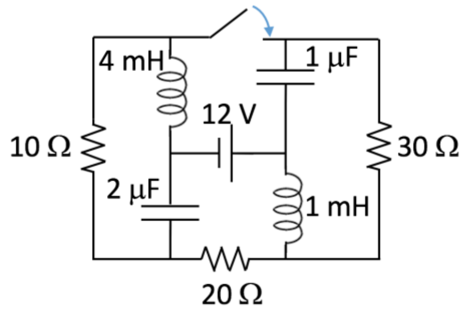
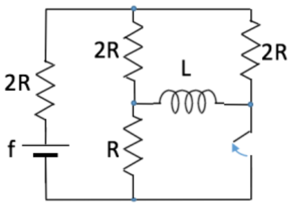
11ª ESERCITAZIONE – venerdì 11 dicembre 2020

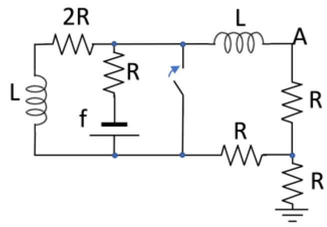


11.1) Considerato il circuito in figura determinare nell'ordine:
a) prima della chiusura dell'interruttore
- la corrente e la potenza erogate dal generatore (0,4 A; 4,8 W)
- l'energia accumulata complessivamente nelle capacità (16 μJ) e nelle induttanze (400 μJ)

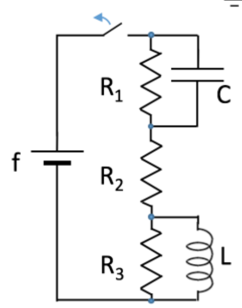
b) dopo molto tempo dalla chiusura dell'interruttore
- la corrente e la potenza erogate dal generatore (0,8 A; 9,6 W)
- la potenza dissipata (9,6 W)
- l'energia accumulata complessivamente nelle capacità (16 μJ e 72 μJ) e nelle induttanze (1,28 mJ e 0,32 mJ)



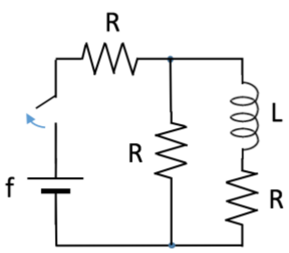
11.2) Determinare, per le due posizioni dell'interruttore, il valore dell'energia accumulata nell'induttanza in condizioni stazionarie
>>> soluzione: ½ L $(f/6R)^2$ (chiuso); ½ L $(f/8R)^2$ (aperto)



11.3) Il circuito in figura è a regime con l'interruttore aperto. All'istante t = 0 l'interruttore viene chiuso.
Determinare, per t > 0, l'espressione del potenziale V(t) nel punto A.
>>> soluzione: $V(t) = -f/4\ e^{-t/(L/2R)}$



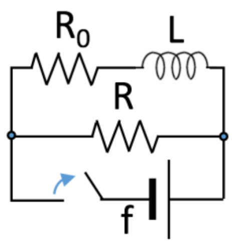
11.4) Il circuito in figura è inizialmente in condizioni stazionarie.
Determinare dopo quanto tempo dall'apertura dell'interruttore la differenza di potenziale ai capi della capacità arriva al valore V* = 1 V.
Dati: f = 6 V; $R_1 = R_2 = R_3 = R = 100\ \Omega$; C = 10 nF; L = 0,1 mH
>>> soluzione: t* = ln(3) μs



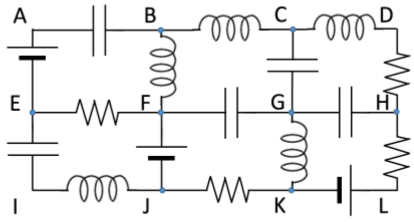
11.5) Il circuito in figura è a regime quando, al tempo t = 0, viene aperto l'interruttore. Calcolare la differenza di potenziale ai capi dell'induttanza al tempo t* = 60 μs.
Dati: f = 15 V, L = 4 mH, R = 20 Ω.
>>> soluzione: $10\ e^{-0,6} = 5,5$ V

11.6) Un solenoide indefinito di induttanza L = 5 mH, tramite un interruttore è collegato in serie a una resistenza R e a un generatore di forza elettromotrice f = 500 V. Determinare il numero n di spire per unità di lunghezza del solenoide sapendo che a regime la corrente circolante è I = 50 mA e che nell'istante in cui si chiude il circuito il campo di induzione magnetica all'interno del solenoide cresce con derivata temporale dB/dt = 0,8 T/ms.
[n = 6370 spire/m]

