

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2012

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΙΙ) ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ : Εφαρμοσμένη Ηλεκτρολογία (153)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ, 08 ΙΟΥΝΙΟΥ 2012

ΩΡΑ : 07.30 – 10.00

ΛΥΣΕΙΣ

**ΜΕΡΟΣ Α - Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.
Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.**

1. Πυκνωτής χωρητικότητας C τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση. Αν η χωρητικότητα του πυκνωτή διπλασιαστεί, τότε η τιμή της χωρητικής του αντίστασης:
- α. δεν μεταβάλλεται.
 - β. υποδιπλασιάζεται.
 - γ. διπλασιάζεται.
 - δ. τετραπλασιάζεται.

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

2. Όταν σε ένα κύκλωμα RLC σε σειρά η τάση προπορεύεται της έντασης, τότε το κύκλωμα:
- α. συμπεριφέρεται επαγωγικά.
 - β. συμπεριφέρεται χωρητικά.
 - γ. συμπεριφέρεται ωμικά.
 - δ. βρίσκεται σε συντονισμό.

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

3. Για να πραγματοποιηθεί σωστά η σύνδεση τριφασικού μη συμμετρικού φορτίου σε αστέρα χρειάζονται:
- α. τρεις αγωγοί
 - β. δύο αγωγοί
 - γ. δύο αγωγοί και ουδέτερος.
 - δ. τρεις αγωγοί και ουδέτερος.

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

4. Να αναφέρετε δύο σημαντικές πληροφορίες που παίρνουμε από το διάγραμμα του ημερήσιου φορτίου ενός ηλεκτροπαραγωγού σταθμού.

Απάντηση:

Σημαντικές πληροφορίες που παίρνουμε από το διάγραμμα του ημερήσιου φορτίου ενός ηλεκτροπαραγωγού σταθμού είναι:

- Η συνολική ενέργεια που έδωσε ο σταθμός στους καταναλωτές σ' ένα εικοσιτετράωρο.
- Η μέγιστη ισχύς που ζητήθηκε από το σταθμό (αιχμή).
- Η ώρα που ζητήθηκε η μέγιστη ισχύς (ώρα αιχμής).

5. α) Να αναφέρετε τι είναι η ηλεκτροπληξία.
β) Να εξηγήσετε το ρόλο της γείωσης σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση.

Απάντηση:

α) Ηλεκτροπληξία είναι η επικίνδυνη προσβολή του ανθρώπινου οργανισμού από το ηλεκτρικό ρεύμα.

β) Ο ρόλος της γείωσης σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση είναι να οδηγεί το ρεύμα διαρροής στη γη και να αναγκάζει τις προστατευτικές διατάξεις (αυτόματος διακόπτης διαρροής, ασφάλειες ή mcb's) να λειτουργήσουν έτσι ώστε να διακόπτεται η παροχή ρεύματος.

6. Να σημειώσετε μέσα στο τετράγωνο δίπλα από κάθε πρόταση την ένδειξη «**Σωστό**» ή «**Λάθος**» ανάλογα με αυτό που ισχύει.

Σωστό α) Οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου είναι θερμικοί ατμοηλεκτρικοί και χρησιμοποιούν ως καύσιμο υλικό το μαζούτ ή το ντίζελ.

Λάθος β) Με την ανύψωση της τάσης στους υποσταθμούς μεταφοράς έχουμε αύξηση των απωλειών θερμότητας στους αγωγούς μεταφοράς.

Λάθος γ) Στις κατοικημένες περιοχές η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής τάσης γίνεται με τρεις (3) αγωγούς.

Σωστό δ) Ο αγωγός στην κορυφή των πυλώνων των γραμμών μεταφοράς χρησιμεύει για την προστασία των γραμμών από κεραυνούς.

7. Ηλεκτρικός στεγνωτήρας μαλλιών με ισχύ 1 kW, τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση ενεργού τιμής 230 V.

