

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020

Μάθημα: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ ΙΙΙ Τ.Σ (Θ.Κ) (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 χωρητικότητας $10 \mu\text{F}$ είναι συνδεδεμένος με πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος (ε.ρ) με ενεργό τιμή 110 V και συχνότητα 60 Hz . Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος (I) που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

α. $I = 0,202 \text{ A}$

β. $I = 0,415 \text{ A}$

γ. $I = 0,626 \text{ A}$

δ. $I = 0,838 \text{ A}$

2. Σε ένα κύκλωμα RL σε σειρά,

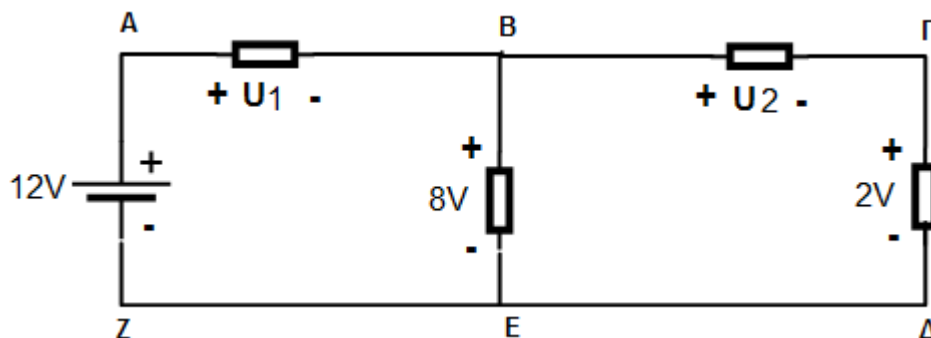
α. η τάση προηγείται του ρεύματος κατά γωνία φ

β. το ρεύμα προηγείται της τάσης κατά γωνία φ

γ. το ρεύμα και η τάση βρίσκονται σε φάση

δ. η τάση έχει διαφορετική συχνότητα από το ρεύμα

3. Στο κύκλωμα του σχήματος 1 οι τιμές των τάσεων U_1 και U_2 είναι:



Σχήμα 1

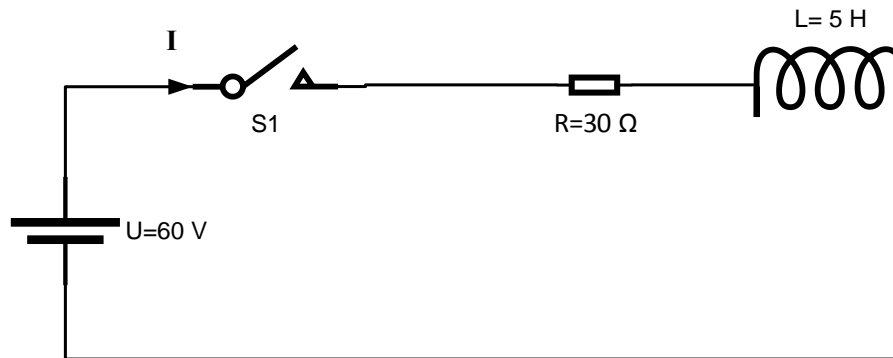
α. $U_1 = 4 \text{ V}$, $U_2 = 6 \text{ V}$

β. $U_1 = 20 \text{ V}$, $U_2 = 6 \text{ V}$

γ. $U_1 = 20 \text{ V}$, $U_2 = 10 \text{ V}$

δ. $U_1 = 4 \text{ V}$, $U_2 = 10 \text{ V}$

4. Στο κύκλωμα του σχήματος 2, ο διακόπτης S1 είναι κλειστός και την χρονική στιγμή $t=0$ ανοίγει. Την στιγμή αυτή η τιμή της έντασης του ρεύματος (I) είναι:



Σχήμα 2

- α. $I=0$ A
- β. $I=1$ A
- γ. $I=2$ A
- δ. $I=3$ A

Αρχικά όταν ο διακόπτης είναι κλειστός το ρεύμα στο πηνίο ήταν

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{30} = 2\text{ A} . \text{ Το ρεύμα στο πηνίο δεν μεταβάλλεται απότομα έτσι όταν}$$

ανοίξει ο διακόπτης το ρεύμα στο πηνίο παραμένει το ίδιο 2 A

5. Η ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα μιας αντίστασης 15 kΩ είναι 16 V.

