

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019

Μάθημα: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ ΙΙΙ (409)

ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α - Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.

Να απαντήσετε και τις 12 ερωτήσεις

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.

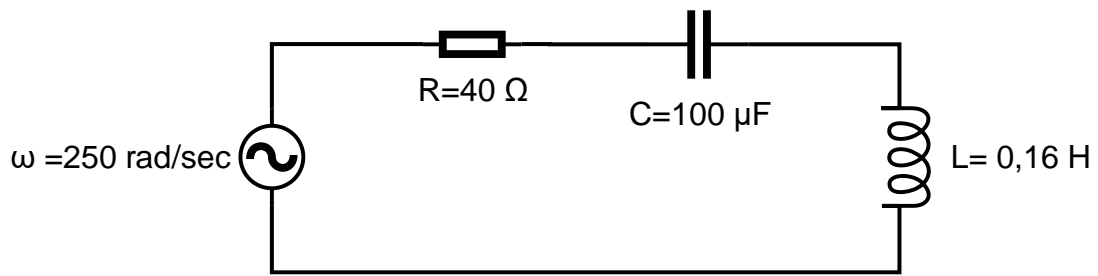
Για κάθε μια από τις ερωτήσεις 1 – 4 να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

1. Ένας πυκνωτής με χωρητικότητα C έχει χωρητική αντίσταση $X_C = 60 \Omega$ σε συχνότητα f . Η χωρητική αντίσταση ενός άλλου πυκνωτή με χωρητικότητα $2C$ στην ίδια συχνότητα θα ισούται με:
 - α. 60Ω
 - β. 120Ω
 - γ. 30Ω
 - δ. 180Ω

2. Η άεργος ισχύς παρουσιάζεται:
 - α. στο επαγωγικό μέρος του φορτίου
 - β. στο χωρητικό μέρος του φορτίου
 - γ. στο ωμικό μέρος του φορτίου
 - δ. στο επαγωγικό ή το χωρητικό μέρος του φορτίου.

3. Πρέπει να αντικαταστήσουμε 1500Ω αντίσταση σε ένα ραδιόφωνο. **ΔΕΝ** έχουμε όμως αντίσταση των 1500Ω , άλλα έχουμε αντιστάσεις των 1000Ω . Με ποιο τρόπο πρέπει να τις συνδέσουμε για να επιτύχουμε την αντίσταση που θέλουμε;
 - α. δύο αντιστάσεις των 1000Ω παράλληλα
 - β. δύο αντιστάσεις των 1000Ω παράλληλα και μια σε σειρά
 - γ. τρεις αντιστάσεις των 1000Ω παράλληλα
 - δ. τρεις αντιστάσεις των 1000Ω σε σειρά και μια παράλληλα.

4. Το κύκλωμα του σχήματος 1 βρίσκεται σε συντονισμό. Ο συντελεστής ποιότητας του κυκλώματος Q_{π} είναι:



Σχήμα 1

α. $Q_{\pi} = 10$

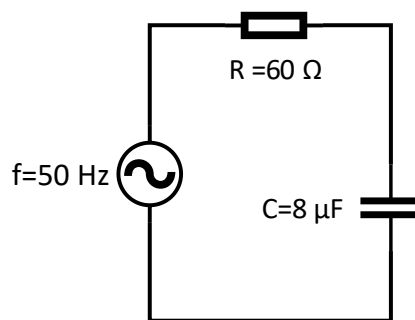
β. $Q_{\pi} = 1$

$$Q_{\pi} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{40} \sqrt{\frac{0,16}{100 \cdot 10^{-6}}} = 1$$

γ. $Q_{\pi} = 0,1$

δ. $Q_{\pi} = 2,5$

5. Το κύκλωμα του σχήματος 2 τροφοδοτείται από εναλλασσόμενη τάση συχνότητας $f=50$ Hz. Να υπολογίσετε το συντελεστή ισχύος του κυκλώματος.



Σχήμα 2

Απάντηση:

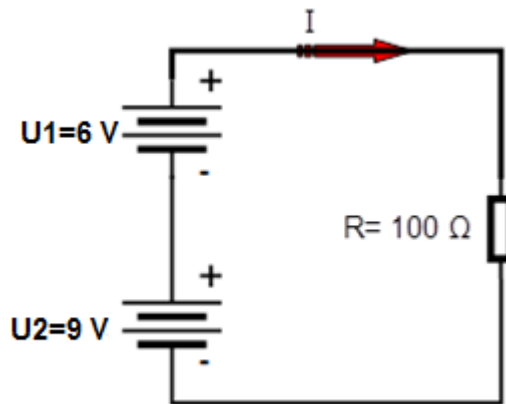
$$\omega = 2 \pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{60^2 + \left(\frac{1}{314 \cdot 8 \times 10^{-6}}\right)^2} = \underline{\underline{402,5 \Omega}}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{60}{402,5} = \underline{\underline{0,149}}$$