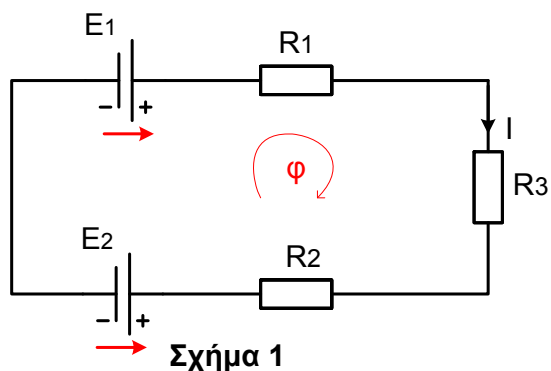
Να υπολογίσετε:

- α) την ένταση του ρεύματος που απορροφά ο στεγνωτήρας.
- β) την αντίσταση του στεγνωτήρα.

Απάντηση:

$$\alpha) I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{230} = 4,35 \text{ A} \quad \beta) R = \frac{U}{I} = \frac{230}{4,35} = \underline{\underline{52,9 \Omega}}$$

8. Στο κύκλωμα του σχήματος 1 δίνονται: οι τάσεις των πηγών $E_1 = 108 \text{ V}$, $E_2 = 60 \text{ V}$ και οι αντιστάσεις $R_1=1 \Omega$, $R_2=2 \Omega$ και $R_3=9 \Omega$. Χρησιμοποιώντας τον κανόνα του Κίρχωφ για τις τάσεις να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος I που διαρρέει το κύκλωμα.



Απάντηση:

$$E_1 - E_2 = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 \Rightarrow E_1 - E_2 = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$
$$\Rightarrow I = \frac{108 - 60}{1 + 2 + 9} = \underline{\underline{4 \text{ A}}}$$

9. Ένας πυκνωτής χωρητικότητας $C = 100 \mu\text{F}$ τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης (u) και διαρρέεται από ρεύμα του οποίου η στιγμιαία τιμή της έντασης δίνεται από την εξίσωση $i = 10 \cdot \eta\mu(314t)$ Ampere

Να υπολογίσετε :

- α) τη χωρητική αντίσταση του πυκνωτή (X_C).
- β) τη μέγιστη τιμή της τάσης της πηγής (U_m).

Απάντηση:

$$\alpha) X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{314 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} = \underline{31,84 \Omega}$$

$$\beta) U_m = I_m \cdot X_c = 10 \cdot 31,84 = \underline{318,4 V}$$

10. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες με αντίσταση $R = 10 \Omega$ ο κάθε ένας είναι συνδεδεμένοι σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο τριών αγωγών, πολικής τάσης 380 V.

Να υπολογίσετε:

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

β) τη συνολική πραγματική ισχύ (P) που καταναλώνεται στους τρεις αντιστάτες.

Απάντηση:

α) Υπολογίζουμε το φασικό ρεύμα:

$$I_\phi = \frac{U_\phi}{R} = \frac{U_\pi}{R} = \frac{380}{10} = \underline{38 A}$$

β) Υπολογίζουμε τη συνολική πραγματική ισχύ:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot I_\pi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot \sqrt{3} \cdot 38 \cdot 1 = \underline{43,32 kW}$$

11. Τριφασικός κινητήρας ισχύος $P=16 kW$ με συντελεστή ισχύος $\sigma\upsilon\nu\phi=0,85$ τροφοδοτείται από τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης 380 V , 50 Hz.

Να υπολογίσετε:

α) την ένταση του ρεύματος (I) που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο.

