

# **Ηλεκτρικές Μηχανές**

ISBN 960-06-0948-9

Με απόφαση της ελληνικής κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

*Γαντζούδης Σωτήρης Λαγουδάκος Μιχαήλ  
Μπινιάρης Αθανάσιος*

# Ηλεκτρικές Μηχανές

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ

Β΄ Τάξη 1ου Κύκλου

Ειδικότητα: 1) Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων Κτιρίων  
2) Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ - ΑΘΗΝΑ

## **ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ**

**Γαντζούδης Σωτήρης**

*Τεχνολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης*

**Λαγουδάκος Μιχαήλ**

*Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός,  
Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης*

**Μπινιάρης Αθανάσιος**

*Ηλεκτρολόγος-Μηχανολόγος Μηχανικός, Σχολικός Σύμβουλος Β/θμιας Εκπ/σης*

## **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ**

**Λιγνός Ιωάννης**

*Διπλωμ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης*

## **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ**

**Βερνάρδος Πέτρος**

*Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Πειραιά*

**Οικονόμου Ευδοκία**

*Τεχνολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης*

**Σιαφάκας Αθανάσιος**

*Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών*

## **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**Παπανδρέου Βασιλική**

*Φιλολόγος, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης*

## **ΜΑΚΕΤΑ-ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΣΙΑ**

**Λογισμός Εφαρμογές Πληροφορικής Ε.Π.Ε.**

## **ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**Υπεύθυνοι του Ηλεκτρολογικού Τομέα:**

**Διάμεσης Σπυρίδων,**

*Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

**Χατζηευστρατίου Ιγνάτιος,**

*Μόνιμος Πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

# Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό απευθύνεται στους σπουδαστές της **Β΄ τάξης - 1<sup>ου</sup> κύκλου**, των ειδικοτήτων “Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων Κτιρίων” και “Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου”, του **Ηλεκτρολογικού Τομέα**. Γράφτηκε σύμφωνα με το κοινό αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος **ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ** και για τις δυο παραπάνω ειδικότητες.

**Οι ηλεκτρικές μηχανές αποτελούν σήμερα όχι μόνο το κυριότερο τμήμα της Βιομηχανίας και της Παραγωγής, αλλά και μέρος της καθημερινής μας ζωής. Τις χρησιμοποιούμε τόσο για την παραγωγή ενέργειας, προϊόντων και υπηρεσιών, όσο και για την ασφάλεια, την άνεση και τη διασκέδασή μας. Εδώ τονίζονται βασικά τα κυριότερα είδη τους, τα μέρη και τα εξαρτήματα απ’ τα οποία αποτελούνται, οι συνδεσμολογίες και οι εφαρμογές τους, καθώς και η αρχή λειτουργίας τους, ώστε, ταυτόχρονα με τη γνώση, να αποκτηθούν και οι βάσεις για την παραπέρα μελέτη τους.**

Η ύλη του μαθήματος κατανέμεται σε **έξι αυτοτελή κεφάλαια με επιμέρους ενότητες**, που αρχίζουν με τους διδακτικούς στόχους και τελειώνουν με συγκεκριμένες ερωτήσεις για την εμπέδωση της ύλης, αλλά και για τον έλεγχο των στόχων. Ενδιάμεσα βέβαια υπάρχουν, όπου κρίνεται απαραίτητο, εφαρμογές και παραδείγματα, ενώ στο τέλος σημειώνονται οι συντημήσεις με την ερμηνεία τους. Από τα κεφάλαια αυτά, οι συνάδελφοι που θα διδάξουν το μάθημα θα επιλέξουν τις κατάλληλες ενότητες για κάθε ειδικότητα, σύμφωνα με το αντίστοιχο αναλυτικό πρόγραμμα.

Το μάθημα Ηλεκτρικές Μηχανές (κινητήρες-γεννήτριες, μετασχηματιστές) έχει σαν σκοπό του να εφοδιάσει με γνώσεις το μαθητή των ειδικοτήτων:

- Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων Κτιρίων
- Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου

για τα είδη των Ηλεκτρικών Μηχανών, τον τρόπο λειτουργίας τους, τον τρόπο συνδεσμολογίας τους και τη χρήση τους στην παραγωγή.