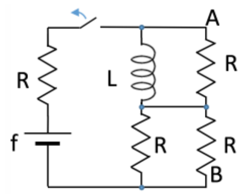
11.7) Determinare l'energia dissipata nella resistenza R dall'apertura dell'interruttore fino al raggiungimento della nuova condizione di equilibrio.
>>> soluzione: ½ L $(f/R_0)^2$ $R/(R+R_0)$

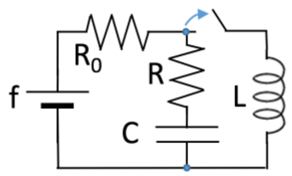


11.8) Nel circuito in figura f = 5 V, C = 100 nF, L = 0,1 mH e R = 10 Ω. Determinare l'energia elettrostatica, il flusso di B nei vari induttori e la potenza complessivamente erogata dai generatori e quella complessivamente dissipata nelle resistenze.
>>> soluzione: U_{es} = 6,25 μJ; $\Phi_i(B) = 0$; $P_{GEN} = 0$, $P_{RES} = 0$



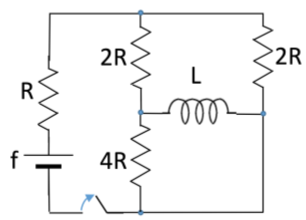
11.9) Il circuito in figura è a regime quando, al tempo t = 0, viene aperto l'interruttore. Calcolare la differenza di potenziale V_A-V_B per t < 0.
>>> soluzione: f/3

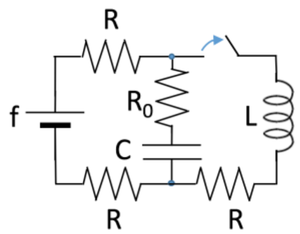




11.10) Il circuito in figura è a regime quando viene aperto l'interruttore. Dopo quanto tempo la differenza di potenziale ai capi di R è uguale a quella ai capi di C? Dati: f = 10 V; R = R_0 = 10 kΩ; C = 0,2 μF; L = 10 mH.
>>> soluzione: t* = 4 ln(3/2) ms

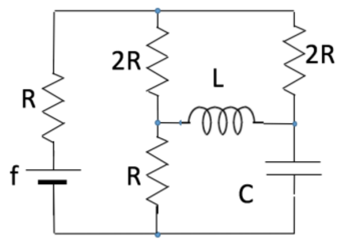
11.11) Determinare l'espressione dell'intensità di corrente che scorre nell'induttanza a partire dall'istante di apertura dell'interruttore
>>> soluzione: $f/(4R)\ e^{-t/(L/2R)}$

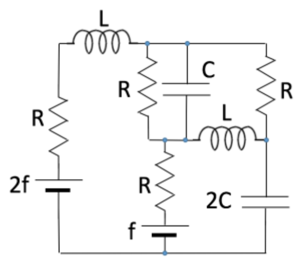




11.12) Il circuito in figura è a regime quando, al tempo t = 0, viene aperto l'interruttore. Ricavare l'espressione della corrente che scorre in R_0 = 2R per t>0
>>> soluzione: $f/(6R)\ e^{-t/(4RC)}$

11.13) Determinare il valore dell'energia accumulata nell'induttanza e nella capacità
>>> soluzione: ½ L $(f/6R)^2$; ½ C $(f/3)^2$





11.14) Determinare il valore dell'energia accumulata nelle capacità e nelle induttanze
>>> soluzione: U_C = 99/50 C f^2; U_L = 1/10 f^2L/R^2

SUGGERIMENTI

11.2) chiuso: in R non scorre corrente; aperto: il verso della corrente in L è opposto a quello del caso di interruttore chiuso

11.3) nella resistenza collegata a terra non scorre corrente.
A interruttore aperto il generatore eroga una corrente $I = f/2R$ di cui metà scorre nell'induttanza a destra. A interruttore chiuso $V_0 - V_A = R\, I(t)$ con $I(t) = I_0\, e^{-t/(L/2R)}$

11.4) a circuito aperto in R_2 non scorre corrente; $\Delta V_C(0) = R_1 \times [f/(R_1+R_2)]$; $\tau = R_1 C$

