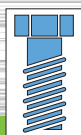


# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

## ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ



Α΄ Τάξη 1ου ΚΥΚΛΟΥ



ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ







# **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

## **ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ**



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

## ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Φίλ. Δημόπουλος • Χαρ. Παγιάτης • Στ. Πάγκαλος

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

1ος Κύκλος • Α΄ Τάξη



ΤΟΜΕΑΣ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑ

#### **ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:**

- Φίλιππος Δημόπουλος
- Χαράλαμπος Παγιάτης
- Σταύρος Πάγκαλος

#### **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ:**

- Ροζάκος Νικόλαος

#### **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ:**

- Κανελλόπουλος Χαράλαμπος
- Παλαιοκρασάς Σταμάτης
- Χατζηευστρατίου Ιγνάτιος

#### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:**

- Σηφάκη Μαρία

#### **ATELIER:**

- COSMOSWARE, Αγ. Ιωάννου 53, Αγ. Παρασκευή, τηλ.: 60.13.922



## Λίγα λόγια για τους μαθητές και τον διδάσκοντα

Το βιβλίο “Στοιχεία Ηλεκτρολογίας” είναι το μοναδικό μάθημα της Α΄ Τάξης του Μηχανολογικού Τομέα των ΤΕΕ, που ασχολείται συστηματικά με τις έννοιες, τα φυσικά μεγέθη και αρκετές από τις εφαρμογές του ηλεκτρισμού που ενδιαφέρουν τους μαθητές του Τομέα.

Έγινε προσπάθεια να περιορισθεί η έκταση της ύλης του βιβλίου στο απολύτως απαραίτητο. Παρ’ όλα αυτά η φύση του μαθήματος, το εύρος του αναλυτικού προγράμματος και οι σύγχρονες τάσεις της τεχνολογίας που θέλουν την ηλεκτρολογία να εμπλέκεται όλο και περισσότερο με τις καθαρά μηχανολογικές εφαρμογές, δεν μας επέτρεψαν να έχουμε ένα βιβλίο με λίγες σελίδες. Θεωρήσαμε ότι είναι καλύτερα οι μαθητές να πάρουν μια πρώτη – εισαγωγική εικόνα, όσο το δυνατόν περισσότερων από τις εφαρμογές του ηλεκτρισμού που πρόκειται να συναντήσουν στην επαγγελματική τους ζωή.

Μ’ αυτή την έννοια το βιβλίο “ Στοιχεία Ηλεκτρολογίας” μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα συνοπτικό εγχειρίδιο αναφοράς, στο οποίο οι μαθητές μπορούν να ανατρέχουν, όταν συναντούν στα διάφορα μαθήματα του μηχανολογικού τομέα σημεία που αναφέρονται στην ηλεκτρολογία και τις εφαρμογές της.

Εκτός από τις λύσεις των ασκήσεων του βιβλίου, στο τεύχος αυτό, περιλαμβάνεται και οδηγός με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις κάθε κεφαλαίου. Ο οδηγός αυτός ελπίζουμε πως θα βοηθήσει τους μαθητές να ελέγξουν αν έχουν κατανοήσει τα κύρια σημεία της κάθε ενότητας και θα τους είναι ιδιαίτερα χρήσιμος κατά τις εξετάσεις.

Η ύλη - ιδιαίτερα των τελευταίων κεφαλαίων (κεφ. 7,8,9,10), όπως αναφέρθηκε - είναι εκτεταμένη σε σχέση με τις διατιθέμενες ώρες διδασκαλίας. Ο διδάσκων μπορεί στα κεφάλαια αυτά να κάνει επιλογή της ύλης ανάλογα με τον διαθέσιμο χρόνο, τις δυνατότητες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Η ύπαρξη πολλών εικόνων και σχεδίων στα κεφάλαια αυτά

διευκολύνει την συνοπτική διδασκαλία τους και η διάταξη της ύλης τους κατά σχετικά ανεξάρτητες ενότητες, την επιλογή όσων θεμάτων κριθούν αναγκαία. Παράλληλα, ο διδάσκων έχει τη δυνατότητα να επιλέξει από τις ερωτήσεις μόνον εκείνες που ανταποκρίνονται στην έκταση και το βάθος της ύλης που έχει καλύψει και φυσικά να τις εμπλουτίσει και με άλλες.

Κατά τον σχεδιασμό των ασκήσεων και των ερωτήσεων του βιβλίου έχει ληφθεί υπόψη ότι οι μαθητές του μηχανολογικού τομέα δεν θα ασχοληθούν επαγγελματικά με τις ηλεκτροτεχνικές εφαρμογές. Κατά συνέπεια, οι ασκήσεις έχουν επιλεγεί με τρόπο που να ενισχύονται οι σκοποί του μαθήματος:

- ▶ Να γνωρίζουν οι μαθητές τις βασικές έννοιες, τα βασικά μεγέθη του Ηλεκτρισμού και ορισμένα από τα υλικά των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, ώστε να ενεργούν με ασφάλεια κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους.
- ▶ Να έχουν κοινή γλώσσα επικοινωνίας με τους τεχνικούς ηλεκτρολόγους, ώστε να διευκολύνεται η μεταξύ τους συνεργασία.
- ▶ Να γνωρίζουν ορισμένα στοιχεία από τη λειτουργία ηλεκτροτεχνικών εφαρμογών που συνδέονται με αντίστοιχες μηχανολογικές (π.χ. στοιχεία λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων), ώστε να χρησιμοποιούν πιο αποδοτικά τον μηχανολογικό εξοπλισμό για τον οποίο θα είναι υπεύθυνοι, αλλά και να ελαχιστοποιούν τις πιθανότητες βλαβών και κακών χειρισμών.

Στα πλαίσια αυτά η θεματολογία των ασκήσεων καταστρώθηκε με βάση τα εξής κριτήρια:

- Οι ασκήσεις να συμπληρώνουν και να ενισχύουν την κατανόηση της θεωρίας και να εξασκούν τον μαθητή στη χρήση των μονάδων των βασικών ηλεκτρικών μεγεθών.
- Να σχετίζονται με απλές εφαρμογές της πράξης και με τις εμπειρίες των μαθητών.
- Τα μαθηματικά που απαιτούνται για την επίλυσή τους να είναι στο επίπεδο του μέσου απόφοιτου του Γυμνασίου.

Εφ' όσον ο μαθητής κατανοήσει τις έννοιες και τα μεγέθη του Ηλεκτρισμού από την θεωρητική ανάπτυξή τους στο βιβλίο και την διδασκαλία στη τάξη, δεν θα δυσκολευτεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία τις ασκήσεις του βιβλίου. Αν δυσκολεύεται στην επίλυση τους πρέπει πρώτα να ανατρέξει στην αντίστοιχη θεωρία και να βεβαιωθεί ότι την κατέχει. Στις ελάχιστες περιπτώσεις που ο μαθητής έχει εξαντλήσει κάθε περιθώριο προσπάθειας

που οδηγεί στη λύση της άσκησης, τότε μόνο μπορεί να καταφύγει σ' αυτό το τεύχος.

Η λύση κάθε άσκησης αναλύεται μεθοδικά σε βήματα που αντιστοιχούν στη σειρά συλλογισμών που πρέπει να κάνει ο μαθητής για την επίλυσή της. Η αναλυτική αυτή παρουσίαση διευκολύνει τον μαθητή να συγκρίνει τη λύση που βρήκε με αυτή που αναγράφεται στο τεύχος. Παράλληλα τον βοηθά να αναπτύξει μια μεθοδολογία που να του επιτρέπει να αντιμετωπίσει κάθε παρόμοια άσκηση, αλλά και κάθε σχετικό πρακτικό πρόβλημα που θα του παρουσιασθεί.

Αναλυτικά για τις ασκήσεις κατά κεφάλαιο:

- ◆ Στο Κεφάλαιο 1 η έμφαση δίνεται στην κατανόηση των βασικών ηλεκτρικών μεγεθών: ηλεκτρικό φορτίο, τάση, ένταση ρεύματος, ηλεκτρική αντίσταση, καθώς και στην εφαρμογή του τύπου που δίνει την αντίσταση συρμάτινου αγωγού. Εκείνο που ενδιαφέρει είναι οι μαθητές να διακρίνουν τα μεγέθη και τις μονάδες τους και να εφαρμόσουν τις απλές σχέσεις της θεωρίας για τον υπολογισμό και τη σύγκριση των μεγεθών.
- ◆ Στο κεφάλαιο 2, δίνεται έμφαση στην κατανόηση του θεμελιώδους νόμου της Ηλεκτρολογίας, του Νόμου του Ωμ. Οι ασκήσεις έχουν επιλεγεί έτσι ώστε οι μαθητές να εμπεδώσουν τις ιδιότητες των συνδεσμολογιών των αντιστάσεων (σειράς, παράλληλης). Όπως και στα παραδείγματα στο αντίστοιχο κεφάλαιο του βιβλίου, οι ασκήσεις επικεντρώνονται στις δύο βασικές εφαρμογές που έχουν μεγάλη πρακτική και εκπαιδευτική σημασία: στο βραχυκύκλωμα και στην πτώση τάσης κατά μήκος των αγωγών.
- ◆ Στο Κεφάλαιο 3 εισάγονται οι έννοιες της ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος. Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τόσο τη σχέση ισχύος – ενέργειας, όσο και τη σχέση μεταξύ της καταναλισκόμενης ή παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος και των βασικών ηλεκτρικών μεγεθών της τάσης και της έντασης του ρεύματος. Οι ασκήσεις αναφέρονται σε απλές εφαρμογές για τις οποίες οι μαθητές έχουν ήδη αποκτήσει εμπειρία από την καθημερινή τους ζωή, αλλά και σε εφαρμογές που θα συναντήσουν στην επαγγελματική τους ζωή, ιδίως εκεί όπου η ηλεκτρική ισχύς μετατρέπεται σε μηχανική.
- ◆ Στο Κεφάλαιο 4 η έμφαση είναι στην κατανόηση ορισμένων μόνων εννοιών του εναλλασσομένου ρεύματος όπως η περίοδος, η συχνότητα, η ενεργός τάση και ένταση, η συμπεριφορά του πυκνωτή στο συνεχές και στο εναλλασσόμενο ρεύμα, κ.τ.λ., γι' αυτό οι αριθμητικές εφαρμογές έχουν περιορισθεί στο ελάχιστο δυνατό.

- ◆ Στο Κεφάλαιο 5, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ποιοτική κατανόηση των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων και ιδιαίτερα της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής που έχει εφαρμογή στις ηλεκτρικές μηχανές, στους ηλεκτρονόμους, κ.τ.λ.. Έχουν παραληφθεί συνειδητά ασκήσεις με σχετικούς υπολογισμούς για να δοθεί από τον διδάσκοντα έμφαση στην ποιοτική ανάπτυξη των θεμάτων, με αναφορά σε συγκεκριμένες εφαρμογές της πράξης που ενδιαφέρουν τους μαθητές του μηχανολογικού τομέα.

Οποιαδήποτε σχόλια, παρατηρήσεις, επισημάνσεις λαθών ή κρίσεις για το παρόν τεύχος από συναδέλφους εκπαιδευτικούς, μαθητές και από κάθε πολίτη που ενδιαφέρεται για τα ζητήματα της Παιδείας, είναι ιδιαίτερα ευπρόσδεκτα από τη συγγραφική ομάδα.

Οι συγγραφείς

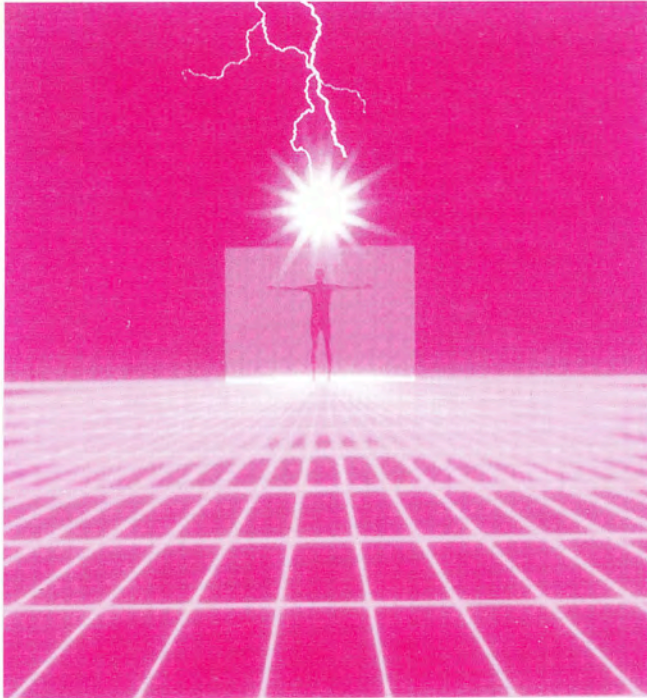
*Οι αναγνώστες, οι οποίοι θα διαπιστώσουν πιθανές παραλείψεις, αναγκαίες προσθήκες ή επιθυμούν να διατυπώσουν γενικότερες παρατηρήσεις, που θα βελτιώσουν το βιβλίο στην επόμενη έκδοσή του παρακαλούμε να απευθύνονται προς το: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τομέας Μηχανολογικός, Μεσογείων 396, Αγία Παρασκευή 153 41, Αθήνα.*



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>1</b>
Ασκήσεις .....	3
Ερωτήσεις .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ - ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ .....</b>	<b>15</b>
Ασκήσεις .....	17
Ερωτήσεις .....	31

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ .....</b>	<b>37</b>
Ασκήσεις .....	39
Ερωτήσεις .....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ .....</b>	<b>55</b>
Ασκήσεις .....	57
Ερωτήσεις .....	64
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ .....</b>	<b>69</b>
Ασκήσεις .....	71
Ερωτήσεις .....	73
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>85</b>
Ερωτήσεις .....	87
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ .....</b>	<b>95</b>
Ερωτήσεις .....	97
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ .....</b>	<b>103</b>
Ερωτήσεις .....	105
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ .....</b>	<b>117</b>
Ερωτήσεις .....	119
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....</b>	<b>129</b>
Ερωτήσεις .....	131



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ  
ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ**







## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Αν από έναν αγωγό περνά ηλεκτρικό φορτίο ίσο με 20 C (Κουλόμπ) σε διάστημα 4 s, ποια είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος;

### Λύση

**1ο βήμα.** Η ένταση του ρεύματος δίνεται από τη σχέση:  $I = \frac{Q}{t}$  (1.1)

όπου: • I είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε A.

- Q είναι το ηλεκτρικό φορτίο το οποίο περνά από την διατομή του αγωγού σε C.
- t το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται για να περάσει το ηλεκτρικό φορτίο σε s.

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης  $Q = 20 \text{ C}$ ,  $t = 4 \text{ s}$  στη σχέση (1.1)

$$\text{δηλαδή } I = \frac{20 \text{ C}}{4 \text{ s}} = 5 \text{ A}$$

**Απάντηση**

$$I = 5 \text{ A}$$

2. Πόσα μέτρα σύρμα από χρωμονικελίνη, διατομής  $0,5 \text{ mm}^2$  χρειαζόμαστε, για να κατασκευάσουμε μια αντίσταση  $15 \Omega$ ;

### Λύση

**1ο βήμα.** Η αντίσταση ενός σύρματος δίνεται από την σχέση:

#### 4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (1.2)$$

όπου: • R η αντίσταση του σύρματος σε Ω.

• ρ η ειδική αντίσταση η οποία χαρακτηρίζει το υλικό κατασκευής τους σύρματος σε  $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

• ℓ το μήκος του σύρματος σε m.

• S η διατομή του σύρματος σε mm<sup>2</sup>.

**2ο βήμα.** Λύνουμε την σχέση (1.2) ως προς ℓ δηλαδή

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \Rightarrow S \cdot R = \rho \cdot \ell \Rightarrow \frac{S \cdot R}{S} = \ell \Rightarrow \ell = \frac{S \cdot R}{\rho} \quad (1.3)$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης S = 0,5 mm<sup>2</sup>, R = 15 Ω,

$\rho = 1,12 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$  στη σχέση (1.3) δηλαδή:

$$\ell = \frac{0,5 \text{ mm}^2 \cdot 15 \Omega}{1,12 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = \frac{0,5 \cdot 15}{1,12} \frac{\text{mm}^2 \cdot \Omega}{\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} = 6,7 \frac{\text{mm}^2 \cdot \Omega \cdot \text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} = 6,7 \text{ m}$$

**Απάντηση**

$$\ell = 6,7 \text{ m}$$

**3. Δύο σύρματα από το ίδιο υλικό και με το ίδιο μήκος, έχουν αντιστάσεις R<sub>1</sub> = 0,5 Ω και R<sub>2</sub> = 2 Ω αντίστοιχα. Αν η διατομή του πρώτου σύρματος είναι 16 mm<sup>2</sup>, ποια είναι η διατομή του δεύτερου σύρματος;**

Λύση

**1ο βήμα.** Η αντίσταση ενός σύρματος δίνεται από την σχέση:

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad (3.1)$$

• για το ένα σύρμα ισχύει  $R_1 = \rho_1 \cdot \frac{\ell_1}{S_1}$  (3.2) και

• για το άλλο σύρμα ισχύει  $R_2 = \rho_2 \cdot \frac{\ell_2}{S_2}$  (3.3)

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι τα δύο σύρματα:

- είναι από το ίδιο υλικό, δηλαδή  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$
- έχουν το ίδιο μήκος, δηλαδή  $\ell_1 = \ell_2 = \ell$

άρα οι σχέσεις (3.2) και (3.3) μπορούν να τροποποιηθούν ως εξής:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{\ell}{S_1} \quad (3.2') \quad R_2 = \rho \cdot \frac{\ell}{S_2} \quad (3.3')$$

**3ο βήμα.** Διαιρούμε τις σχέσεις (3.2') και (3.3') κατά μέλη δηλαδή

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot \frac{\ell}{S_1}}{\rho \cdot \frac{\ell}{S_2}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot \ell \cdot S_2}{\rho \cdot \ell \cdot S_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} \quad (3.4)$$

**4ο βήμα.** Λύνουμε την σχέση (3.4) ως προς  $S_2$  δηλαδή

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} \cdot S_1 = S_2 \Rightarrow S_2 = S_1 \frac{R_1}{R_2} \quad (3.5)$$

**5ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης  $S_1 = 16 \text{ mm}^2$ ,  $R_1 = 0,5\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$  στη σχέση (3.5)

δηλαδή  $S_2 = 16 \text{ mm}^2 \cdot \frac{0,5\Omega}{2\Omega} = 4 \text{ mm}^2$  άρα  $S_2 = 4 \text{ mm}^2$

**Απάντησή**  
 **$S_2 = 4 \text{ mm}^2$**

**4. Ένας συρμάτινος αγωγός περνά από μια μηχανή συρματοποίησης, με αποτέλεσμα να διπλασιασθεί το μήκος του και να μειωθεί η διατομή του στο μισό. Τι μεταβολή θα υποστεί η ηλεκτρική του αντίσταση;**

### Λύση

**1ο βήμα.** Η αντίσταση ενός συρμάτινου αγωγού δίνεται από την σχέση

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad (4.1)$$

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε τα εξής:

- το αρχικό μήκος (πριν την συρματοποίηση) είναι  $\ell$
- το τελικό μήκος (μετά την συρματοποίηση) είναι  $\ell' = 2\ell$  (4.2)
- αρχική διατομή (πριν την συρματοποίηση) είναι  $S$
- η τελική διατομή (μετά την συρματοποίηση) είναι  $S' = \frac{S}{2}$  (4.3).
- η ειδική αντίσταση του υλικού δεν μεταβάλλεται κατά την συρματοποίηση γιατί εξαρτάται από το υλικό.

**3ο βήμα.** Η αντίσταση του αγωγού μετά την συρματοποίηση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R' = \rho \cdot \frac{\ell'}{S'} \quad (4.4)$$

**4ο βήμα.** Αντικαθιστούμε στη σχέση (4.4), τα μεγέθη  $\ell'$  και  $S'$  δηλαδή

$$R' = \rho \cdot \frac{\ell'}{S'} = \rho \cdot \frac{2\ell}{\frac{S}{2}} = \rho \cdot \frac{4\ell}{S} = 4 \cdot \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

Επειδή  $\rho \cdot \frac{\ell}{S} = R$  άρα  $R' = 4 \cdot R$

### **Απάντηση**

**Η αντίσταση του αγωγού τετραπλασιάζεται αν διπλασιασθεί το μήκος του και μειωθεί η διατομή του στο μισό.**



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του Ηλεκτρισμού, σε σχέση με τις άλλες μορφές ενέργειας;

### Απάντηση

Η μεγάλη διάδοση της **ηλεκτρικής ενέργειας** οφείλεται στα σημαντικά **πλεονεκτήματα** που παρουσιάζει, σε σύγκριση με τις άλλες μορφές ενέργειας:

- **Μεταφέρεται εύκολα και ταχύτατα, μέσα από αγωγούς, όπου και αν την χρειαζόμαστε.**
- **Μετατρέπεται εύκολα, μέσα σε κατάλληλες συσκευές, σε άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.** (σελίδα 4)

2. Να περιγράψετε τη δομή ενός ατόμου.

### Απάντηση

Η σύγχρονη επιστήμη απέδειξε ότι και το άτομο αποτελείται από μικρότερα σωματίδια. Μοιάζει με μικρογραφία του ηλιακού συστήματος. Έχει έναν **πυρήνα** και **ηλεκτρόνια**, που περιστρέφονται σε καθορισμένες τροχιές γύρω από τον πυρήνα.

Ο πυρήνας, με τη σειρά του, αποτελείται από δύο ειδών σωματίδια: τα **πρωτόνια** και τα **νετρόνια** (ή **ουδετερόνια**). Τα πρωτόνια και τα νετρόνια έχουν μάζα πολύ βαρύτερη από τα ηλεκτρόνια. (σελίδα 5)

3. Τι είναι το θετικό και τι το αρνητικό ιόν;

4. Πότε ένα σώμα είναι θετικά φορτισμένο και πότε αρνητικά;

### Απάντηση

Αφού ο αριθμός των θετικά φορτισμένων πρωτονίων είναι ίσος με τον α-

ριθμό των αρνητικά φορτισμένων ηλεκτρονίων, το άτομο είναι κανονικά **ηλεκτρικά ουδέτερο**. Αν όμως, για κάποιο λόγο, **αφαιρεθούν** ηλεκτρόνια, τότε στο άτομο περισσεύουν τα θετικά φορτία. Σε αυτή την περίπτωση το άτομο, ως σύνολο, είναι θετικά φορτισμένο και ονομάζεται **θετικό ιόν**. Αν, αντίθετα, **προστεθούν** ηλεκτρόνια στο άτομο, τότε το άτομο φορτίζεται αρνητικά και ονομάζεται **αρνητικό ιόν**. (σελίδα 7)

**5. Με ποια μονάδα μετριέται το ηλεκτρικό φορτίο;**

Απάντηση

Το ηλεκτρικό φορτίο συμβολίζεται με το γράμμα **Q**.  
Μονάδα μέτρησής του είναι το **C (Coulomb – Κουλόμπ)**. (σελίδα 6)

**6. Η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων από άτομο σε άτομο είναι ηλεκτρικό ρεύμα και γιατί;**

Απάντηση

Τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας των ατόμων μπορούν να αποσπώνται και να κυκλοφορούν από άτομο σε άτομο, ως ελεύθερα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια αυτά κινούνται με τυχαίο τρόπο, χωρίς κάποια τάξη, για αυτό και η κίνησή τους ονομάζεται άτακτη κίνηση.

Κάτω όμως από ειδικές συνθήκες, τα ελεύθερα αυτά ηλεκτρόνια είναι δυνατόν να κινηθούν ομοιόμορφα, ν' αποκτήσουν δηλαδή κίνηση προσανατολισμένη σε μια κατεύθυνση.

Αυτή η **κατευθυνόμενη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων ονομάζεται ηλεκτρικό ρεύμα**. (σελίδα 9)

**7. Τι ορίζουμε ως αγωγούς, μονωτές και ημιαγωγούς;**

Απάντηση

“Σώματα, όπως τα μέταλλα, που επιτρέπουν την μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων μέσα από την μάζα τους ονομάζονται αγωγά σωματά ή **καλοί**

**αγωγοί του ηλεκτρισμού ή απλά αγωγοί”**

“Σώματα που δεν επιτρέπουν την μετακίνηση ηλεκτρικών φορτίων μέσα από την μάζα τους, ονομάζονται **μονωτικά σώματα ή απλά μονωτές**”

“Τέλος υπάρχει και μια τρίτη κατηγορία σωμάτων, οι **ημιαγωγοί**. Πρόκειται για σώματα που διαθέτουν μικρό αριθμό ελεύθερων ηλεκτρονίων και επιτρέπουν την περιορισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων. (σελίδα 12)

**8. Να κατατάξετε διάφορα υλικά ως αγωγούς και ως μονωτές, ανάλογα με την αγωγιμότητα ή μονωτική τους ικανότητα.**

**Απάντηση**

Τα μέταλλα γενικά είναι αγωγοί. Τα πλαστικά, που χρησιμοποιούνται στις καθημερινές εφαρμογές, είναι μονωτικά υλικά, όπως το γυαλί, η πορσελάνη, το χαρτί, το ξύλο κ.λ.π.

**9. Πως δημιουργείται η ηλεκτρική τάση και με ποια μονάδα μετρείται;**

**Απάντηση**

- Η ηλεκτρική τάση δημιουργείται από τον διαχωρισμό ηλεκτρικών φορτίων. (βλέπε αναλυτικά παράγραφο 1.4 σελίδες 13, 14, 15, 16)
- Μονάδα της ηλεκτρικής τάσης είναι το **V (Volt - Βολτ)**.

**10. Να περιγράψετε ένα ηλεκτρικό στοιχείο και να εξηγήσετε την αρχή λειτουργίας του.**

**Απάντηση**

Μια απλοποιημένη παράσταση ηλεκτρικού στοιχείου φαίνεται στο Σχ. 1.5.α.

Αποτελείται από ένα δοχείο μέσα στο οποίο υπάρχει διάλυμα **ηλεκτρολύτη** (π.χ. διάλυμα θειικού οξέος  $H_2SO_4$ ).

Στο διάλυμα είναι τοποθετημένες δύο μεταλλικές ράβδοι ή λάμες, που ονομάζονται **ηλεκτρόδια**. Τα ηλεκτρόδια είναι κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό. Στο παράδειγμά μας, το ένα είναι από χαλκό (Cu) και το άλλο από ψευδάργυρο (Zn). Τα ηλεκτρόδια καταλήγουν σε δύο **πόλους** έξω από τον ηλεκτρολύτη.

Μέσα στο διάλυμα του ηλεκτρολύτη συμβαίνουν τα εξής: Το μόριο του ηλεκτρολύτη, στην περίπτωση μας, του θεικού οξέος ( $H_2SO_4$ ), διασπάται και σχηματίζει **ιόντα**. Δύο **θετικά** ιόντα υδρογόνου,  $H^+$  και  $H^+$  και ένα **αρνητικό** ιόν  $SO_4^{--}$  (θειική ρίζα).

Το ιόν του υδρογόνου  $H^+$  είναι ένα άτομο υδρογόνου, που του λείπει ηλεκτρόνιο, ενώ στο ιόν  $SO_4^{--}$  περισεύουν δύο ηλεκτρόνια.

Τα ιόντα κινούνται μέσα στο διάλυμα σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα ιόντα του  $H^+$  κατευθύνονται στο ηλεκτρόδιο του χαλκού (Cu), ενώ τα ιόντα του  $SO_4^{--}$  κατευθύνονται στο ηλεκτρόδιο του ψευδαργύρου (Zn).



**Σχήμα 1.5.α.** Σχηματική παράσταση ηλεκτρικού στοιχείου για την περιγραφή της αρχής λειτουργίας του.

Συγκεντρώνονται έτσι στο ηλεκτρόδιο του χαλκού (Cu) ιόντα με έλλειμμα ηλεκτρονίων και στο ηλεκτρόδιο του ψευδαργύρου ιόντα με περίσυμα ηλεκτρονίων.

Το αποτέλεσμα είναι το ηλεκτρόδιο του χαλκού (Cu) να φορτιστεί θετικά. Γίνεται έτσι ο **θετικός πόλος** του ηλεκτρικού στοιχείου, ενώ το ηλεκτρόδιο του ψευδαργύρου (Zn) φορτίζεται αρνητικά και γίνεται ο **αρνητικός πόλος** του στοιχείου.



Έτσι, ανάμεσα στους δύο πόλους του ηλεκτρικού στοιχείου δημιουργείται **ηλεκτρική τάση**. (σελίδες 17, 18)

**11. Τι ονομάζουμε ηλεκτρεγερτική δύναμη και τι πολική τάση μιας πηγής ηλεκτρικού ρεύματος;**

### Απάντηση

**Ηλεκτρεγερτική δύναμη** ονομάζουμε την τάση μεταξύ των πόλων της πηγής, όταν η πηγή, δεν συνδέεται με εξωτερικό κύκλωμα.

