

ΦΥΣ 112 - ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ

Φροντιστήριο 11

Διδάσκων: Καθηγητής Φώτιος Πτωχός

Βοηθοί Διδασκαλίας: Ευτύχιος Καϊμακκάμης - Γιάννος Χαρίτου

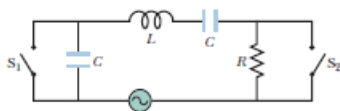
Νοέμβριος 30, 2022



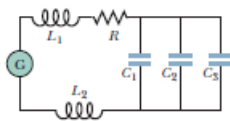
Τμήμα Φυσικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου
2022

31.34) Μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με ΗΕΔ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \omega_d t$, όπου $\mathcal{E}_m = 25.0 \text{ V}$ και $\omega_d = 377 \text{ rad/s}$ είναι συνδεδεμένη σε πυκνωτή χωρητικότητας $4.15 \mu\text{F}$. (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;

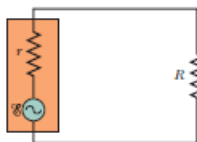
31.48) Το κάτωθι σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα RLC εναλλασσόμενου ρεύματος με δύο πανομοιότυπους πυκνωτές και δύο διακόπτες. Το πλάτος της ΗΕΔ τίθεται στα 12.0 V και η συχνότητα ταλάντωσης του ρεύματος είναι 60.0 Hz . Με τους δύο διακόπτες ανοιχτούς, το ρεύμα προηγείται της ΗΕΔ κατά φάση 30.9 μοιρών. Με 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 ;



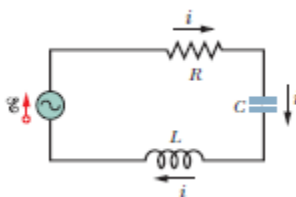
31.49) Στο σχήμα που ακολουθεί, η γεννήτρια έχει μεταβλητή συχνότητα ταλάντωσης και συνδέεται με αντιστάτη $R = 100 \Omega$, επαγωγές $L_1 = 1.70 \text{ mH}$ και $L_2 = 2.30 \text{ mH}$, και πυκνωτές $C_1 = 4.00 \mu\text{F}$, $C_2 = 2.50 \mu\text{F}$ και $C_3 = 3.50 \mu\text{F}$. (a) Ποια είναι η συχνότητα 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 $R = 15.0 \Omega$, $C = 4.70 \mu\text{F}$ και $L = 25.0 \text{ mH}$. 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 $0.30 \Omega/\text{καλώδιο}$ και η ισχύς της γεννήτριας είναι 250 kW . Αν $V_t = 80 \text{ kV}$, 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 $V_t = 8.0 \text{ kV}$, πόση είναι (c) η ΔV και (d) η P_d ; Αν $V_t = 0.8 \text{ kV}$, πόση είναι (e) η ΔV και (f) η P_d ;

1

Ευτυχώς Καίπαυδην!

Problem

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

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

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

(a) $V_c = \mathcal{E}$ (μοναδικά σελήσιο υνυλματός)

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

(b) Όταν $I = I_{\max}$ ολιν συνωλνλ, ο γωλνιο ολνς ολγλωπνς ειναι ελλλχωλ: $q = q_{\min}$

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

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

$$(c) \left. \begin{array}{l} \mathcal{E}(t_1) = -12,5 \text{ V} = -\frac{\mathcal{E}_m}{2} \\ \frac{d\mathcal{E}}{dt}|_{t_1} < 0 \text{ (αυγάρδρεν λδον ναλδ μλβω)} \end{array} \right\} \Rightarrow \sin(\omega_d t_1) = -\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \omega_d t_1 = \frac{7\pi}{6} \text{ (n)} \quad \frac{11\pi}{6}$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{7\pi}{6\omega_d} \text{ (n)} \quad \frac{11\pi}{6\omega_d}$$

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

$$\begin{array}{ccc} \swarrow & \searrow & \\ \cos\left(\frac{7\pi}{6}\right) = -\frac{\sqrt{3}}{2} & \cos\left(\frac{11\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} & \Rightarrow t_1 = \frac{7\pi}{6\omega_d} \\ \checkmark & \times & \end{array}$$