Να υπολογίσετε:

- α. την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος ($I_{\text{εν}}$)
- β. την μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος (I_{m})

Απάντηση

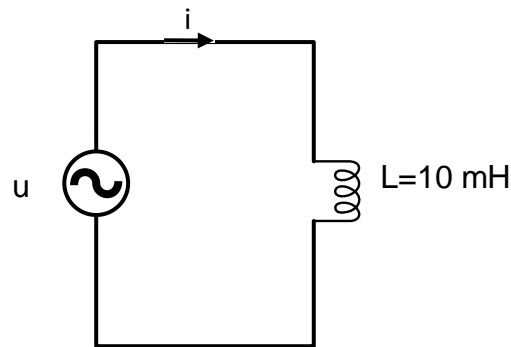
$$I_{\text{εν}} = \frac{U_{\text{εν}}}{R} = \frac{16}{15000} = 1,06\text{ mA}$$

$$I_{\text{m}} = I_{\text{εν}} \cdot \sqrt{2} = 1,06 \cdot \sqrt{2} = 1,5\text{ mA}$$

6. Στο κύκλωμα του σχήματος 3 η στιγμιαία τιμή της έντασης του ρεύματος δίνεται από την εξίσωση $i = 5\eta\mu 2000t$ (A)

α. Να υπολογίσετε την επαγωγική αντίσταση X_L του πηνίου.

β. Να γράψετε την εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της τάσης της πηγής (u)



Σχήμα 3

Απάντηση

α. $X_L = \omega \cdot L \Rightarrow 2000 \cdot 10 \times 10^{-3} = 20 \Omega$

β. $U = I \cdot X_L \Rightarrow 5 \cdot 20 = 100 V$

γ. $u = 100 \eta\mu (2000 + 90^\circ) V$

7. Να αναφέρετε τέσσερα (4) βασικά στάδια της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα ατμοκίνητο ηλεκτροπαραγωγό σταθμό ο οποίος χρησιμοποιεί ως καύσιμο υλικό το μαζούτ.

Απάντηση:

- α. Το καύσιμο (μαζούτ) καίγεται στον λέβητα και από τη θερμότητα που παράγεται ζεσταίνεται το νερό που ευρίσκεται μέσα στις διασωληνώσεις του λέβητα.
- β. Το νερό μετατρέπεται σε ατμό με ψηλή θερμοκρασία και ψηλή πίεση και κατευθύνεται με μεγάλη ταχύτητα στα πτερύγια του στροβίλου προκαλώντας την περιστροφή του.
- γ. Ο στρόβιλος με τη σειρά του μεταφέρει την κίνηση στο ρότορα της γεννήτριας, τον οποίο περιστρέφει με 3000 στροφές το λεπτό. Η περιστροφή του ρότορα παράγει ηλεκτρισμό σε τάση 11000 V και συχνότητα 50 Hz.
- δ. Στη συνέχεια ο εκτονωμένος ατμός που βγαίνει από τον ατμοστρόβιλο ψύχεται και υγροποιείται στο ψυκτήρα αφού έλθει σε έμμεση επαφή με θαλάσσιο νερό και επιστρέφει στο λέβητα..

