

## Uso del tester e del multimetro digitale

### 1 Introduzione

La seguente esercitazione di laboratorio riguarda il tester analogico a bobina mobile e il multimetro digitale. Nel corso dell'esercitazione di affronterà la misurazione di alcune tensioni, correnti e resistenze con i due strumenti.

### 2 Gli strumenti da utilizzare

Sul banco sono presenti i seguenti strumenti e cavi coassiali:

- Oscilloscopio analogico
- Multimetro digitale da banco (v.fig.1)
- Tester analogico ICE 680 (v.fig.2)
- Scatolina nera con 4 resistenze *incognite* (v.fig.3)
- Potenzziometro multigiri da 1 k $\Omega$  (v.fig.4)

### 3 Prima di tutto....

Collegatevi al sito del Ladispe e consultate i manuali del tester ICE 680 e del multimetro hp34401a. Trascrivete i dati relativi all'incertezza di misura quando gli strumenti sono in modalità:

- misure di tensione in continua
- misure di corrente in continua
- misure di resistenza



Figura 1: Multimetro da banco hp34401a.



Figura 2: Tester ICE 680.



Figura 3: Scatolina contenente 4 resistenze.



Figura 4: Potenziometro multigiri da 1 k $\Omega$ .

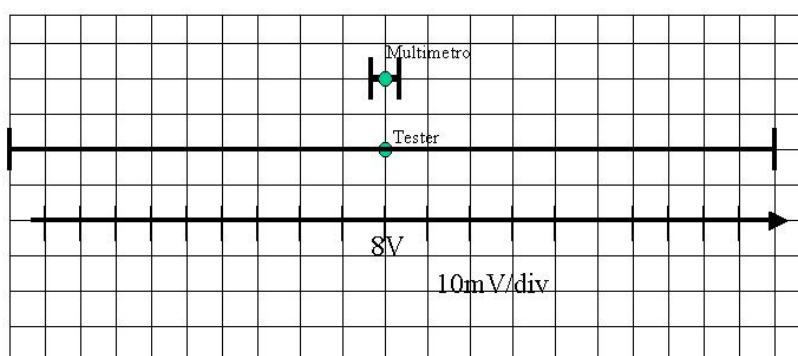


Figura 5: Rappresentazione su foglio a quadretti delle fasce di incertezza nel caso di letture *identiche* con tester e multimetro.

Come semplice esercizio numerico provate a valutare l'incertezza assoluta di misura di una tensione di 8 V con il tester analogico e il multimetro numerico assumendo una tensione di fondo scala di 10 V per entrambi. Riportate su un foglio a quadretti questi dati disegnando anche le fasce di incertezza intorno al valore di 8 V. Decidete la scala più opportuna (per esempio 10 mV/quadrato). Si utilizzi la fig.5 come esempio. Sempre in base ai valori di incertezza determinati nell'esempio precedente determinate il rapporto fra l'incertezza assoluta del tester e del multimetro numerico.

## 4 Tester ICE

In fig.6 sono riportate le specifiche di massima del tester ICE. Osservate le caratteristiche del quadrante: le scale riportate in nero sono relative a misure di grandezze in continua (DC) mentre per le scale in rosso si hanno grandezze in alternata (AC) (v.fig.7). Osservate che, mentre le scale in nero sono con quadratini equispaziati (scala lineare), le scale in rosso hanno spaziature che aumentano avvicinandosi al fondo scala e quindi hanno caratteristiche non lineari.

Si osservi che la scala di lettura presenta uno specchietto: dopo aver chiuso



Figura 6: Specifiche di massima del Tester ICE 680.

un occhio, provate ad allineare l'indicatore con la sua immagine riflessa. In questo modo si riduce l'incertezza di lettura: verificate questa affermazione effettuando una delle prossime letture senza fare attenzione all'allineamento. Provate a dare una stima del valore di questa incertezza (detta di parallasse) e confrontatela con l'incertezza dello strumento.

#### 4.1 Misura di tensioni continue

Accendete l'alimentatore stabilizzato utilizzato nelle precedenti esercitazioni ed impostate manualmente la tensione di una sezione dell'alimentatore a circa 8 V. Nel far ciò utilizzate l'indicatore presente su ogni alimentatore. Collegare il tester come in fig.8 in modo da impostare lo strumento in modalità *misura di tensione continua* con fondo scala di 10 V. Effettuate la misurazione e riportate su foglio a quadretti il risultato aggiungendo le fasce di incertezza.

