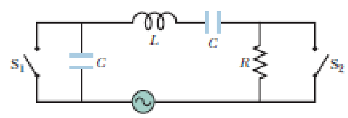
Φροντιστήριο 11 ΦΥΣ112

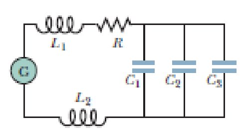
27/11/2024

31.34) Μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με ΗΕΔ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \omega_d t$, όπου $\mathcal{E}_m = 25.0\, V$ και $\omega_d = 377\, \mathrm{rad}/s$ είναι συνδεδεμένη σε πυκνωτή χωρητικότητας $4.15\, \mu F$. (a) Πόση είναι η μέγιστη τιμή του ρεύματος; (b) Όταν το ρεύμα είναι στην μέγιστη τιμή, πόση είναι η ΗΕΔ στην γεννήτρια; (c) Όταν η ΗΕΔ της γεννήτριας είναι $-12.5\, V$ και αυξανόμενη σε μέτρο, πόσο είναι το ρεύμα;

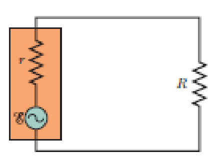
31.48) Το κάτωθι σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα RLC εναλασσόμενου ρεύματος με δύο πανομοιότυπους πυκνωτές και δύο διακόπτες. Το πλάτος της ΗΕΔ τίθεται στα $12.0\, V$ και η συχνότητα ταλάντωσης του ρεύματος είναι $60.0\, Hz$. Με τους δύο διακόπτες ανοιχτούς, το ρεύμα προηγείται της ΗΕΔ κατά φάση 30.9 μοιρών. Με τον διακόπτη S_1 κλειστό και τον S_2 ακόμα ανοιχτό, η ΗΕΔ προηγείται του ρεύματος κατά 15.0 μοίρες. Και με τους δύο διακόπτες κλειστούς, το πλάτος του ρεύματος είναι $447\, mA$. Πόση είναι (a) η αντίσταση R, (b) η χωρητικότητα C και (c) η επαγωγή L;



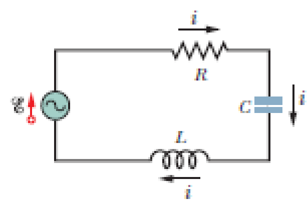
31.49) Στο σχήμα που ακολουθεί, η γεννήτρια έχει μεταβλητή συχνότητα ταλάντωσης και συνδέεται με αντιστάτη $R = 100\, \Omega$, επαγωγές $L_1 = 1.70\, mH$ και $L_2 = 2.30\, mH$, και πυκνωτές $C_1 = 4.00\, \mu F$, $C_2 = 2.50\, \mu F$ και $C_3 = 3.50\, \mu F$. (a) Ποια είναι η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος; Τι συμβαίνει στην συχνότητα συντονισμού αν (b) αυξηθεί το R, (c) αυξηθεί το L_1 και (d) αν αφαιρεθεί ο C_3 από το κύκλωμα;



31.58) Για το πιο κάτω σχήμα, δείξτε ότι ο μέσος όρος ρυθμού απώλειας ενέργειας στον αντιστάτη R είναι μέγιστος όταν το R είναι ίσο με την εσωτερική αντίσταση r της γεννήτριας εναλλασσόμενου ρεύματος (χωρίς να υποθέσετε ότι $r = 0$).



31.59) Για το ακόλουθο σχήμα έχουμε $R = 15.0\,\Omega$, $C = 4.70\,\mu F$ και $L = 25.0\,mH$. Η γεννήτρια παρέχει ΗΕΔ με τάση rms (root mean square) $75.0\,V$ και συχνότητα $550\,Hz$. (a) Πόσο είναι το ρεύμα rms; Πόση είναι η τάση rms (b) στον αντιστάτη R, (c) στον πυκνωτή C, (d) στην επαγωγή L, (e) στα C και L μαζί, και (f) στα R, L και C μαζί; Κατά μέσο όρο, ποιος είναι ο ρυθμός απώλειας ενέργειας (g) στον R, (h) στον C και (i) στην L;



