

carica e scarica di un condensatore

Ionut Cicio 3Binf.

02/02/2020

Obiettivo

Dimostrare e spiegare il funzionamento di carica e di scarica di un condensatore, simulando i due circuiti su qucs, ed elaborando i grafici risultanti dalla simulazione.

Strumenti

qucs versione 0.0.19 (<http://qucs.sourceforge.net/>)

Spiegazione teorica

definizione

Il condensatore è un componente elettronico che ha la capacità di immagazzinare energia sotto forma di campo elettrostatico.

Tale energia, nel caso di un condensatore ideale, viene conservata all'infinito. (nel caso reale, essendo che tutto è fatto di materiale, tutto ha una resistenza, per cui, anche se molto lentamente, il condensatore si scarica)

composizione

Il condensatore è composto da due conduttori detti armature, o piatti, separati da un materiale isolante detto dielettrico.

In particolare, quando viene applicata una tensione ai capi delle armature, le piccole cariche all'interno del dielettrico *"ruotano"* in modo da allinearsi

con con il campo elettrico. Cio' e dimostrabile dal fatto che il condensatore si riscalda, fenomeno dovuto all'attrito generato dalla rotazione di queste cariche.

Su ogni condensatore vengono indicati la capacita' e la tensione massima supportata (Figura tot) (infatti, se viene applicata una tensione troppo alta, gli elettroni del dielettrico raggiungono la banda di conduzione, per cui il dielettrico viene attraversato da una carica *distruptiva*, e il condensatore esplode; anche nel caso in cui il dielettrico sopravvive, come nei condensatori ad aria, le armature si possono fondere).

Esistono diversi tipi di condensatori come indicato nella (Figura tot): ceramici, a poliestere, variabili, ed elettrolitici; esistono piccoli condensatori che si attaccano direttamente all'PCB come nel caso della (Figura tot). In particolare c'e' un discorso da fare sui condensatori elettrolitici: oltre ad essere polarizzati (quindi vanno inseriti nel verso corretto, altrimenti possono rompersi), essendo condensatori in genere molto capienti, contenenti acido, hanno una "valvola" nella parte superiore, per rilasciare la pressione nel caso di tensioni troppo elevate, in modo da non esplodere (Figura tot).



hello



hello



hello



hello

formule e grafici

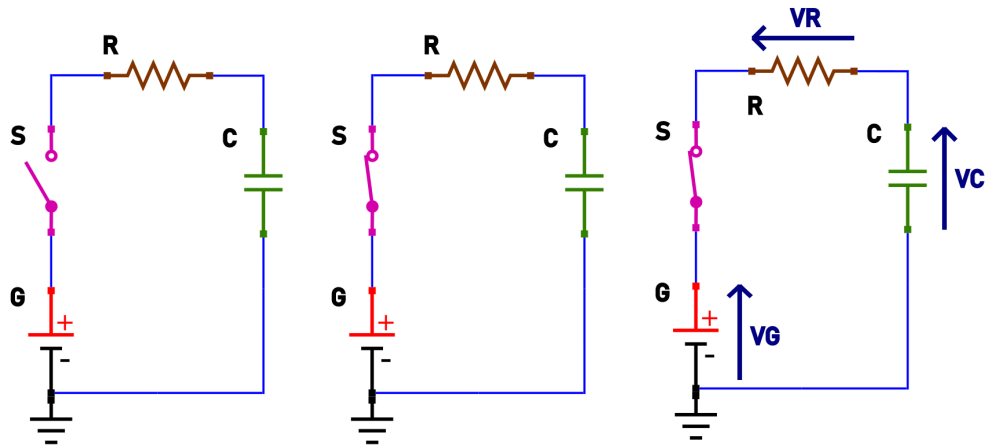
Per determinare la capacita' effettiva del condensatore, basandoci sulla sua composizione fisica e chimica si usa la formula $C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$ dove ε_0 indica la *costante dielettrica nel vuoto* ($4\pi \cdot 10^{-12}$), dove ε_r indica la *costante dielettrica relativa al materiale*, S la superficie sovrapposta delle armature e d la distanza fra le armature.