6. Για το κύκλωμα του σχήματος 3 να υπολογίσετε:

- α. την ένταση του ρεύματος I
- β. την ισχύ του κυκλώματος P



Σχήμα 3

Απάντηση:

$$\alpha. I = \frac{U}{R} = \frac{U_1 + U_2}{R} = \frac{15}{100} = \underline{\underline{0,15 \text{ A}}}$$

$$\beta. P = I^2 R = 0,15^2 \times 100 = \underline{\underline{2,25 \text{ W}}}$$

7. Σε πηγή τάσης $U=220 \text{ V}$ και συχνότητας $f=50 \text{ Hz}$, συνδέεται ένα πραγματικό πηνίο. Η πραγματική ισχύς του κυκλώματος είναι $P=10 \text{ kW}$ με συντελεστή ισχύος $\cos\varphi=0,5$. Παράλληλα με το φορτίο συνδέουμε ένα πυκνωτή με αποτέλεσμα, ο συντελεστής ισχύος να βελτιώνεται στο 0,87. Να υπολογίσετε :

- α. την άεργο ισχύ του πυκνωτή (Q_C).
- β. τη χωρητικότητα του πυκνωτή (C).

Απάντηση:

$$\cos\varphi_1 = 0,5 \quad \varphi = 60^\circ \quad \varepsilon\varphi\varphi_1 = 1,7$$

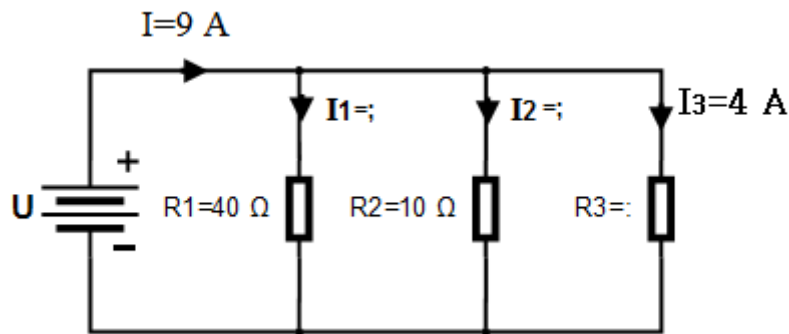
$$\cos\varphi_2 = 0,87 \quad \varphi_2 = 29,54^\circ \quad \varepsilon\varphi\varphi_2 = 0,566$$

$$a. Q_C = P \cdot (\varepsilon\varphi\varphi_1 - \varepsilon\varphi\varphi_2) = 10000 \cdot (1,732 - 0,566) = 11652,73 \text{ VAr}$$

$$\beta. C = \frac{Q_C}{2\pi \cdot f \cdot U^2} = \frac{11652,73}{2\pi \cdot 50 \cdot 220^2} = 766,36 \mu\text{F}$$

8. Στο κύκλωμα του σχήματος 4 να υπολογίσετε:

- α. την τάση της πηγής (U)
- β. την αντίσταση του αντιστάτη (R_3)
- γ. την ένταση του ρεύματος (I_1)
- δ. την ένταση του ρεύματος (I_2)



Σχήμα 4

Απάντηση:

$$R_1 // R_2 \Rightarrow R_{12} = \frac{40 \cdot 10}{40 + 10} = 8 \Omega$$

$$I_{12} = I - I_3 = 9 - 4 = 5 \text{ A}$$

$$U_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = 5 \cdot 8 = 40 \text{ V}$$

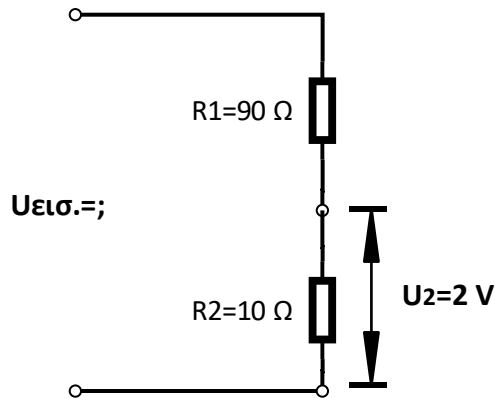
$$a. \quad U = U_{12} = U_3 = 40 \text{ V}$$

$$b. \quad R_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{40}{4} = 10 \Omega$$

$$c. \quad I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{40}{40} = 1 \text{ A}$$

$$d. \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{40}{10} = 4 \text{ A}$$

9. Στο κύκλωμα του σχήματος 5, να υπολογίσετε την τάση εισόδου ($U_{εισ}$).



