

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

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2011

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΙΙ) ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

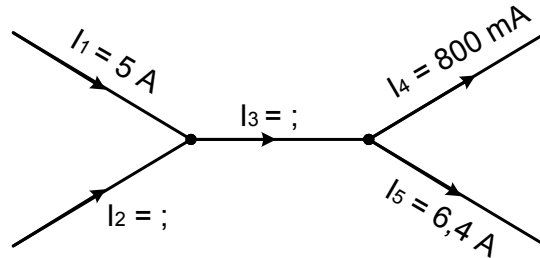
ΜΑΘΗΜΑ : Εφαρμοσμένη Ηλεκτρολογία (153)
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΤΡΙΤΗ, 07 ΙΟΥΝΙΟΥ 2011
ΩΡΑ : 07.30 –10.00

ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α - Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.

1. Να υπολογίσετε, εφαρμόζοντας τον πρώτο νόμο του Κίρχωφ για τις εντάσεις, τα ρεύματα I_2 και I_3 που φαίνονται στο σχήμα 1.



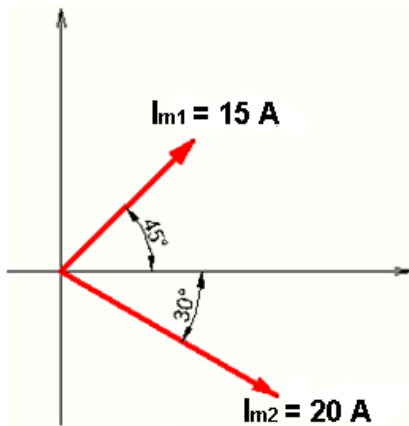
Σχήμα 1

Απάντηση:

$$I_3 = I_4 + I_5 = 0,8 + 6,4 = \underline{7,2 A}$$

$$I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow 5 + I_2 = 7,2 \Rightarrow I_2 = 7,2 - 5 = \underline{2,2 A}$$

2. Στο σχήμα 2 δίνεται το διανυσματικό διάγραμμα δύο εναλλασσόμενων ρευμάτων συχνότητας 50 Hz, με μέγιστες τιμές $I_{m1} = 15 A$ και $I_{m2} = 20 A$. Να γράψετε τις εξισώσεις για τις στιγμιαίες τιμές τους, i_1 και i_2 .



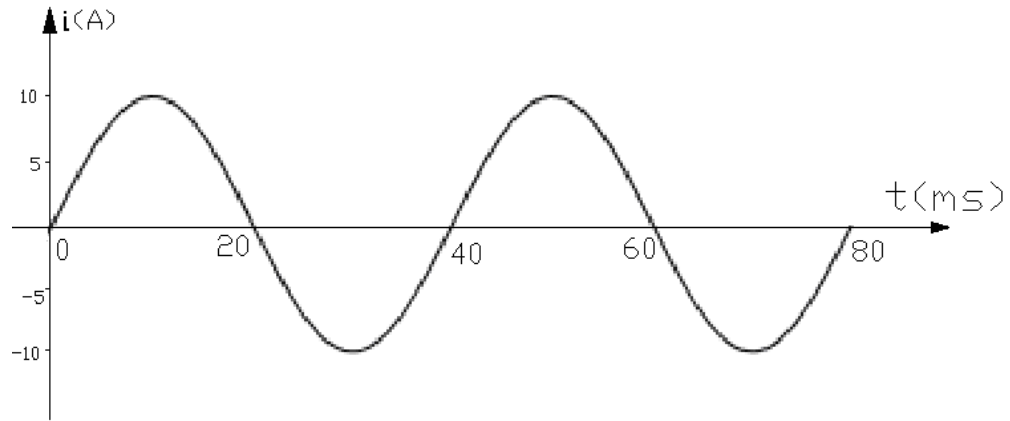
Σχήμα 2

Απάντηση:

$$i_1 = 15 \eta \mu(314t + 45^\circ)$$

$$i_2 = 20 \eta \mu(314t - 30^\circ)$$

3. Η γραφική παράσταση του σχήματος 3 παριστάνει την ημιτονική μεταβολή της έντασης του ρεύματος σ' ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
Να υπολογίσετε:
α) την ενεργό τιμή.
β) τη συχνότητα.



