

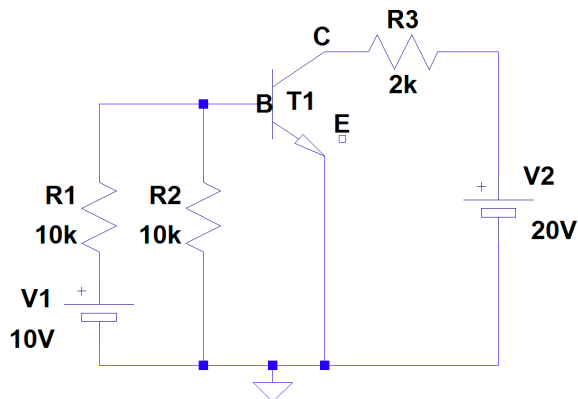
Esperimentazioni di Fisica II
Scritto appello 11/06/2021

Elettrotecnica

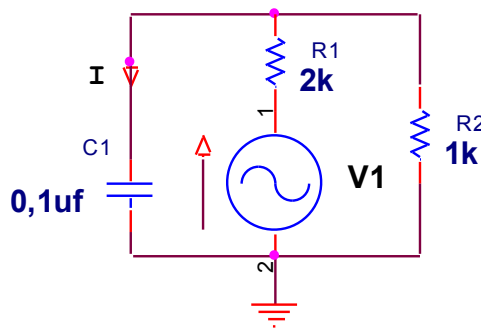
Nota: svolgere due dei tre seguenti esercizi. Chi ha fatto l'esonero ne deve svolgere uno a scelta tra i primi due.

1. Dato il circuito in figura, con il transistor BJT T1 che ha un $\beta_f = 50$:

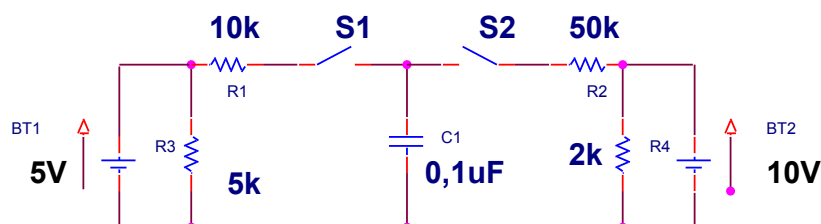
- determinare il valore della tensione VCE;
- determinare quale valore di tensione V1 applicare affinché VCE valga 14 V, mantenendo inalterata V2



2. Dato il circuito in figura, calcolare la corrente (modulo e fase) che circola nel condensatore sapendo che il generatore è sinusoidale e ideale: la sua tensione efficace è $V_{eff} = 7,1V$ e ha una frequenza di 2,4kHz.



3. Nel il circuito presentato in figura, il condensatore per $t < 0$ è scarico. L'interruttore S1 si chiude a $t = 0s$ e rimane chiuso per 100ms. All'apertura di S1 si chiude S2. Graficare l'andamento della tensione ai capi del condensatore.

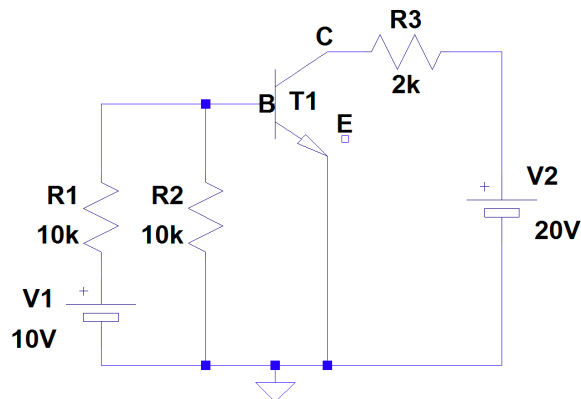


Soluzioni Scritto appello 11/06/2021
Elettrotecnica

1) Dato il circuito in figura, con il transistor BJT T1 che ha un $\beta_f = 50$:

a. determinare il valore della tensione V_{CE} ;

b. determinare quale valore di tensione V_1 applicare affinché V_{CE} valga 14 V, mantenendo inalterata V_2



a) $V_{1eq} = 10V \cdot 10k / 20k = 5V$;

$R_{eq} = 10k \cdot 10k / 20k = 5k$

$I_b = (5V - 0.7V) / 5k = 8,6 \cdot 10^{-4}A$

$I_c = 8,6 \cdot 10^{-4}A \cdot 50 = 0,043A$

$V_{ce} = V_2 - R_3 \cdot I_c = -66V \rightarrow$ tensione negativa vuol dire che $I_c > I_{cmax}$ ($=20V / 2k = 10mA$). Infatti $I_c = 43mA \rightarrow$ transistor saturo $\rightarrow V_{CE} = 0V$

b) Se $V_{ce} = 14V$: $I_c = (20V - 14V) / 2k = 3mA$

$I_b = 3mA / 50 = 6 \cdot 10^{-5}A = (V_{eq} - 0.7V) / 5k \rightarrow V_{eq} = 5k \cdot I_b + 0.7V = 1V$

$V_1 = 2 \cdot V_{eq} = 2V$

2) Dato il circuito in figura 7, calcolare la corrente (modulo e fase) che circola nel condensatore sapendo che il generatore è sinusoidale ed ideale: la sua tensione è $V_{eff} = 7,1V$ ed ha una frequenza di 2,4kHz.