**Πολική τάση** ονομάζουμε την τάση μεταξύ των πόλων της πηγής, όταν η πηγή, συνδέεται εξωτερικά με αγωγούς και τροφοδοτεί με ρεύμα κάποιο κύκλωμα.

**12. Να αναφέρετε διάφορους τρόπους, με τους οποίους μπορεί να παραχθεί ηλεκτρεγερτική δύναμη.**

### Απάντηση

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να παραχθεί ηλεκτρεγερτική δύναμη. Για παράδειγμα: με γεννήτριες, ηλεκτρικά στοιχεία, συσσωρευτές, τριβή, θερμοηλεκτρικό στοιχείο ή θερμοζεύγος, φωτοβολταϊκό στοιχείο, πιεζοηλεκτρικό στοιχείο.

**13. Από τι αποτελείται ένα στοιχειώδες ηλεκτρικό κύκλωμα;**

### Απάντηση

Ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα φαίνεται στο Σχ.1.6.α. Αποτελείται από:

- α) Μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος (στο παράδειγμα μια μπαταρία).
- β) Μια συσκευή που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια (στο παράδειγμα ένα ηλεκτρικό λαμπτήρα).
- γ) Τους αγωγούς σύνδεσης. (σελίδα 23)

**14. Τι εννοούμε όταν λέμε πραγματική και τι συμβατική φορά του ρεύματος;**

Απάντηση

**Πραγματική φορά** εννοούμε την κατεύθυνση της κίνησης των ηλεκτρονίων από τον αρνητικό προς τον θετικό πόλο της πηγής.

**Συμβατική φορά** θεωρούμε στην Ηλεκτρολογία την κατεύθυνση της κίνησης των θετικών φορτίων από τον θετικό πόλο στον αρνητικό πόλο της πηγής. Στην περίπτωση ρεύματος ηλεκτρονίων, επειδή τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα, η συμβατική φορά του ρεύματος είναι αντίθετη από την φορά κίνησης των ηλεκτρονίων.

**15. Τι είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και με ποια μονάδα μετριέται;**

Απάντηση

**Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I$**  ορίζεται ως η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου  $Q$  που διέρχεται από τη διατομή ενός αγωγού στη μονάδα του χρόνου  $t$ .

$$\text{δηλαδή } I = \frac{Q}{t}$$

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ( $I$ ) έχει μονάδα το A (Ampère-Αμπέρ).

**16. Με ποια μονάδα μετράμε την ηλεκτρική αντίσταση;**

Απάντηση

Μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης ( $R$ ) είναι το  $\Omega$  (Ohm-Ωμ).

17. Τι ονομάζουμε ειδική αντίσταση ενός υλικού;

Απάντηση

Ειδική αντίσταση ενός υλικού είναι η ηλεκτρική αντίσταση, μετρημένη σε  $\Omega$ , που παρουσιάζει ένα σύρμα από το συγκεκριμένο υλικό, το οποίο έχει μήκος 1m και διατομή  $1\text{mm}^2$ . (σελίδα 33)

18. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης ενός συμμάτινου αγωγού;

Απάντηση

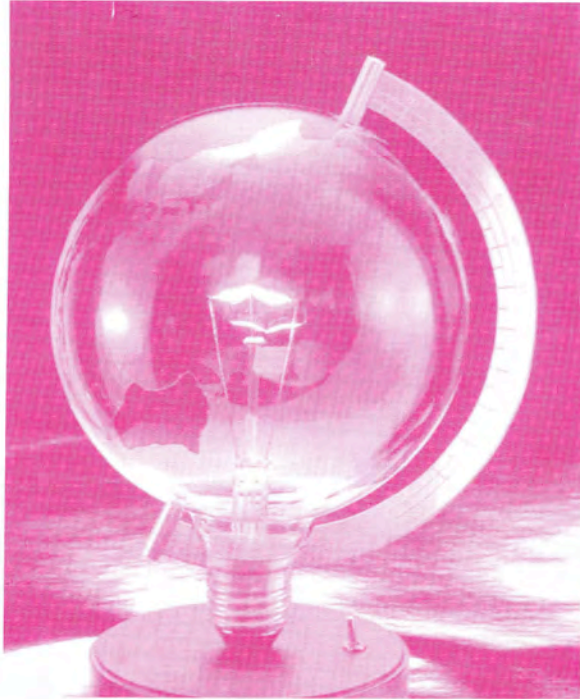
Κάθε αγωγός παρουσιάζει μια **ηλεκτρική αντίσταση**. Η αντίσταση συμβολίζεται με το γράμμα **R**, μετριέται σε  **$\Omega$  ( $\Omega\text{m} - \text{Ohm}$ )** και εξαρτάται από το **υλικό** που είναι κατασκευασμένος ο αγωγός, τη **διατομή** του και το **μήκος** του. Η τιμή της αντίστασης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του αγωγού. (σελίδα 39)

19. Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση με τη θερμοκρασία;

Απάντηση

Η αντίσταση των μετάλλων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και μειώνεται με την μείωση της θερμοκρασίας. Αντίθετα η αντίσταση των περισσότερων ημιαγωγών αυξάνεται με την μείωση της θερμοκρασίας και μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.





ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2

**Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ -  
ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ**





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ένας ηλεκτρικός θερμοσίφωνα είναι συνδεδεμένος σε δίκτυο τάσης  $U = 220 \text{ V}$  και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I = 14 \text{ A}$ . Να ευρεθεί η αντίσταση του θερμαντικού στοιχείου του θερμοσίφωνα.

### Λύση

**1ο βήμα.** Για να υπολογίσουμε την αντίσταση  $R$  (σε  $\Omega$ ) του θερμαντικού στοιχείου του θερμοσίφωνα, αρκεί να διαιρέσουμε την ηλεκτρική τάση  $U$  (σε  $V$ ), που επικρατεί στα άκρα της με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I$  (σε  $A$ ) που την διαρρέει

$$\text{δηλαδή } R = \frac{U}{I} \quad (\text{Νόμος του } \Omega\mu)$$

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε στη σχέση τα δεδομένα της άσκησης  $U = 220V$ ,  $I = 14 \text{ A}$

$$\text{δηλαδή } R = \frac{220 \text{ V}}{14 \text{ A}} = 15,7 \Omega$$

**Απάντηση**

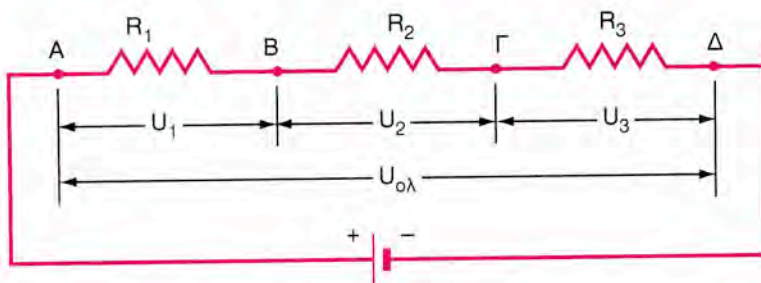
$$R = 15,7 \Omega$$

2. Να αποδείξετε ότι η ολική τάση στα άκρα του συστήματος αντιστάσεων που συνδέονται σε σειρά, είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα κάθε αντίστασης.

(Υπόδειξη: Να εκφράσετε την τάση κάθε αντίστασης ως διαφορά δυναμικού, αφαιρώντας το δυναμικό του τέλους της από το δυναμικό της αρχής της)

### Λύση

**1ο βήμα.** Σχεδιάζουμε την συνδεσμολογία του συστήματος των τριών αντιστάσεων.



**2ο βήμα.** Οι τάσεις στα άκρα κάθε αντίστασης μπορούν να γραφούν ως **διαφορές δυναμικού:**

$$\text{δηλαδή } U_1 = U_A - U_B$$

$$U_2 = U_B - U_\Gamma$$

$$U_3 = U_\Gamma - U_\Delta$$

όπου  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_\Gamma$ ,  $U_\Delta$  το δυναμικό των σημείων A, B, Γ, Δ αντίστοιχα (βλέπε σχήμα).

**3ο βήμα.** Προσθέτουμε κατά μέλη τις σχέσεις (2.1) και έχουμε:

$$U_1 + U_2 + U_3 = (U_A - U_B) + (U_B - U_\Gamma) + (U_\Gamma - U_\Delta)$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = U_A - U_B + U_B - U_\Gamma + U_\Gamma - U_\Delta$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = U_A - U_\Delta \quad (2.2)$$

**4ο βήμα.** Παρατηρούμε ότι η διαφορά δυναμικού  $U_A - U_\Delta$  στη σχέση (2.2) είναι η τάση  $U_{ολ} = U_A - U_\Delta$  (2.3)

**5ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τη διαφορά δυναμικού  $U_A - U_\Delta$  από τη σχέση (2.3) στη σχέση (2.2)

$$\text{δηλαδή } U_{ολ} = U_1 + U_2 + U_3$$

**Απάντηση**

$$U_{ολ} = U_1 + U_2 + U_3$$



**3. Να αποδείξετε τη σχέση που ισχύει για την ολική αντίσταση αντιστάσεων συνδεδεμένων παράλληλα:**

$$\frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### Λύση

**1ο βήμα.** Η ένταση, που διαρρέει μια ηλεκτρική αντίσταση, υπολογίζεται, αν διαιρέσουμε την τάση στα άκρα της αντίστασης με την αντίσταση

$$\text{δηλαδή } I = \frac{U}{R} \quad (3.1) \quad (\text{Νόμος του } \Omega\mu)$$

**2ο βήμα.** Εφαρμόζουμε το Νόμο του Ωμ, λαμβάνοντας υπόψη ότι όλες οι αντιστάσεις έχουν στα άκρα τους την ίδια τάση  $U$ . Η τάση  $U$  είναι και η τάση στα άκρα του συστήματος των αντιστάσεων που συνδέονται παράλληλα

δηλαδή

$$I_{\text{ολ}} = \frac{U}{R_{\text{ολ}}} \quad (3.2) \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad (3.3) \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad (3.4) \quad I_3 = \frac{U}{R_3} \quad (3.5)$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα μεγέθη  $I_{\text{ολ}}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  και  $I_3$  στη σχέση  $I_{\text{ολ}} = I_1 + I_2 + I_3$

$$\text{δηλαδή } \frac{U}{R_{\text{ολ}}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad (3.6)$$

**4ο βήμα.** Η τάση  $U$  είναι κοινός παράγοντας στο β' σκέλος της σχέσης (3.6)

$$\frac{U}{R_{\text{ολ}}} = U \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad (3.7)$$

**5ο βήμα.** Διαιρούμε τα δύο μέλη της σχέσης (3.7) με  $U$  και έχουμε:

$$\frac{U}{R_{\text{ολ}}} = \frac{U \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)}{U}$$

$$\text{άρα } \frac{U}{U \cdot R_{\text{ολ}}} = \frac{U}{U} \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$\text{και τελικά } \frac{1}{R_{\text{ολ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

**4. Μια γιρλάντα του Χριστουγεννιάτικου δένδρου αποτελείται από 18 όμοια λαμπάκια, τα οποία συνδέονται σε σειρά. Η γιρλάντα παίρνει ρεύμα από την πρίζα του σπιτιού τάσης 220 V. Να ευρεθούν:**

**α) Η τάση που έχει στα άκρα του κάθε λαμπάκι**

**β) Η αντίσταση που έχει κάθε λαμπάκι, αν το ρεύμα που διαρρέει την γιρλάντα έχει ένταση  $I = 0,3 \text{ A}$ .**

### Λύση

α)

**1ο βήμα.** Η τάση που έχει στα άκρα της κάθε λαμπάκι δίνεται από την σχέση  $U = I \cdot R$  (4.1) Νόμος του Ωμ

όπου: •  $I$  η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπάκι σε A

•  $R$  η αντίσταση που έχει κάθε λαμπάκι σε Ω.

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι:

- όλα τα λαμπάκια είναι όμοια, άρα έχουν την ίδια αντίσταση
- τα λαμπάκια συνδέονται σε σειρά, άρα διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

**3ο βήμα.** Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι σε κάθε λαμπάκι εφαρμόζεται η ίδια τάση  $U$ . Ισοκατανέμεται, (μοιράζεται εξίσου) η ολική τάση  $U_{\text{ολ}}$  του συστήματος σε κάθε λαμπάκι δηλαδή

$$U = \frac{U_{\text{ολ}}}{v} \quad (4.2) \quad (v: \text{αριθμός όμοιων λαμπτήρων})$$

επειδή  $U_{\text{ολ}} = 220 \text{ V}$  και  $v = 18$  άρα  $U = \frac{220 \text{ V}}{18} = 12,2 \text{ V}$

**Απάντηση**  
 **$U = 12,2 \text{ V}$**

β)

**1ο βήμα.** Η αντίσταση που έχει κάθε λαμπάκι δίνεται από τη σχέση  
 $R = \frac{U}{I}$  (4.3) (Νόμος του Ωμ)

όπου: •  $U$  η τάση που έχει στα άκρα του κάθε λαμπάκι σε  $V$   
 •  $I$  η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπάκι σε  $A$ .

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης  $U = 12,2V$ ,  $I = 0,3 A$   
 δηλαδή  $R = \frac{12,2 V}{0,3 A} = 40,7 A$

**Απάντηση**  
 **$R = 40,7 A$**

5. Δύο όμοιες αντιστάσεις  $R_1 = R_2 = 6\Omega$  συνδέονται στους πόλους μιας πηγής τάσης  $24 V$  με δύο τρόπους:

A) συνδεδεμένες σε σειρά.

B) συνδεδεμένες παράλληλα.

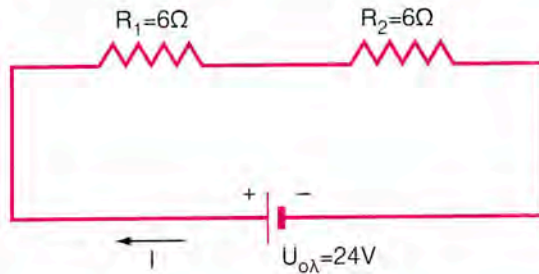
Για κάθε συνδεσμολογία να υπολογιστεί:

α) Η ολική αντίσταση του συστήματος των δύο αντιστάσεων.

β) Το ρεύμα που παρέχει η πηγή.

γ) Η τάση στα άκρα κάθε αντίστασης.

Λύση

**A) συνδεσμολογία σειράς****α)**

- Η ολική αντίσταση του συστήματος των δύο αντιστάσεων δίνεται από την σχέση  $R_{ολ} = R_1 + R_2$  (5.1).
- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $R_1 = R_2 = 6\Omega$ , στη σχέση (5.1) δηλαδή  $R_{ολ} = 6\Omega + 6\Omega = 12\Omega$

**Απάντηση**  
 **$R_{ολ} = 12\Omega$**

**β)**

- Το ρεύμα που παρέχει η πηγή δίνεται από την σχέση  $I = \frac{U_{ολ}}{R_{ολ}}$  (5.2)

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης  $U_{ολ} = 24V$ ,  $R_{ολ} = 12\Omega$  στην

σχέση (5.2) δηλαδή  $I = \frac{24V}{12\Omega} = 2A$

**Απάντηση**  
 **$I = 2A$**

**γ)**

- Η τάση στα άκρα μιας αντίστασης δίνεται από την σχέση  $U = I \cdot R$  (5.3)
  - για την αντίσταση  $R_1$  ισχύει:  $U_1 = I_1 \cdot R_1$  (5.4)
  - για την αντίσταση  $R_2$  ισχύει:  $U_2 = I_2 \cdot R_2$  (5.5)
- Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι:
  - οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα γιατί είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Δηλαδή τα ρεύματα, που διαρρέουν τις δύο αντιστάσεις είναι ίδια με το ρεύμα  $I$  που παρέχει η πηγή.

$$I_1 = I_2 = I = 2A$$

- οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  είναι ίσες, δηλαδή  $R_1 = R_2 = 6\Omega$

– Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης στις σχέσεις (5.4) και (5.5) δηλαδή  $U_1 = 2A \cdot 6\Omega = 12V$

$$U_2 = 2A \cdot 6\Omega = 12V$$

**Απάντηση**  
 $U_1 = U_2 = 12V$

δ)

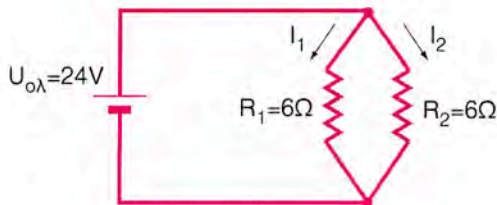
- Το ρεύμα που διαρρέει κάθε μια από τις αντιστάσεις είναι ίδιο

$$I_1 = I_2 = I = 2A \text{ (βλέπε (γ))}$$

$$I = 2A$$

**Απάντηση**  
 $I_1 = 2A, I_2 = 2A$

## B) παράλληλη συνδεσμολογία



α)

- Η ολική αντίσταση του συστήματος των δύο αντιστάσεων δίνεται από

την σχέση 
$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (5.8)$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης στη σχέση (5.8)  $R_1 = R_2 = 6\Omega$

δηλαδή 
$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{0,166}{\Omega} + \frac{0,166}{\Omega} = \frac{0,333}{\Omega}$$

**Απάντηση**  
 $R_{ολ} = \frac{1}{0,333} \Omega = 3 \Omega$

β)

- ο ρεύμα που παρέχει η πηγή δίνεται από την σχέση  $I = \frac{U_{ολ}}{R_{ολ}}$  (5.9)

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_{ολ} = 24V$ ,  $R_{ολ} = 3\Omega$  στη

σχέση (5.9) δηλαδή  $I = \frac{24V}{3\Omega} = 8A$

**Απάντηση**  
 $I = 8A$

γ)

Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι οι δύο αντιστάσεις έχουν στα άκρα τους ίδιες τάσεις γιατί είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Οι τάσεις στα άκρα των δύο αντιστάσεων είναι ίδιες με την τάση  $U_{ολ}$  της πηγής δηλαδή  $U_1 = U_2 = U = 24V$

**Απάντηση**  
 $U_1 = 24V, U_2 = 24V$

δ)

- Το ρεύμα που διαρρέει μια αντίσταση δίνεται από τη σχέση  $I = \frac{U}{R}$  (5.10)

– για την αντίσταση  $R_1$  ισχύει:  $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$  (5.11)

– για την αντίσταση  $R_2$  ισχύει:  $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$  (5.12)

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_1 = U_2 = 24V$ ,  $R_1 = R_2 = 6\Omega$ ,

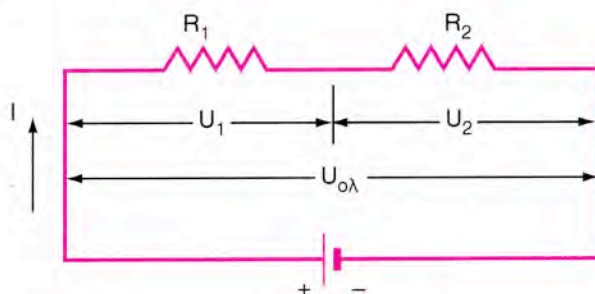
στις σχέσεις (5.11) και (5.12) δηλαδή  $I_1 = \frac{24V}{6\Omega} = 4A$ ,  $I_2 = \frac{24V}{6\Omega} = 4A$

**Απάντηση**  
 $I_1 = 4A, I_2 = 4A$

6. Δύο αντιστάσεις  $R_1 = 5 \Omega$  και  $R_2 = 50 \Omega$  συνδέονται σε σειρά στα άκρα πηγής τάσης 220 V. Ποια είναι η τάση στα άκρα κάθε μιας αντίστασης;

### Λύση

**1ο βήμα.** Σχεδιάζουμε την συνδεσμολογία του συστήματος των δύο αντιστάσεων



**2ο βήμα.** Η τάση στα άκρα μιας αντίστασης δίνεται από την σχέση  $U = I_1 \cdot R_1$  (6.1) (Νόμος του Ωμ)

- για την αντίσταση  $R_1$  ισχύει:  $U_1 = I_1 \cdot R_1$  (6.2)

- για την αντίσταση  $R_2$  ισχύει:  $U_2 = I_2 \cdot R_2$  (6.3)

**3ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι οι δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες σε σειρά, άρα, διαρρέονται από ρεύματα τα οποία είναι ίδια με το ρεύμα  $I$  που παρέχει η πηγή.

Δηλαδή  $I_1 = I_2 = I$  (6.4)

**4ο βήμα.** Το ρεύμα  $I$  που παρέχει η πηγή δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{U_{ολ}}{R_{ολ}} \quad (6.5)$$

όπου: •  $U_{ολ}$  η ολική τάση στα άκρα του συστήματος των δύο αντιστάσεων σε V

- $R_{ολ}$  η ολική αντίσταση που παρουσιάζει το σύστημα των δύο αντιστάσεων σε  $\Omega$ .

**5ο βήμα.** Η ολική αντίσταση  $R_{ολ}$  που παρουσιάζει το σύστημα των δύο αντιστάσεων δίνεται από την σχέση  $R_{ολ} = R_1 + R_2$  (6.6)

**6ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = 50\Omega$ , στη σχέση (6.6):

$$R_{ολ} = 5\Omega + 50\Omega = 55\Omega$$

$$\text{άρα } R_{ολ} = 55\Omega$$

**7ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_{ολ} = 220V$ ,  $R_{ολ} = 55\Omega$ , στη σχέση (6.5)

$$\text{δηλαδή } I = \frac{220V}{55\Omega} = 4A \text{ . Άρα } I = 4A.$$

$$\text{Επειδή } I_1 = I_2 = I, \text{ άρα } I_1 = 4A, I_2 = 4A$$

**8ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = 50\Omega$ ,  $I_1 = 4A$ ,  $I_2 = 4A$  στις σχέσεις (6.2) και (6.3):  $U_1 = 4A \cdot 5\Omega = 20V$   
 $U_2 = 4A \cdot 50\Omega = 200V$

**Απάντηση**  
 $U_1 = 20V, U_2 = 200V$

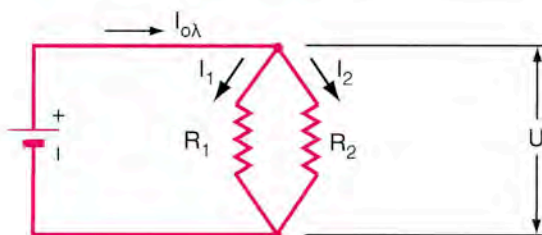
**7. Δύο αντιστάσεις  $R_1 = 1\Omega$  και  $R_2 = 100\Omega$  συνδέονται παράλληλα στους πόλους μιας πηγής τάσης 100V. Να ευρεθούν:**

- α) Η ολική αντίσταση του συστήματος των δύο αντιστάσεων.
- β) Το ολικό ρεύμα που παρέχεται από την πηγή.
- γ) Το ρεύμα που περνά από κάθε αντίσταση.

Λύση

Σχεδιάζουμε την συνδεσμολογία του συστήματος των δύο αντιστάσεων





α)

- Η ολική αντίσταση  $R_{ολ}$  του συστήματος των δύο αντιστάσεων που

συνδέονται παράλληλα δίνεται από τη σχέση  $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  (7.1)

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 100\Omega$ , στη σχέση (7.1)

δηλαδή  $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{100} = \frac{1+0,01}{1} = 1,01\Omega^{-1}$

Απάντηση

$$R_{ολ} = \frac{1}{1,01}\Omega = 0,99\Omega$$

β)

- Το ολικό ρεύμα  $I_{ολ}$  που παρέχεται από την πηγή τάσης  $U_{ολ}$  δίνεται

από τη σχέση  $I_{ολ} = \frac{U_{ολ}}{R_{ολ}}$  (7.2)

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_{ολ} = 100V$ ,  $R_{ολ} = 0,99\Omega$ , στη σχέση (7.2)

δηλαδή  $I_{ολ} = \frac{100V}{0,99\Omega} = 101A$

Απάντηση

$$I_{ολ} = 101A$$

γ)

- Το ρεύμα που περνά από κάθε αντίσταση δίνεται από την σχέση

$$I = \frac{U}{R} \quad (7.3)$$

$$\text{– για την αντίσταση } R_1 \text{ ισχύει: } I_1 = \frac{U_1}{R_1} \quad (7.4)$$

$$\text{– για την αντίσταση } R_2 \text{ ισχύει: } I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad (7.5)$$

- Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι οι δύο αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, άρα, έχουν στα άκρα τους τάσεις οι οποίες είναι ίδιες με την τάση  $U_{ολ}$  που παρέχεται από την πηγή.

$$\text{δηλαδή } U_1 = U_2 = U_{ολ}$$

$$\text{άρα } U_1 = 100\text{V}, U_2 = 100\text{V}$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_1 = 100\text{V}$ ,  $U_2 = 100\text{V}$ ,  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 100\Omega$  στις σχέσεις (7.4) και (7.5)

$$\text{δηλαδή } I_1 = \frac{100\text{V}}{1\Omega} = 100\text{A} \quad I_2 = \frac{100\text{V}}{100\Omega} = 1\text{A}$$

**Απάντηση**

$$I_1 = 100\text{A}, I_2 = 1\text{A}$$

**Σημείωση**

Παρατηρούμε ότι αν οι δύο αντιστάσεις, που συνδέονται παράλληλα, διαφέρουν πολύ ως προς την τιμή τους ( $R_2 \gg R_1$ ) μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όλο σχεδόν το ρεύμα του συστήματος των δύο αντιστάσεων περνά από την μικρότερη αντίσταση.

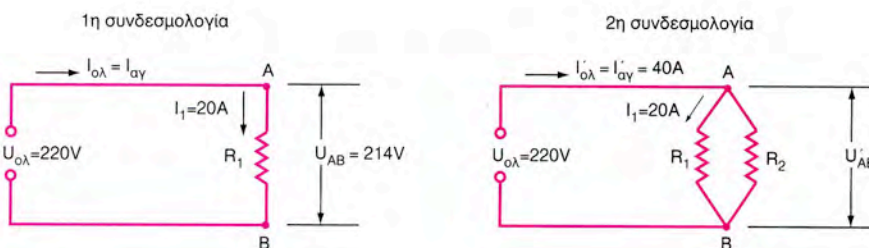
8. Μια ηλεκτρική συσκευή που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I = 20\text{A}$  συνδέεται στο δίκτυο της ΔΕΗ τάσης  $220\text{V}$ , μέσω μιας γραμμής μεγάλου μήκους, με αποτέλεσμα η τάση στα άκρα της συσκευής να είναι  $214\text{V}$ . Παράλληλα με την πρώτη συσκευή συνδέεται μια δεύτερη συσκευή, έτσι ώστε το ρεύμα που περνά από τη γραμμή να γίνει  $40\text{A}$ .

Να ευρεθούν:

- Η αντίσταση των αγωγών της γραμμής.
- Η πτώση τάσης κατά μήκος των αγωγών μετά την σύνδεση της δεύτερης συσκευής
- Η τάση στα άκρα των δύο συσκευών.

### Λύση

Σχεδιάζουμε τις συνδεσμολογίες του συστήματος σύμφωνα με την άσκηση:



Επεξήγηση: •  $R_1$  είναι η αντίσταση της πρώτης ηλεκτρικής συσκευής που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1 = 20\text{A}$   
 •  $R_2$  είναι η αντίσταση της δεύτερης συσκευής που συνδέεται παράλληλα με την πρώτη συσκευή  
 $I_{\alpha\gamma}$ ,  $I'_{\alpha\gamma}$  οι εντάσεις που διαρρέουν τους αγωγούς στη κάθε περίπτωση.

**a)**

- Η αντίσταση των αγωγών της γραμμής ( $R_{\alpha\gamma}$ ) δίνεται από την σχέση

$$R_{\alpha\gamma} = \frac{U_{\alpha\gamma}}{I_{\alpha\gamma}} \quad (8.1)$$

- όπου: –  $U_{\alpha\gamma}$  η τάση που επικρατεί στα άκρα των αγωγών  
 –  $I_{\alpha\gamma}$  η ένταση που διαρρέει τους αγωγούς.

