

Carica di un condensatore

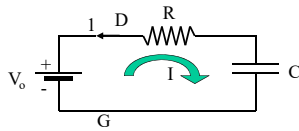
- Possiamo scrivere subito $V_o = IR + V_C$

- E quindi

$$V_o = \frac{dQ}{dt}R + \frac{Q}{C} \Rightarrow RC \frac{dQ}{dt} = CV_o - Q$$

$$\Rightarrow \frac{dQ}{CV_o - Q} = \frac{dt}{RC} \Rightarrow -\ln(CV_o - Q) \Big|_{t_0}^t = \frac{t}{RC} \Big|_{t_0}^t$$

$$-\ln\left(\frac{CV_o - Q}{CV_o - Q_0}\right) = \frac{t}{RC}$$



Carica di un condensatore

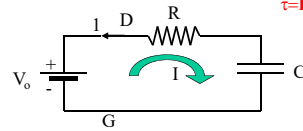
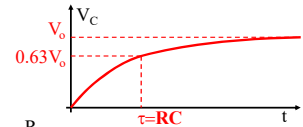
qui Q_0 e' la eventuale carica iniziale. Nel nostro caso

$Q_0 = Q(t=0) = 0$ e quindi

$$-\ln\left(\frac{CV_o - Q}{CV_o}\right) = \frac{t}{RC} \Rightarrow \frac{CV_o - Q}{CV_o} = e^{-t/RC} \Rightarrow Q(t) = CV_o(1 - e^{-t/RC})$$

$$V_C(t) = \frac{Q(t)}{C} = V_o(1 - e^{-t/RC})$$

dove $\tau = RC$ e' la costante di tempo del processo



Carica di un condensatore

qui Q_0 e' la eventuale carica iniziale. Nel nostro caso

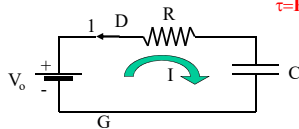
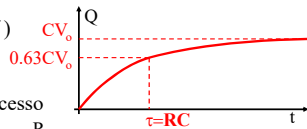
$Q_0 = Q(t=0) = 0$ e quindi

$$-\ln\left(\frac{CV_o - Q}{CV_o}\right) = \frac{t}{RC} \Rightarrow Q(t) = CV_o(1 - e^{-t/RC})$$

$$V_C(t) = \frac{Q(t)}{C} = V_o(1 - e^{-t/RC})$$

dove $\tau = RC$ e' la

costante di tempo del processo



Scarica di un condensatore

con la solita convenzione per il verso

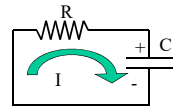
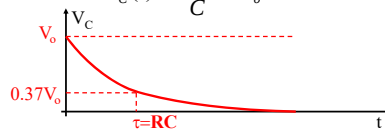
della corrente otteniamo:

$$-IR - V_C = 0$$

$$-\frac{dQ}{dt}R - \frac{Q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{dQ}{Q} = -\frac{dt}{RC}$$

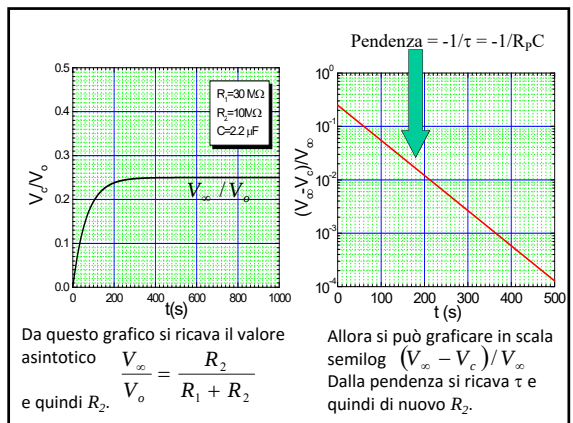
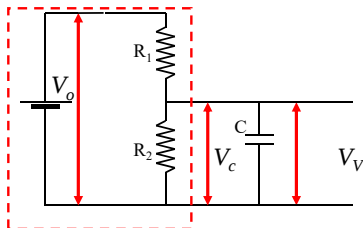
e quindi $Q(t) = CV_o e^{-t/RC}$

$$\text{ed anche } V_C(t) = \frac{Q(t)}{C} = V_o e^{-t/RC}$$



seconda parte esercitazione 1 : carica condensatore (circuito RC con lunga costante di tempo)

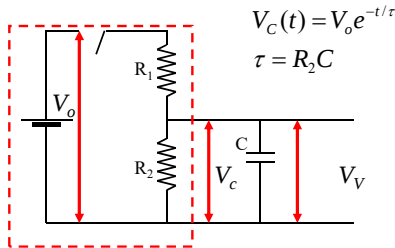
- Montare il circuito sulla bassetta, misurare V_V in funzione del tempo.
- Siccome con i valori suggeriti ($33M\Omega$ e $2.2\mu F$) il processo è lento, si possono misurare le tensioni con il voltmetro digitale a intervalli di tempo regolari scanditi da un cronometro. Potete anche filmare con il telefonino 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.



seconda parte esercitazione 1 : scarica condensatore (circuito RC con lunga costante di tempo)

Aprire il circuito come mostrato sotto, misurare V_V in funzione del tempo.