Σχήμα 3

Απάντηση:

- α) Η ενεργός τιμή:

$$I_{ev} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = \underline{7,07 A}$$

- β) Η συχνότητα:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{40 \cdot 10^{-3}} = \underline{25 Hz}$$

4. Ηλεκτρικός φούρνος ισχύος 4,6 kW λειτουργεί σε τάση 230 V.
Να υπολογίσετε:
α) την ένταση του ρεύματος που απορροφά.
β) την αντίσταση του θερμικού του στοιχείου.

Απάντηση:

- α) Η ένταση του ρεύματος:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4600}{230} = \underline{20 A}$$

- β) Η αντίσταση του θερμικού στοιχείου:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230}{20} = \underline{11,5 \Omega}$$

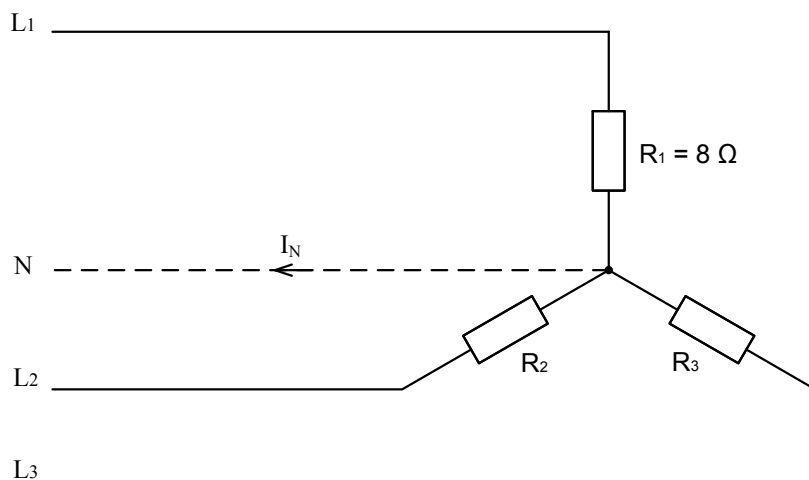
5. Ιδανικό πηνίο με επαγωγική αντίσταση $X_L = 4 \Omega$ συνδέεται σε πηγή εναλλασσόμενης τάσης της οποίας η στιγμιαία τιμή δίνεται από τη σχέση $u = 8 \eta\mu 628t \text{ V}$. Να γράψετε την εξίσωση για τη στιγμιαία τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

Απάντηση:

$$I_m = \frac{U_m}{X_L} = \frac{8}{4} = 2 \text{ A}$$

$$i = I_m \eta\mu(\omega t - 90^\circ) = \underline{2 \eta\mu(628t - 90^\circ) \text{ A}}$$

6. Τρεις ωμικοί καταναλωτές με αντιστάσεις R_1 , R_2 και R_3 συνδέονται σε δίκτυο πολικής τάσης 400 V , 50 Hz , όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Η τιμή της αντίστασης R_1 ισούται με 8Ω . Να υπολογίσετε τις τιμές των αντιστάσεων R_2 και R_3 έτσι ώστε ο ουδέτερος αγωγός να μην διαρρέεται από ρεύμα ($I_N = 0$).



Σχήμα 4

Απάντηση:

Το ρεύμα του ουδέτερου ισούται με μηδέν όταν το φορτίο είναι ισοζυγισμένο, δηλαδή:

$$R_1 = R_2 = R_3 = 8 \Omega$$

7. α) Να αναφέρετε δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
 β) Να γράψετε τέσσερα πλεονεκτήματα της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Απάντηση:

α) Δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- Η ηλιακή ενέργεια.
- Η αιολική ενέργεια.
- Βιομάζα.

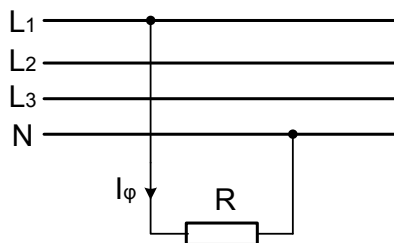
β) Πλεονεκτήματα της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:

- I. Είναι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας.
- II. Είναι φιλικές προς το περιβάλλον.
- III. Είναι δωρεάν η πρώτη ύλη.
- IV. Μας επιτρέπει την απεξάρτησή μας από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

8. Σε τριφασικό δίκτυο 4 αγωγών (σχήμα 5) με πολική τάση 400 V, συνδέουμε ένα μονοφασικό ωμικό καταναλωτή με αντίσταση $R = 10 \Omega$.

