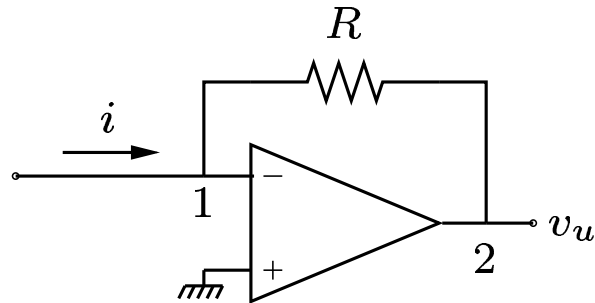
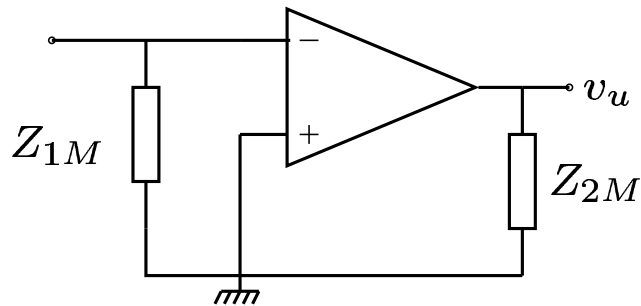


Strumenti Elettronici - Convertitore corrente - tensione

(Amplificatore transresistivo)



$$v_u = -Ri$$

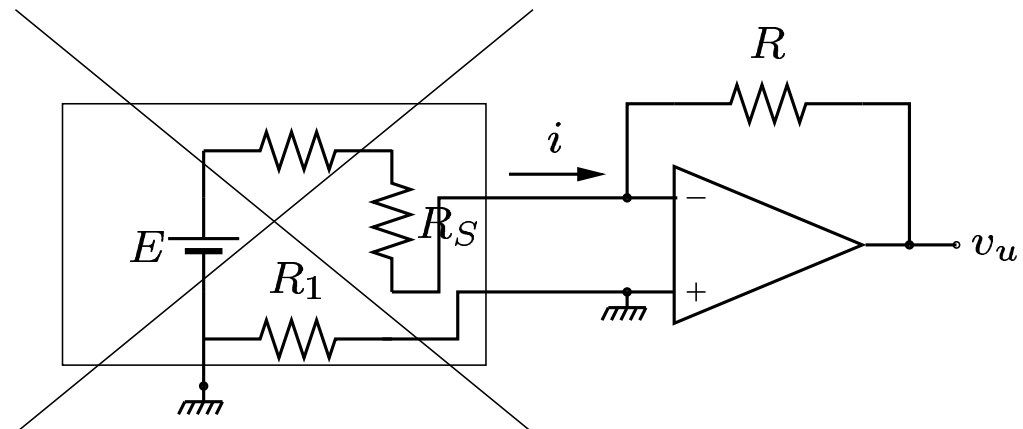
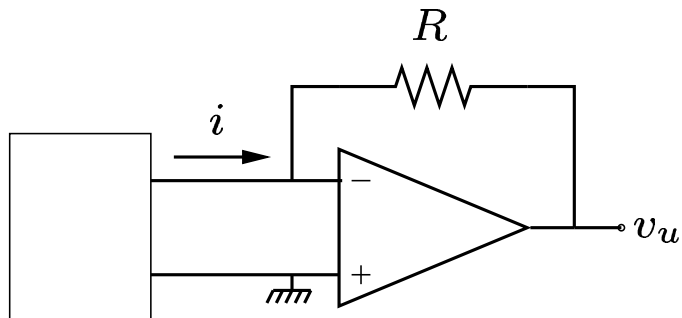


