



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

LABORATORIO DI FISICA II

ESPERIENZA 1

---

# MISURE VOLT - AMPEROMETRICHE

---

*Autori:*

Canteri Marco

Biasi Lorenzo

Damiani Emily

*Professore:*

William J. Weber

7 ottobre 2015

## **Abstract**

In questa esperienza misureremo il valore di una resistenza analizzando con un tester ICE le differenze di potenziale ai suoi capi e la corrente che gli passa attraverso. Verificheremo quindi il comportamento ohmico di tale resistenza. Lo facciamo in due modi, utilizzando un circuito con amperometro a monte e un circuito con amperometro a valle. Inoltre utilizzeremo due fondo scala diversi per ciascun circuito.

## **Indice**

# 1 Obiettivi

- Determinare il valore di resistenze tramite misure volt-amperometriche con il tester ICE, in configurazione amperometro “a monte” e “a valle”.
- Verificare il comportamento ohmico della resistenza e confrontare i valori ottenuti e le loro incertezze tra di loro e con il valore ottenuto da un multimetro digitale.

# 2 Strumenti

- Due tester ICE (tolleranza 5% fondoscala)
- resistenza da misurare
- generatore di tensione variabile
- breadboard
- cavi di collegamento

# 3 Procedura di misura

Abbiamo eseguito 4 misure di resistenza in totale. Le prime due misure sono state eseguite con un circuito con amperometro a monte rappresentato in figura (1a), le altre due sono state eseguite con amperometro a valle in figura (1b). Entrambe le coppie con 2 fondo scale diverse. Abbiamo effettuato la misura di differenza di potenziale e corrente con due tester ICE. L'incertezza di tali misure sono dovute esclusivamente alla risoluzione  $\Delta X$  della scala del tester: 5% del fondo scala. Quindi l'incertezza standard è:

$$\sigma X = \frac{\Delta X}{\sqrt{12}}$$

In realtà l'incertezza sulla misura è data anche dalle caratteristiche non ideali dei tester utilizzati. Nella seconda parte abbiamo analizzato i circuiti del tester utilizzato e introdotto alcuni elementi di correzione sulle misure effettuate per avere il valore più corretto della resistenza da misurare.