Για κάθε μηχανή παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας της, τα μέρη που αποτελείται, οι ακροδέκτες συνδεσμολογίας της και οι συμβολισμοί τους. Επίσης αναφέρονται βασικά χαρακτηριστικά της μηχανής (ροπή, τάση, ρεύμα, έλεγχος, ρύθμιση στρωφών, κ.λπ.) και η χρήση της στην παραγωγή, με παραδείγματα.

Σε κάθε ενότητα θα πρέπει να διδάσκεται η τυποποίηση (αν υπάρχει) των ηλεκτρικών μηχανών σε σχέση με την προστασία, την τοποθέτηση κ.λπ.

Το μάθημα των Ηλεκτρικών Μηχανών πρέπει να διδάσκεται κατά το δυνατόν, στο χώρο των Εργαστηρίων των Ηλεκτρικών μηχανών διότι είναι απαραίτητο να επιδεικνύονται πραγματικές μηχανές ως εποπτικό υλικό. Όπου αυτό δεν είναι δυνατό θα πρέπει η διδασκαλία του μαθήματος να γίνεται με κατάλληλο οπτικοακουστικό υλικό.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν ερωτήσεις και μία ανακεφαλαίωση. Ο καθηγητής θα πρέπει να επιλέξει τις κατάλληλες ερωτήσεις που αντιστοιχούν σε κάθε ειδικότητα.

Τα παρακάτω κεφάλαια, ενότητες και παράγραφοι θεωρούνται απαραίτητα και για τις δύο ειδικότητες.

<b>A/A</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ</b>
1	Εισαγωγή		
2	1	1.1	
3	1	1.2	1.2.1 1.2.7
4	1	1.3	1.3.1 1.3.3
5	1	1.5	
6	2	2.1	
7	2	2.2	
8	2	2.3	
9	2	2.5	
10	2	2.6	
11	3	3.1	3.1.1 3.1.2 3.1.3 3.1.4 3.1.5 3.1.8 3.1.9
12	4	4.1	
13	4	4.2	
14	4	4.3	
15	4	4.4	
	5	5.1	
		5.2	
		5.4	

Για την ειδικότητα Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων Κτιρίων θα πρέπει ο μαθητής να διδαχτεί από το βιβλίο επιπλέον τα κεφάλαια, ενότητες και παραγράφους σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί:

<b>A/A</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ</b>
1	1	1.2	1.2.2 1.2.3 1.2.4
2	1	1.3	1.3.2
3	1	1.4	1.4.1 1.4.2 1.4.3
4	2	2.7	
5	3	3.1	3.1.6
6	5	5.3	
7	5	5.5	

Για την ειδικότητα Ηλεκτρολογικών Συστημάτων Αυτοκινήτου θα πρέπει ο μαθητής να διδαχτεί από το βιβλίο επιπλέον τα κεφάλαια, ενότητες και παραγράφους σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα:

<b>A/A</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ</b>
1	1	1.2	1.2.5 1.2.6
2	2	2.4	
3	2	2.8	
4	3	3.1	3.1.7
5	5	5.6	
6	5	5.3	
6	6		

Τελειώνοντας, θέλουμε να ευχαριστήσουμε και από τη θέση αυτή, τους αρμόδιους του Π.Ι., που μας εμπιστεύθηκαν τη συγγραφή του βιβλίου, και κυρίως το συντονιστή κ. Πάννη Λιγνό, τον πάρεδρο του Π.Ι. κ. Ιγνάτιο Χατζηευστρατίου και τους κριτές, όπως επίσης και τους φίλους και συναδέλφους, που μας συμπαραστάθηκαν και μας βοήθησαν με τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

**Οι συγγραφείς**  
**Μπινιάρης Α., Λαγουδάκος Μ., Γαντζούδης Σ.**





# Περιεχόμενα

## Εισαγωγή

Είδη Ηλεκτρικών Μηχανών και Εφαρμογές τους. .... 17

## Κεφάλαιο I

### Μετασχηματιστές (Μ/Σ).....21

#### Ενότητα 1.1.

#### Χρήσεις και Αρχή λειτουργίας Μετασχηματιστών (Μ/Σ) ..... 22

Διδακτικοί στόχοι .....	22
1.1.1. Σύντομη ιστορική ανασκόπηση .....	22
1.1.2. Είδη και χρήσεις Μ/Σ .....	23
1.1.3. Λειτουργία μετασχηματιστών .....	24
1.1.4. Τάση βραχυκύκλωσης .....	28
1.1.5. Ερωτήσεις .....	30

