

Esperienza del 6 Aprile 2016

- Divisa in due parti obbligatorie e una facoltativa:
- 1) 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
- 2) Carica e scarica del condensatore – Scopo:
 - Toccare con mano fenomeni lentamente variabili nel tempo
 - Vedere la perturbazione introdotta dal multimetro digitale
- 3) 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 6 Aprile 2016

Avrete a disposizione:

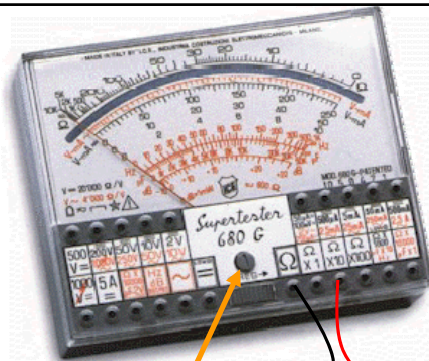
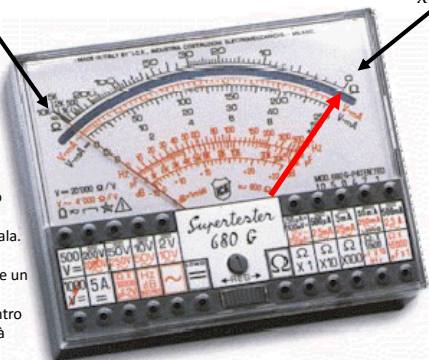
- Strumento universale (multimetro analogico)
- Multimetro elettronico digitale
- Alimentatore (generatore reale di tensione)
- Catena di resistori (10 x 100 kΩ)
- Condensatore da 2.2μF e resistenza da 33MΩ per costante di tempo RC
- Resistori vari per misura trasferimento di potenza

Strumento universale usato come ohmetro

$$R_x = \infty$$

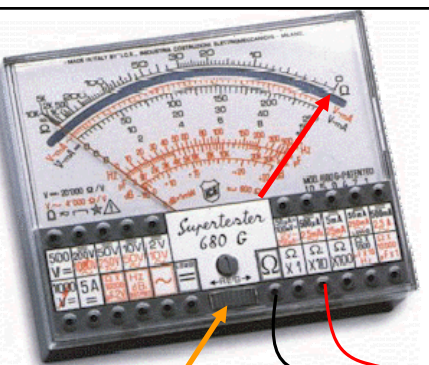
$$R_x = 0$$

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.



Regolazione meccanica, aggiusta la posizione della lancetta per R_x tendente all'infinito

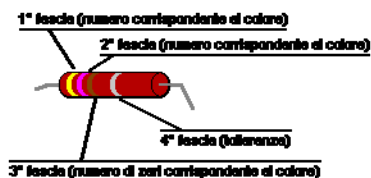
$$R_x = \infty$$



Regolazione di R_2 , aggiusta la posizione della lancetta per R_x tendente a zero

$$R_x = 0$$

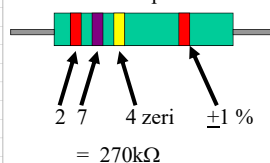
codice dei colori nei resistori



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 1%	Oro 5%	Argento 10%	Mancante 20%

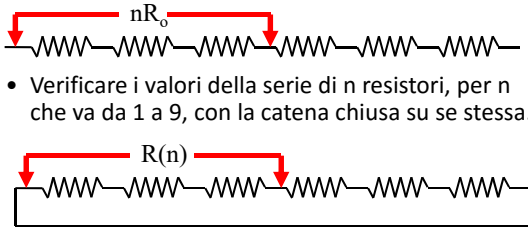
Esempio:



1) 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.

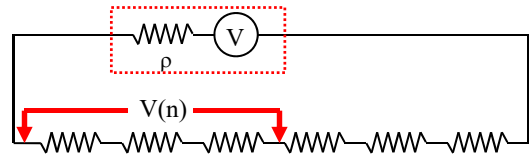


1) Misure sulla catena di resistori:

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

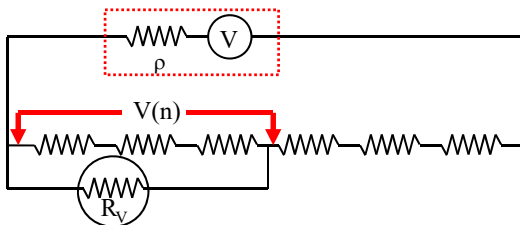


1) Misure sulla catena di resistori:

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

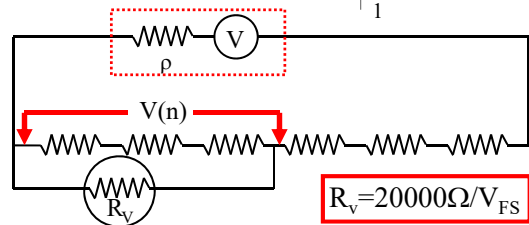
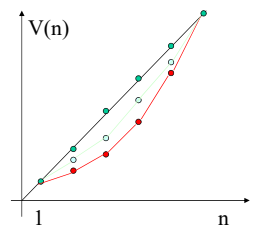


1) Misure sulla catena di resistori:

Misura della ddp ai capi di n resistori.