31.65) Μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος παρέχει ΗΕΔ σε φορτίο αντίστασης σε ένα απομακρυσμένο εργοστάσιο μέσω μιας γραμμής μετάδοσης αποτελούμενη από δύο καλώδια. Στο εργοστάσιο ένας μετασχηματιστής κατάβασης μειώνει την τάση από την (rms) τιμή μετάδοσης V_t σε μια πολύ χαμηλότερη τιμή που είναι ασφαλής και εύχρηστη για το εργοστάσιο. Η αντίσταση της γραμμής μετάδοσης είναι $0.30\,\Omega$/καλώδιο και η ισχύς της γεννήτριας είναι $250\,kW$. Αν $V_t = 80\,kV$, πόση είναι (a) η μείωση τάσης ΔV κατά μήκος της γραμμής μετάδοσης και (b) ο ρυθμός P_d που η γραμμή χάνει ενέργεια σαν θερμότητα; Αν $V_t = 8.0\,kV$, πόση είναι (c) η ΔV και (d) η P_d; Αν $V_t = 0.8\,kV$, πόση είναι (e) η ΔV και (f) η P_d;

Ευτύχιος Καϊμακκάμης

Problem

31.34) $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin(\omega_d t)$, $\mathcal{E}_m = 25{,}0\ V$

$\Rightarrow \mathcal{E}_{max} = \mathcal{E}_m$ $\qquad \omega_d = 377\ rad/s$

$C = 4{,}15\ \mu F$

(a) $V_c = \mathcal{E}$ (μοναδικό στοιχείο κυκλώματος)

$$\Rightarrow V_c^{max} = \mathcal{E}_m \Rightarrow \left.\begin{aligned} I_{max} &= \frac{\mathcal{E}_m}{X_c} \\ X_c &= (\omega_d C)^{-1} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{aligned} I_{max} &= \mathcal{E}_m \omega_d C \\ &= 3{,}91 \cdot 10^{-2} A \end{aligned}}$$

(b) Όταν $I = I_{max}$ στον πυκνωτή, το φορτίο στους οπλισμούς είναι ελάχιστο: $q = q_{min}$

$$\left.\begin{aligned} q &= C\mathcal{E} \\ \mathcal{E}_{min} &= 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \underline{q_{min} = 0}$$

$$\Rightarrow \text{Αν } I(t_0) = I_{max} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}(t_0) = 0}$$

(c) $$\left.\begin{aligned} &\mathcal{E}(t_1) = -12{,}5\ V = -\frac{\mathcal{E}_m}{2} \\ &\left.\frac{d\mathcal{E}}{dt}\right|_{t_1} < 0 \text{ (αυξανόμενη τάση κατά μέτρο)} \end{aligned}\right\} \begin{aligned} &\Rightarrow \sin(\omega_d t_1) = -\frac{1}{2} \\ &\Rightarrow \omega_d t_1 = \frac{7\pi}{6} \text{ ή } \frac{11\pi}{6} \end{aligned}$$

$\Rightarrow \mathcal{E}_m \omega_d \cos(\omega_d t_1) < 0$ $\qquad \Rightarrow t_1 = \frac{7\pi}{6\omega_d}$ ή $\frac{11\pi}{6\omega_d}$

$\Rightarrow \cos(\omega_d t_1) < 0$

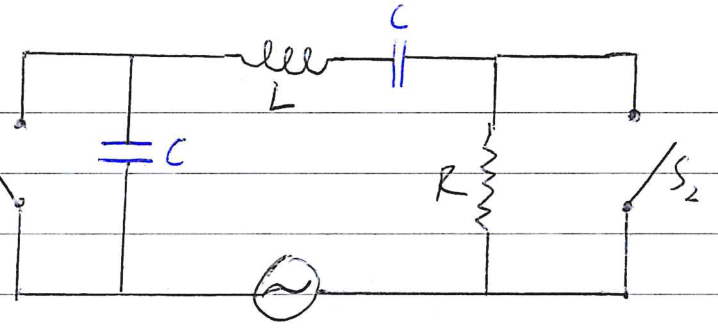
$\cos\left(\frac{7\pi}{6}\right) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ ✓ $\qquad \cos\left(\frac{11\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ✗ $\qquad \Rightarrow \underline{t_1 = \frac{7\pi}{6\omega_d}}$

$I_{max} \Leftrightarrow \mathcal{E}_{min} \Rightarrow$ <u>διαφορά φάσης $\frac{\pi}{2}$</u>

$$\Rightarrow I(t) = I_{max}\cos(\omega_d t)$$

$$\Rightarrow I(t_1) = I_{max}\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \boxed{-3{,}38 \cdot 10^{-2} A}$$

Problem 31.48)



$\mathcal{E}_{max} = 12{,}0\,V$
$f = 60{,}0\,Hz$
$\delta\varphi_1 = -30{,}9^\circ$
$\delta\varphi_2 = 15{,}0^\circ$
$I_{max} = 447\,mA$