- Σύμφωνα με την 1η συνδεσμολογία παρατηρούμε ότι:

- η τάση που επικρατεί στα άκρα των αγωγών ( $U_{\alpha\gamma}$ ) υπολογίζεται, αν αφαιρέσουμε από την ολική τάση της πηγής ( $U_{ολ}$ ) την τάση που επικρατεί στα άκρα της συσκευής ( $U_{AB}$ )

$$\text{δηλαδή } U_{\alpha\gamma} = U_{ολ} - U_{AB} \quad (8.2)$$

$$\text{άρα } U_{\alpha\gamma} = 220V - 214V = 6V \Rightarrow U_{\alpha\gamma} = 6V$$

- η ένταση που διαρρέει τους αγωγούς ( $I_{\gamma}$ ) είναι ίδια με την ένταση που διαρρέει την πρώτη συσκευή (συνδεσμολογία σειράς)

$$\text{δηλαδή } I_{\alpha\gamma} = I_1 = 20A$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_{\alpha\gamma} = 6V$ ,  $I_{\alpha\gamma} = 20A$  στη σχέση (8.1)

$$\text{δηλαδή } R_{\alpha\gamma} = \frac{6V}{20A} = 0,3\Omega$$

**Απάντηση**  
 $R_{\alpha\gamma} = 0,3\Omega$

6)

- Η πτώση τάσης κατά μήκος των αγωγών μετά την σύνδεση της δεύτερης συσκευής ( $U_{\alpha\gamma}'$  δίνεται από την σχέση  $U_{\alpha\gamma}' = I_{\alpha\gamma}' \cdot R_{\alpha\gamma}'$  (8.3).

- Σύμφωνα με την 2η συνδεσμολογία παρατηρούμε ότι:

- η ένταση που διαρρέει τους αγωγούς ( $I_{\alpha\gamma}'$ ) μετά τη σύνδεση της δεύτερης συσκευής είναι  $I_{\alpha\gamma}' = 40A$
- η αντίσταση των αγωγών ( $R_{\alpha\gamma}'$ ) παραμένει ίδια με την αντίσταση των αγωγών ( $R_{\alpha\gamma}$ ) κατά την 1η συνδεσμολογία γιατί

$$R_{\alpha\gamma} = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad \text{και} \quad R'_{\alpha\gamma} = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

$$\text{δηλαδή } R_{\alpha\gamma}' = R_{\alpha\gamma}$$

$$\text{άρα } R_{\alpha\gamma}' = 0,3\Omega$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $I'_{\alpha\gamma} = 40\text{A}$ ,  $R'_{\alpha\gamma} = 0,3\Omega$ , στη σχέση (8.3)

$$\text{δηλαδή } U'_{\alpha\gamma} = 40\text{A} \cdot 0,3\Omega = 12\text{V}$$

**Απάντηση**

$$U'_{\alpha\gamma} = 12\text{V}$$

γ)

- Η τάση στα άκρα των δύο συσκευών ( $U'_{AB}$ ) στην 2η συνδεσμολογία υπολογίζεται, αν αφαιρέσουμε από την ολική τάση της πηγής ( $U_{ολ}$ ), την πώση τάσης κατά μήκος των αγωγών ( $U'_{\alpha\gamma}$ ) μετά την σύνδεση της δεύτερης συσκευής

$$\text{δηλαδή } U'_{AB} = U_{ολ} - U'_{\alpha\gamma}$$

$$\text{άρα } U'_{AB} = 220\text{V} - 12\text{V} = 208\text{V}$$

**Απάντηση**

$$U'_{AB} = 208\text{V}$$



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να αναφέρετε τις τρεις μορφές του νόμου του Ωμ.

Απάντηση

**α' μορφή:** Η ένταση του ρεύματος  $I$  (σε A), που διαρρέει μια ηλεκτρική αντίσταση  $R$  (σε  $\Omega$ ), υπολογίζεται, αν διαιρέσουμε την τιμή της τάσης  $U$  (σε

V) που επικρατεί στα άκρα της με την τιμή της αντίστασης, δηλαδή  $I = \frac{U}{R}$

**β' μορφή:** Η τιμή μιας ηλεκτρικής αντίστασης  $R$  (σε  $\Omega$ ) υπολογίζεται αν διαιρέσουμε την ηλεκτρική τάση  $U$  (σε V) που επικρατεί στα άκρα της με την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος  $I$  (σε A) που τη διαρρέει,

$$\text{δηλαδή } R = \frac{U}{I}$$

**γ' μορφή:** Η τάση  $U$  (σε V) που επικρατεί στα άκρα μιας ηλεκτρικής αντίστασης είναι ίση με το γινόμενο της αντίστασης  $R$  (σε  $\Omega$ ) επί την ένταση του ρεύματος  $I$  (σε A) που διαρρέει την αντίσταση, δηλαδή  $U = I \cdot R$ .

**2. Να περιγράψετε τη διαδικασία μέτρησης μιας ηλεκτρικής αντίστασης, με τη βοήθεια ενός αμπερόμετρου και ενός βολτόμετρου.**

### Απάντηση

Αφού το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση είναι **ανάλογο της τάσης**, που εφαρμόζεται στα άκρα της, **ο λόγος της τάσης προς την ένταση του ρεύματος είναι σταθερός** και ισούται με την τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2U}{2I} = \frac{3U}{3I} = \dots$$

Αν εφαρμόσουμε, επομένως, μια οποιαδήποτε τάση στα άκρα μιας ηλεκτρικής αντίστασης και μετρήσουμε το αντίστοιχο ρεύμα που τη διαρρέει, υπολογίζουμε την τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης. (σελίδα 49)

**3. Να αναφέρετε τις ιδιότητες της σύνδεσης αντιστάσεων σε σειρά.**

### Απάντηση

**α' ιδιότητα:** Στη σύνδεση σειράς όλες οι αντιστάσεις διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

**β' ιδιότητα:** Η ολική αντίσταση που παρουσιάζει το σύστημα των αντιστάσεων στη σύνδεση σειράς είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων, π.χ.  $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$ .

**γ' ιδιότητα:** Η ολική τάση στα άκρα του συστήματος αντιστάσεων που συνδέονται σε σειρά είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα κάθε μιας αντίστασης π.χ.  $U_{ολ} = U_1 + U_2 + U_3$ .

**4. Πως κατανέμεται η τάση μεταξύ δύο αντιστάσεων που συνδέονται σε σειρά;**

Απάντηση

Οι τάσεις στα άκρα δύο αντιστάσεων που συνδέονται σε σειρά, είναι ανά-

λογες των αντιστάσεων: δηλαδή  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

**5. Να αναφέρετε τις ιδιότητες της παράλληλης σύνδεσης.**

Απάντηση

**α' ιδιότητα:** Στη παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων όλες οι αντιστάσεις έχουν στα άκρα τους την ίδια τάση.

**β' ιδιότητα:** Το ολικό ρεύμα που διαρρέει το σύστημα των αντιστάσεων στην παράλληλη σύνδεση είναι ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων κάθε αντίστασης, π.χ.  $I_{ολ} = I_1 + I_2 + I_3$ .

**γ' ιδιότητα:** Η ολική αντίσταση του συστήματος των αντιστάσεων που συνδέονται παράλληλα είναι μικρότερη από καθεμιά από τις παράλληλες αντιστάσεις. Για τον υπολογισμό της ισχύει η σχέση:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

**6. Πως κατανέμεται το ηλεκτρικό ρεύμα μεταξύ δύο αντιστάσεων που συνδέονται παράλληλα;**

Απάντηση

Οι εντάσεις των ρευμάτων ( $I_1, I_2$ ), που διαρρέουν δύο αντιστάσεις ( $R_1, R_2$ ) συνδεδεμένες παράλληλα είναι αντιστρόφως ανάλογες των τιμών των δύο αντιστάσεων.

Δηλαδή ισχύει η σχέση:  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_1}{R_2}$

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η μικρότερη αντίσταση έχει τη μεγαλύτερη ένταση ρεύματος και η μεγαλύτερη αντίσταση έχει τη μικρότερη ένταση ρεύματος.

**7. Γιατί στην παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων η ολική αντίσταση είναι μικρότερη από τη μικρότερη αντίσταση που συνδέεται παράλληλα;**

### Απάντηση

Κάθε φορά, που μια αντίσταση συνδέεται παράλληλα σε μια άλλη, δημιουργείται ένας παράλληλος "δρόμος" για την κυκλοφορία του ρεύματος. Διευκολύνεται δηλαδή η κίνηση των ηλεκτρονίων ή αλλιώς μειώνονται τα συνολικά "εμπόδια" που έχει να υπερνικήσει το ηλεκτρικό ρεύμα. Επομένως η ολική αντίσταση  $R_{ολ}$  του συστήματος μικραίνει με κάθε επιπλέον αντίσταση που συνδέεται παράλληλα. Μια μαθηματική απόδειξη είναι η εξής:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{ολ}} > \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_1 > R_{ολ}$$

Αντίστοιχη σχέση ισχύει για τις  $R_2$ ,  $R_3$ .

**8. Τι εννοούμε με τον όρο βραχυκύκλωμα;**

### Απάντηση

Βραχυκύκλωμα συμβαίνει σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, όταν λόγω βλάβης ή άστοχου χειρισμού, το ρεύμα δεν ακολουθεί την κανονική του πορεία, αλλά "κλείνει κύκλωμα" μέσω ενός αγωγίμου δρόμου που παρουσιάζει πολύ μικρή αντίσταση. Έτσι η ένταση του ρεύματος αποκτά μια πολύ μεγάλη τιμή (ρεύμα βραχυκυκλώματος), πολλές φορές μεγαλύτερη από την ένταση του ρεύματος λειτουργίας του αρχικού κυκλώματος.



**9. Να αναφέρετε πιθανές αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν βραχυκύκλωμα στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.**

### Απάντηση

Στην πράξη, τα βραχυκυκλώματα μπορούν να προκληθούν με πολλούς τρόπους.

Μια από τις συνηθισμένες περιπτώσεις είναι να φθαρεί η μόνωση των αγωγών τροφοδοσίας μιας συσκευής και να έρθουν σε επαφή μεταξύ τους οι δύο γυμνωμένοι αγωγοί. Άλλη περίπτωση είναι να φθαρεί η μόνωση του αγωγού τροφοδοσίας που συνδέει το θετικό πόλο της πηγής με την συσκευή και να έρθει σε επαφή ο γυμνωμένος αγωγός με το γειωμένο μεταλλικό περίβλημα της συσκευής.

Σε αυτά τα παραδείγματα, το βραχυκύκλωμα, προκλήθηκε από τη φθαρμένη μόνωση των αγωγών. Μπορεί όμως να προκληθεί και με άλλους τρόπους, όπως αν π.χ. γίνει λάθος στη συνδεσμολογία των αγωγών, αν πέσει ένα μεταλλικό αντικείμενο πάνω σε γυμνούς αγωγούς, αν κοπεί κατά λάθος κάποιο καλώδιο, αν χυθούν νερά σε μια ηλεκτρική συσκευή, αν ένας γερανός ακουμπήσει σε εναέριους αγωγούς κ.λ.π.

**10. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η πτώση τάσης κατά μήκος των ρευματοφόρων αγωγών;**

### Απάντηση

Η πτώση τάσης  $\Delta U$  κατά μήκος των ρευματοφόρων αγωγών εξαρτάται από την αντίσταση των αγωγών  $R_a$  και από την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος  $I_a$  που τους διαρρέει:  $\Delta U = R_a \cdot I_a$





ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. α) Ποια ένταση ρεύματος διαρρέει κοινούς λαμπτήρες πυράκτωσης ισχύος 40 W, 60 W, 100 W και 150 W όταν συνδεθούν σε δίκτυο τάσης 220 V; β) Ποια είναι η αντίσταση σε Ω κάθε λαμπτήρα;

### Λύση

α)

- Η ένταση ρεύματος ( $I$ ) που διαρρέει ένα λαμπτήρα πυράκτωσης ισχύος ( $P$ ) όταν συνδεθεί σε δίκτυο τάσης ( $U$ ) δίνεται από την σχέση

$$I = \frac{P}{U} \quad (1.1)$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P = 40\text{W}$   $U = 220\text{V}$ , στην σχέση (1.1) για να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος ( $I_{40}$ ) η οποία διαρρέει τον κοινό λαμπτήρα πυράκτωσης ισχύος 40W,

$$\text{δηλαδή } I_{40} = \frac{40\text{ W}}{220\text{ V}} = 0,18\text{ A}$$

$$\text{άρα } I_{40} = 0,18\text{ A}$$

- Με τον ίδιο τρόπο, βρίσκουμε ότι:

$$I_{60} = \frac{60\text{ W}}{220\text{ V}} = 0,27\text{ A} \quad \text{άρα } I_{60} = 0,27\text{ A}$$

$$I_{100} = \frac{100\text{ W}}{220\text{ V}} = 0,45\text{ A} \quad \text{άρα } I_{100} = 0,45\text{ A}$$

$$I_{150} = \frac{150\text{ W}}{220\text{ V}} = 0,68\text{ A} \quad \text{άρα } I_{150} = 0,68\text{ A}$$

β)

- Η αντίσταση ενός λαμπτήρα πυράκτωσης ισχύος ( $P$ ) που επικρατεί στα

$$\text{άκρα του τάσης } (U) \text{ δίνεται από την σχέση } R = \frac{U^2}{P} \quad (1.2)$$

- Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P = 40\text{W}$   $U = 220\text{V}$ , στη σχέση (1.2) για να υπολογίσουμε την αντίσταση ( $R_{40}$ ) του λαμπτήρα πυράκτωσης ισχύος  $40\text{W}$ ,

$$\text{δηλαδή } R_{40} = \frac{(220\text{ V})^2}{40\text{ W}} = \frac{48.400\text{ V}^2}{40\text{ W}} = 1210\ \Omega$$

$$\text{άρα } R_{40} = 1210\ \Omega$$

- Με τον ίδιο τρόπο, βρίσκουμε ότι

$$R_{60} = \frac{(220\text{ V})^2}{60\text{ W}} = \frac{48.400\text{ V}^2}{60\text{ W}} = 807\ \Omega \quad \text{άρα } R_{60} = 807\ \Omega$$

$$R_{100} = \frac{(220\text{ V})^2}{100\text{ W}} = \frac{48.400\text{ V}^2}{100\text{ W}} = 484\ \Omega \quad \text{άρα } R_{100} = 484\ \Omega$$

$$R_{150} = \frac{(220\text{ V})^2}{150\text{ W}} = \frac{48.400\text{ V}^2}{150\text{ W}} = 323\ \Omega \quad \text{άρα } R_{150} = 323\ \Omega$$

**Σημείωση:** Οι τιμές των αντιστάσεων  $R_{40}$ ,  $R_{60}$ ,  $R_{100}$ ,  $R_{150}$  μπορούν να υπολογιστούν από την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα τους και την ένταση που διαρρέει κάθε αντίσταση με εφαρμογή του νόμου του Ωμ:

$$\text{δηλαδή } R_{40} = \frac{U}{I_{40}}, \quad R_{60} = \frac{U}{I_{60}}, \quad R_{100} = \frac{U}{I_{100}}, \quad R_{150} = \frac{U}{I_{150}}$$

**2. Μια ηλεκτρική θερμάστρα έχει αντίσταση  $R = 32\ \Omega$ . Ποια είναι η ισχύς της όταν συνδέεται σε δίκτυο τάσης  $220\text{ V}$ ;**

### Λύση

**1ο βήμα.** Η ισχύς ( $P$ ) που παίρνει από το δίκτυο τάσης ( $U$ ) μια αντίσταση ( $R$ ) δίνεται από την σχέση

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (2.1)$$

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U = 220\text{V}$   $R = 32\Omega$ , στη σχέση (2.1)

$$\text{δηλαδή } P = \frac{(220\text{ V})^2}{32\ \Omega} = \frac{48.400\ \text{V}^2}{32\ \Omega} = 1513\ \text{W} \approx 1,5\ \text{kW}$$

**Απάντηση**

$$P = 1513 \approx 1,5\text{kW}$$

**3.** Σε ένα δίκτυο τάσης  $220\ \text{V}$  συνδέεται ηλεκτρικός κινητήρας που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $10\ \text{A}$ . Ο κινητήρας τροφοδοτείται μέσω αγωγών, που έχουν ολική αντίσταση  $R_a = 1,8\ \Omega$ . Να ευρεθούν:

- α) Η ισχύς που παρέχεται από το δίκτυο στον κινητήρα και στους αγωγούς.
- β) Η ηλεκτρική ισχύς που μετατρέπεται σε θερμική ισχύ στους αγωγούς.
- γ) Η ισχύς που παίρνει ο κινητήρας.

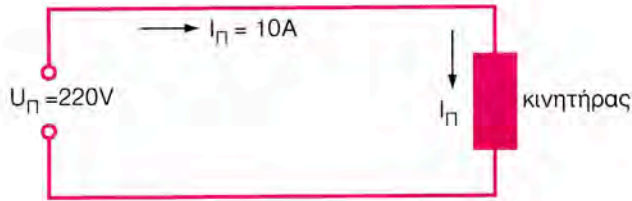
### Λύση

**α)**

**1ο βήμα.** Η ισχύς ( $P_{\pi}$ ) που παρέχεται από το δίκτυο στον κινητήρα και στους αγωγούς δίνεται από την σχέση  $P_{\pi} = U_{\pi} \cdot I_{\pi}$  (3.1)

όπου: •  $U_{\pi}$  η τάση που παρέχεται από το δίκτυο στα άκρα του συστήματος των αντιστάσεων του κινητήρα και των αγωγών (σε  $V$ ).

•  $I_{\pi}$  το ρεύμα που παρέχεται από το δίκτυο και διαρρέει το σύστημα των αντιστάσεων του κινητήρα και των αγωγών (σε  $A$ ).



**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_{\pi} = 220V$ ,  $I_{\pi} = 10A$ , στην σχέση (3.1)

$$\text{δηλαδή } P_{\pi} = 220V \cdot 10A = 2200W$$

**Απάντηση**  
 $P_{\pi} = 2200W$

β)

**1ο βήμα.** Η ηλεκτρική ισχύς ( $P_a$ ) που μετατρέπεται σε θερμική ισχύ στους αγωγούς δίνεται από την σχέση  $P_a = R_a \cdot I_a^2$  (3.2)

όπου: •  $R_a$  η αντίσταση των αγωγών (σε  $\Omega$ )

•  $I_a$  η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς.

**2ο βήμα.** Παρατηρούμε ότι η ένταση ( $I_a$ ) που διαρρέει τους αγωγούς είναι ίδια με την ένταση που παρέχεται από το δίκτυο

$$\text{δηλαδή } I_{\pi} = I_a = 10A$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $R_a = 1,8\Omega$ ,  $I_a = 10A$  στη σχέση (3.2)

$$\text{δηλαδή } P_a = 1,8\Omega \cdot (10A)^2 = 1,8 \cdot 100W = 180W$$

**Απάντηση**  
 $P_a = 180W$

γ)

**1ο βήμα.** Η ισχύς ( $P_{\omega}$ ) που παίρνει ο κινητήρας υπολογίζεται αν αφαιρέσουμε από την ισχύ ( $P_{\pi}$ ) που παρέχεται από το δίκτυο την ισχύ ( $P_a$ ) που μετατρέπεται σε θερμική ισχύ στους αγωγούς

$$\text{δηλαδή } P_{\omega} = P_{\pi} - P_a \quad (3.3)$$



**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P_{\pi} = 2200W$   $P_{\alpha} = 180W$ , στη σχέση (3.3)

$$\text{δηλαδή } P_{\omega} = 2200W - 180W = 2020W$$

**Απάντηση**  
 **$P_{\omega} = 2020W$**

**4. Κατά την διάρκεια των θερινών διακοπών, ξεχάστηκαν αναμμένοι σε ένα διαμέρισμα δύο λαμπτήρες πυράκτωσης ισχύος 60 W ο καθένας, επί 30 ημέρες. Αν η ηλεκτρική εταιρεία χρεώνει 40 δρχ την kWh, πόσες δραχμές κόστισε η λειτουργία τους;**

### Λύση

**1ο βήμα.** Το κόστος (K) της λειτουργίας των δύο λαμπτήρων (σε δρχ.) υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό της ηλεκτρικής ενέργειας (W) που καταναλώθηκε από τους δύο λαμπτήρες (σε kWh) επί το πόσο χρέωσης (δ) κάθε kWh (σε δρχ./kWh) δηλαδή  $K = W \cdot \delta$  (4.1).

**2ο βήμα.** Η ηλεκτρική ενέργεια (W) που καταναλώθηκε από τους δύο λαμπτήρες (σε kWh) υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό της ηλεκτρικής ισχύος (P) των δύο λαμπτήρων (σε kW) επί το χρόνο (t) που λειτούργησαν οι δύο λαμπτήρες (σε h) δηλαδή  $W = P \cdot t$  (4.2)

**3ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι:

- η ηλεκτρική ισχύς (P) των δύο λαμπτήρων (σε kW) είναι  $P = 60W + 60W = 120W = 0,12KW$  άρα  $P = 0,12KW$
- ο χρόνος (t) που λειτούργησαν οι δύο λαμπτήρες (σε h) είναι

$$t = 30 \text{ ημέρες} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{ημέρα}} = 720 \text{ h} \quad \text{άρα} \quad t = 720 \text{ h}$$

**4ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P = 0,12KW$ ,  $t = 720h$ , στη σχέση (4.2)

δηλαδή  $W = 0,12\text{KW} \cdot 720\text{h} = 86,4\text{KWh}$   
 άρα  $W = 86,4\text{KWh}$

**5ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $W = 86,4\text{KWh}$ ,  
 $\delta = 40 \text{ δρχ./KWh}$ , στη σχέση (4.1)

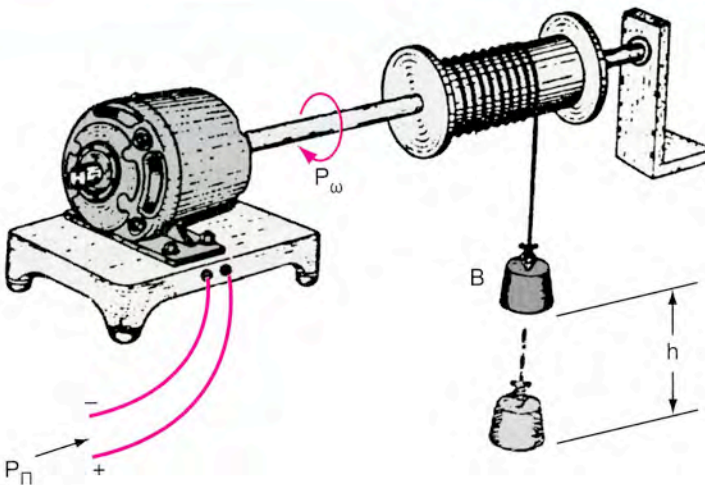
δηλαδή  $k = 86,4 \text{ kWh} \cdot 40 \frac{\text{δρχ.}}{\text{kWh}} = 3456 \text{ δρχ.}$

άρα  $K = 3456 \text{ δρχ.}$

**Απάντηση**  
 **$K = 3.456 \text{ δρχ.}$**

5) Ο κινητήριος μηχανισμός ενός βαρούλκου παίρνει από το ηλεκτρικό δίκτυο ηλεκτρική ισχύ 6 kW. Αν ο βαθμός απόδοσης του μηχανισμού είναι  $\eta = 0,6$ , να ευρεθούν:

α) Η μηχανική (ωφέλιμη) ισχύς στον άξονα του βαρούλκου.  
 β) Η ισχύς των απωλειών.  
 γ) Σε πόσο χρόνο το βαρούλκο μπορεί να ανυψώσει βάρος 2 τόνων ( $\approx 20\,000 \text{ N}$ ) σε ένα ύψος 45 m ;



Λύση

α)

**1ο βήμα.** Η μηχανική (ωφέλιμη) ισχύς ( $P_{\omega}$ ) στον άξονα του βαρούλκου δίνεται από τη σχέση  $P_{\omega} = \eta \cdot P_{\pi}$  (5.1)

όπου: •  $\eta$  ο βαθμός απόδοσης του μηχανισμού

- $P_{\pi}$  η παραλαμβανόμενη από τη συσκευή ηλεκτρική ισχύς σε W.

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\eta = 0,6$ ,  $P_{\pi} = 6\text{KW}$ , στη σχέση (5.1)

$$\text{δηλαδή } P_{\omega} = 0,6 \cdot 6\text{KW} = 3,6\text{KW}$$

**Απάντηση**  
 $P_{\omega} = 3,6\text{KW}$

β)

**1ο βήμα.** Η ισχύς των απωλειών ( $P_{\alpha}$ ) υπολογίζεται αν αφαιρέσουμε από την παραλαμβανόμενη ηλεκτρική ισχύ ( $P_{\pi}$ ) την ωφέλιμη ισχύ ( $P_{\omega}$ ), δηλαδή  $P_{\alpha} = P_{\pi} - P_{\omega}$  (5.2)

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P_{\pi} = 6\text{KW}$ ,  $P_{\omega} = 3,6\text{KW}$ , στη σχέση (5.2)

$$\text{δηλαδή } P_{\alpha} = 6\text{KW} - 3,6\text{KW} = 2,4\text{KW}$$

**Απάντηση**  
 $P_{\alpha} = 2,4\text{KW}$

γ)

**1ο βήμα.** Ο χρόνος ( $t$ ) που απαιτείται για να μπορέσει να ανυψώσει το βαρούλκο, ένα βάρος ( $B$ ) σε ένα ύψος ( $h$ ) δίνεται από την σχέση

$$t = \frac{W}{P_{\omega}} \quad (5.3) \quad \left( \text{ισχύει } P_{\omega} = \frac{W}{t} \right)$$

όπου: •  $W$  το έργο που εκτελείται κατά την ανύψωση του βάρους ( $B$ ) σε ένα ύψος ( $h$ )

•  $P_{\omega}$  η μηχανική (ωφέλιμη) ισχύς στον άξονα του βαρούλικου.

**2ο βήμα.** Το έργο ( $W$ ) υπολογίζεται αν πολλαπλασιάσουμε το βάρος ( $B$ ) επί το ύψος ( $h$ )

δηλαδή  $W = B \cdot h$  (5.4)

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $B = 20.000\text{N}$ ,  $h = 45\text{m}$  στη σχέση (5.4)

δηλαδή  $W = 20.000\text{N} \cdot 45\text{m} = 900.000\text{N} \cdot \text{m} = 900.000\text{J} = 900.000\text{W} \cdot \text{s}$

άρα  $W = 900.000\text{J}$  ή  $W = 900.000\text{W} \cdot \text{s}$

**4ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι η μηχανική ισχύς είναι  $P_{\omega} = 3,6\text{KW}$ . Επειδή  $1\text{KW} = 1000\text{W}$  έχουμε  $P_{\omega} = 3600\text{W}$

**5ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $W = 900.000\text{W} \cdot \text{s}$ ,  $P_{\omega} = 3600\text{W}$ , στη σχέση (5.3)

δηλαδή  $t = \frac{900.000\text{ J}}{3.600\text{ W}} = \frac{900.000\text{ W} \cdot \text{s}}{3.600\text{ W}} = 250\text{ s}$  άρα  $t = 250\text{ s}$

επειδή  $1\text{min} = 60\text{s}$  άρα  $t = 4\text{min}$  και  $10\text{s}$

**Απάντηση**  
 **$t = 4\text{min}$  και  $10\text{s}$**

6. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός τόνου και παρέχει ωφέλιμη μηχανική ισχύ  $3\text{ PS}$  με βαθμό απόδοσης  $\eta = 0,8$ .

Να βρεθούν :

α) Η ισχύς που παραλαμβάνει ο κινητήρας από το ηλεκτρικό δίκτυο σε  $W$

β) Η ισχύς απωλειών του κινητήρα.

γ) Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας, αν λειτουργεί  $5$  ώρες την ημέρα, επί  $25$  ημέρες με την παραπάνω σταθερή ισχύ.

Λύση

α)

**1ο βήμα.** Η ισχύς που παραλαμβάνει ένας κινητήρας από το ηλεκτρικό δίκτυο ( $P_{\pi}$ ), αποδίδοντας ωφέλιμη μηχανική ισχύ ( $P_{\omega}$ ) με βαθμό

$$\text{απόδοσης } (\eta) \text{ δίνεται από την σχέση } P_{\pi} = \frac{P_{\omega}}{\eta} \quad (6.1)$$

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι η ωφέλιμη μηχανική ισχύς είναι  $P_{\omega} = 3\text{PS}$ . Επειδή  $1\text{PS} = 736\text{W}$  άρα  $P_{\omega} = 3 \times 736\text{W} = 2208\text{W}$

– Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P_{\omega} = 2208\text{W}$ ,  $\eta = 0,8$ , στη

$$\text{σχέση (6.1) δηλαδή } P_{\pi} = \frac{2208 \text{ W}}{0,8} = 2760 \text{ W} \quad \text{άρα } P_{\pi} = 2760 \text{ W}$$

**Απάντηση**  
 **$P_{\pi} = 2760\text{W}$**

β)

**1ο βήμα.** Η ισχύς απωλειών του κινητήρα ( $P_{\alpha}$ ), υπολογίζεται αν αφαιρέσουμε από την ισχύ που παραλαμβάνει ο κινητήρας από το δίκτυο ( $P_{\pi}$ ), την ωφέλιμη μηχανική ισχύ ( $P_{\omega}$ )

$$\text{δηλαδή } P_{\alpha} = P_{\pi} - P_{\omega} \quad (6.2)$$

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P_{\pi} = 2760\text{W}$ ,  $P_{\omega} = 2208\text{W}$ , στη σχέση (6.2)

$$\text{δηλαδή } P_{\alpha} = 2760\text{W} - 2208\text{W} = 552\text{W} \quad \text{άρα } P_{\alpha} = 552\text{W}$$

**Απάντηση**  
 **$P_{\alpha} = 552\text{W}$**

γ)

**1ο βήμα.** Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας ( $W$ ), δίνεται από την σχέση  $W = P_{\pi} \cdot t$  (6.3)

όπου  $P_{\pi}$  η ισχύς που παραλαμβάνει ο κινητήρας από το δίκτυο σε  $W$

•  $t$  ο χρόνος που λειτουργεί ο κινητήρας σε  $s$

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε ότι ο χρόνος που λειτουργεί ο κινητήρας είναι 5 ώρες την ημέρα επί 25 ημέρες. Δηλαδή  $t = 5\text{h/ημέρα} \cdot 25 \text{ ημέρες} = 125\text{h}$  άρα  $t = 125\text{h}$ .