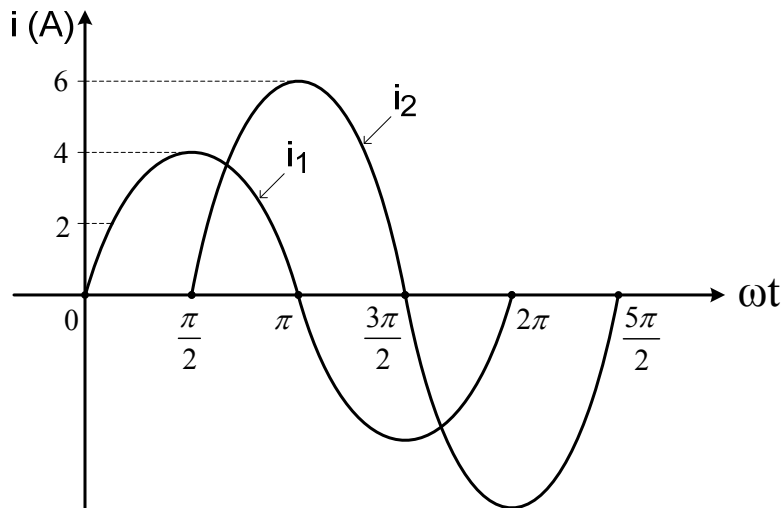
β) τη φαινόμενη ισχύ του κινητήρα (S).

Απάντηση:

$$\alpha) I_\pi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot \sigma\upsilon\nu\phi} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = \underline{28,6 A}$$

$$\beta) S = \sqrt{3} \cdot U_\pi \cdot I_\pi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 28,6 = \underline{18824 VA}$$

12. Στο σχήμα 2 δίνονται οι ημιτονικές κυματομορφές για τα εναλλασσόμενα ρεύματα i_1 και i_2 . Να γράψετε τη μαθηματική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής του κάθε ρεύματος.



Σχήμα 2

Απάντηση:

$$i_1 = 4 \cdot \eta\mu(\omega t)$$

$$i_2 = 6 \cdot \eta\mu(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

13. Όταν ένα πραγματικό πηνίο συνδέεται σε συνεχή τάση 30 V, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 6 A. Όταν το ίδιο πηνίο συνδεθεί σε εναλλασσόμενη τάση 26 V, συχνότητας 25 Hz, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 2 A.

Να υπολογίσετε :

- α) την ωμική αντίσταση (R) του πηνίου.
- β) τη σύνθετη αντίσταση (Z) του πηνίου.
- γ) το συντελεστή αυτεπαγωγής (L) του πηνίου.
- δ) τη διαφορά φάσης (φ) μεταξύ τάσης και έντασης όταν το πηνίο συνδέεται στην εναλλασσόμενη τάση.

Απάντηση:

α) Στο συνεχές ρεύμα το πηνίο παρουσιάζει μόνο ωμική αντίσταση:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{30}{6} = \underline{5\Omega}$$

β) Στο εναλλασσόμενο ρεύμα το πηνίο παρουσιάζει σύνθετη αντίσταση:

$$Z = \frac{U_{\varepsilon\nu}}{I_{\varepsilon\nu}} = \frac{26}{2} = \underline{13\Omega}$$

$$\gamma) Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \Rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{13^2 - 5^2} = 12\Omega$$

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \Rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} = \frac{12}{2 \cdot 3,14 \cdot 25} = \underline{76,4mH}$$

$$\delta) \cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{5}{13} \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}\left(\frac{5}{13}\right) = \underline{67,38^\circ}$$

14. Στο σχήμα 3 ένας πυκνωτής χωρητικότητας C συνδέεται παράλληλα με ωμική αντίσταση $R = 80 \Omega$ και το κύκλωμα τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση ενεργού τιμής $240 V$, $50 Hz$. Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που παρέχει η πηγή είναι $I = 5 A$.

