

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2015

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΙΙ) ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ : Εφαρμοσμένη Ηλεκτρολογία (307)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΤΡΙΤΗ, 09 ΙΟΥΝΙΟΥ 2015

ΩΡΑ : 08.00 – 10.30

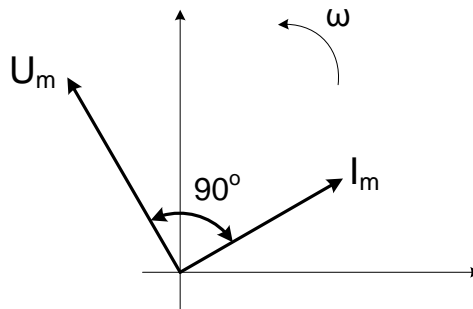
ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α - Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.

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

1. Στο σχήμα 1 δίνεται το διανυσματικό διάγραμμα των μέγιστων τιμών της τάσης και της έντασης του ρεύματος ενός κυκλώματος. Το κύκλωμα περιλαμβάνει:



Σχήμα 1

- α. μόνο ωμικό αντιστάτη
 β. μόνο ιδανικό πηνίο
γ. μόνο ιδανικό πυκνωτή
δ. έναν ιδανικό πηνίο και έναν ωμικό αντιστάτη σε σύνδεση σειράς.
2. Αν η χωρητική αντίσταση (X_C) ενός πυκνωτή σε συχνότητα $f = 50 \text{ Hz}$ ισούται με 60Ω τότε σε συχνότητα $f = 100 \text{ Hz}$ θα ισούται με:
- α. 60Ω
β. 120Ω
 γ. 30Ω
δ. 180Ω
3. Γιά τη μεταφορά του τριφασικού ρεύματος απο τους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς της ΑΗΚ στους υποσταθμούς διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται :
- α. δύο (2) αγωγοί
 β. τρεις (3) αγωγοί
γ. τέσσερις (4) αγωγοί
δ. πέντε (5) αγωγοί.

4. Ο χρόνος που χρειάζεται το εναλλασσόμενο ρεύμα για να συμπληρώσει έναν πλήρη κύκλο, ονομάζεται:
- α. συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος
 - β. κυκλική συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος
 - γ. στιγμιαία τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος
 - δ.** περίοδος του εναλλασσόμενου ρεύματος.
5. Να σημειώσετε μέσα στο τετράγωνο δίπλα από κάθε πρόταση την ένδειξη «Σωστό» ή «Λάθος» ανάλογα με αυτό που ισχύει.

Λάθος

α) Έναν πραγματικό πηνίο παρουσιάζει την ίδια αντίσταση όταν διαρρέεται τόσο από εναλλασσόμενο όσο και από συνεχές ρεύμα.

Σωστό

β) Δύο εναλλασσόμενα ρεύματα που έχουν την ίδια συχνότητα και την ίδια αρχική φάση ονομάζονται συμφασικά.

Σωστό

γ) Έναν κύκλωμα RLC σειράς παρουσιάζει επαγωγική συμπεριφορά όταν η τάση προηγείται του ρεύματος κατά γωνία φ .

Σωστό

δ) Σ' ένα συμμετρικό τριφασικό σύστημα τεσσάρων αγωγών η ένταση του ρεύματος στον ουδέτερο αγωγό ισούται με μηδέν.

6. Μια ηλεκτρική κουζίνα συνδέεται σε πηγή εναλλασσόμενης τάσης $U = 220 \text{ V}$. Αν η αντίσταση του θερμικού της στοιχείου είναι $R = 44 \Omega$, να υπολογίσετε:
- α) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το θερμικό στοιχείο (I)
 - β) την ισχύ του θερμικού στοιχείου (P).