Un altro dei parametri fondamentali quando si considera il condensatore all'interno del circuito e' il tempo di carica, determinabile con $t = 5\tau$, dove τ , che indica la "*velocita*" di carica del condensatore, e' dato dal prodotto fra la capacita' C del condensatore e la resistenza totale R, vista dal condensatore: $\tau = RC$.

La curva di carica e di scarica del condensatore e' di tipo esponenziale, avendo $Q(t) = \varepsilon C(1 - e^{-t/\tau})$. Sapendo che $Q = CV \Rightarrow V = \frac{Q}{C}$, si avra' $V(t) = \varepsilon(1 - e^{-t/\tau})$ (Figura tot).

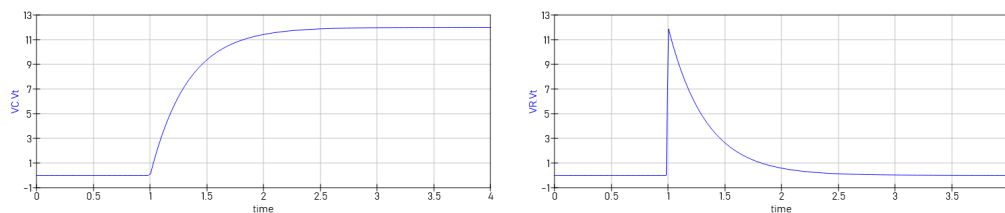
Anche la percentuale di carica del condensatore in funzione al tempo e' di tipo esponenziale avendo infatti $x = 100(1 - e^{-t/\tau})$, dove x indica la percentuale di carica.

circuito di carica



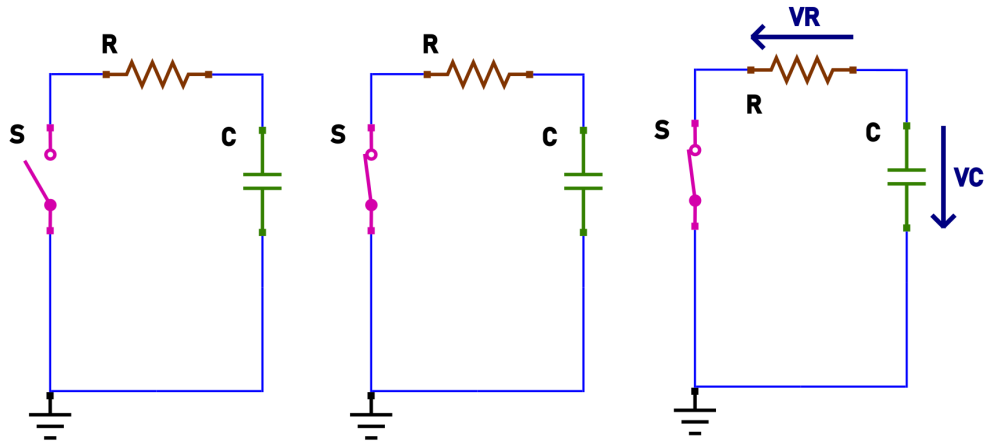
Il circuito progettato per la carica del condensatore nella prima figura si possono individuare $G = 12V$, $R = 10k\Omega$, $C = 33\mu F$. Asserito cio', si puo' determinare che $\tau = 1 \cdot 10^4 \cdot 33 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \tau = 0.33$, avendo infine $t = 1.65$. In particolare l'interruttore S verra' chiuso dopo 1 secondo, quindi si puo' ipotizzare che il condensatore sara' completamente carico a 2.65 secondi della simulazione, quindi una simulazione di 4 secondi e' piu' che sufficiente per far raggiungere al condensatore una carica del 99% (il condensatore, al livello teorico infatti, ci mette un tempo ∞ per caricarsi al massimo)

