

CAPACITA' ELETTRICA

materiali :- isolante (dielettrico)
- conduttore
- semiconduttore

$$E = 0 \text{ (all'interno)}$$
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \text{ (in superficie)}$$

$$\frac{Q}{V} = C$$

capacità elettrica

dimensioni $[M]^{-1}[L]^{-2}[t]^2[Q]^2 = [M]^{-1}[L]^{-2}[t]^4[i]^2$

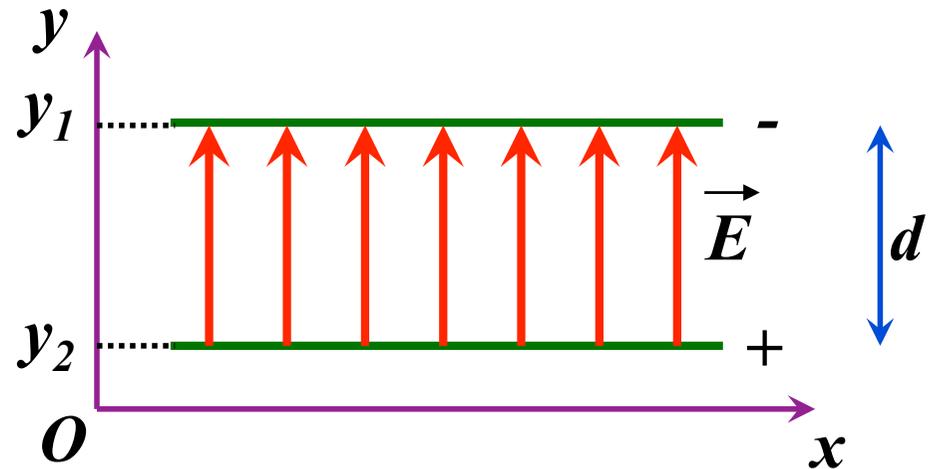
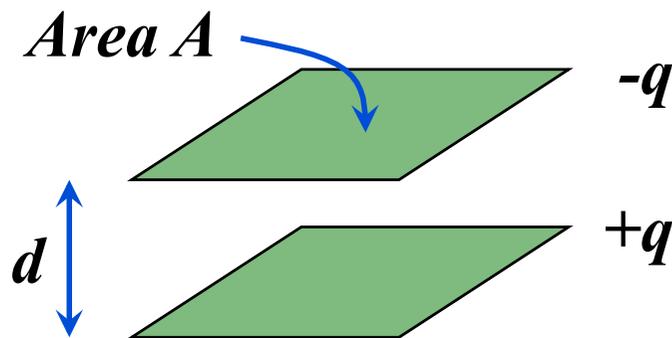
● unità di misura S.I. farad (F) = $\frac{\text{coulomb}}{\text{volt}}$

$$10^{-6} \text{ F} = \mu\text{F}$$

$$10^{-12} \text{ F} = \mu\mu\text{F} = \text{pF}$$

Condensatore piano

Un condensatore piano è formato da due piatti piani e paralleli, detti armature, di area A posti a distanza d su cui sono presenti cariche opposte $+q$ e $-q$



Campo elettrico: $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{j}$

σ densità superficiale di carica $=q/A$

Differenza di potenziale tra le armature:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = -\vec{E} \cdot \Delta \vec{s} = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{j} \cdot \Delta \vec{s} = -\frac{\sigma}{\epsilon_0} (y_2 - y_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$$

Capacità del condensatore piano

Carica presente sulle armature: $q = \sigma A$

Differenza di potenziale tra le armature: $\Delta V = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$

Capacità del condensatore piano: $C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