11.5) $\Delta V = 2RI(t^*)$; $I(t) = I_0\, e^{-t/(L/2R)}$; $I_0 = f/3R$

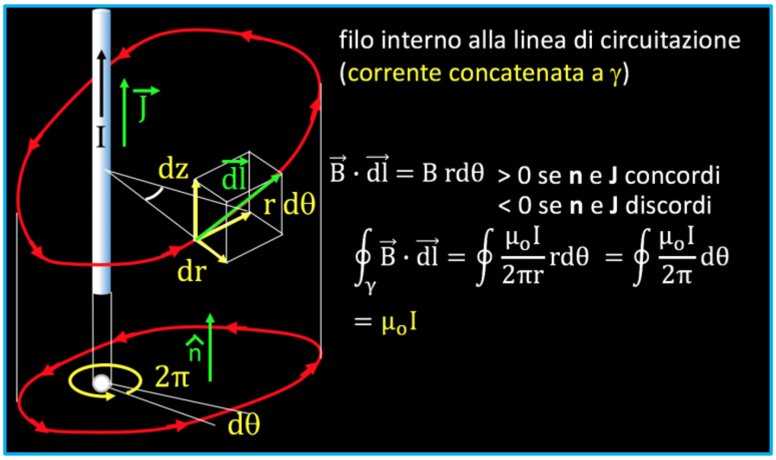
11.7) $I_L = f/R_0$; $dU(t)/dt = P_R(t) + P_{R0}(t) = P_R(t) \times R/(R+ R_0) \rightarrow Ediss_R(\infty) = ½\, L\, (f/R_0)^2\, R/(R+ R_0)$: la corrente che scorre in R e R_0 è la stessa $\rightarrow$ la potenza dissipata nella serie $R + R_0$ si ripartisce nelle due resistenze proporzionalmente al loro valore

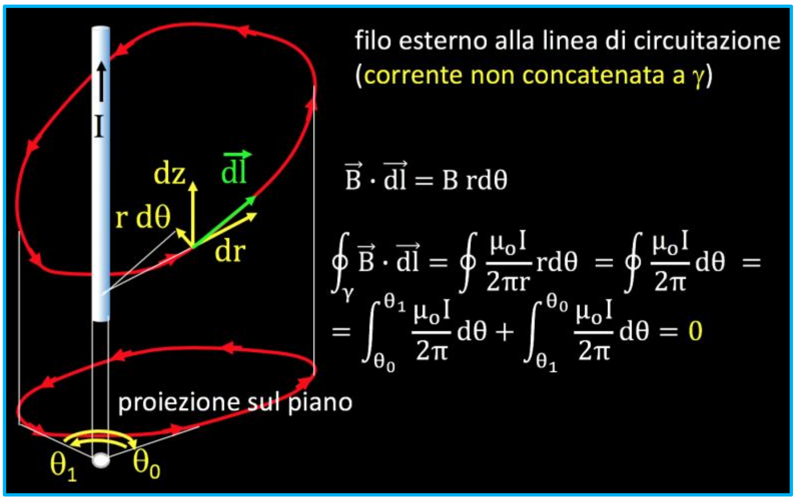
11.8) In condizioni stazionarie la corrente scorre nella sola maglia JFBCDHLKJ. $U_{es} = 5\ ½\ C\ f^2$: nei generatori non scorre corrente! Le differenze di potenziale fra le armature delle capacità valgono tutte f.

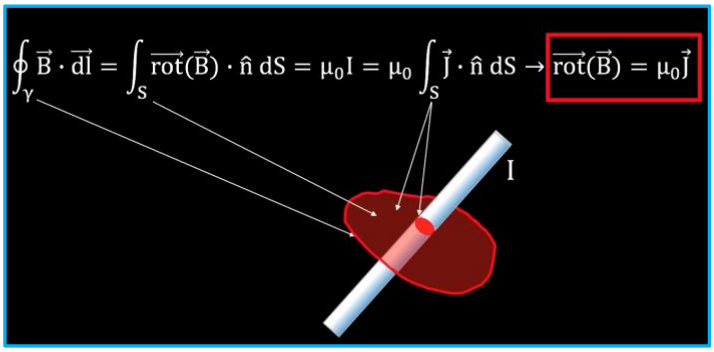
11.10) $t^* = 2RC \ln 3/2$: prima dell'apertura dell'interruttore non c'è differenza di potenziale ai capi dell'induttanza, della capacità e di R. Dopo l'apertura dell'interruttore la capacità si carica nel circuito f R_0 R C: $I(t) = I_0\, e^{-t/\tau}$ con $\tau = (R+R_0)\, C$ e $I_0 = f/(R_0+R)$.