Σχήμα 5

Απάντηση:

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{εισ} \Rightarrow 2 = \frac{10}{10 + 90} \cdot U_{εισ} \Rightarrow$$

$$U_{εισ} = \frac{2 \cdot 100}{10} = 20 \text{ V}$$

10. Να σημειώσετε μέσα στο τετραγωνάκι δίπλα από κάθε πρόταση την ένδειξη **ΣΩΣΤΟ** ή **ΛΑΘΟΣ**, ανάλογα με αυτό που ισχύει.

α. Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο μεταφοράς υψηλής τάσης της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) είναι κατασκευασμένοι από χαλκό.

Λ

β. Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται σε υψηλή τάση επειδή αυξάνεται η ταχύτητα μεταφοράς.

Λ

γ. Για την παροχή τριφασικής τάσης σε μια κατοικία από το δίκτυο διανομής της (ΑΗΚ) χρησιμοποιούνται πέντε (5) αγωγοί. (3 φάσεις, ουδέτερος και γείωση).

Λ

δ. Με τη χρήση τριφασικού συστήματος στη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να μεταφέρουμε μεγαλύτερη ισχύ με λιγότερους αγωγούς.

Σ

11. Ιδανικό πηνίο επαγωγικότητας $L = 0,127 \text{ H}$, διαρρέεται από ρεύμα με στιγμιαία τιμή $i = 7,07 \eta\mu 314t \text{ (A)}$. Να υπολογίσετε:

α. την ενεργό τιμή του ρεύματος ($I_{\epsilon\nu}$)

β. την επαγωγική αντίσταση (αντίδραση) του πηνίου (X_L)

γ. την ενεργό τιμή της τάσης ($U_{\epsilon\nu}$)

δ. να γράψετε τη μαθηματική εξίσωση για τη στιγμιαία τιμή της τάσης (u).

Απάντηση:

α) Η ενεργός τιμή του ρεύματος

$$I_{\epsilon\nu} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{7,07}{\sqrt{2}} = 5 \text{ A}$$

β) Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου

$$X_L = \omega \cdot L = 314 \cdot 0,127 = 40 \Omega$$

γ) Η ενεργός τιμή της τάσης

$$U_{\epsilon\nu} = I_{\epsilon\nu} \cdot X_L = 5 \cdot 40 = 200 \text{ V}$$

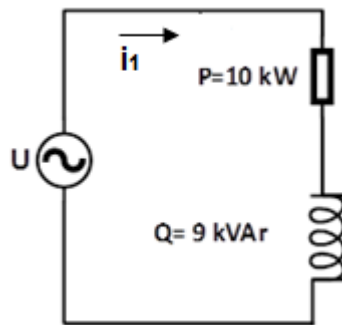
δ) Η μέγιστη τιμή της τάσης

$$U_m = U_{\epsilon\nu} \cdot \sqrt{2} = 200 \cdot \sqrt{2} = 283 \text{ V}$$

Η εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της τάσης

$$u = U_m \cdot \eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 283 \cdot \eta\mu\left(314 \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

12. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας με αντίσταση R και επαγωγικότητα L έχει άεργο ισχύ $Q = 9 \text{ kVAr}$ και πραγματική ισχύ $P = 10 \text{ kW}$ (σχήμα 6α).



Σχήμα 6α

Να υπολογίσετε:

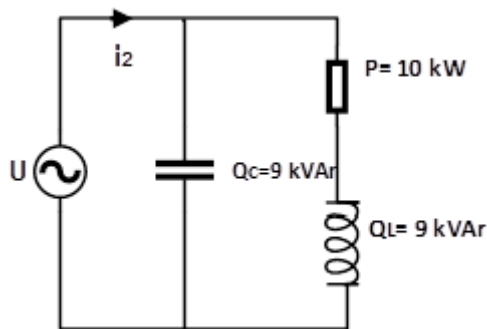
- α1. τη φαινόμενη ισχύ του κινητήρα (S_1)
 α2. τον συντελεστή ισχύος του κινητήρα (συνφ₁)

Απάντηση:

$$a1. \quad S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{10^2 + 9^2} = \underline{\underline{13,45 \text{ KVA}}}$$

$$a2. \quad \cos\varphi_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{10}{13,45} = \underline{\underline{0,74}}$$

Στη συνέχεια συνδέεται παράλληλα στον κινητήρα ένας πυκνωτής έτσι ώστε να επιτευχθεί **πλήρης αντιστάθμιση** της άεργου ισχύος (σχήμα 6β).