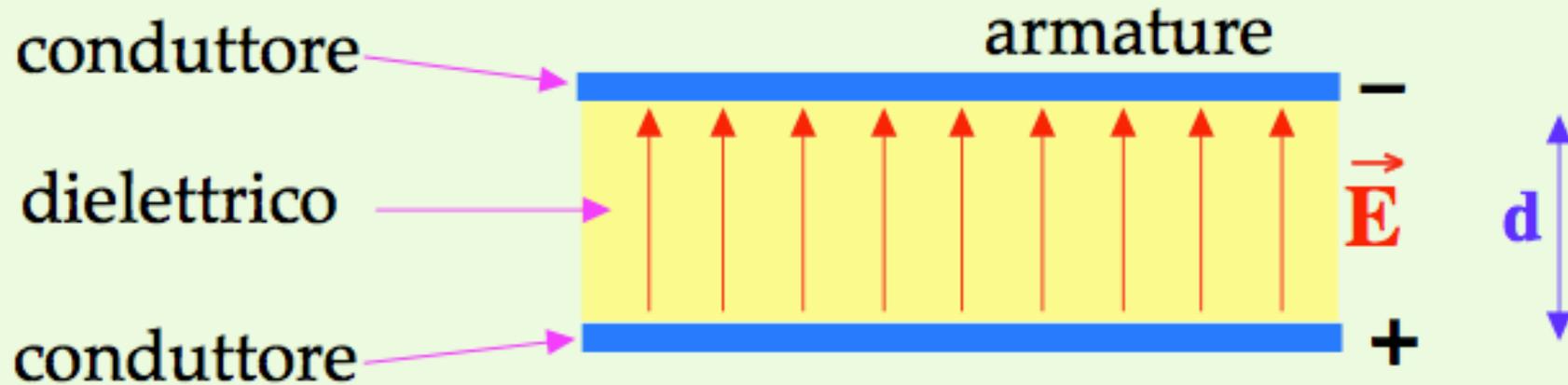
➤ *In ogni condensatore la carica immagazzinata sulle armature è proporzionale alla differenza di potenziale applicata tra di esse:*

$$q = C\Delta V$$

➤ *La capacità elettrostatica rappresenta la capacità del condensatore di immagazzinare carica sulle sue armature: quanto maggiore è C tanto più grande è la carica che può essere immagazzinata a parità di d.d.p. applicata.*

CAPACITA' ELETTRICA

condensatori (induzione elettrostatica)



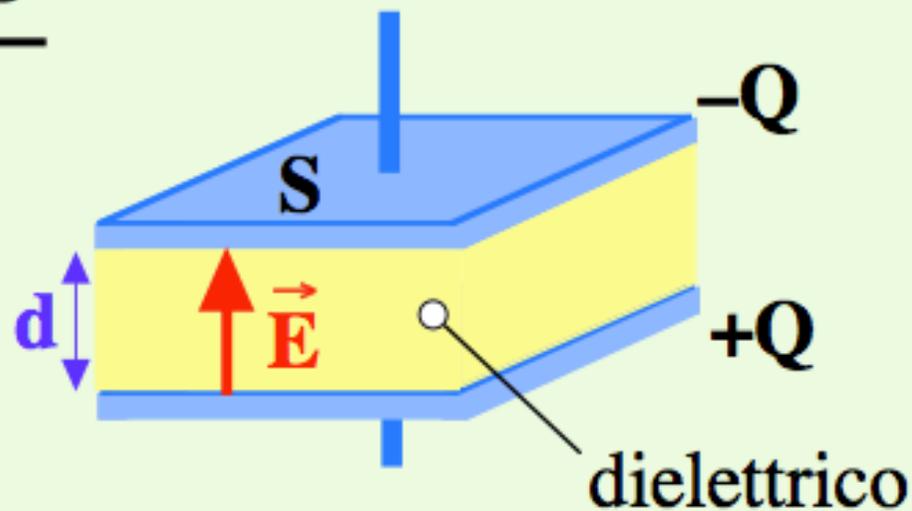
$$\mathbf{E} = \frac{\Delta V}{d} \text{ (uniforme)}$$



