

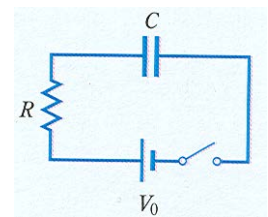
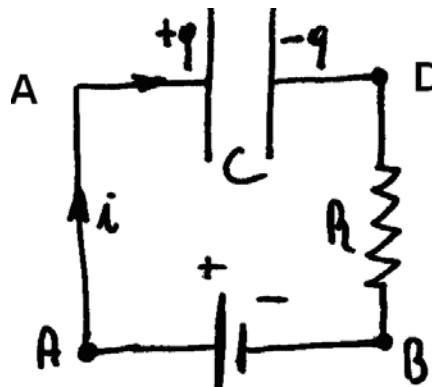
## Circuito RC

### 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:

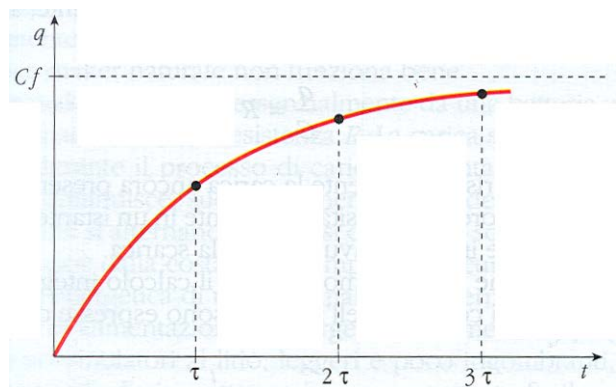
$$\Delta V_C = V_A - V_D = f \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) = \frac{q}{C}$$

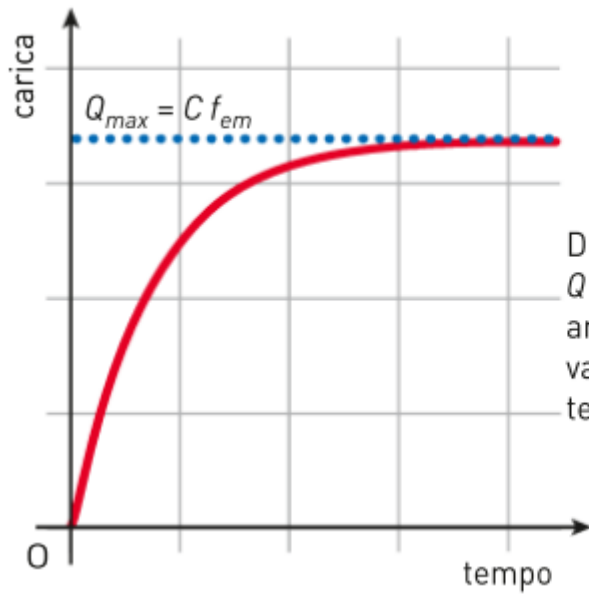
4)  $\Delta V_R(t) = V_D - V_B = R \cdot i = f \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

$t=0 \Rightarrow i = i_0 = \frac{f}{R}$  = 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.

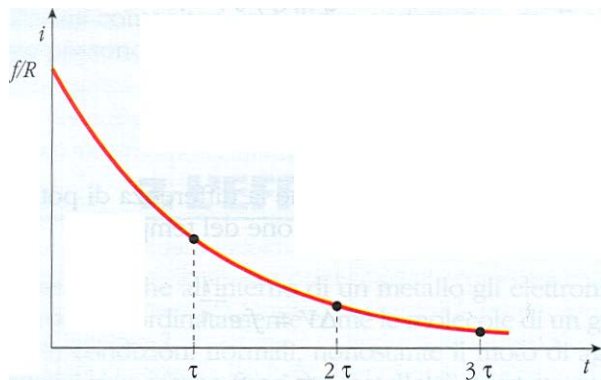
**Grafico** della quantità di carica  $q$  sulle armature del condensatore in funzione del tempo  $t$  nella fase di carica di un circuito RC alimentato da una f.e.m.  $f$ .





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.**  $\varepsilon$ .



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.**  $\Delta V_C$  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:

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

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

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