8. Να αναφέρετε:

α. δύο αρνητικές επιπτώσεις που έχει ο χαμηλός συντελεστής ισχύος στο σύστημα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

β. πότε χρησιμοποιείται η ομαδική αντιστάθμιση για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος σε επαγωγικούς καταναλωτές

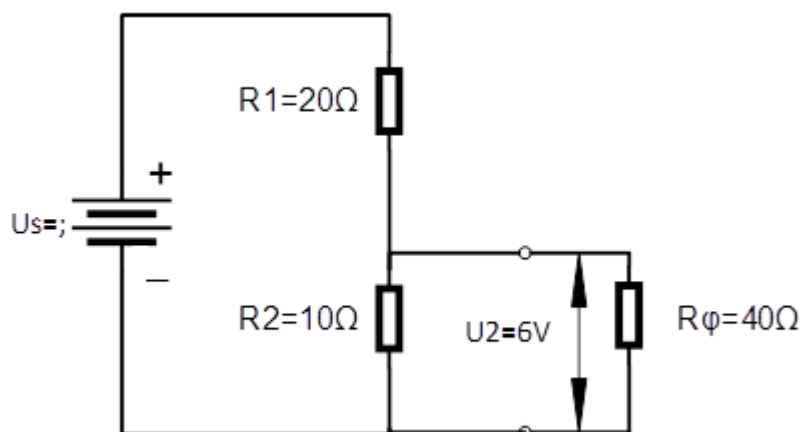
Απάντηση:

α. Οι αρνητικές επιπτώσεις που έχει ο χαμηλός συντελεστής ισχύος στο σύστημα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- Μεγαλύτερη ένταση του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο.
- Μεγαλύτερες απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα στους αγωγούς του δικτύου.
- Μεγαλύτερη διατομή των αγωγών του δικτύου.
- Μεγαλύτερο μέγεθος γεννητριών, μετασχηματιστών και γενικά του εξοπλισμού παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μεγαλύτερη πτώση τάσης στις γραμμές μεταφοράς.

β. Η ομαδική αντιστάθμιση χρησιμοποιείται σε ομάδες επαγωγικών καταναλωτών που έχουν την ίδια ισχύ και διάρκεια λειτουργίας.

9. Το κύκλωμα του σχήματος 4 παρουσιάζει διαιρέτη τάσης ο οποίος τροφοδοτεί φορτίο με αντίσταση $R_{\phi}=40\ \Omega$. Να υπολογίσετε την τάση τροφοδοσίας της πηγής (U_s).



Σχήμα 4

Απάντηση:

$$R_{2,\phi} = \frac{R_2 \cdot R_\phi}{R_2 + R_\phi} = \frac{10 \times 40}{10 + 40} = \frac{400}{50} = 8\Omega$$

$$U_2 = U_s \times \frac{R_i}{R_{o\lambda}} \Rightarrow 6 = U_s \times \frac{R_{2,\phi}}{R_1 + R_{2,\phi}} \Rightarrow 6 = U_s \cdot \frac{8}{28} \Rightarrow 6 \times 28 = U_s \cdot 8 \Rightarrow U_s = \underline{\underline{21 V}}$$

10. Ένας πυκνωτής χωρητικότητας C παρουσιάζει χωρητική αντίσταση $X_c = 100 \Omega$ όταν η συχνότητα της τάσης είναι $f = 50 \text{ Hz}$. Αν η χωρητικότητα του πυκνωτή τετραπλασιαστεί και η συχνότητα παραμείνει η ίδια, πόση θα είναι η χωρητική του αντίσταση;

Απάντηση

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{6,28 \cdot 50 \cdot 100} = 31,8 \mu F$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot 4 \cdot C} = \frac{10^6}{6,28 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 31,8} = 25 \Omega$$

11. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες με αντίσταση $R = 10 \Omega$ ο καθένας, συνδέονται σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

α. Να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος και να δείξετε την πολική και φασική τάση, καθώς επίσης το πολικό και φασικό ρεύμα.