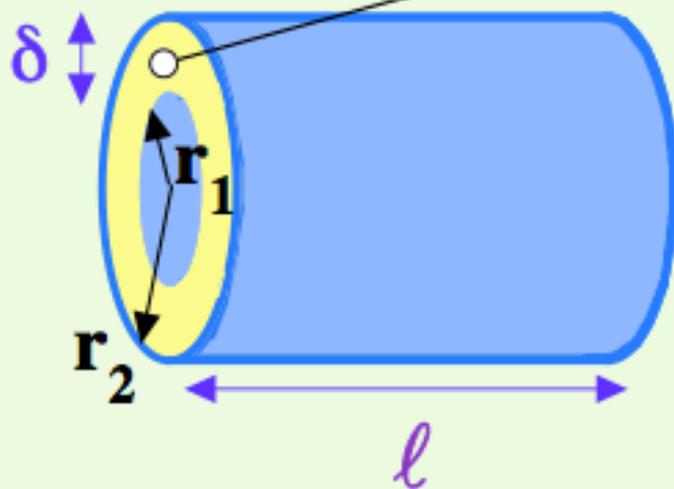
**simbolo di
condensatore**

$$Q = C \Delta V$$
$$i = C \Delta V / \Delta t$$

CAPACITA' ELETTRICA



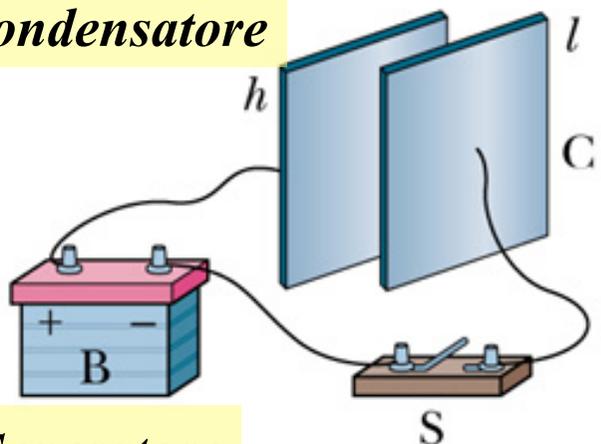
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{2\pi r_2 l}{\delta}$$

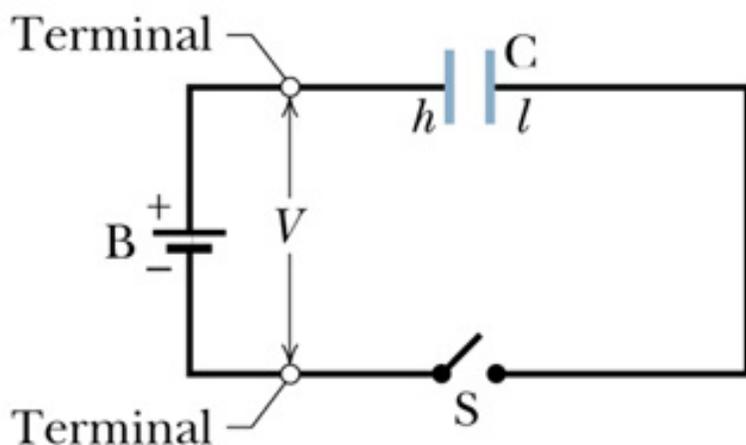
Carica di un condensatore

Condensatore



Generatore

(a) Interruttore

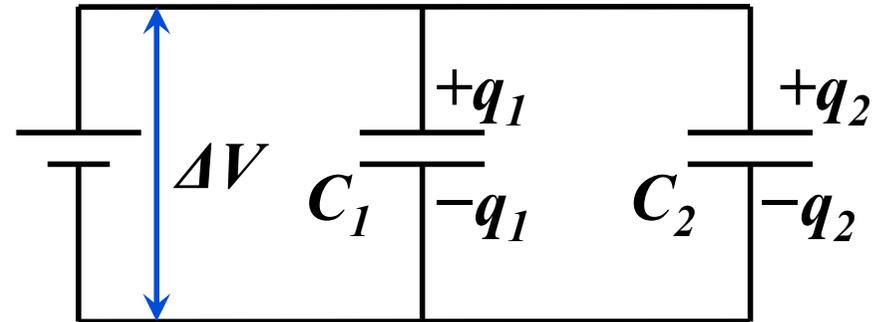


(b)