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P_{\pi} = 2760\text{W}$ ,  $t = 125\text{h}$ , στη σχέση (6.3)

δηλαδή  $W = 2.760\text{W} \cdot 125\text{h} = 345000\text{Wh}$

επειδή  $1\text{KWh} = 1000\text{Wh}$  άρα  $W = 345\text{KWh}$

**Απάντηση**  
 **$W = 345\text{KWh}$**

**7. Η μίζα ενός αυτοκινήτου δέχεται ρεύμα έντασης 300A και εφαρμόζεται στα άκρα της τάση  $U = 9,9 \text{ V}$ . Αν ο βαθμός απόδοσης της μίζας είναι  $\eta = 0,49$ , να ευρεθεί η ωφέλιμη μηχανική ισχύς σε  $W$  και σε  $\text{PS}$ .**

Λύση

**1ο βήμα.** Η ωφέλιμη μηχανική ισχύς της μίζας ( $P_{\omega}$ ) δίνεται από την σχέση  $P_{\omega} = P_{\pi} \cdot \eta$  (7.1)

όπου  $P_{\pi}$  η ισχύς που παραλαμβάνει η μίζα σε  $W$

•  $\eta$  ο βαθμός απόδοσης της μίζας.

**2ο βήμα.** Η ισχύς που παραλαμβάνει η μίζα ( $P_{\pi}$ ) δίνεται από την σχέση  $P_{\pi} = U \cdot I$  (7.2)

- $U$  η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της μίζας σε  $V$
- $I$  η ένταση του ρεύματος που δέχεται η μίζα σε  $A$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U = 9,9V$   $I = 300A$  στη σχέση (7.2)

$$\text{δηλαδή } P_{\pi} = 9,9V \cdot 300A = 2970W \text{ άρα } P_{\pi} = 2970W$$

**4ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P = 2970$ ,  $\eta = 0,49$ , στη σχέση (7.1)

$$\text{δηλαδή } P_{\omega} = 2970W \cdot 0,49 = 1455W \text{ άρα } P_{\omega} = 1455W$$

**Απάντηση**  
 **$P_{\omega} = 1455W$**

**5ο βήμα.** Επειδή  $1 \text{ PS} = 736 \text{ W} \Rightarrow 1 \text{ W} = \frac{1}{736} \text{ PS}$

$$\text{άρα } P_{\omega} = 1455 \cdot \frac{1}{736} \text{ PS} = 1,98 \text{ PS}$$

**Απάντηση**  
 **$P_{\omega} = 1,98PS$**



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Ποιες μονάδες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ενέργειας και του έργου;**

### Απάντηση

Η ενέργεια και το έργο μετριοούνται με την μονάδα J (Joule).  
 $1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$  και  $1\text{J} = 1\text{W} \cdot 1\text{s}$

όπου • N (Newton) η μονάδα μέτρησης του βάρους

- m (μέτρο) η μονάδα μέτρησης του ύψους
- W (Watt) η μονάδα μέτρησης της ισχύος
- s (δευτερόλεπτα) η μονάδα μέτρησης του χρόνου.

Άλλες μονάδες που χρησιμοποιούνται στην Ηλεκτροτεχνία είναι: η κιλοβατώρα KWh ( $1\text{KWh} = 3.600.000\text{J}$ ) και η βατώρα Wh ( $1\text{Wh} = 3600\text{J}$ ).

**2. Τι ονομάζουμε ισχύ και σε τι μονάδες μετριέται;**

### Απάντηση

Ισχύς (P) ονομάζουμε το πηλίκο του έργου (W), δια του χρόνου (t) στον

οποίο εκτελείται το έργο, δηλαδή  $P = \frac{W}{t}$

Μονάδες μέτρησης της ισχύος είναι το W (Watt) και ο Ιππος.

$$1 \text{ Watt} = \frac{1 \text{ J (Joule)}}{1 \text{ s (δευτερόλεπτο)}}$$

Πολλαπλάσιο του W είναι το KW.  $1\text{KW} = 1000\text{W}$ . Υπάρχουν δύο ειδών Ιπποι: Ο ατμόιππος ή κοινός ίππος που συμβολίζεται με PS ή CV και ο αγγλοσαξωνικός ίππος που συμβολίζεται με HP.

$$1 \text{ PS (ή } 1 \text{ CV)} = 736\text{W} = 0,736\text{KW}$$

$$1 \text{ HP} = 746\text{W} = 0,746\text{KW}$$



### 3. Με τι ισούται η ηλεκτρική ισχύς;

#### Απάντηση

Η ηλεκτρική ισχύς  $P$  ισούται με το γινόμενο της τάσης  $U$  επί την ένταση του ρεύματος  $I$ :

$$P = U \cdot I \quad (3.1).$$

Αν η τάση  $U$  είναι η πολική τάση μιας πηγής και  $I$  η ένταση του ρεύματος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, η σχέση (3.1) μας δίνει την ισχύ  $P$  που παρέχεται από την πηγή στο κύκλωμα. Αν  $U$  είναι η τάση στα άκρα μιας συσκευής που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια και  $I$  η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη συσκευή, η σχέση (3.1) μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η συσκευή.

### 4. Ποια σχέση συνδέει τις μονάδες $W$ , $V$ και $A$ ;

#### Απάντηση

Η σχέση που συνδέει τις μονάδες  $W$ ,  $V$  και  $A$  είναι η εξής:  $1 W$  (Watt) =  $1 V$  (Volt)  $\cdot$   $1 A$  (Ampere)

### 5. Πότε χρησιμοποιούμε για την ηλεκτρική ισχύ τις σχέσεις:

$$P = R \cdot I^2 \text{ και } P = \frac{U^2}{R}$$

#### Απάντηση

Στην περίπτωση συσκευών, που μετατρέπουν όλη την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική (π.χ. μάτι κουζίνας, ηλεκτρικό σίδερο, θερμοσίφωνα), η ισχύς  $P$  μπορεί να υπολογιστεί από την τιμή της αντίστασης  $R$  της συσκευής.

Στον τύπο  $P = U \cdot I$  αντικαθιστούμε την τάση  $U$  με το ίσο της, σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ,  $U = R \cdot I$  και παίρνουμε την εξής σχέση για την ισχύ:

$$P = R \cdot I^2$$

Σε μια αντίσταση σταθερής τιμής  $R$ , η ισχύς αυξάνεται με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος που τη διαρρέει.

Αν, στον ίδιο τύπο  $P = U \cdot I$ , αντικαταστήσουμε το ρεύμα  $I$  με το ίσο του,  $I = \frac{U}{R}$ , λαμβάνουμε τη σχέση:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Σε μια αντίσταση σταθερής τιμής  $R$ , η ισχύς αυξάνεται με το τετράγωνο της τάσης που επικρατεί στα άκρα της. (σελίδα 86)

6. Να αναφέρετε συσκευές στις οποίες όλη η παρεχόμενη ηλεκτρική ισχύς μετατρέπεται σε θερμική ισχύ, καθώς και συσκευές, στις οποίες το μεγαλύτερο μέρος της παρεχόμενης ηλεκτρικής ισχύος δε μετατρέπεται σε θερμική ισχύ.

### Απάντηση

- Συσκευές στις οποίες όλη η παρεχόμενη ηλεκτρική ισχύς μετατρέπεται σε θερμική ισχύ είναι: το σίδερο σιδερώματος, η καφετιέρα, η ηλεκτρική κουζίνα, ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας, το ηλεκτρικό θερμαντικό σώμα κ.ά.
- Συσκευές στις οποίες το μεγαλύτερο μέρος της παρεχόμενης ηλεκτρικής ισχύος δε μετατρέπεται σε θερμική ισχύ είναι: ο ανεμιστήρας, η ηλεκτρική σκούπα, το ηλεκτρικό μίξερ, η ηλεκτρική ξυριστική μηχανή κ.ά.

### 7. Τι ονομάζουμε βαθμό απόδοσης μιας συσκευής;

#### Απάντηση

Βαθμός απόδοσης  $\eta$ , ονομάζεται το πηλίκο της ωφέλιμης ισχύος  $P_{\omega}$  προς την παραλαμβανόμενη από την συσκευή ισχύ  $P_{\pi}$

$$\text{δηλαδή } \eta = \frac{P_{\omega}}{P_{\pi}} .$$

### 8. Με ποια όργανα μετριέται η ηλεκτρική ισχύς και με ποια η ενέργεια;

#### Απάντηση

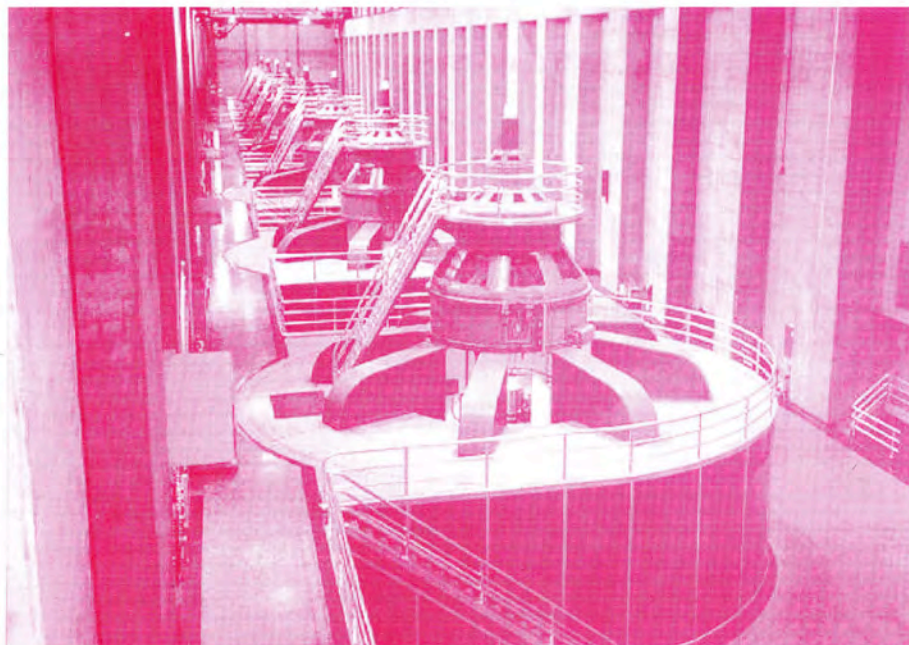
Η μέτρηση της ηλεκτρικής ισχύος μπορεί να γίνει έμμεσα με μέτρηση της τάσης και της έντασης και εφαρμογή του τύπου  $P = U \cdot I$ . Ο τρόπος αυτός μέτρησης ισχύει στο συνεχές ρεύμα. Στο εναλλασσόμενο ρεύμα επιτρέπεται μόνο για θερμικές συσκευές (που έχουν ωμική αντίσταση  $R$ ) (Σχ. 3.4.α).

Η ηλεκτρική ισχύς μετριέται άμεσα με το βαττόμετρο, το οποίο διαθέτει 4 ακροδέκτες και συνδέεται με το ηλεκτρικό κύκλωμα, όπως φαίνεται στο Σχ.3.4.β.

Η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με ειδικούς μετρητές, όπως αυτοί που τοποθετούνται από την ΔΕΗ στους καταναλωτές, (Σχ.3.4.γ)

Οι μετρητές έχουν ένα δίσκο που περιστρέφεται με ταχύτητα, ανάλογη με το ρυθμό που καταναλώνεται η ενέργεια. Κάθε περιστροφή του δίσκου, αντιστοιχεί σε ορισμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Π.χ. 150 περιστροφές του δίσκου του μετρητή, αντιστοιχούν σε 1 kWh. Ένας μηχανισμός μετρά τον αριθμό των περιστροφών και δίνει με αριθμητικά ψηφία την ένδειξη σε kWh. (Μόλις συμπληρωθούν 150 στροφές, αλλάζει το τελευταίο ψηφίο, όπως συμβαίνει και στον χιλιομετρικό μετρητή του αυτοκινήτου). (σελίδες 91, 92, 93).





ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4

## ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι η συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος που έχει περίοδο  $T = 0,001\text{s}$ ;

### Λύση

**1ο βήμα.** Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος ( $f$ ) που έχει περίοδο ( $T$ ) δίνεται από την σχέση

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε το δεδομένο της άσκησης  $T = 0,001\text{s}$  στη σχέση (1.1)

$$\text{δηλαδή } f = \frac{1}{0,001\text{ s}} = 1000\text{ Hz} \quad \text{άρα } f = 1000\text{ Hz}$$

**Απάντηση**  
 **$f = 1000\text{Hz}$**

2. Αν διπλασιαστεί η συχνότητα ενός εναλλασσόμενου ρεύματος τι θα συμβεί στην περίοδό του;

### Λύση

**1ο βήμα.** Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος ( $f$ ) που έχει περίοδο ( $T$ ) δίνεται από την σχέση

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

**2ο βήμα.** Σύμφωνα με την άσκηση παρατηρούμε τα εξής:

- αρχική συχνότητα (πριν τον διπλασιασμό)  $f_1$ .
- τελική συχνότητα (μετά τον διπλασιασμό)  $f_2 = 2f_1$  (2.2).

**3ο βήμα.** Η αρχική συχνότητα δίνεται από την σχέση  $f_1 = \frac{1}{T_1}$  (2.3)

όπου  $T_1$  η αρχική περίοδος του εναλλασσόμενου ρεύματος πριν τον διπλασιασμό της συχνότητας.

Η τελική συχνότητα δίνεται από την σχέση  $f_2 = \frac{1}{T_2}$  (2.4)

όπου  $T_2$  η τελική περίοδος του εναλλασσόμενου ρεύματος μετά τον διπλασιασμό της συχνότητας.

**4ο βήμα.** Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι επειδή  $f_2 = 2f_1$  και

$$f_2 = \frac{1}{T_2} \quad \text{άρα} \quad 2f_1 = \frac{1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{1}{2f_1} \quad (2.5)$$

**5ο βήμα.** Από τις σχέσεις (2.3) και (2.5) προκύπτει ότι:

$$T_2 = \frac{1}{2f_1} = \frac{1}{2 \cdot \frac{1}{T_1}} = \frac{1}{2} = \frac{T_1}{2} \quad \text{άρα} \quad T_2 = \frac{T_1}{2}$$

#### **Απάντηση**

**Η περίοδος του εναλλασσόμενου ρεύματος ( $T_2$ ) θα μειωθεί στο μισό μετά τον διπλασιασμό της συχνότητας.**

**3. Ποια είναι η μέγιστη τιμή  $U_m$  μιας εναλλασσόμενης τάσης ενεργού τιμής 220 V;**

#### **Λύση**

**1ο βήμα.** Η ενεργός τιμή  $U$  μιας εναλλασσόμενης τάσης που έχει μέγιστη τιμή  $U_m$  δίνεται από τη σχέση  $U = 0,707 U_m$  (3.1).

**2ο βήμα.** Επιλύουμε την σχέση (3.1) ως προς  $U_m$  δηλαδή

$$U_m = \frac{U}{0,707} \quad (3.2)$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε το δεδομένο της άσκησης,  $U = 220V$ , στη σχέση (3.2)



$$\text{δηλαδή } U_m = \frac{220 \text{ V}}{0,707} = 311 \text{ V} \quad \text{άρα} \quad U_m = 311 \text{ V}$$

**Απάντηση**

$$U_m = 311 \text{ V}$$

4. Ηλεκτρικός κινητήρας συνδέεται σε εναλλασσόμενη τάση 220 V και διαρρέεται από ρεύμα έντασης 15A. Ζητείται :

- α) Αν ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα είναι  $\cos\phi = 0,8$ , η ισχύς που παίρνει ο κινητήρας από το ηλεκτρικό δίκτυο.  
β) Η σύνθετη αντίσταση Z του κινητήρα.

Λύση

α)

**1ο βήμα.** Η ισχύς P που παίρνει ο κινητήρας από το δίκτυο δίνεται από την σχέση  $P = U \cdot I \cdot \cos\phi$  (4.1)

όπου • U η εναλλασσόμενη τάση στην οποία συνδέεται ο κινητήρας σε V

- I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα σε A.
- $\cos\phi$  ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα.

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U = 220\text{V}$ ,  $I = 15\text{A}$ ,  $\cos\phi = 0,8$  στη σχέση (4.1)

$$\text{δηλαδή } P = 220\text{V} \cdot 15\text{A} \cdot 0,8 = 2640\text{W} \quad \text{άρα } P = 2640\text{W}$$

**Απάντηση**

$$P = 2640\text{W}$$

β)

**1ο βήμα.** Η σύνθετη αντίσταση του κινητήρα (Z) όταν συνδέεται σε εναλλασσόμενη τάση (U) και διαρρέεται από ρεύμα έντασης (I) δίνεται από την σχέση:

$$Z = \frac{U}{I} \quad (4.2)$$

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U = 220\text{V}$ ,  $I = 15\text{A}$ , στη σχέση (4.2)

$$\text{δηλαδή } Z = \frac{220\text{V}}{15\text{A}} = 14,67 \Omega. \quad \text{Άρα } Z = 14,67 \Omega$$

**Απάντηση**  
 **$Z = 14,67\Omega$**

**5. Μια ηλεκτρική συσκευή συνδέεται σε δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης  $220\text{ V}$  και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $3\text{A}$ . Ένα βαττόμετρο μετρά την ισχύ που παίρνει η συσκευή από το δίκτυο και δείχνει  $502\text{ W}$ . Ζητείται η τιμή του συντελεστή ισχύος (συνφ) της συσκευής.**

### Λύση

**1ο βήμα.** Η ισχύς  $P$  που παίρνει η συσκευή από το δίκτυο δίνεται από την σχέση  $P = U \cdot I \cdot \text{συν}\varphi$  (5.1)

όπου: •  $U$  η εναλλασσόμενη τάση στην οποία συνδέεται η συσκευή σε  $V$

•  $I$  η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την συσκευή σε  $A$ .

•  $\text{συν}\varphi$  ο συντελεστής ισχύος της συσκευής.

**2ο βήμα.** Επιλύουμε την σχέση (5.1) ως προς  $\text{συν}\varphi$  δηλαδή

$$\text{συν}\varphi = \frac{P}{U \cdot I} \quad (5.2)$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $P = 502\text{W}$ ,  $U = 220\text{V}$ ,  $I = 3\text{A}$ , στην σχέση (5.2)

$$\text{δηλαδή } \text{συν}\varphi = \frac{502\text{ W}}{220\text{ V} \cdot 3\text{ A}} = \frac{502\text{ W}}{660\text{ W}} = 0,76 \quad \text{άρα } \text{συν}\varphi = 0,76$$

**Απάντηση**  
**συνφ = 0,76**

6. Ποια είναι η χωρητική αντίσταση ενός πυκνωτή χωρητικότητας  $C = 0,2 \mu\text{F}$ ,

α) όταν συνδεθεί σε τάση συχνότητας 1KHz;

β) όταν συνδεθεί σε τάση 10πλάσιας συχνότητας (10 KHz);

### Λύση

Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή  $X_c$  δίνεται από την σχέση

$$x_c = \frac{1}{2 \pi f C} \quad (6.1)$$

όπου: •  $\pi = 3,14$  (σταθερός αριθμός)

- $f$  η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης σε Hz
- $C$  η χωρητικότητα του πυκνωτή σε F (Farad).

α) Για να υπολογίσουμε την χωρητική αντίσταση του πυκνωτή  $X_{c_1}$  χωρητικότητας  $C = 0,2\mu\text{f}$  όταν συνδεθεί σε τάση συχνότητας  $f_1 = 1 \text{ KHz}$  αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\pi = 3,14$ ,  $f_1 = 1 \text{ KHz}$ ,  $C = 0,2\mu\text{F}$  στη σχέση (6.1)

$$\text{δηλαδή } X_{c_1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \text{ kHz} \cdot 0,2 \mu\text{F}}$$

- επειδή  $1 \text{ KHz} = 1000 \text{ Hz}$  άρα  $f_1 = 1 \text{ Hz}$
- επειδή

$$1 \mu\text{F} = \frac{1}{1000000} \text{ F} \quad \text{ή} \quad 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F} \quad \text{άρα}$$

$$C = 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F} \quad \text{ή} \quad C = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

δηλαδή

$$X_{c_1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \text{ Hz} \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F}} = \frac{1}{1,256} \Omega = \frac{1000}{1,256} \Omega = 796 \Omega$$

άρα  $X_{c_1} = 796 \Omega$

**Απάντηση**  
 **$X_{c_1} = 796 \Omega$**

- β) Για να υπολογίσουμε την χωρητική αντίσταση του πυκνωτή  $X_{c_2}$  χωρητικότητας  $C = 0,2 \mu\text{F}$  (ή  $C = 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F}$ ) όταν συνδεθεί σε τάση συχνότητας  $f_2 = 10 \text{ KHz}$ , αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\pi = 3,14$   $f_2 = 10 \text{ KHz}$   $C = 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F}$ , στη σχέση (6.1)

$$\text{δηλαδή } X_{c_2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \text{ kHz} \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F}}$$

– επειδή  $1 \text{ KHz} = 1000 \text{ Hz}$  άρα  $f_2 = 10000 \text{ Hz}$   
δηλαδή

$$X_{c_2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \text{ Hz} \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{1000000} \text{ F}} = \frac{1}{12,56} \Omega = \frac{1000}{12,56} \Omega = 79,6 \Omega$$

άρα  $X_{c_2} = 79,6 \Omega$

**Απάντηση**  
 **$X_{c_2} = 79,6 \Omega$**

7. Ένας πυκνωτής συνδέεται σε δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης 220V, συχνότητας 50 Hz και διαρρέεται από ρεύμα έντασης 0,1A. (Η ωμική αντίσταση του πυκνωτή θεωρείται αμελητέα). Να ευρεθούν:

- α) Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή.
- β) Η χωρητικότητα του πυκνωτή.

Λύση

α)

**1ο βήμα.** Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή  $X_c$  δίνεται από την σχέση η

$$X_c = \frac{U_c}{I_c} \quad (7.1) \quad \text{Νόμος του } \Omega\mu$$

όπου •  $U_c$  η εναλλασσόμενη τάση στην οποία συνδέεται ο πυκνωτής σε V

•  $I_c$  η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή σε A.

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $U_c = 220\text{V}$ ,  $I_c = 0,1\text{A}$ , στη σχέση (7.1)

$$\text{δηλαδή } X_c = \frac{220\text{ V}}{0,1\text{ A}} = 2200\ \Omega \quad \text{άρα } X_c = 2200\ \Omega$$

**Απάντηση**  
 **$X_c = 2200\ \Omega$**

β)

**1ο βήμα.** Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή  $X_c$  δίνεται και από την σχέ-

$$\text{ση } X_c = \frac{1}{2\text{ πφ} \cdot C} \quad (7.2)$$

όπου •  $f$  η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης σε Hz

•  $C$  η χωρητικότητα του πυκνωτή σε F.

**2ο βήμα.** Επιλύουμε την σχέση (7.2) ως προς C δηλαδή

$$C = \frac{1}{2\text{ πφ} \cdot X_c} \quad (7.3)$$

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\pi = 3,14$ ,  $f = 50\text{Hz}$ ,  $X_c = 2200\ \Omega$ , στη σχέση (7.3) δηλαδή

$$C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50\ \text{Hz} \cdot 2200\ \Omega} = \frac{1}{690800}\ \text{F} = 1000000 \frac{1}{690800}\ \mu\text{F} = 1,46\ \mu\text{F}$$

άρα  $C = 1,46\ \mu\text{F}$

**Απάντηση**  
 **$C = 1,46\ \mu\text{F}$**



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Να περιγράψετε την κίνηση των ηλεκτρονίων στο συνεχές και το εναλλασσόμενο ρεύμα.**

### Απάντηση

Στο συνεχές ρεύμα έχουμε προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση

Στο εναλλασσόμενο ρεύμα τα ηλεκτρόνια πάλλονται, κινούνται δηλαδή “μπρος-πίσω” πάνω σε μια διεύθυνση.

**2. Τι ονομάζουμε περίοδο και συχνότητα ενός εναλλασσόμενου ρεύματος και σε τι μονάδες μετريούνται;**

### Απάντηση

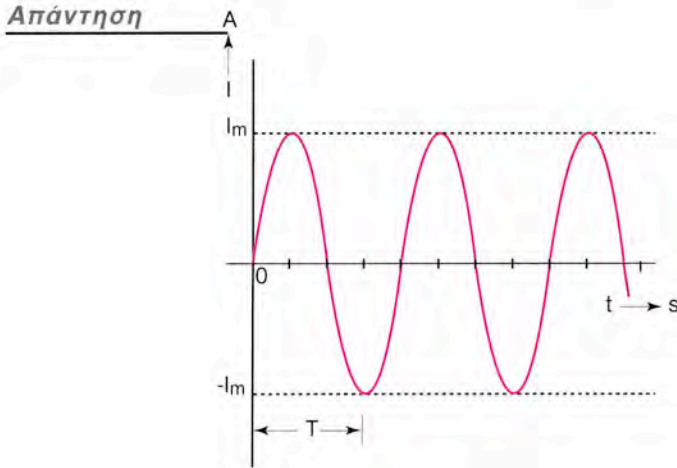
Περίοδο  $T$  ονομάζουμε το χρόνο μιας πλήρους εναλλαγής του ρεύματος.

Η περίοδος μετριέται σε  $s$  (δευτερόλεπτα).

Συχνότητα  $f$  ονομάζουμε τον αριθμό των πλήρων εναλλαγών του ηλεκτρικού ρεύματος στη μονάδα του χρόνου.

Η συχνότητα μετριέται σε  $Hz$  (Hertz).

**3. Να σχεδιάσετε τη μορφή μιας ημιτονοειδούς τάσης και να σημειώσετε στο σχήμα την περίοδο και τη μέγιστη τιμή της.**



(Σχήμα 4.2.α σελίδα 108)

**4. Πως ορίζεται η ενεργός ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος;**

**Απάντηση**

Η ενεργός τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος ορίζεται ως η τιμή του συνεχούς ρεύματος που θα προκαλούσε σε ένα ωμικό καταναλωτή (ωμική αντίσταση) τα ίδια θερμικά αποτελέσματα με το εναλλασσόμενο ρεύμα.

**5. Ποια σχέση συνδέει την ενεργό τιμή με τη μέγιστη τιμή σε ένα εναλλασσόμενο μέγεθος (τάση ή ένταση);**

**Απάντηση**

Η σχέση που συνδέει την ενεργό τιμή με τη μέγιστη τιμή σε ένα εναλλασσόμενο μέγεθος είναι:

- για την τάση  $U_{ev} = \frac{\sqrt{2}}{2} U_m \approx 0,707 U_m$

όπου  $U_{ev}$  η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης και  $U_m$  η μέγιστη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης

• για την ένταση  $I_{\text{ev}} = \frac{\sqrt{2}}{2} I_m \approx 0,707 I_m$

όπου  $I_{\text{ev}}$  η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης και  $I_m$  η μέγιστη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης

**6. Τι ονομάζουμε αγωγό φάσης και τι ουδέτερο;**

Απάντηση

Ο αγωγός φάσης συνδέεται στον πόλο της πηγής εναλλασσόμενου ρεύματος ο οποίος εναλλάσσει πολικότητα, μεταβάλλεται δηλαδή μεταξύ μιας μέγιστης θετικής και μιας μέγιστης αρνητικής τιμής, ακολουθώντας την ημιτονοειδή καμπύλη (θετικός πόλος).

Ο ουδέτερος αγωγός συνδέεται στον άλλο πόλο της πηγής που θεωρείται ότι βρίσκεται συνεχώς σε δυναμικό μηδέν (αρνητικός πόλος).

**7. Με ποια προϋπόθεση δεν περνά ρεύμα στον κοινό ουδέτερο αγωγό ενός τριφασικού συστήματος;**

Απάντηση

Δεν περνά ρεύμα στον κοινό ουδέτερο αγωγό ενός τριφασικού συστήματος με την προϋπόθεση τα τρία ρεύματα  $I_1$ ,  $I_2$  και  $I_3$ , τα οποία διαρρέουν κάθε μία από τις τρεις φάσεις, να είναι ισορροπημένα, δηλαδή οι εντάσεις τους να έχουν την ίδια ενεργό τιμή  $I_1 = I_2 = I_3$ .