Να υπολογίσετε:

- α) το ρεύμα I_ϕ που περνά μέσα από τον καταναλωτή.
- β) την ισχύ που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο.



Σχήμα 5

Απάντηση:

α) Το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη:

$$U_\phi = \frac{U_\pi}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230,9 \text{ V}$$

$$I_\phi = \frac{U_\phi}{R} = \frac{230,9}{10} = \underline{23,09 \text{ A}}$$

β) Η πραγματική ισχύς του καταναλωτή:

$$P = U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos \phi = 230 \cdot 23,09 \cdot 1 = \underline{5310,7 \text{ W}}$$

9. Εάν η χωρητική αντίσταση X_C ιδανικού πυκνωτή σε συχνότητα 20 Hz είναι 10Ω τότε η χωρητική αντίσταση του ίδιου πυκνωτή σε συχνότητα 200 Hz θα είναι:

α) 20Ω

β) 2Ω

γ) 200Ω

δ) 1Ω

Να κυκλώσετε τη σωστή απάντηση.

10. Πραγματικό πηνίο με ωμική αντίσταση $R = 5 \Omega$ και επαγωγικότητα $L = 15 \text{ mH}$ τροφοδοτείται με τάση $u = 141 \sin 500t \text{ V}$. Να υπολογίσετε τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος.

Απάντηση:

$$X_L = \omega \cdot L = 500 \cdot 0,015 = 7,5 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{5^2 + 7,5^2} = \underline{\underline{9,01 \Omega}}$$

11. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες $R = 10 \Omega$ είναι συνδεδεμένοι σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο τριών αγωγών πολικής τάσης 400 V, 50 Hz.

Να υπολογίσετε:

α) την ένταση του ρεύματος που απορροφά ο κάθε αντιστάτης.

β) την ένταση του ρεύματος γραμμής.

Απάντηση:

α) Στη σύνδεση τριγώνου: $U_{\Pi} = U_{\phi}$

Το ρεύμα που απορροφά ο κάθε αντιστάτης είναι ίσο με το φασικό ρεύμα:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R} = \frac{U_{\pi}}{R} = \frac{400}{10} = \underline{\underline{40 \text{ A}}}$$

β) Το πολικό ρεύμα:

$$I_{\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi} = \sqrt{3} \cdot 40 = \underline{\underline{69,28 \text{ A}}}$$

12. Η πραγματική ισχύς ενός μονοφασικού καταναλωτή είναι $P = 8 \text{ kW}$ και η άεργος ισχύς $Q = 6 \text{ kVA}$.
Να υπολογίσετε:
α) τη φαινόμενη ισχύ.
β) το συντελεστή ισχύος.

Απάντηση:

- α) Η φαινόμενη ισχύ.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \underline{10 \text{ kVA}}$$

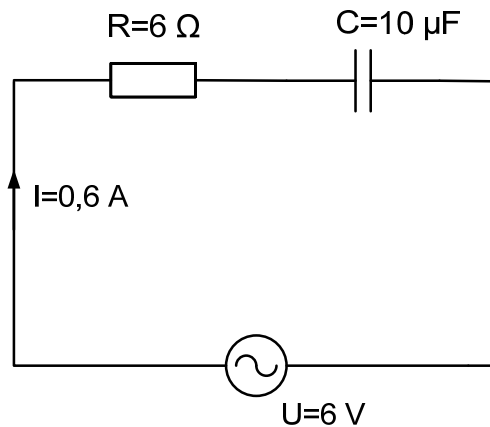
- β) Ο συντελεστής ισχύος.

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{P}{S} = \frac{8}{10} = \underline{0,8}$$

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

13. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 6.
Να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητα.