#### Ενότητα 1.2.

#### Κατασκευαστικά στοιχεία,

#### Συνδεσμολογίες και Τυποποίηση Μ/Σ ..... 32

Διδακτικοί στόχοι .....	32
1.2.1. Κατασκευή Μ/Σ .....	32
1.2.2. Τυποποίηση συνδέσεων, σύνδεση Μ/Σ στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. - Τάση λειτουργίας .....	38
1.2.3. Ισχύς Μ/Σ .....	42
1.2.4. Μετασχηματιστές (Μ/Σ) 1:1 .....	43
1.2.5. Εφαρμογές Μ/Σ στα οχήματα, Μ/Σ ηλεκτρικής έλξης .....	43
1.2.6. Πολλαπλασιαστής .....	46
1.2.7. Ερωτήσεις .....	48

#### Ενότητα 1.3

#### Αυτομετασχηματιστές, Μ/Σ οργάνων ..... 50

Διδακτικοί στόχοι .....	50
1.3.1. Αυτομετασχηματιστές (ΑΜ/Σ) .....	50
1.3.2. Μ/Σ οργάνων μέτρησης .....	54
1.3.3. Ερωτήσεις .....	59

#### Ενότητα 1.4.

#### Μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών Μ/Σ, Βλάβες, Επισκευή Μ/Σ... 61

Διδακτικοί στόχοι .....	61
1.4.1. Δοκιμές και μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών Μ/Σ .....	61
1.4.2. Όργανα προστασίας - Οδηγίες συντήρησης, βλάβες και επισκευές Μ/Σ .....	64
1.4.3. Ερωτήσεις .....	71

#### 1.5. Ανακεφαλαίωση ..... 73

# Κεφάλαιο 2

## Ηλεκτρικές μηχανές

### Συνεχούς Ρεύματος (Σ.Ρ.) ..... 75

#### Ενότητα 2.1.

#### Σύντομη ιστορική ανασκόπηση, χρήσεις μηχανών Σ.Ρ., αρχή λειτουργίας ..... 76

Διδακτικοί στόχοι .....	76
2.1.1. Σύντομη ιστορική ανασκόπηση και χρήσεις των μηχανών Σ.Ρ. ....	76
2.1.2. Αρχή λειτουργίας των Γεννητριών Σ.Ρ. ....	77
2.1.3. Αρχή λειτουργίας των κινητήρων Σ.Ρ. ....	79
2.1.4. Παραδείγματα .....	79
2.1.5. Ερωτήσεις .....	81

#### Ενότητα 2.2.

#### Κατασκευαστικά στοιχεία Μηχανών Σ.Ρ. Είδη προστασίας, Τυποποίηση ακροδεκτών ..... 82

Διδακτικοί στόχοι .....	82
2.2.1. Κατασκευαστικά στοιχεία Μηχανών Σ.Ρ. ....	82
2.2.2. Τα μέρη μιας μηχανής Σ.Ρ. ....	84
2.2.3. Τυποποίηση ακροδεκτών γεννητριών και κινητήρων Σ.Ρ. ....	86
2.2.4. Είδη προστασίας κινητήρων .....	87
2.2.5. Ερωτήσεις .....	92

#### Ενότητα 2.3.

#### Διάκριση και χρήσεις των γεννητριών Σ.Ρ. ως προς τα κατασκευαστικά τους στοιχεία ..... 93

Διδακτικοί στόχοι .....	93
2.3.1. Τύλιγμα επαγωγικού τυμπάνου .....	93
2.3.2. Τύλιγμα διέγερσης .....	95
2.3.3. Βοηθητικοί πόλοι .....	97
2.3.4. Είδη γεννητριών Σ.Ρ. και χαρακτηριστικά τους .....	98
2.3.5. Παραδείγματα .....	104
2.3.6. Ερωτήσεις .....	106

