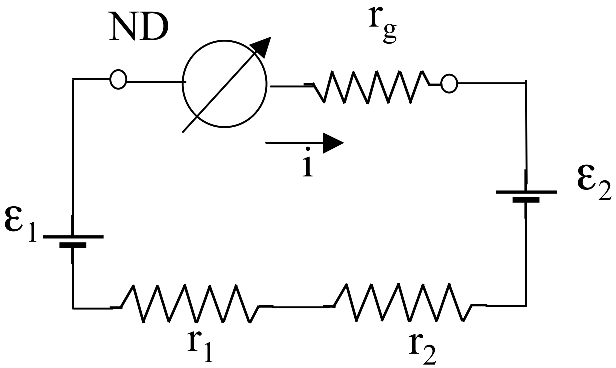
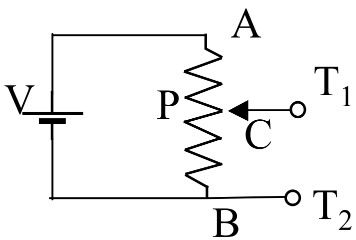
Metodo potenziometrico



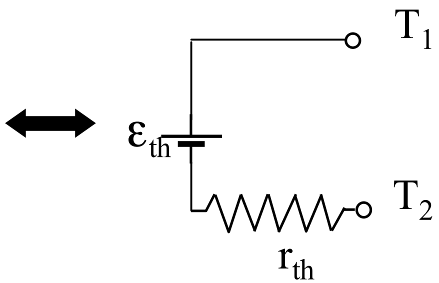
Se la corrente nel galvanometro (ND) e' nulla, il circuito permette di confrontare direttamente due fem di Thevenin indipendentemente da r_1 e r_2.

Rispetto a misure con voltmetro non si deriva corrente dai generatori

Metodo utilmente impiegato per misure di d.d.p. se disponibile un generatore di fem variabile



Partitore di tensione



$$\varepsilon_{th} = V \cdot \frac{R_{CB}}{R_{AB}}$$

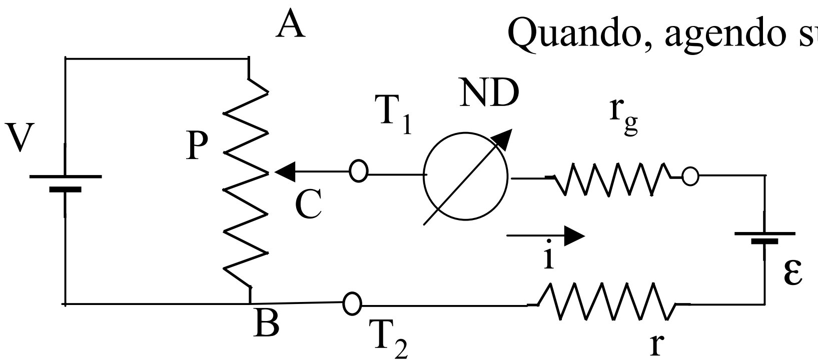
$r_{th}=R_{CB}||R_{CA}$

Tra T_1 e T_2 si puo' avere d.d.p tra 0 e V

$0< r_{th}< R_{AB}/4$

Questo circuito permette di misurare $0<\varepsilon<V$ senza derivare corrente,

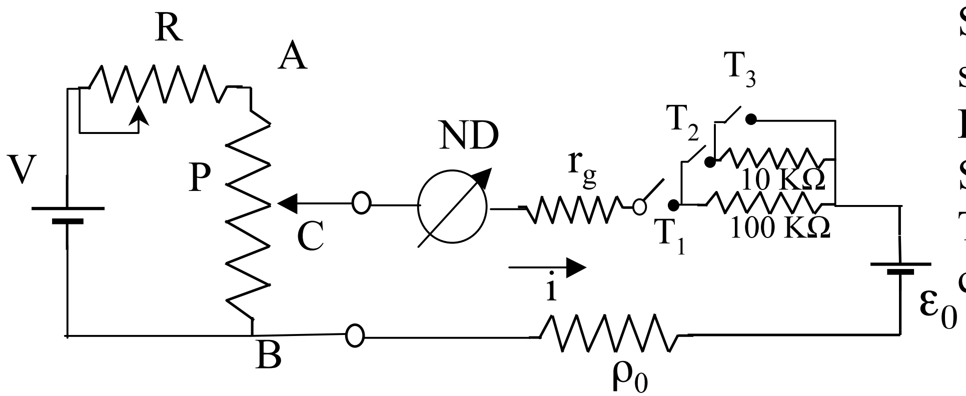
Quando, agendo su C, il galvanometro segna zero, sara' $\boxed{V_C-V_B=\varepsilon}$



Occorre risalire facilmente e con precisione a V_C-V_B
Per questo si effettua la taratura del potenziometro, se per es. e' costruito con filo calibro (proporzionalita') e' sufficiente conoscere il valore di d.d.p per una lunghezza (V_0 per l_0), in generale $V_{CB}=V_0 l/l_0$

Taratura di un potenziometro

La taratura di un potenziometro puo' essere effettuata utilizzando un fem nota,precisa (pila campione).

