



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Verifica della Legge di Ohm

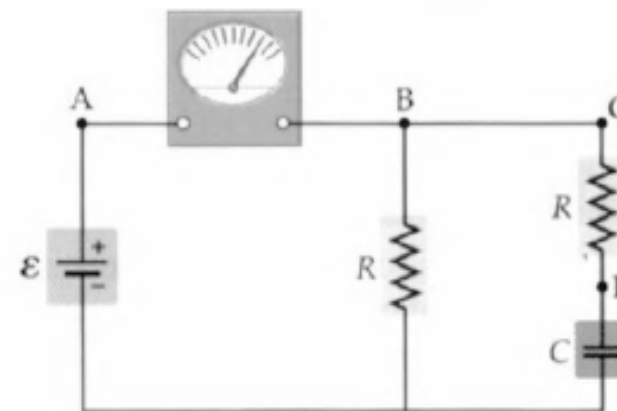
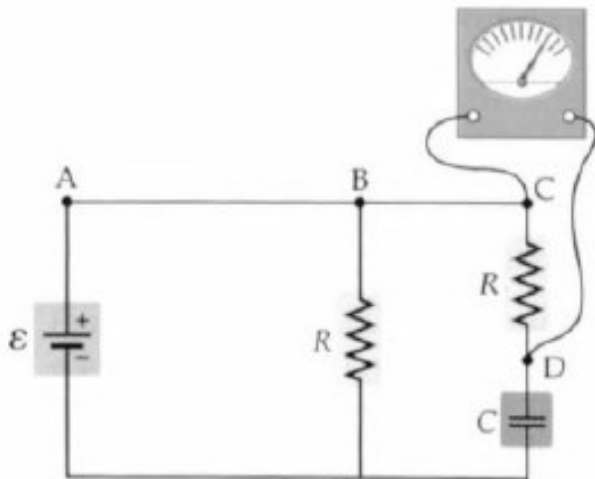
III Esperienza

# Il voltmetro e l'ampmetro

Il voltmetro e l'ampmetro vengono utilizzati per misurare la differenza di potenziale e la corrente in alcuni punti di un circuito elettrico.

Gli strumenti non dovrebbero alterare le grandezze che misurano.

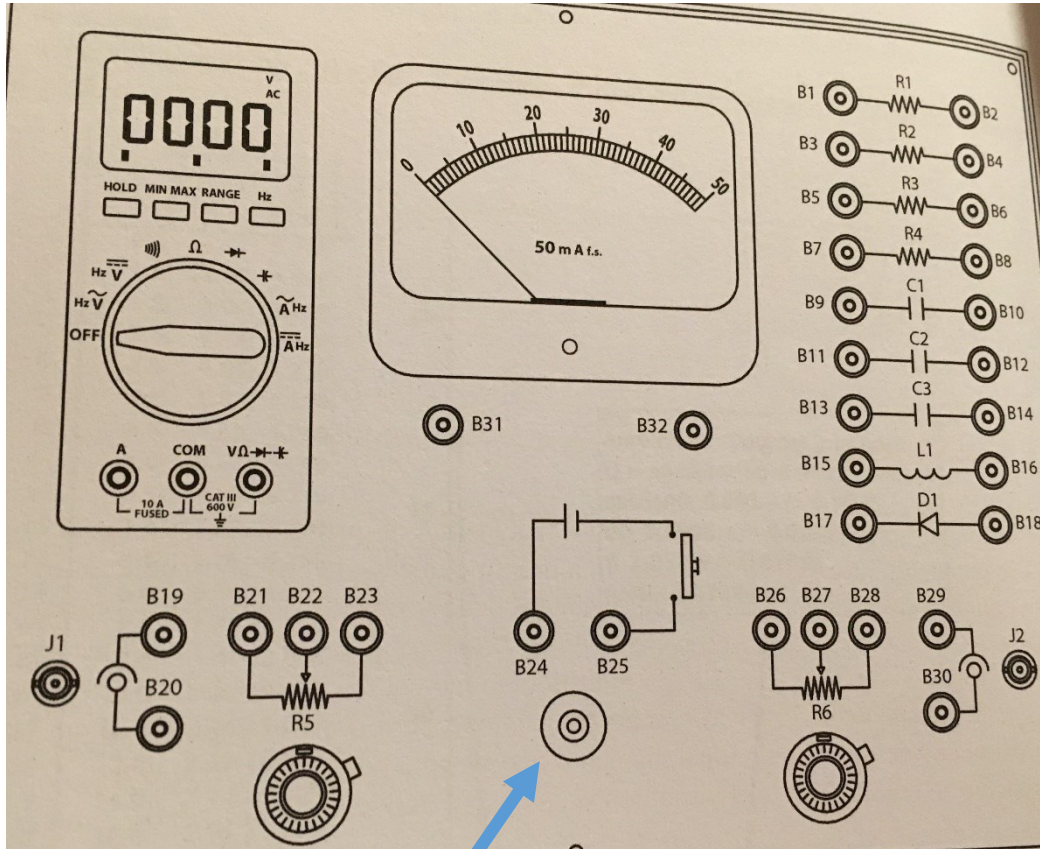
Il voltmetro viene posto in parallelo e quindi deve avere una resistenza interna molto grande, l'ampmetro viene collegato in serie quindi deve avere una resistenza interna molto piccola.