grafici carica



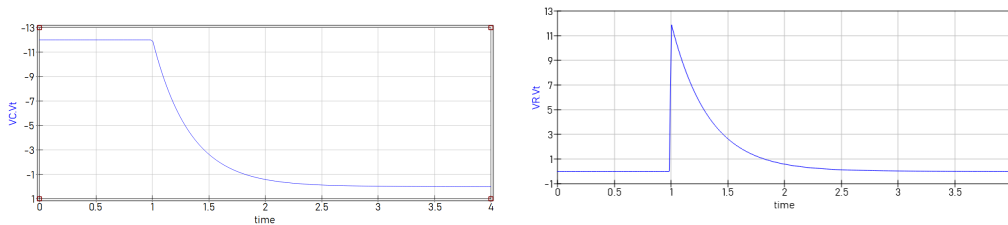
Dai grafici risultanti dalla simulazione possiamo notare i risultati ipotizzati corrispondono a quelli effettivi: l'andamento di VC e' di tipo esponenziale, oltretutto si puo' notare che VR scende in modo esponenziale, fenomeno che si puo' spiegare con la legge di Kirchhoff sulle maglie: $V_G = V_R + V_C$, quindi, se VC aumenta, perche' l'equazione sia vera, VR deve scendere.

circuito di scarica



Le stesse formule e regole applicate per il circuito di carica sono valide anche per il circuito di scarica. L'unica particolarità è che nel circuito di scarica viene rimosso il generatore, e la tensione V_C iniziale viene impostata a 12 V, avendo come risultato che il condensatore si comporta come un generatore.

grafici scarica

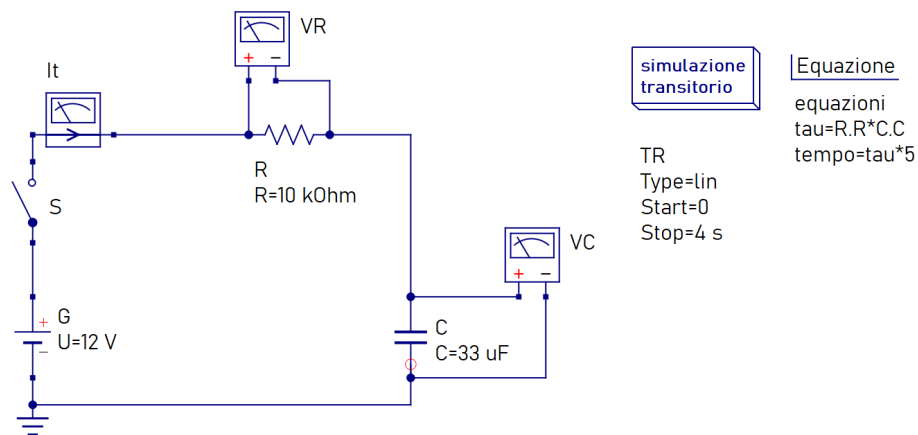


Per la scarica, a differenza della carica, la tensione V_C è negativa (va da -12 a 0), e la tensione V_R scende anziché salire, perché, essendo il condensatore C l'unica sorgente di tensione, la tensione V_R scende per il fatto che C si scarica.

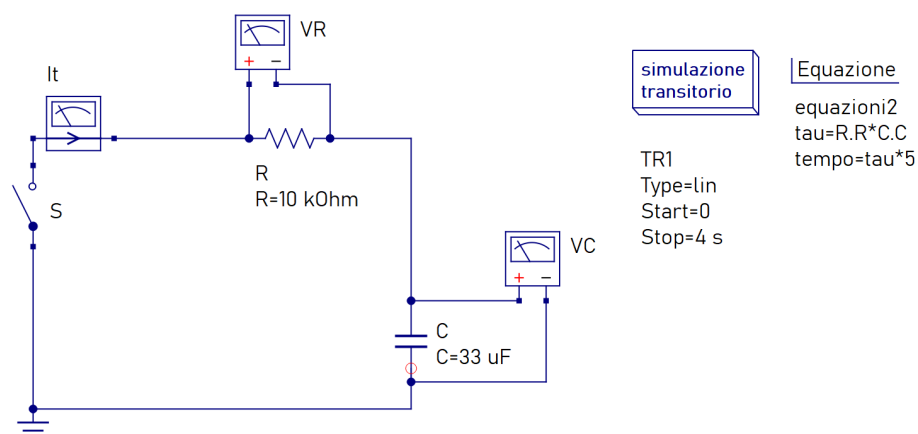
simulazione con qucs

Gli schemi precedentemente descritti, ed i grafici ottenuti, realizzati e simulati su qucs provengono dalle simulazioni seguenti:

carica



scarica



conclusioni e osservazioni