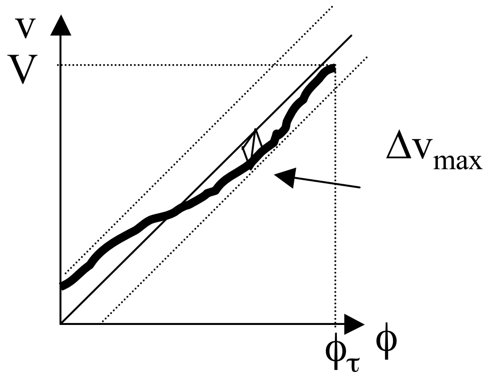


Se il potenziometro ha una scala graduata, si pone sul valore corrispondente alla fem e poi si varia R in modo tale che la corrente nel ND sia zero. Si ripete questa regolazione abbassando i tasti T_1, T_2, T_3, prima in successione e poi contemporaneamente.

Il potenziometro e' cosi' tarato.

In questo modo se si usa E_x,r_x, basta spostare C, lasciando fermo R,per avere i_g=0 e leggere il valore sul pot.

Pila campione e' di solito elettrochimica E_0= 1.01864 V a T=20 ^{0}C

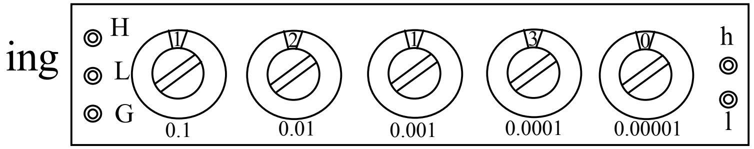


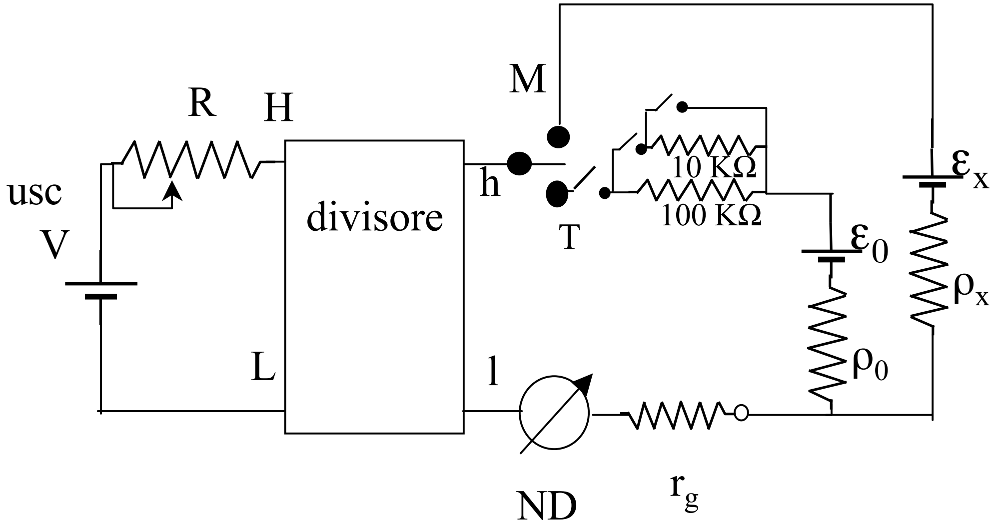
$l = (\Delta v_{max}/V)100$ linearita'

errore percentuale di linearita' $\Delta v/v=(l/v)V$ linearita' ai terminali coincidente con l a fondo scala

Divisore di tensione

Presenta tra i terminali di uscita(h,l) d.d.p. pari alla d.d.p all'ingresso(H,L) moltiplicata per fattore r<1.
Il valore e' impostato dall'utente.



