

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΙΙ) ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ : Εφαρμοσμένη Ηλεκτρολογία (307)

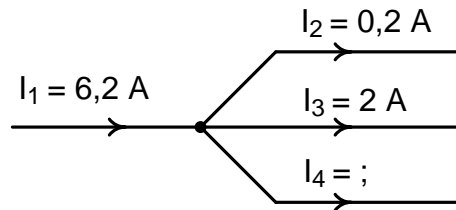
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΤΡΙΤΗ, 07 ΙΟΥΝΙΟΥ 2016

ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α - Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.

- 1) Σύμφωνα με τον πρώτον κανόνα του Κίρχωφ (για τα ρεύματα), το ρεύμα I_4 στο σχήμα 1 ισούται με:



Σχήμα 1

α. 5 A

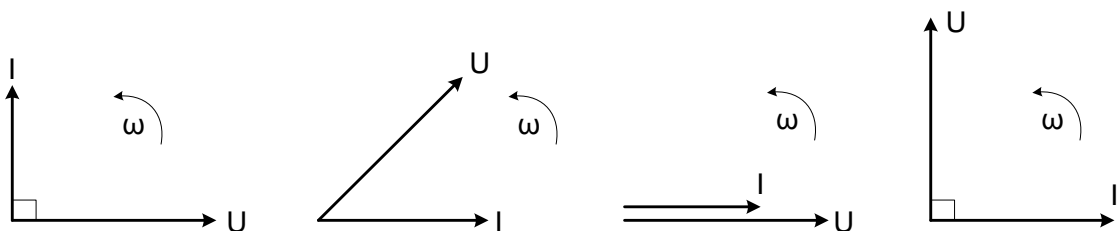
β. 4 A

γ. 3 A

δ. 2,2 A

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

- 2) Στο σχήμα 2 δίνονται τα διανυσματικά διαγράμματα της τάσης και του ρεύματος για τέσσερα (4) διαφορετικά κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος. Να γράψετε κάτω από το κάθε διανυσματικό διάγραμμα σε ποιο κύκλωμα αντιστοιχεί (ωμικού αντιστάτη, ιδανικού πυκνωτή, ιδανικού πηνίου ή πραγματικού πηνίου).



α) Ιδανικός πυκνωτής

β) Πραγματικό πηνίο

γ) Ωμικός αντιστάτης

δ) Ιδανικό πηνίο

Σχήμα 2

- 3) Η συσκευή με τον ψηλότερο συντελεστή ισχύος είναι:

α. η λάμπα φθορισμού

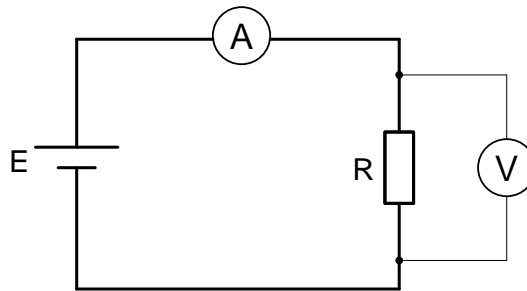
β. ο ηλεκτρικός κινητήρας

γ. ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας

δ. η ηλεκτροσυγκόλληση.

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

- 4) Αν η ένδειξη του αμπερόμετρου στο κύκλωμα του σχήματος 3 είναι 4 A και του βολτόμετρου 28 V τότε, η αντίσταση R ισούται με:



Σχήμα 3

- α. 7 Ω
β. 8 Ω
γ. 12 Ω
δ. 24 Ω

Να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

- 5) Ιδανικός πυκνωτής χωρητικότητας $C = 200 \mu\text{F}$ τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $230\text{V} / 50\text{Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) τη χωρητική αντίσταση του πυκνωτή (X_C)
β) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή ($I_{εV}$).

Απάντηση:

α) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 200 \cdot 10^{-6}} = \underline{15,9 \Omega}$$

β) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή:

$$I_{εV} = \frac{U_{εV}}{X_c} = \frac{230}{15,9} = \underline{14,46 \text{ A}}$$

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

Σωστό

α) Η ισχύς η οποία καταναλώνεται στο ωμικό μέρος της σύνθετης αντίστασης ενός καταναλωτή, ονομάζεται πραγματική ισχύς.

Σωστό

β) Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου είναι ανάλογη της συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Λάθος

γ) Όταν σ' ένα κύκλωμα RLC σε σειρά η τάση προπορεύεται της έντασης, τότε το κύκλωμα συμπεριφέρεται χωρητικά.