#### Ενότητα 2.4.

#### Εφαρμογές γεννητριών Σ.Ρ. στα οχήματα ..... 108

Διδακτικοί στόχοι .....	108
2.4.1. Εφαρμογές γεννητριών στα οχήματα (δυναμό) .....	108
2.4.2. Γεννήτρια παλμών τύπου Hall (Χολ) .....	110
2.4.3. Ερωτήσεις .....	112

#### Ενότητα 2.5.

#### Ηλεκτρικοί κινητήρες Σ.Ρ. .... 113

Διδακτικοί στόχοι .....	113
2.5.1. Γενικά .....	113

2.5.2. Αρχή λειτουργίας των κινητήρων Σ.Ρ. ....	113
2.5.3. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κινητήρων Σ.Ρ. ....	114
2.5.4. Είδη κινητήρων Σ.Ρ. ....	118
2.5.5. Παραδείγματα .....	133
2.5.6. Ερωτήσεις .....	136

## **Ενότητα 2.6.**

### **Εκκίνηση - πέδηση - κινητήρων Σ.Ρ. .... 137**

Διδακτικοί στόχοι .....	137
2.6.1. Τρόποι εκκίνησης κινητήρων Σ.Ρ. ....	137
2.6.2. Κυκλώματα εκκίνησης κινητήρων Σ.Ρ. ....	137
2.6.3. Σύστημα Ward - Leonard (Βαρτ-Λέοναρντ) .....	140
2.6.4. Πέδηση κινητήρων Σ.Ρ. ....	142
2.6.5. Ερωτήσεις .....	143

## **Ενότητα 2.7.**

### **Σερβοκινητήρες και μηχανές Σ.Ρ. νέας τεχνολογίας ..... 144**

Διδακτικοί στόχοι .....	144
2.7.1. Σερβοκινητήρες Σ.Ρ. ....	144
2.7.2. Κινητήρες Σ.Ρ. χωρίς ψήκτρες .....	146
2.7.3. Κινητήρες Σ.Ρ. τύπου μέσα έξω .....	146
2.7.4. Κινητήρες μόνιμων μαγνητών .....	146
2.7.5. Βηματικοί κινητήρες .....	147
2.7.6. Κινητήρες των αρθρώσεων - κινητήρες Σ.Ρ. κινητού πηνίου .....	147
2.7.7. Ερωτήσεις .....	149

## **Ενότητα 2.8.**

### **Εφαρμογές κινητήρων Σ.Ρ. στα οχήματα ..... 150**

Διδακτικοί στόχοι .....	150
2.8.1. Εκκινητής (μίζα) .....	150
2.8.2. Ειδικοί τύποι εκκινητών .....	153
2.8.3. Καθαριστήρες .....	153
2.8.4. Πλύστης παρμπρίζ .....	154
2.8.5. Ηλεκτρικός ανεμιστήρας (βεντιλατέρ) .....	154
2.8.6. Ηλεκτρική βενζιναντλία .....	154
2.8.7. Ηλεκτρικός μηχανισμός τζαμιών .....	157
2.8.8. Ερωτήσεις .....	158

### **2.9. Ανακεφαλαίωση ..... 159**

## **Κεφάλαιο 3**

### **Εναλλακτικές ..... 165**

#### **Ενότητα 3.1.**

### **Εναλλακτικής - Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ..... 166**

3.1.1. Παραγωγή εναλλασσόμενης ημιτονοειδούς τάσης .....	166
--	-----

3.1.2. Αρχή λειτουργίας - Συχνότητα, Στροφές και Ζεύγη πόλων .....	170
3.1.3. Κατασκευαστικά στοιχεία εναλλακτῆρων .....	173
3.1.4. Μονοφασικοί και τριφασικοί εναλλακτῆρες (ακροδέκτες και συνδεσμολογίες) .....	178
3.1.5. Λειτουργία και ρύθμιση τάσης εναλλακτῆρα .....	184
3.1.6. Ηλεκτροπαραγωγὰ ζεύγη (H/Z) .....	190
3.1.7. Εφαρμογές εναλλακτῆρων στα οχήματα .....	197
3.1.8. Ερωτήσεις .....	203
<b>3.2. Ανακεφαλαίωση .....</b>	<b>207</b>

