

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

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019

Μάθημα: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ ΙΙΙ (509)

Ημερομηνία: Τρίτη, 28 Μαΐου 2019

ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από 12 ερωτήσεις.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 4 μονάδες.

Για κάθε μια από τις ερωτήσεις 1 – 3 να βάλετε σε κύκλο τη σωστή απάντηση.

1. Ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $u = U_m \eta\mu(\omega t + 50^\circ)$ V και διαρρέεται από ένταση ρεύματος $i = I_m \eta\mu(\omega t + 15^\circ)$ A. Η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και έντασης του ρεύματος είναι:
 - α) 15°
 - β) 35°
 - γ) 50°
 - δ) 65°

2. Μονοφασικός επαγωγικός κινητήρας με συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0,75$ τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση $U = 230$ V / 50 Hz και απορροφά ρεύμα έντασης $I = 10$ A. Η πραγματική ισχύς (P) του κινητήρα είναι:
 - α) $P = 2300$ W
 - β) $P = 4600$ W
 - γ) $P = 0$ W
 - δ) $P = 1725$ W

3. Πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση. Αν ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου διπλασιαστεί, τότε η τιμή της επαγωγικής του αντίστασης X_L :
 - α) δεν μεταβάλλεται
 - β) υποδιπλασιάζεται
 - γ) διπλασιάζεται
 - δ) τετραπλασιάζεται

4. Να σημειώσετε μέσα στο ορθογώνιο δίπλα από κάθε πρόταση την ένδειξη «Σ» αν είναι Σωστό ή «Λ» αν είναι Λάθος, ανάλογα με αυτό που ισχύει.

α) Οι τρεις εναλλασσόμενες τάσεις που παράγει μια συμμετρική τριφασική γεννήτρια έχουν διαφορετική συχνότητα και την ίδια μέγιστη τιμή.

Λ

β) Σε ένα ισοζυγισμένο τριφασικό φορτίο τεσσάρων αγωγών, ο αγωγός του ουδετέρου δεν διαρρέεται από ρεύμα.

Σ

γ) Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος RLC σειράς, όταν $X_L > X_C$ το κύκλωμα συμπεριφέρεται επαγωγικά.

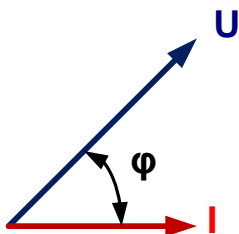
Σ

δ) Πραγματική ισχύς είναι η ισχύς που καταναλώνεται στο ωμικό μέρος μιας σύνθετης αντίστασης υπό μορφή θερμότητας.

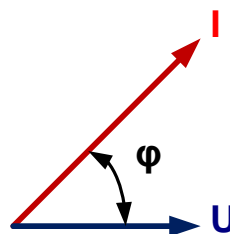
Σ

5. Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται τα διανυσματικά διαγράμματα της τάσης και της έντασης του ρεύματος για τέσσερα (4) διαφορετικά κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος. Να γράψετε κάτω από το κάθε διανυσματικό διάγραμμα σε ποιο από τα πιο κάτω κυκλώματα αντιστοιχεί:

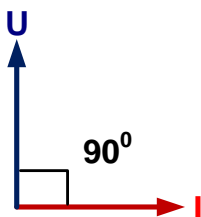
- α) κύκλωμα με ωμικό αντιστάτη
- β) κύκλωμα με ιδανικό πηνίο
- γ) κύκλωμα με πραγματικό πηνίο
- δ) κύκλωμα με πραγματικό πυκνωτή.



A) κύκλωμα με πραγματικό πηνίο



B) κύκλωμα με πραγματικό πυκνωτή



Γ) κύκλωμα με ιδανικό πηνίο



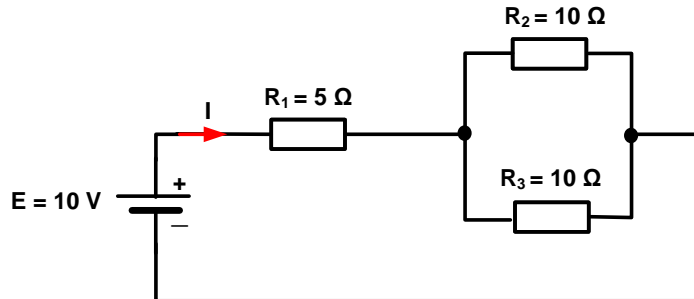
Δ) κύκλωμα με ωμικό αντιστάτη

Σχήμα 1

6. Δίνεται το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος 2.