Λάθος

δ) Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε αστικές περιοχές γίνεται με τρεις (3) αγωγούς.

7) Μια ηλεκτρική θερμάστρα ισχύος $P = 800 \text{ W}$ συνδέεται σε πηγή εναλλασσόμενης τάσης $230\text{V} / 50\text{Hz}$.

Να υπολογίσετε:

α) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το θερμικό στοιχείο (I)

β) την ωμική αντίσταση του θερμικού στοιχείου (R).

Απάντηση:

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

$$I = \frac{P}{U} = \frac{800}{230} = \underline{3,48 \text{ A}}$$

β) Η ωμική αντίσταση του θερμικού στοιχείου:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230}{3,48} = \underline{66 \Omega}$$

8) Να γράψετε δύο δυσμενείς επιπτώσεις που έχει ο χαμηλός συντελεστής ισχύος στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Απάντηση:

Οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχει ο χαμηλός συντελεστής ισχύος στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι:

- μεγαλύτερη ένταση του ρεύματος στους αγωγούς του δικτύου
- 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.

- 9) Επαγωγικός κινητήρας με συντελεστή ισχύος $\cos\varphi = 0,85$ και φαινόμενη ισχύ $S = 1,9 \text{ kVA}$, τροφοδοτείται από δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης.

Να υπολογίσετε:

- α) την πραγματική ισχύ του κινητήρα (P)
β) την άεργο ισχύ του κινητήρα (Q).

Απάντηση:

- α) Η πραγματική ισχύς του κινητήρα:

$$P = S \cdot \cos\varphi = 1900 \cdot 0,85 = \underline{1615 \text{ W}}$$

- β) Η άεργος ισχύς του κινητήρα:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{1900^2 - 1615^2} = \underline{1000,8 \text{ Var}}$$

- 10) Να γράψετε δύο πλεονεκτήματα και δύο μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση υπόγειων καλωδίων στη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Απάντηση:

Πλεονεκτήματα:

- Προσφέρουν στην καλαισθησία του χώρου σε κατοικημένες περιοχές.
- Έχουν καλύτερη μηχανική αντοχή.
- Δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον και τις καιρικές συνθήκες.
- Ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας είναι πολύ μικρός αφού τα καλώδια είναι απρόσιτα.

Μειονεκτήματα:

- Είναι πιο ακριβά από τα εναέρια.
- Είναι δύσκολος ο εντοπισμός βλάβης.
- Είναι πιο δαπανηρή η εγκατάσταση και επέκτασή τους.

- 11) Τρεις όμοιοι ωμικοί καταναλωτές, με αντίσταση $R = 40 \Omega$ ο καθένας, συνδέονται σε τρίγωνο και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης $400\text{V} / 50\text{Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) τη φασική τάση του δικτύου (U_ϕ)
β) το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε καταναλωτή (I_ϕ).

Απάντηση:

- α) Η φασική τάση του δικτύου:

Στη σύνδεση τριγώνου η φασική τάση ισούται με την πολική τάση, επομένως:

$$U_\phi = U_\pi = 400 \text{ V}$$

β) Το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε καταναλωτή:

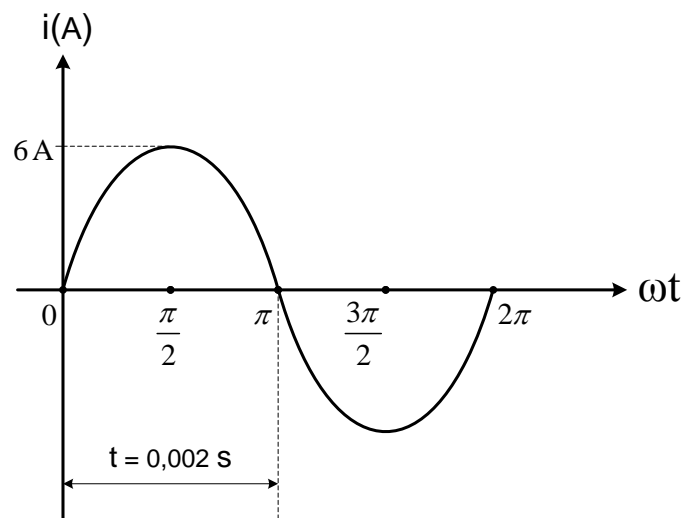
$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{R} = \frac{U_{\Pi}}{R} = \frac{400}{40} = \underline{10 \text{ A}}$$

12) Στο σχήμα 4 δίνεται η ημιτονική κυματομορφή ενός εναλλασσόμενου ρεύματος.