## **Κεφάλαιο 4**

### **Ασύγχρονοι Τριφασικοί Κινητῆρες (Α.Τ.Κ.)..... 209**

#### **Ενότητα 4.1.**

#### **Γενικές γνώσεις για Ασύγχρονους Τριφασικούς Κινητῆρες (Α.Τ.Κ) ..... 210**

Διδακτικοί στόχοι .....	210
4.1.1. Εἶδη ασύγχρονων τριφασικῶν κινητῆρων .....	210
4.1.2. Κατασκευαστικά στοιχεία ασύγχρονων τριφασικῶν κινητῆρων .....	212
4.1.3. Τριφασικά ρεύματα .....	212
4.1.4. Πολικά - φασικά μεγέθη .....	213
4.1.5. Στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο .....	215
4.1.6. Αρχή λειτουργίας ασύγχρονων τριφασικῶν κινητῆρων .....	217
4.1.7. Ολίσθηση .....	218
4.1.8. Ροπή ασύγχρονων τριφασικῶν κινητῆρων .....	218
4.1.9. Ερωτήσεις .....	220

#### **Ενότητα 4.2.**

#### **Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητῆρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα (Κ.Β.Δ.) ..... 222**

Διδακτικοί στόχοι .....	222
4.2.1. Κατασκευαστικά στοιχεία .....	222
4.2.2. Ακροδέκτες, συνδεσμολογίες .....	225
4.2.3. Τάση λειτουργίας .....	226
4.2.4. Εκκίνηση ασύγχρονων τριφασικῶν κινητῆρων βραχυκυκλωμένου δρομέα .....	228
4.2.5. Ρύθμιση στροφῶν ασύγχρονου τριφασικού κινητῆρα βραχυκυκλωμένου δρομέα .....	236
4.2.6. Αλλαγή φοράς περιστροφῆς .....	244
4.2.7. Πέδηση ασύγχρονου τριφασικού κινητῆρα βραχυκυκλωμένου δρομέα .....	244

4.2.8. Ισχύς, απώλειες και βαθμός απόδοσης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα .....	247
4.2.9. Ερωτήσεις .....	251

### **Ενότητα 4.3.**

#### **Ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα (Κ.Δ.Δ.) ..... 254**

Διδακτικοί στόχοι .....	254
4.3.1. Κατασκευαστικά στοιχεία .....	254
4.3.2. Εκκίνηση ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα με δακτυλίδια .....	256
4.3.3. Ρύθμιση στροφών ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα με δακτυλίδια .....	257
4.3.4. Πέδηση ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα με δακτυλίδια .....	260
4.3.5. Ερωτήσεις .....	261

### **Ενότητα 4.4.**

#### **Έλεγχος - βλάβες - συντήρηση - ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων ..... 263**

Διδακτικοί στόχοι .....	263
4.4.1. Έλεγχος κινητήρων με την παράδοση .....	263
4.4.2. Συντήρηση κατά την λειτουργία .....	272
4.4.3. Επίπεδα θορύβου .....	273
4.4.4. Βλάβες και επισκευές Α.Τ.Κ. ....	274
4.4.5. Βασικές μετρήσεις και υπολογισμοί στους ασύγχρονους τριφασικούς κινητήρες .....	277
4.4.6. Παραγγελία - Ανταλλακτικά .....	280
4.4.7. Ερωτήσεις .....	281

#### **4.5. Ανακεφαλαίωση ..... 283**

## **Κεφάλαιο 5**

### **Μονοφασικοί κινητήρες ..... 285**

#### **Ενότητα 5.1.**

#### **Ασύγχρονοι Μονοφασικοί Κινητήρες (Α.Μ.Κ.) ..... 286**

Διδακτικοί στόχοι .....	286
5.1.1. Γενικά .....	286
5.1.2. Αρχή λειτουργίας Α.Μ.Κ. - Στρεφόμενο Μ.Π. ....	287
5.1.3. Είδη, γενικά χαρακτηριστικά και χρήσεις Α.Μ.Κ. ....	288
5.1.4. Κατασκευή, συνδεσμολογία, τυποποίηση κ.α. χαρακτηριστικά .....	289
5.1.5. Ερωτήσεις .....	294