Si riportano in grafico le $V(n)$

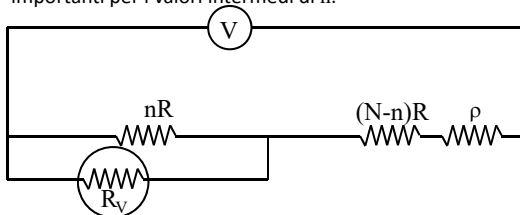
- – Strumento universale FS 2V
- – Strumento universale FS 10 V
- – Multimetro elettronico digitale



1) Misure sulla catena di resistori:

La perturbazione è tanto maggiore quanto maggiore è il numero di resistenze effettivamente in parallelo al voltmetro, perché in quel caso R_v può diventare addirittura inferiore alla resistenza equivalente.

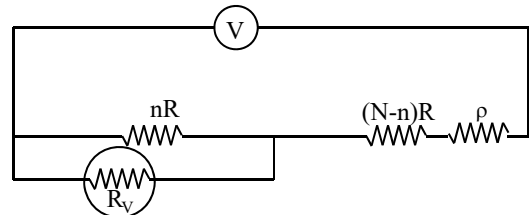
La resistenza "vista" da R_v è, secondo Thevenin, il parallelo tra nR e $(N-n)R + \rho$, ed è quindi bassa sia quando n è vicino a 1 che quando n è vicino a N . Ci aspettiamo quindi piccole perturbazioni in questi due casi, e perturbazioni più importanti per i valori intermedi di n .



1) 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):

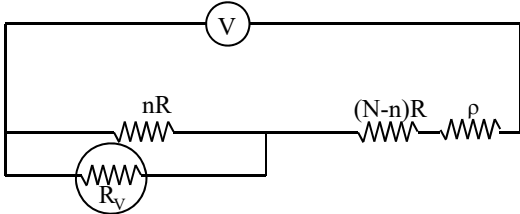
$$V_v = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V \frac{\frac{nR R_v}{nR + R_v}}{\frac{nR R_v}{nR + R_v} + (N-n)R} = V \frac{n}{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)}$$



1) Misure sulla catena di resistori:

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

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



1) 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:

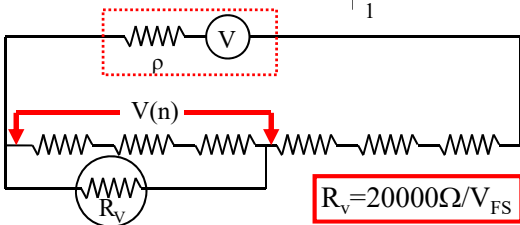
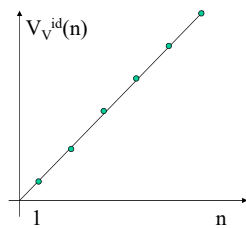
$$V_v^{mis} = V \frac{n}{N + \frac{nR}{R_v}(N-n)} ; \quad V_v^{id} = V \frac{n}{N}$$

facendo il rapporto si ottiene

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

1) Misure sulla catena di resistori:

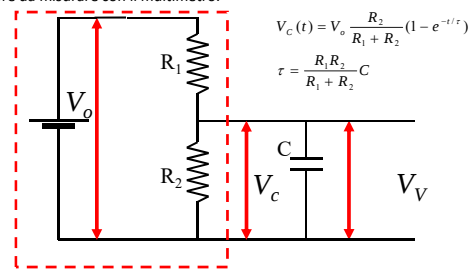
Si riportano in grafico le $V_v^{id}(n)$ corrette per la perturbazione introdotta dallo strumento di misura usando la formula precedente, e si otterrà in ogni caso che sono tutte lungo la retta, anche se con barre d'errore diverse, maggiori nel caso a fondo scala più alto.



2) Carica condensatore

(circuitto RC con lunga costante di tempo)

- Montare il circuito sulla basetta, misurare V_v in funzione del tempo.
- Siccome con i valori suggeriti ($R_1 = 33 \text{ M}\Omega$ e $C = 2.2 \mu\text{F}$) il processo è lento, si possono misurare le tensioni con il voltmetro digitale a intervalli di tempo regolari scanditi da un cronometro. Potete anche filmare con il telefonino le letture di cronometro e voltmetro.
- Ricordare che R_2 è la resistenza interna del voltmetro, e che V_o è la tensione del generatore da misurare con il multimetro.