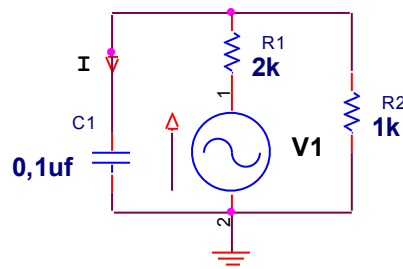


Fig. 7

Soluzione:

La tensione del generatore v_1 è:

$$v_1 = 7,1 \cdot \sqrt{2} \sin \omega t = 10 \cdot \sin \omega t$$

Per risolvere il circuito si possono applicare i teoremi di Thevenin o Millman.
 Applico Thevenin trascurando il condensatore:

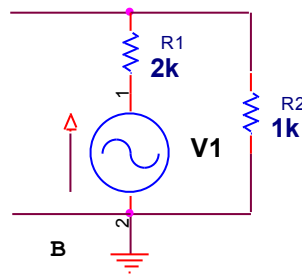


Fig. 8

Calcolo la Veq e la Req:

$$V_{eq} = \frac{10}{2+1} \cdot 1 = 3,3V$$

$$R_{eq} = \frac{2 \cdot 1}{2+1} = 0,66k\Omega$$

Il circuito si trasforma in:

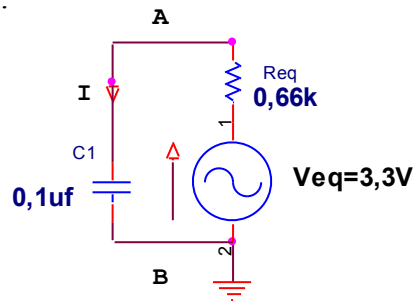


Fig. 9

L'impedenza del condensatore risulta: $\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}} = 663\Omega$

La corrente che passa nel condensatore risulta:

$$I = \frac{3,3}{660 - j663} = 3,3 \frac{660}{660^2 + 663^2} + j \cdot 3,3 \frac{663}{660^2 + 663^2}$$

$$I = (2,5 + j2,5)mA$$

Il modulo della corrente : $|I| = 3,53mA$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2,5}{2,5} = 1 \quad \varphi = 45^\circ$$

e la fase:

Soluzione con il teorema di Millman

La tensione V_{AB} è data da:

$$V_{AB} = \frac{\frac{10}{2 \cdot 10^3}}{j\omega C + \frac{1}{2 \cdot 10^3} + \frac{1}{1 \cdot 10^3}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{j \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} + 0,5 \cdot 10^{-3} + 10^{-3}} = \frac{5}{1,5 + j1,5}$$

$$V_{AB} = \frac{7,5}{4,5} - j \frac{7,5}{4,5} = 1,66 - j1,66$$

Ricavata la tensione V_{AB} , dividendo per l'impedenza del condensatore si ottiene la corrente cercata:

$$I = \frac{1,66 - j1,66}{\frac{1}{j\omega C}} = (1,66 - j1,66) \cdot j\omega C = (1,66 + j1,66) 15 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}$$

$$I = 2,49 \cdot 10^{-3} + j2,49 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 2,49 + j2,49 \text{ mA}$$

dalla corrente espressa in termini complessi si può passare al modulo e fase come ricavato in precedenza.

3) Dato il circuito presentato in fig.11:

Il condensatore per $t < 0$ è scarico. L'interruttore S_1 si chiude a $t = 0$ e rimane chiuso per 100ms. All'apertura di S_1 si chiude S_2 . Graficare l'andamento della tensione ai capi del condensatore.

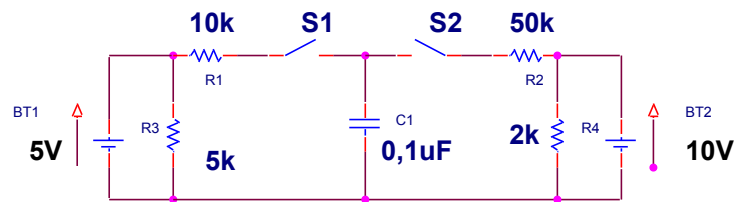


Fig. 11

Soluzione:

Le resistenze R_3 ed R_4 sono in parallelo ai rispettivi generatori e quindi non influiscono sul funzionamento della parte del circuito in esame.

Da $t = 0$ e fino a 100ms si chiude S_1 , il condensatore C_1 si carica con la costante di tempo

$$\tau_1 = R_1 \cdot C_1 = 10^4 \cdot 10^{-7} = 10^{-3} \text{ s}$$

Dopo 100ms il condensatore si è caricato alla tensione del generatore con andamento

$$v_C = 5 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_1 C_1}} \right)$$

esponenziale:

Dopo 100ms si apre S_1 e si chiude S_2 . Il condensatore tenderà a caricarsi alla tensione del generatore $BT2 = 10V$ con un esponenziale con $\tau_2 = 5ms$:

$$v_C = V_f - (V_f - V_i) \cdot e^{-\frac{t_1}{R_2 \cdot C_1}} = 10 - (10 - 5) \cdot e^{-\frac{t_1}{5 \cdot 10^4 \cdot 10^{-7}}} = 10 + 5 \cdot e^{-\frac{t_1}{5 \cdot 10^{-3}}}$$