$$k(f) = \frac{v_2}{v_1} = \frac{v_u}{v^-} = -A_{vol}(f)$$

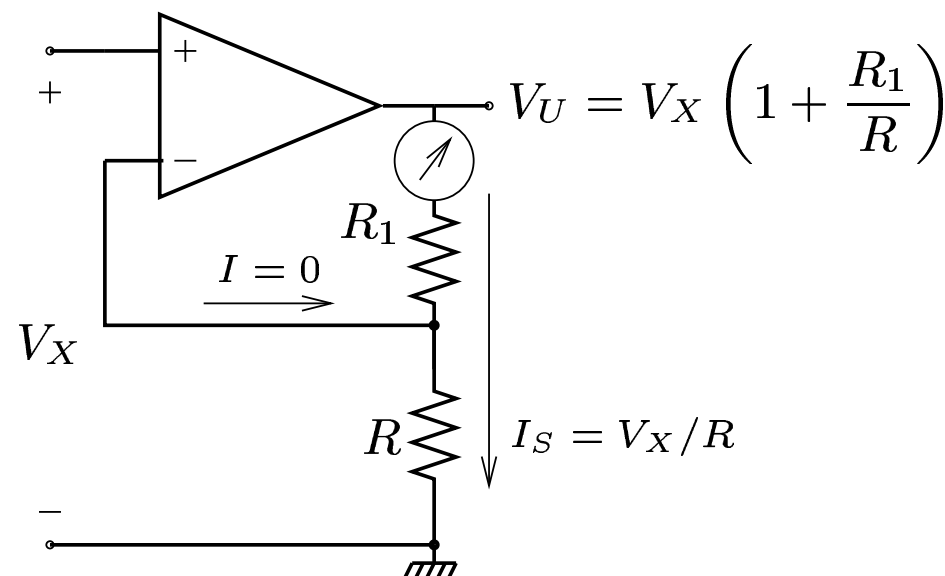
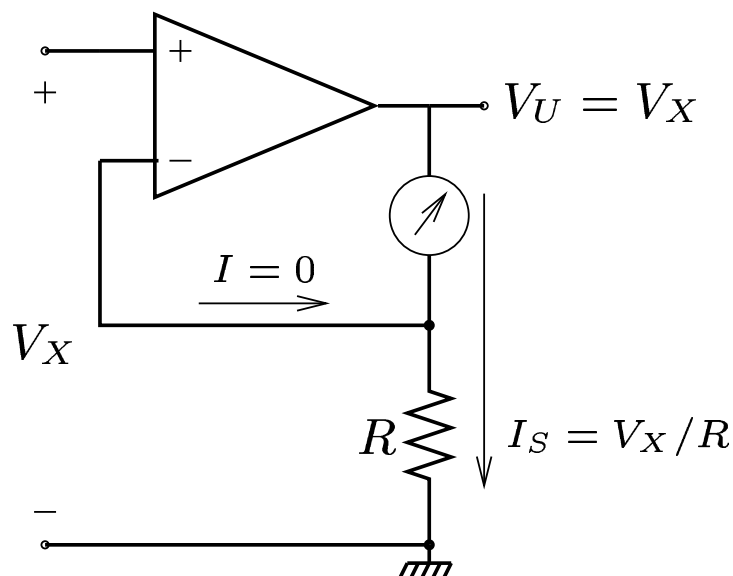
$$Z_{1M} = \frac{R}{1 - k} = \frac{R}{1 + A_{vol}}, \quad Z_{2M} = \frac{R}{1 - 1/k}$$

Attenzione:

Misura di corrente:



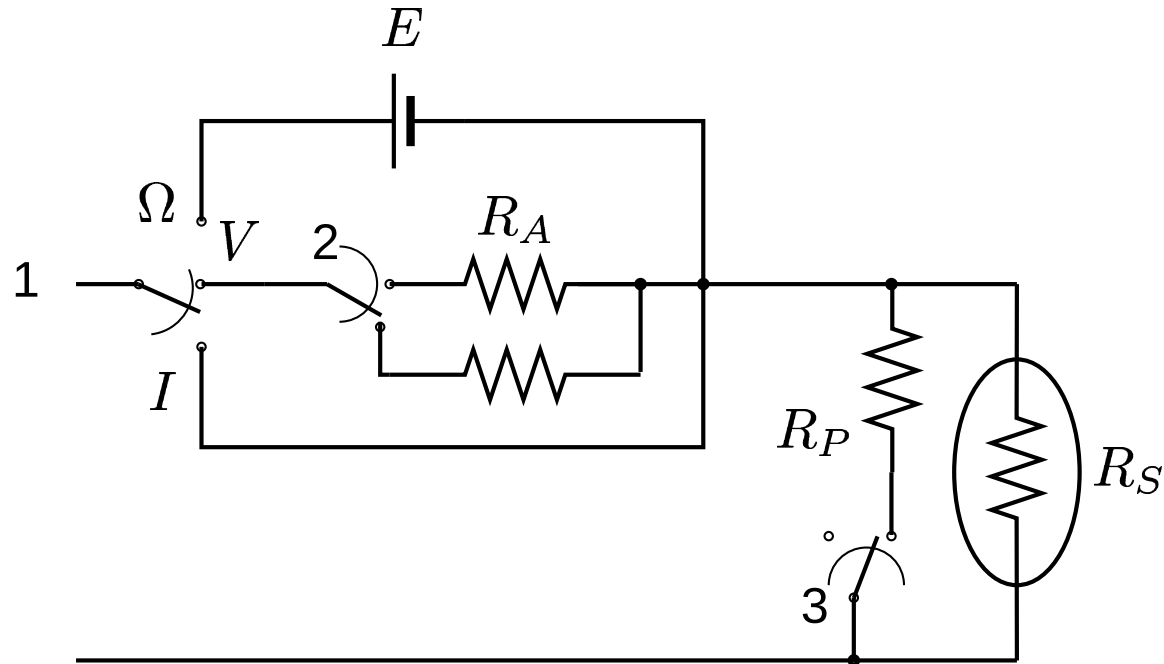
Voltmetro Elettrometrico



- R permette di variare la portata;
- resistenza interna (d'ingresso) alta ($\odot$ Voltmetro);
- resistenza interna (d'ingresso) indipendente dalla portata.
- è disponibile una tensione $V_U = f(V_X)$ (p. es.) per pilotaggio di display digitale;
- anche questa operazione avviene senza caricare la sorgente.

Multimetro

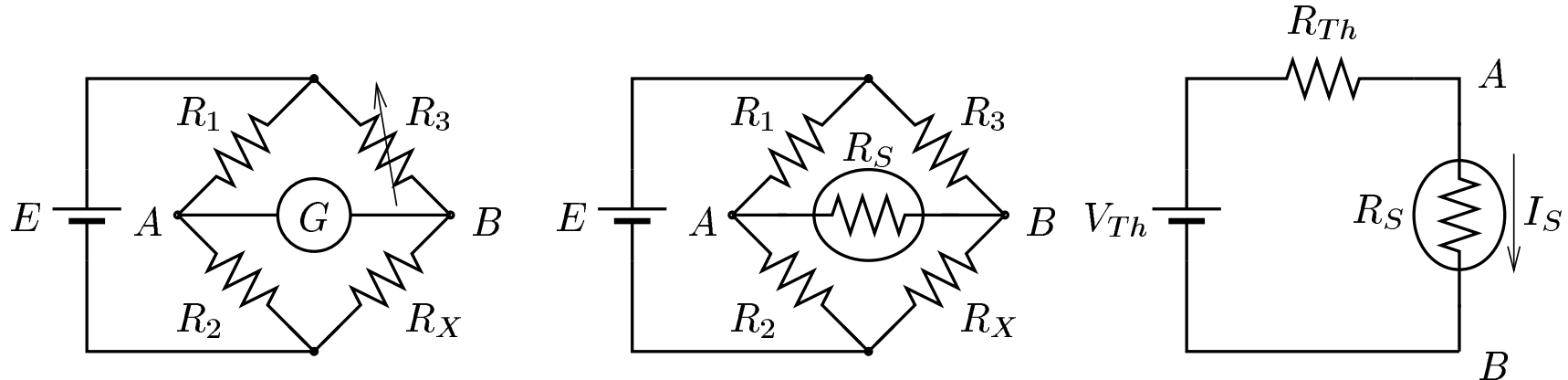
Multimetro in corrente continua (V.O.M.: Volt-Ohm-Milliammeter)