Cambiate fondo scala e passate a 50 V collegando i puntali come in fig.9. Calcolate la nuova incertezza ed effettuate la nuova lettura. Riportate il risultato sul grafico precedentemente disegnato sul foglio a quadretti. Che rapporto c'è fra le fasce di incertezza nelle due misure effettuate con i due fondo scala? I risultati delle due letture, effettuati con scale differenti, è lo stesso?

Tra le specifiche più importanti del tester occorre ricordare la resistenza di

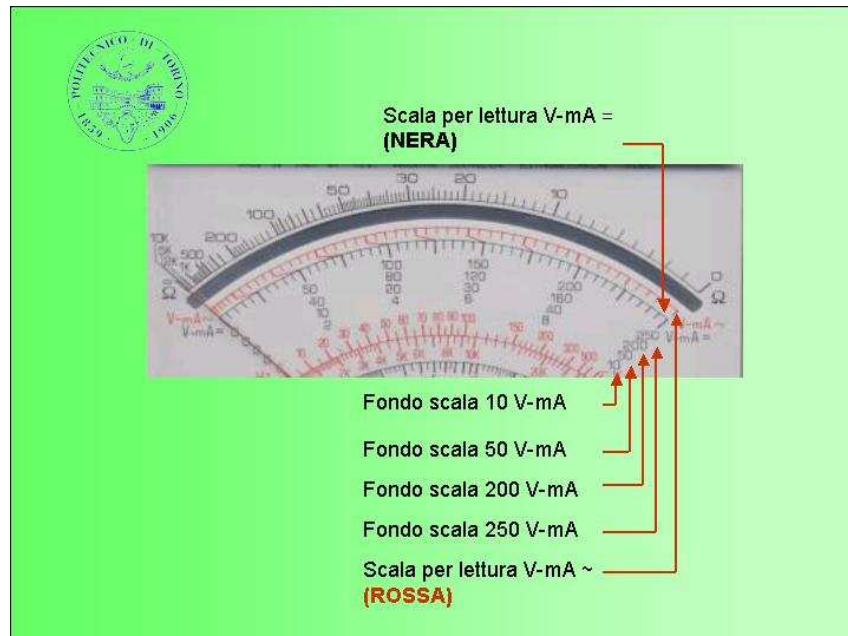


Figura 7: Caratteristiche delle scale di lettura del Tester ICE 680.

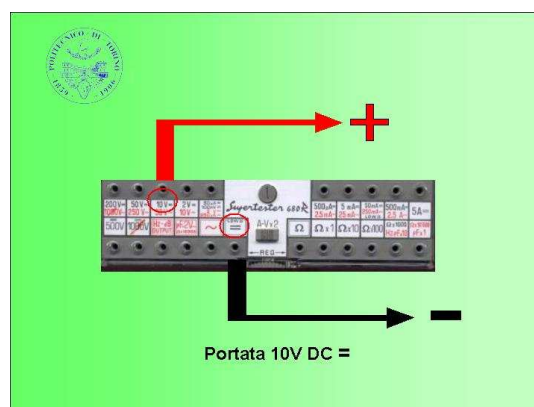


Figura 8: Collegamenti del tester ICE per effettuare misure di tensione continua e fondo scala di 10 V.



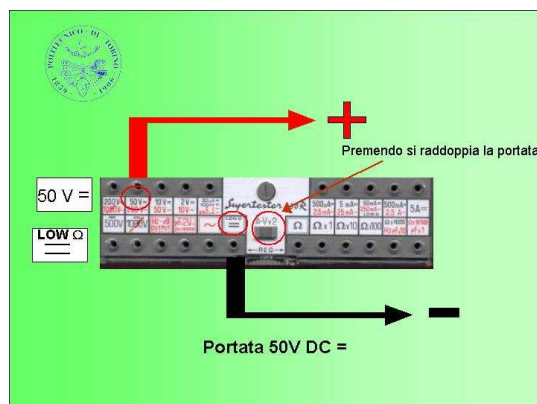


Figura 9: Collegamenti del tester ICE per effettuare misure di tensione continua e fondo scala di 50 V.

ingresso: questo dato è riportato in fig.6. Disegnate il circuito equivalente del tester nel caso di fondo scala di 2 V e 10 V.