Σχήμα 6

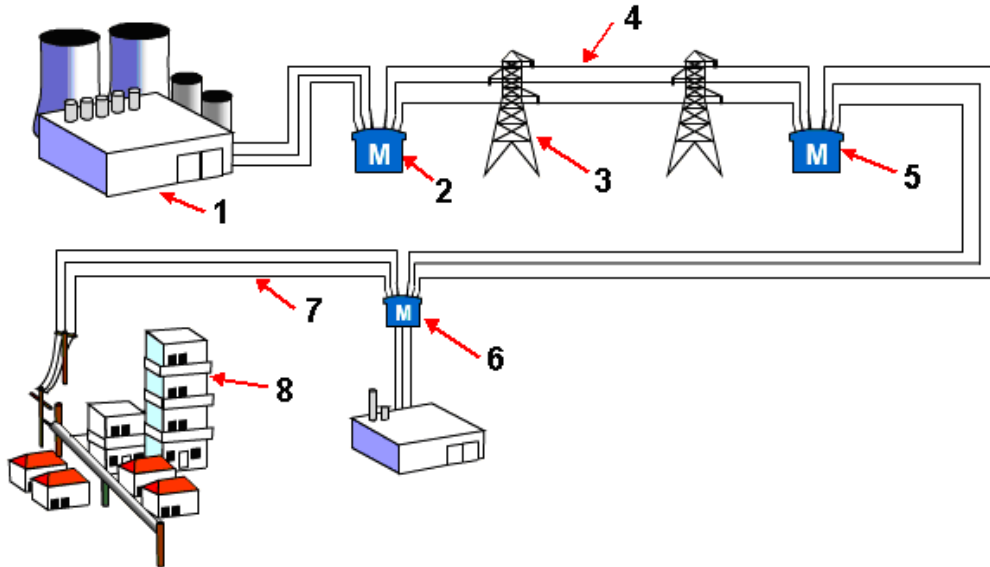
Απάντηση:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{6}{0,6} = 10 \Omega$$

$$X_c = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{10^2 - 6^2} = 8 \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \frac{1}{X_c \cdot C} = \frac{1}{8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = \underline{12500 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}}$$

14. Στο σχήμα 7 φαίνεται το διάγραμμα του συστήματος μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο.



Σχήμα 7

Απάντηση:

α)

7	Γραμμές διανομής	2	Υποσταθμός μεταφοράς 11 / 132 kV
8	Καταναλωτές 415-240V	5	Υποσταθμός μεταφοράς 132 / 11 kV
4	Γραμμές μεταφοράς	6	Υποσταθμός διανομής 11kV / 415-240V
3	Πυλώνες	1	Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός

β) Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας σε μακρινές αποστάσεις γίνεται με υψηλή τάση διότι με την ανύψωση της τάσης μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα:

- Να χρησιμοποιούνται μικρότερης διατομής αγωγοί.
- Να υπάρχουν μικρότερες θερμικές απώλειες $P=I^2 \cdot R$ στους αγωγούς μεταφοράς.
- Να υπάρχει μικρότερη πτώση τάσης στους αγωγούς μεταφοράς $U=I \cdot R$.

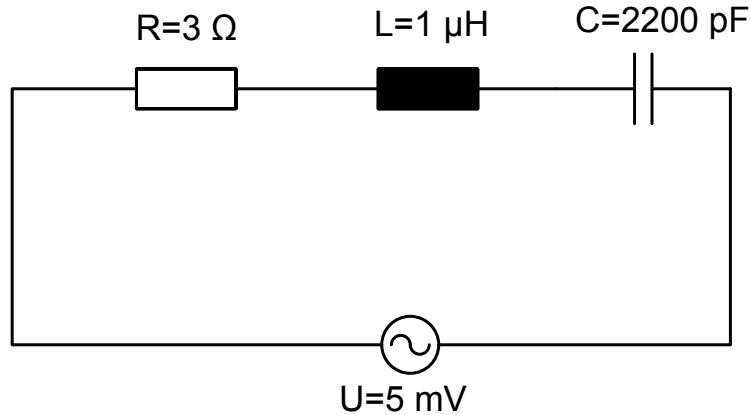
15. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 8.

Να υπολογίσετε:

α) τη συχνότητα συντονισμού.

β) το συντελεστή ποιότητας.

γ) τη ζώνη διέλευσης.