(a) $S_1 + S_2$ κλειστοί: $X_{ολ} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{I_{max}}$
(R δεν συνεισφέρει)

S_1 κλειστός, S_2 ανοιχτός: $X_{ολ}' = X_{ολ}$ αλλά R συνεισφέρει

$\Rightarrow R\tan(\delta\varphi_2) = X_{ολ} \Rightarrow R = \frac{X_{ολ}}{\tan(15^\circ)}$
$\Rightarrow \boxed{R = 100\,\Omega}$

(b) $S_1 + S_2$ ανοιχτοί: Αλλάζει η συνδεσμολογία

$X_{ολ}'' = R\tan(\delta\varphi_1) = -59{,}96\,\Omega$

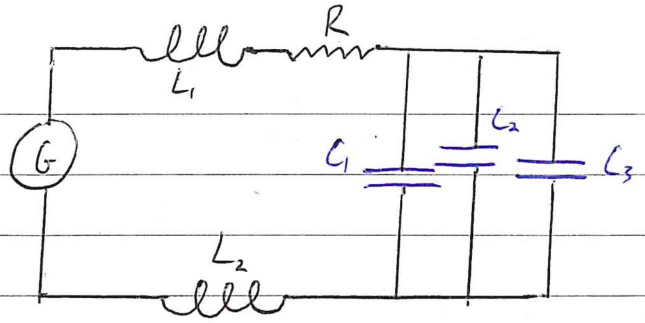
$X_{ολ}'' + X_c = X_{ολ}$ (όταν κλείσει και ο άλλος διακόπτης, η διαφορά στην εμπέδηση δίνεται από τους πυκνωτές)

$\Rightarrow X_c = X_{ολ} - X_{ολ}''$

$X_c = (\omega_d C)^{-1}$
$= (2\pi f \cdot C)^{-1}$
$\Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f}(X_{ολ} - X_{ολ}'')^{-1} = \boxed{30{,}6\,\mu F}$

(c) Όταν R δεν συνεισφέρει: $X_{ολ} = X_L - X_c$
$\Rightarrow X_L = X_{ολ} + X_c$
$X_L = L\omega_d$
$\Rightarrow \boxed{L = \frac{X_{ολ} + X_c}{\omega_d} = 301\,mH}$

Problem 31.49)



$R = 100\,\Omega$
$L_1 = 1{,}70\ mH$
$L_2 = 2{,}30\ mH$
$C_1 = 4{,}00\ \mu F$
$C_2 = 2{,}50\ \mu F$
$C_3 = 3{,}50\ \mu F$

(a) $L_{eq} = L_1 + L_2 = 4{,}00\ mH$ (σε σειρά)
$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 10{,}00\ \mu F$ (παράλληλα)

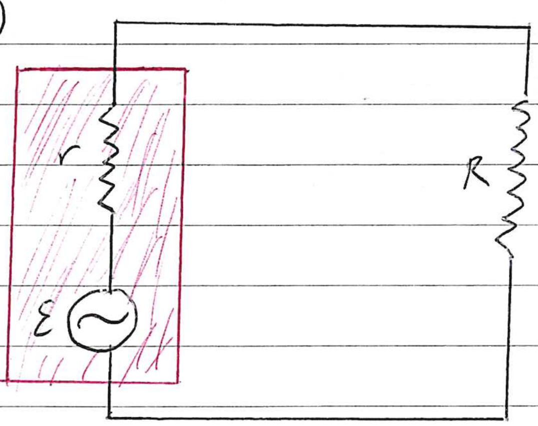
$$\rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{L_{eq} C_{eq}}} \Rightarrow \boxed{f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq} C_{eq}}} = 795{,}77\ Hz}$$

(b) Αν αυξηθεί το $R \Rightarrow \boxed{f' = f}$ (δεν εξαρτάται από το R)

(c) Αν αυξηθεί το $L_1 \Rightarrow L_{eq}' > L_{eq} \Rightarrow \boxed{f' < f}$ (μειώνεται)

(d) Αν αφαιρεθεί το $C_3 \Rightarrow C_{eq}' < C_{eq} \Rightarrow \boxed{f' > f}$ (αυξάνεται)

Problem 31.58)



$\rightarrow r \neq 0$

$\rightarrow L = C = 0 \Rightarrow$ Καμιά εμπέδηση

Ohm

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{rms} = I_{rms} R_{ολ} = I_{rms} \cdot (R + r)$$