## 4.2 Misura di correnti continue

Spegnete l'alimentatore stabilizzato e cortocircuitate l'uscita della sezione utilizzata in precedenza con un cavo banana-banana. Ruotate la manopola di regolazione della corrente massima erogabile dall'alimentatore in modo da avere  $I_{max} = 0$  A (manopola tutta ruotata in senso antiorario). Ponete la manopola di regolazione della tensione ad un valore prossimo al valore massimo (manopola tutta ruotata in senso orario). Accendete l'alimentatore stabilizzato ed effettuate una lettura della corrente erogata per mezzo dell'amperometro presente sull'alimentatore stesso. Ruotate la manopola del limitatore di corrente e leggete nuovamente il valore indicato dall'amperometro dell'alimentatore: man mano che ruotate la manopola in senso orario l'indicazione aumenterà. Fermatevi in corrispondenza del valore  $I_{max} = 1$  A.

Scollegate il cavetto banana-banana e sostituitelo con il tester ICE predisposto per misure di corrente in continua con fondo scala di 5 A (v.fig.10). Effettuate la misurazione e riportate su foglio a quadretti il risultato aggiungendo le fasce di incertezza. Ruotate la manopola di limitazione di corrente in senso antiorario portando il valore di corrente erogata a 0.5 A. effettuate nuovamente la misurazione di corrente, riportate su foglio a quadretti il risultato aggiungendo le fasce di incertezza. Quanto vale l'incertezza relativa di misura con  $I = 1$  A e con  $I = 0.5$  A?

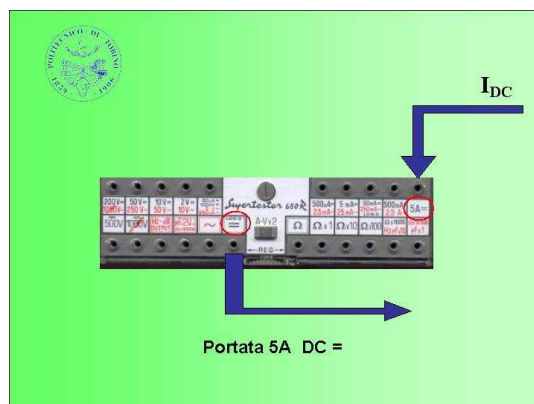


Figura 10: Collegamenti del tester ICE per effettuare misure di corrente continua e fondo scala di 5 A.

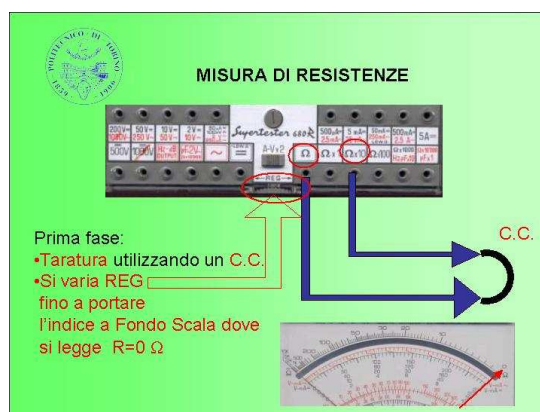


Figura 11: Collegamenti del tester ICE per effettuare misure di resistenze.

### 4.3 Misura di resistenze

Collegate il tester ICE in modalità *misura di resistenze* come indicato in fig.11. In alcuni tester ICE è presente una rotellina di regolazione posta sotto la vite di regolazione dello zero dell'indicatore. La rotellina serve per effettuare la procedura di taratura dello strumento in quanto la misurazione dipende dal livello di carica della batteria interna allo strumento. Prima di effettuare una misurazione di resistenza occorre, innanzitutto, cortocircuitare i due puntali (v.fig.11) e, regolare la rotellina in modo che la lancetta indichi il valore di fondo scala di circa  $0\ \Omega$  (v.fig.12). Questa procedura di taratura non è più necessaria nei *nuovi* strumenti ICE nei quali sono state realizzate nuove soluzioni circuitali. Misurate le resistenze inserite all'interno della scatola nera e determinate l'incertezza di misura di ogni resistenza.