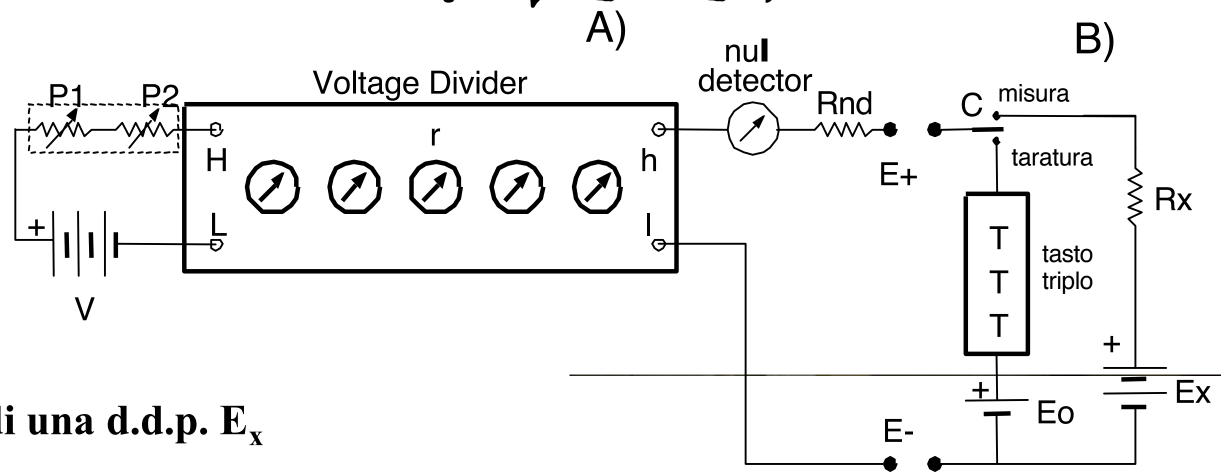


Se con r_0 si ha l'azzeramento del ND con ε_0 (pos T)
e r con il tasto in posizione M, la fem ε_x e' data da

$$\varepsilon_x = \frac{r}{r_0}\varepsilon_0$$

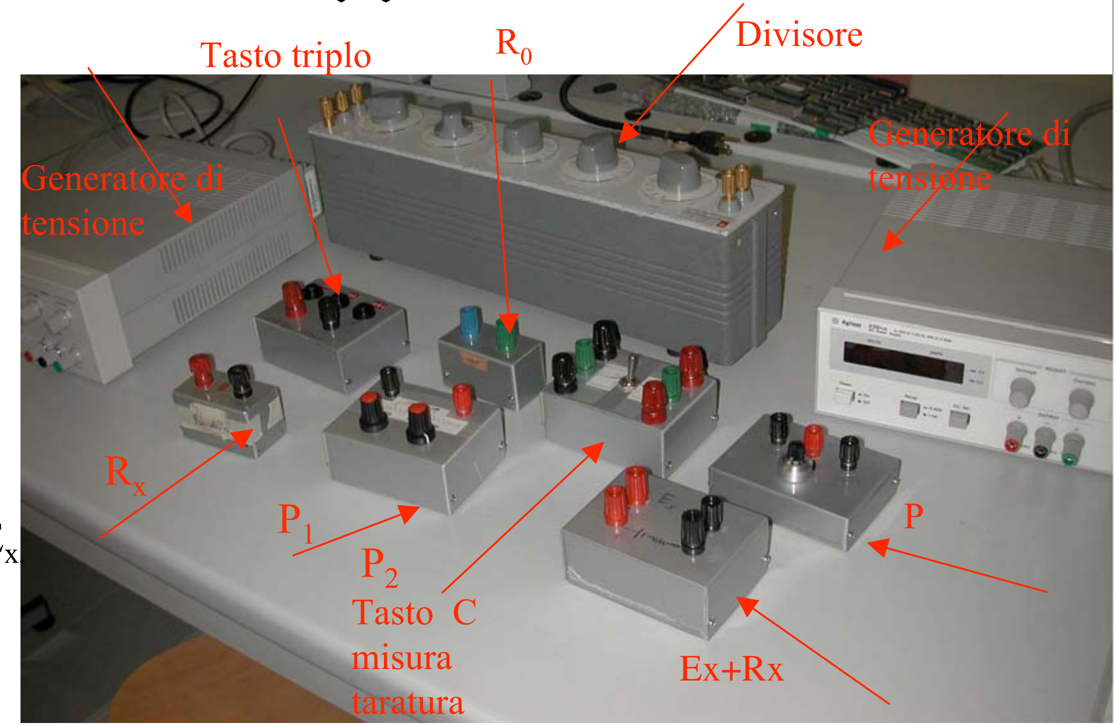
Il ND ha un limite per la minima corrente rivelabile i_{gm}, quindi quando diciamo che la i_g=0 lo facciamo a meno di questo valore che da' un'indicazione della sensibilita' del galvanometro.
Una stima dell'errore di sensibilita' si ottiene, spostando di una certa quantita' l'impostazione del divisore e si guarda di quante divisioni si sposta il galvanometro;
la variazione corrispondente al minimo spostamento del galvanometro(~1/4 di divisione) da' l'errore di sensisbilita' sulla tensione
La sensibilita' della misura puo' essere migliorata sostituendo il galvanometro con un microvoltmetro, specie quando vi sono resistenze elevate.