Να υπολογίσετε:

- α) την ολική αντίσταση ($R_{ολ}$) του κυκλώματος
β) την ένταση του ρεύματος (I) που διαρρέει το κύκλωμα.



Σχήμα 2

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

α) Η ολική αντίσταση του κυκλώματος:

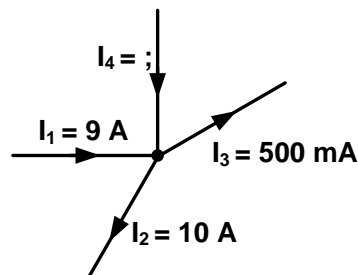
$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \Rightarrow R_{2,3} = 5 \Omega$$

$$R_{ολ} = R_1 + R_{2,3} = 5 + 5 = \underline{10 \Omega}$$

β) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{10}{10} = \underline{1 A}$$

7. Εφαρμόζοντας τον πρώτο κανόνα του Κίρχωφ (κανόνας των ρευμάτων), να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος I_4 στο τμήμα του κυκλώματος που φαίνεται στο σχήμα 3.



Σχήμα 3

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Σύμφωνα με τον πρώτο κανόνα του Κίρχωφ:

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 \Rightarrow 9 + I_4 = 10 + 0,5 \Rightarrow I_4 = 10,5 - 9 = \underline{1,5 A}$$

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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Πλεονεκτήματα:

- Δεν χαλούν την 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 δεν είναι πρόσια.

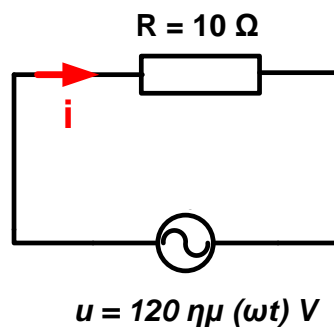
Μειονεκτήματα:

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

9. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 4.

Να υπολογίσετε:

- α) την ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσης (U)
β) την ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος (I) που διαρρέει τον ωμικό αντιστάτη.



Σχήμα 4

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

- α) Η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{120}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{84,85 V}}$$

- β) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον ωμικό αντιστάτη:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{84,85}{10} = \underline{\underline{8,485 A}}$$

10. Ηλεκτρικός στεγνωτήρας μαλλιών με ισχύ $P = 1150 \text{ W}$, τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση $U = 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) την ένταση του ρεύματος (I) που απορροφά ο στεγνωτήρας
- β) την ωμική αντίσταση (R) του στεγνωτήρα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

- α) Η ένταση του ρεύματος που απορροφά ο στεγνωτήρας:

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1150}{230} = \underline{5 \text{ A}}$$

- β) Η ωμική αντίσταση του στεγνωτήρα:

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{230}{5} = \underline{46 \Omega}$$

11. Ιδανικός πυκνωτής χωρητικότητας $C = 53 \mu\text{F}$ τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης $230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

Να υπολογίσετε:

- α) τη χωρητική αντίσταση του πυκνωτή (X_C)
- β) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή (I).

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

- α) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 53 \cdot 10^{-6}} = \underline{60 \Omega}$$

- β) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή:

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{230}{60} = \underline{3,833 \text{ A}}$$

12. Μονοφασικός επαγωγικός κινητήρας με φαινόμενη ισχύ $S = 5 \text{ kVA}$ και συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0,6$ τροφοδοτείται από τάση $U = 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$. Για να βελτιώσουμε τον συντελεστή ισχύος και να γίνει 0,9 συνδέουμε παράλληλα με τον κινητήρα έναν πυκνωτή.

Να υπολογίσετε την άεργο χωρητική ισχύ του πυκνωτή (Q_C) χρησιμοποιώντας τον πίνακα 1 και τον τύπο: $Q_C = S \cdot \cos\phi \cdot k$