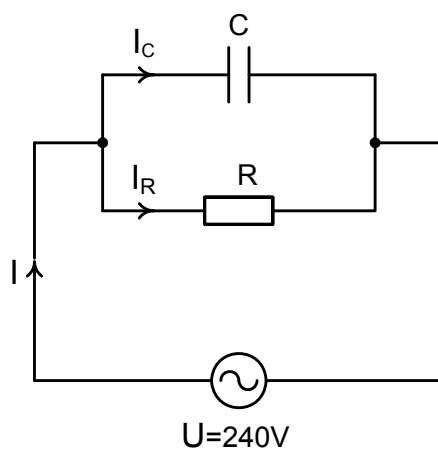
Να υπολογίσετε:

α) την ένταση του ρεύματος (I_R) που διαρρέει την ωμική αντίσταση.

β) την ένταση του ρεύματος (I_C) που διαρρέει τον πυκνωτή.

γ) τη χωρητική αντίσταση του πυκνωτή (X_C).

δ) τη χωρητικότητα του πυκνωτή (C).



Σχήμα 3

Απάντηση:

α) Το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση:

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{240}{80} = \underline{3\text{ A}}$$

β) Το ρεύμα στον πυκνωτή:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \Rightarrow I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} = \underline{4\text{ A}}$$

γ) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή:

$$X_C = \frac{U}{I_C} = \frac{240}{4} = \underline{60\ \Omega}$$

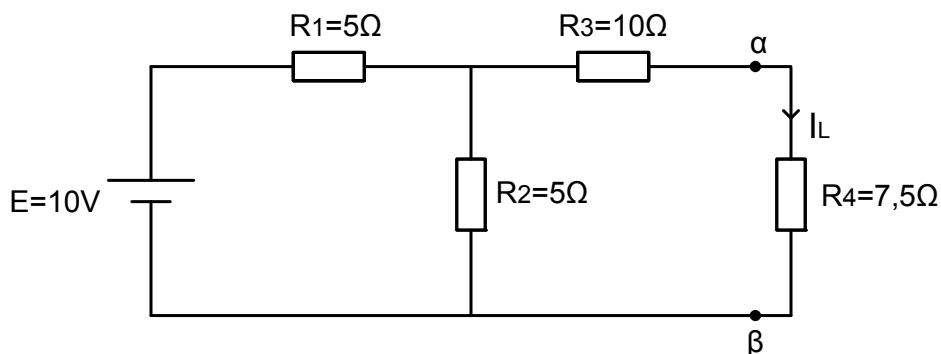
δ) Η χωρητικότητα του πυκνωτή:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 60} = \underline{53\ \mu F}$$

15. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 4.

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

β) Χρησιμοποιώντας το ισοδύναμο κύκλωμα Θέβενιν να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος (I_L) που διαρρέει την αντίσταση R_4 .

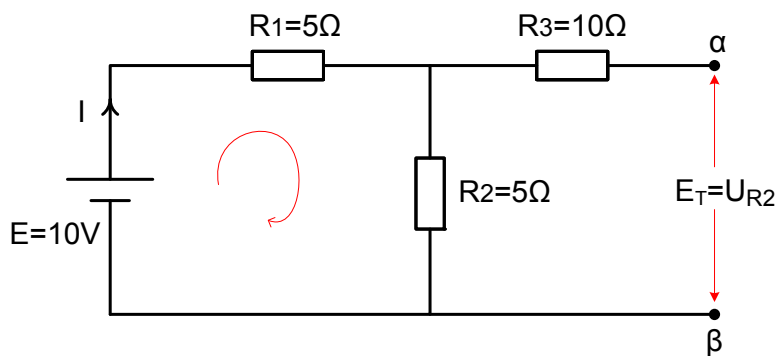


Σχήμα 4

Απάντηση:

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

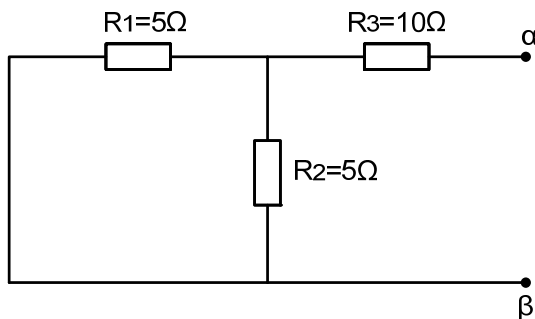
Για να υπολογίσουμε την τάση E_T υπολογίζουμε την τάση στα σημεία α και β αφού πρώτα αποσυνδέσουμε την αντίσταση R_4 .