Esperienza C

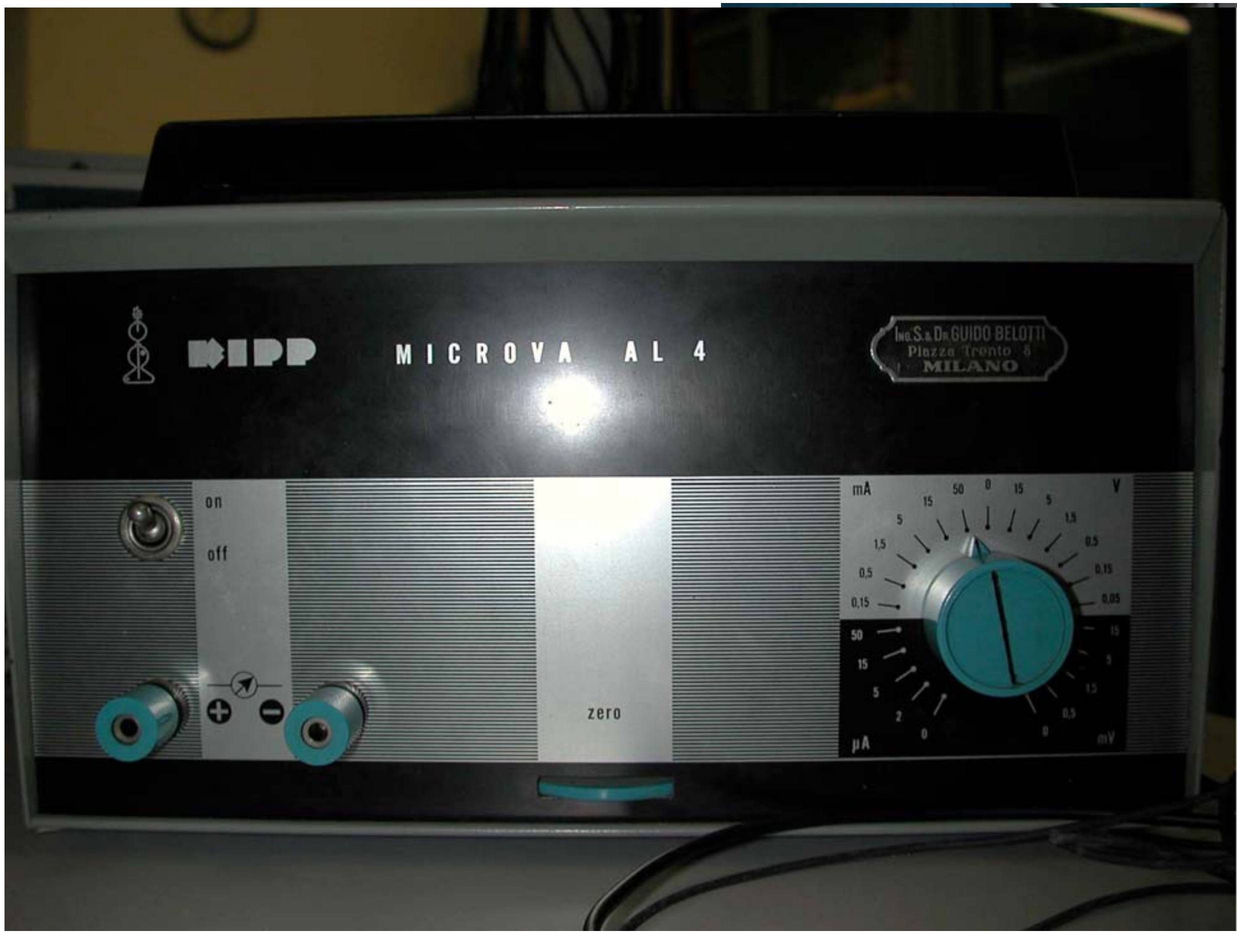


Misura di una d.d.p. E_x

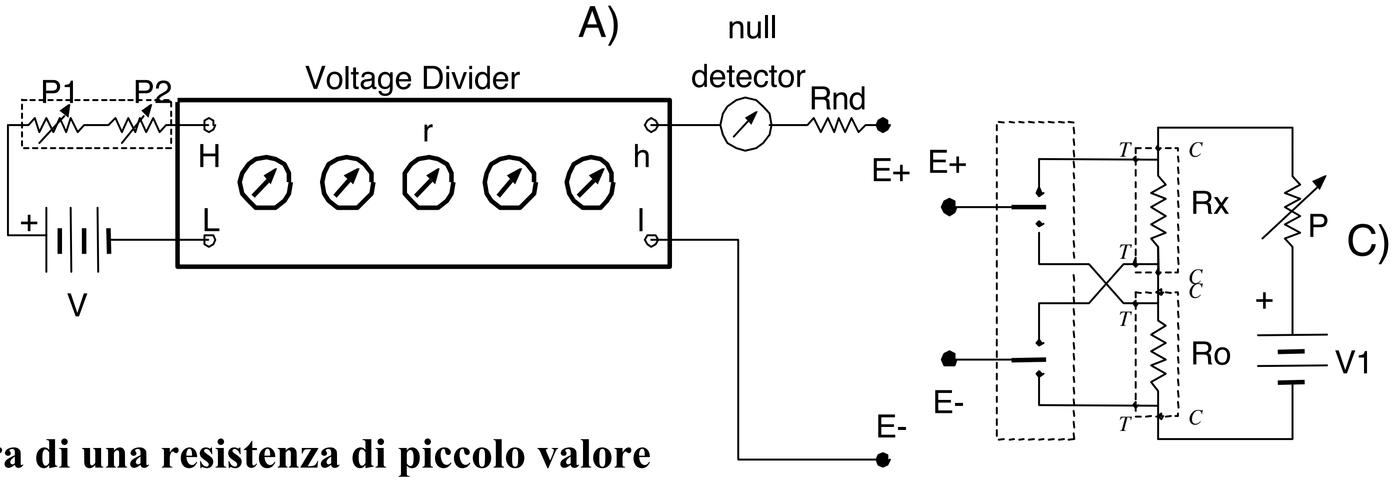
Si tara il divisore impostando un certo r_0 (es. r_0=0.101864) e con C in taratura (pila campione E_0=1.01864 V inserita) si azzera il ND agendo su V e sui reostati P_1,P_2
Si misura la sensibilita', variando r_0 e registrando la deflessione del ND.
Si misura quindi E_x con tasto C in misura, cercando lo zero del ND agendo sul valore r del divisore. Dalla relazione precedente si trova E_x. Stimare la sensibilita' nella misura E_x
Aggiungere in serie ad E_x una resistenza ~100 KΩ in serie ad E_x e si verifichi la necessita' di usare un microvoltmetro