Σχήμα 6β

Να υπολογίσετε:

- β1. τη φαινόμενη ισχύ του κινητήρα (S_2)
 β2. τον νέο συντελεστή ισχύος (συνφ₂)

$$\beta1. \quad S_2 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{10^2 + (9 - 9)^2} = \sqrt{100} = \underline{\underline{10 \text{ KVA}}}$$

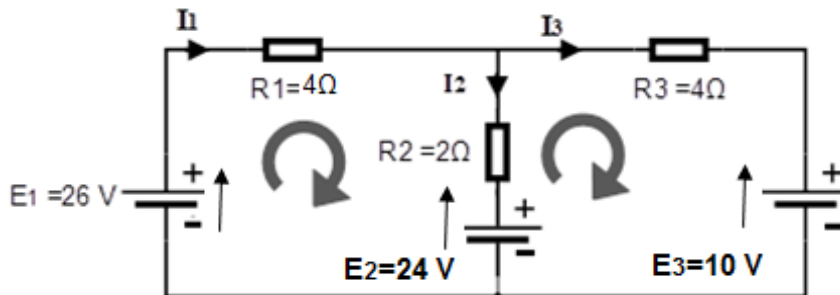
$$\beta2. \quad \cos\varphi_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{10}{10} = \underline{\underline{1}}$$

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.

Να απαντήσετε και τις 4 ερωτήσεις

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

13. Να εφαρμόσετε τους κανόνες του Κίρχωφ στο κύκλωμα του σχήματος 7 και να υπολογίσετε τα ρεύματα I_1 , I_2 και I_3 .



Σχήμα 7

Απάντηση:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2 \Rightarrow 26 - 24 = 4I_1 + 2I_2 \Rightarrow 2 = 4I_1 + 2I_2$$

$$E_2 - E_3 = -I_2 R_2 + I_3 R_3 \Rightarrow 24 - 10 = -2I_2 + 4I_3 \Rightarrow 14 = -2I_2 + 4I_3$$

$$2 = 4I_1 + 2I_2 \Rightarrow 2 = 4(I_2 + I_3) + 2I_2 \Rightarrow 2 = 6I_2 + 4I_3 \Rightarrow$$

$$-2 = -6I_2 - 4I_3$$

$$14 = -2I_2 + 4I_3$$

$$12 = -8I_2 \Rightarrow I_2 = \underline{\underline{-1,5 \text{ A}}}$$

$$\text{Από την εξίσωση: } 14 = -2I_2 + 4I_3$$

$$14 = -2 \cdot (-1,5) + 4I_3 \Rightarrow$$

$$I_3 = \underline{\underline{2,75 \text{ A}}}$$

$$\text{Από την 1ην εξίσωση: } I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_1 = -1,5 + 2,75 = \underline{\underline{1,25 \text{ A}}}$$

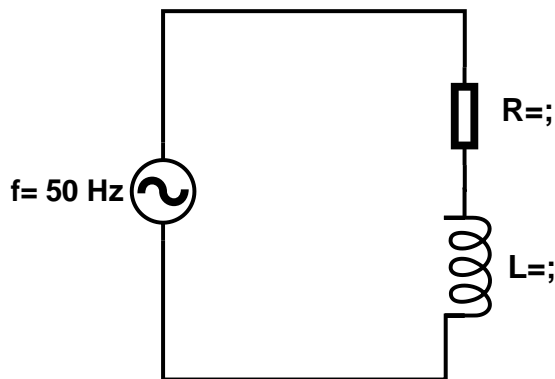
14. Το κύκλωμα του σχήματος 8 έχει σύνθετη αντίσταση $Z = 15 \Omega$ και συντελεστή ισχύος $\cos \phi = 0,8$. Η πηγή τροφοδοσίας έχει συχνότητα $f = 50 \text{ Hz}$. Να υπολογίσετε:

α. την αντίσταση του κυκλώματος (R)

β. την επαγωγική αντίσταση του πηνίου (X_L)

γ. την επαγωγικότητα του πηνίου (L)

δ. τη διαφορά φάσης (φ) μεταξύ τάσης και έντασης του ρεύματος.



Σχήμα 8

Απάντηση:

$$\alpha. \cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow R = Z \cdot \cos \varphi$$
$$R = 15 \cdot 0,8 = \underline{\underline{12 \Omega}}$$

$$\beta. X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{15^2 - 12^2} = \underline{\underline{9 \Omega}}$$

$$\gamma. L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{9}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = \underline{\underline{28,64 \text{ mH}}}$$

$$\delta. \sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8 \Rightarrow \varphi = \underline{\underline{36,86^\circ}}$$

15. Τρεις ωμικοί καταναλωτές με αντιστάσεις $R_1 = 7 \Omega$, $R_2 = 14 \Omega$ και $R_3 = 21 \Omega$ τροφοδοτούνται από δίκτυο πολικής τάσης 400 V / 50 Hz, όπως φαίνεται στο **σχήμα 9**.