1. selezione funzione (I , V , Ω);
2. selezione resistenza serie (voltmetro);
3. selezione resistenza di *shunt* (amperometro);

Circuiti a ponte

Ponte di Wheatstone



G: galvanometro (rivelatore di zero).

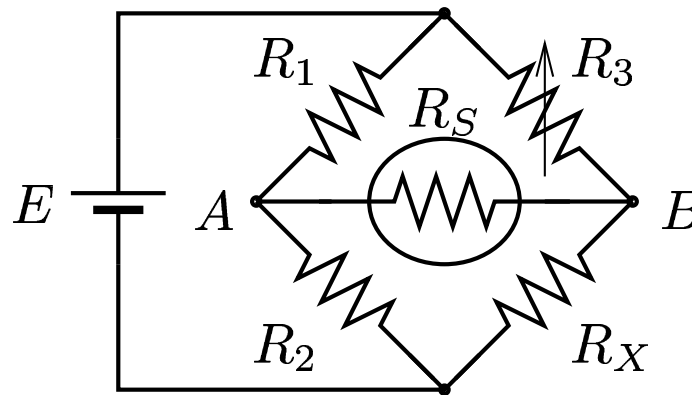
$$R_{Th} = (R_1 \parallel R_2) + (R_3 \parallel R_X) \quad V_{th} = E \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_X}{R_3 + R_X} \right)$$

$$I_S = 0 \quad \Leftrightarrow \quad V_{Th} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_X}{R_3 + R_X}$$

Ponte di Wheatstone (2)

$$I_S = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_X}{R_3 + R_X} \quad (*)$$

- Facendo variare R_3 si rende nulla la corrente nello strumento;
- Note R_1, R_2 ed $\underline{R_3}$, $R_X = \frac{R_2}{R_1} R_3$ [dalla (*)].



- Serve uno strumento con grande sensibilità (galvanometro!);
- R_3 deve essere variabile e nota: varia a scatti.

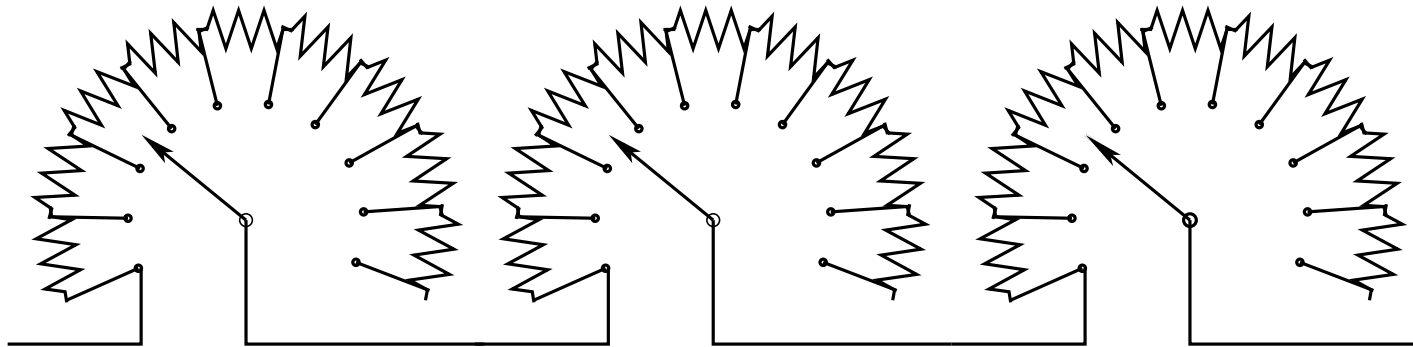
Banco di resistenze

Resistore variabile per decadi

9 x 100 Ω

9 x 10 Ω

9 x 1 Ω



$$R_{min} = 0, \quad R_{max} = 999 \, \Omega \, (1000 \, \Omega), \quad \Delta R = 1 \, \Omega.$$