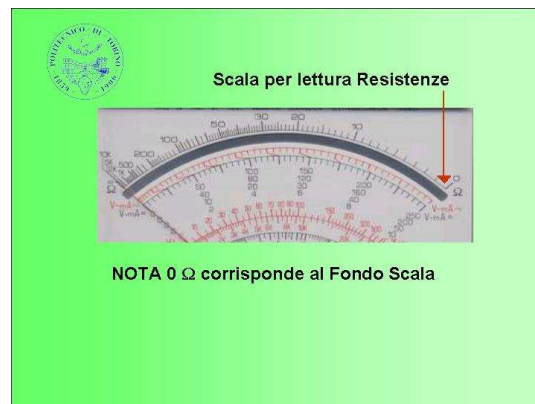


Figura 12: Scala per la misurazione di resistenze. Il fondo scala corrisponde a  $0 \Omega$ .

## 5 Multimetro hp34401a

In fig.13 sono indicate le molteplici funzioni del multimetro digitale hp34401a. Notate che alcune di esse sono attivabili solo premendo il tasto di *shift*. In fig.14 sono indicate le funzioni dei morsetti di ingresso: a differenza del tester analogico, non è necessario cambiare la posizione dei puntali per attivare le varie modalità e fondo scala. Solo nel caso di misurazioni di corrente occorre utilizzare un altro morsetto. Osservate la zona rappresentata in fig.14: accanto ai morsetti è indicata la tensione massima applicabile senza provocare danni allo strumento. Quanto vale?

Consultate, nel sito del Ladispe, il manuale contenete le specifiche del multimetro digitale. Confrontate l'ordine di grandezza fra le incertezze ottenibili con questo strumento ed il tester ICE.

### 5.1 Misura di tensioni continue

Ripetete la misurazione delle tensioni utilizzando i valori impostati per il tester ICE. Quanto vale la tensione indicata sul display quando cortocircuitate i puntali di ingresso?

### 5.2 Misura di correnti continue

Ripetete la misurazione delle tensioni utilizzando i valori impostati per il tester ICE. Quanto vale la corrente indicata sul display quando cortocircuitate i puntali di ingresso?

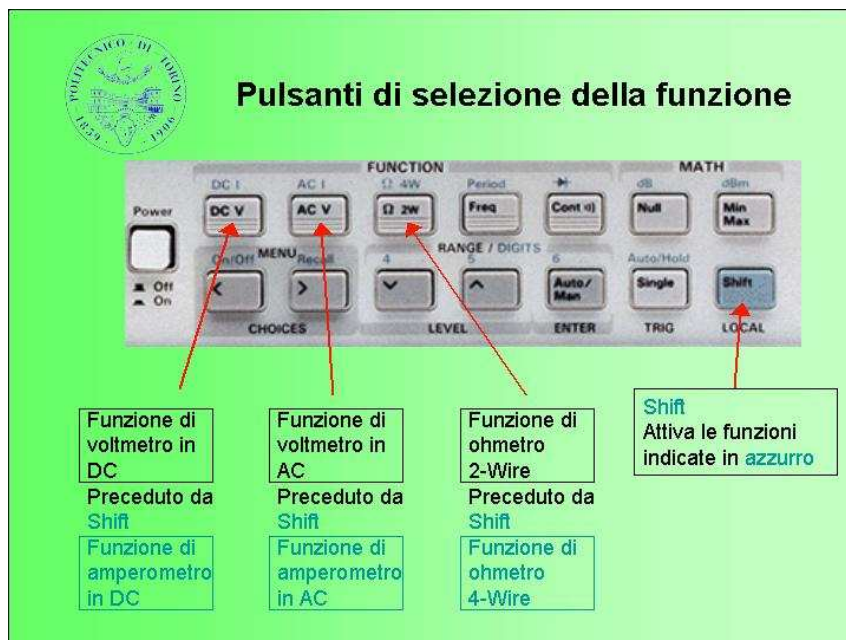


Figura 13: Pulsanti di selezione delle funzioni disponibile del multimetro digitale hp34401a.



Figura 14: Pulsanti di selezione delle funzioni disponibile del multimetro digitale hp34401a.

