

Circuito RC

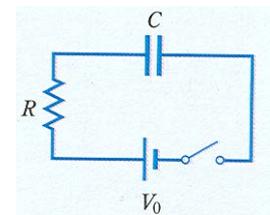
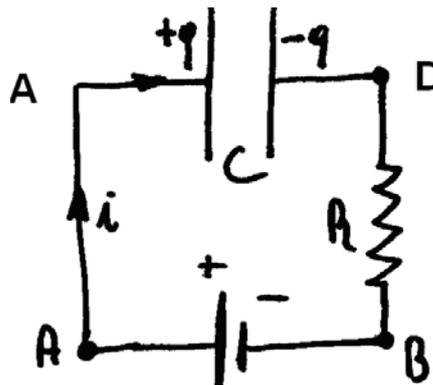
Processo di carica di un condensatore

Un circuito elettrico che contiene un resistore e un condensatore è chiamato circuito **RC**. In tale circuito la corrente non è costante, ma varia nel tempo. Quando si chiude l'interruttore del circuito cominciano a fluire delle cariche (si stabilisce così una corrente di intensità **i** variabile) tra le armature del condensatore e i poli della batteria. Questa corrente determina un aumento della carica accumulata sulle armature del condensatore e aumenta anche la sua differenza di potenziale

$\Delta V_C = \frac{q}{C}$. Quando questa **d.d.p.** uguaglia la **f.e.m.** f del generatore la corrente si annulla.

Su ogni armatura del condensatore si è depositata la carica **Q**: $q = C \cdot \Delta V_C$ che all'equilibrio diventa: $Q = C \cdot f$

Circuito per la **carica di un condensatore**: un generatore di **f.e.m.** costante è collegato al condensatore di capacità **C** mediante una resistenza **R**.



Vogliamo esaminare il processo di carica del condensatore di capacità **C**. Vogliamo sapere in particolare come variano nel tempo la carica $q(t)$ sulle armature del condensatore, la **d.d.p.** $\Delta V_C(t)$ ai suoi estremi e la corrente $i(t)$ nel circuito. Applico il secondo principio di Kirchhoff al circuito percorrendolo in senso orario partendo dal generatore di **f.e.m.** f . Otteniamo:

$$f - \Delta V_R - \Delta V_C = 0 \quad f - Ri - \frac{q}{C} = 0 \quad f - Ri = \frac{q}{C} \quad \text{Risulta pure: } i = \frac{dq}{dt} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Consideriamo in circuito costituito da un generatore di **f.e.m.** f , un resistore **R** e un condensatore **C**. Inizialmente l'interruttore del circuito è aperto, nel circuito non circola corrente e il condensatore è scarico. Al tempo $t=0$ viene chiuso l'interruttore ed inizia la carica del condensatore di capacità **C**.

Dopo avere collegato il condensatore scarico di capacità **C** attraverso la resistenza **R** con un generatore di **f.e.m.** f si hanno i seguenti fenomeni:

Processo di carica e scarica di un condensatore 3/27

1) su ciascuna delle armature del condensatore si separa la carica

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

con $\tau = R \cdot C =$ costante di tempo del circuito, che è una misura del tempo impiegato da un condensatore a caricarsi e scaricarsi

2) durante il processo di carica il circuito è percorso dalla corrente $i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{f}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

3) la d.d.p. tra le armature del condensatore passa dal valore zero al valore:

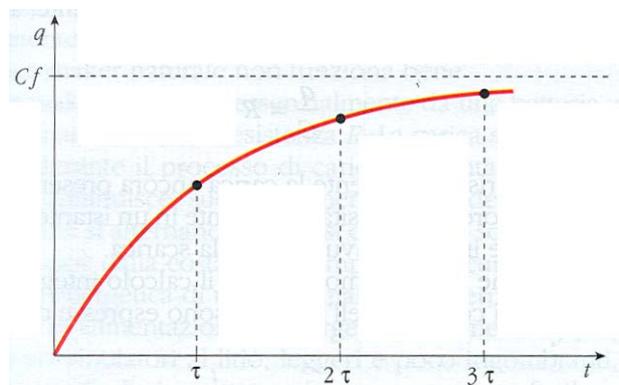
$$\Delta V_C = V_A - V_D = f \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) = \frac{q}{C}$$