Σχήμα 8

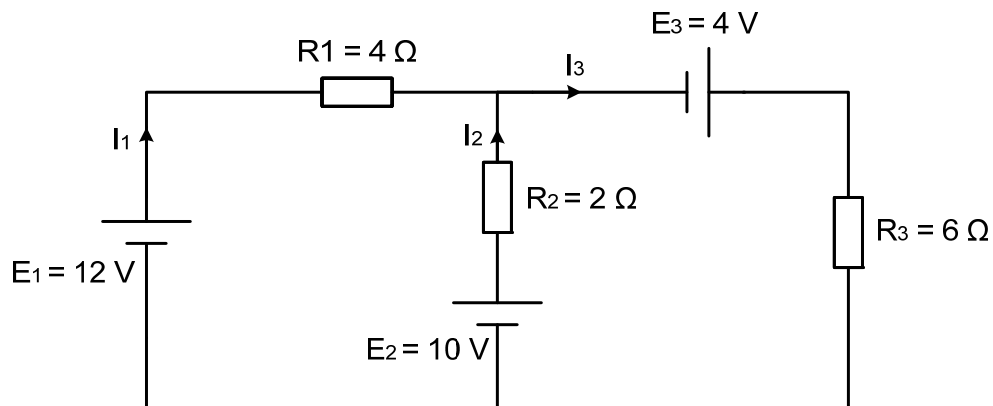
Απάντηση:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2.3,14\sqrt{1.10^{-6} \cdot 2200.10^{-12}}} = \underline{3,395 \text{ MHz}}$$

$$Q_\pi = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{1.10^{-6}}{2200.10^{-12}}} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{10^4}{22}} = \underline{7,1}$$

$$\Delta f = \frac{f_o}{Q_\pi} = \frac{3,395}{7,1} = \underline{0,478 \text{ MHz}}$$

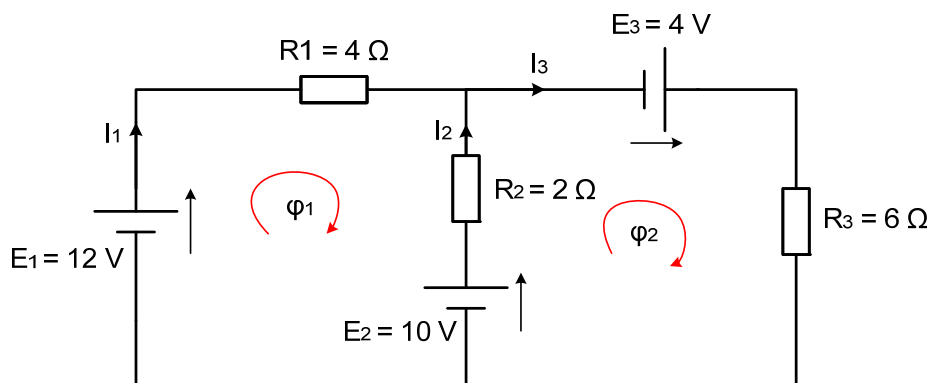
16. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 9. Να γράψετε τις απαραίτητες εξισώσεις που προκύπτουν από τους κανόνες του Κίρχωφ και να υπολογίσετε τα ρεύματα I_1 , I_2 και I_3 .



Σχήμα 9

Απάντηση:

Συμβολίζουμε τη φορά των βρόχων και τις πηγών του κυκλώματος ως ακολούθως:



Γράφουμε τις εξισώσεις (1) και (2) που προκύπτουν από το νόμο του Κίρχωφ για τις τάσεις και την εξίσωση (3) που προκύπτει από το νόμο του Κίρχωφ για τα ρεύματα:

$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 \Rightarrow 2 = 4I_1 - 2I_2 \Rightarrow 1 = 2I_1 - I_2 \quad (1)$$

$$E_2 + E_3 = I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 \Rightarrow 14 = 2I_2 + 6I_3 \Rightarrow 7 = I_2 + 3I_3 \quad (2)$$

$$I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow I_1 + I_2 = I_3 \quad (3)$$

Θα λύσουμε το σύστημα των τριών εξισώσεων με τρεις αγνώστους:

Αντικαθιστούμε την εξίσωση (3) στην (2):

$$7 = I_2 + 3(I_1 + I_2) \Rightarrow 7 = I_2 + 3I_1 + 3I_2 \Rightarrow 7 = 3I_1 + 4I_2 \quad (4)$$