# Strumentazione



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



Pulsante per attivare la batteria del circuito

Collegando tra loro gli elementi potete realizzare un circuito elettrico a vostro piacimento.

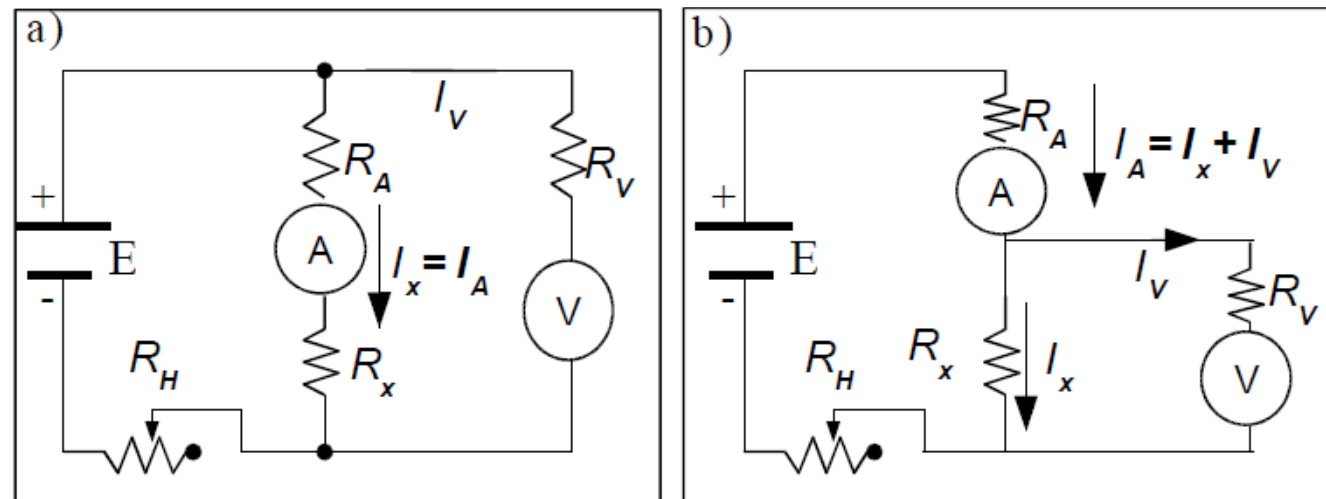
Avete a disposizione:

- resistenze (fisse R1,R2,R3,R4 e variabili R5 ed R6)
- batteria
- milli-amperometro: corrente di fondo scala = 50 mA
- multimetro digitale: utilizzabile per leggere tensione e valore della resistenza, incertezza sull'ultima cifra decimale.