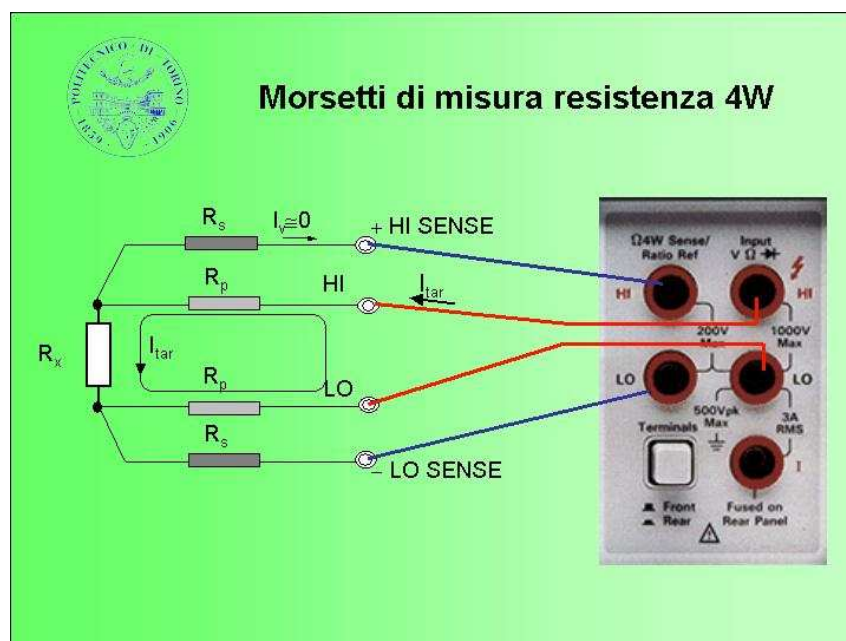


Figura 15: Collegamento del multimetro digitale hp34401a per la misura a 4 morsetti di una resistenza.

### 5.3 Misura di resistenze

Lo strumento permette di effettuare misure sia con il metodo a due fili che a quattro fili. Misurate le resistenze inserite all'interno della scatola nera e determinate quale sia la più piccola. Effettuate una misura a *due fili* di questa resistenza. Collegate ora il multimetro in modalità di misura a *4 fili* così come rappresentato in fig.15. Confrontate i risultati. A quale causa potete attribuire la differenza delle letture?

## 6 Caratterizzazione del potenziometro

Il potenziometro di fig.4 consiste in una resistenza variabile fra circa  $0\ \Omega$  e  $1\ \text{k}\Omega$ . In corrispondenza degli estremi dei valori assunti dalla resistenza, la posizione della manopola passa linearmente da 0.0 a 10.0. Si determini sperimentalmente la curva caratteristica del potenziometro che consiste nel determinare la coppia di valori  $(x_i, y_i)$  dove  $x_i$  è la posizione della manopola e  $y_i$  il valore di resistenza ottenuto dalla lettura tramite multimetro digitale. In fig.16 è riportato un esempio di grafico. Sempre come esempio sono riportate le fasce di incertezza che riguardano sia la determinazione della posizione della manopola, sia l'incertezza di lettura. Le fasce di incertezza riportate in fig.16 sono