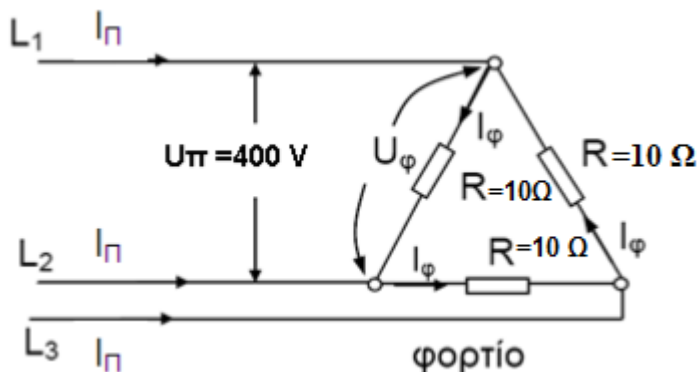
β. Να υπολογίσετε:

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

β2. την ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας (I_π)

Απάντηση:

α.



$$\beta_1. U_\varphi = U\pi = 400 \text{ V}$$

$$\beta_2. I_\varphi = \frac{U_\varphi}{R} = \frac{400}{10} = 40 \text{ A}$$

$$I_\pi = \sqrt{3} \cdot I_\varphi = \sqrt{3} \cdot 40 = 69,3 \text{ A}$$

12. Να αντιστοιχίσετε τα μεγέθη της στήλης Α με τους τύπους της στήλης Β
Σημειώνεται ότι ένα γράμμα από τη στήλη Β θα περισσέψει.

ΣΤΗΛΗ Α		ΣΤΗΛΗ Β	
1	Πραγματική ισχύς (P)	Α	$\frac{P}{S}$
2	Πολική τάση σε σύνδεση αστέρα (U_π)	Β	$\sqrt{S^2 - Q^2}$
3	Συντελεστής ισχύος (συν $_\varphi$)	Γ	$\sqrt{3} \cdot U_\varphi$
4	Συντελεστής ποιότητας (Q_π)	Δ	$\frac{U_L}{U}$
5		Ε	$\sqrt{S^2 - P^2}$

1 - Β

2 - Γ

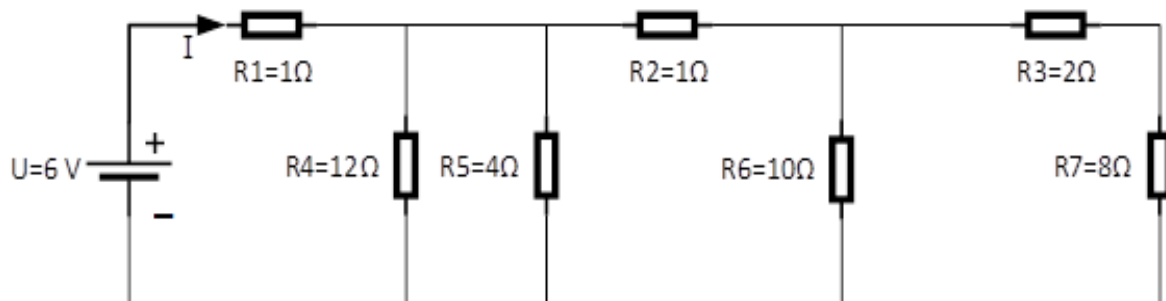
3 - Α

4 - Δ

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α'
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β'

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.
Να απαντήσετε και τις 4 ερωτήσεις
Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

- 13.** Με αναφορά το κύκλωμα του σχήματος 5,
να υπολογίσετε:
α. την ολική αντίσταση ($R_{ολ}$)
β. την ένταση του ρεύματος (I).