Να υπολογίσετε:

α) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος ($I_{\varepsilon\nu}$)

β) την περίοδο του ρεύματος (T).



Σχήμα 4

Απάντηση:

α) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος:

$$I_{\varepsilon\nu} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{6}{\sqrt{2}} = \underline{4,24 \text{ A}}$$

β) Η περίοδος του ρεύματος:

$$T = 2 \cdot 0,002 = \underline{0,004 \text{ s}}$$

ΜΕΡΟΣ Β - Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.

13) Στα άκρα ενός ωμικού αντιστάτη, με αντίσταση $R = 10 \Omega$, εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση της οποίας η στιγμιαία τιμή δίνεται από την εξίσωση $u = 20 \eta\mu(628t) \text{ V}$.

α) Να υπολογίσετε:

- (1) τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης (f)
- (2) τη μέγιστη τιμή του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη (I_m)
- (3) την ενεργό τιμή του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη ($I_{εν}$).

β) Να γράψετε την εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της έντασης του ρεύματος (i).

Απάντηση:

α)

(1) Η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης:

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{628}{2 \cdot 3,14} = \underline{100 \text{ Hz}}$$

(2) Η μέγιστη τιμή του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη:

$$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{20}{10} = \underline{2 \text{ A}}$$

(3) Η ενεργός τιμή του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη:

$$I_{εν} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \underline{1,41 \text{ A}}$$

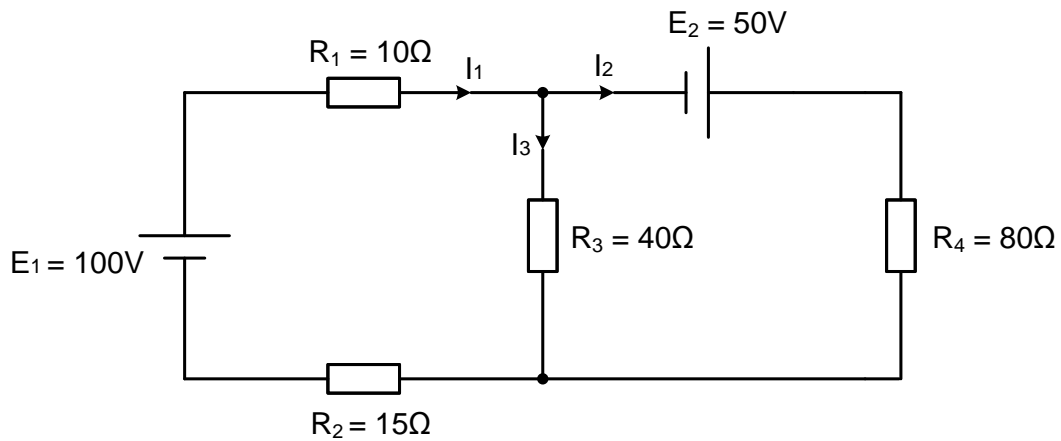
β) Η εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της έντασης του ρεύματος:

$$i = I_m \eta\mu \omega t \Rightarrow \underline{i = 2 \eta\mu(628t) \text{ A}}$$

14) α) Να δείξετε τη φορά των ΗΕΔ των πηγών και να ορίσετε τη φορά των βρόχων του κυκλώματος που φαίνεται στο σχήμα 5.

β) Να γράψετε τις τρεις εξισώσεις που προκύπτουν από τους κανόνες του Κίρχωφ, για τον υπολογισμό των ρευμάτων του κυκλώματος.