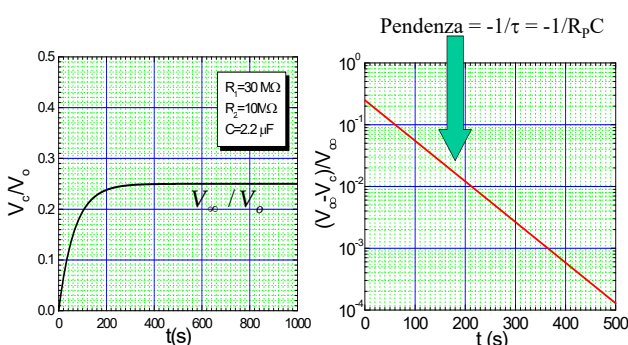
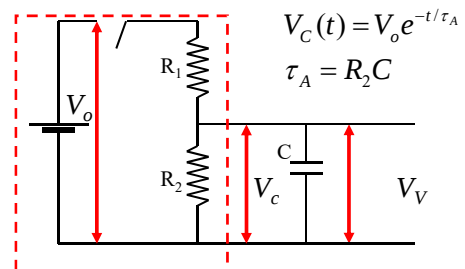


2) scarica condensatore

(circuitto RC con lunga costante di tempo)

Con il condensatore completamente carico, aprire il circuito come mostrato sotto, e misurare V_v in funzione del tempo, a partire dall'istante di apertura del circuito.

- Filmate con il telefonino le letture di cronometro e voltmetro.
- Ricordare che R_2 è la resistenza interna del voltmetro, e che V_o è la tensione del generatore da misurare con il multimetro.



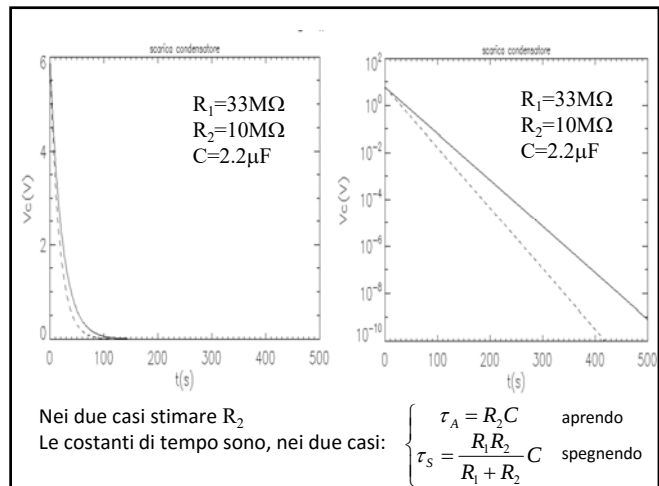
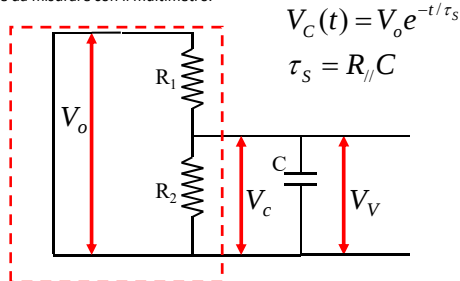
Da questo grafico si ricava il valore asintotico $\frac{V_\infty}{V_o} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ e quindi R_2 .

Allora si può graficare in scala semilog $(V_\infty - V_c)/V_\infty$. Dalla pendenza si ricava τ e quindi di nuovo R_2 .

2) scarica condensatore (circuito RC con lunga costante di tempo)

Lasciando il circuito montato come mostrato sotto, spegnere il generatore e misurare V_V in funzione del tempo.

- Filmate con il telefonino le letture di cronometro e voltmetro.
- Ricordare che R_2 è la resistenza interna del voltmetro, e che V_o è la tensione del generatore da misurare con il multimetro.



3) 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

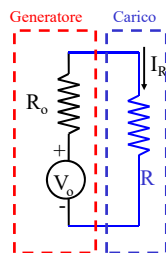
$$V_R = V_o \frac{R}{R + R_o} \quad ; \quad I_R = \frac{V_o}{R + R_o}$$

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

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

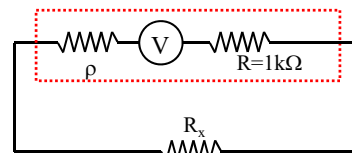
$$R = R_o \quad \text{e vale} \quad W_{\max} = \frac{V_o^2}{4R_o}$$

In queste condizioni si dice che il carico è "adattato"



3) 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

3) 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: $R_{x,\max} = R + \rho \cong R$