Misuratore di zero



Esperienza C (II)



Misura di una resistenza di piccolo valore

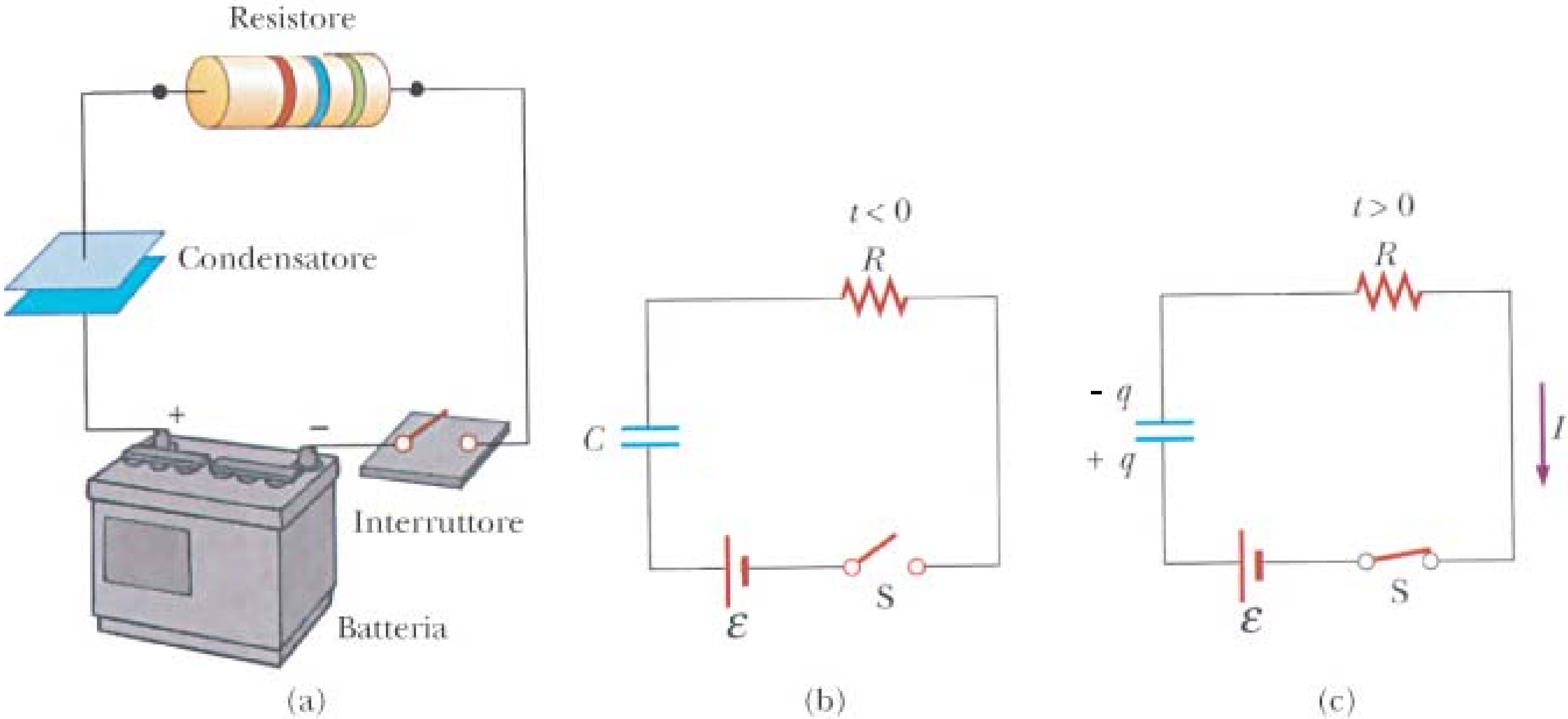
$$R_x = R_0 \frac{\Delta V_{R_x}}{\Delta V_{R_0}}$$

