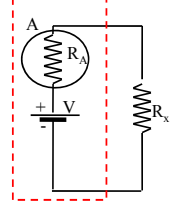


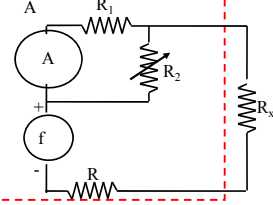
Misure di Resistenza: Ohmmetro

- L'ohmetro di base non consente di variare la sensibilità dello strumento né di compensare variazioni di tensione della batteria.
- Si modifica aggiungendo due resistenze:
 - R =resistenza che permette di variare la portata; f =f.e.m. batteria
 - R_1 =resistenza interna amperometro
 - R_2 =resistenza addizionale di shunt, variabile ($\gg R_A$) per compensare la scarica della batteria

Ohmetro di base



Ohmetro reale



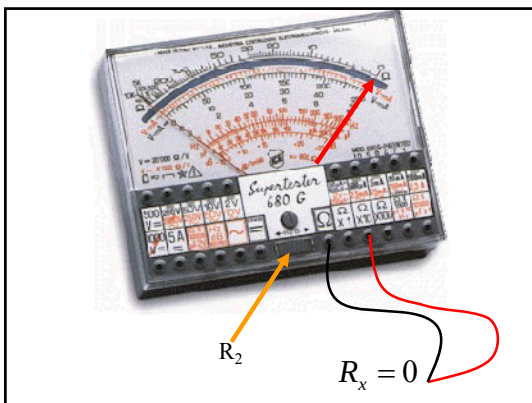
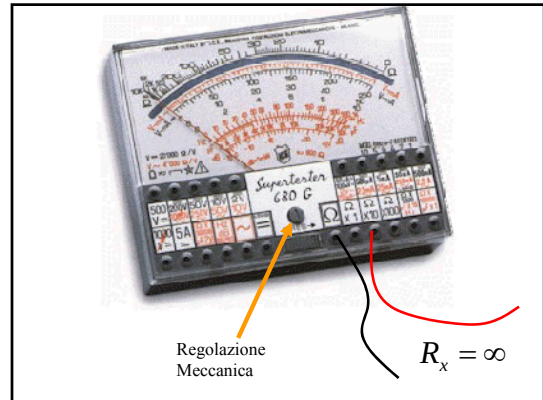
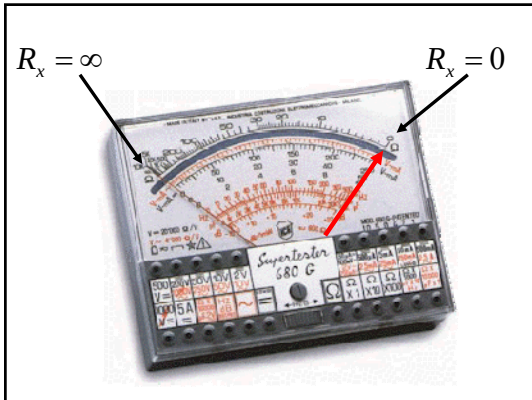
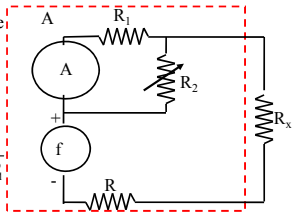
Misure di Resistenza: Ohmmetro

- La corrente I che passa nell'amperometro vale

$$I_A = I \frac{R_2}{R_2 + R_1} = \frac{f}{R + R_x + \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}} = \frac{f}{(R + R_x)(1 + R_1 / R_2) + R_1}$$

- Quindi l'andamento di $I_A(R_x)$ è iperbolico inverso: la corrente aumenta al diminuire della resistenza incognita.
- Si fissano f, R, R_1, R_2 in modo che $I(R_x = 0) = I_{FS}$.

$$I_A(R_x = 0) = I_{FS} = \frac{f}{R(1 + R_1 / R_2) + R_1}$$



Misure di Resistenza: Ohmmetro

- La natura non lineare dello strumento rende molto imprecisa la misura per R_x grande. Da:

$$I_A = \frac{f}{(R + R_x)(1 + R_1 / R_2) + R_1} \quad \text{usando } I_{FS} = \frac{f}{R(1 + R_1 / R_2) + R_1}$$

si può ricavare R_x in funzione di I_A e poi differenziare rispetto a I_A : si ottiene:

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\frac{\Delta I_A}{I_A}}{1 - \frac{I_A}{I_{FS}}} \rightarrow \infty \quad \text{se } I_A \rightarrow 0 \quad \text{e se } I_A \rightarrow \infty$$

- Si conclude che l'errore relativo diverge ai due estremi della scala. Si deve quindi scegliere sempre un fondo scala che porti l'indice entro $\pm 30\%$ della metà della scala.