Λύουμε το σύστημα των εξισώσεων (1) και (4):

$$\begin{array}{r} 1 = 2I_1 - I_2 \quad | \cdot 4 \Rightarrow 4 = 8I_1 - 4I_2 \\ + \\ 7 = 3I_1 + 4I_2 \quad | \cdot 1 \Rightarrow 7 = 3I_1 + 4I_2 \\ \hline 11 = 11 \cdot I_1 \Rightarrow \underline{I_1 = 1A} \end{array}$$

$$\text{Από την εξίσωση (1):} \quad 1 = 2 \cdot 1 - I_2 \Rightarrow \underline{I_2 = 1A}$$

$$\text{Από την εξίσωση (3):} \quad 1 + 1 = I_3 \Rightarrow \underline{I_3 = 2A}$$

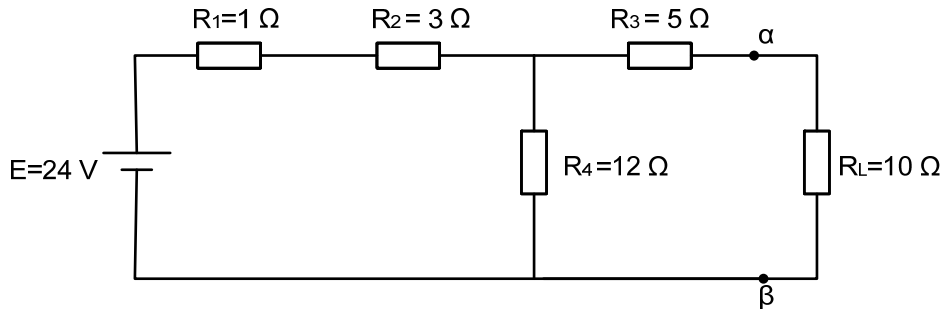
ΜΕΡΟΣ Γ - Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 10.

α) Να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin (Θέβενιν) στα σημεία α και β.

β) Να υπολογίσετε το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R_L .

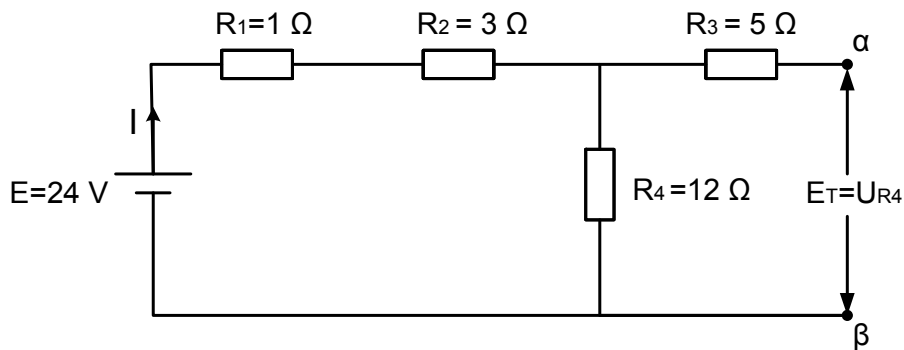


Σχήμα 10

Απάντηση:

Το ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin αποτελείται από μια πηγή τάσης E_T συνδεδεμένη σε σειρά με αντίσταση R_T .

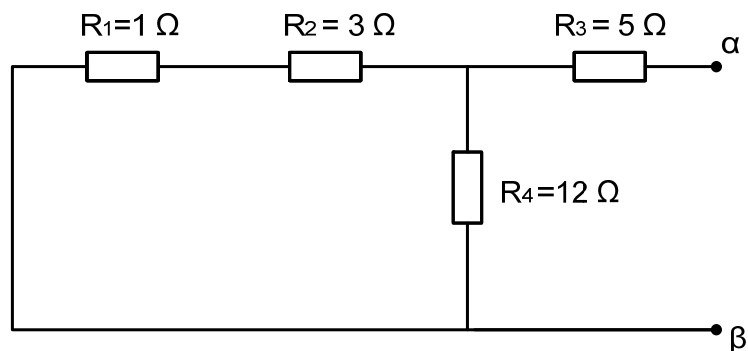
Για να υπολογίσουμε την τάση E_T υπολογίζουμε την τάση στα σημεία α και β αφού πρώτα αποσυνδέσουμε την αντίσταση R_L .