Si misura R_x dal rapporto tra d.d.p misurata ai capi di R_x ed R_0
Procedere analogamente a quanto fatto per la misura di E_x

Incertezze: errore linearita'o taratura, il costruttore da' un errore per ogni decade, tipicamente quello che conta e'quello relativo alla decade piu' significativa non nulla: es. R=0.9 quella da 0.1 se e' 30ppm allora per r=0.9 e' $\Delta r_{lin}=3\ 10^{-5}$.
errore sensibilita', se uno spostamento Δr ha causato una varizione di n divisioni sul ND e la minima lettura Stimata e' 1/2 divisione, l'errore di sensibilita' e'

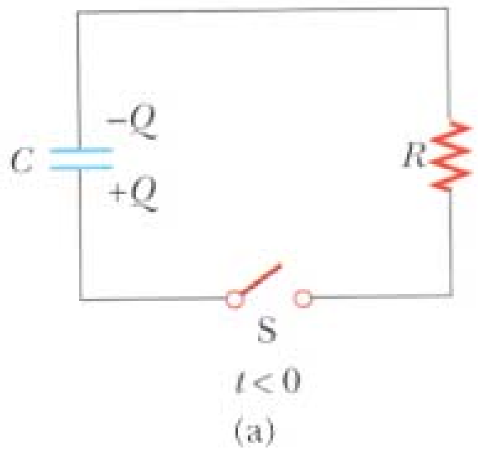
$$\varepsilon_{sens}=\Delta r\ (0.5/n)$$

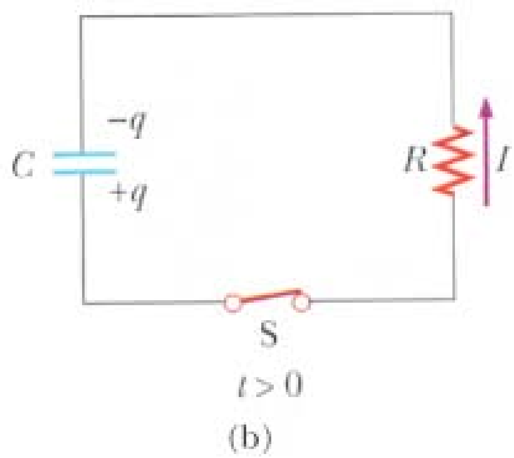
Circuiti RC



Resistore
Condensatore
Interruttore
Batteria
+
−
(a)
t < 0
R
C
ℰ
S
(b)
t > 0
R
- q
+ q
I
ℰ
S
(c)

Scarica di un condensatore





V(t) d.d.p ai capi di C al tempo t, chiuso S a t=0

$V(t)=I(t)\,R$

Ma $V(t)=Q(t)/C$ ---> $Q(t)=I(t)\,RC$

Nel tempo dt R e' attraversata dalla carica Idt, per conservazione Della carica, questa e' la diminuzione di Q di C,