- *Il generatore è un dispositivo che mantiene una d.d.p. costante tra i suoi poli*
- *Chiudendo l'interruttore si ha un flusso di elettroni (corrente) nel circuito, che porta ad un accumulo di carica sulle armature del condensatore*
- *Il flusso di elettroni si arresta quando le cariche presenti sulle armature instaurano una d.d.p. che è pari a quella tra i poli del generatore*

Condensatori in parallelo

Il collegamento in parallelo si realizza collegando tutti i condensatori alla stessa d.d.p.



Cariche dei condensatori: $q_1 = C_1 \Delta V$ $q_2 = C_2 \Delta V$

Carica totale: $q = q_1 + q_2 = (C_1 + C_2) \Delta V$

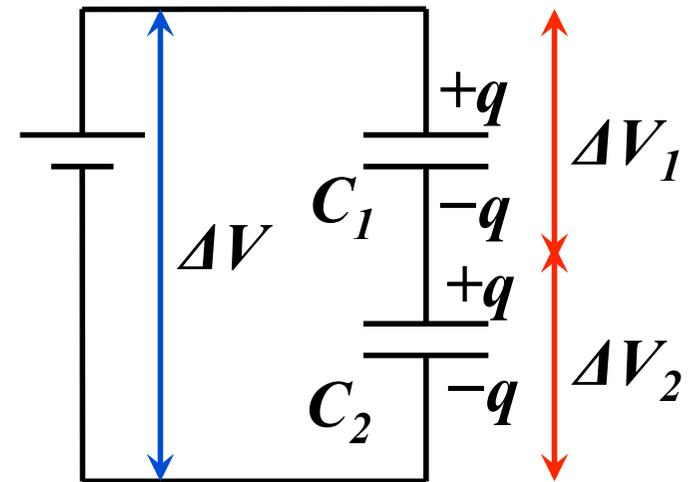
Capacità equivalente: $C_{eq} = \frac{q}{\Delta V} = C_1 + C_2$

Per un sistema di N condensatori in parallelo:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_N$$

Condensatori in serie

Il collegamento in serie si realizza concatenando le armature di tutti i condensatori. In questo caso le cariche dei vari condensatori sono le stesse



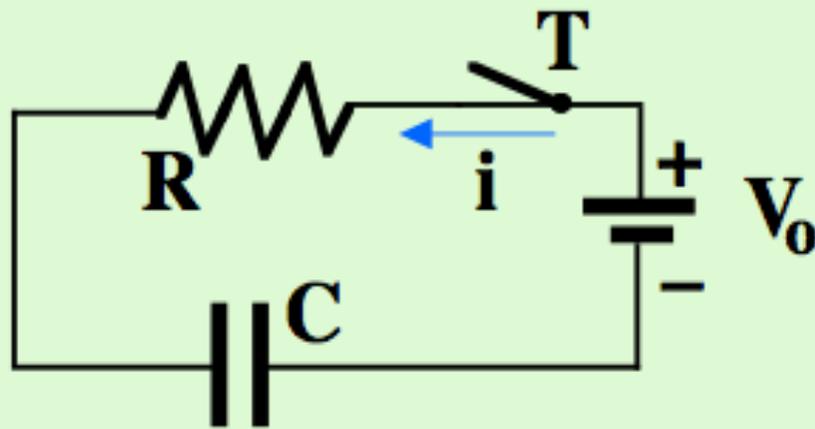
Differenze di potenziale: $\Delta V_1 = q / C_1$ $\Delta V_2 = q / C_2$

Differenza di potenziale totale: $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$

Capacità equivalente: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{\Delta V}{q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1}$

Per una serie di N condensatori: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$