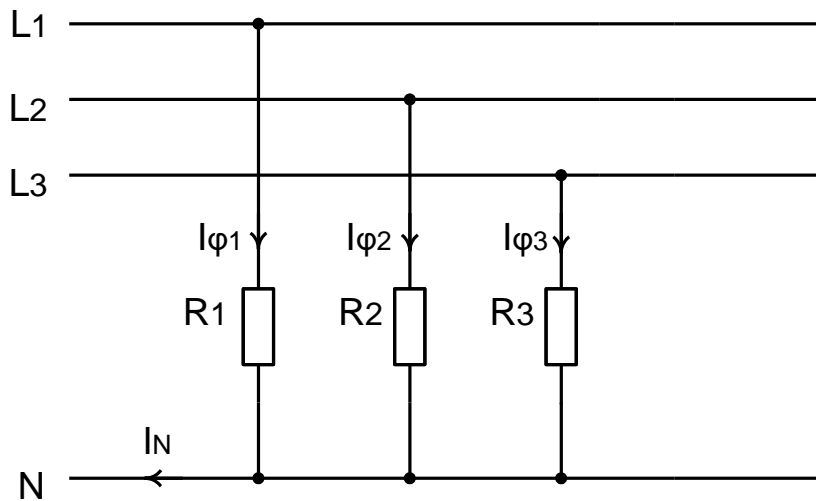
Να υπολογίσετε:

α. την τάση στα άκρα κάθε καταναλωτή.

β. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε καταναλωτή.

γ. το ρεύμα που διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό.

(Να χρησιμοποιήσετε τη διανυσματική μέθοδο στο τετραγωνισμένο χαρτί που δίνεται στη σελίδα 18, με Κλίμακα: 1 cm : 5 A)



Σχήμα 9

Απάντηση:

α) Η τάση στα άκρα κάθε καταναλωτή ισούται με τη φασική τάση:

$$U_{\varphi} = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{231\text{ V}}}$$

β) Κάθε καταναλωτής διαρρέεται από το αντίστοιχο φασικό ρεύμα:

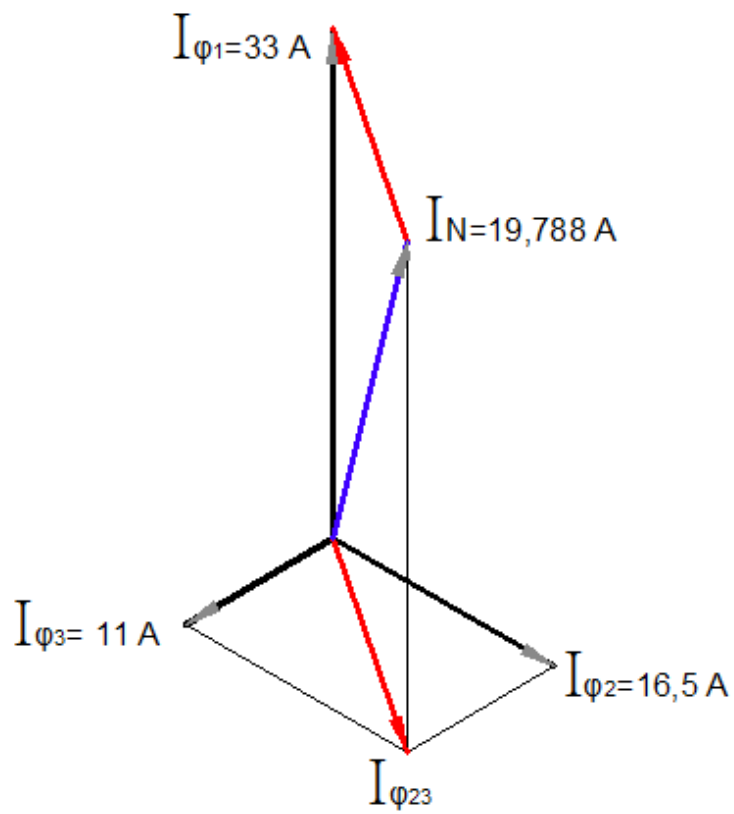
$$I_{\varphi_1} = \frac{U_{\varphi}}{R_1} = \frac{231}{7} = \underline{\underline{33\text{ A}}}$$

$$I_{\varphi_2} = \frac{U_{\varphi}}{R_2} = \frac{231}{14} = \underline{\underline{16,5\text{ A}}}$$