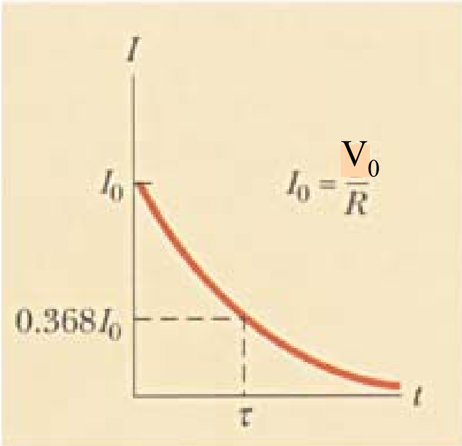
$-dQ=Idt \quad -dQ/dt=I$

Quindi

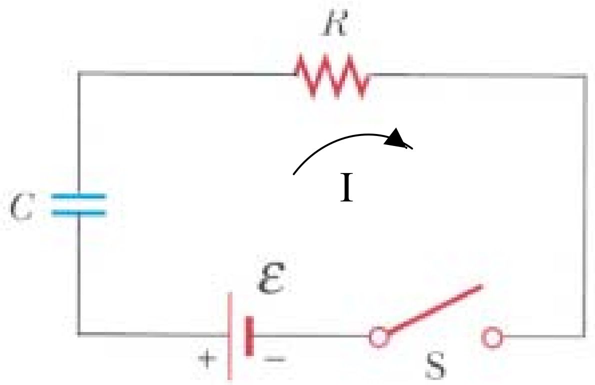
$(-dQ/dt)RC=Q \quad dQ/Q=-(1/RC)dt$

$RC=\tau \qquad \mathbf{Q(t)=Q_0e^{-t/\tau}}$

$I(t) = (1/R)\,(Q_0/C)e^{-t/\tau} = (V_0/R)e^{-t/\tau}$



Carica di un condensatore



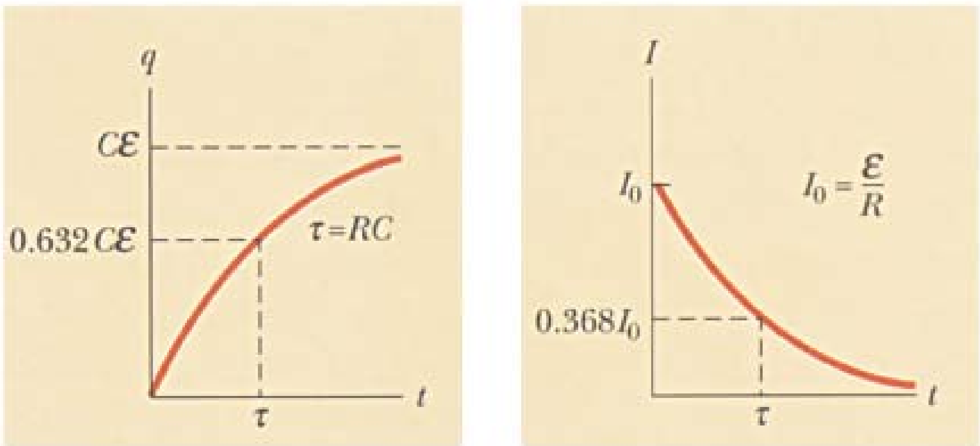
t=0 Q(0)=0

Equazione del circuito si ricava da legge di Kirchhoff per le maglie, tenendo conto che C si comporta come geenratore di d.d.p. variabile nel tempo di segno opposto a ε.

$$\varepsilon - V(t) = RI(t)$$

Idt= +dQ , aumento di carica in C --> $\varepsilon - Q(t)/C = RdQ/dt$

$\varepsilon C - Q(t) = RCdQ/dt$ per separazione di variabili e' $d(\varepsilon C - Q)/(\varepsilon C - Q) = dt/RC$



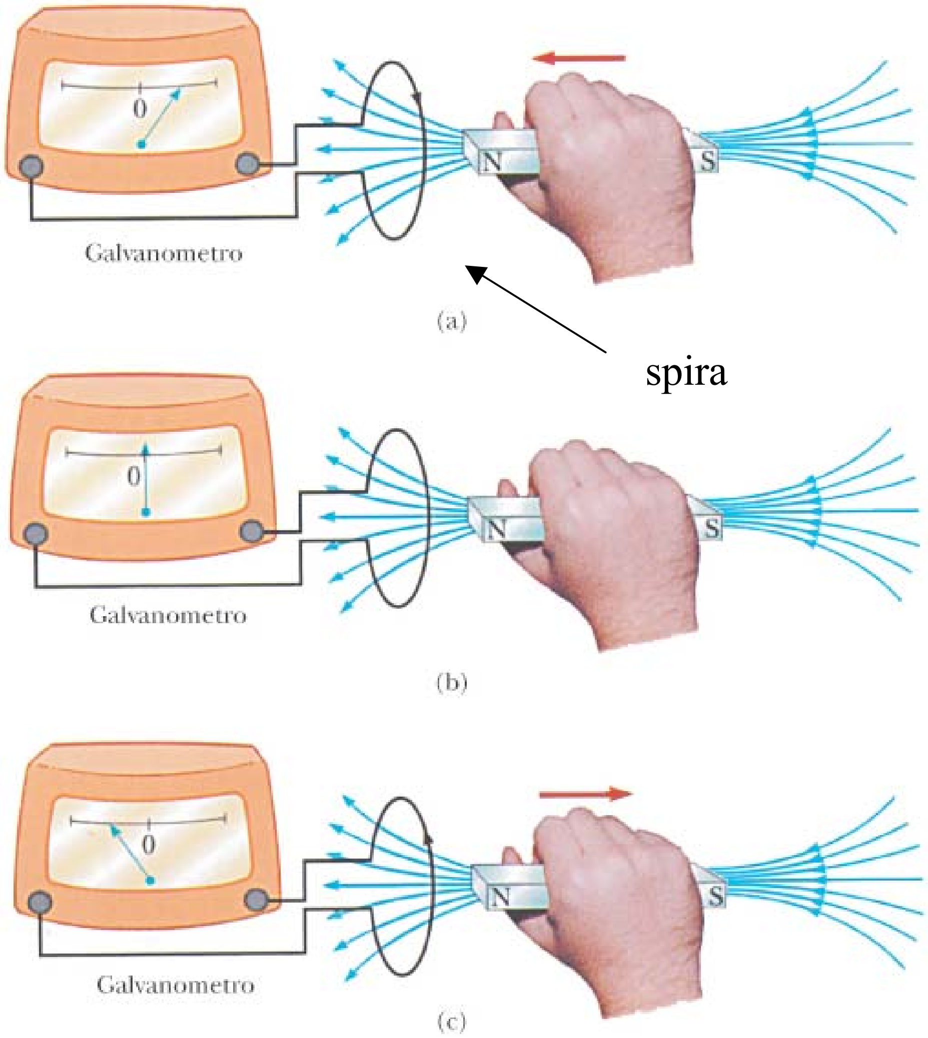
(a) (b)

$Q(t) = \varepsilon C(1-e^{-t/\tau})$ --> $I(t) = (\varepsilon/R)e^{-t/\tau}$

I(0) e' la stessa che si avrebbe con C in corto circuito.