Πίνακας 1 (για τον υπολογισμό του συντελεστή k)						
Συντελεστής Ισχύος πριν τη διόρθωση	Συντελεστής ισχύος μετά τη διόρθωση					
	0,80	0,85	0,90	0,91	0,93	0,95
0,50	0,982	1,112	1,248	1,276	1,337	1,403
0,51	0,936	1,066	1,202	1,230	1,291	1,357
0,52	0,894	1,024	1,160	1,188	1,249	1,315
0,53	0,850	0,980	1,116	1,144	1,205	1,271
0,54	0,809	0,939	1,075	1,103	1,164	1,230
0,55	0,769	0,899	1,035	1,063	1,124	1,190
0,56	0,730	0,865	0,996	1,024	1,085	1,151
0,57	0,692	0,822	0,958	0,986	1,047	1,113
0,58	0,665	0,785	0,921	0,949	1,010	1,076
0,59	0,618	0,748	0,884	0,912	0,973	1,039
0,60	0,584	0,714	0,849	0,878	0,939	1,005
0,61	0,549	0,679	0,815	0,843	0,904	0,970

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Από τον πίνακα 1 βρίσκουμε τον συντελεστή διόρθωσης $k = 0,849$
Άρα:

Η άεργος χωρητική ισχύς του πυκνωτή:

$$Q_C = S \cdot \cos\phi \cdot k$$

$$Q_C = 5000 \cdot 0,6 \cdot 0,849 = \underline{\underline{2547 \text{ VAr}}}$$

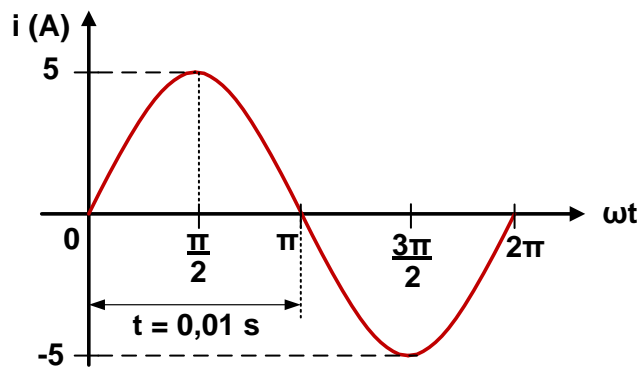
**ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από 4 ερωτήσεις.
Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 8 μονάδες.**

13. Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται η ημιτονική μεταβολή της έντασης του ρεύματος σ' ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

α) Να υπολογίσετε:

- (1) την περίοδο (T)
- (2) τη συχνότητα του ρεύματος (f)
- (3) την κυκλική συχνότητα (ω).

β) Να γράψετε τη μαθηματική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής του ρεύματος (i).



Σχήμα 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

α)

(1) Η περίοδος:

$$T = 0,01 \cdot 2 = 0,02 \text{ s} = \underline{\underline{20 \text{ ms}}}$$

(2) Η συχνότητα του ρεύματος:

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

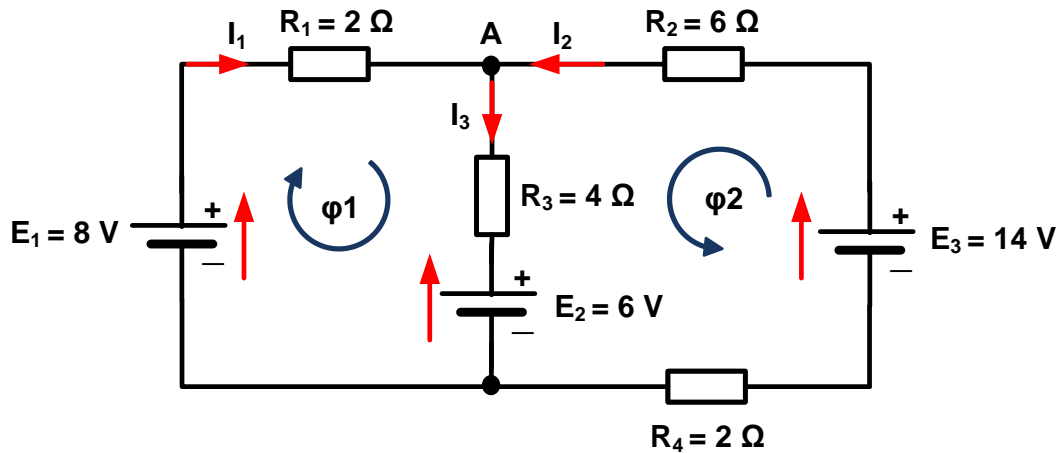
(3) Η κυκλική συχνότητα:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = \underline{\underline{314 \text{ rad/sec}}}$$

β) Η στιγμιαία τιμή του ρεύματος:

$$i = I_m \eta\mu(\omega t) \Rightarrow \underline{\underline{i = 5 \eta\mu(314t) \text{ A}}}$$

14. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 6. Εφαρμόζοντας τους κανόνες του Κίρχωφ στο κύκλωμα, να γράψετε τις 3 εξισώσεις που χρειάζονται για να επιλυθεί το κύκλωμα. Στη συνέχεια, να αντικαταστήσετε τα δεδομένα του κυκλώματος στις εξισώσεις. (Σημείωση: Δεν χρειάζεται να λύσετε το σύστημα των εξισώσεων).