CARICA DEL CONDENSATORE



chiusura interruttore T :

$$\begin{aligned} & \bullet \quad i = 0 \\ & \downarrow \quad i = i(t) \\ & \blacktriangledown \quad i = 0 \end{aligned}$$

$$\downarrow \quad V_R(t) + V_C(t) = V_0$$

$$\downarrow \quad R i(t) + \frac{q(t)}{C} = V_0 \quad \longrightarrow \quad R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = V_0$$

$$\downarrow \quad \frac{dq}{dt} = -\frac{q}{RC} + \frac{V_0}{R}$$

$$\downarrow \quad \frac{dq}{dt} = -\frac{1}{RC} (q - V_0 C) \quad \longrightarrow$$

CARICA DEL CONDENSATORE

$$\frac{dq}{dt} = -\frac{1}{RC} (q - V_0 C)$$

$$\frac{d(V_0 C)}{dt} = 0$$

$$\frac{d(q - V_0 C)}{dt} = -\frac{1}{RC} (q - V_0 C) \rightarrow q - V_0 C = A e^{\alpha t}$$

$$t = 0 \rightarrow q = 0 \rightarrow A = -V_0 C$$

$$q(t) = V_0 C (1 - e^{\alpha t})$$

$$\frac{dq}{dt} = -\alpha V_0 C e^{\alpha t} = \frac{V_0}{R} e^{\alpha t} \xrightarrow{t \rightarrow 0} \alpha = -\frac{1}{RC}$$

$$q(t) = V_0 C \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$q(t) = V_0 C \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$RC \rightarrow \frac{V}{\frac{\Delta Q}{\Delta t}} \frac{\Delta Q}{V} = \Delta t \quad \bullet \text{ dimensioni } [R][C] \equiv [t]$$