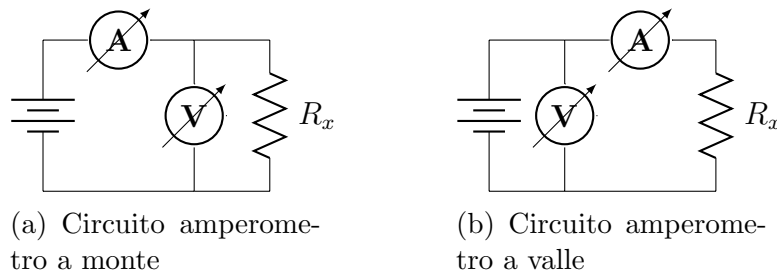


Figura 1: Circuiti usati per la misura

#### 4 Circuito amperometro a monte

#### 5 Cirucito amperometro a valle

#### 6 Analisi circuito tester ICE

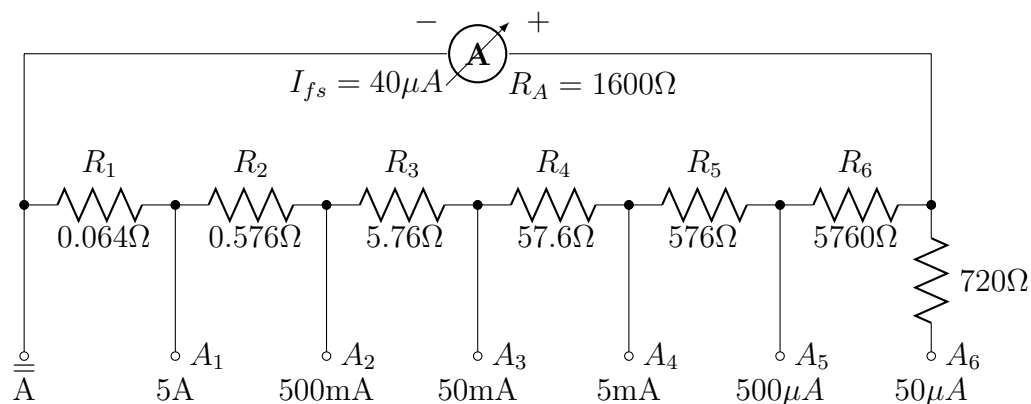


Figura 2: Schema semplificato tester ICE amperometro

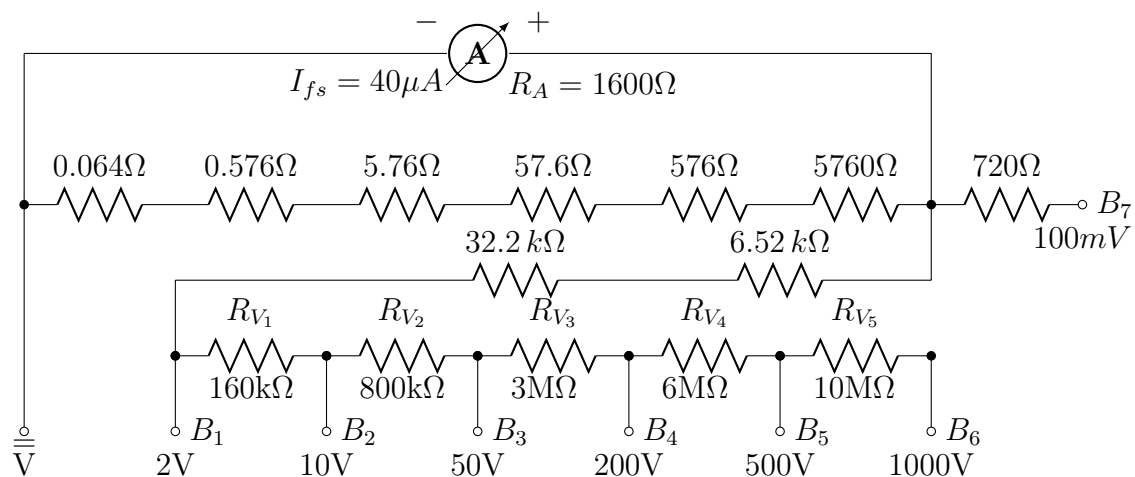


Figura 3: Schema semplificato tester ICE voltmetro

## 6.1 Analisi circuito amperometro a valle

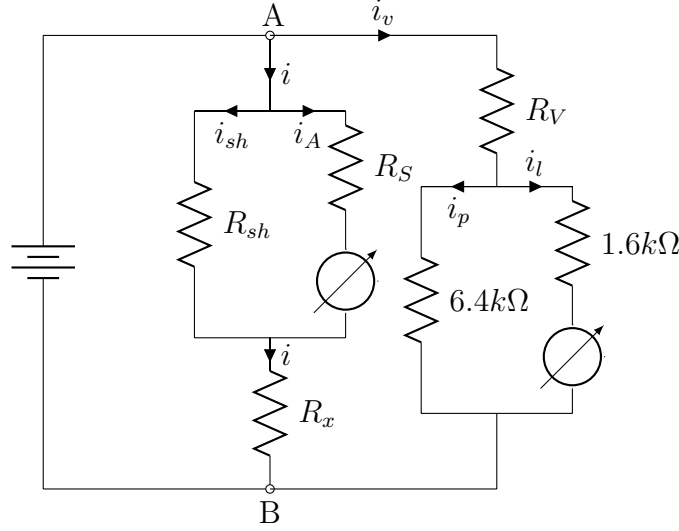


Figura 4: Schema amperometro a valle con generica lancetta collegata a bobina

Il circuito con l'amperometro a valle una volta collegato il circuito dell'amperometro in figura (2) tramite la bocchetta  $A_i$  e il circuito del voltmetro in figura (3) può essere schematizzato come nella figura immediatamente sopra. Analizziamo per primo il comportamento dell'amperometro, abbiamo  $R_x$  che è la nostra resistenza da misurare, mentre le restanti nel caso  $i \neq 6$  sono rispettivamente:

$$R_{sh} = \sum_{k=0}^{i-1} R_{i-k} \quad R_S = R_A + \sum_{k=1}^5 R_{k+1} \quad (1)$$

Nel caso  $i = 6$  valgono semplicemente  $R_S = 720 \Omega$ ,  $R_{sh} = 6400 \Omega$ . Per risolvere il circuito utilizziamo la legge di Kirchhoff sulle correnti

$$i = i_{sh} + i_A \quad (2)$$

Inoltre sappiamo dalla legge di Ohm

$$i_{sh} = \frac{\Delta V}{R_{sh}}, \quad i_A = \frac{\Delta V}{R_S} \implies i_{sh} = i_A \frac{R_S}{R_{sh}} \quad (3)$$

Se inseriamo l'equazione appena trovata nell'equazione (2) otteniamo

$$i = i_A \left( 1 + \frac{R_S}{R_{sh}} \right) = i_A \left( \frac{R_S + R_{sh}}{R_{sh}} \right) = i_A \left( \frac{8000}{R_{sh}} \right) \quad (4)$$