$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_4} = \frac{24}{1 + 3 + 12} = 1,5 \text{ A}$$

$$E_T = I \cdot R_4 = 1,5 \cdot 12 = \underline{18 \text{ V}}$$

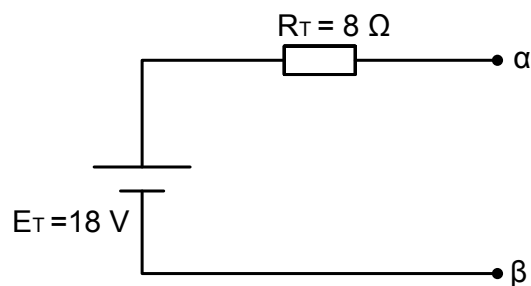
Για να υπολογίσουμε την R_T βραχυκυκλώνουμε την πηγή E και υπολογίζουμε την ολική αντίσταση του κυκλώματος:



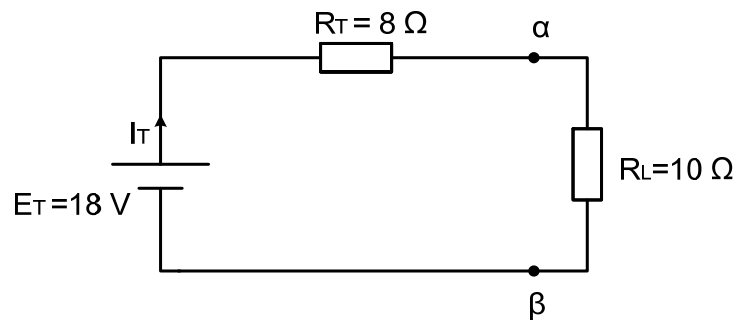
$$R_{12} = R_1 + R_2$$

$$R_T = \frac{R_{12} \cdot R_4}{R_{12} + R_4} + R_3 = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12} + 5 = \underline{8\Omega}$$

Το ισοδύναμο κύκλωμα Thevenin θα είναι:



Η ένταση του ρεύματος I_T που διαρρέει τον αντιστάτη R_L ισούται:



$$I_T = \frac{E_T}{R_T + R_L} = \frac{18}{8 + 10} = \underline{1A}$$

18. Τριφασικός επαγωγικός καταναλωτής τροφοδοτείται από τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης 400 V, 50 Hz. Η φαινόμενη ισχύς που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο είναι 16 kVA. Ο συντελεστής ισχύος του καταναλωτή είναι 0,7.

Να υπολογίσετε:

- α) την πραγματική ισχύ του καταναλωτή.
- β) την ένταση του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο.
- γ) την άεργο ισχύ του καταναλωτή.
- δ) την άεργο χωρητική ισχύ των πυκνωτών (Q_C) οι οποίοι χρειάζεται να συνδεθούν ώστε να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος στο 0,95.

Απάντηση:

$$\alpha) P = S \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_1 = 16000 \cdot 0,7 = \underline{11200 W}$$

- β) Η ένταση του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο:

$$I_\pi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_1} = \frac{11200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,7} = \underline{23,09 A}$$

$$\gamma) Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} = \sqrt{16000^2 - 11200^2} = \underline{11426,3 VAr}$$

- δ) Η άεργος χωρητική ισχύς Q_C των πυκνωτών οι οποίοι χρειάζεται να συνδεθούν για να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος στο 0,95:

Η φαινόμενη ισχύς του καταναλωτή μετά τη βελτίωση:

$$S_2 = \frac{P}{\sigma\upsilon\nu\varphi_2} = \frac{11200}{0,95} = \underline{11789,5 VA}$$

Η άεργος ισχύς του καταναλωτή μετά τη βελτίωση:

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{11789,5^2 - 11200^2} = \underline{3681,3 VAr}$$

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = 11426,3 - 3681,3 = \underline{\underline{7745 VAr}}$$

2^{ος} τρόπος υπολογισμού της άεργης ισχύος:

$$Q_C = P \cdot (\varepsilon\varphi\varphi_1 - \varepsilon\varphi\varphi_2)$$

$$\varphi_1 = \sigma\nu\nu^{-1} 0,7 = 45,57^\circ$$

$$\varphi_2 = \sigma\nu\nu^{-1} 0,95 = 18,19^\circ$$

$$Q_C = 11200 \cdot (\varepsilon\varphi 45,57^\circ - \varepsilon\varphi 18,19^\circ) = 11200 \cdot (1,02 - 0,328) = \underline{7750 \text{ VAr}}$$

-----ΤΕΛΟΣ-----