**8. Τι ονομάζεται φασική και τι πολική τάση σε ένα τριφασικό σύστημα;**



Απάντηση

Φασική τάση σε ένα τριφασικό σύστημα ονομάζεται η τάση που επικρατεί ανάμεσα στην κάθε φάση και τον ουδέτερο.

Πολική τάση σε ένα τριφασικό σύστημα ονομάζεται η τάση που επικρατεί ανάμεσα σε δύο φάσεις.

**9. Γιατί χρησιμοποιείται το τριφασικό σύστημα ρευμάτων στις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας;**

Απάντηση

Με τα τριφασικά συστήματα επιτυγχάνεται σημαντική οικονομία στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας αφού αντί για 6 αγωγούς χρησιμοποιούνται 4 ή 3. (Βλέπε αναλυτικά σελίδες 112, 113, 114).

**10. Από τι αποτελείται ένας πυκνωτής;**

Απάντηση

Ο ηλεκτρικός πυκνωτής είναι μια διάταξη που αποτελείται από δύο αγώγιμες πλάκες, που χωρίζονται μεταξύ τους από ένα μονωτικό υλικό. Οι δύο πλάκες ονομάζονται **οπλισμοί** του πυκνωτή και το μονωτικό υλικό ονομάζεται **διηλεκτρικό** υλικό του πυκνωτή. (σελίδα 119)

**11. Τι ονομάζεται χωρητικότητα ενός πυκνωτή και με ποια μονάδα μετριέται;**

Απάντηση

Χωρητικότητα  $C$  ενός πυκνωτή ονομάζεται ο σταθερός λόγος

φορτίο/τάση δηλαδή  $C = \frac{Q}{U}$

Η χωρητικότητα μετριέται σε F (Farad-Φαράντ).

**12. Πως συμπεριφέρεται ο πυκνωτής στο συνεχές ρεύμα και πως στο εναλλασσόμενο ρεύμα;**

**Απάντηση**

Ο πυκνωτής διακόπτει το συνεχές ρεύμα, μόλις ολοκληρωθεί η φόρτισή του.

Στο εναλλασσόμενο ρεύμα, ο πυκνωτής, φορτίζεται και εκφορτίζεται με την περιοδική εναλλαγή της πολικότητας της τάσης της πηγής που συμβαίνει σε κάθε περίοδο. Έτσι συντηρείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα παρ' όλο ότι δεν μετακινούνται ηλεκτρικά φορτία από τον ένα οπλισμό του πυκνωτή στον άλλο δια μέσου του διηλεκτρικού του.

**13. Τι ονομάζεται χωρητική αντίσταση ενός πυκνωτή;**

**Απάντηση**

Χωρητική αντίσταση  $X_c$  ονομάζουμε την αντίσταση στη δίοδο του ρεύματος που παρουσιάζει ένας πυκνωτής όταν συνδεθεί σε ένα κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Δίνεται από τη σχέση  $X_c = \frac{U_c}{I_c}$  (Νόμος του Ωμ).

όπου •  $U_c$  η εναλλασσόμενη τάση στα άκρα του πυκνωτή σε V

- $I_c$  η εναλλασσόμενη ένταση που διαρρέει τον πυκνωτή σε A
- $X_c$  η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή σε Ω.

Η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή μεταβάλλεται με τη συχνότητα του

εναλλασσόμενου ρεύματος σύμφωνα με τη σχέση:  $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$

όπου •  $\pi = 3,14$  (σταθερός αριθμός)

- $f$  η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος σε Hz
- $C$  η χωρητικότητα του πυκνωτή σε F.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

5

**ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ**





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους 25 cm κινείται μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής 0,8 T με ταχύτητα 10 m/s. Αν ο αγωγός “κόβει” κάθετα τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου, πόση είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται σε αυτόν;

### Λύση

**1ο βήμα.** Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή  $E$  που αναπτύσσεται στον αγωγό όταν αυτός κινείται μέσα σε ένα ομογενές (ομοίμορφο) μαγνητικό πεδίο, έτσι ώστε να “κόβει” κάθετα τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου δίνεται από την σχέση  $E = B \ell \cdot v$  (1.1) όπου:

- $B$  η μαγνητική επαγωγή του πεδίου σε T (Tesla)

- $\ell$  το μήκος του αγωγού, που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο, σε m
- $v$  η ταχύτητα του αγωγού σε m/s

**2ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $B = 0,8T$ ,  $\ell = 25\text{cm}$   $v = 10\text{m/s}$ , στη σχέση (1.1).

(Σημείωση: επειδή  $1\text{cm} = 0,01\text{m}$  άρα  $\ell = 25 \cdot 0,01\text{m} = 0,25\text{m}$ ,  $\ell = 0,25\text{m}$ ).

δηλαδή  $E = 0,8 \text{ T} \cdot 0,25\text{m} \cdot 10\text{m/s} = 2\text{V}$  άρα  $E = 2\text{V}$

**Απάντηση**  
 **$E = 2\text{V}$**

2. Ποιά είναι η επαγωγική αντίσταση ενός πηνίου, με συντελεστή αυτεπαγωγής 0,3 H, στη συχνότητα 50 Hz; Ποιά είναι η επαγωγική αντίσταση του ίδιου πηνίου στη συχνότητα 2 kHz (2000 Hz) ;

Λύση

Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου  $X_L$  δίνεται από την σχέση  $X_L = 2\pi f \cdot L$  (2.1)

όπου: •  $\pi = 3,14$  (σταθερός αριθμός)

- $f$  η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης σε Hz
- $L$  η αυτεπαγωγή του πηνίου σε H.

α) Για να υπολογίσουμε την επαγωγική αντίσταση του πηνίου  $X_{L_1}$ , αυτεπαγωγής  $L = 0,3\text{H}$  όταν συνδεθεί σε τάση συχνότητας  $f_1 = 50\text{Hz}$ , αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\pi = 3,14$ ,  $f_1 = 50\text{Hz}$ ,  $L = 0,3\text{H}$ , στη σχέση (2.1) δηλαδή  $X_{L_1} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50\text{Hz} \cdot 0,3\text{H} = 94,2\Omega$  άρα  $X_{L_1} = 94,2\Omega$

**Απάντηση**

$$X_{L_1} = 94,2\Omega$$

β) Για να υπολογίσουμε την επαγωγική αντίσταση του πηνίου  $X_{L_2}$ , αυτεπαγωγής  $L = 0,3\text{H}$  όταν συνδεθεί σε τάση συχνότητας  $f_2 = 2\text{KHz} = 2000\text{Hz}$ , αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $\pi = 3,14$ ,  $f_2 = 2000\text{Hz}$ ,  $L = 0,3\text{H}$  στη σχέση (2.1) δηλαδή  $X_{L_2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 2000\text{Hz} \cdot 0,3\text{H} = 3768\Omega$  άρα  $X_{L_2} = 3768\Omega$ .

**Απάντηση**

$$X_{L_2} = 3768\Omega$$

**3. Να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός πηνίου που έχει επαγωγική αντίσταση  $471\Omega$  στη συχνότητα  $100\text{Hz}$ .**

Λύση

**1ο βήμα.** Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου  $X_L$  δίνεται από την σχέση  $X_L = 2\pi f \cdot L$  (3.1)

όπου: •  $\pi = 3,14$  (σταθερός αριθμός)

- $f$  η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης σε Hz

- $L$  η αυτεπαγωγή του πηνίου σε H.

**2ο βήμα.** Επιλύουμε την σχέση (3.1) ως προς  $L$  δηλαδή  $L = \frac{X_L}{2\pi f}$  (3.2)

**3ο βήμα.** Αντικαθιστούμε τα δεδομένα της άσκησης,  $X_L = 471\Omega$ ,  $f = 100\text{Hz}$ ,  $\pi = 3,14$  στη σχέση (3.2)  
δηλαδή

$$L = \frac{471\Omega}{2 \cdot 3,14 \cdot 100\text{Hz}} = \frac{471\Omega}{628\text{Hz}} = 0,75\text{H} \quad \text{άρα} \quad L = 0,75\text{H}$$

**Απάντηση**  
 **$L = 0,75\text{H}$**



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Ποιά είναι τα σιδηρομαγνητικά υλικά και ποιά ιδιότητα έχουν;**

### Απάντηση

Τα σιδηρομαγνητικά υλικά είναι ο χάλυβας, ο χυτοσίδηρος, το νικέλιο, το κοβάλτιο και τα κράματά τους. Αυτά τα υλικά έχουν την ιδιότητα να έλκονται από τους μαγνήτες και να μαγνητίζονται, δηλαδή να μετατρέπονται σε μαγνήτες.

**2. Ποιοί είναι οι φυσικοί μαγνήτες, ποιοί οι τεχνητοί μαγνήτες και ποιοί οι ηλεκτρομαγνήτες;**

### Απάντηση

**Φυσικοί μαγνήτες** ονομάζονται ορυκτά, όπως ο μαγνητίτης που έχουν μαγνητικές ιδιότητες.

**Τεχνητοί μαγνήτες** είναι οι μαγνήτες κατασκευασμένοι από σιδηρομαγνητικό υλικό, οι οποίοι έχουν αποκτήσει μαγνητικές ιδιότητες με τεχνητό τρόπο (με έκθεση τους σε ισχυρά μαγνητικά πεδία).

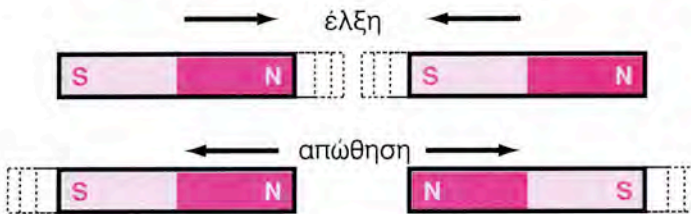
**Οι ηλεκτρομαγνήτες** κατασκευάζονται από σιδηρομαγνητικό υλικό όπως ο μαλακός σίδηρος, γύρω από το οποίο περιτυλίγεται ένα πηνίο. Σε αντίθεση με τους φυσικούς και τους τεχνητούς μαγνήτες, οι ηλεκτρομαγνήτες εμφανίζουν μαγνητικές ιδιότητες (και μάλιστα πολύ ισχυρότερες από τους πρώτους) μόνον όσο χρονικό διάστημα τα πηνία, που τους περιβάλλουν, διαρρέονται από ρεύμα.

### 3. Τι δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των πόλων των μαγνητών;

#### Απάντηση

Αν πλησιάσουμε δύο μαγνήτες μεταξύ τους, θα παρατηρήσουμε τα εξής: (Σχ. 5.1.β)

- Ο Βόρειος πόλος του ενός μαγνήτη απωθεί το Βόρειο πόλο του άλλου μαγνήτη.
- Ο Νότιος πόλος του ενός μαγνήτη απωθεί το νότιο πόλο του άλλου μαγνήτη.
- Αντίθετα, ο Βόρειος και ο Νότιος πόλος έλκονται μεταξύ τους.



**Σχήμα 5.1.6** Οι ομώνυμοι πόλοι απωθούνται, ενώ οι ετερόνυμοι έλκονται



**Οι ομώνυμοι μαγνητικοί πόλοι απωθούνται  
και οι ετερόνυμοι έλκονται**



**4. Να περιγράψετε τη λειτουργία της μαγνητικής πυξίδας.**

Απάντηση

Η ονομασία Βόρειος και Νότιος πόλος των μαγνητών προέρχεται από την ονομασία των πόλων της Γής. Αν αναρτήσουμε ένα μαγνήτη από κάποιο σταθερό σημείο θα στραφεί, ώστε ο Βόρειος πόλος του να δείχνει το Βόρειο πόλο της Γής και ο Νότιος το Νότιο πόλο. Αυτό συμβαίνει γιατί η Γη είναι μαγνήτης με πόλους που συμπίπτουν περίπου με τους γνωστούς γεωφυσικούς πόλους της.

Στο φαινόμενο του γήινου μαγνητισμού βασίζεται η λειτουργία της μαγνητικής πυξίδας. (σελίδα 136)

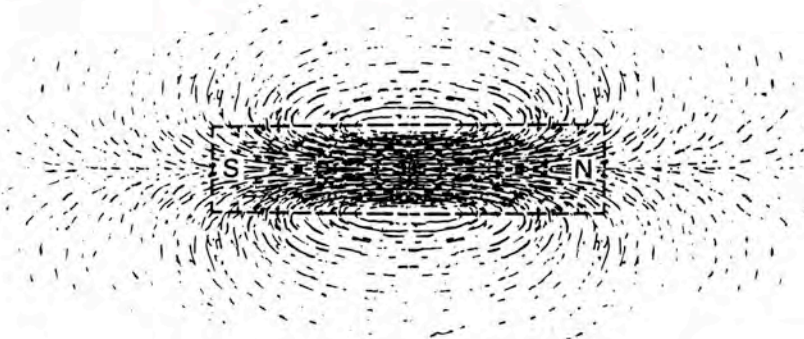
**5. Τι ονομάζεται μαγνητικό πεδίο;**

Απάντηση

Μαγνητικό πεδίο ονομάζεται ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις σε κάθε μαγνήτη (ή ηλεκτρομαγνήτη) όταν βρεθεί σ' αυτό.

**6. Να σχεδιάσετε τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές γύρω από ένα ραβδόμορφο μαγνήτη.**

Απάντηση



(Σχήμα 5.2.β σελίδα 140)

**7. Τι ονομάζεται μαγνητική επαγωγή και σε τι μονάδες μετριέται;**

Απάντηση

Μαγνητική επαγωγή ονομάζεται το μέγεθος που δείχνει πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο, συμβολίζεται με το γράμμα  $B$  και μετριέται σε  $T$  (Tesla).

**8. Ποιες είναι οι κύριες ιδιότητες των μαγνητικών δυναμικών γραμμών;**

Απάντηση

Οι κύριες ιδιότητες των μαγνητικών δυναμικών γραμμών είναι οι εξής:

- α) Οι μαγνητικές γραμμές είναι κλειστές καμπύλες (δηλαδή δεν έχουν αρχή και τέλος).
- β) Οι μαγνητικές γραμμές δεν τέμνονται.
- γ) Το διάνυσμα της μαγνητικής επαγωγής  $B$  είναι εφαπτόμενο σε κάθε σημείο της μαγνητικής γραμμής.
- δ) Όσο πυκνότερες είναι οι μαγνητικές γραμμές σε μια περιοχή του χώρου, τόσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο της μαγνητικής επαγωγής  $B$  στη περιοχή αυτή.

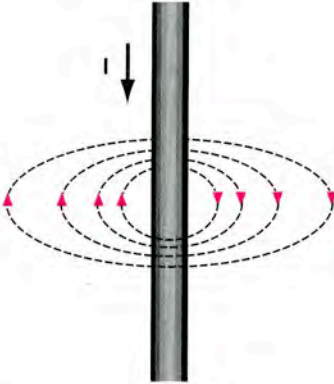
**9. Ποιο μαγνητικό πεδίο ονομάζεται ομογενές;**

Απάντηση

Ομογενές ονομάζεται το μαγνητικό πεδίο του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι ευθείες παράλληλες και σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις. Σε κάθε σημείο του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, η μαγνητική επαγωγή  $B$  είναι σταθερή.

10. Να σχεδιάσετε μερικές δυναμικές γραμμές γύρω από έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό. Πως προσδιορίζεται η φορά των μαγνητικών γραμμών;

Απάντηση



(σχήμα 5.3.γ σελίδα 143)

Η φορά των μαγνητικών γραμμών γύρω από έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό δίνεται από τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία.

11. Τι θα συμβεί στο μαγνητικό πεδίο ενός πηνίου, αν τοποθετηθεί στο εσωτερικό του πηνίου, πυρήνας από μαλακό σίδηρο;

Απάντηση

Με την προσθήκη του μαλακού σιδήρου στο εσωτερικό ενός πηνίου, οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου γίνονται πολύ περισσότερες (εκατοντάδες φορές περισσότερες) απ' ό,τι όταν στο εσωτερικό του πηνίου υπάρχει μόνο αέρας. Ισχυροποιείται δηλαδή πολύ το μαγνητικό πεδίο (Βλέπε και παράγραφο 5.2, σελίδα 141).

**12. Να αναφέρεται μερικές εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητών.****Απάντηση**

Μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές τους είναι:

Συστήματα ανυψώσεως βαρών, μετάδοση κίνησης μέσω ηλεκτρομαγνητικών συνδέσμων, κατασκευή ηλεκτρομαγνητικών φρένων για την πέδηση κινητήρων, κατασκευή διατάξεων συγκράτησης τεμαχίων στις μηχανουργικές κατεργασίες, ηλεκτροβάνες, ηλεκτρικά κουδούνια, μεγάφωνα, κλπ.

Ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η χρήση των ηλεκτρομαγνητών για την κατασκευή ηλεκτρονόμων (ρελαί), για τον έλεγχο και την προστασία ηλεκτρικών κυκλωμάτων. (σελίδα 145)

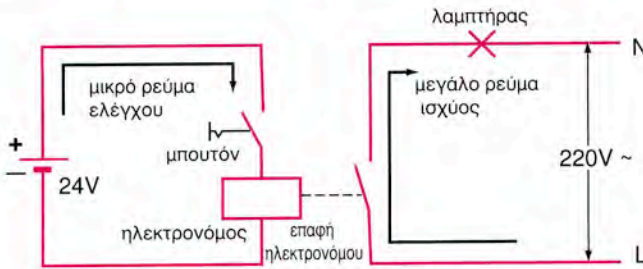
**13. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο ενός ηλεκτρομαγνήτη;****Απάντηση**

Το μαγνητικό πεδίο ενός ηλεκτρομαγνήτη είναι τόσο ισχυρότερο:

- όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το πηνίο.
- όσο περισσότερες σπείρες έχει το πηνίο.

**14. Να σχεδιάσετε τη συνδεσμολογία (κύκλωμα ισχύος και κύκλωμα ελέγχου) ενός ηλεκτρονόμου που ενεργοποιείται με απλό διακόπτη και χρησιμοποιείται για να ανάβει και να σβήνει έναν ηλεκτρικό λαμπτήρα. Τόσο ο ηλεκτρονόμος, όσο και ο λαμπτήρας τροφοδοτούνται από το δίκτυο της ΔΕΗ, τάσης 220V.**

Απάντηση



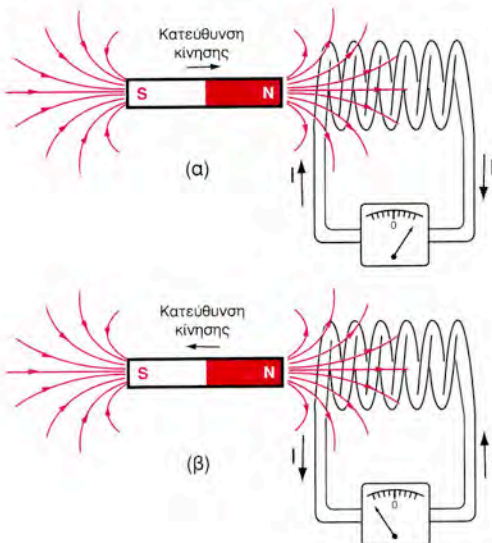
(σχήμα 5.4.β, σελίδα 148)

15. Να περιγράψετε δύο πειράματα, το ένα με κίνηση μαγνητών και το άλλο χωρίς κίνηση, στα οποία να εμφανίζεται το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Απάντηση

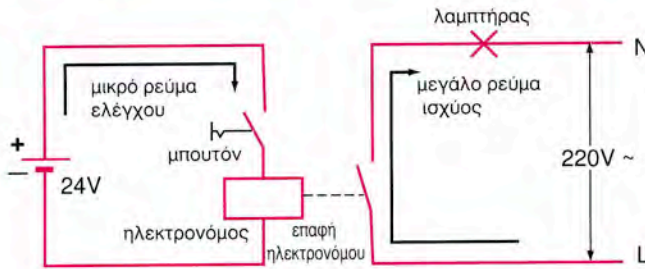
**α) Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, λόγω της κίνησης μαγνητών (ή ηλεκτρομαγνητών).**

Σχηματίζουμε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, συνδέοντας τα άκρα ενός πηνίου στα άκρα ενός ευαίσθητου αμπερομέτρου, το οποίο ονομάζεται γαλβανόμετρο (Σχ. 5.5.α)



**Σχήμα 5.5.α**  
 Κατά την κίνηση του μαγνήτη παρατηρείται ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα του πηνίου.

Απάντηση



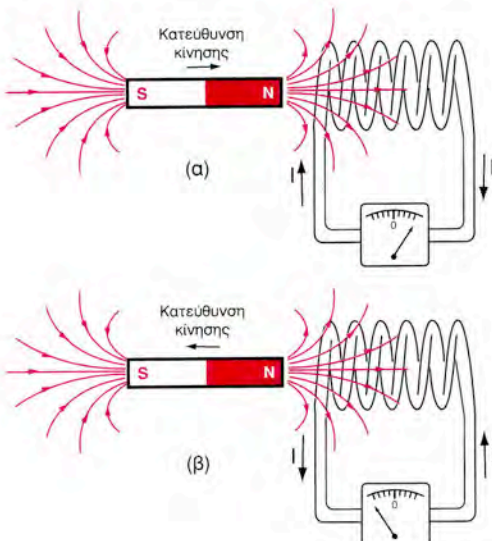
(σχήμα 5.4.β, σελίδα 148)

15. Να περιγράψετε δύο πειράματα, το ένα με κίνηση μαγνητών και το άλλο χωρίς κίνηση, στα οποία να εμφανίζεται το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Απάντηση

**α) Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, λόγω της κίνησης μαγνητών (ή ηλεκτρομαγνητών).**

Σχηματίζουμε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, συνδέοντας τα άκρα ενός πηνίου στα άκρα ενός ευαίσθητου αμπερομέτρου, το οποίο ονομάζεται γαλβανόμετρο (Σχ. 5.5.α)



**Σχήμα 5.5.α**  
Κατά την κίνηση του μαγνήτη παρατηρείται ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα του πηνίου.

Πλησιάζουμε στο πηνίο ένα μόνιμο μαγνήτη. Παρατηρούμε, ότι όσο διαρκεί η κίνηση του μαγνήτη παρατηρείται απόκλιση του δείκτη του γαλβανόμετρου, γεγονός που σημαίνει, ότι στο κύκλωμα του πηνίου διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Αν απομακρύνουμε το μαγνήτη, παρατηρούμε ότι πάλι κυκλοφορεί ρεύμα. Το ρεύμα όμως έχει αντίθετη φορά, όπως δείχνει η απόκλιση του γαλβανόμετρου.

Επισημαίνεται πως το ρεύμα παρατηρείται μόνο, όσο κινείται ο μαγνήτης. Όταν σταματήσει η κίνηση το ρεύμα μηδενίζεται, σε όποια απόσταση και αν βρίσκεται ο μαγνήτης και το πηνίο.

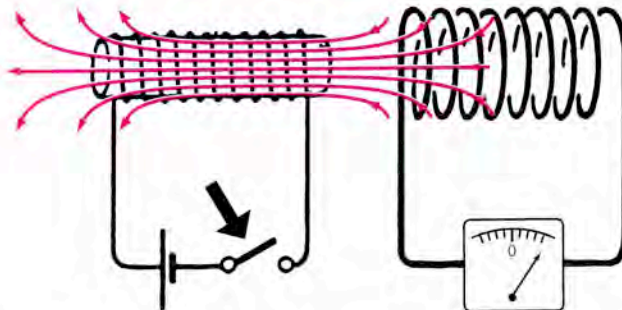
Αν, αντί να κινήσουμε το μαγνήτη, τον κρατήσουμε ακίνητο και κινήσουμε προς το μέρος του (ή απομακρύνουμε) το πηνίο, πάλι θα εμφανισθεί ρεύμα στο κύκλωμα. Είναι προφανές ότι, αν στη θέση του μόνιμου μαγνήτη, χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρομαγνήτη, θα έχουμε τα ίδια αποτελέσματα.

Η εμφάνιση ρεύματος στο κύκλωμα του πηνίου δείχνει ότι **δημιουργείται προσωρινά κάποια πηγή τάσης** στο κύκλωμα, η οποία έχει κάποια ηλεκτρεγερτική δύναμη. (Υπενθυμίζεται ότι, για να υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα, πρέπει να υπάρχει ηλεκτρική τάση).

Η τάση αυτή ονομάζεται **ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή**, συμβολίζεται με  **$E$**  και μετριέται σε  **$V$**  (Volt).

### 6) Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, χωρίς κίνηση μαγνητών

Στο Σχ. 5.5.β. δύο πηνία είναι κοντά το ένα στο άλλο έτσι, ώστε οι άξονες των δύο πηνίων να συμπίπτουν.



**Σχήμα 5.5.β** Το κλείσιμο του διακόπτη δημιουργεί μαγνητικό πεδίο στο πρώτο πηνίο. Μέρος της μαγνητικής ροής του πεδίου αυτού διέρχεται από το δεύτερο πηνίο.

Τα άκρα του ενός πηνίου έχουν συνδεθεί σε σειρά με μια **πηγή συνεχούς ρεύματος**. Στο κύκλωμα υπάρχει και ένας διακόπτης.

Το άλλο πηνίο είναι συνδεδεμένο με γαλβανόμετρο, όπως στο προηγούμενο πείραμα.

Μόλις κλείσουμε το διακόπτη στο κύκλωμα του πρώτου πηνίου, παρατηρούμε μια στιγμιαία απόκλιση του γαλβανόμετρου στο κύκλωμα του δεύτερου πηνίου.

Αν ανοίξουμε στη συνέχεια το κύκλωμα του πρώτου πηνίου, πάλι παρατηρούμε μια απόκλιση στο γαλβανόμετρο αντίθετης όμως φοράς.

Και στα δύο πειράματα εμφανίζεται ηλεκτρικό ρεύμα (και ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή) στο κύκλωμα του δεύτερου πηνίου (σελίδες 150 έως 152).

**16. Σε ποια φυσικά μεγέθη αναφέρεται ο τύπος  $E = B \cdot \ell \cdot v$  και σε ποια περίπτωση έχει εφαρμογή;**

### Απάντηση

Τα φυσικά μεγέθη στα οποία αναφέρεται η σχέση  $E = B \cdot \ell \cdot v$  είναι τα εξής:

- $E$  η ηλεκτρογερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον αγωγό σε  $v$  (volt).
- $B$  η ηλεκτρομαγνητική επαγωγή του πεδίου σε  $T$  (Tesla)
- $\ell$  το μήκος του αγωγού, που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο σε  $m$  (μέτρα).
- $v$  η ταχύτητα του αγωγού σε  $m/s$  (μέτρα/δευτερόλεπτο).

Η σχέση  $E = B \cdot \ell \cdot v$  έχει εφαρμογή στην απλή περίπτωση ενός αγωγού που κινείται μέσα σε ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο έτσι, ώστε να “κόβει” κάθετα τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

**17. Πότε εμφανίζεται το φαινόμενο της αυτεπαγωγής σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;**



Απάντηση

Το φαινόμενο της αυτεπαγωγής εμφανίζεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα όταν συνυπάρχουν δύο παράγοντες:

- α) Έχουμε απότομη μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- β) Το κύκλωμα περιλαμβάνει στοιχεία με επαγωγική αντίσταση (όπως πηνία, τυλίγματα ηλεκτρικών μηχανών κ.τ.λ.).

**18. Ποιά είναι η μονάδα μέτρησης του συντελεστή αυτεπαγωγής ενός πηνίου και ποια η μονάδα μέτρησης της επαγωγικής αντίστασης ενός πηνίου;**

Απάντηση

Η μονάδα μέτρησης του συντελεστή αυτεπαγωγής  $L$  ενός πηνίου είναι το H (Henry-Ανρύ).

Η μονάδα μέτρησης της επαγωγικής αντίστασης  $X_L$  είναι το  $\Omega$  (Ohm-Ωμ).

**19. Πως μεταβάλλεται η επαγωγική αντίσταση ενός πηνίου όταν μεταβάλλεται η συχνότητα του (εναλλασσόμενου) ρεύματος που το διαρρέει;**

Απάντηση

Η τιμή της επαγωγικής αντίστασης  $X_L$  ενός πηνίου προσδιορίζεται από τον συντελεστή αυτεπαγωγής  $L$  και την συχνότητα  $f$  του εναλλασσόμενου ρεύματος, σύμφωνα με τον τύπο  $X_L = 2\pi fL$

όπου  $\bullet$   $X_L$  η επαγωγική αντίσταση του πηνίου σε  $\Omega$ .

- $\bullet$   $\pi = 3,14$ .
- $\bullet$   $f$  η συχνότητα του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο σε Hz.
- $\bullet$   $L$  ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου σε H (Henry).