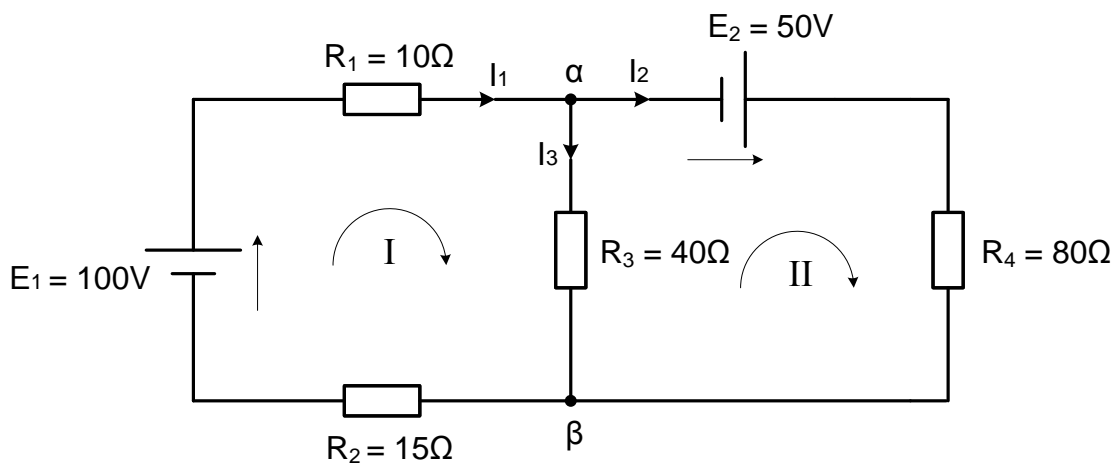
γ) Να αντικαταστήσετε στις εξισώσεις τα αριθμητικά δεδομένα.



Σχήμα 5

Απάντηση:

α) Συμβολίζουμε τη φορά των ΗΕΔ των πηγών και τη φορά των βρόχων I και II όπως φαίνεται στο σχήμα:



β) Γράφουμε την εξίσωση που προκύπτει από τον δεύτερο κανόνα του Κίρχωφ (για τις τάσεις) στο βρόχο I:

$$E_1 = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 + I_1 \cdot R_2 \quad (1)$$

Γράφουμε την εξίσωση που προκύπτει από τον δεύτερο κανόνα του Κίρχωφ (για τις τάσεις) στο βρόχο II:

$$E_2 = I_2 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3 \quad (2)$$

Γράφουμε την εξίσωση που προκύπτει από τον πρώτο κανόνα του Κίρχωφ (για τα ρεύματα) στον κόμβο α:

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

γ) Αντικαθιστούμε στις εξισώσεις (1) και (2) τα αριθμητικά δεδομένα:

$$100 = 10 \cdot I_1 + 40 \cdot I_3 + 15 \cdot I_1 \Rightarrow 100 = 25 \cdot I_1 + 40 \cdot I_3 \Rightarrow \underline{20 = 5 \cdot I_1 + 8 \cdot I_3} \quad (1)$$

$$50 = 80 \cdot I_2 - 40 \cdot I_3 \Rightarrow \underline{5 = 8 \cdot I_2 - 4 \cdot I_3} \quad (2)$$

15) Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 6.

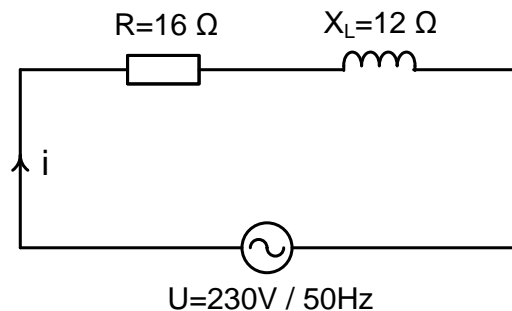
Να υπολογίσετε:

α) τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος (Z)

β) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ($I_{εν}$)

γ) τον συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου (L)

δ) τον συντελεστή ισχύος (συνφ).



Σχήμα 6

Απάντηση:

α) Η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = \sqrt{400} = \underline{20 \Omega}$$

β) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος:

$$I_{εν} = \frac{U_{εν}}{Z} = \frac{230}{20} = \underline{11,5 \text{ A}}$$

γ) Ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου:

$$X_L = \omega \cdot L \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{12}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = \underline{0,038 \text{ H}} = \underline{38 \text{ mH}}$$