$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10}{5 + 5} = 1 \text{ A}$$

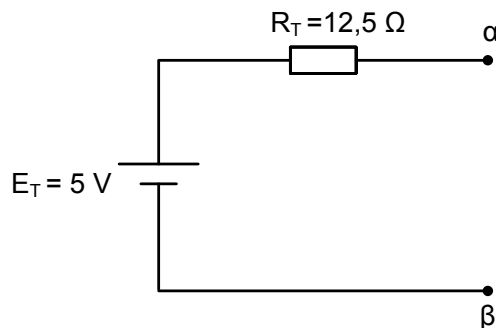
$$E_T = I \cdot R_2 = 1 \cdot 5 = \underline{5 \text{ V}}$$

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

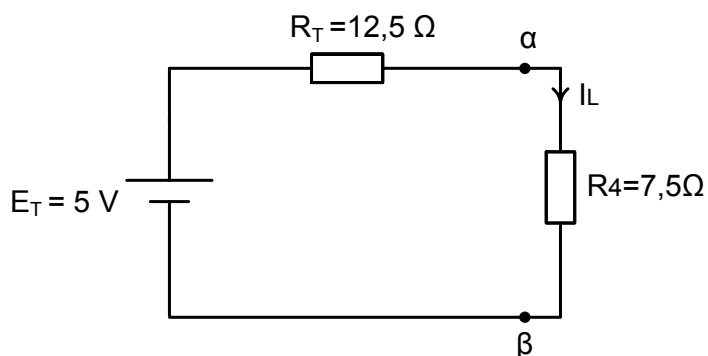


$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} + 10 = \underline{12,5 \Omega}$$

Σχεδιάζουμε το ισοδύναμο κύκλωμα Θέβενιν (Thevenin):



Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_4 :



$$I_L = \frac{E_T}{R_T + R_4} = \frac{5}{12,5 + 7,5} = \underline{0,25\text{ A}}$$

- 16.** Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας σε σύνδεση τριγώνου τροφοδοτείται από τριφασικό δίκτυο παροχής πολικής τάσης 380 V, 50 Hz. Η φαινόμενη ισχύς που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο είναι 10 kVA. Ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα είναι 0,75.

Να υπολογίσετε:

- την πραγματική ισχύ (P) που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο.
- την άεργο ισχύ (Q) που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο.
- τη συνολική άεργο ισχύ των πυκνωτών (Q_C) οι οποίοι χρειάζεται να συνδεθούν στο κύκλωμα ώστε να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα από 0,75 σε 0,95.
- τη χωρητικότητα (C) του κάθε πυκνωτή όταν αυτοί συνδέονται σε τρίγωνο.

Απάντηση:

- α) Η πραγματική ισχύς του κινητήρα:

$$P = S \cdot \sigma\upsilon\nu\phi_1 = 10000 \cdot 0,75 = \underline{7500\text{ W}}$$

- β) Η άεργος ισχύς του κινητήρα πριν τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος:

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} = \sqrt{10000^2 - 7500^2} = \underline{6614,4\text{ VA}r}$$

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

1^{ος} τρόπος

Η φαινόμενη ισχύς του κινητήρα μετά τη βελτίωση:

$$S_2 = \frac{P}{\cos\varphi_2} = \frac{7500}{0,95} = 7895 \text{ VA}$$

Η άεργος ισχύς του κινητήρα μετά τη βελτίωση:

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{7895^2 - 7500^2} = 2466 \text{ VAR}$$

Η άεργος ισχύς των πυκνωτών:

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = 6614,4 - 2466 = \underline{4148,4 \text{ VAR}}$$

2^{ος} τρόπος

$$Q_C = k \cdot P \quad \text{όπου} \quad k = \varepsilon\varphi\varphi_1 - \varepsilon\varphi\varphi_2$$
$$\varphi_1 = \cos^{-1} 0,75 = 41,4^\circ$$
$$\varphi_2 = \cos^{-1} 0,95 = 18,19^\circ$$

$$\Rightarrow Q_C = (\varepsilon\varphi 41,4^\circ - \varepsilon\varphi 18,19^\circ) \cdot 7500 = (0,8816 - 0,3285) \cdot 7500 = \underline{4148,2 \text{ VAR}}$$

δ) Η χωρητικότητα των πυκνωτών σε σύνδεση τριγώνου:

$$C = \frac{Q_C/3}{\omega \cdot U_\pi^2} = \frac{Q_C}{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot U_\pi^2} = \frac{4148,4}{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 380^2} = \underline{30,48 \text{ } \mu\text{F}}$$

ΜΕΡΟΣ Γ - Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17. Ένα κύκλωμα RLC σειράς αποτελείται από ωμική αντίσταση $R = 40 \text{ } \Omega$, ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 10 \text{ } \mu\text{H}$ και πυκνωτή άγνωστης χωρητικότητας C . Όταν στα άκρα του κυκλώματος εφαρμοστεί εναλλασσόμενη τάση με ενεργό τιμή $U = 200 \text{ V}$, το κύκλωμα παρουσιάζει συντονισμό σε συχνότητα 1 MHz .

Να υπολογίσετε:

- την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα (I).
- τη χωρητικότητά του πυκνωτή (C).

- γ) το συντελεστή ποιότητας του πηνίου (Q_{π}).
 δ) τη ζώνη διέλευσης (Δf).

Απάντηση:

α) Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα στο συντονισμό:

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{U}{Z} \\ \text{στο συντονισμό: } Z = R \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{200}{40} = \underline{5 \text{ A}}$$

β) Η χωρητικότητα του πυκνωτή:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow f_o^2 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot f_o^2}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot (10^6)^2} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 10^7} = \underline{2,53 \text{ nF}}$$

γ) Ο συντελεστής ποιότητας του πηνίου:

$$Q_{\pi} = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{40} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{2,53 \cdot 10^{-9}}} = \frac{1}{40} \cdot \sqrt{\frac{10^4}{2,53}} = \frac{10^2}{40} \cdot \sqrt{\frac{1}{2,53}} = \underline{1,57}$$

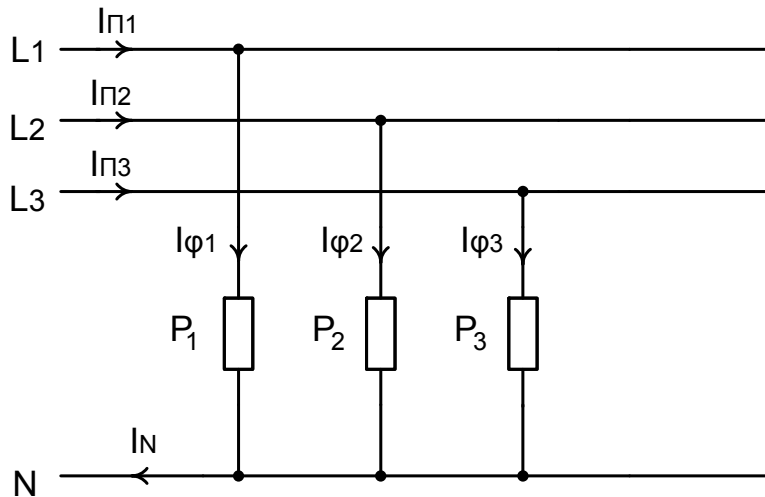
δ) Η ζώνη διέλευσης:

$$\Delta f = \frac{f_o}{Q_{\pi}} = \frac{10^6}{1,57} = \underline{636943 \text{ Hz}}$$

18. Τρεις ωμικοί καταναλωτές ισχύος $P_1=14,4 \text{ kW}$, $P_2=7,2 \text{ kW}$ και $P_3=9,6 \text{ kW}$ τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο τεσσάρων αγωγών (τρεις φάσεις και ουδέτερος αγωγός) πολικής τάσης 415 V , 50 Hz , όπως φαίνεται στο σχήμα 5.