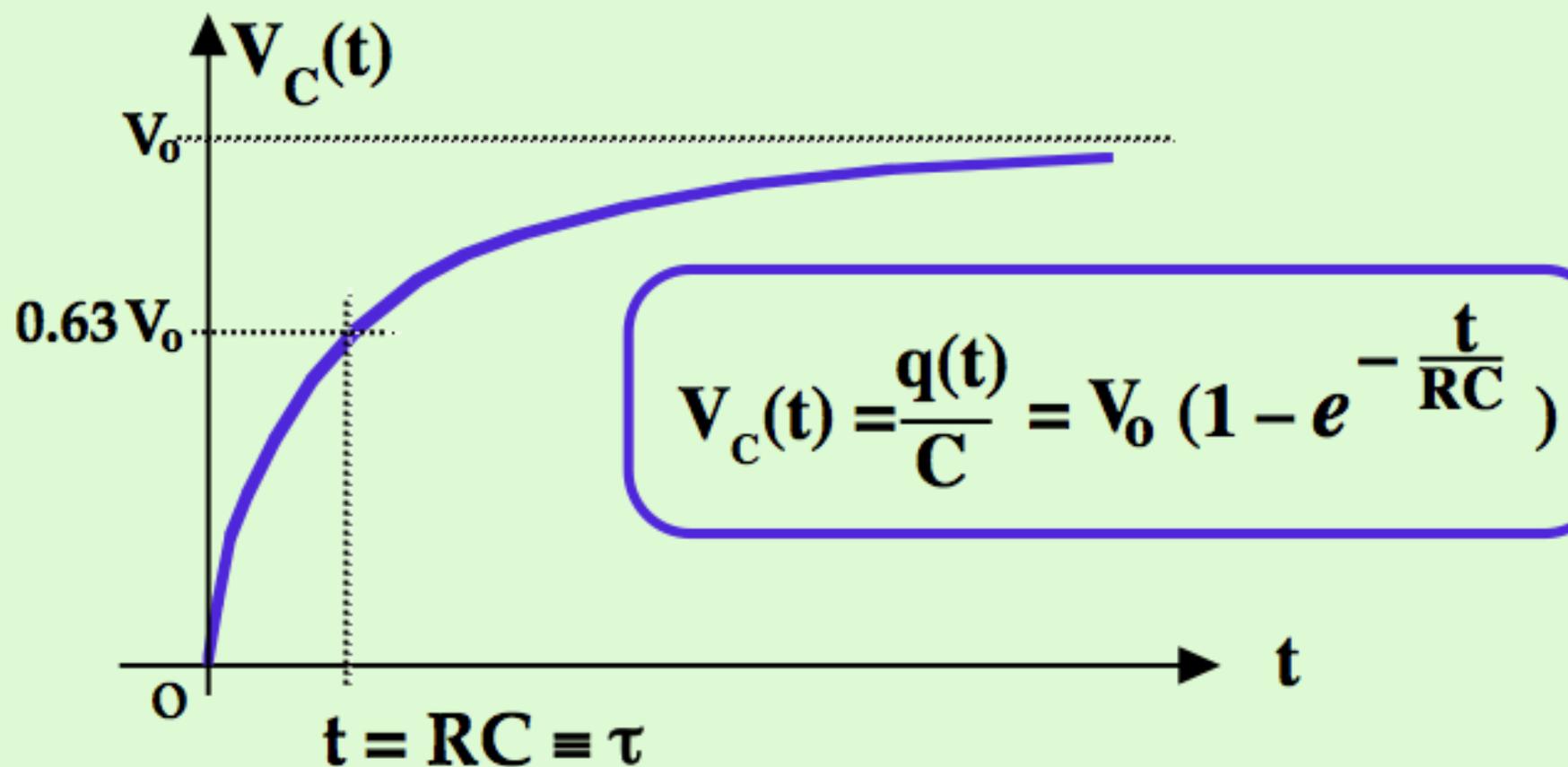
$$RC \equiv \tau$$

$\tau =$ costante di tempo del circuito

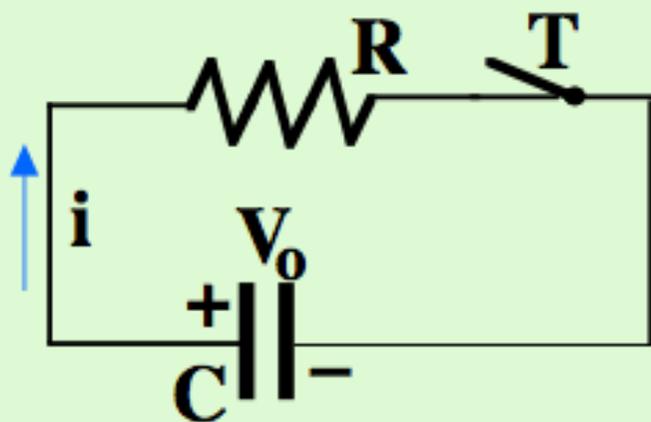
$$t = RC = \tau$$
$$\rightarrow e^{-\frac{t}{RC}} = e^{-1} = \frac{1}{e} = \frac{1}{2.718} = 0.368$$

ampiezza al tempo zero smorzata del 36.8% dopo un tempo pari alla costante di tempo

CARICA DEL CONDENSATORE



SCARICA DEL CONDENSATORE



chiusura interruttore T :

$$\begin{array}{l} \bullet \quad i = 0 \\ \downarrow \\ i = i(t) \\ \downarrow \\ \bullet \quad i = 0 \end{array}$$