Esperienza del 25 Marzo 2015

- Divisa in due parti:
- Misure in corrente continua su una catena di resistori in serie – Scopo:
 - Imparare ad usare lo strumento universale ed il multimetro digitale
 - Verifica delle leggi di Ohm e di Thevenin
 - Verifica delle perturbazioni introdotte dagli strumenti
- Trasferimento di potenza – Scopo:
 - Imparare ad usare lo strumento universale ed il multimetro digitale
 - Verifica dell'effetto della resistenza interna del generatore (che viene aumentata artificialmente).

Esperienza del 25 Marzo 2015

Avrete a disposizione:

- “Strumento universale” (multimetro analogico)
- Multimetro elettronico digitale
- Alimentatore (generatore reale di tensione)
- Batteria (generatore reale di tensione)
- Catena di resistori (10 x 100 k Ω)
- Resistori vari

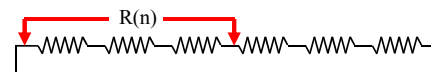
Misure sulla catena di resistori:

Misura preliminare.

- Verificare coi multimetri i valori delle resistenze
- Verificare i valori della serie di n resistori, per n che va da 1 a 10, con la catena aperta



- Verificare i valori della serie di n resistori, per n che va da 1 a 9, con la catena chiusa su se stessa.

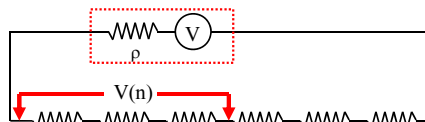


Misure sulla catena di resistori:

Misura della ddp ai capi di n resistori.

Si connette la catena al generatore.

- Si misurano le ddp $V(n)$ con
 - Strumento universale FS 2V
 - Strumento universale FS 10 V
 - Multimetro elettronico digitale

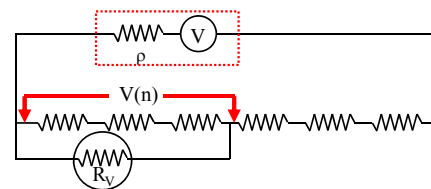


Misure sulla catena di resistori:

Misura della ddp ai capi di n resistori.

Si connette la catena al generatore.

- Si misurano le ddp $V(n)$ con
 - Strumento universale FS 2V
 - Strumento universale FS 10 V
 - Multimetro elettronico digitale

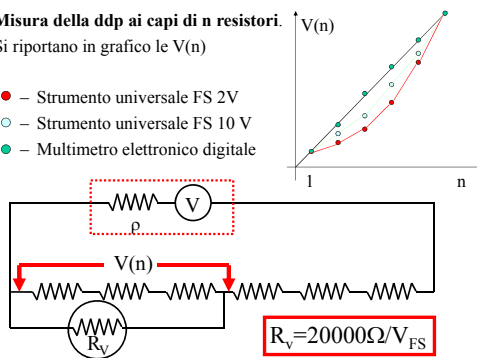


Misure sulla catena di resistori:

Misura della ddp ai capi di n resistori.

Si riportano in grafico le $V(n)$

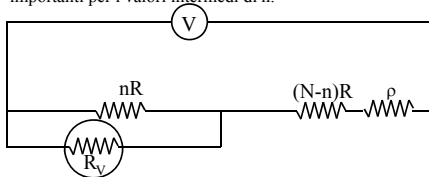
- – Strumento universale FS 2V
- – Strumento universale FS 10 V
- – Multimetro elettronico digitale



Misure sulla catena di resistori:

La perturbazione e' tanto maggiore quanto maggiore e' il numero di resistenze effettivamente in parallelo al voltmetro, perche' in quel caso R_v puo' diventare addirittura inferiore alla resistenza equivalente.

La resistenza "vista" da R_v e', secondo Thevenin, il parallelo tra nR e $(N-n)R + \rho$, ed e' quindi bassa sia quando n e' vicino a 1 che quando n e' vicino a N . Ci aspettiamo quindi piccole perturbazioni in questi due casi, e perturbazioni piu' importanti per i valori intermedi di n .

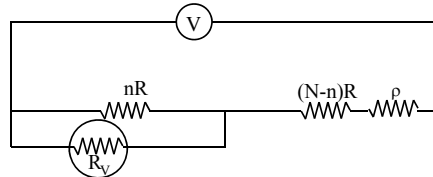


Misure sulla catena di resistori:

Per risolvere il problema basta considerare il partitore tra la resistenza $R_1 = (N-n)R + \rho$ e la resistenza $R_2 = nR / R_v$.