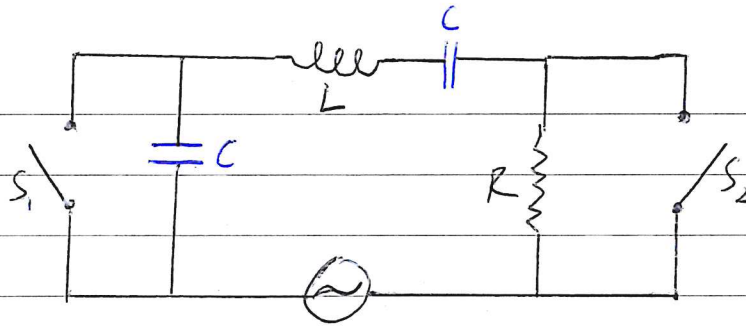
$$I_{\max} \Leftrightarrow \mathcal{E}_{\min} \Rightarrow \underline{\text{δλωπολ γλνς } \frac{\pi}{2}}$$

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

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

Problem

31.48)



$$\mathcal{E}_{\max} = 12,0 \text{ V}$$

$$f = 60,0 \text{ Hz}$$

$$\delta\phi_1 = -30,9^\circ$$

$$\delta\phi_2 = 15,0^\circ$$

$$I_{\max} = 447 \text{ mA}$$

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

S_1 κλειστός, S_2 ανοικτός: $X_{eq}' = X_{eq}$ αλλά R συνεισφέρει

$$\Rightarrow R \tan(\delta\phi_2) = X_{eq} \Rightarrow R = \frac{X_{eq}}{\tan(15^\circ)}$$

$$\Rightarrow \boxed{R = 100 \Omega}$$

(b) $S_1 + S_2$ ανοικτά: $X_{eq}'' = X_{eq}$ (κατά αλλαγή)

S_1 ανοικτός, S_2 κλειστός: $X_{eq}''' = R \tan(\delta\phi_1) = -59,46 \Omega$

$X_{eq}''' + X_C = X_{eq}$ (όταν κλείνουμε ο άλλος διακόπτης, η διαφορά είναι επίσης ίδια με τους συνεισφέρει)

$$\Rightarrow X_C = X_{eq} - X_{eq}'''$$

$$X_C = (\omega C)^{-1} = (2\pi f C)^{-1}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f (X_{eq} - X_{eq}''')} = \boxed{30,6 \mu\text{F}}$$

(c) Όταν R δεν συνεισφέρει: $X_{eq} = X_L - X_C$

$$\Rightarrow X_L = X_{eq} + X_C$$

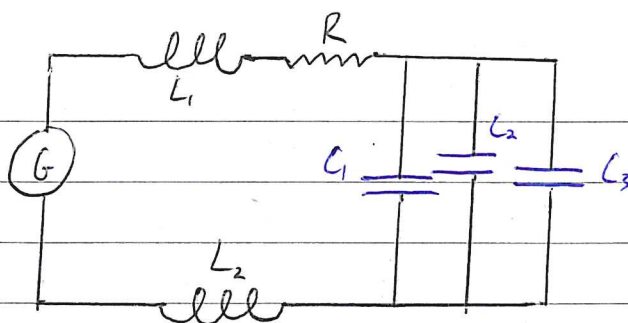
$$X_L = L\omega$$

$$\left. \begin{array}{l} X_L = X_{eq} + X_C \\ X_L = L\omega \end{array} \right\} \Rightarrow L = \frac{X_{eq} + X_C}{\omega} = \boxed{301 \text{ mH}}$$

(3)

Problem

31.44)



$$R = 100 \Omega$$

$$L_1 = 1,70 \text{ mH}$$

$$L_2 = 2,30 \text{ mH}$$

$$C_1 = 4,00 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 2,50 \mu\text{F}$$

$$C_3 = 3,50 \mu\text{F}$$

$$(a) L_{eq} = L_1 + L_2 = 4,00 \text{ mH (σε σειρά)}$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 10,00 \mu\text{F (συνδυαστικά)}$$