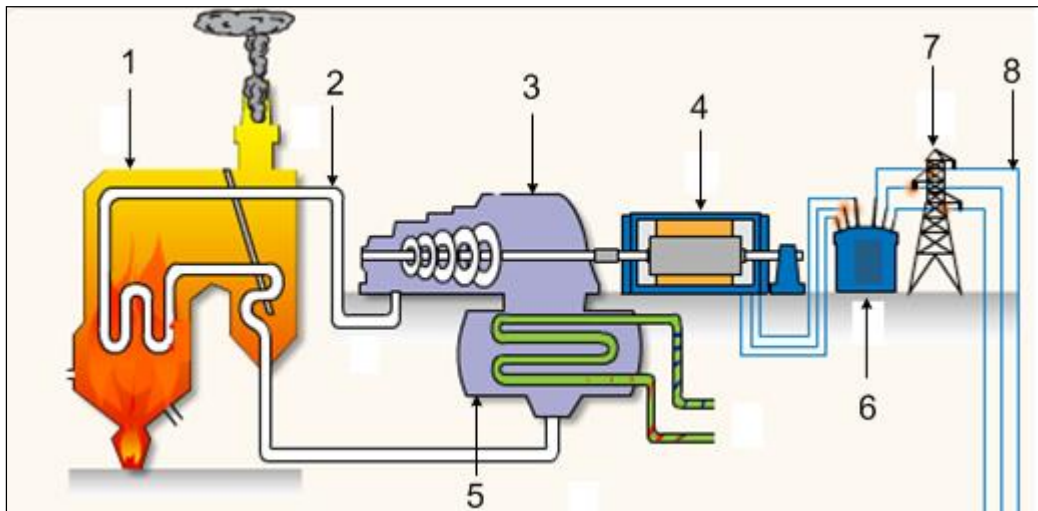
δ) Ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος:

$$\sigma_{\nu\varphi} = \frac{R}{Z} = \frac{16}{20} = \underline{0,8}$$

16) Δίνεται το διάγραμμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός ατμοκίνητου ηλεκτροπαραγωγού σταθμού, στον οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό το μαζούτ, καθώς και μέρος του δικτύου μεταφοράς (σχήμα 7).

α) Να συμπληρώσετε τον πίνακα 1 με την ονομασία των μερών του διαγράμματος που είναι αριθμημένα.

β) Με βάση το διάγραμμα να περιγράψετε τα βασικά στάδια λειτουργίας του ατμοκίνητου ηλεκτροπαραγωγού σταθμού.



Σχήμα 7

Απάντηση:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1	
1	Λέβητας
2	Σωλήνας μεταφοράς του ατμού
3	Ατμοστρόβιλος
4	Γεννήτρια
5	Συμπυκνωτής (ψυκτήρας) ατμού
6	Μετασχηματιστής ανύψωσης της τάσης
7	Πυλώνας
8	Γραμμές μεταφοράς

β)

- Το μαζούτ καίγεται στον λέβητα και από τη θερμότητα που παράγεται ζεσταίνεται το νερό το οποίο κυκλοφορεί μέσα στις σωληνώσεις.
- Το νερό μετατρέπεται σε ατμό υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας.
- Ο ατμός περνά από τις διασωληνώσεις του λέβητα και κατευθύνεται με μεγάλη ταχύτητα στα πτερύγια του ατμοστρόβιλου προκαλώντας την περιστροφή του.

- Ο ατμοστρόβιλος μεταδίδει την κίνηση στην γεννήτρια με την οποία είναι συζευγμένος στον ίδιο άξονα. Η περιστροφική κίνηση της γεννήτριας παράγει ηλεκτρική τάση.
- Με τη βοήθεια μετασχηματιστών η τάση ανυψώνεται και μεταφέρεται σε μακρινές αποστάσεις.
- Ο ατμός που φεύγει από τον ατμοστρόβιλο καταλήγει στον συμπυκνωτή όπου ψύχεται και μετατρέπεται σε νερό. Το νερό με σωληνώσεις επιστρέφει στο λέβητα για να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος.

ΜΕΡΟΣ Γ - Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17) Ένα κύκλωμα RLC σειράς αποτελείται από ωμική αντίσταση $R = 60 \Omega$, ιδανικό πηνίο επαγωγικότητας $L = 100 \text{ mH}$ και πυκνωτή χωρητικότητας $C = 28,6 \mu\text{F}$. Το κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης της οποίας η στιγμιαία τιμή δίνεται από την εξίσωση $u = 50\sqrt{2} \eta\mu(314t) \text{ V}$.

α) Να υπολογίσετε:

- (1) την επαγωγική αντίσταση του πηνίου (X_L)
- (2) τη χωρητική αντίσταση του πυκνωτή (X_C)
- (3) τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος (Z)
- (4) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος ($I_{\text{εν}}$)
- (5) τον συντελεστή ισχύος του κυκλώματος (συνφ).