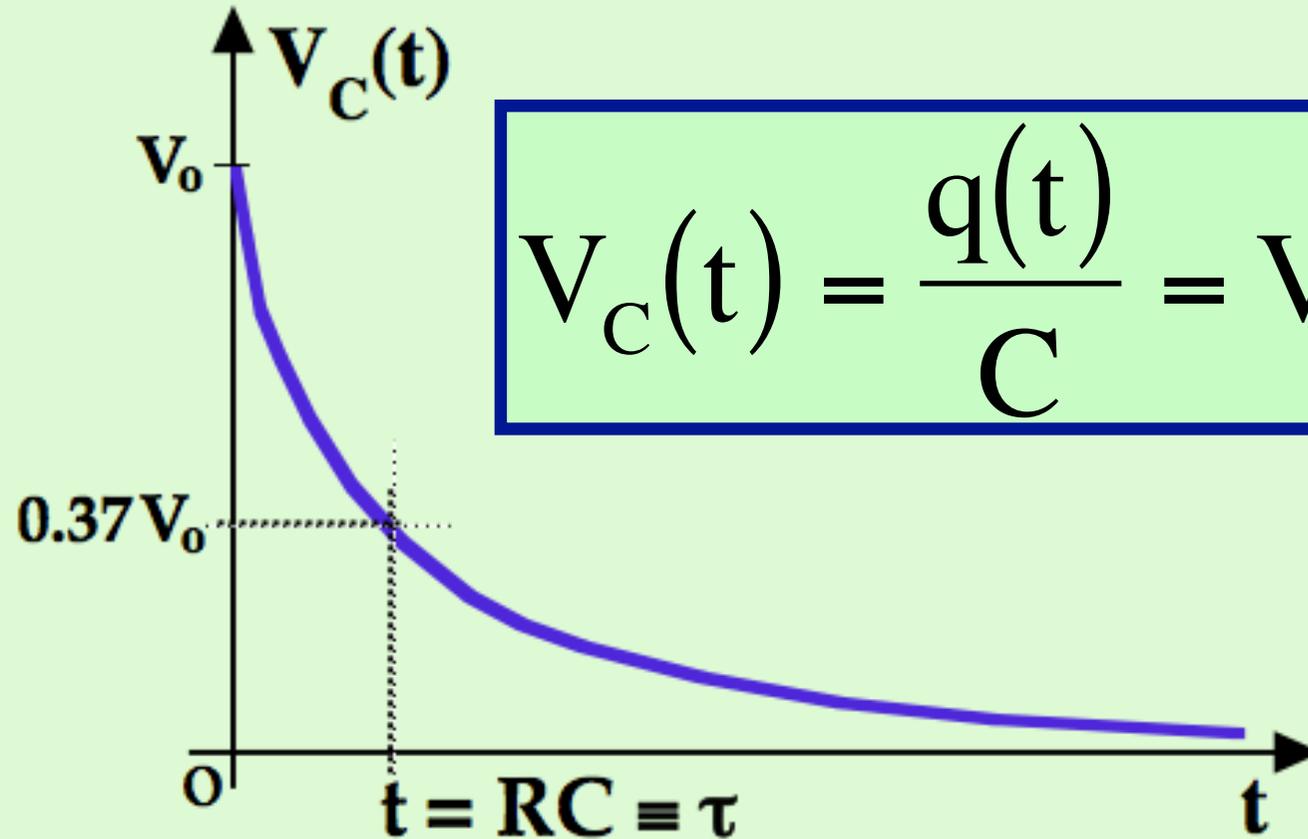
$$V_R(t) + V_C(t) = 0 \longrightarrow R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

$$q(t) = V_0 C e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\blacksquare i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

