

# Esercitazione di laboratorio

## □ Obiettivo:

- ♦ **Progettare e realizzare un misuratore di resistenza adatto per risolvere il seguente problema di misura:**
  - *Si dispone di una campionatura di resistori prelevati da uno stesso lotto di produzione. Verificare se il lotto in esame soddisfa le tolleranze, per i valori di resistenza, dichiarate in etichetta. Il valore nominale di resistenza è di  $1\text{ K}\Omega \pm 5\%$ .*

## □ Metodo:

- a) Realizzare un ponte di Wheatstone da utilizzare per eseguire le misure di resistenza. Si utilizzi come rivelatore di zero un millivoltmetro.
- b) Misurazione dei valori di resistenza con il metodo di sostituzione. A tal fine si dispone di un resistore di riferimento il cui valore di resistenza di circa  $1\text{ k}\Omega$  è noto con un'incertezza di  $\pm 0.1\%$  con grado di confidenza pari al 99%.

## **cont ...**

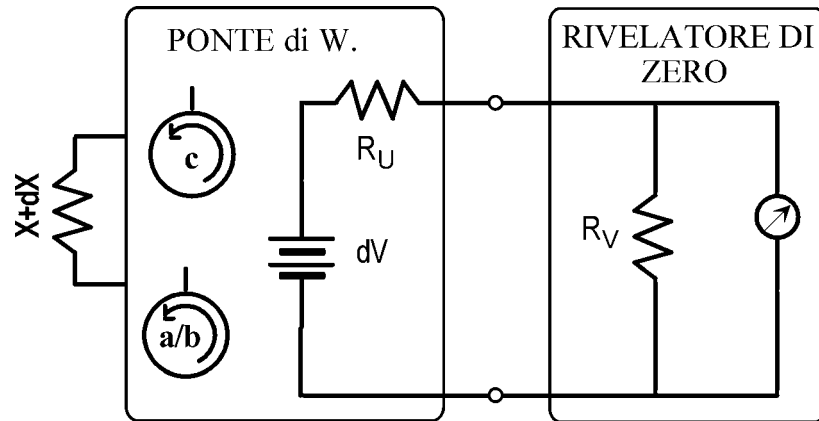
### **□ Risultati da produrre:**

- 1) definizione delle specifiche del processo di misura**
- 2) schema del metodo di misura con relativo dimensionamento dei componenti**
- 3) certificazione del metodo di misura**
  - individuazione delle principali fonti di incertezza**
  - valutazione di tipo A e di tipo B delle diverse componenti di incertezza**
  - stima dell'incertezza tipo composta**
  - verifica di conformità alle specifiche**
- 4) misura della variabilità dei valori di resistenza su un congruo campione di resistori**
- 5) verifica di tolleranza**
- 6) osservazioni e commenti dei risultati**

# Stima dell'incertezza

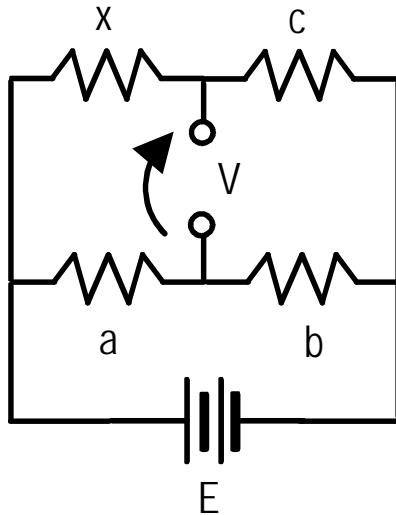
Pos	componente di incertezza	metodo di valutazione	incertezza tipo ( $\Omega$ )	note
1	RIPETIBILITÀ DELLA MISURA	A		da valutare su 30 ripetizioni della misura
2	AZZERAMENTO DEL PONTE	B		doppio azzeramento per ciascuna misura
3	METODO DI SOSTITUZIONE - incertezza posizionamento potenziometro - incertezza taratura potenziometro	B		
4	INCERTEZZA COMPOSTA			