# Misura di una resistenza ignota

- Collegando tra loro gli elementi potete realizzare un circuito per misurare il valore di una resistenza incognita  $R_x$
- Utilizziamo la legge di Ohm  $R = V/I$  dobbiamo quindi misurare tensione e corrente ai capi della resistenza

Possiamo costruire due circuiti per farlo (uso  $R_6$  come resistenza variabile, indicato come  $R_H$  in figura), dove  $R_A$  è la resistenza interna del milli-ampmetro e  $R_V$  è la resistenza interna del multimetro.

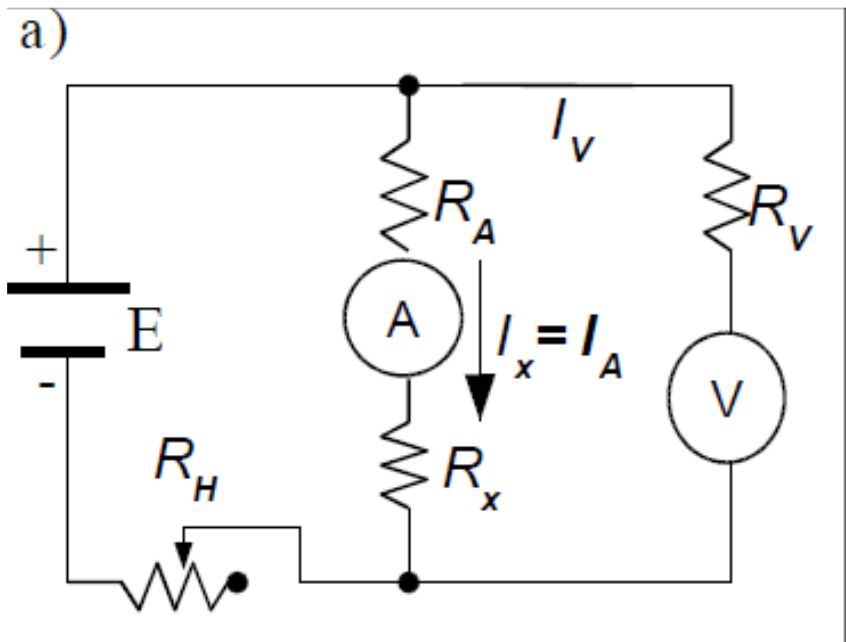


# Misura di una resistenza ignota

Nel caso a) la corrente  $I_x$  misurata dal milliamperometro e quella  $I_A$  che circola nella resistenza  $R_x$ , ma la differenza di potenziale misurata con un multimetro digitale è pari a  $V = I_x(R_x + R_A)$ .

Il valore misurato dalla resistenza  $R_M$  misurata vale:

$$R_M = \frac{V}{I_A} = \frac{I_A(R_x + R_A)}{I_A} = R_x + R_A$$



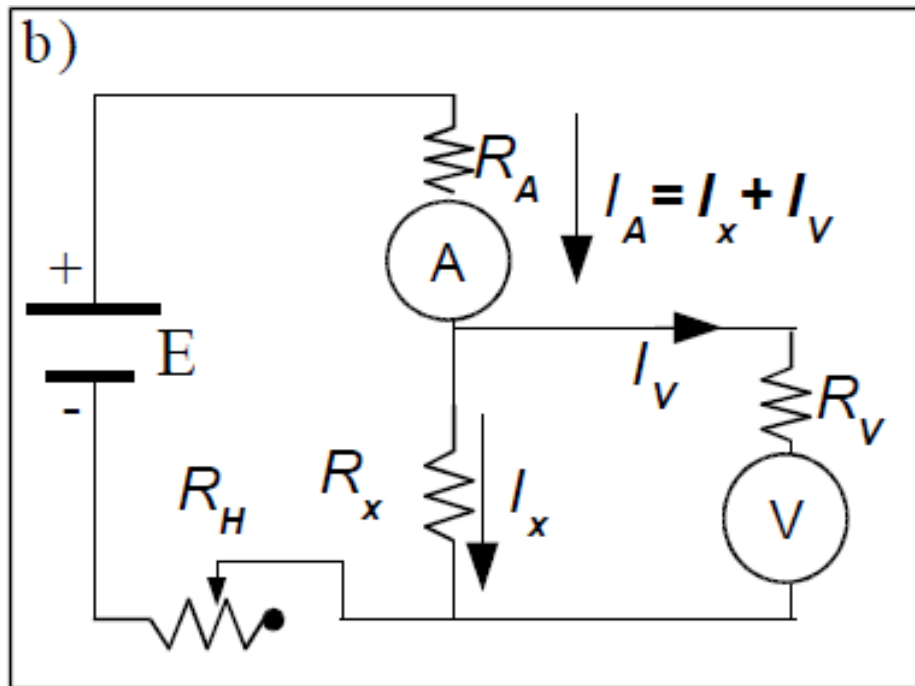
**Quindi  $R_A$  è un errore sistematico sulla misura della resistenza incognita.**