Απάντηση:

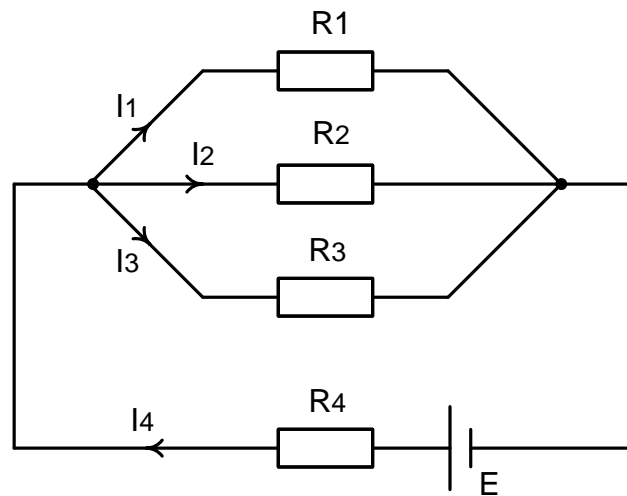
α) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το θερμικό στοιχείο:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{44} = \underline{5 \text{ A}}$$

β) Η ισχύς του θερμικού στοιχείου:

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 5 = \underline{1100 \text{ W}}$$

7. Για το κύκλωμα του σχήματος 2 δίνονται τα ρεύματα: $I_1 = 2,8 \text{ A}$, $I_3 = 0,2 \text{ A}$ και $I_4 = 5 \text{ A}$. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος I_2 .



Σχήμα 2

Απάντηση:

Γράφουμε την εξίσωση που προκύπτει από το νόμο του Κίρχωφ για τα ρεύματα:

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow I_2 = I_4 - I_1 - I_3 = 5 - 2,8 - 0,2 = \underline{2 \text{ A}}$$

8. Ιδανικό πηνίο επαγωγικότητας $L = 0,1 \text{ H}$ τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $240\text{V} / 100\text{Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) την κυκλική συχνότητα (ω)
β) την επαγωγική αντίσταση του πηνίου (X_L).

Απάντηση:

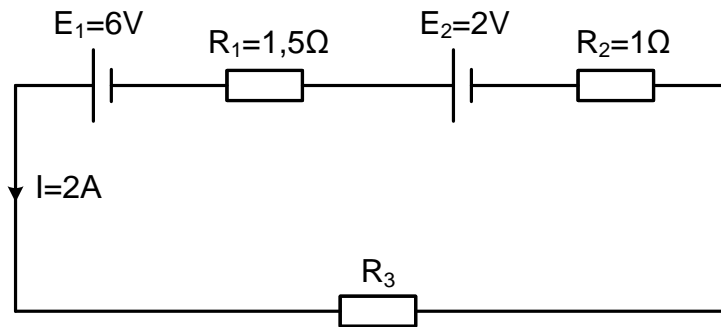
α) Η κυκλική συχνότητα:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 100 = \underline{628 \text{ rad/s}}$$

β) Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου:

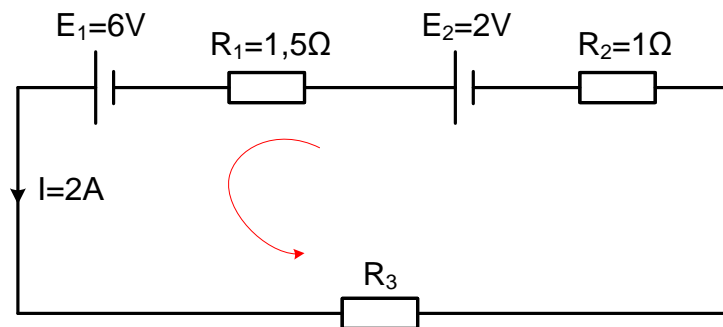
$$X_L = \omega \cdot L = 628 \cdot 0,1 = \underline{62,8 \Omega}$$

9. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 3.
Χρησιμοποιώντας τον νόμο του Κίρχωφ για τις τάσεις να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης R_3 .



Σχήμα 3

Απάντηση:



Γράφουμε την εξίσωση που προκύπτει από το νόμο του Κίρχωφ για τις τάσεις:

$$E_1 + E_2 = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$$

$$\Rightarrow 6 + 2 = 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot R_3$$

$$\Rightarrow 8 = 5 + 2 \cdot R_3 \Rightarrow \underline{R_3 = 1,5 \Omega}$$

10. α) Να γράψετε δύο πλεονεκτήματα που έχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας.
β) Να αναφέρετε δύο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Κύπρο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Απάντηση:

- α) Πλεονεκτήματα που έχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, δηλαδή δεν μολύνουν το περιβάλλον.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Είναι δωρεάν πρώτη ύλη.
- Βρίσκονται σε πολλές περιοχές.

β) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Κύπρο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:

- Ήλιος
- Άνεμος
- Βιομάζα.

11. α) Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο γίνεται η βελτίωση του συντελεστή ισχύος σ' έναν επαγωγικό καταναλωτή.

β) Να αναφέρετε δύο ηλεκτρικές συσκευές που παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος.

Απάντηση:

α) Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος σ' έναν επαγωγικό καταναλωτή γίνεται με την σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης χωρητικότητας παράλληλα με τον καταναλωτή.

β) Συσκευές που παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος:

- Επαγωγικοί κινητήρες
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις
- Μετασχηματιστές
- Λαμπήρες φθορισμού
- Κλιματιστικά
- Φωτεινές επιγραφές.

12. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες με αντίσταση $R = 30 \Omega$ ο καθένας συνδέονται σε αστέρα και τροφοδοτούνται από δίκτυο πολικής τάσης $415V / 50Hz$.

Να υπολογίσετε:

α) τη φασική τάση του δικτύου (U_ϕ)

β) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη (I_ϕ).

Απάντηση:

α) Η φασική τάση του δικτύου στην σύνδεση αστέρα:

$$U_\phi = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}} = \frac{415}{\sqrt{3}} \approx \underline{\underline{240 V}}$$

β) Το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη (φασικό ρεύμα) ισούται:

$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{R} = \frac{240}{30} = \underline{8 \text{ A}}$$

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

13. Η γραφική παράσταση του σχήματος 4 παριστάνει την ημιτονική μεταβολή της έντασης του ρεύματος σ' έναν ηλεκτρικό κύκλωμα.

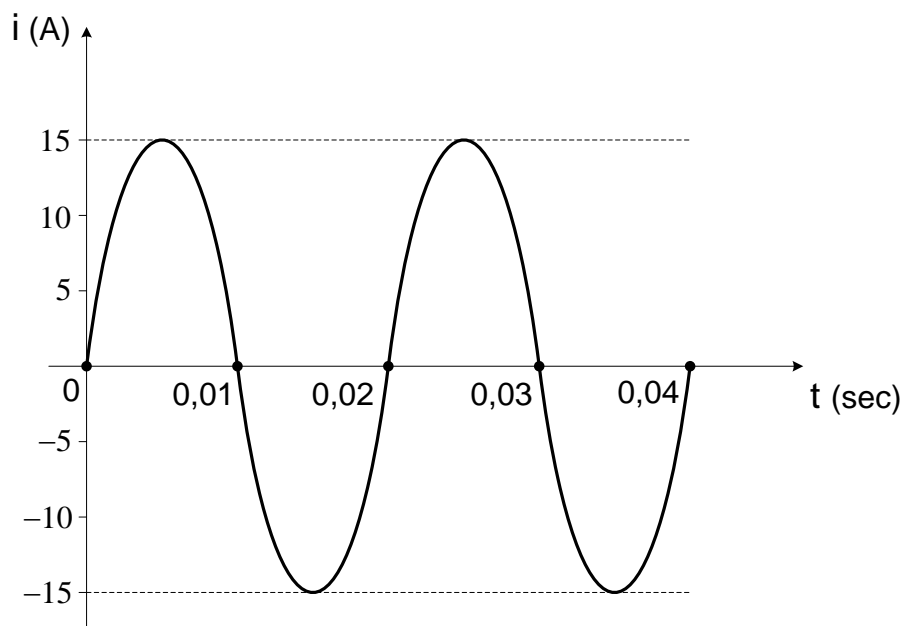
Να υπολογίσετε:

α) την περίοδο (T)

β) τη συχνότητα (f)

γ) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος ($I_{\text{εV}}$)

δ) τον χρόνο (t_1) που απαιτείται για να συμπληρώσει το ρεύμα 4 κύκλους.