Σχήμα 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Από τον πρώτο Κανόνα του Κίρχωφ (Κανόνας των ρευμάτων):

Κόμβος A:

$$\underline{I_1 + I_2 = I_3}$$

Από τον δεύτερο κανόνα του Κίρχωφ (κανόνας των τάσεων):

Στον βρόγχο φ1:

$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 \Rightarrow 8 - 6 = 2I_1 + 4I_3 \Rightarrow 2 = 2I_1 + 4I_3 \Rightarrow$$

$$\underline{1 = I_1 + 2I_3}$$

Στον βρόγχο φ2:

$$E_3 - E_2 = I_2 \cdot (R_2 + R_4) + I_3 \cdot R_3 \Rightarrow 14 - 6 = 8I_2 + 4I_3 \Rightarrow 8 = 8I_2 + 4I_3 \Rightarrow$$

$$\underline{2 = 2I_2 + I_3}$$

$$\underline{I_1 + I_2 = I_3}$$

$$\underline{1 = I_1 + 2I_3}$$

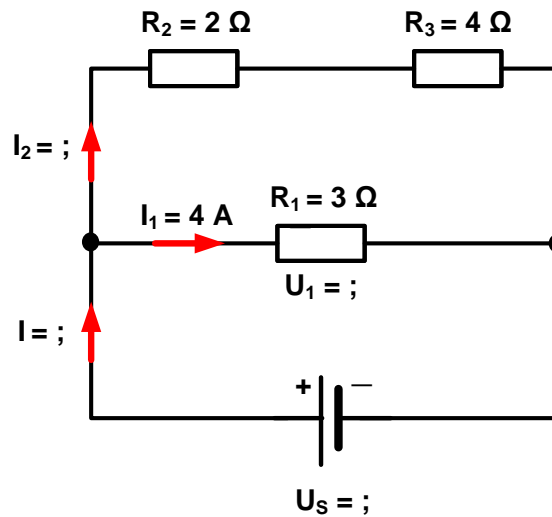
$$\underline{2 = 2I_2 + I_3}$$

Σύστημα 3 εξισώσεων με τρεις αγνώστους

15. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 7.

Να υπολογίσετε:

- α) την πτώση τάσης (U_1) στα άκρα της αντίστασης R_1
- β) την τάση της πηγής (U_S)
- γ) την ολική αντίσταση του κυκλώματος ($R_{ολ}$)
- δ) την ολική ένταση του ρεύματος (I) που δίνει η πηγή στο κύκλωμα
- ε) την ένταση του ρεύματος (I_2).



Σχήμα 7

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

- α) Η πτώση τάσης (U_1) στα άκρα της αντίστασης R_1 :

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 4 \cdot 3 = \underline{12 \text{ V}}$$

- β) Η τάση της πηγής (U_S):

$$U_S = U_1 = \underline{12 \text{ V}}$$

- γ) Η ολική αντίσταση του κυκλώματος ($R_{ολ}$):

$$R_{ολ} = \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \underline{2 \Omega}$$

- δ) Η ολική ένταση του ρεύματος (I) που δίνει η πηγή στο κύκλωμα:

$$I = \frac{U_S}{R_{ολ}} = \frac{12}{2} = \underline{6 \text{ A}}$$

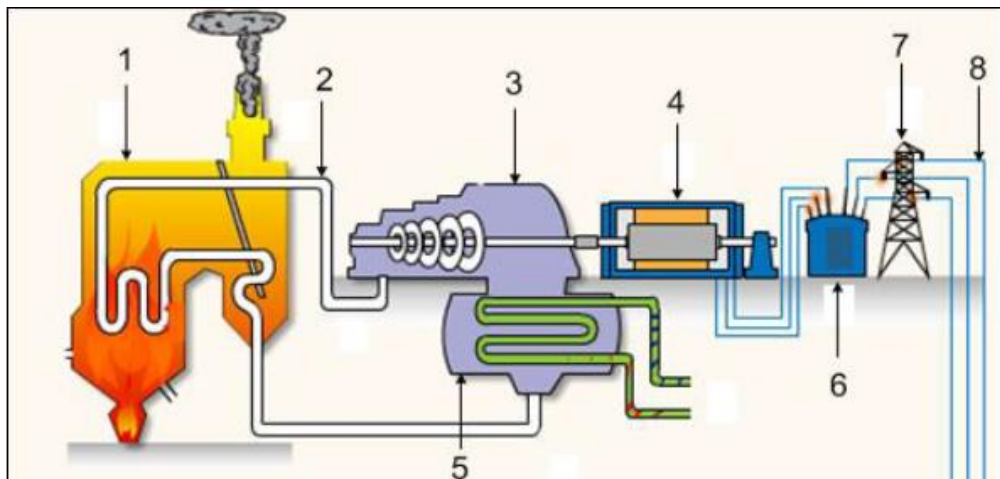
- ε) Η ένταση του ρεύματος (I_2):

$$I_2 = I - I_1 = 6 - 4 = \underline{2 \text{ A}}$$

16. Στο διάγραμμα του σχήματος **8** παρουσιάζεται μέρος του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο.
- α) Στη στήλη **A** του Πίνακα 2 αναγράφονται μέρη του συστήματος. Να γράψετε μέσα σε κάθε τετράγωνο της στήλης **B** τον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε μέρος του συστήματος σύμφωνα με το διάγραμμα.
- β) Με βάση το διάγραμμα του σχήματος **8** να περιγράψετε τα βασικά στάδια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ατμοκίνητου ηλεκτροπαραγωγού σταθμού.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Πίνακας 2	
Στήλη A	Στήλη B
A. Πυλώνας	7
B. Λέβητας	1
Γ. Συμπυκνωτής (ψύκτης) ατμού	5
Δ. Σωλήνωση μεταφοράς του ατμού	2
Ε. Γραμμές μεταφοράς	8
Ζ. Ατμοστρόβιλος	3
Η. Γεννήτρια	4
Θ. Μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης	6



Σχήμα 8

- Με την καύση του μαζούτ στον λέβητα το καθαρό νερό που κυκλοφορεί στις σωλήνες του λέβητα μετατρέπεται σε ατμό υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης.
- Ο ατμός προσκρούει με μεγάλη ταχύτητα στα πτερύγια του ατμοστρόβιλου και τον περιστρέφει.

- Ο ατμοστρόβιλος μεταδίδει την κίνηση στη γεννήτρια με την οποία είναι συζευγμένος στον ίδιο άξονα. Η περιστροφική κίνηση της γεννήτριας παράγει ηλεκτρική τάση 11 kV.
- Ο ατμός που φεύγει από τον ατμοστρόβιλο καταλήγει στον συμπυκνωτή όπου ψύχεται και μετατρέπεται σε νερό. Το νερό επιστρέφει στο λέβητα για να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος.
- Με τη βοήθεια μετασχηματιστών η τάση ανυψώνεται σε 66 kV ή 132 kV και η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται σε μακρινές αποστάσεις.

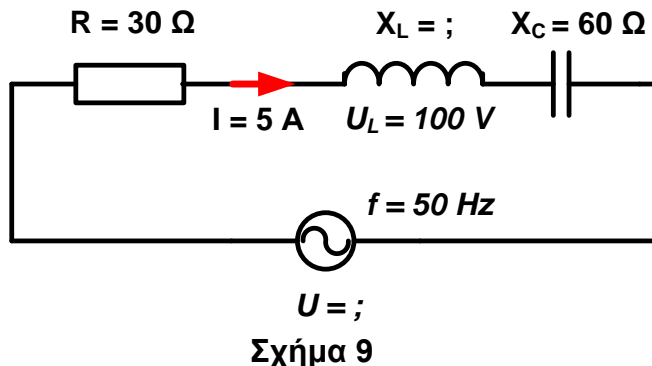
ΜΕΡΟΣ Γ΄: Αποτελείται από 2 ερωτήσεις.

Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

17. Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος 9.

Να υπολογίσετε:

- την επαγωγική αντίσταση του πηνίου (X_L)
- τη σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος (Z)
- την τάση της πηγής (U)
- τον συντελεστή ισχύος του κυκλώματος (συνφ)
- την ολική πραγματική ισχύ που απορροφά το κύκλωμα ($P_{ολ}$).