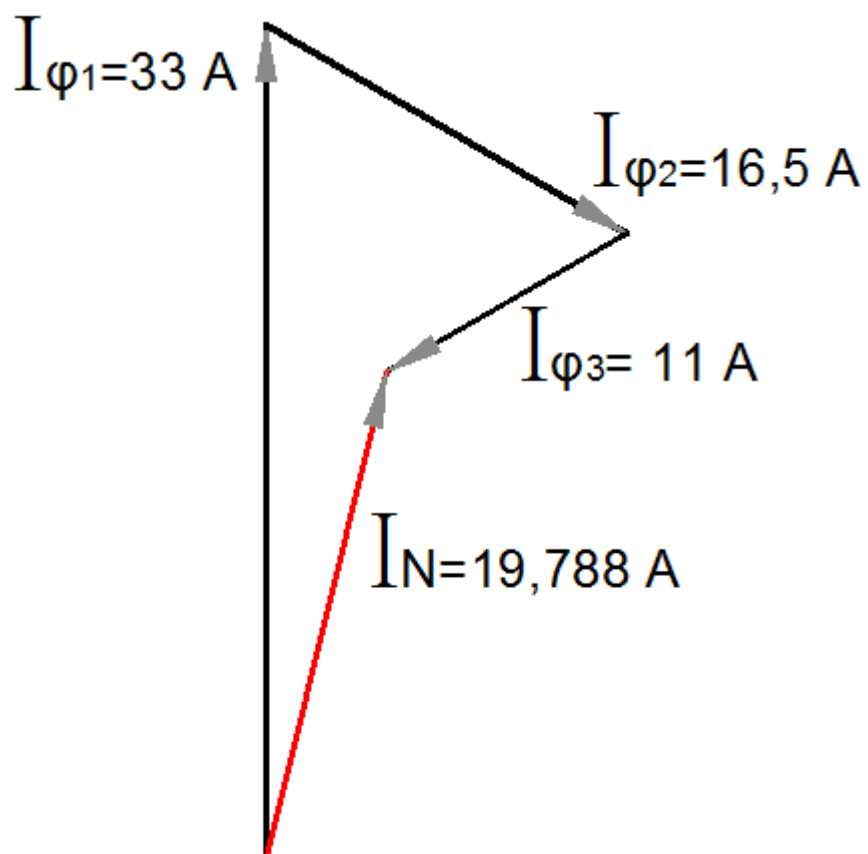
$$I_{\varphi_3} = \frac{U_{\varphi}}{R_3} = \frac{231}{21} = \underline{\underline{11\text{ A}}}$$

γ) Το ρεύμα στον ουδέτερο αγωγό μπορούμε να το υπολογίσουμε με 2 τρόπους:

1^{ος} τρόπος:

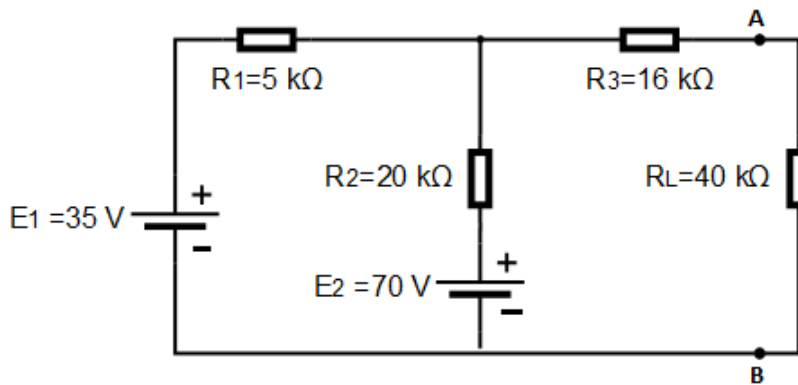


2^{ος} τρόπος:



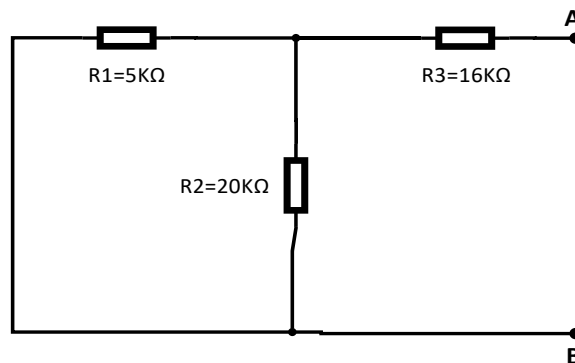
16. Για το κύκλωμα του σχήματος 10.

- α. να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα «Θέβενιν» στα σημεία A και B
β. χρησιμοποιώντας το ισοδύναμο κύκλωμα «Θέβενιν» να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το φορτίο R_L

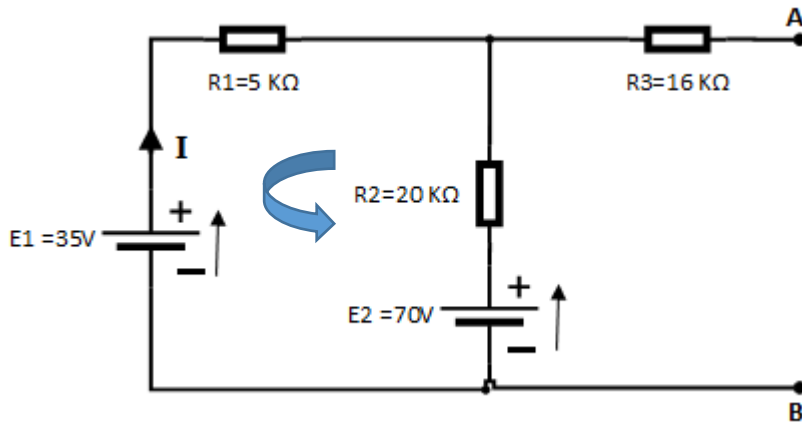


Σχήμα 10

α. Υπολογίζουμε την R_{TH}



$$R_{TH} = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$
$$R_{TH} = 16 + \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} = \underline{\underline{20\text{ k}\Omega}}$$