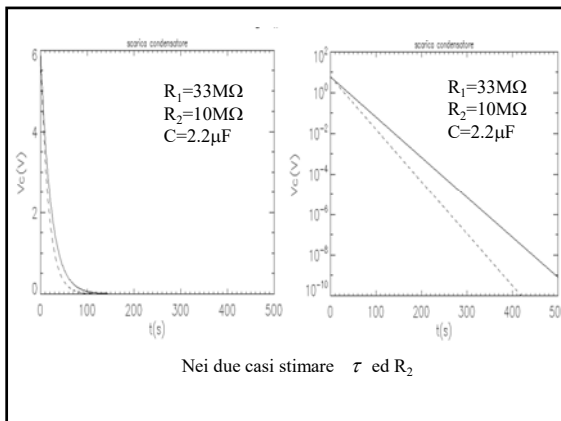
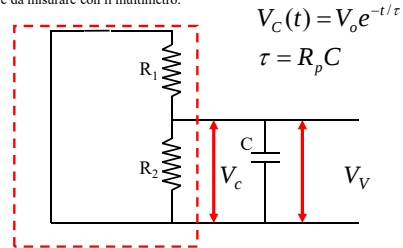
- Filmate con il telefonino le letture di cronometro e voltmetro.
- Ricordare che R_2 è la resistenza interna del voltmetro, e che V_o è la tensione del generatore da misurare con il multimetro.



seconda parte esercitazione 1 : 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.



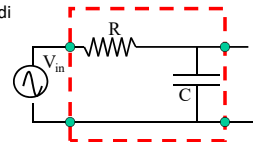
Impedenza Complessa

- Riprendiamo il circuito RC, nel caso di generatore sinusoidale:

$$V_{in}(t) - RI - V_C = 0$$

$$\vec{V}_o = R \vec{i}_o e^{j\phi} + \frac{1}{j\omega C} \vec{i}_o e^{j\phi}$$

$$= \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right) \vec{i}_o e^{j\phi}$$



- Quindi la variabile complessa che rappresenta la corrente è proporzionale alla variabile complessa che rappresenta la tensione; la costante di proporzionalità è un numero complesso, detto "impedenza del circuito".

$$Z = \left(R + \frac{1}{j\omega C} \right)$$

- In questo caso, l'impedenza del circuito è la somma delle impedenze di R e di C, perchè sono in serie.

Impedenza Complessa

- Legge di Ohm generalizzata: $\vec{Z}_R = R$ $\vec{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$

$$\vec{V} = \vec{Z} \vec{I}$$

- Se vogliamo la tensione ai capi del condensatore, ci ricorderemo ancora una volta del partitore e lo scriveremo per le impedenze:

$$\vec{V}_C = \frac{\vec{Z}_C}{\vec{Z}_C + \vec{Z}_R} \vec{V}_{in} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + R} \vec{V}_{in} = \frac{1}{1 + Rj\omega C} \vec{V}_{in}$$

- Se vogliamo la tensione ai capi della resistenza, avremo:

$$\vec{V}_R = \frac{\vec{Z}_R}{\vec{Z}_C + \vec{Z}_R} \vec{V}_{in} = \frac{R}{\frac{1}{j\omega C} + R} \vec{V}_{in} = \frac{Rj\omega C}{1 + Rj\omega C} \vec{V}_{in}$$

I circuiti RC e CR come filtri

- Quindi quando si prende l'uscita ai capi del condensatore, il circuito RC si comporta come filtro passa basso:

$$\vec{V}_C = \frac{1}{1 + j\omega RC} \vec{V}_{in}$$

$$V_{oc} = \frac{V_{oin}}{\sqrt{1 + (\omega\tau)^2}}$$

$$\phi = \arctan(-\omega\tau)$$

- Invece quando si prende l'uscita ai capi della resistenza, il circuito CR si comporta come filtro passa alto:

$$\vec{V}_R = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \vec{V}_{in}$$

$$V_{or} = \frac{\tau\omega V_{oin}}{\sqrt{1 + (\tau\omega)^2}}$$

$$\phi = \arctan(1/\omega\tau)$$