 100 \Omega$ per f.s. $20 mA$
- $R = 100 \Omega$ per f.s. $200 mA$
- $R = 10 \Omega$ per f.s. $20 A$

<i>fondo scala (mA)</i>	<i>I (mA)</i>	<i>V (V)</i>	<i>R interna (Ω)</i>
0.2	±	±	±
2	±	±	±
20	±	±	±
200	±	±	±
20000	±	±	±

Spiegate l'andamento della resistenza interna dello strumento in funzione del valore di fondo scala selezionato.

Valutate poi, per i fondo scala 2 V e 20 V, la resistenza interna del voltmetro, tramite il circuito seguente:



<i>fondo scala (mA)</i>	<i>I (mA)</i>	<i>V (V)</i>	<i>R interna (Ω)</i>
2	±	±	±
20	±	±	±

In base ai valori ottenuti per la resistenza interna dell'amperometro e del voltmetro vedere se e' necessario correggere i dati ottenuti ai punti A1-A4.