Σχήμα 4

Απάντηση:

α) Η περίοδος:

$$\underline{T = 0,02 \text{ s}}$$

β) Η συχνότητα:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} = \underline{50 \text{ Hz}}$$

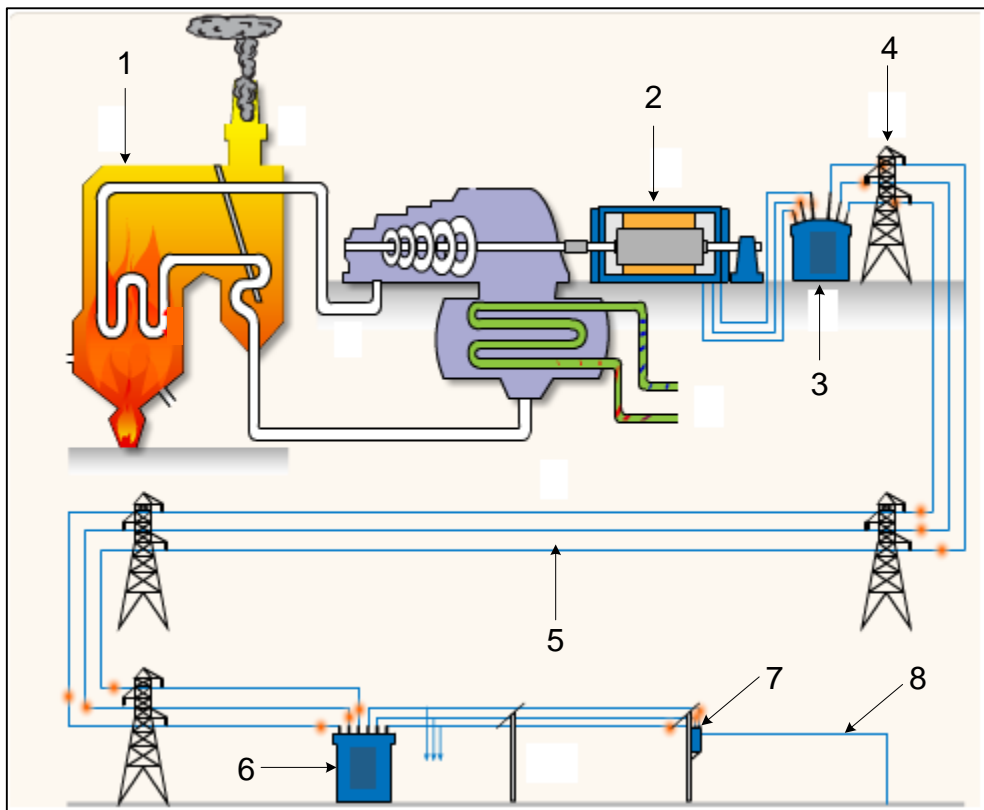
γ) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος:

$$I_{ev} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{15}{\sqrt{2}} = \underline{10,6 \text{ A}}$$

δ) Ο χρόνος που απαιτείται για να συμπληρώσει το ρεύμα 4 κύκλους ισούται με τέσσερις φορές την περίοδο:

$$t_1 = 4 \cdot T = 4 \cdot 0,02 = \underline{0,08 \text{ s}}$$

14. Στο σχήμα 5 δίνεται το διάγραμμα του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο.



Σχήμα 5

α) Να γράψετε μέσα σε κάθε τετράγωνο τον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε στοιχείο του συστήματος σύμφωνα με το πτό πάνω διάγραμμα.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Γραμμές διανομής | <input type="checkbox"/> Υποσταθμός διανομής 11kV / 415-240V |
| <input type="checkbox"/> Γεννήτρια | <input type="checkbox"/> Υποσταθμός μεταφοράς 132 kV / 11 kV |
| <input type="checkbox"/> Λέβητας | <input type="checkbox"/> Μετασχηματιστής ανύψωσης 11 kV / 132 kV |
| <input type="checkbox"/> Πυλώνας | <input type="checkbox"/> Γραμμές μεταφοράς |

β) Να εξηγήσετε γιατί γίνεται ανύψωση της τάσης κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από το σταθμό παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς.