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου:

$$I = \frac{U_L}{X_L} \Rightarrow X_L = \frac{U_L}{I} = \frac{100}{5} = \underline{\underline{20 \Omega}}$$

β) Η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{30^2 + (20 - 60)^2} = \underline{\underline{50 \Omega}}$$

γ) Η τάση της πηγής:

$$I = \frac{U}{Z} \Rightarrow U = I \cdot Z = 5 \cdot 50 = \underline{\underline{250 V}}$$

δ) Ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = \underline{\underline{0,6}}$$

ε) Η ολική πραγματική ισχύς που απορροφά το κύκλωμα:

$$P_{ολ} = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 250 \cdot 5 \cdot 0,6 = \underline{\underline{750 W}}$$

18. Τρεις όμοιοι ωμικοί αντιστάτες με αντίσταση $R = 35 \Omega$ ο καθένας, είναι συνδεδεμένοι όπως φαίνεται στο σχήμα **10** και τροφοδοτούνται από τριφασικό δίκτυο πολικής τάσης $U_{\pi} = 400 V$, συχνότητας $f = 50 Hz$.

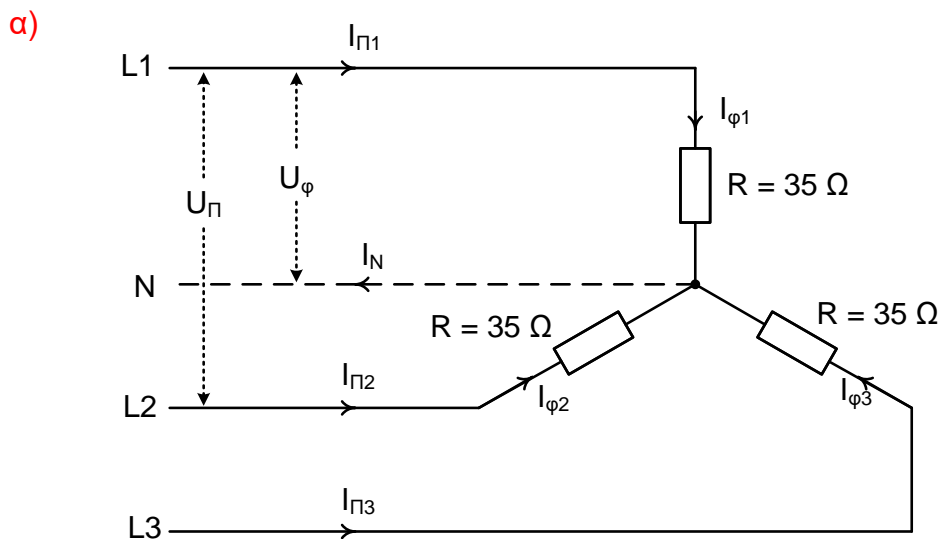
α) Να δείξετε στο σχήμα την πολική και φασική τάση, καθώς επίσης το πολικό και φασικό ρεύμα.

β) Να αναγνωρίσετε και να γράψετε τον τρόπο συνδεσμολογίας των τριών αντιστατών.

γ) Να υπολογίσετε:

- (1) την τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη (U_{φ})
- (2) την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη (I_{φ})
- (3) την ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας (I_{π})
- (4) την πραγματική ισχύ ($P_{ολ}$) που απορροφούν οι τρεις αντιστάτες από το δίκτυο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:



Σχήμα 10

β) Οι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι σε συνδεσμολογία αστέρα.

γ) (1) Η τάση στα άκρα του κάθε αντιστάτη:

$$U_{\phi} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{230,94 \text{ A}}}$$

(2) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R} = \frac{230,94}{35} = \underline{\underline{6,598 \text{ A}}}$$

(3) Η ένταση του ρεύματος στις γραμμές τροφοδοσίας:

$$I_{\pi} = I_{\phi} = \underline{\underline{6,598 \text{ A}}}$$

(4) Η πραγματική ισχύς που απορροφούν οι τρεις αντιστάτες από το δίκτυο:

$$P_{ολ} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 230,94 \cdot 6,598 \cdot 1 = \underline{\underline{4571,22 \text{ W}}} \quad \text{ή}$$

$$P_{ολ} = \sqrt{3} \cdot U_{\pi} \cdot I_{\pi} \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6,598 \cdot 1 = \underline{\underline{4571,22 \text{ W}}}$$