Possiamo quindi scrivere subito (trascurando ρ):

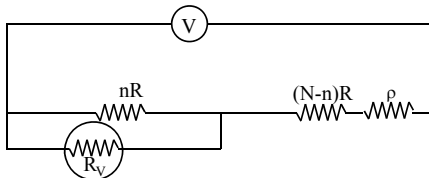
$$V_v = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V \frac{\frac{nRR_v}{nR + R_v}}{\frac{nRR_v}{nR + R_v} + (N-n)R} = V \frac{n}{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)}$$



Misure sulla catena di resistori:

Da cui si vede che la formula si riduce al caso banale $V_v = (n/N)V$ quando $R_v \gg n(N-n)R$.

$$V_v = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V \frac{\frac{nRR_v}{nR + R_v}}{\frac{nRR_v}{nR + R_v} + (N-n)R} = V \frac{n}{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)}$$



Misure sulla catena di resistori:

Se conosciamo la resistenza interna del voltmetro R_v ed il valore delle singole resistenze R , possiamo correggere i valori di V_v misurati, ed ottenere i valori che si leggerebbero se il voltmetro fosse ideale:

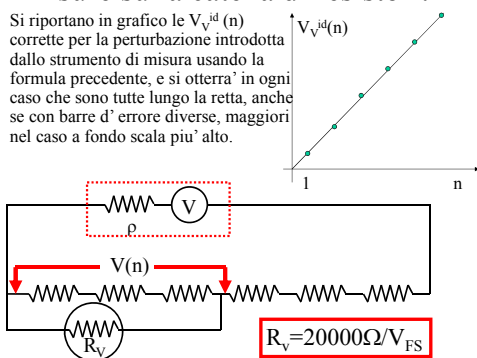
$$V_v^{mis} = V \frac{n}{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)} ; \quad V_v^{id} = V \frac{n}{N}$$

facendo il rapporto si ottiene

$$V_v^{id} = V_v^{mis} \frac{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)}{N} = V_v^{mis} \left[1 + \frac{nR}{R_v} \left(1 - \frac{n}{N} \right) \right]$$

Misure sulla catena di resistori:

Si riportano in grafico le $V_v^{id}(n)$ corrette per la perturbazione introdotta dallo strumento di misura usando la formula precedente, e si otterra' in ogni caso che sono tutte lungo la retta, anche se con barre d' errore diverse, maggiori nel caso a fondo scala piu' alto.



Trasferimento di potenza da un generatore a un carico

La potenza dissipata nel carico e'

$$W = V_R I_R$$

Il circuito e' un normale partitore, quindi

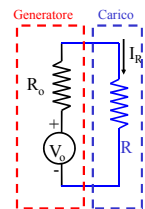
$$V_R = V_o \frac{R}{R + R_o} ; \quad I_R = \frac{V_o}{R + R_o}$$

$$\Rightarrow W = \frac{V_o^2 R}{(R + R_o)^2}$$

se si deriva rispetto a R si scopre che e' max. per

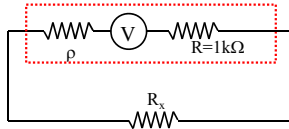
$$R = R_o \text{ e vale } W_{max} = \frac{V_o^2}{4R_o}$$

In queste condizioni si dice che il carico e' "adattato"



Misura del trasferimento di potenza dal generatore al carico

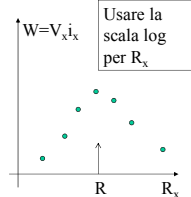
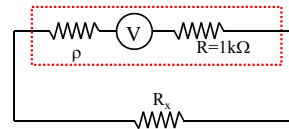
- Si aumenta artificialmente la resistenza interna del generatore (quello a disposizione in laboratorio ha una resistenza interna $\rho \ll 1\Omega$) inserendo in serie $1k\Omega$.
- Si misurano V_{R_x} e i_{R_x} nella resistenza R_x al variare di R_x .
- Si usano contemporaneamente lo strumento universale e il multimetro digitale per misurare i e V



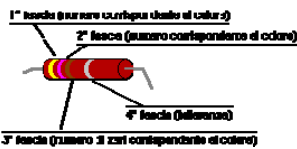
Usare R_x di 22, 47, 100, 220, 470, 1000, 2200, 4700, 10000, 22000, 47000 Ω

Misura del trasferimento di potenza dal generatore al carico

- Si grafica W , potenza dissipata nel carico R_x , in funzione del carico stesso R_x : si vedrà che il massimo di potenza dissipata nel carico si ha quando il carico è uguale alla resistenza interna complessiva del generatore: $R_{x,max} = R + \rho \cong R$



codice dei colori nei resistori



colore	1° cifra	2° cifra	3° cifra
Nero	0	0	-
Marrone	1	1	0
Rosso	2	2	00
Arancio	3	3	000
Giallo	4	4	0000
Verde	5	5	00000
Blu	6	6	000000
Viola	7	7	-
Grigio	8	8	-
Bianco	9	9	-

TOLLERANZE			
Rosso 5%	Oro 5%	Argento 10%	Mancante 20%