La bobina mobile dello strumento che utilizziamo produce una deflessione della lancetta pari al 100% quando è percorso da una corrente di  $40 \mu A$ , quindi la corrente misurata  $i_m$  con un fondo scala  $FS$  vale

$$i_m = FS \left( \frac{i_A}{40 \mu A} \right) \quad (5)$$

Combinando questa equazione con la (4) otteniamo

$$i_m = i \frac{FS R_{sh}}{40 \mu A 8000} \quad (6)$$

Notiamo ora che il prodotto  $FS R_{sh} = 0.32$  è sempre costante esattamente uguale a  $8000 * 40 \times 10^{-6}$ . Per cui

$$i_m = i \quad (7)$$

Ovvero la corrente misurata dall'amperometro è esattamente quella che entra all'interno dell'amperometro e che esce, quindi la corrente misurata è effettivamente la corrente che attraversa la resistenza  $R_x$  che dobbiamo misurare e non occorre correggerla.

Analizziamo ora il comportamento del voltmetro, abbiamo che se collegato alla bocchetta  $B_i$  con  $i \neq 7$

$$R_V = 38740 + \sum_{k=0}^{i-1} R_{V_i} \quad (8)$$

Nel caso  $i = 7$  abbiamo semplicemente  $R_V = 720 \Omega$ . Utilizzando come prima Kirchhoff possiamo scrivere

$$i_v = i_l + i_p \quad (9)$$

Dalla legge di Ohm

$$i_p = \frac{\Delta V'}{6400} \quad i_l = \frac{\Delta V'}{1600} \implies i_p = i_l \frac{1600}{6400} \quad (10)$$

Da cui mettendo nella (9)

$$i_v = i_l \left( 1 + \frac{1600}{6400} \right) = 1.25 i_l \implies i_l = 0.8 i_v \quad (11)$$

Come prima la bobina mobile dello strumento che utilizziamo produce una deflessione della lancetta pari al 100% quando è percorso da una corrente di  $40 \mu A$ , quindi la tensione misurata  $\Delta V_m$  con un fondo scala  $FS$  vale

$$V_m = FS \left( \frac{i_l}{40 \mu A} \right) = FS \left( \frac{0.8 i_v}{40 \mu A} \right) \quad (12)$$

Sia  $\Delta V$  la differenza di potenziale tra  $A$  e  $B$  possiamo scrivere con la legge di Ohm e la resistenza efficace  $R_{eff}$

$$i_v = \frac{\Delta v}{R_{eff}} = \frac{\Delta v}{R_V + 1280} \quad (13)$$

La (12) diventa

$$V_m = FS \frac{0.8 \Delta V}{(R_V + 1280) 40 \mu A} = \Delta V \frac{FS}{R_V + 1280} \frac{0.8}{40 \mu A} \quad (14)$$

Adesso basta notare che  $FS/(R_V + 1280)$  e vale esattamente  $0.8/(40 \times 10^{-6})$  possiamo concludere quindi

$$\Delta V_m = \Delta V \quad (15)$$

Ovvero la differenza di potenziale misurato dal voltmetro è proprio la differenza di potenziale ai suoi capi.

Però in questo circuito non si misura la d.d.p ai capi della resistenza da misurare, ma ad un capo dell'amperometro e a un capo della resistenza, si può correggere facilmente questa cosa tenendo conto che

$$\Delta V_m = \Delta V_A + \Delta V_R \quad (16)$$

## 7 Conclusioni

# Appendices

## A Tabelle dati

$i[\text{mA}]$	$\Delta V[\text{V}]$
0	0
8.5	2.3
15.9	4.1
24	6.1
31.7	8.1
40.4	10
49.8	12.1
56.8	14.3
63.3	16
71.8	18.4

(a) Fondo scala *qualcosa*

$i[\text{mA}]$	$\Delta V[\text{V}]$
77.6	20
73.4	18.8
66.2	17
59.4	15
52.4	13.1
44.2	11
36.2	8.9
26.5	6.9
18.9	5.1
-0.5	0

(b) Fondo scala *qualcosa*

Tabella 1: Misurazioni con circuito amperometro a monte

$i[\text{mA}]$	$\Delta V[\text{V}]$
0	0
8.5	2.3
15.9	4.1
24	6.1
31.7	8.1
40.4	10
49.8	12.1
56.8	14.3
63.3	16
71.8	18.4

(a) Fondo scala *qualcosa*

$i[\text{mA}]$	$\Delta V[\text{V}]$
77.6	20
73.4	18.8
66.2	17
59.4	15
52.4	13.1
44.2	11
36.2	8.9
26.5	6.9
18.9	5.1
-0.5	0

(b) Fondo scala *qualcosa*

Tabella 2: Misurazioni con circuito amperometro a valle