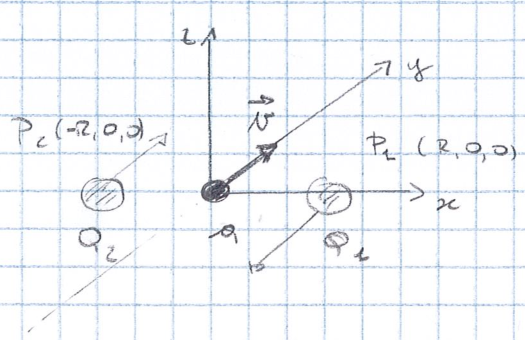
Es #2



$$\overrightarrow{P_1O} = -R\,\vec{i}$$
$$\overrightarrow{P_2O} = +R\,\vec{i}$$

a) potenziale generato nell'origine (uso additività dei potenziali)

$$V = V_{Q_1} + V_{Q_2} = K_e \frac{Q_1}{R} + K_e \frac{Q_2}{R} + V_i$$

In un punto di coordinate $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

$$V(r) = K_e \frac{Q_1}{\left[(x-R)^2+y^2+z^2\right]^{1/2}} + K_e \frac{Q_2}{\left[(x+R)^2+y^2+z^2\right]^{1/2}} + C \qquad \lim_{r\to\infty} V(r) = C = V_i$$

b) Campo $\vec{E}$ prodotto nell'origine (uso principio sovrapposizione)

$$\vec{E}_{Q_1} = K_e \frac{Q_1}{R^2}(-\vec{i}) \qquad \vec{E} = K_e \frac{1}{R^2}(-Q_1+Q_2)\,\vec{i}$$
$$\vec{E}_{Q_2} = K_e \frac{Q_2}{R^2}(+\vec{i})$$

c) Campo $\vec{B}$ prodotto nell'origine (uso principio di sovrapposizione)

Q_1 ruotando può essere assimilato ad una spira di raggio R e percorsa da una corrente $i_1 = \frac{Q_1}{T} = \frac{Q_1}{2\pi/\omega}$

$$|\vec{B}_{Q_1}| = 2K_m \frac{\pi i_1}{R} = \cancel{2}K_m \frac{\cancel{\pi} Q_1}{\cancel{2\pi}/\omega}\frac{1}{R} = K_m \frac{Q_1}{R}\omega$$

$$\vec{B}_{Q_1} = K_m \frac{Q_1}{R}\omega\,(-\vec{k}) \quad \text{regola mano destra}$$

Analogamente Q_2 può essere assimilata ad una spira di raggio R percorsa da una corrente $i_2 = \frac{Q_2}{T} = \frac{Q_2}{2\pi/\omega}$

$$|\vec{B}_{Q_2}| = 2K_m \frac{\pi i_2}{R} = K_m \frac{\cancel{\pi} Q_2}{R}\frac{\omega}{\cancel{\pi}}$$

$$\vec{B}_{Q_2} = K_m \frac{Q_2}{R}\omega\,(-\vec{k}) \quad \text{regola mano destra}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_{Q_1} + \vec{B}_{Q_2} = K_m \,\omega\, \frac{1}{R} (Q_1 + Q_2) \; (-\vec{k})$$

d) La forza che agisce su q si ottiene dalla espressione della forza di Lorentz

$$\vec{F} = q \left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} \right)$$

$$q \vec{E} = q K_e \frac{1}{R^2} \left(-Q_1 + Q_2 \right) \vec{\imath}$$

$$q \vec{v} \times \vec{B} = q \left(u \vec{\jmath} \right) \times \left(K_m \frac{\omega}{R} \right) (Q_1 + Q_2) \; (-\vec{k}) =$$

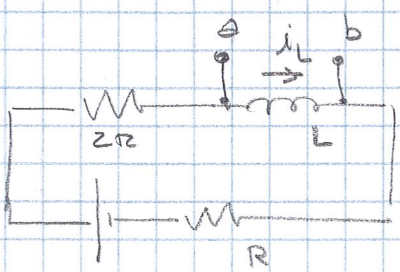
$$\vec{\jmath} \times (-\vec{k}) = -\vec{\imath}$$

$$= q K_m u \frac{\omega}{R} (Q_1 + Q_2)(-\vec{\imath})$$

$$\vec{F} = q \left\{ K_e \frac{-Q_1 + Q_2}{R^2} - u K_m \frac{\omega}{R} (Q_1 + Q_2) \right\} \vec{\imath}$$

Es #3

• Da $t=0$ fino a t_1 (escluso)



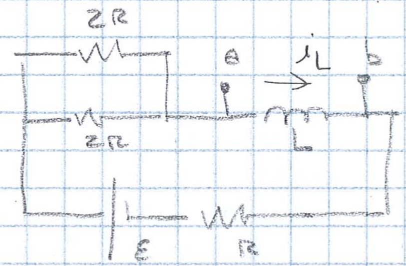
$V_L = V_a - V_b = 0$

subito prima di t_1

$\mathcal{E} - 2R\, i_L - V_L - R\, i_L = 0 \qquad i_L = \frac{\mathcal{E}}{3R} = 1\ mA$