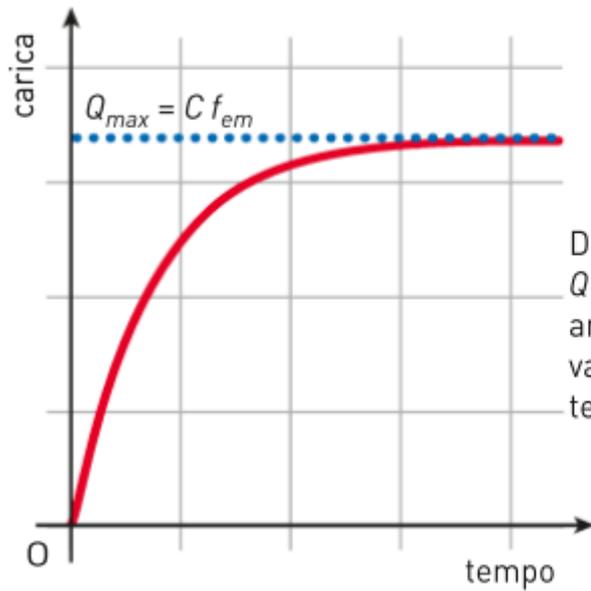
4) $\Delta V_R(t) = V_D - V_B = R \cdot i = f \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

$t=0 \Rightarrow i = i_0 = \frac{f}{R}$ = corrente iniziale $q = C \cdot f \cdot (1 - 1) = 0$ $V_A - V_C = V_0 = f \cdot (1 - 1) = 0$

Il processo di carica del condensatore si interrompe quando la carica del condensatore raggiunge il valore massimo $Q = C \cdot f$, cui corrisponde la d.d.p. tra le armature pari alla f.e.m. f del generatore: $\Delta V_C = \frac{Q}{C} = f$. Il campo elettromotore presente all'interno della pila è uguale ed opposto al campo elettrostatico generato dalle cariche presenti sulla armature del condensatore.

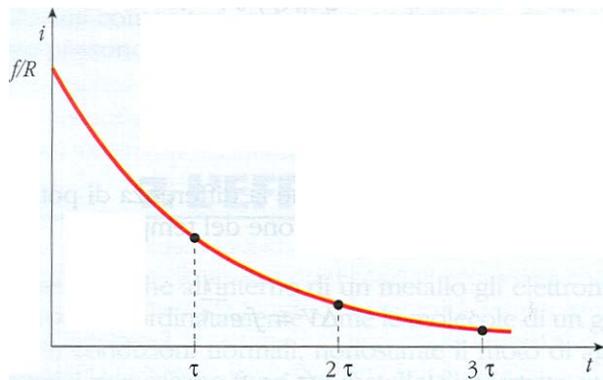
Grafico della quantità di carica q sulle armature del condensatore in funzione del tempo t nella fase di carica di un circuito RC alimentato da una f.e.m. f .





Durante il processo di carica, la carica $Q(t)$ del condensatore ha un andamento crescente, che tende al valore massimo $Q_{max} = C f_{em}$ per t che tende all'infinito.

Grafico dell'intensità di corrente i in funzione del tempo t durante la **carica** di un **circuito RC** alimentato da una **f.e.m.** ε .



La corrente, variabile nel tempo, è dovuta all'allontanamento di elettroni di conduzione dall'armatura positiva del condensatore e all'afflusso di un uguale numero di elettroni all'armatura negativa. Ovviamente non c'è alcun passaggio di elettroni attraverso lo spazio compreso fra le armature del condensatore.

Processo di scarica di un condensatore

Consideriamo un condensatore C con carica iniziale Q e un resistore R e un interruttore inizialmente aperto. La **d.d.p.** fra le armature del condensatore vale $\Delta V_C = \frac{Q}{C} = f$.

Supponiamo che il condensatore sia completamente carico. Sotto questa ipotesi la **d.d.p.** ΔV_C fra le armature del condensatore è uguale ed opposta alla **f.e.m.** f del generatore $\Delta V_C = \frac{Q}{C} = f$.

All'istante $t=0$ si chiude l'interruttore e le cariche si muovono dall'armatura a potenziale maggiore a quella a potenziale minore generando una corrente variabile.

L'equazione del circuito in questo caso è: $\frac{q(t)}{C} = i(t)$ in cui $q(t)$ e $i(t)$ sono rispettivamente la carica ancora presente sulle armature del condensatore e l'intensità della corrente in un istante t generico, successivo all'istante in cui ha avuto inizio la scarica.

Durante il processo di scarica del condensatore lungo la resistenza R si origina una corrente variabile nel tempo di intensità:

$$i = \frac{f}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$q(t) = C \cdot f \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = Q \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = \text{carica del condensatore variabile nel tempo}$$

$$V_A - V_D = V_C = f \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{Q}{C} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = \text{d.d.p. tra le armature del condensatore variabile nel tempo.}$$