# Incerteza di azzeramento



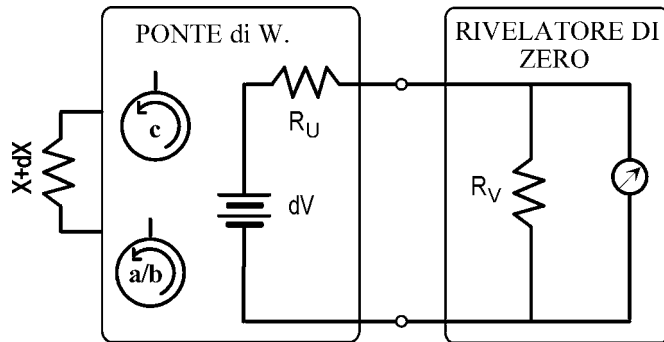
□ dalle specifiche del millivoltmetro è nota l'incertezza

$$u_{mil} (V)$$



$$V = E \cdot \left( \frac{c}{x+c} - \frac{b}{a+b} \right) \Rightarrow \frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{c}{(x+c)^2} E$$

# Incertezza di azzeramento

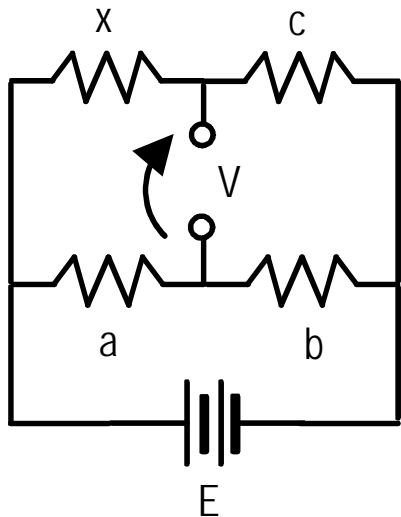


□ dalle specifiche del milli-voltmetro è nota l'incertezza

$$u(V_{mil})$$

□ la resistenza equivalente di uscita del generatore equivalente vale:

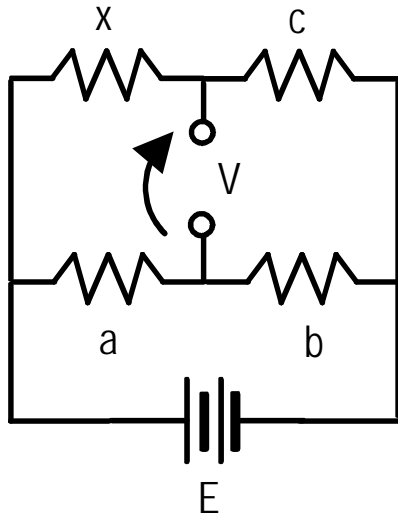
$$R_U = \frac{x \cdot c}{x + c} + \frac{a \cdot b}{a + b} = \frac{a \cdot (c + b)}{a + b}$$



$$\square V_{mil} = dV \cdot \frac{R_V}{R_U + R_V}$$

$$\Rightarrow dV = V_{mil} \cdot \frac{R_U + R_V}{R_V}$$

$$u(dV) = u(V_{mil}) \cdot \frac{R_U + R_V}{R_V}$$

**cont ...**

$$V = E \cdot \left( \frac{c}{x+c} - \frac{b}{a+b} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{c}{(x+c)^2} E \quad \left. \frac{\partial V}{\partial x} \right|_{x=c \frac{a}{b}} = -\frac{b^2}{c(a+b)^2} E$$

□ **all'equilibrio:**  $dV = \frac{\partial V}{\partial x} \cdot dx = -\frac{b^2}{c(a+b)^2} E \cdot dx$

□ **noto  $dV$ :**  $dx = -\frac{c(a+b)^2}{E \cdot b^2} \cdot dV$

□ **e quindi:**  $u_a(dx) = \frac{c(a+b)^2}{Eb^2} u(dV) = \frac{c(a+b)^2}{Eb^2} \cdot \frac{R_U + R_V}{R_V} \cdot u(V_{mil})$

## cont ...

□ può essere conveniente misurare sperimentalmente la quantità:

$$\left| \frac{\Delta V}{\Delta x} \right| = \left| \frac{\Delta V}{\Delta c} \right|$$

□ e poi determinare l'incertezza di azzeramento come:

$$u_a(x) = \frac{c(a+b)^2}{Eb^2} u(dV)$$

# Incertezza metodo di sostituzione

$$u(y_2) = \sqrt{u^2(y_1) + k_c^2 u^2(\Delta c)}$$

□ come determino  $u(\Delta c)$  ?

□  $\Delta c = c_1 - c_2$

□ quindi  $u(\Delta c) = \sqrt{u^2(c_1) + u^2(c_2)}$

□  $u(c_1) \cong u(c_2)$

- ♦ incertezza determinazione posizione potenziometro
- ♦ incertezza di taratura del potenziometro