β) Να αναφέρετε πώς συμπεριφέρεται το κύκλωμα (ωμικά, επαγωγικά ή χωρητικά) και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση:

α)

(1) Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου:

$$X_L = \omega \cdot L = 314 \cdot 0,1 = \underline{31,4 \Omega}$$

(2) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{314 \cdot 28,6 \cdot 10^{-6}} = \underline{111,4 \Omega}$$

(3) Η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{60^2 + (31,4 - 111,4)^2} = \underline{100 \Omega}$$

(4) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος:

$$U_{\varepsilon V} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50 \text{ V} \Rightarrow I_{\varepsilon V} = \frac{U_{\varepsilon V}}{Z} = \frac{50}{100} = \underline{0,5 \text{ A}}$$

(5) Ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος:

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

β) Το κύκλωμα συμπεριφέρεται χωρητικά επειδή $X_C > X_L$.

18) Τρεις (3) όμοιοι ωμικοί καταναλωτές, με αντίσταση $R = 10 \Omega$ ο καθένας, συνδέονται σε αστέρα και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο τεσσάρων αγωγών πολικής τάσης $400\text{V} / 50\text{Hz}$.

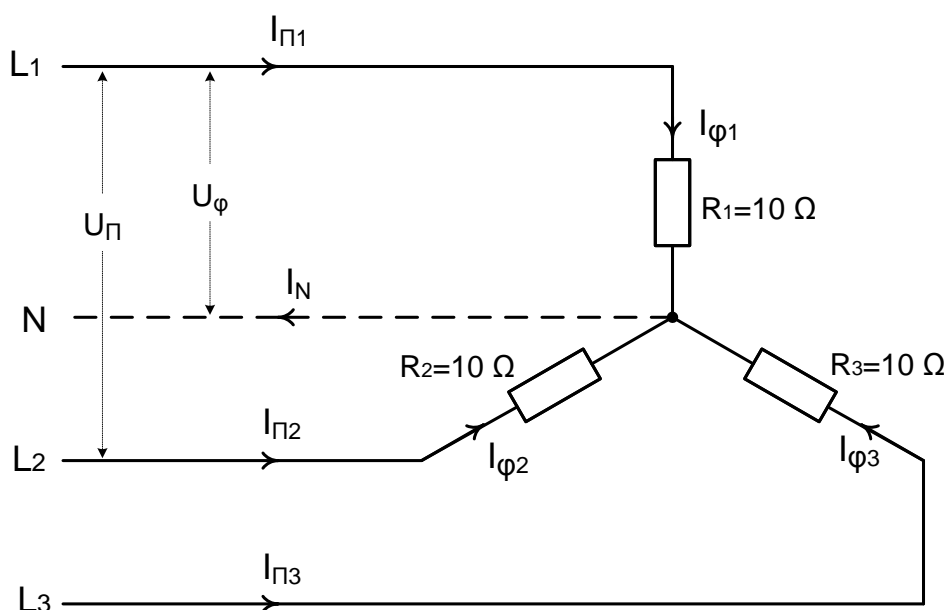
α) Να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία και να δείξετε την πολική και φασική τάση, το πολικό και φασικό ρεύμα.

β) Να υπολογίσετε:

- (1) την τάση στα άκρα του κάθε καταναλωτή (U_φ)
- (2) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κάθε καταναλωτή (I_φ)
- (3) την ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας (I_Π)
- (4) τη συνολική πραγματική ισχύ (P) που απορροφούν οι καταναλωτές από το δίκτυο
- (5) το ρεύμα στον ουδέτερο αγωγό (I_N).

Απάντηση:

α) Η συνδεσμολογία του κυκλώματος:



β)

(1) Η τάση στα άκρα του κάθε καταναλωτή:

$$U_{\varphi} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = \underline{230 \text{ V}}$$

(2) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κάθε καταναλωτή:

$$I_{\varphi} = \frac{U_{\varphi}}{R} = \frac{230}{10} = \underline{23 \text{ A}}$$

(3) Η ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας:

Στην σύνδεση αστέρα $I_{\Pi} = I_{\varphi} = \underline{23 \text{ A}}$

(4) Η συνολική πραγματική ισχύς που απορροφούν οι καταναλωτές από το δίκτυο:

$$P_{\text{ολ}} = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 23 \cdot 1 = \underline{15.935 \text{ W}}$$

(5) Επειδή το φορτίο μας είναι ισοζυγισμένο ο ουδέτερος αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα $\Rightarrow \underline{I_N = 0}$