*Dato che  $R_A = 6\Omega$  e  $R_V \approx 40\text{ M}\Omega$*

*Posso usare questo metodo se  $R_x \geq 15\text{ k}\Omega$*

# Misura di una resistenza ignota

Nel caso b) il valore misurato dal voltmetro coincide con la differenza di potenziale effettiva ai capi della resistenza  $R_x$  ma la corrente misurata dal milliamperometro è  $I_A = I_x + I_V$ . Il valore di resistenza  $R'_M$  misurato risulta:



$$R'_M = \frac{V}{I_x + I_V} = \frac{R_x I_x}{I_x \left(1 + \frac{R_x}{R_V}\right)} = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V}$$

Quindi l'errore sistematico sulla misura della resistenza Incognita vale

$$\Delta R'_x = |R'_M - R_x| = \frac{R_x^2}{R_V \left(1 + \frac{R_x}{R_V}\right)} \approx \frac{R_x^2}{R_V} \quad \text{dove } R_V \approx 40 \text{ M}\Omega$$

Posso usare questo metodo se  $R_x < 15 \text{ k}\Omega$



# Procedimento

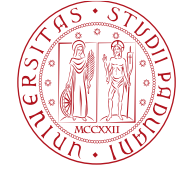
A piacere, scegliere come resistenza  $R_x$  una tra le quattro resistenze presenti nella cassetta, in base al valore di  $R_x$  si scelga l'opportuno circuito da costruire. Usare  $R_6$  come resistenza variabile  $R_H$

Riportare in tabella i valori della differenza di potenziale  $V$  e della corrente  $I$  misurati per almeno 10 posizioni del reostato  $R_H$ . Per ciascuna misura calcolare  $R = V/I$  con l'errore  $\Delta R$  associato.

| <i>Misura</i> | <i>I [mA]</i> | <i><math>\Delta I</math> [mA]</i> | <i>V [V]</i> | <i><math>\Delta V</math> [V]</i> | <i>R [<math>\Omega</math>]</i> | <i><math>\Delta R</math> [<math>\Omega</math>]</i> |
|---------------|---------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
|               |               |                                   |              |                                  |                                |  |
|               |               |                                   |              |                                  |                                |  |
|               |               |                                   |              |                                  |                                |  |

Calcolare il valore di  $R_x$  come media delle misure riportate in tabella e verificare che sia confrontabile entro l'errore con la misura diretta ottenuta con il multimetro digitale.

Calcolare inoltre  $R_x$  come il coefficiente angolare della retta di tendenza  $V = R I$  e verificare che sia compatibile con le misure ottenute.



# Stima delle incertezze di misura

$$\Delta I = \frac{\text{classe} \cdot 10^{-2} \cdot I_{f.s.}}{\sqrt{3}} = 0.43 \text{ mA}$$

per il milli-ampometro

$$\Delta V = 0.7 \cdot 10^{-2} \cdot V$$

$$\Delta R = \pm 0.9 \cdot 10^{-2} R$$

per il multimetro

$$\Delta R_x = R_x \sqrt{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I}\right)^2}$$

per il valore calcolato