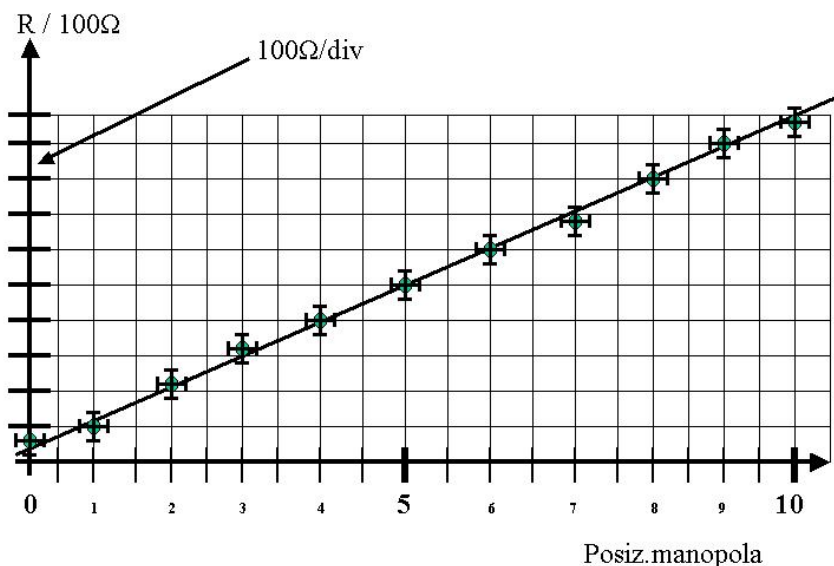


Figura 16: Esempio di curva caratteristica del potenziometro di fig.16 (passo di 1 giro).

solo indicative e devono essere valutate in base ai dati disponibili del multimetro hp34401a. Per quanto riguarda l'incertezza da associare alla posizione della manopola potete assumere il valore di 1/100 di giro. La misurazione della resistenza potete effettuarla utilizzando la tecnica a due fili. Determinate i valori del potenziometro in corrispondenza delle posizioni 0.0, 1.0, 2.0, 3.0 etc etc (passo di un giro) del potenziometro e disegnate i punti della curva caratteristica con le fasce di incertezza. Tracciate *ad occhio* la retta interpolatrice. Ripetete le precedenti misurazioni col tester ICE riportando nel grafico i risultati con le fasce di incertezza. Tracciate *ad occhio* la retta interpolatrice.

Dopo aver disegnato la curva precedente ripetete le misurazioni ponendo maggiore attenzione alla fascia di valori di resistenza fra 0Ω e 100Ω. Disegnate nuovamente sul foglio a quadretti un sistema di assi cartesiani uguale al precedente amplificando le scale di un fattore 10 o maggiore. Determinate nuovamente la curva caratteristica del potenziometro (misurate la resistenza col metodo a 2 fili) in corrispondenza delle posizioni 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 etc etc (passo di 1/10 di giro, v.fig.17). In corrispondenza della posizione 0.0 della manopola quanto vale il valore di resistenza? Ripetete queste ultime misure con il metodo a 4 fili e riportate i risultati sullo stesso foglio a quadretti. Confrontate i risultati.

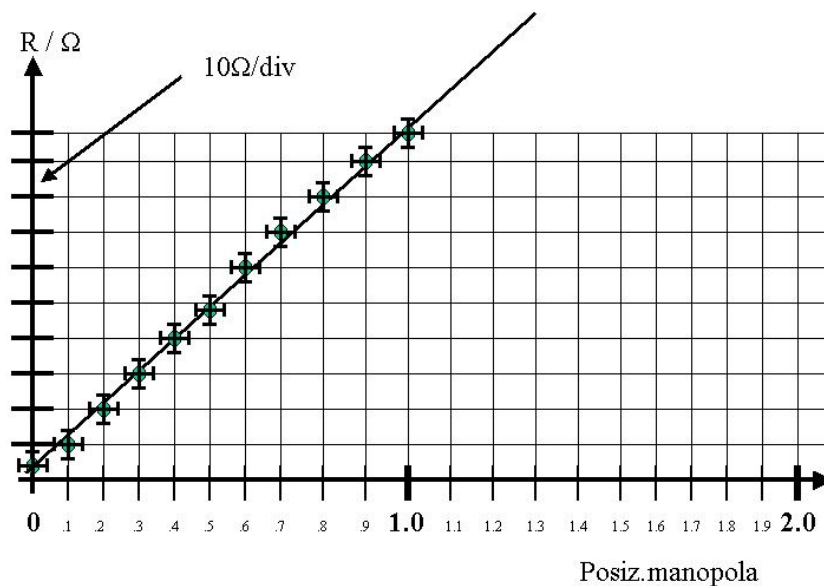


Figura 17: Esempio di curva caratteristica del potenziometro in corrispondenza delle posizioni 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 etc etc (passo di 1/10 di giro).

## 7 Copyright

Questa dispensa è di proprietà del Politecnico di Torino e può essere liberamente usata dagli studenti del Politecnico di Torino, ma è vietato qualsiasi uso diverso. Copyright ©2004 - Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi n.24, 10129 - Torino - Italy.

Questa dispensa è stata scritta con  $\text{\LaTeX}$  da Giovanni A. Costanzo.