Ο παραπάνω τύπος δείχνει ότι η τιμή της επαγωγικής αντίστασης αυξάνεται όσο αυξάνεται η συχνότητα του ρεύματος.

**20. Τι θα συμβεί στο ρεύμα που διαρρέει ένα επαγωγικό κύκλωμα (π.χ το κύκλωμα ενός πηνίου) αν αυξηθεί η συχνότητα της τάσης που τροφοδοτεί το κύκλωμα;**

### Απάντηση

Λόγω της σχέσης  $X_L = 2\pi fL$ , η αύξηση της συχνότητας  $f$  θα προκαλέσει αύξηση της επαγωγικής αντίστασης  $X_L$  (βλέπε την απάντηση της ερώτησης 19).

Η ένταση του ρεύματος  $I$  που θα διαρρέει το κύκλωμα δίνεται από την

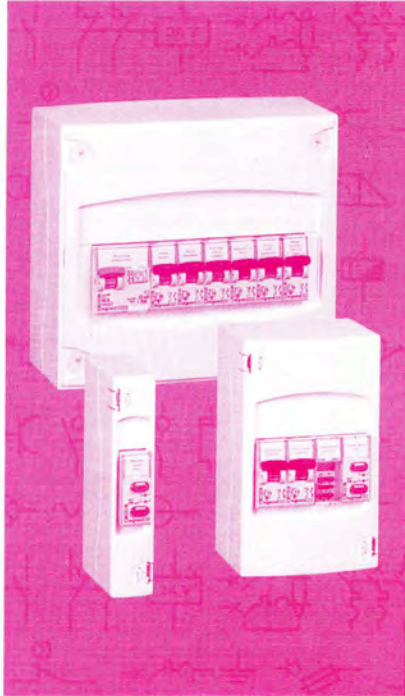
$$\text{σχέση: } I = \frac{U}{X_L} \quad (\text{Νόμος του } \Omega\mu)$$

όπου •  $U$  η εναλλασσόμενη τάση της πηγής τροφοδοσίας σε  $V$

•  $X_L$  η επαγωγική αντίσταση.

Αν αυξηθεί η επαγωγική αντίσταση  $X_L$  τότε η ένταση του ρεύματος  $I$  του κυκλώματος θα μειωθεί.





ΚΕΦΑΛΑΙΟ

6

**ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Σε ποιούς χώρους δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας;**

### Απάντηση

Ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί σε χώρους:

- α) που κινδυνεύουν από πυρκαγιά (π.χ. γκαράζ).
- β) που υπόκεινται σε εκρήξεις (π.χ. αποθήκη χρωμάτων ή καυσίμων).
- γ) που είναι υγροί ή βρεγμένοι (π.χ. πλυντήρια).
- δ) που επικρατεί υψηλή θερμοκρασία (π.χ. λεβητοστάσιο).

**2. Τι γνωρίζετε για τη μονοφασική και την τριφασική παροχή όσον αφορά τη δυνατότητα ρευματοδότησης μονοφασικών και τριφασικών καταναλώσεων;**

### Απάντηση

Στη μονοφασική παροχή, η τάση ρευματοδότησης των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων είναι **230V** και ονομάζεται **φασική τάση**, ενώ στην τριφασική παροχή υπάρχει η δυνατότητα ρευματοδότησης:

- Τριφασικών καταναλώσεων (π.χ. ηλεκτροκινητήρων μεγάλης ισχύος), που απαιτούν τρεις φάσεις για τη λειτουργία τους. Η τάση μεταξύ δύο διαφορετικών φάσεων (π.χ.  $L_1$ ,  $L_2$ ) είναι **380V** και ονομάζεται **πολική τάση**.
- Μονοφασικών καταναλώσεων (π.χ. φωτιστικών σημείων, κινητήρων μικρής ισχύος), που απαιτούν μια φάση και ουδέτερο για τη λειτουργία τους. (σελίδα 170)

**3. Αν ένα συνεργείο έχει μέγιστη ισχύ λειτουργίας 15KVA, ποιό τύπο παροχής θα εγκαταστήσει η ΔΕΗ και γιατί**

### Απάντηση

Αν ένα συνεργείο έχει μέγιστη ισχύ λειτουργίας 15 KVA, τότε η ΔΕΗ θα εγκαταστήσει την τριφασική παροχή Νο 1 γιατί αυτός ο τύπος ορίζεται από τον τυποποιημένο πίνακα παροχών της ΔΕΗ.

**4. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης;**

### Απάντηση

Τα βασικά στοιχεία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι τα εξής:

- α) η κύρια γραμμή τροφοδοσίας
- β) ο γενικός πίνακας και οι υποπίνακες διανομής
- γ) οι μερικές γραμμές τροφοδοσίας
- δ) τα φωτιστικά σημεία, οι ηλεκτρικές συσκευές και μηχανές
- ε) οι διατάξεις γείωσης
- στ) τα όργανα προστασίας και ελέγχου
- ζ) τα υπόλοιπα εξαρτήματα και υλικά της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

**5. Πως συνδεσμολογείται ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από ένα φωτιστικό σημείο και ένα απλό διακόπτη για το χειρισμό της λειτουργίας του φωτιστικού σημείου;**

### Απάντηση

Ο αγωγός της φάσης (L) συνδέεται στο διακόπτη. Ο αγωγός σύνδεσης του διακόπτη με το λαμπτήρα  $E_x$  (επιστροφή λαμπτήρα) συνδέεται από το ένα άκρο του με το διακόπτη και από το άλλο άκρο του με τη λυχνιολαβή. Ο ουδέτερος (N) συνδέεται στη λυχνιολαβή. Η λυχνιολαβή και ο διακόπτης έχουν δυο ακροδέκτες σύνδεσης, ώστε να είναι δυνατό να πραγμα-

τοποηθούν οι απαραίτητες συνδέσεις των αγωγών.

**6. Ποια είναι η χρήση των αγωγών και σε ποιούς τύπους διακρίνονται;**

### Απάντηση

Οι αγωγοί χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος και την τροφοδότηση των ηλεκτρικών μηχανών και συσκευών μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με:

- α. το υλικό κατασκευής τους** π.χ. χάλκινοι-αλουμιένιοι
- β. το αν έχουν μόνωση ή όχι** π.χ. μονωμένοι-γυμνοί
- γ. το χρώμα της μόνωσης τους** π.χ. μαύρο-μπλε κ.λ.π.
- δ. το υλικό της μόνωσης τους** π.χ. μόνωση σιλικόνης-πλαστικού
- ε. τον αριθμό των πόλων** π.χ. μονοπολικόι-τριπολικόι
- στ. τον αριθμό των κλώνων** π.χ. μονόκλωνοι-πολύκλωνοι
- ζ. τη διατομή τους** π.χ.  $1,5\text{mm}^2$  -  $2,5\text{mm}^2$  κλπ. (σελίδα 176)

**7. Ποιες είναι οι διαφορές μιας σειρίδας από ένα καλώδιο;**

### Απάντηση

Οι διαφορές μιας σειρίδας από ένα καλώδιο είναι οι εξής:

- α) Οι κλώνοι της σειρίδας είναι πολύ λεπτότεροι από τους κλώνους του καλωδίου (συνεπώς οι σειρίδες είναι πιο εύκαμπτες από τα καλώδια).
- β) Η μόνωση της σειρίδας είναι λεπτότερη (και συνεπώς ελαφρότερη) από τη μόνωση του καλωδίου. (σελίδα 177)



**8. Ποια είναι η χρήση των σωλήνων και σε ποιούς τύπους διακρίνονται;**

### Απάντηση

Ο τύπος των μονωμένων αγωγών τροφοδοσίας που χρησιμοποιούνται για τη ρευματοδότηση των ηλεκτρικών συσκευών και μηχανών μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης έχει απλή μόνωση που παρουσιάζει μικρή μηχανική αντοχή. Γι' αυτό το λόγο οι αγωγοί τροφοδοσίας τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες που τους προστατεύουν από διάφορες μηχανικές ζημιές, όπως είναι π.χ. η καταστροφή της μόνωσης τους από ένα αιχμηρό αντικείμενο.

Οι σωλήνες διακρίνονται σε διάφορους τύπους, ανάλογα με:

- α. το υλικό κατασκευής τους** π.χ. πλαστικοί μεταλλικοί
- β. τη μορφή τους** π.χ. ευθύγραμμοι-“σπирάλ”
- γ. τη διάμετρο τους** π.χ. Φ11 - Φ13,5 κλπ.
- δ. το πάχος τους** π.χ. ελαφρού τύπου-βαρέος τύπου (αυτή η διάκριση γίνεται για τον τύπο των πλαστικών σωλήνων). (σελίδα 182)

**9. Τι γνωρίζετε για τα είδη των μεταλλικών σωλήνων;**

### Απάντηση

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μεταλλικών σωλήνων:

**Μεταλλικοί σωλήνες τύπου σπирάλ με ελικοειδή οπλισμό (“φλεξίμπλ”).** Χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, για τη μηχανική προστασία των αγωγών τροφοδοσίας των ηλεκτρικών μηχανών και σε χώρους, που χαρακτηρίζονται από υψηλές μηχανικές καταπονήσεις.

**Μεταλλικοί (χαλύβδινοι) ευθύγραμμοι και “σπирάλ” σωλήνες.** Κατασκευάζονται από χάλυβα, πάχους 1mm τουλάχιστον. Στο εσωτερικό του χαλύβδινου σωλήνα τοποθετείται ένας δεύτερος σωλήνας από χαρτί ποτισμένο με μονωτικές ουσίες. Ανάλογα με την πορεία που ακολουθούν οι αγωγοί τροφοδοσίας (ευθύγραμμοι ή μη) χρησιμοποιούνται, αντίστοιχα, ευ-

θύγραμμοι σωλήνες ή σωλήνες τύπου σπύραλ. Τοποθετούνται, χωνευτοί ή ορατοί, σε χώρους, που χαρακτηρίζονται από υψηλές καταπονήσεις. (σελίδα 184)

**10. Ποια είναι η χρήση των διακοπών και σε ποιές κατηγορίες διακρίνονται;**

### Απάντηση

Διακόπτης είναι η γενική ονομασία κάθε διάταξης, που διακόπτει και αποκαθιστά (δηλαδή ξανασυνδέει) τη συνέχεια του κυκλώματος.

Οι διακόπτες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες όπως

- α) διακόπτες φωτισμού
- β) διακόπτες πινάκων
- γ) διακόπτες επαγγελματικής-βιομηχανικής χρήσης
- δ) αυτόματοι διακόπτες (βλέπε παράγραφο 8.5). (σελίδα 188)

**11. Ποια είναι τα είδη διακοπών φωτισμού και η χρήση τους, ανάλογα με τις δυνατότητες χειρισμού, που παρέχουν για τη λειτουργία των φωτιστικών σημείων;**

### Απάντηση

- α) **Απλός διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για το χειρισμό της λειτουργίας ενός φωτιστικού σημείου από μια θέση.
- β) **Κομμιτατέρ διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για τον επιλεκτικό χειρισμό της λειτουργίας δύο φωτιστικών σημείων από μια θέση.
- γ) **Αλλη-ρετούρ διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για το χειρισμό της λειτουργίας ενός φωτιστικού σημείου από δύο ή περισσότερες θέσεις.

### 12. Ποια είναι τα είδη διακοπών πινάκων και η χρήση τους;

#### Απάντηση

- α) **Μονοπολικός διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για την διακοπή και επανασύνδεση μιας φάσης.
- β) **Διπολικός διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για την διακοπή και επανασύνδεση μιας φάσης και του ουδέτερου.
- γ) **Τριπολικός διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για την διακοπή και επανασύνδεση των τριών φάσεων, ταυτόχρονα.
- δ) **Τετραπολικός διακόπτης:** Χρησιμοποιείται για την διακοπή και επανασύνδεση των τριών φάσεων και του ουδέτερου, ταυτόχρονα.

### 13. Ποια είναι η χρήση των ασφαλειών και σε ποιά είδη διακρίνονται;

#### Απάντηση

- Οι ασφάλειες τοποθετούνται στο γενικό πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης και προστατεύουν την ηλεκτρική εγκατάσταση από τις επικίνδυνες εντάσεις υπερφόρτωσης και βραχυκυκλώματος, που ενδέχεται να εμφανισθούν στην ηλεκτρική εγκατάσταση. (σελίδα 192)
- Διάγραμμα 6.6.3. (σελίδα 194)



**14. Ποια είναι η χρήση των ρευματοδοτών-ρευματοληπτών και σε ποιά είδη διακρίνονται;**

### Απάντηση

Οι ρευματοδότες-ρευματολήπτες αποτελούν διατάξεις για την τροφοδότηση φωτιστικών σημείων, ηλεκτρικών συσκευών και μηχανών, των οποίων απαιτείται συχνά η σύνδεση και αποσύνδεση τους από τη γραμμή τροφοδοσίας.

Κάθε τύπος ρευματοδότη (πρίζα) αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο τύπο ρευματολήπτη (φίς).

Οι ρευματοδότες-ρευματολήπτες διακρίνονται σε διάφορα είδη, ανάλογα με:

- α. Το υλικό κατασκευής τους** π.χ. πλαστικοί-μεταλλικοί
- β. Τη στεγανότητα τους** π.χ. κοινοί-στεγανοί
- γ. Τον τρόπο τοποθέτησης τους** π.χ. χωνευτοί-εξωτερικοί
- δ. Την ονομαστική τους ένταση** π.χ. 6Α, 10Α, 16Α, κτλ.
- ε. Την ονομαστική τους τάση** π.χ. 230V, 380V, 500V κτλ. (σελίδα 197)

**15. Ποια στοιχεία περιλαμβάνει ο γενικός πίνακας διανομής μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης και ποιά είναι η χρήση τους;**

### Απάντηση

Ο γενικός πίνακας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

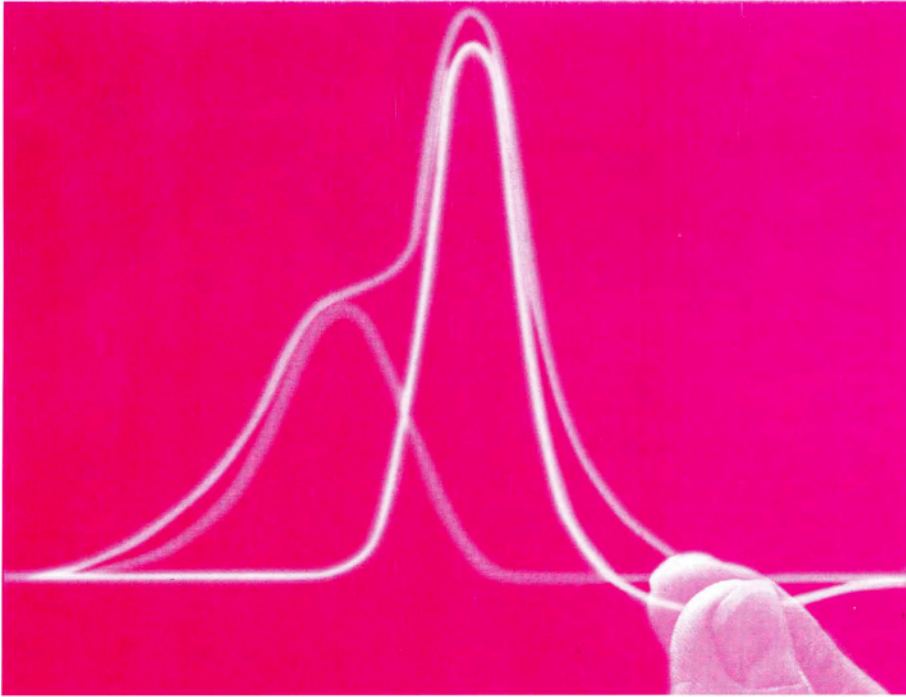
- α) Το Διακόπτη Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε),
- β) τη γενική ασφάλεια,
- γ) το γενικό διακόπτη,
- δ) το γενικό ενδεικτικό,
- ε) τα μερικά ενδεικτικά,
- στ) τους μερικούς διακόπτες.

**16. Σε ποια είδη διακρίνονται οι πίνακες διανομής μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης;**

**Απάντηση**

Οι πίνακες διανομής μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης διακρίνονται σε διάφορα είδη όπως:

- α) Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους (πλαστικοί-μεταλλικοί).
- β) Ανάλογα με τη θέση τους στη δομή μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης (γενικοί πίνακες-υποπίνακες).
- γ) Ανάλογα με το είδος της γενικής γραμμής τροφοδοσίας τους (μονοφασικοί-τριφασικοί).
- δ) Ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησής τους (χωνευτοί-εξωτερικοί, επίτοιχοι).
- ε) Ανάλογα με το είδος των καταναλώσεων που τροφοδοτούν (κίνησης-φωτισμού).
- ζ) Ανάλογα με τη στεγανότητά τους (κοινοί-στεγανοί).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

7

**ΚΙΝΔΥΝΟΙ  
ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ**





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Ποιες συνθήκες κάνουν επικίνδυνο ή θανατηφόρο ένα ηλεκτρικό ατύχημα;**

### Απάντηση

Οι συνθήκες που κάνουν επικίνδυνο ή θανατηφόρο ένα ηλεκτρικό ατύχημα είναι:

- η τάση  $U$  κάτω από την οποία θα βρεθεί ο άνθρωπος τη στιγμή του ατυχήματος.
- η αντίσταση  $R$  του ανθρώπινου σώματος.
- ο χρόνος επαφής του ανθρώπου με το ρευματοφόρο σημείο.
- οι συνθήκες του χώρου (υγρός, ξηρός).

**2. Ποιες είναι οι επιδράσεις του ηλεκτρικού ατυχήματος στον ανθρώπινο οργανισμό;**

### Απάντηση

Οι επιδράσεις του ηλεκτρικού ατυχήματος στον ανθρώπινο οργανισμό καθορίζονται από την τιμή της έντασης του ρεύματος που θα περάσει μέσα από το ανθρώπινο σώμα, όπως σημειώνεται στον παρακάτω πίνακα.



Ένταση	Επίδραση
1 - 10 mA	• Όριο αίσθησης
10 - 30 mA	• Σύσπαση μυών Πόνος
30 - 50 mA	• Σύσπαση μυών Πόνος Ασφυξία
50 - 100 mA	• Παράλυση Πόνος Αρρυθμία στη λειτουργία της καρδιάς
100 - 200 mA	• Επικίνδυνη καρδιακή προσβολή Επικίνδυνα εγκαύματα
200 mA και άνω	• Θανατηφόρα καρδιακή προσβολή Θανατηφόρα εγκαύματα

**3. Ποιες είναι οι πρώτες ενέργειες που απαιτούνται σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας;**

Απάντηση

Βλέπε πίνακα στη παράγραφο 7.2.1, σελίδα 213.

**4. Ποια είναι η ενδεδειγμένη ηλεκτρική μόνωση σε ένα φορητό ηλεκτρικό εργαλείο;**

Απάντηση

Σε ένα φορητό ηλεκτρικό εργαλείο, η ενδεδειγμένη ηλεκτρική μόνωση είναι η διπλή μόνωση η οποία αποτελείται από δύο μέρη:

- Το εξωτερικό μέρος το οποίο είναι από μονωτικό υλικό και αποτελεί το περίβλημα του φορητού εργαλείου
- τη μόνωση των ηλεκτρικών στοιχείων του φορητού εργαλείου όπως

είναι η μόνωση του ηλεκτροκινητρά, η μόνωση του χειριστήριου και η μόνωση των ηλεκτρικών συνδέσεων.

**5. Ποιος είναι ο ρόλος του Διακόπτη Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε.) σε περίπτωση διαρροής άνω των 30mA;**

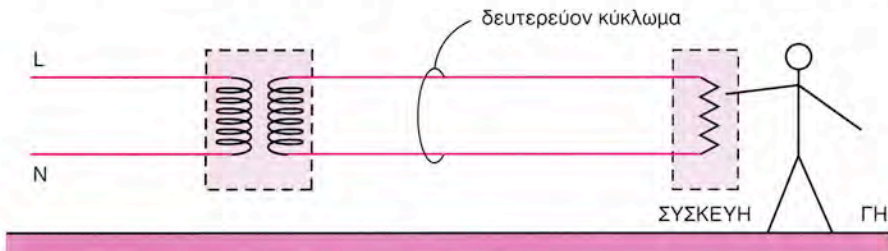
Απάντηση

Αν η διαρροή φθάσει και ξεπεράσει την τιμή των 30mA (που θεωρείται όριο επικινδυνότητας για τον άνθρωπο), τότε ο Δ.Δ.Ε. θα διακόψει αυτόματα την τροφοδοσία της ηλεκτρικής συσκευής σε ελάχιστο χρονικό διάστημα (περίπου 0,2 sec). Δηλαδή, με το Δ.Δ.Ε. εξασφαλίζεται ότι, στην περίπτωση που το ρεύμα διαρροής περάσει μέσα από το ανθρώπινο σώμα, η τιμή του δεν θα είναι μεγαλύτερη από 30 mA. (σελίδα 219)

**6. Τι γνωρίζετε για τη γαλβανική απομόνωση;**

Απάντηση

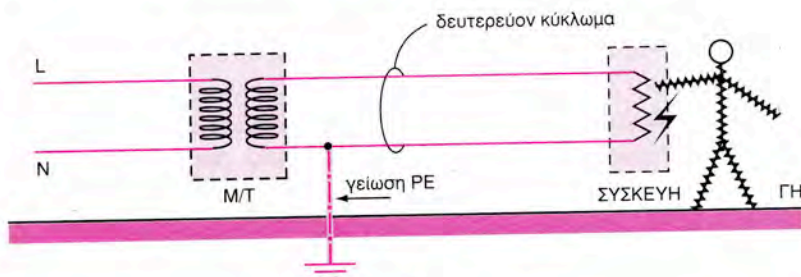
Η γαλβανική απομόνωση πραγματοποιείται μέσω των μετασχηματιστών, π.χ. στον ρευματοδότη που χρησιμοποιείται για την παροχή ρεύματος στη ξυριστική μηχανή και τοποθετείται στο λουτρό, υπάρχει τέτοιος μετασχηματιστής. Σε αυτή τη περίπτωση το δευτερεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή Μ/Τ **δεν είναι γειωμένο**, δεν συνδέεται δηλαδή αγωγίμα με τη γη.



Σχήμα 6.1

Αν ένας άνθρωπος έρθει σε επαφή με τους αγωγούς του δευτερεύοντος κυκλώματος όταν αυτό έχει γαλβανική απομόνωση (σχήμα 6.1) δεν κινδυνεύει από ηλεκτροπληξία.

Για να διαρρεύσει ηλεκτρικό ρεύμα προς τη γη, δεν αρκεί να υπάρχει ο αγωγίμος δρόμος μέσω του ανθρώπινου σώματος. Πρέπει να υπάρχει και **δεύτερος** αγωγίμος δρόμος μέσω του αγωγού γείωσης. Στο σχήμα 6.2 όπου το δευτερεύον του μετασχηματιστή είναι γειωμένο, σε περίπτωση επαφής υπάρχει ρεύμα διαρροής, όπως σημειώνεται στο σχήμα 6.2 και ο άνθρωπος κινδυνεύει από ηλεκτροπληξία.



Σχήμα 6.2




7. Ποιες είναι οι πρώτες ενέργειες που επιβάλλεται να κάνουμε σε περίπτωση πυρκαγιάς στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις;

### Απάντηση

Βλέπε πίνακα στη σελίδα 224.

8. Αναφέρατε το διεθνή συμβολισμό και τα χαρακτηριστικά των πυροσβεστήρων που είναι κατάλληλοι για την κατάσβεση πυρκαγιάς σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Απάντηση

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Ξηράς σκόνης		Υπάρχουν δύο τύποι: φορητοί και τροχήλατοι. • φορητοί: 6Kgr και 12Kgr • τροχήλατοι: 50Kgr έως 150Kgr (Σήμερα δεν χρησιμοποιούνται γιατί το προωθητικό αέριο που περιέχουν θεωρείται επιβλαβές για το περιβάλλον.)
Ξηράς σκόνης διαρκούς πίεσης		Ίδια χαρακτηριστικά με το παραπάνω. Λόγω της εσωτερικής πίεσης που υπάρχει στο δοχείο του πυροσβεστήρα, είναι κατάλληλος για χώρους με υγρασία.
Διοξειδίου του άνθρακα		Υπάρχουν δύο τύποι: φορητοί και τροχήλατοι. • φορητοί: 2Kgr και 6 Kgr • τροχήλατοι: 25Kgr έως 30Kgr

(Βλέπε πίνακα στη σελίδα 225)

**9. Ποιος είναι ο ρόλος της γείωσης σε ηλεκτρική συσκευή ή μηχανή;**

Απάντηση

Η γείωση σε μια ηλεκτρική συσκευή ή μηχανή παρέχει προστασία από ηλεκτροπληξία στον άνθρωπο που θα έρθει σε επαφή με το μεταλλικό περίβλημα της συσκευής, στην περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο (π.χ. φθορά της μόνωσης των αγωγών) μεταφερθεί η τάση του δικτύου στο μεταλλικό περίβλημα. (Βλέπε αναλυτικά παράγραφο 7.4.1 σελίδα 227).

**10. Ποιοι είναι οι τρόποι τεχνητών γειώσεων με ηλεκτρόδια (συνοπτική περιγραφή);**

Απάντηση

Οι τρόποι τεχνητών γειώσεων με ηλεκτρόδια που συνήθως γίνονται, είναι:

**α) Τεχνητή γείωση με μεταλλική πλάκα:** Τα ηλεκτρόδια με τη μορφή

μεταλλικής πλάκας (διαστάσεων 1 m x 0,5m x 30mm) τοποθετούνται κατακόρυφα μέσα στο έδαφος και σε βάθος κατάλληλο, ώστε η πάνω πλευρά της πλάκας να βρίσκεται 1 m κάτω από την επιφάνεια της γης.

**β) Τεχνητή γείωση με ραβδοειδή ηλεκτρόδια:** Τα ραβδοειδή ηλεκτρόδια με σχήμα ταφ ή σταυρού ή κύλινδρου μήκους 3 m χρησιμοποιούνται για λόγους ευκολότερης διείσδυσης στο έδαφος. Στη τριγωνική διάταξη τρία ηλεκτρόδια. Η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων πρέπει να είναι διπλάσια από το μήκος τους.

**γ) Θεμελιακή γείωση:** Η θεμελιακή γείωση αποτελεί τον καλύτερο τρόπο πραγματοποίησης της γείωσης σε μια οικοδομή. Με ειδικά στηρίγματα στερεώνουμε στον πυθμένα και περιμετρικά στα θεμέλια της οικοδομής μια λάμα από γαλβανισμένο χάλυβα διαστάσεων 30mm x 3mm. (Βλέπε αναλυτικά σελίδες 230, 231, 232, 233, 234).

**11. Ποιος είναι ο ρόλος της γείωσης σε φορητό ηλεκτρικό εργαλείο, το οποίο έχει διπλή ηλεκτρική μόνωση;**

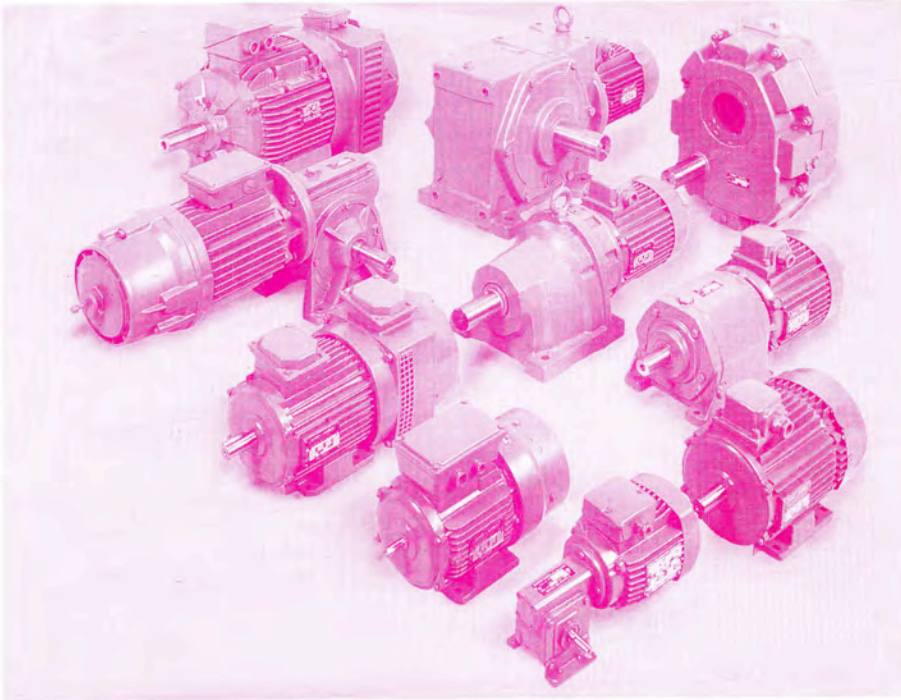
### Απάντηση

Η γείωση:

α) Προστατεύει τον άνθρωπο από το ρεύμα ηλεκτροπληξίας στην περίπτωση που αστοχήσει η διπλή μόνωση και μεταφερθεί η τάση του δικτύου στο περίβλημα της συσκευής.