Απώλεια ενέργειας στο R

$$\Rightarrow P_{rms} = I_{rms}^2 \cdot R = \frac{\mathcal{E}_{rms}^2}{(R+r)^2} R$$

$$P_{rms}(R_0) = P_{rms}^{max}$$

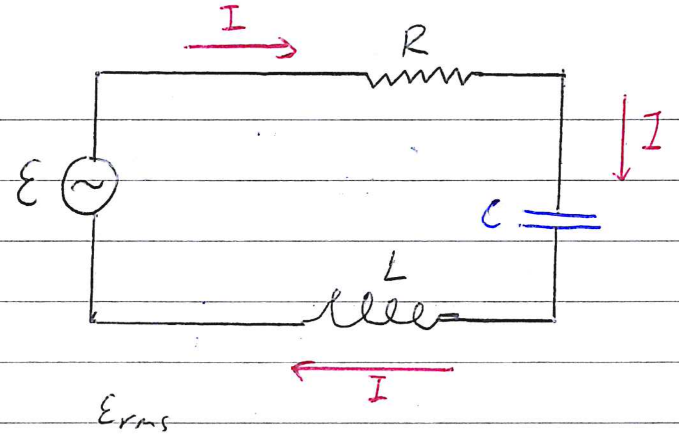
$$\Rightarrow \left.\frac{dP_{rms}}{dR}\right|_{R_0} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}_{rms}^2}{(R_0+r)^2} - \frac{2\mathcal{E}_{rms} R_0}{(R_0+r)^3} = 0$$

$$\Rightarrow (R_0 + r) - 2R_0 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{R_0 = r}$$

Problem 31.59)



$R = 15{,}0\,\Omega$
$C = 4{,}70\,\mu F$
$L = 25{,}0\,mH$
$\mathcal{E}_{rms} = 75{,}0\,V$
$f = 550\,Hz$

(a) $I_{rms} = \dfrac{\mathcal{E}_{rms}}{Z}$

$$\left.\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\ X_L &= \omega_d L = 2\pi f L \\ X_C &= (\omega_d C)^{-1} = (2\pi f C)^{-1} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{I_{rms} = 2{,}59\,A}$$

(b) $\boxed{V_R^{rms} = I_{rms} \cdot R = 38{,}8\,V}$, (c) $\boxed{V_C^{rms} = I_{rms} X_C = \dfrac{I_{rms}}{2\pi f \cdot C} = 159{,}5\,V}$

(d) $\boxed{V_L^{rms} = I_{rms} X_L = I_{rms} \cdot 2\pi f L = 223{,}8\,V}$

(e) $\boxed{V_{LC}^{rms} = V_L^{rms} - V_C^{rms} = 64{,}3\,V}$, (f) $\boxed{V_{RLC}^{rms} = \sqrt{V_R^2 + V_{LC}^2} = 75{,}0\,V}$

(g) $\boxed{P_R^{rms} = I_{rms}^2 \cdot R = 100{,}6\,W}$, (h) $\boxed{P_C^{rms} = 0}$, (i) $\boxed{P_L^{rms} = 0}$

Δεν χάνεται ενέργεια σε C και L

Problem 31.65) Αντίσταση γραμμής $= 0{,}30\,\Omega$/καλώδιο → 2 καλώδια

$\Rightarrow R = 0{,}60\,\Omega$

$P = 250\,kW$

$V_t = 80\,kV$

(a) $$\left.\begin{aligned} I_{rms} &= \frac{P}{V_t} \\ \Delta V &= I_{rms} \cdot R \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{\Delta V = \frac{PR}{V_t} = 1{,}9\,V}$$

(b) $P_d = I_{rms}^2 \cdot R$ (απώλεια ενέργειας)

$\Rightarrow \boxed{P_d = 5{,}9\,W}$

$\hookrightarrow V_t' = 8{,}0\ kV = \frac{V_t}{10} \Rightarrow \underline{I_{rms}' = 10\ I_{rms}}$

(c) $\Delta V' = I_{rms}' R = 10\ \Delta V = \boxed{19\ V}$

(d) $P_d' = (I_{rms}')^2 \cdot R = 100\ P_d = \boxed{590\ W}$

$\hookrightarrow V_t'' = 0{,}8\ kV = \frac{V_t}{100} \Rightarrow \underline{I_{rms}'' = 100\ I_{rms}}$

(e) $\Delta V'' = I_{rms}'' R = 100\ \Delta V = \boxed{190\ V}$

(f) $P_d'' = (I_{rms}'')^2 \cdot R = 10000 \cdot P_d = \boxed{5{,}90 kW}$