Απάντηση:

α)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 8 Γραμμές διανομής | <input type="checkbox"/> 7 Υποσταθμός διανομής 11kV / 415-240V |
| <input type="checkbox"/> 2 Γεννήτρια | <input type="checkbox"/> 6 Υποσταθμός μεταφοράς 132 kV / 11 kV |
| <input type="checkbox"/> 1 Λέβητας | <input type="checkbox"/> 3 Μετασχηματιστής ανύψωσης 11 kV / 132 kV |
| <input type="checkbox"/> 4 Πυλώνας | <input type="checkbox"/> 5 Γραμμές μεταφοράς |

β) Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από το σταθμό παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς γίνεται με υψηλή τάση. Με την ανύψωση της τάσης μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα:

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

15. Επαγωγικός κινητήρας ισχύος $P = 1,5 \text{ kW}$ και με συντελεστή ισχύος $\cos\varphi = 0,75$, τροφοδοτείται από δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης με ενεργό τιμή $220\text{V} / 50\text{Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) τη φαινόμενη ισχύ του κινητήρα (S)
- β) την άεργο ισχύ του κινητήρα (Q)
- γ) την ένταση του ρεύματος (I) που απορροφά ο κινητήρας
- δ) τη διαφορά φάσης (φ) μεταξύ της τάσης και του ρεύματος.

Απάντηση:

α) Η φαινόμενη ισχύς:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{1500}{0,75} = \underline{2000 \text{ VA}}$$

β) Η άεργος ισχύς:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \Rightarrow Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{2000^2 - 1500^2} \approx \underline{1323 \text{ VAR}}$$

γ) Η ένταση του ρεύματος που απορροφά ο κινητήρας:

$$S = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{U} = \frac{2000}{220} = \underline{9,09 \text{ A}}$$

δ) Η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και του ρεύματος:

$$\cos\varphi = 0,75 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0,75) = \underline{41,4^\circ}$$

16. Στα άκρα ενός ιδανικού πυκνωτή χωρητικότητας $C = 20 \mu\text{F}$ εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση με στιγμιαία τιμή $u = 120 \sin(500t) \text{ V}$.

(α) Να υπολογίσετε:

- (1) τη χωρητική αντίσταση (X_C)
- (2) την ενεργό τιμή της τάσης στα άκρα του πυκνωτή (U_{eff})
- (3) τη μέγιστη τιμή του ρεύματος (I_m)

(β) Να γράψετε τη μαθηματική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της έντασης του ρεύματος (i) που διαρρέει τον πυκνωτή.

Απάντηση:

(α)

(1) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{500 \cdot 20 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{10000} = \underline{100 \Omega}$$

(2) Η ενεργός τιμή της τάσης:

$$U_{ev} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{120}{\sqrt{2}} = \underline{84,85 \text{ V}}$$

(3) Η μέγιστη τιμή του ρεύματος:

$$I_m = \frac{U_m}{X_c} = \frac{120}{100} = \underline{1,2 \text{ A}}$$

(β) Η στιγμιαία τιμή του ρεύματος:

Στο κύκλωμα του πυκνωτή το ρεύμα προηγείται της τάσης κατά 90° , επομένως:

$$i = I_m \cdot \eta\mu(\omega t + 90^\circ) = \underline{1,2 \cdot \eta\mu(500t + 90^\circ)}$$

ΜΕΡΟΣ Γ - Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες, με αντίσταση $R = 38 \Omega$ ο καθένας, συνδέονται σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από δίκτυο πολικής τάσης $380\text{V} / 50\text{Hz}$.