$V_C = 0 \rightarrow Q = C V_C = 0$

• $t = t_1$



$$R' = \frac{(2R)(2R)}{2R + 2R} = R$$

(parallelo $2R // 2R$)

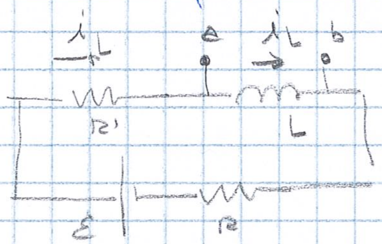
i_L non cambia $\rightarrow i_L = \frac{\mathcal{E}}{3R} = 1\ mA$

$\mathcal{E} - i_L R' - V_L - i_L R = 0$

$V_L = \mathcal{E} - \underbrace{i_L (R + R')}_{\frac{\mathcal{E}}{3R}\ 2R} \rightarrow \quad V_L = \frac{\mathcal{E}}{3} = 8V$

$V_C = 0 \rightarrow Q = C V_C = 0$

• Da t_1 fino a t_2 (escluso)

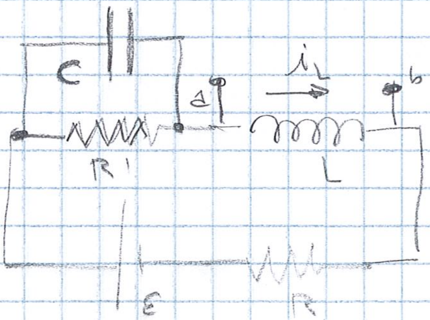


$V_L = V_a - V_b = 0$ (subito prima di t_2)

$\mathcal{E} - i_L R' - V_L - i_L R = 0 \rightarrow i_L = \frac{\mathcal{E}}{2R} = 1,5\ mA$

$V_C = 0 \rightarrow Q = C V_C = 0$

• $t = t_2$



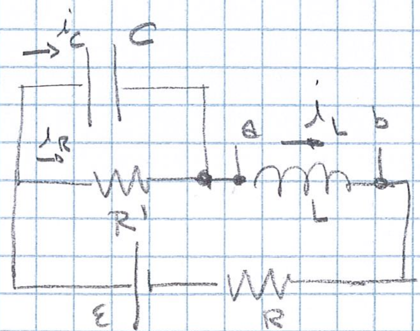
i_L non cambia $\rightarrow i_L = \frac{\mathcal{E}}{2R} = 1,5\ mA$

V_C non cambia $\rightarrow V_C = 0$

$\mathcal{E} - V_C - V_L - i_L R = 0 \rightarrow V_L = \frac{\mathcal{E}}{2} = 12V$

$Q = C V_C = 0$

• Da t_2 a t_3 (escluso)



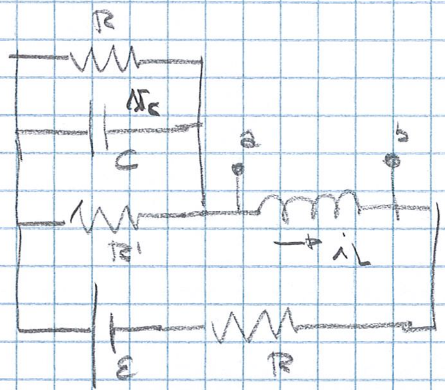
All'istante t_3 $\begin{cases} v_L = 0 \\ C \text{ si comporta come circuito aperto} \end{cases}$

$$i_L = i_C + i_R \rightarrow i_L = i_R$$

$$\varepsilon - R' i_L - v_L - R i_L = 0 \qquad i_L = \frac{\varepsilon}{2R} = 1.5 \text{ mA}$$

$$v_C = R' i_L = \frac{\varepsilon}{2} = 12 \text{ V} \qquad Q = C v_C = 3.6 \text{ mC}$$

• $t = t_3$

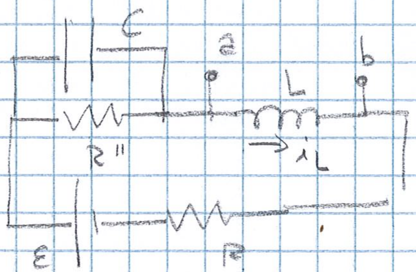


i_L non cambia $\quad i_L = \frac{\varepsilon}{2R} = 1.5$ mA

v_C non cambia $\quad v_C = \frac{\varepsilon}{2} \quad Q = C\frac{\varepsilon}{2} = 3.6$ mC

$$\varepsilon - \underbrace{v_C}_{\varepsilon/2} - v_L - \underbrace{R i_L}_{\frac{\varepsilon}{2R} R} = 0 \rightarrow v_L = 0$$

• $t \gg t_3$



Condizioni stazionarie

C → circuito aperto ,

L → corto circuito $\quad v_L = 0$

$$\varepsilon - R'' i_L - v_L - R i_L = 0 \rightarrow i_L = \frac{2\varepsilon}{3R} = 2 \text{ mA}$$

$$R'' = \frac{R'R}{R'+R} = \frac{R}{2}$$

parallelo $R' // R$

$$v_C = i_L R'' = \frac{2\varepsilon}{3R}\frac{R}{2} = \frac{\varepsilon}{3} = 8 \text{ V}$$

$$Q = C v_C = 2,4 \text{ mC}$$