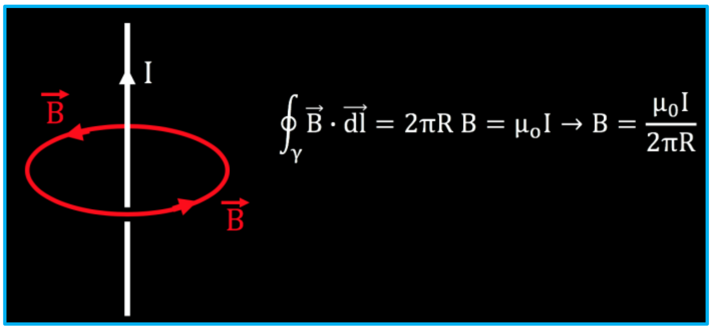
11.12) $\Delta V_C(0) = f/3$: a circuito aperto l'induttanza non agisce, inizialmente il condensatore non è scarico

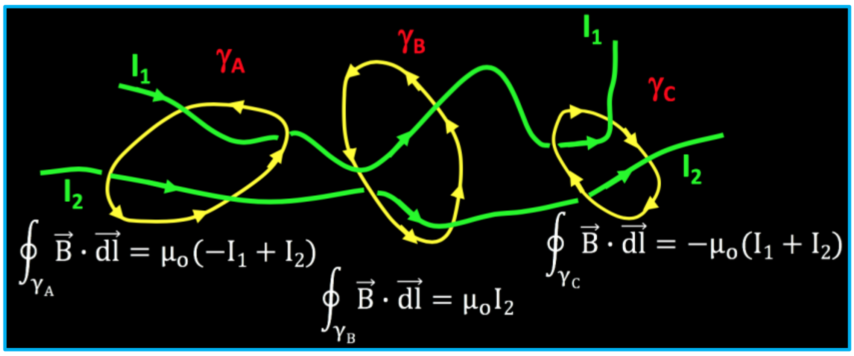
11.14) $2f - RI - RI/2 - RI - f = 0$; $I = 2/5\, f/R$; $U_C = ½\, C\, (R\, I/2)^2 + ½\, 2C\, (f + R\, I)^2$; $U_L = ½\, L\, I^2 + ½\, L\, (I/2)^2$


filo interno alla linea di circuitazione
(corrente concatenata a γ)
$\vec{B}\cdot\vec{dl} = B\,r d\theta$ > 0 se **n** e **J** concordi
< 0 se **n** e **J** discordi
$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \oint \frac{\mu_o I}{2\pi r} r d\theta = \oint \frac{\mu_o I}{2\pi} d\theta$
$= \mu_o I$
$\vec{J}$
I
dz
$\vec{dl}$
r dθ
dr
$\hat{n}$
2π
dθ


filo esterno alla linea di circuitazione
(corrente non concatenata a γ)
$\vec{B}\cdot\vec{dl} = B\,r d\theta$
$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \oint \frac{\mu_o I}{2\pi r} r d\theta = \oint \frac{\mu_o I}{2\pi} d\theta =$
$= \int_{\theta_0}^{\theta_1} \frac{\mu_o I}{2\pi} d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_0} \frac{\mu_o I}{2\pi} d\theta = 0$
I
dz
$\vec{dl}$
r dθ
dr
proiezione sul piano
θ_1
θ_0


$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \int_S \overrightarrow{rot}(\vec{B})\cdot\hat{n}\,dS = \mu_0 I = \mu_0 \int_S \vec{J}\cdot\hat{n}\,dS \rightarrow \boxed{\overrightarrow{rot}(\vec{B}) = \mu_0\vec{J}}$
I


I
$\vec{B}$
$\vec{B}$
$\oint_\gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = 2\pi R\,B = \mu_o I \rightarrow B = \frac{\mu_o I}{2\pi R}$


I_1
γ_A
γ_B
I_1
γ_C
I_2
I_2
$\oint_{\gamma_A} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_o(-I_1 + I_2)$
$\oint_{\gamma_B} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_o I_2$
$\oint_{\gamma_C} \vec{B}\cdot\vec{dl} = -\mu_o(I_1 + I_2)$