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

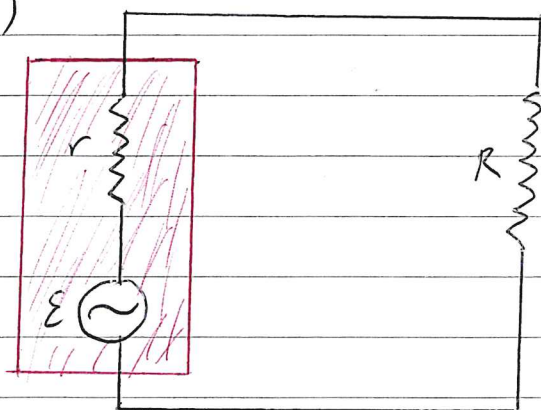
$$(b) \text{Αν αυξηθεί } R \Rightarrow f' = f \text{ (δεν εξαρτάται από } R)$$

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

$$(d) \text{Αν αυξηθεί } C_3 \Rightarrow C_{eq}' > C_{eq} \Rightarrow f' > f \text{ (αυξάνεται)}$$

Problem

31.58)



$$\rightarrow r \neq 0$$

$$\rightarrow L = C = 0 \Rightarrow \text{Κατά περίπτωση}$$

↓ Ohm

$$\Rightarrow E_{rms} = I_{rms} R_{eq} = I_{rms} (R + r)$$

$$\text{Απόδοση ενέργειας στο } R \Rightarrow P_{rms} = I_{rms}^2 R = \frac{E_{rms}^2}{(R+r)^2} R$$

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

$$\Rightarrow \frac{dP_{rms}}{dR} \bigg|_{R_0} = 0$$

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

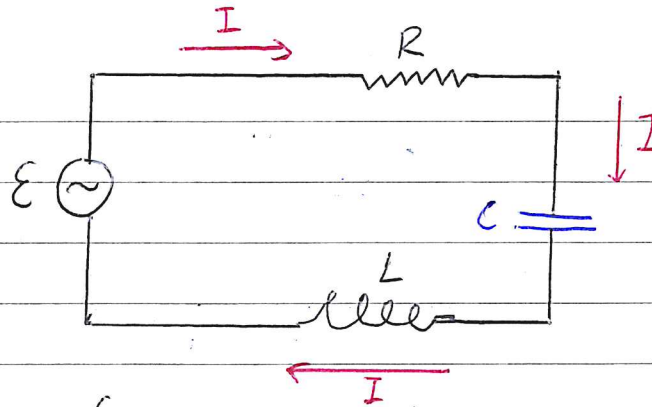
$$\Rightarrow (R_0 + r) - 2R_0 = 0$$

$$\Rightarrow R_0 = r$$

(4)

Problem

31.59)



$$R = 15,0 \Omega$$

$$C = 4,70 \mu\text{F}$$

$$L = 25,0 \text{ mH}$$

$$\mathcal{E}_{\text{rms}} = 75,0 \text{ V}$$

$$f = 550 \text{ Hz}$$

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

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

$$X_C = (\omega C)^{-1} = (2\pi f C)^{-1}$$

$$\Rightarrow I_{\text{rms}} = 2,59 \text{ A}$$

$$(b) V_R = I_{\text{rms}} \cdot R = 38,8 \text{ V}$$

$$(c) V_C = I_{\text{rms}} X_C = \frac{I_{\text{rms}}}{2\pi f C} = 159,5 \text{ V}$$

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

$$(e) V_{LC} = V_L - V_C = 64,3 \text{ V}$$

$$(f) V_{RLC} = \sqrt{V_R^2 + V_{LC}^2} = 75,0 \text{ V}$$

$$(g) P_R = I_{\text{rms}}^2 \cdot R = 100,6 \text{ W}$$

$$(h) P_C = 0, (i) P_L = 0$$

Δεν χάνεται ενέργεια
σε C και L

Problem31.65) Αντίσταση γραμμής = $0,30 \Omega / \text{μπαρέλι}$ \rightarrow 2 μπαρέλια

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

$$P = 250 \text{ kW}$$

$$V_t = 80 \text{ kV}$$

$$(a) I_{\text{rms}} = \frac{P}{V_t}$$

$$\Delta V = I_{\text{rms}} \cdot R$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{PR}{V_t} = 1,9 \text{ V}$$

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

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

(5)

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

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

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

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

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

$$(f) P_d'' = (I_{rms}'')^2 R = 10000 \cdot P_d = \boxed{590 \text{ kW}}$$