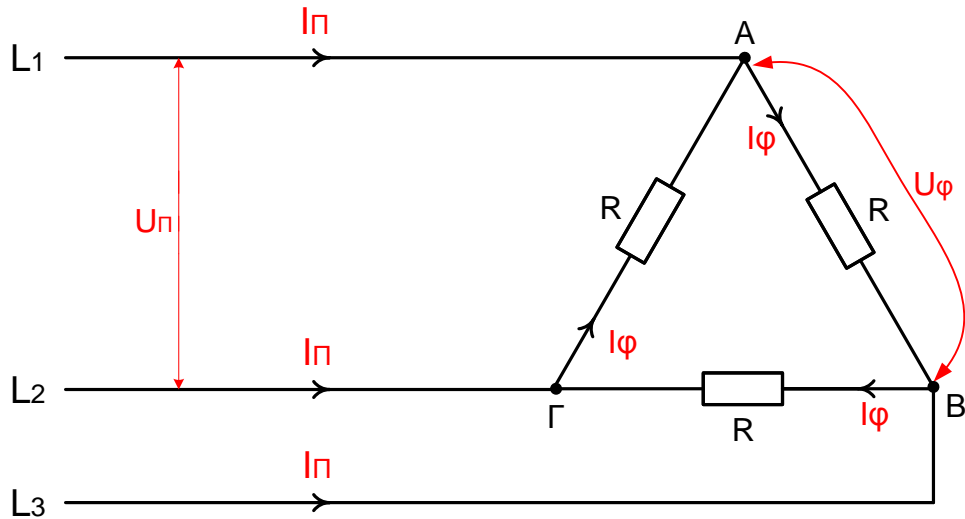
(α) Να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία και να δείξετε την πολική και φασική τάση, το πολικό και φασικό ρεύμα.

(β) Να υπολογίσετε:

- (1) την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη (U_ϕ)
- (2) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη (I_ϕ)
- (3) την ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας (I_π)
- (4) τη συνολική πραγματική ισχύ (P) που απορροφούν οι αντιστάτες από το δίκτυο.

Απάντηση:

(α) Συνδεσμολογία των τριών αντιστατών σε τρίγωνο:



(β)

(1) Στη σύνδεση τριγώνου η τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη (φασική τάση) ισούται με την πολική τάση:

$$U_{\varphi} = U_{\pi} = \underline{380 \text{ V}}$$

(2) Το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε αντιστάτη (φασικό ρεύμα) ισούται:

$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{R} = \frac{380}{38} = \underline{10 \text{ A}}$$

(3) Η ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας ισούται με το πολικό ρεύμα:

$$I_{\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{\varphi} = \sqrt{3} \cdot 10 = \underline{17,32 \text{ A}}$$

(4) Η συνολική πραγματική ισχύς:

$$\text{Επειδή ο καταναλωτής είναι ωμικός} \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi = 1$$

$$\Rightarrow P = \sqrt{3} \cdot U_{\pi} \cdot I_{\pi} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 17,32 \cdot 1 \approx \underline{11400 \text{ W}} = \underline{11,4 \text{ kW}}$$

18. Έναν κύκλωμα RLC σειράς αποτελείται από ωμική αντίσταση $R = 40 \Omega$, ιδανικό πηνίο επαγωγικότητας $L = 63,7 \text{ mH}$ και πυκνωτή χωρητικότητας $C = 159 \mu\text{F}$. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης με ενεργό τιμή $220\text{V} / 100\text{Hz}$.

(α) Να υπολογίσετε:

- (1) τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος (Z)
- (2) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος ($I_{\text{εν}}$)
- (3) τις πτώσεις τάσης στα άκρα του πηνίου (U_L) και του πυκνωτή (U_C)
- (4) τον συντελεστή ισχύος του κυκλώματος (συνφ).

(β) Να αναφέρετε πως συμπεριφέρεται το κύκλωμα (ωμικά, επαγωγικά ή χωρητικά).

Απάντηση:

(α)

(1) Η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 100 = 628 \text{ rad / s}$$

$$X_L = \omega \cdot L = 628 \cdot 63,7 \cdot 10^{-3} = 40 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{628 \cdot 159 \cdot 10^{-6}} = 10 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (40 - 10)^2} = \underline{50 \Omega}$$

(2) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος:

$$I_{\text{εν}} = \frac{U}{Z} = \frac{220}{50} = \underline{4,4 \text{ A}}$$

(3) Η πτώση τάσης στα άκρα του πηνίου και στα άκρα του πυκνωτή:

$$U_L = I_{\text{εν}} \cdot X_L = 4,4 \cdot 40 = \underline{176 \text{ V}} \quad U_C = I_{\text{εν}} \cdot X_C = 4,4 \cdot 10 = \underline{44 \text{ V}}$$

(4) Ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος:

$$\text{συνφ} = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = \underline{0,8}$$

(β) Το κύκλωμα συμπεριφέρεται επαγωγικά επειδή $U_L > U_C$.

-----ΤΕΛΟΣ -----