Μία καλή γείωση δηλαδή, δεν επιτρέπει να αναπτυχθεί τάση πάνω στη συσκευή μεγαλύτερη από 50 V, που θεωρείται επικίνδυνη για τον άνθρωπο.

β) Συμβάλλει στην αποτελεσματική και ταχεία λειτουργία του Δ.Δ.Ε. εφ' όσον έχει τοποθετηθεί τέτοιος στην εγκατάσταση. (Βλέπε αναλυτικά παράγραφο 7.4.4 σελίδα 235).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

8

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

**1. Τι σκοπό εξυπηρετεί μια ηλεκτρική μηχανή όταν λειτουργεί:  
α) ως γεννήτρια; β) ως κινητήρας;**

### Απάντηση

Με τις ηλεκτρικές μηχανές επιτυγχάνεται η μετατροπή:

- της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική (γεννήτριες)
- της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική (κινητήρες). (σελίδα 243)

**2. Ποια είναι τα βασικά μέρη μιας ηλεκτρικής μηχανής (γεννήτρια ή κινητήρας);**

### Απάντηση

Κάθε ηλεκτρική μηχανή έχει δυο βασικά μέρη (βλέπε σχήμα 8.1α,β) :

- τον στάτη ο οποίος μαζί με τα πλευρικά κελύφη του αποτελεί το σταθερό (μη κινούμενο) μέρος της μηχανής
- τον δρομέα ή επαγωγίμο ή τύμπανο που αποτελεί το κινητό (περιστρεφόμενο) μέρος της μηχανής. (σελίδα 243)

**3. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας α) της γεννήτριας; β) του κινητήρα;**

### Απάντηση

- α) Βλέπε παράγραφο 8.2.1, σελίδα 244
- β) Βλέπε παράγραφο 8.2.2, σελίδα 245



#### 4. Τι είναι περίοδος και τι συχνότητα Ε.Ρ.;

##### Απάντηση

Χαρακτηριστικά μεγέθη εναλλασσόμενου ημιτονοειδούς ρεύματος Ε.Ρ.

- **Περίοδος  $T$  σε sec** Είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να γίνει μια πλήρης εναλλαγή της εναλλασσόμενης ημιτονοειδούς τάσης
- **Συχνότητα  $f$  σε c/s ή Hz** Είναι ο αριθμός των περιόδων ή πλήρων εναλλαγών της ημιτονοειδούς τάσης σε 1 sec

Ισχύει:

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

(σελίδα 247)

#### 5. Τι είναι η σύγχρονη ταχύτητα $n_s$ . Από ποια στοιχεία εξαρτάται.

##### Απάντηση

Την ταχύτητα με την οποία πρέπει να περιστραφεί ο εναλλακτήρας για να δώσει ορισμένη συχνότητα (π.χ. για το δίκτυο ΔΕΗ,  $f = 50$  Hz) ονομάζουμε **σύγχρονη ταχύτητα  $n_s$** .

Ανάλογα με τον αριθμό ζευγών πόλων ( $p$ ), έχουμε αντίστοιχα τιμές σύγχρονης ταχύτητας περιστροφής  $n_s$ :

π.χ.: για  $p = 1$  ζεύγος πόλων έχουμε  $n_s = 3.000$  στροφές ανά λεπτό

$p = 2$  ζεύγη πόλων έχουμε  $n_s = 1.500$  στροφές ανά λεπτό

$p = 3$  ζεύγη πόλων έχουμε  $n_s = 1.000$  στροφές ανά λεπτό

(σελίδα 247)

**6. Τι εξυπηρετεί η διάταξη συλλέκτη- ψηκτρών;**

Απάντηση

Η διάταξη συλλέκτη-ψυκτρών στις γεννήτριες Σ.Ρ. χρησιμεύει για την μετατροπή της εναλλασσόμενης τάσης, που αναπτύσσεται στα περιστρεφόμενα πλαίσια της μηχανής, σε συνεχή (ανορθωμένη) τάση. Στους κινητήρες Σ.Ρ. η διάταξη μετατρέπει την συνεχή τάση τροφοδοσίας του κινητήρα σε εναλλασσόμενη τάση έτσι ώστε να δημιουργείται (στα πλαίσια) η απαιτούμενη μηχανική ροπή στρέψης.

**7. Ποια είναι η διάκριση των μηχανών Σ.Ρ ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης του τυλίγματος διέγερσης με το τύλιγμα του τύμπανου;**

Απάντηση

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ	ΜΕ ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΣΕΙΡΑΣ	ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ	ΜΕ ΞΕΝΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ
ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ				
ΕΞΗΓΗΣΗ	Το τύλιγμα διέγερσης συνδέεται παράλληλα με το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου	Το τύλιγμα διέγερσης συνδέεται σε σειρά με το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου	Έχουν δύο τυλίγματα διέγερσης, ένα με σύνδεση παράλληλη προς το τύλιγμα τυμπάνου και ένα με σύνδεση σειράς	Το τύλιγμα διέγερσης τροφοδοτείται από Ξένη πηγή

Πίνακας 8.2.6

(σελίδα 253)

**8. Τι ονομάζουμε βαθμό απόδοσης ηλεκτροκινητήρα;**

Απάντηση

**Βαθμός απόδοσης  $\eta$**  ονομάζεται το πηλίκο της ωφέλιμης (μηχανικής) ισχύος  $P_\omega$ , την οποία αποδίδει στον άξονα του ένας κινητήρας, προς τη προσφερόμενη (ηλεκτρική) ισχύ  $P_\pi$ , την οποία παραλαμβάνει ο κινητήρας από το δίκτυο.

$$\text{Βαθμός απόδοσης} = \frac{\text{ωφέλιμη ισχύς (μηχανική)}}{\text{προσφερόμενη ισχύς (ηλεκτρική)}} \quad \eta = \frac{P_\omega}{P_\pi}$$

(Βλέπε και κεφάλαιο 3 παράγραφος 3.5 σελίδα 94).

**9. Ποια η διαφορά μεταξύ σύγχρονου και ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα;**

Απάντηση

Η διαφορά μεταξύ σύγχρονου και ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα είναι ως προς την ταχύτητα περιστροφής τους. Οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες δεν στρέφονται με την σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής, όπως οι σύγχρονοι κινητήρες, αλλά με μικρότερη ταχύτητα περιστροφής.

**10. Τι ονομάζουμε φασική και τι πολική τάση; Ποια η σχέση μεταξύ τους;**

Απάντηση

**Φασική τάση  $U_\phi$**  ονομάζουμε την τάση που επικρατεί ανάμεσα στην κάθε φάση και τον ουδέτερο.

**Πολική τάση  $U_\pi$**  ονομάζουμε την τάση που επικρατεί ανάμεσα σε δύο φάσεις.

Μεταξύ της πολικής και της φασικής τάσης ισχύει η σχέση

$$U_\pi = \sqrt{3} \cdot U_\phi \quad (\sqrt{3} \approx 1,73)$$

**11. Γιατί επιβλήθηκαν στο σύνολο σχεδόν των εφαρμογών οι ασύγχρονοι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα;**

Απάντηση

Οι ασύγχρονοι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, επιβλήθηκαν στο σύνολο σχεδόν των εφαρμογών επειδή έχουν μικρότερο κόστος κατασκευής και συντήρησης σε σχέση με τους άλλους τύπους ηλεκτρικών κινητήρων.

**12. Τι καλούμε ολίσθηση;**

Απάντηση

Η ολίσθηση δίνεται από τη σχέση:

$$s = \frac{\eta_s - \eta}{\eta_s} \times 100$$

(σελίδα 259)

**13. Πως αντιμετωπίζουμε το μειονέκτημα, που εμφανίζουν οι ασύγχρονοι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα να απορροφούν κατά την εκκίνηση ρεύμα μέχρι και 10πλάσιο του ρεύματος κανονικής λειτουργίας;**

Απάντηση

Για την μείωση του ρεύματος εκκίνησης των ασύγχρονων κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα, χρησιμοποιούνται κατάλληλες διατάξεις (εκκινήτες). Η πιο διαδεδομένη διάταξη εκκίνησης είναι ο διακόπτης αστέρα-τριγώνου.

**14. Ποιοί είναι οι βασικοί τρόποι σύνδεσης τριφασικών καταναλωτών;**

Απάντηση

Οι βασικοί τρόποι σύνδεσης τριφασικών καταναλωτών είναι δύο:

- α) σύνδεση σε αστέρα
- β) σύνδεση σε τρίγωνο.

**15. Με ποιο τρόπο μπορείτε να ρευματοδοτήσετε ένα ασύγχρονο κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα ισχύος <math><2\text{HP}</math> σε δίκτυο της ΔΕΗ;**

Απάντηση

Εφ' όσον η ισχύς του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα είναι μικρότερη των 2 HP, τότε τροφοδοτείται (ο κινητήρας) όπως οι ωμικοί καταναλωτές, δηλαδή μέσω διακόπτη και ασφαλειών. Σε αυτή την περίπτωση, δεν απαιτείται διάταξη μείωσης του ρεύματος εκκίνησης.

**16. Τι θα συμβεί, αν σε ένα ασύγχρονο κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα γίνει διακοπή σε μία από τις τρεις φάσεις του δικτύου π.χ. από πτώση ασφάλειας.**

Απάντηση

Αν στον ασύγχρονο τριφασικό κινητήρα, ο οποίος εργάζεται χωρίς φορτίο ή με μικρό φορτίο, διακοπεί ένας από τους τροφοδοτικούς αγωγούς, παρατηρούμε ότι ο κινητήρας εξακολουθεί να περιστρέφεται. Αν όμως τον σταματήσουμε και θελήσουμε να τον θέσουμε σε κίνηση θα παρατηρήσουμε ότι δεν ξεκινά εκτός και αν του δώσουμε περιστροφική ώθηση με το χέρι μας προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Κάτω από τις συνθήκες αυτές λειτουργίας (απώλεια μιας φάσης π.χ. από πτώση ασφάλειας) ο κινητήρας δεν μπορεί να αποδώσει όλη του την ισχύ (αποδίδει περίπου τη μισή) και φυσικά την αντίστοιχη ροπή. Αν ο κινητήρας εργαζόταν υπό πλήρες φορτίο θα ακινητοποιούνταν και θα βούιζε χαρακτηριστικά. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει άμεσα να διακοπεί η τροφοδότησή του. (σελίδα 266)

**17. Πως μπορούμε να λειτουργήσουμε ένα ασύγχρονο τριφασικό κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα ως μονοφασικό;**

Απάντηση

Μικροί τριφασικοί κινητήρες είναι δυνατόν να λειτουργήσουν ως μονοφασικοί με μειωμένη ισχύ και να εκκινούν μόνοι τους με την κατάλληλη σύνδεση ενός πυκνωτή στα τυλίγματα τους, όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 8.3.3.β. (σελίδα 268)

**18. Πως επιτυγχάνουμε αλλαγή της φοράς περιστροφής σε ένα τριφασικό κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα;**

Απάντηση

Η φορά περιστροφής ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα είναι ίδια με τη φορά περιστροφής του μαγνητικού πεδίου του στάτη. Μπορούμε να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής με αντιμετάθεση των συνδέσεων (στο κιβώτιο ακροδεκτών) σε δυο από τους τρεις αγωγούς τροφοδοσίας του κινητήρα, όπως αυτό φαίνεται στο σχήμα 8.3.4. (σελίδα 269)

**19. Ποια είναι η σχέση ρευμάτων γραμμής και ρευμάτων τυλίγματος ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα σε σύνδεση Υ και σύνδεση Δ;**

Απάντηση

Στη σύνδεση των τυλιγμάτων του κινητήρα **κατά αστέρα (Υ)**:

- το ρεύμα της γραμμής είναι ίσο με το ρεύμα κάθε τυλίγματος (ή φάσης του κινητήρα)

$$I_{\gamma\rho} = I_1 = I_2 = I_3$$

- το κάθε τύλιγμα βρίσκεται υπό τάση 220V

Στη σύνδεση των τυλιγμάτων (ή φάσεων) του κινητήρα **κατά τρίγωνο (Δ)**:

– το ρεύμα της γραμμής είναι  $\sqrt{3} = 1,73$  φορές μεγαλύτερο από το ρεύμα του τυλίγματος (ή φάσης)

$$I_{\gamma\rho} = \sqrt{3} I_{\phi}$$

– το κάθε τύλιγμα βρίσκεται υπό τάση 380V. (σελίδα 264)

### 20. Τι εξυπηρετεί ο διακόπτης Υ-Δ;

#### Απάντηση

Στους **ασύγχρονους τριφασικούς κινητήρες** βραχυκυκλωμένου δρομέα η πιο συνηθισμένη διάταξη είναι ο **διακόπτης αστέρα-τριγώνου**. Ο κινητήρας εκκινεί με τα τυλίγματα του συνδεδεμένα σε αστέρα. Έτσι, το ρεύμα εκκίνησής του είναι μεν αυξημένο, έως και 10 φορές, σε σχέση όμως με το ρεύμα λειτουργίας του σε σύνδεση αστέρα και όχι σε σχέση με την κανονική σύνδεσή του σε τρίγωνο, οπότε θα ήταν τριπλάσιο. Όταν ο κινητήρας αποκτήσει τις ονομαστικές του στροφές, η συνδεσμολογία των τυλιγμάτων του κινητήρα μετατρέπεται αυτόματα σε σύνδεση κατά τρίγωνο. (σελίδα 266)

### 21. Τι εξυπηρετεί ο αυτόματος διακόπτης στο κύκλωμα ρευματοδότησης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα;

#### Απάντηση

Οι αυτόματοι διακόπτες είναι εξοπλισμένοι με διατάξεις προστασίας οι οποίες επεμβαίνουν αυτόματα και διακόπτουν το κύκλωμα σε περίπτωση ανωμαλίας ή κινδύνου και γι' αυτό ακριβώς ονομάζονται αυτόματοι. (σελίδα 277)

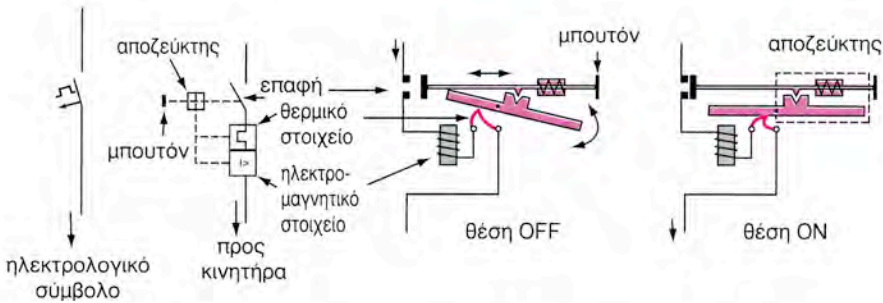
### 22. Από τι μας προστατεύουν α) οι ασφάλειες, β) τα θερμικά, γ) το πηνίο του αυτόματου διακόπτη;

**Απάντηση**

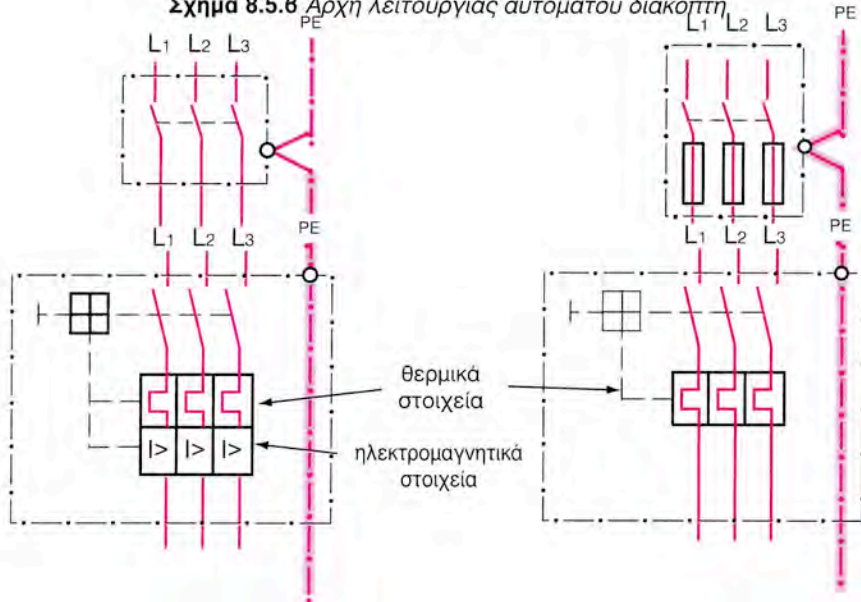
Οι διατάξεις προστασίας που έχουν οι αυτόματοι διακόπτες (σχήμα 8.5.β) στηρίζουν τη λειτουργία τους σε δυο φαινόμενα:

- τη θερμική διαστολή ενός διμεταλλικού ελάσματος και
- την ηλεκτρομαγνητική έλξη του πυρήνα ενός ηλεκτρομαγνήτη.

Τα θερμικά και ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία προστασίας διαρρέονται σε σειρά από το ρεύμα του κυκλώματος που προστατεύουν (σχήμα 8.5.γ,δ). Το θερμικό στοιχείο αντιδρά (διακόπτει το κύκλωμα) σε περίπτωση που δημιουργηθεί υπερφόρτιση μεγάλης διάρκειας (π.χ. ή διακοπή μιας φάσης που συνεπάγεται υπερφόρτιση των δυο άλλων φάσεων), ενώ το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο αντιδρά σε περίπτωση βραχυκυκλώματος.



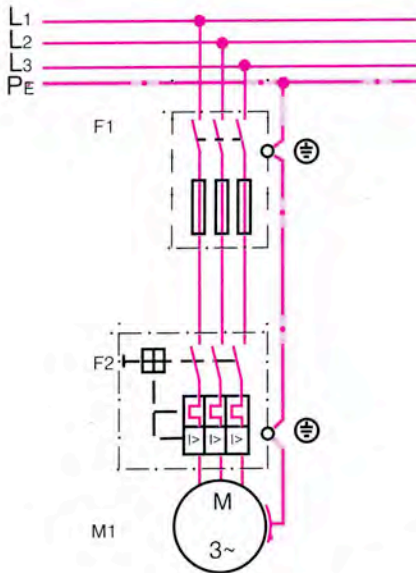
**Σχήμα 8.5.6** Αρχή λειτουργίας αυτόματου διακόπτη



**Σχήμα 8.5.γ** Συνδεσμολόγηση αυτόματου διακόπτη



Η προστασία της γραμμής και του κινητήρα από βραχυκύκλωμα εξασφαλίζεται είτε με την τοποθέτηση στη γραμμή ασφαλειών είτε με την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων προστασίας στον αυτόματο διακόπτη ισχύος (βλέπε σχ. 8.5.γ)



Σχήμα 8.5.δ Σύνδεση τριφασικού κινητήρα μέσω αυτόματου διακόπτη

### Τηλεχειριζόμενοι αυτόματοι διακόπτες

Μια ακόμα διάταξη προστασίας είναι το πηνίο έλλειψης τάσης του αυτόματου διακόπτη. Αυτό ανοίγει το κύκλωμα, όταν η τάση μειωθεί σημαντικά κάτω από την κανονική τιμή. Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος, οι κινητήρες δεν ξεκινούν αυτόματα μόλις επανέλθει το ρεύμα. Με την επαναφορά της τάσης χρειάζεται να δοθεί νέα εντολή λειτουργίας (χειρισμός) η οποία συνήθως γίνεται μέσα από το μπουτόν START ή ON ή I, (πράσινου χρώματος), εφ' όσον ο αυτόματος παίρνει εντολές από μπουτόν. (σελίδες 277, 278, 279)

**23. Τι εξυπηρετεί η χρήση ηλεκτρονόμου για τη ρευματοδότηση κινητήρα;**

### Απάντηση

Οι ηλεκτρονόμοι χρησιμοποιούνται για τον τηλεχειρισμό και την αυτόματη λειτουργία (μέσω κυκλωμάτων ελέγχου) των ηλεκτρικών κινητήρων.

**24. Τι εξυπηρετεί ένας Μ/Σ;**Απάντηση

Οι μετασχηματιστές είναι ηλεκτρικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για να ανυψώσουν ή να υποβιβάσουν την τάση. Οι μηχανές αυτές δεν έχουν περιστρεφόμενα μέρη. Προσδίδεται στους μετασχηματιστές ένα ποσό ηλεκτρικής ενέργειας από μια πηγή Ε.Ρ. με δεδομένα χαρακτηριστικά (τάσης, έντασης) και αποδίδεται το ίδιο περίπου (αφαιρουμένων των απωλειών που προέρχονται κυρίως από δινορεύματα) με διαφορετικά χαρακτηριστικά τάσης και έντασης. (σελίδα 287)

**25. Ο Μ/Σ εργάζεται στο Σ.Ρ και στο Ε.Ρ.; Εξηγήστε την απάντηση.**Απάντηση

Οι μετασχηματιστές λειτουργούν μόνο στο Ε.Ρ. Στο Ε.Ρ. παρουσιάζουν μια σύνθετη αντίσταση  $Z$  που οφείλεται στην επαγωγική αντίσταση των τυλιγμάτων τους  $X_L$  και κατά δεύτερο λόγο στη ωμική αντίσταση των τυλιγμάτων τους  $R$ . Η ένταση του ρεύματος που τους διαρρέει δίνεται από την σχέση  $I = U/Z$ . Οι μετασχηματιστές, αν συνδεθούν στο Σ.Ρ., παρουσιάζουν μόνο την πολύ μικρή αντίσταση των τυλιγμάτων τους  $R$ , με αποτέλεσμα το ρεύμα που τους διαρρέει να είναι πολύ μεγαλύτερο με κίνδυνο καταστροφής τους. Αν συνδεθεί το πρωτεύον του Μ/Τ στο Σ.Ρ., στο δευτερεύον του Μ/Τ δεν θα κυκλοφορεί ρεύμα, δηλαδή δεν θα μετασχηματίζεται η τάση. (Βλέπε και κεφάλαιο 5, παράδειγμα στη σελίδα 158).

**26. Τι εκφράζει ο λόγος μετασχηματισμού  $K$ ;**Απάντηση

Παραλαμβανόμενη ισχύς στο πρωτεύον = αποδιδόμενη ισχύς στο δευτερεύον

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

άρα ισχύει:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = K$$

όπου  $K$  ο λόγος μετασχηματισμού, ο οποίος ισούται με το λόγο των σπειρών  $N_1/N_2$ .

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Παρατηρούμε ότι ο λόγος των τάσεων και των σπειρών είναι αντίστροφα ανάλογος του λόγου των εντάσεων. (σελίδες 288, 289)

**27. Ποια η βασική διαφορά μεταξύ ημιανόρθωσης και πλήρους ανόρθωσης;**

Απάντηση

Στην απλή ανόρθωση ή ημιανόρθωση εκμεταλευόμαστε μόνο τη μια ημιπερίοδο της εναλλασσόμενης τάσης. Στην πλήρη ανόρθωση εκμεταλευόμαστε και τις δύο ημιπεριόδους της εναλλασσόμενης τάσης.

**28. Τι εξυπηρετεί η χρήση ανορθωτικής γέφυρας;**

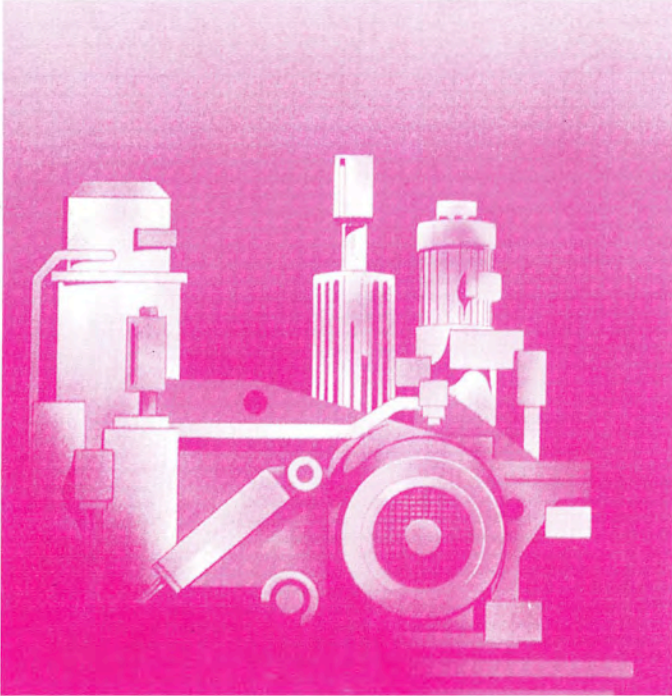
Απάντηση

Με την ανορθωτική γέφυρα επιτυγχάνεται πλήρης ανόρθωση του Ε.Ρ.

**29. Πώς επιτυγχάνεται η εξομάλυνση της ανορθωμένης τάσης;**

Απάντηση

Η εξομάλυνση επιτυγχάνεται με τη σύνδεση φίλτρων στην έξοδο της ανορθωτικής διάταξης, τα οποία μειώνουν την κυμάτωση της κυματομορφής της ανορθωμένης τάσης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

9

**ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ**





## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

### 1. Τι καλείται σύστημα αυτοματισμού.

#### Απάντηση

Ένα σύστημα αυτοματισμού περιλαμβάνει:

- αισθητήρια
- μονάδες επεξεργασίας και διαβίβασης των εντολών των πληροφοριών, οι οποίες λαμβάνονται από τα αισθητήρια
- τους επενεργοποιητές στους οποίους καταλήγουν οι εντολές

Σκοπός ενός συστήματος αυτοματισμού είναι να εξυπηρετήσει μια λειτουργική διαδικασία.

### 2. Να αναφέρετε τη χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ ενός ανοικτού και ενός κλειστού συστήματος αυτοματισμού.

#### Απάντηση

Στο ανοικτό σύστημα ελέγχου η έξοδος της ελεγχόμενης διάταξης δεν επηρεάζει την είσοδο, ενώ στο κλειστό σύστημα η έξοδος επηρεάζει την είσοδο λόγω της ανατροφοδότησης. (σελίδες 309, 310)

### 3. Να αναφέρετε εφαρμογές ανοικτών και κλειστών συστημάτων αυτοματισμού.

#### Απάντηση

Βλέπε παράδειγμα 2, σελίδα 308 και παράγραφο 9.2.2.

**4. Να εξηγήσετε τους όρους “είσοδος” και “έξοδος” συστήματος αυτοματισμού.**

### Απάντηση

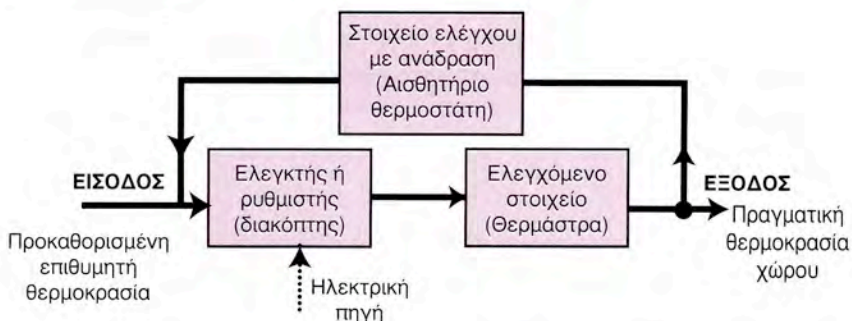
**Είσοδος** είναι η επιθυμητή τιμή του ελεγχόμενου μεγέθους (π.χ. θερμοκρασίας, ταχύτητας, παροχής υγρού, στάθμης, πίεσης κ.τ.λ.).

**Έξοδος** είναι η πραγματική τιμή του ελεγχόμενου μεγέθους μετά την επενέργεια του συστήματος αυτοματισμού.

Στα συστήματα κλειστού βρόχου η έξοδος συγκρίνεται με την είσοδο και, εφ' όσον υπάρχει διαφορά, το σύστημα διορθώνει αυτόματα την τιμή του ελεγχόμενου μεγέθους, ώστε να προσεγγίσει την επιθυμητή τιμή.