Σχήμα 5

Απάντηση:

α.

$$R_{7,3} = 8 + 2 = 10\Omega \quad R_{7,3,6} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5\Omega \quad R_{7,3,6} + R_2 = 5 + 1 = 6\Omega$$

$$\frac{1}{R_{7,3,6,2}} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{2+3+1}{12} = \frac{6}{12} \Rightarrow \frac{12}{6} = 2\Omega$$

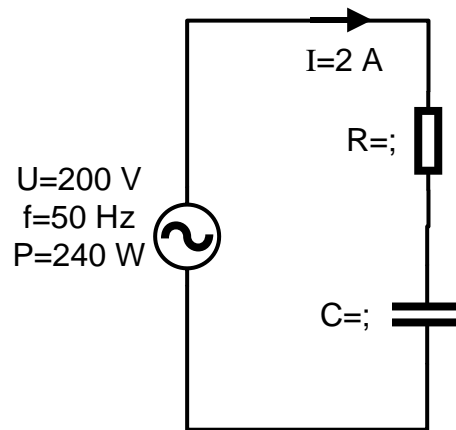
$$R_{ολ} = R_{7,3,6,2,4,5} + R_1 = 2 + 1 = 3\Omega$$

β.

$$I = \frac{U}{R_{ολ}} = \frac{6}{3} = 2\text{ A}$$

14. Με αναφορά το κύκλωμα του σχήματος 6,
να υπολογίσετε:

- α. την ωμική αντίσταση R
β. την χωρητικότητα του πυκνωτή C



Σχήμα 6

Απάντηση:

(α)

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{240}{200 \times 2} = 0,6$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow R = \cos \varphi \cdot Z = 0,6 \cdot 100 = \underline{\underline{60 \Omega}}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \Rightarrow X_c = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{100^2 - 60^2} = 80 \Omega$$

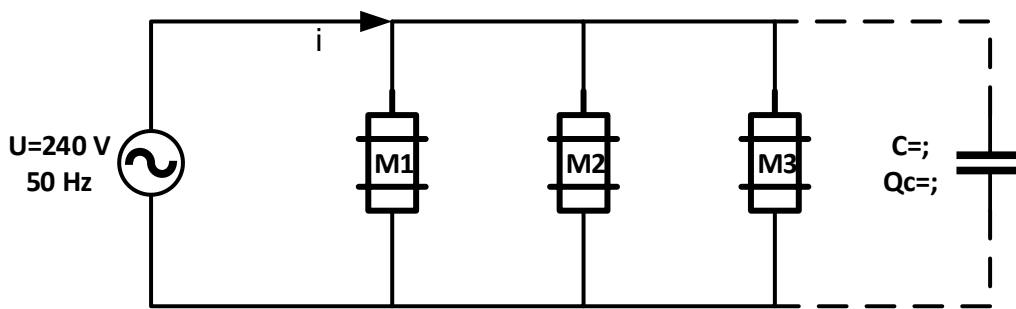
(β)

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 80} = \underline{\underline{39 \mu F}}$$

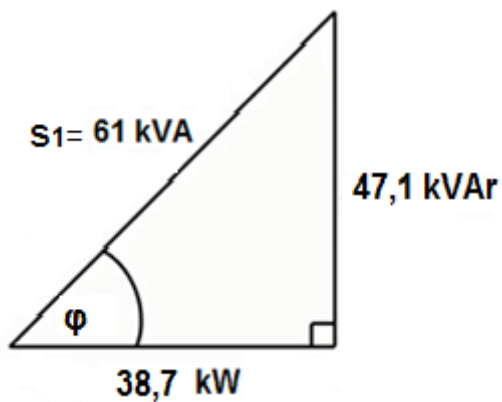
15. Στο κύκλωμα του σχήματος 7 φαίνεται ένα σύστημα με τρεις κινητήρες M1, M2, M3. Το τρίγωνο ισχύος για τους κινητήρες φαίνεται στο σχήμα 7α. Ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος είναι $\cos \varphi = 0,63$

Να υπολογίσετε:

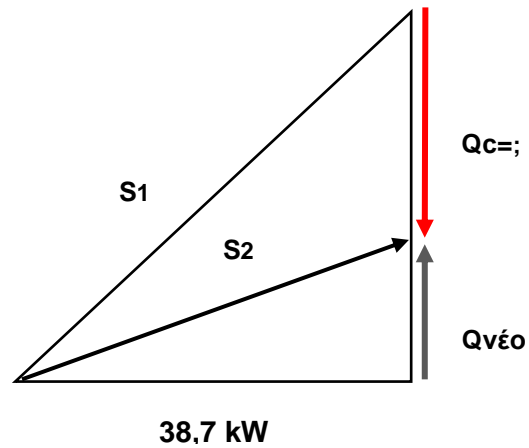
- α. την ένταση του ρεύματος (I_1) που απορροφούν οι κινητήρες πριν από την σύνδεση του πυκνωτή
- β. την Άεργο ισχύ (Q_c) που χρειάζεται να παραχθεί, έτσι ώστε μετά την σύνδεση του πυκνωτή να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος και να γίνει 0,95 όπως φαίνεται στο σχήμα 7β.
- γ. τη χωρητικότητα (C) του πυκνωτή που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος
- δ. την ένταση του ρεύματος (I_2) που απορροφούν οι κινητήρες μετά την αντιστάθμιση.



Σχήμα 7



Σχήμα 7α



Σχήμα 7β

Απάντηση:

$$a. S_1 = U \cdot I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{S_1}{U} = \frac{61000}{240} = 254\text{ A}$$

$$\beta. \cos \varphi = \frac{P}{S} \Rightarrow S_2 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{38700}{0,95} = 40,7 \text{ kVA}$$

$$Q_2 = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{40,7^2 - 38,7^2} = 12,6 \text{ kVAr}$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 47,1 - 12,7 = 34,5 \text{ kVAr}$$

$$\gamma. C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2} = \frac{34500}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 240^2} = 1,9 \text{ mF}$$

$$\delta. S_2 = U \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{S_2}{U} \Rightarrow \frac{40700}{240} = 169 \text{ A}$$

16. Τρεις όμοιες ωμικές αντιστάσεις $R = 20 \Omega$ είναι συνδεδεμένες σε σύνδεση αστέρα, σε τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$, τριών αγωγών (χωρίς ουδέτερο).

Να υπολογίσετε:

- α. την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης
- β. το ρεύμα που διαρρέει κάθε αντίσταση
- γ. την ισχύ που καταναλώνεται σε κάθε αντίσταση.
- δ. Αν διακοπεί η μια από τις τρεις 3 φάσεις, να υπολογίσετε:
 - δ1. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τις άλλες δύο αντιστάσεις
 - δ2. την ολική ισχύ του κυκλώματος.

Απάντηση:

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

$$\beta. I_\varphi = \frac{U_\varphi}{R} = \frac{231}{20} = 11,55 \text{ A}$$

$$\gamma. P = U_\varphi \cdot I_\varphi \cdot \cos \varphi = 2668 \text{ W}$$

$$\delta. I = \frac{U_\pi}{R + R} = \frac{400}{20 + 20} = 10 \text{ A}$$

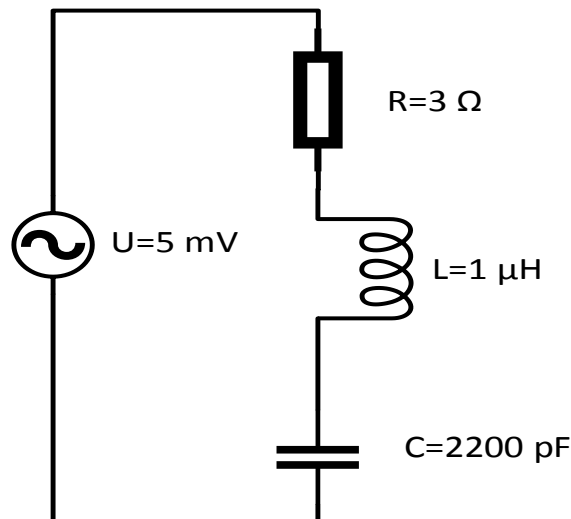
$$\delta 2. P_{ολ} = U_\pi \cdot I = 400 \cdot 10 = 4000 \text{ W}$$

ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Β'
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Γ'

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

17. Με αναφορά το κύκλωμα του σχήματος **8** να υπολογίσετε:

- α. τη συχνότητα συντονισμού f_0
- β. τον συντελεστή ποιότητας Q_{π}
- γ. τη ζώνη διέλευσης Δf
- δ. τις συχνότητες f_1 και f_2
- ε. την πραγματική ισχύ του κυκλώματος **P**.



Σχήμα 8

Απάντηση:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{1 \cdot 10^{-6} \cdot 2200 \cdot 10^{-12}}} = 3,395 \text{ MHz} = 3395 \text{ kHz}$$

$$Q = \frac{2\pi \cdot f_0 \cdot L}{R} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,395 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6}}{3} = 7,1$$

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q} = \frac{3395}{7,1} = 0,478 \text{ MHz} = 478 \text{ kHz}$$

$$f_1 = f_o - \frac{\Delta f}{2} = 3395 - \frac{478}{2} = 3,156 \text{ MHz} = 3156 \text{ kHz}$$

$$f_2 = f_o + \frac{\Delta f}{2} = 3395 + \frac{478}{2} = 3,634 \text{ MHz} = 3634 \text{ kHz}$$

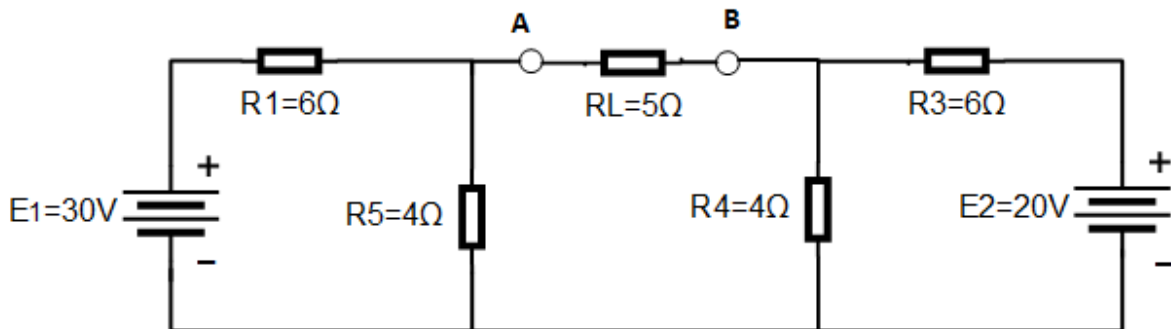
$$I = \frac{U}{R} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{3} = 1,66 \text{ mA}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \phi = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,66 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 8,3 \mu\text{W}$$

18. Με αναφορά το κύκλωμα του σχήματος 9.

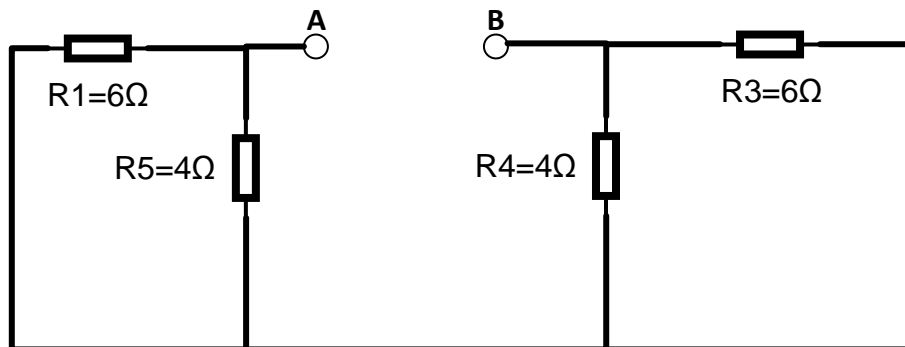
α. Να υπολογίσετε τις τιμές E_{TH} και R_{TH} και να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα «Θέβενιν» στα σημεία A και B