Να υπολογίσετε:

- α) την τάση στα άκρα του κάθε καταναλωτή.
 β) την ένταση του ρεύματος που απορροφά ο κάθε καταναλωτής.
 γ) τα πολικά ρεύματα ($I_{\pi 1}$, $I_{\pi 2}$, $I_{\pi 3}$) στις γραμμές τροφοδοσίας.
 δ) την ένταση του ρεύματος (I_N) που διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό, χρησιμοποιώντας τη διανυσματική μέθοδο με κλίμακα $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ A}$.



Σχήμα 5

Απάντηση:

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

$$U_{\varphi} = \frac{U_{\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{415}{\sqrt{3}} = 240 \text{ V}$$

β) Κάθε καταναλωτής διαρρέεται από το αντίστοιχο φασικό ρεύμα:

$$I_{\varphi 1} = \frac{P_1}{U_{\varphi}} = \frac{14400}{240} = \underline{60 \text{ A}}$$

$$I_{\varphi 2} = \frac{P_2}{U_{\varphi}} = \frac{7200}{240} = \underline{30 \text{ A}}$$

$$I_{\varphi 3} = \frac{P_3}{U_{\varphi}} = \frac{9600}{2400} = \underline{40 \text{ A}}$$

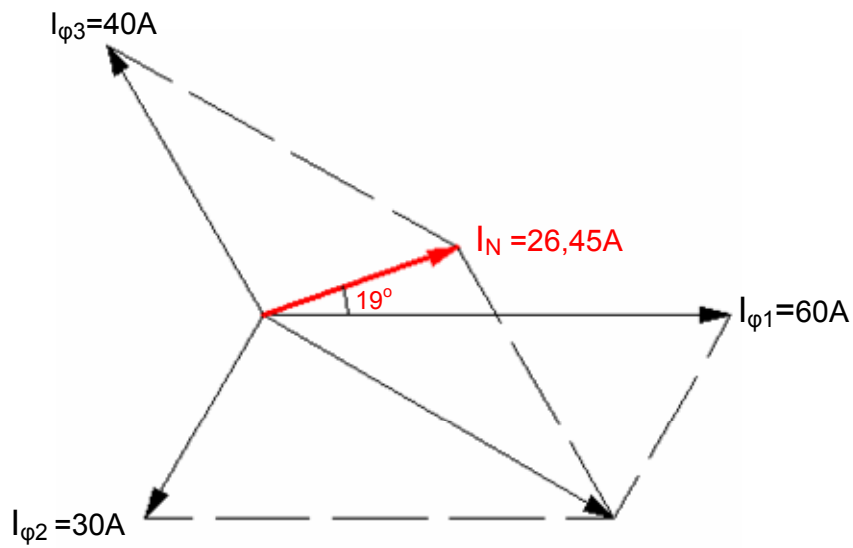
γ) $I_{\pi 1} = I_{\varphi 1} = \underline{60 \text{ A}}$

$I_{\pi 2} = I_{\varphi 2} = \underline{30 \text{ A}}$

$I_{\pi 3} = I_{\varphi 3} = \underline{40 \text{ A}}$

δ) Για να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό (I_N) προσθέτουμε διανυσματικά τα τρία ρεύματα I_{φ_1} , I_{φ_2} και I_{φ_3} :

1^{ος} τρόπος



2^{ος} τρόπος