**5. Να περιγράψετε το χονδρικό (block) διάγραμμα κλειστού συστήματος αυτοματισμού.**

### Απάντηση



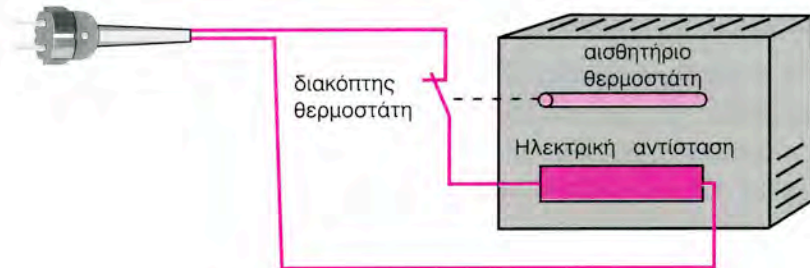
**Σχ. 9.2.2 6** Σχηματικό διάγραμμα συστήματος ελέγχου κλειστού βρόχου

(σελίδα 310)

**6. Να αναφέρετε τις χαρακτηριστικές ενέργειες που συνεχώς πραγματοποιεί ένα κλειστό σύστημα αυτοματισμού κατά τη λειτουργία του.**

Απάντηση

Σε ένα κλειστό σύστημα ελέγχου, η έξοδος του συστήματος (άνοδος της θερμοκρασίας λόγω παροχής θερμικής ενέργειας στο χώρο) ανατροφοδοτείται και συγκρίνεται με την είσοδο, δηλαδή ελέγχεται.



Σχ. 9.2.2. α Ελεγχόμενη θέρμανση χώρου

Ο έλεγχος με επανατροφοδότηση (feed back) απαιτεί:

1. Ανίχνευση ή και μέτρηση ενός μεγέθους.
2. Σύγκριση του αποτελέσματος με μια προκαθορισμένη τιμή αναφοράς.
3. Αυτόματη διόρθωση.

(σελίδες 309, 310)

**7. Ποια η χρήση των κύριων και των βοηθητικών επαφών ενός ηλεκτρονόμου.**

Απάντηση

Οι κύριες επαφές του ηλεκτρονόμου χρησιμοποιούνται για την παροχή ισχύος στην ελεγχόμενη συσκευή (π.χ. σε έναν ηλεκτροκινητήρα). Οι βοηθητικές επαφές χρησιμεύουν για να δέχεται ο ηλεκτρονόμος εντολές από το υπόλοιπο σύστημα αυτοματισμού ή για την διαβίβαση εντολών και πληροφοριών από τον ηλεκτρονόμο προς το σύστημα αυτοματισμού.



### 8. Τι είναι ο πιεσοστάτης και ποια τα κύρια μέρη του.

#### Απάντηση

Είναι το εξάρτημα εκείνο με το οποίο ένας διακόπτης ενεργοποιείται από αισθητήριο πίεσης.

Τα κύρια μέρη του πιεσοστάτη είναι :

- 1) **Το αισθητήριο πίεσης:** Το αισθητήριο είναι το μέρος εκείνο του πιεσοστάτη, που αντιλαμβάνεται τη μεταβολή της πίεσης και προκαλεί το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας επαφής. Συνήθως το αισθητήριο αποτελείται από ένα έμβολο με ελατήριο ή από μια μεμβράνη, η οποία ανάλογα με τη μεταβολή της πίεσης εκτείνεται ή συστέλλεται (βλέπε σχήμα 9.3.1) .
- 2) **Ο διακόπτης:** Ο διακόπτης του πιεσοστάτη είναι συνήθως μεταγωγική επαφή ή μια ανοικτή και μια κλειστή επαφή.
- 3) **Μηχανισμός ρύθμισης πίεσης:** Με ρυθμιστικά βιδάκια ρυθμίζεται η ανώτερη και η κατώτερη στάθμη πίεσης, στην οποία ανοίγουν ή κλείνουν οι επαφές του διακόπτη.
- 4) **Βάση ή πλαίσιο:** Η βάση του είναι κατάλληλα διαμορφωμένη για να στηρίζεται πάνω σε σωλήνες. Όταν όμως υπάρχουν κραδασμοί στο σωλήνα, αποφεύγεται η απ' ευθείας στήριξη πάνω του. Σ' αυτήν την περίπτωση ο πιεσοστάτης στηρίζεται σε σταθερό μέρος και η πίεση μεταφέρεται με ειδικό εύκαμπτο σωλήνα. (σελίδα 317)

### 9. Να εξηγήσετε τον όρο ηλεκτρονικός αυτοματισμός.

#### Απάντηση

Ο ηλεκτρονικός αυτοματισμός είναι γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται στη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών και διατάξεων στα συστήματα αυτοματισμού αποτελούμενων από εξαρτήματα κατασκευασμένα κυρίως από ημιαγωγούς. Δηλαδή τα ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού περιλαμβάνουν αισθητήρια, μονάδες ελέγχου και ενεργοποιητές που λειτουργούν με ηλεκτρονικά στοιχεία.

**10. Σε τι χρησιμεύουν τα αισθητήρια σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα;**

**Απάντηση**

Τα αισθητήρια μεταφέρουν πληροφορίες για τα ελεγχόμενα μεγέθη (θερμοκρασία, πίεση, ταχύτητα κ.τ.λ.) στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου.

**11. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των αισθητήρων ανιχνευτών προσέγγισης;**

**Απάντηση**

Τα πλεονεκτήματα των ανιχνευτών προσέγγισης είναι τα εξής:

- Δεν έρχονται σε επαφή με το προς ανίχνευση αντικείμενο
- Δεν παρουσιάζουν φθορά αφού δεν έχουν κινούμενα μέρη
- Δίνουν γρήγορη και αξιόπιστη σηματοδότηση από ηλεκτρονική έξοδο
- Ο αριθμός των χειρισμών είναι απεριόριστος. (σελίδα 326)

**12. Ποιες είναι οι κατηγορίες των αισθητήρων ανιχνευτών προσέγγισης και ποια η αρχή λειτουργίας τους;**

**Απάντηση**

Οι ανιχνευτές προσέγγισης διακρίνονται σε δύο οικογένειες:

- τους επαγωγικούς, για μεταλλικά αντικείμενα (π.χ. σιδηρομαγνητικά)
- τους χωρητικούς, για κάθε είδους αντικείμενα. (σελίδα 326)

**13. Να αναφέρετε την αρχή λειτουργίας των πνευματικών συστημάτων.**

### Απάντηση

Η αναγκαιότητα για τη λειτουργία εφαρμογών αυτοματισμού με χαμηλό κόστος και η αξιοποίηση της δυναμικής ενέργειας που δημιουργείται από τη συμπίεση του πεπιεσμένου αέρα με κατάλληλη διάταξη, ώθησαν την εξέλιξη των πνευματικών συστημάτων αυτοματισμού. Η αρχή λειτουργίας των πνευματικών συστημάτων αυτοματισμού βασίζεται στην ενέργεια που αποκτά ο ατμοσφαιρικός αέρας, όταν συμπιέζεται και αποθηκεύεται σ' ένα αεροθάλαμο. Τα πνευματικά συστήματα λειτουργούν με μεγάλη ταχύτητα και αξιοπιστία, αλλά δεν μπορούν να ασκήσουν μεγάλες δυνάμεις.  
(σελίδα 331)

**14. Να αναφέρετε τις κυριότερες εφαρμογές των πνευματικών αυτοματισμών.**

### Απάντηση

Μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές των πνευματικών αυτοματισμών είναι:

- α) η συμπίεση-κόλληση υλικών
- β) η τάνυση μεταφορικής ταινίας.

**15. Να περιγράψετε μία μονάδα παραγωγής πεπιεσμένου αέρα και να αναφέρετε τα κυριότερα μέρη της.**

### Απάντηση

Τα κυριότερα μέρη ενός πνευματικού συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- α) παραγωγή πεπιεσμένου αέρα
- β) επεξεργασία πεπιεσμένου αέρα (φιλτράρισμα, λίπανση, αφύγρανση)

- γ) διανομή πεπιεσμένου αέρα (μέσω δικτύου σωληνώσεων)
- δ) έλεγχος πεπιεσμένου αέρα (βαλβίδες, χειριστήρια)
- ε) μετατροπή της πνευματικής ισχύος σε ευθύγραμμη (πνευματικοί κύλινδροι) ή περιστροφική κίνηση (πνευματικοί κινητήρες). (σελίδα 331)

**16. Να αναφέρετε τα κυριότερα δομικά υλικά των πνευματικών αυτοματισμών.**

Απάντηση

Δομικά υλικά, όπως βαλβίδες, κύλινδροι, χειριστήρια, αισθητήρια, πλήκτρα και πνευματικοί κινητήρες, συνθέτουν πνευματικά συστήματα αυτοματισμού.

Βαλβίδες είναι εκείνα τα εξαρτήματα, με τα οποία ελέγχουμε τη ροή, τη διεύθυνση, την πίεση και την ποσότητα του πεπιεσμένου αέρα.

Οι κύλινδροι είναι μηχανισμοί, που μετατρέπουν την ενέργεια του πεπιεσμένου αέρα σε ευθύγραμμη κίνηση. Διακρίνονται σε κυλίνδρους απλής και διπλής ενέργειας. (σελίδα 332)

**17. Να προσδιορίσετε το ρόλο των κυλίνδρων και των πνευματικών κινητήρων.**

Απάντηση

- Οι κύλινδροι διακρίνονται σε: α) απλής ενέργειας β) διπλής ενέργειας.
  - α) Οι κύλινδροι απλής ενέργειας διαθέτουν ένα στόμιο για την εισαγωγή του αέρα. Παράγουν έργο μόνο κατά τη μια διεύθυνση. Το έμβολο του κύλινδρου επανέρχεται είτε με επενέργεια εξωτερικής δύναμης είτε με ενσωματωμένο ελατήριο.
  - β) Οι κύλινδροι διπλής ενέργειας διαθέτουν δύο στόμια. Το έμβολο παράγει έργο και κατά τις δυο διευθύνσεις, δηλαδή τόσο κατά την έκταση όσο και κατά την συστολή του βάκτρου.
- Οι πνευματικοί κινητήρες χρησιμοποιούν την πνευματική ισχύ για να δώσουν περιστροφική κίνηση.

**18. Να αναφέρετε τα κύρια πλεονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων και να παραθέσετε ενδεικτικές εφαρμογές τους.**

### Απάντηση

Τα υδραυλικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να ασκήσουν μεγάλες δυνάμεις, απαιτούν μικρή συντήρηση έχουν μεγάλη αξιοπιστία και αντέχουν σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος.

**19. Να αναφέρετε τους λόγους για τους οποίους χρησιμοποιούνται σύνθετα συστήματα αυτοματισμού.**

### Απάντηση

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των εφαρμογών επέβαλαν τη χρήση σύνθετων συστημάτων (ηλεκτρικά – υδραυλικά – ηλεκτρονικά – πνευματικά). Το κάθε σύστημα παρουσιάζει και μειονεκτήματα, τα οποία έρχεται να εξαλείψει ο συνδυασμός του με άλλα συστήματα.

Για παράδειγμα, στον υδραυλικό ανελκυστήρα, εκτός από την άσκηση μεγάλων δυνάμεων, απαιτούνται και μεγάλες ταχύτητες. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε και ηλεκτροκινητήρα, δηλαδή δημιουργούμε ένα ηλεκτρουδραυλικό σύστημα. Αυτό, συνδυασμένο με τις σύγχρονες ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, μας δίνει το επιθυμητό και γνωστό σε όλους μας αποτέλεσμα της άνετης και ασφαλούς καθ' ύψος διακίνησης. (σελίδες 334, 335)

**20. Να εξηγήσετε τα πλεονεκτήματα των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.**

### Απάντηση

Πλεονεκτήματα από τη χρήση του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (P.L.C.)

- Αν σε ένα σύστημα αυτοματισμού θελήσουμε να αλλάξουμε την εκτελούμενη διαδικασία, πρέπει να ξαναγίνει καλωδίωση. Με τη χρή-

ση P.L.C. μπορεί να γίνει επαναπρογραμματισμός της διαδικασίας, χωρίς την ανάγκη επιπρόσθετων εργασιών και δαπανών.

- Πέραν τούτου οι P.L.C. έχουν τεράστια ποικιλία ενσωματωμένων λειτουργικών στοιχείων, όπως ρελέ, χρονιστές, μετρητές, κλπ, τα οποία είναι διαθέσιμα για την κάλυψη των νέων απαιτήσεων.
- Επειδή τα P.L.C. έχουν ελάχιστα κινούμενα μέρη, η αξιοπιστία τους είναι εξαιρετική.~ (σελίδα 343)

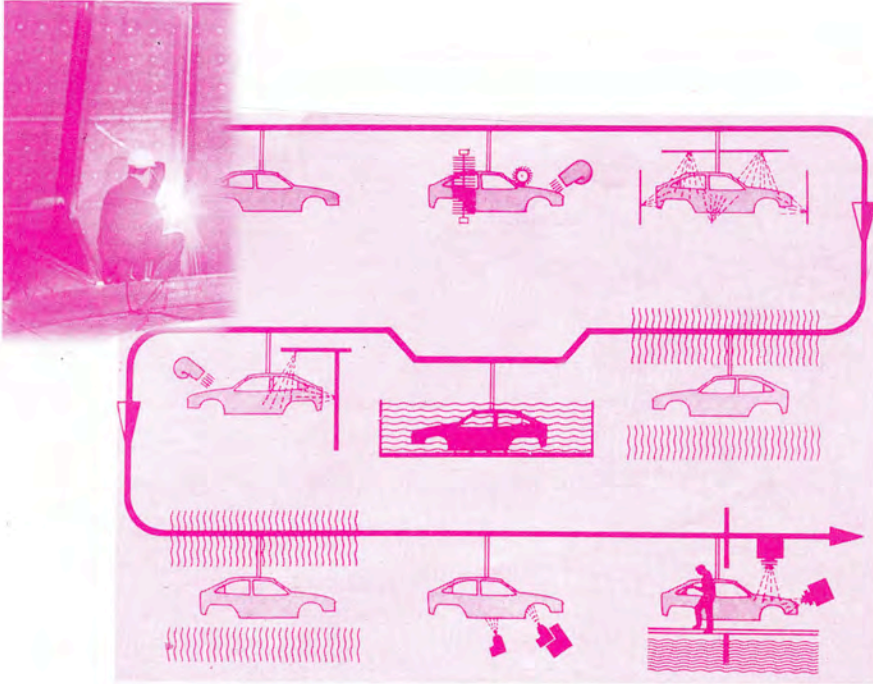
**21. Να αναφέρετε συσκευές που χρησιμοποιούν επεξεργαστή.**

**Απάντηση**

Επεξεργαστής χρησιμοποιείται σε:

- α) αυτοκίνητα για τον έλεγχο διαφόρων συστημάτων
- β) οικιακές συσκευές (π.χ. πλυντήριο)
- γ) κλιματιστικές συσκευές
- δ) βιομηχανικές εφαρμογές (μηχανές συσκευασίας, τυπογραφικές μηχανές, προγραμματιζόμενες εργαλειομηχανές CNC, εγκαταστάσεις διακίνησης ρευστών, κ.τ.λ.).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 10

## ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ







## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

### 1. Τι είναι ηλεκτροσυγκόλληση;

#### Απάντηση

Για τη συγκόλληση δύο σωμάτων γίνεται τοπική θέρμανση στα σημεία συνένωσης μέχρι τα σώματα να πλαστικοποιηθούν ή και να λειώσουν με ταυτόχρονη συνήθως άσκηση πίεσης. Η απαιτούμενη θερμότητα παράγεται με ηλεκτρικό ρεύμα. Διακρίνουμε δύο είδη ηλεκτροσυγκολλήσεων:

1. **Την ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση** – τα σημεία θερμαίνονται με το πέρασμα ηλεκτρικού ρεύματος, μέχρι να αποκτήσουν πλαστικότητα, και συμπιέζονται, για να κολλήσουν.
2. **Την ηλεκτροσυγκόλληση με τόξο** – τα σημεία συγκόλλησης θερμαίνονται μέχρι του σημείου τήξης με τη βοήθεια ηλεκτρικού τόξου. (σελίδα 377)

### 2. Ποια τα απαιτούμενα υλικά για την πραγματοποίηση ηλεκτρόλυσης;

#### Απάντηση

Τα απαιτούμενα για την ηλεκτρόλυση υλικά είναι:

- **Ο ηλεκτρολύτης**, δηλαδή μια χημική ένωση, όπως π.χ. οξύ, βάση, άλας, που κύρια χαρακτηριστική ιδιότητά της είναι τα διαλύματα ή τα τήγματά της να μας δίνουν κατιόντα και ανιόντα
- **Τα ηλεκτρόδια** εμβαπτισμένα στον ηλεκτρολύτη
- **Η πηγή**, απαραίτητα συνεχούς ρεύματος (Σ.Ρ). (σελίδα 370)

### 3. Αναφέρατε μεθόδους επιμετάλλωσης.

#### Απάντηση

Οι μέθοδοι επιμετάλλωσης που χρησιμοποιούνται είναι:

- **Η ηλεκτρολυτική.** Το προς επιμετάλλωση αντικείμενο αποτελεί την κάθοδο ενός βολταμέτρου (συγκρότημα αποτελούμενο από δοχείο με ηλεκτρολύτη μέσα στο οποίο έχουν εμβαπτιστεί ηλεκτρόδια). Ο ηλεκτρολύτης είναι διάλυμα άλατος του μετάλλου, με το οποίο πρόκειται να γίνει επικάλυψη και άνοδος είναι πλάκα από το ίδιο μέταλλο. Κατά την ηλεκτρόλυση μεταφέρεται συνεχώς μέταλλο από την άνοδο στην κάθοδο, όπου και επικάθεται.

- **Η εμβάπτιση.** Το αντικείμενο βυθίζεται σε λουτρό λειωμένου μετάλλου, μέχρις ότου στην επιφάνειά του στερεοποιηθεί ένα στρώμα μετάλλου.

- **Η καθοδική.** Το αντικείμενο βρίσκεται μέσα σε θάλαμο με αέριο σε χαμηλή πίεση και καλύπτεται από άτομα μετάλλου που εκτοξεύονται από το ηλεκτρόδιο της καθόδου. Το ηλεκτρόδιο της καθόδου φυσικά είναι κομμάτι μετάλλου, με το οποίο θέλουμε να επικαλυφτεί το αντικείμενο.

Άλλη μέθοδος επιμετάλλωσης είναι η εξάτμιση του μετάλλου σε κενό. Έτσι γίνεται η επικάλυψη του γυαλιού με χαλκό, άργυρο ή χρυσό.

(σελίδες 370, 371)

### 4. Τι είναι γαλβανισμός;

#### Απάντηση

Γαλβανισμός

Το μέταλλο που θέλουμε να προστατέψουμε μαζί με το μεταλλικό επίστρωμα εμβαπτίζονται σε ένα υδατικό διάλυμα μεταλλικού άλατος. Στον αρνητικό πόλο (-) μιας πηγής Σ.Ρ. συνδέουμε το προς προστασία μέταλλο και στο θετικό (+) πόλο το μεταλλικό επίστρωμα (σχήμα 10.2.α).

Ηλεκτρολύτης: μεταλλικό άλας διαλυμένο σε νερό, π.χ.  $\text{CuSO}_4$

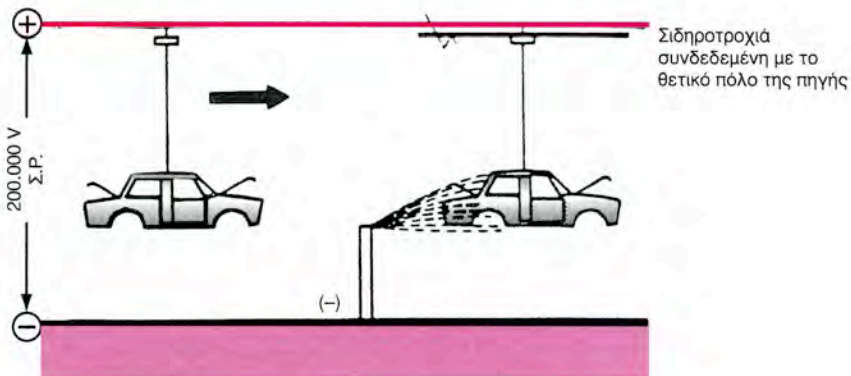
Πλάκα χαλκού (συνδέεται στον θετικό πόλο): Η ρίζα  $\text{SO}_4$  ενώνεται με το χαλκό (Cu) και σχηματίζει εκ νέου  $\text{CuSO}_4$

Ο Cu που ελευθερώνεται, επικάθεται στην επιφάνεια του αντικειμένου, που θέλουμε να προστατέψουμε. (σελίδα 372)

**5. Πως γίνεται η ηλεκτροστατική βαφή; ποια τα πλεονεκτήματά της;**

**Απάντηση**

Χρησιμοποιείται για βαφή αντικειμένων σε σειρά παραγωγής. Το προς βαφή αντικείμενο συνδέεται με το θετικό πόλο της πηγής Σ.Ρ. υψηλής τάσης π.χ. 200.000V, ενώ τα ακροφύσια ψεκασμού συνδέονται με τον αρνητικό πόλο της ίδιας πηγής (σχήμα 10.2.β.).



**Σχ. 10.2. β** Ηλεκτροστατικός ψεκασμός

Το θετικά φορτισμένο αμάξιμο έλκει τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια χρώματος, τα οποία καλύπτουν ομοιόμορφα μέσα – έξω όλες τις επιφάνειες εισχωρώντας και στα πιο δύσκολα σημεία. Με αυτόν τον τρόπο βαφής ελαχιστοποιείται επίσης η απώλεια χρώματος. (σελίδα 373)

### 6. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας του επαγωγικού φούρνου;

#### Απάντηση

Οι επαγωγικοί φούρνοι, για τη δημιουργία θερμότητας αξιοποιούν τόσο το φαινόμενο *Τζάουλ*, όσο και το φαινόμενο της ηλεκτρικής επαγωγής. Μέσα στο κλειστό δευτερεύον κύκλωμα ενός μετασχηματιστή επάγεται τάση, η οποία προκαλεί την κυκλοφορία ισχυρού ρεύματος. Λόγω της αντίστασης του δευτερεύοντος τυλίγματος αναπτύσσεται θερμότητα, δηλαδή η θέρμανση με επαγωγή ανάγεται σε θέρμανση με αντίσταση και είναι αρκετά οικονομική. (σελίδα 375)

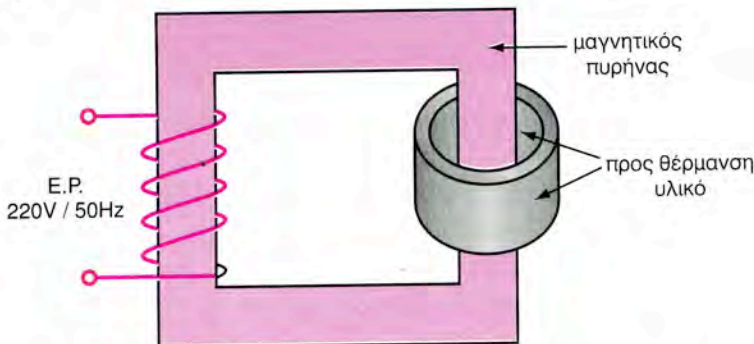
### 7. Αναφέρατε κατηγορίες επαγωγικών φούρνων.

#### Απάντηση

Οι επαγωγικοί φούρνοι διακρίνονται σε:

– φούρνους χαμηλής συχνότητας:

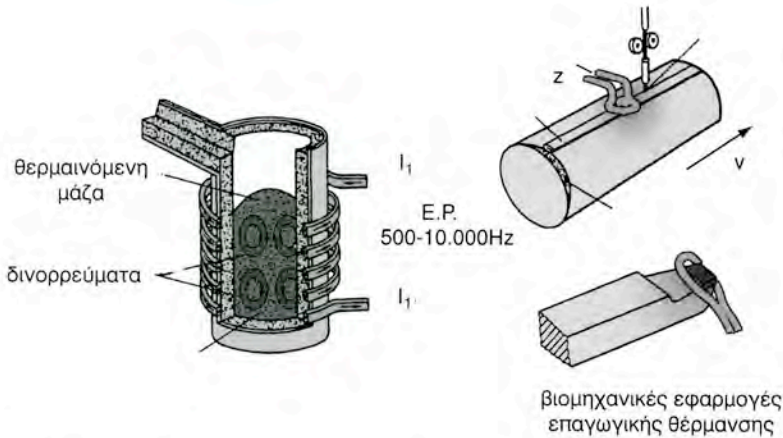
έχουν κλειστό κύκλωμα (πυρήνα) όπως οι Μ/Σ. Το πρωτεύον τροφοδοτείται με ρεύμα χαμηλής συχνότητας (50 Hz). Το προς θέρμανση υλικό αποτελεί το δευτερεύον τύλιγμα με μορφή βραχυκυκλωμένης σπείρας (σχήμα 10.3.α).



**Σχ. 10.3 α** Αρχή λειτουργίας επαγωγικού φούρνου χαμηλής συχνότητας

– φούρνους υψηλής συχνότητας

συνήθως δε φέρουν μαγνητικό πυρήνα. Το προς θέρμανση αντικείμενο αποτελεί το δευτερεύον τύλιγμα και τοποθετείται στο εσωτερικό του πρωτεύοντος, το οποίο τροφοδοτείται με Ε.Ρ. υψηλής συχνότητας  $500 \div 10.000 \text{ Hz}$ . (σχήμα 10.3.β).



**Σχ. 10.3 β** Αρχή λειτουργίας επαγωγικού φούρνου υψηλής συχνότητας και βιομηχανικές εφαρμογές της επαγωγικής θέρμανσης.

Στους επαγωγικούς φούρνους η απαιτούμενη θερμότητα αναπτύσσεται απευθείας μέσα στη μάζα του προς θέρμανση αντικειμένου και η θερμοκρασία λαμβάνει υψηλές τιμές, ενώ στους φούρνους με αντιστάσεις η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλες απώλειες ισχύος και περιορισμούς στη χρήση τους. Οι επαγωγικοί φούρνοι έχουν μικρότερες διαστάσεις σε σύγκριση με τους φούρνους με αντίσταση. Οι πυρίμαχες επενδύσεις τους υφίστανται μικρότερες θερμοκρασιακές επιβαρύνσεις και παρουσιάζουν μικρή θερμική αδράνεια. (σελίδες 375, 376)

## 8. Ποια τα πλεονεκτήματα των φούρνων με επαγωγή;

### Απάντηση

Στους επαγωγικούς φούρνους η απαιτούμενη θερμότητα αναπτύσσεται απευθείας μέσα στη μάζα του προς θέρμανση αντικειμένου και η θερμοκρασία λαμβάνει υψηλές τιμές, ενώ στους φούρνους με αντιστάσεις η θερμότητα

τητα μεταδίδεται με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία, γεγονός που συνεπάγεται μεγάλες απώλειες ισχύος και περιορισμούς στη χρήση τους. Οι επαγωγικοί φούρνοι έχουν μικρότερες διαστάσεις σε σύγκριση με τους φούρνους με αντίσταση. Οι πυρίμαχες επενδύσεις τους υφίστανται μικρότερες θερμοκρασιακές επιβαρύνσεις και παρουσιάζουν μικρή θερμική αδράνεια. (σελίδα 377)

### 9. Ποια είδη ηλεκτροσυγκόλλησης με αντίσταση διακρίνουμε;

#### Απάντηση

Για τη συγκόλληση δύο σωμάτων γίνεται τοπική θέρμανση στα σημεία συνένωσης μέχρι τα σώματα να πλαστικοποιηθούν ή και να λειώσουν με ταυτόχρονη συνήθως άσκηση πίεσης. Η απαιτούμενη θερμότητα παράγεται με ηλεκτρικό ρεύμα. Διακρίνουμε δύο είδη ηλεκτροσυγκολλήσεων:

- 1. Την ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση** – τα σημεία θερμαίνονται με το πέρασμα ηλεκτρικού ρεύματος, μέχρι να αποκτήσουν πλαστικότητα, και συμπιέζονται, για να κολλήσουν.
  - 2. Την ηλεκτροσυγκόλληση με τόξο** – τα σημεία συγκόλλησης θερμαίνονται μέχρι του σημείου τήξης με τη βοήθεια ηλεκτρικού τόξου.
- (σελίδες 377, 378)

### 10. Με ποιους τρόπους είναι δυνατό να συγκολλήσουμε με τόξο μεταλλικά τεμάχια;

#### Απάντηση

Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις με ηλεκτρικό τόξο διακρίνονται σε:

- α) αυτογενείς συγκολλήσεις
- β) ετερογενείς συγκολλήσεις
- γ) συγκολλήσεις MIG (Metal-Inert Gas: Μέταλλο-Αδρανές Αέριο)
- δ) συγκολλήσεις TIG (Tungsten-Inert Gas: Βολφράμιο-Αδρανές Αέριο).









Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α').

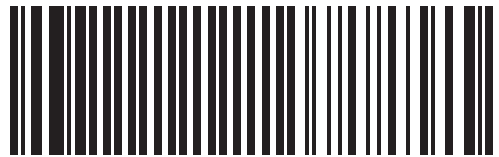


*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.*





Κωδικός βιβλίου: 0-24-0030  
ISBN 978-960-06-2818-0



(01) 000000 0 24 0030 3