β. χρησιμοποιώντας το ισοδύναμο κύκλωμα «Θέβενιν», να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το φορτίο R_L



Σχήμα 9

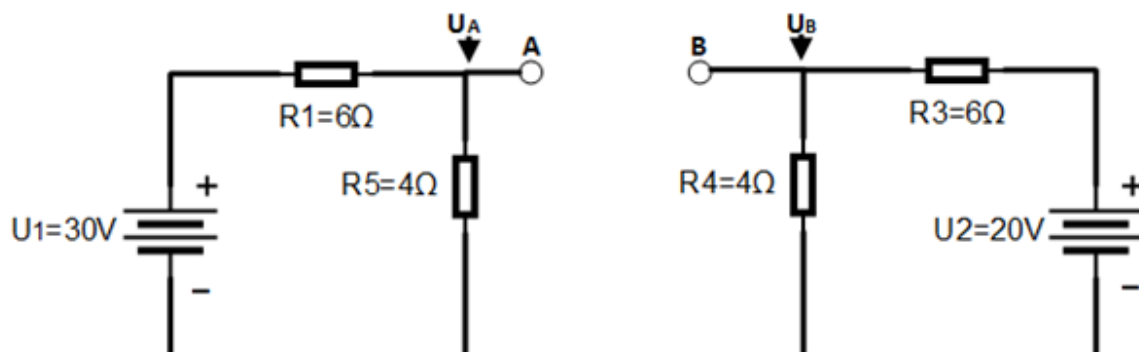
Απάντηση:



(α)

Υπολογισμός της R_{TH}

$$R_{TH} = \frac{R_1 \times R_5}{R_1 + R_5} + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} = \frac{6 \times 4}{6 + 4} + \frac{6 \times 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} + \frac{24}{10} = 4,8\Omega$$



Υπολογισμός της E_{TH}

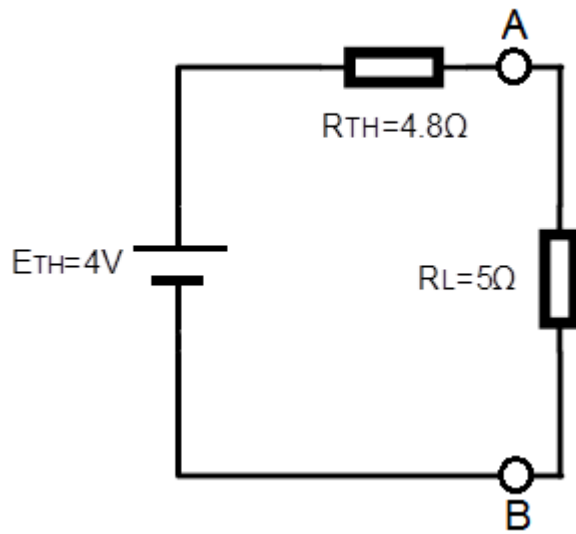
$$KVL_1 = 30 - I(6 + 4) \Rightarrow \frac{30}{10} = 3 A$$

$$KVL_2 = 20 - I(6 + 4) \Rightarrow \frac{20}{10} = 2 A$$

$$U_A = 4 \times 3 = 12V \quad U_B = 4 \times 2 = 8V$$

$$E_{TH} = U_A - U_B = 12 - 8 = \underline{\underline{4V}}$$

Ισοδύναμο κύκλωμα Θέβενιν



(β) Υπολογισμός ρεύματος

$$I = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{4}{4,8 + 5} = \frac{4}{9,8} = \underline{\underline{0,4 A}}$$