$W_g = \varepsilon I = (Q/C)I + RI^2 = W_C + W_R$
Il gen deve fornire anche la potenza W_C per caricare C

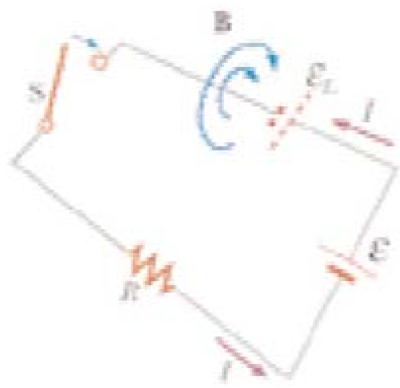
Induzione elettromagnetica



La spira riconosce quando il magnete si sposta

Si genera corrente nella spira senza presenza di batteria. Corrente indotta, generata da fem Indotta.

$$\varepsilon_i = -d\phi(B)/dt$$



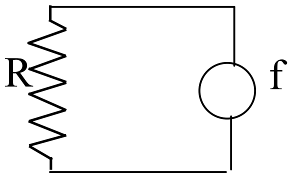
Quando si chiude S la corrente non aumenta Istantaneamente, poiche' si genera ε_i che tende a mandare un corrente opposta.

Autoinduzione

$$\phi(B) = LI \quad \varepsilon_i = -L\, dI/dt$$

L= induttanza [L]=Henry

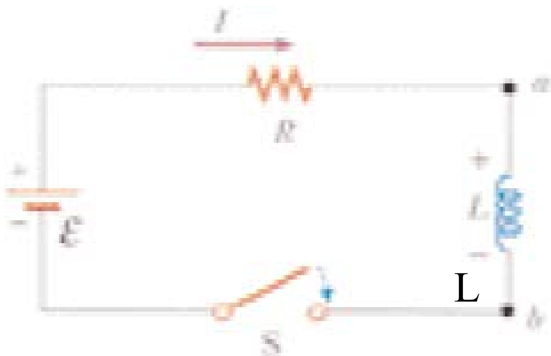
Circuiti RL



Se il generatore di fem e' variabile, l'equazione del circuito e':

$$RI=f+\varepsilon_i=f-L\,di/dt$$

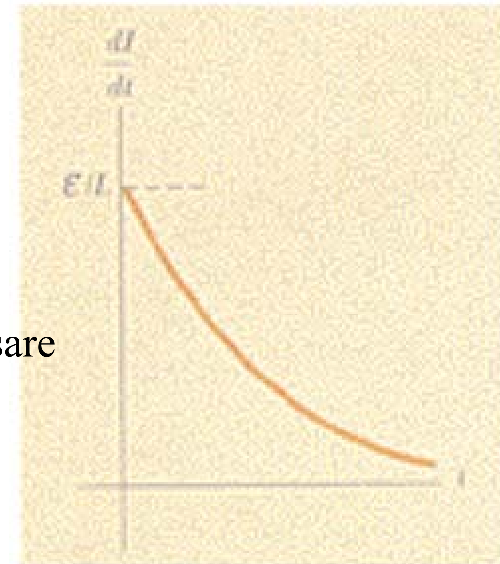
Per circuiti semplici ε_i e' trascurabile. Se si ha un solenoide occorre tenerne conto

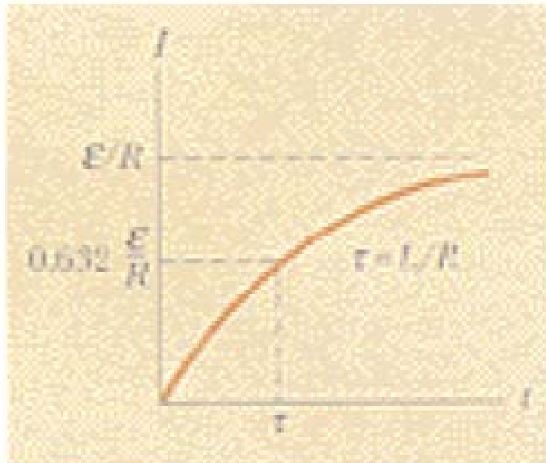


Risolviamo l'equazione del circuito con I(0)=0

$IR+L\,dI/dt=\varepsilon$ $\quad I+(L/R)dI/dt=\varepsilon/R \quad \tau=L/R \quad I_m=\varepsilon/R$

$I(t)=(\varepsilon/R)(1-e^{-t/\tau})$





Moltiplicando per dQ=Idt carica erog da gen

$I^2Rdt+ \quad LIdI \quad = \quad \varepsilon Idt$

en diss
in R

en erog
da gen

Energia da dare ad L per far passare
da I a I+dI

Induttanza percorsa da I ha en=1/2 LI^2