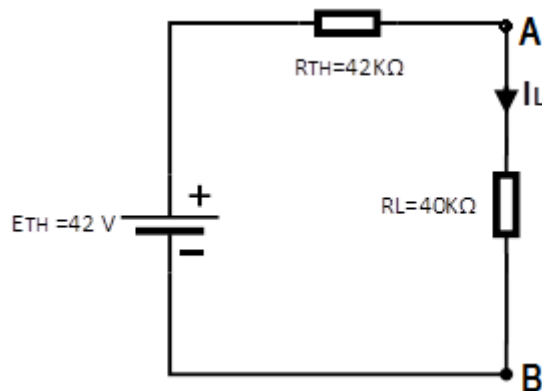


β. Υπολογίζουμε την E_{TH}

εφαρμόζουμε το δεύτερο κανόνα του Κίρχωφ για το κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} = \frac{70 - 35}{5 + 20} = \underline{\underline{1.4 \text{ mA}}}$$

$$E_{TH} = E_2 - I \times R_2 = 70 - 1.4 \cdot 20 = \underline{\underline{42 \text{ V}}}$$



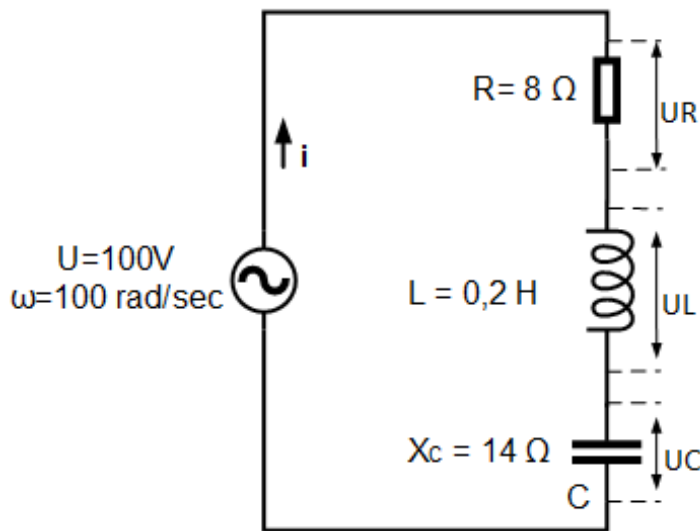
$$I_L = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R_L}$$

$$I_L = \frac{42}{20 + 40} = \frac{42}{60} = \underline{\underline{0,7 \text{ mA}}}$$

ΜΕΡΟΣ Γ - Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.
Να απαντήσετε και τις 2 ερωτήσεις
Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17. Στο κύκλωμα του σχήματος 11 να υπολογίσετε:

- α. την ένταση του ρεύματος (I)
- β. την χωρητικότητα του πυκνωτή (C)
- γ. τις τάσεις U_R , U_C και U_L
- δ. τον συντελεστή ισχύος του κυκλώματος (συνφ)
- ε. να σχεδιάσετε το διανυσματικό διάγραμμα των τάσεων και του ρεύματος του κυκλώματος.



Σχήμα 11

Απάντηση:

$$X_L = \omega L = 100 \cdot 0.2 = \underline{\underline{20 \Omega}}$$

$$X_C = 14 \Omega$$

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

$$Z = \sqrt{8^2 + (20 - 14)^2} = \underline{\underline{10 \Omega}}$$

$$\alpha. I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{10} = \underline{\underline{10A}}$$

$$\beta. C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{100 \cdot 14} = \underline{\underline{714 \mu F}}$$

γ. οι τάσεις:

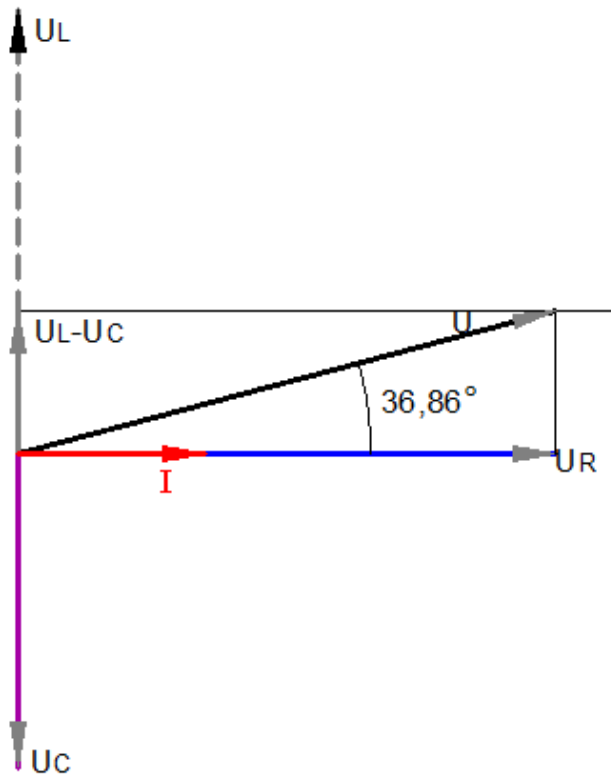
$$U_R = I \cdot R = 10 \cdot 8 = \underline{\underline{80 V}}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 10 \cdot 20 = \underline{\underline{200 V}}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 10 \cdot 14 = \underline{\underline{140 V}}$$

δ. $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,86^\circ$

ε. Διανυσματικό διάγραμμα



18. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες με αντίσταση $R = 50 \Omega$ ο καθένας συνδέονται σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο τριών αγωγών (τρεις φάσεις L_1, L_2, L_3). Η πολική τάση του δικτύου είναι $400 V, 50 Hz$.

α. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και να σημειώσετε σ' αυτό:

α1. την πολική τάση του δικτύου

α2. το πολικό και φασικό ρεύμα στο φορτίο.

β. Να υπολογίσετε :

β1. την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη (U_ϕ)

β2. το ρεύμα που διαρρέει κάθε αντιστάτη (I_ϕ)

β3. την ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας (I_π)

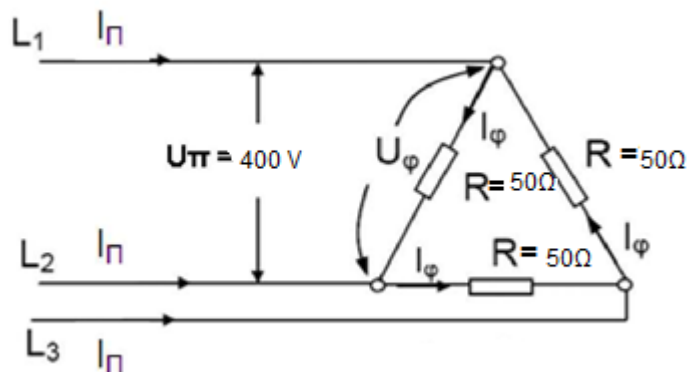
γ. Αν διακοπεί η φάση τροφοδοσίας L2 να υπολογίσετε:

γ1. το ρεύμα του κυκλώματος (I)

γ2. την ισχύ που απορροφά το φορτίο από το δίκτυο

Απάντηση

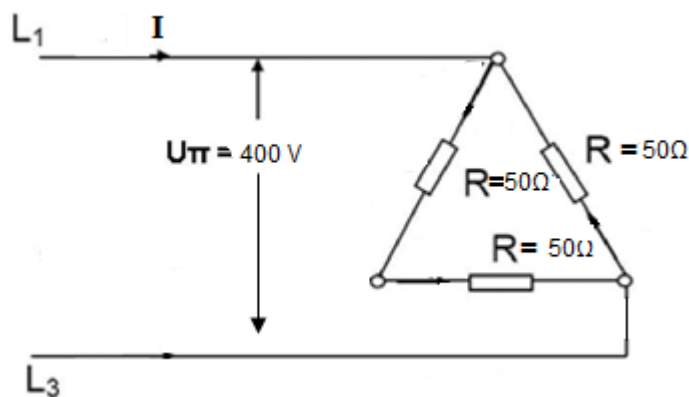
α. Το κύκλωμα:



$$\beta_1. U_{\phi} = U_{\pi} = \underline{\underline{400 \text{ V}}}$$

$$\beta_2. I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R} = \frac{400}{50} = \underline{\underline{8 \text{ A}}}$$

$$\beta_3. I_{\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 8 = \underline{\underline{13,856 \text{ A}}}$$



$$\gamma_1. R_{o\lambda} = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{50 \cdot 100}{50 + 100} = \underline{\underline{33,3 \Omega}}$$

$$I = \frac{U_{\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{400}{33,3} = \underline{\underline{12 \text{ A}}}$$

$$\gamma_2. P = U \cdot I \cdot \sigma \nu \nu \phi = 400 \cdot 12 \cdot 1 = \underline{\underline{4800 \text{ W}}}$$