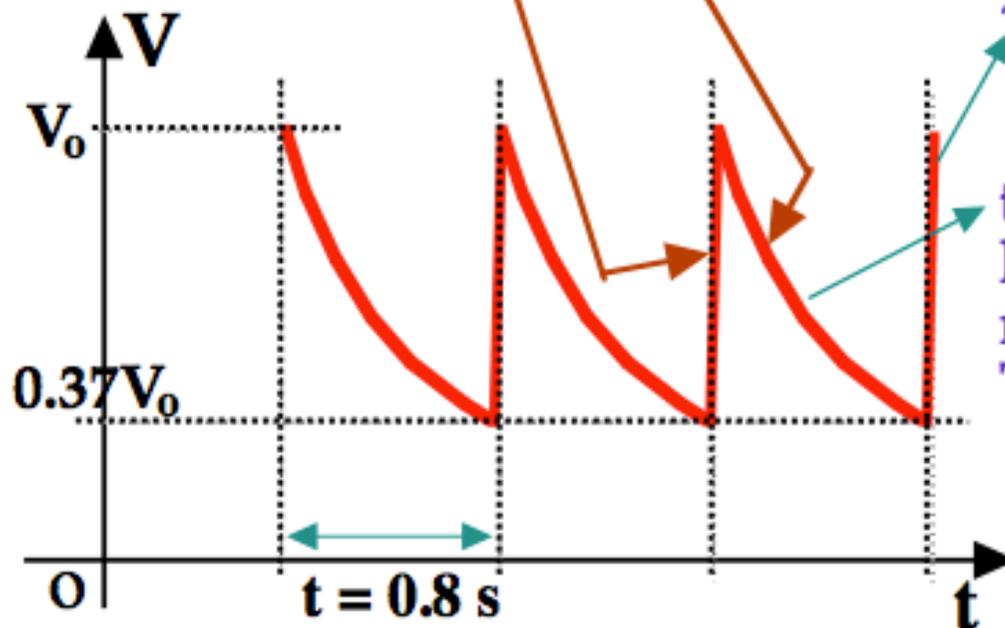
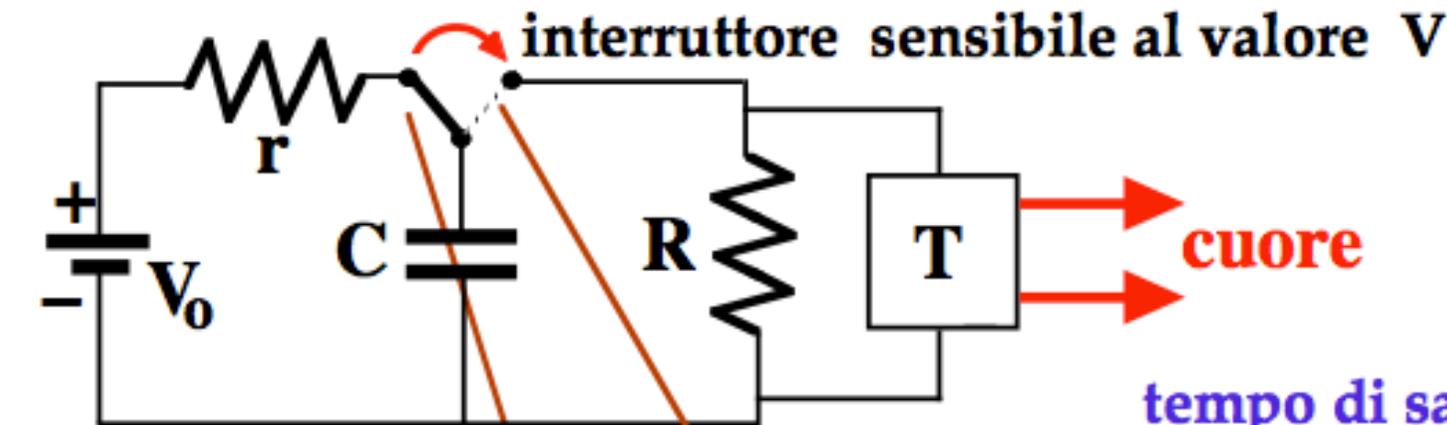
$$\blacksquare V_C(t) = \frac{q(t)}{C} = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

SCARICA DEL CONDENSATORE



STIMOLATORE CARDIACO

o pacemaker
(vedi esempio
12.4 del libro)



tempo di salita rapido
 $\tau_2 = r C = 10^4 \Omega \cdot 0.4 \mu\text{F} = 4 \text{ ms}$

tempo di scarica che fornisce
la cadenza di 75 impulsi al
minuto primo al trasduttore
 T collegato al cuore

$$\tau_1 = RC = 2 \cdot 10^6 \Omega \cdot 0.4 \mu\text{F} = 0.8 \text{ s} = \frac{60 \text{ s}}{75}$$