$$\begin{aligned} I_S &= \frac{V_{Th}}{R_S + R_{Th}} \simeq \frac{V_{Th}}{R_S} = \frac{E}{R_S} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_X}{R_3 + R_X} \right) \\ &= \frac{E}{R_S} \cdot \frac{R_2 R_3 - R_1 R_X}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_X)} = E \frac{R_1}{R_S} \cdot \frac{\Delta R}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_X)} \end{aligned}$$

$$R_{Th} \ll R_S \quad (\text{sensit.}), \quad \Delta R = \frac{R_2 R_3}{R_1} - R_X \quad (\text{incertezza})$$

Ponte di Wheatstone - incertezza

Detta ΔI la sensibilità del galvanometro, si ha indicazione nulla se $I_S < \Delta I$

$$E \frac{R_1}{R_S} \cdot \frac{\Delta R}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_X)} < \Delta I$$

cioè se

$$\Delta R < R_S \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_X) \Delta I}{R_1 E}$$

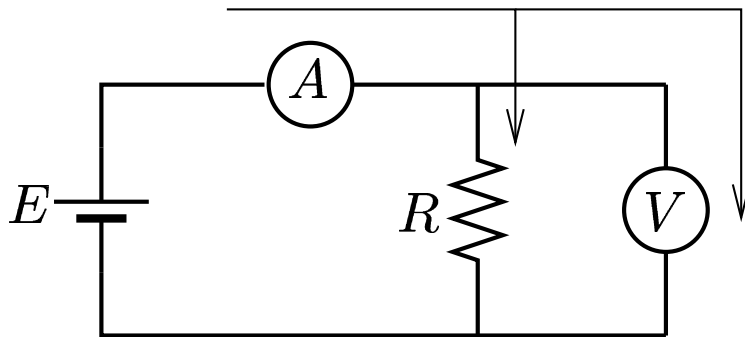
L'incertezza ΔR dipende

- dal galvanometro (ΔI),
- dalla tensione di alimentazione (E),
- dalla resistenza incognita (R_X)
- dalle altre resistenze del ponte.

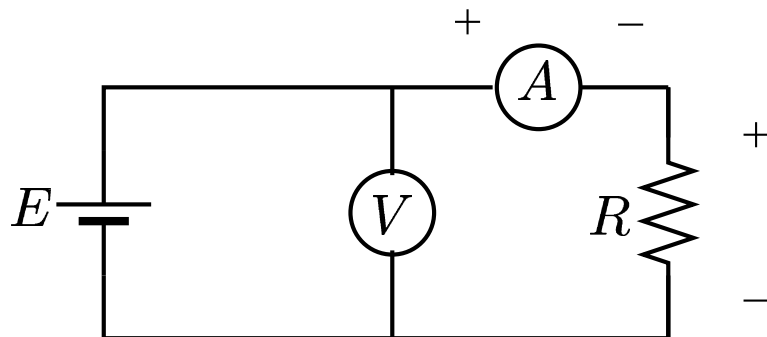
Misure di potenza

In corrente continua: $P = V \cdot I$

Metodo voltamperometrico:



errore in corrente!
trascurabile per resistenze piccole



errore in tensione!
trascurabile per resistenze grandi

Misure di potenza (2)

In corrente alternata: $p(t) = v(t) \cdot i(t)$

Wattmetro elettrodinamico (Metodo voltamperometrico):

