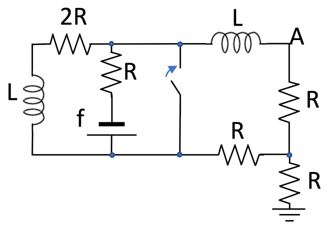
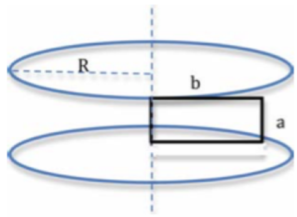
12° ESERCITAZIONE – mercoledì 12 dicembre 2018 (e altri esercizi)



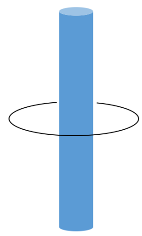
1) Il circuito in figura è a regime con l'interruttore aperto. All'istante $t = 0$ l'interruttore viene chiuso.
Determinare, per $t > 0$, l'espressione del potenziale $V(t)$ nel punto A.
>>> soluzione: $V(t) = -f/4\ e^{-t/(L/2R)}$

2) Un solenoide indefinito costituito da n spire per unità di lunghezza avvolte in aria ha 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 n sapendo 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 e che asintoticamente la corrente circolante è $I_\infty = 50$ mA.
>>> soluzione: 6370 spire/m



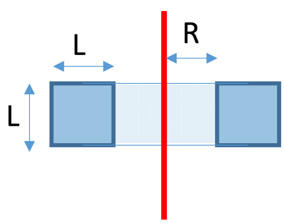
3) Un condensatore piano di capacità C ha le armature circolari di raggio R molto maggiore della loro distanza h di separazione. All'interno è disposta una spira conduttrice di resistenza R* e lati $a < h$ e $b < R$ disposta come in figura. Il condensatore è collegato a un generatore $f(t) = f_0 \sin(\omega t)$.
Determinare la corrente che scorre nella spira trascurando effetti di bordo e autoinduzione.
>>> soluzione: $-\mu_0 C f_0 \omega^2 \sin(\omega t)\ ab^2/(R^*\ 4\pi R^2)$

4) Un circuito elettrico nel quale circola una corrente variabile nel tempo $I_1(t) = I_{10} \cos \omega t$ ($I_{10} = 2$ A; $\omega = 2$ krad/s), è accoppiato induttivamente con un secondo circuito con coefficiente di mutua induzione $M = 100\ \mu$H.
Determinare la resistenza R del secondo circuito sapendo che il valore massimo della corrente in esso indotta è $I_{20} = 0{,}1$ A. Trascurare l'autoinduzione.
>>> soluzione: 4 Ω

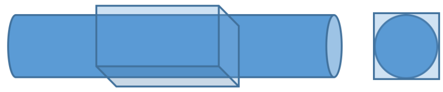


5) Un solenoide lungo $d = 20$ cm, costituito da 200 spire di raggio $a = 1$ cm avvolte attorno a un cilindro ferromagnetico, ha un coefficiente di autoinduzione $L = 100$ mH.
Calcolare il coefficiente di mutua induzione fra il solenoide e una spira coassiale di raggio $b = 4$ cm.
>>> soluzione: 0,5 mH

6) Il campo elettrico di un'onda elettromagnetica piana polarizzata linearmente che si propaga in un materiale omogeneo ed isotropo è descritto dall'equazione $E_y(x,t) = E_{0y} \sin(x/a - bt)$ con $E_0 = 10$ V/m, $a = 0{,}01$ mm, $b = 2\ 10^{13}$ rad/s. Determinare l'indice di rifrazione del materiale.
>>> soluzione: 1,5



7) Calcolare il coefficiente di mutua induzione **fra** un solenoide toroidale di raggio interno R, formato da N spire a sezione quadrata di lato $L = 2$ R, pieno di materiale ferromagnetico di permeabilità magnetica relativa μ_r **e** un filo conduttore rettilineo indefinito posto lungo l'asse del toro.
>>> soluzione: $\mu/(2\pi)$ NL ln3



8) Su un cilindro di alluminio di diametro D e lungo L >> D vengono avvolte uniformemente n_1 spire per unità di lunghezza mentre su un sottile supporto di carta (assumere la stessa permeabilità magnetica del vuoto) lungo L/3 sagomato a formare uno scatolato di sezione quadrata di lato D e centrato rispetto al cilindro vengono avvolte n_2 spire quadrate per unità di lunghezza. Calcolare il coefficiente di mutua induzione fra i due avvolgimenti.
>>> soluzione: $\pi/12\ \mu\ n_1\ n_2\ D^2L$

9) Una spira di raggio R = 2 cm formata da un filo metallico di massa m = 5 g e resistività $\rho = 10^{-7}\ \Omega$m cade, sotto l'azione della forza di gravità, all'interno di un campo di magnetico uniforme B = 10^{-3} T. Durante la caduta la normale alla superficie della spira mantiene inalterata la sua direzione formante un angolo di 30° con la direzione di **B**. Determinare l'intensità della corrente circolante nella spira.

10) Un sottile filo rettilineo indefinito in cui scorre una corrente I = 0,5 A è complanare con una sbarretta metallica lunga L = 10 cm; essa è posta ortogonalmente al filo con gli estremi, A e B, distanti dal filo x_A = 1 cm e x_B = 11 cm, rispettivamente, e si muove parallelamente al filo con una velocità costante **v** diretta nel verso di scorrimento della corrente. Determinare il modulo di **v** sapendo che la differenza di potenziale tra gli estremi della sbarretta vale V_A-V_B = 0,1 μV.
>>> soluzione: 0,42 m/s

1) $I_L(0^-) = ¼\ f/R$; $V_A(t<0) = -f/4$
2) $n = dB/dt|_{t=0}\ L/(\mu_0 nRI_\infty)$
4) $R = I_{10}\ \omega M/I_{20}$
5) $M = L/N$
6) $n = c/(ab)$
7) $B(r) = \mu\ I/(2\pi r)$; $\Phi(B) = \mu I/(2\pi)\ NL\ \ln[(R+L)/R]$
8) $M_{1,2} = \Phi_{S2}(B_1)/I_1 = \mu n_1 I_1\ (n_2 L/3)\ \pi(D/2)^2\ /I_1$
10) $v = (V_A-V_B)\ 2\pi/[\mu_0 I\ \ln(x_B/x_A)]$

ULTERIORI SUGGERIMENTI

2) $I(t) = I_\infty\ (1-e^{-t/\tau})$; $B = \mu_0 nI$
3) $2\pi r\ B = \mu_0\ J\pi r^2$; $B = ½\ \mu_0 J\ r$; $J = dD/dt = d(\varepsilon f/h)/dt$; $\Phi(B) = ½\ \mu_0 J\ a\ b^2/2$; $C = \varepsilon\ \pi R^2/h$
4) $f_2(t) = -M\ dI_1/dt$; $I_2(t) = f_2(t)/R$
5) $L = \mu\ N/d\ I_{sol}\ N\ \pi a^2/I_{sol} = \mu\ N^2\pi a^2/d$. $M = \mu\ N/d\ I_{sol}\ \pi a^2\ /I_{sol} = \mu\ N\pi a^2/d$
6) $v = \lambda/T = \omega/K = ba = 2\ 10^8$ m/s; $n = c/v$
10) $E(r) = \mu_0 I/(2\pi r)\ v$; $V_A-V_B = \mu_0 I/(2\pi)\ v\ \ln(x_B/x_A)$