#### **Ενότητα 5.2.**

#### **Μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη ..... 295**

Διδακτικοί στόχοι .....	295
5.2.1. Γενικά .....	295

5.2.2. Αρχή λειτουργίας .....	296
5.2.3. Είδη, γενικά χαρακτηριστικά και χρήσεις .....	297
5.2.4. Κατασκευή, συνδεσμολογία, τυποποίηση κ.α. χαρακτηριστικά .....	298
5.2.5. Ερωτήσεις .....	301

### **Ενότητα 5.3.**

#### **Λειτουργία τριφασικών κινητήρων ως μονοφασικών, Ισχύς Α.Μ.Κ. .... 303**

Διδακτικοί στόχοι .....	303
5.3.1. Γενικά .....	303
5.3.2. Λειτουργία τριφασικών κινητήρων σαν μονοφασικών .....	303
5.3.3. Ισχύς μονοφασικών κινητήρων .....	306
5.3.4. Ερωτήσεις .....	308

### **Ενότητα 5.4.**

#### **Έλεγχοι και μετρήσεις, Συντήρηση, Βλάβες και επισκευή μονοφασικών κινητήρων .... 309**

Διδακτικοί στόχοι .....	309
5.4.1. Γενικά .....	309
5.4.2. Ελεγχοι και μετρήσεις .....	312
5.4.3. Συντήρηση .....	314
5.4.4. Βλάβες μονοφασικών κινητήρων .....	315
5.4.5. Ερωτήσεις .....	318

#### **5.5. Ανακεφαλαίωση .... 319**

## **Κεφάλαιο 6**

### **Σύγχρονη τεχνολογία - Ηλεκτρικό αυτοκίνητο .... 321**

#### **Ενότητα 6.1.**

##### **Σύστημα συσσώρευσης ενέργειας..... 322**

Διδακτικοί στόχοι .....	322
6.1.1. Σύγχρονοι ηλεκτρικοί συσσωρευτές .....	322
6.1.2. Φόρτιση συσσωρευτή .....	324
6.1.3. Ερωτήσεις .....	328

#### **Ενότητα 6.2.**

##### **Σύστημα ηλεκτρικής κίνησης .... 329**

Διδακτικοί στόχοι .....	329
6.2.1. Είδη ηλεκτρικών κινητήρων .....	329
6.2.2. Κινητήρες συνεχούς ρεύματος .....	330
6.2.3. Επιλογή τύπου κινητήρα συνεχούς ρεύματος .....	332
6.2.4. Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος .....	334

6.2.5. Επιλογή τύπου κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος - Συγκρίσεις .....	342
6.2.6. Βοηθητικά εξαρτήματα ηλεκτρικού κινητήρα αυτοκινήτου .....	343
6.2.7. Ερωτήσεις .....	348

### **Ενότητα 6.3.**

#### **Έλεγχος ταχύτητας κινητήρων συνεχούς ρεύματος ..... 349**

Διδακτικοί στόχοι .....	349
6.3.1. Γενικά .....	349
6.3.2. Βασικά στοιχεία ηλεκτρονικών .....	351
6.3.3. Καταμητής συνεχούς ρεύματος .....	357
6.4.4. Ερωτήσεις .....	360

### **Ενότητα 6.4.**

#### **Έλεγχος ταχύτητας**

#### **κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος ..... 361**

Διδακτικοί στόχοι .....	361
6.4.1. Τρόποι ελέγχου ταχύτητας κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος .....	361
6.4.2. Μετατροπείς συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο (αντιστροφείς) .....	363
6.4.3. Πραγματικό κύκλωμα μονοφασικού αντιστροφέα .....	364
6.4.4. Ισοδύναμο κύκλωμα με διακόπτες για τροφοδότηση τριφασικού φορτίου .....	365
6.4.5. Πραγματικό κύκλωμα τριφασικού αντιστροφέα .....	366
6.4.6. Διανυσματικός έλεγχος .....	367
6.4.7. Ερωτήσεις .....	368

### **Ενότητα 6.5.**

#### **Υβριδικό αυτοκίνητο - Ηλιακό αυτοκίνητο - Ρύπανση ..... 370**

Διδακτικοί στόχοι .....	370
6.5.1. Υβριδικό αυτοκίνητο .....	370
6.5.2. Ηλιακό αυτοκίνητο .....	374
6.5.3. Η συμβολή του αυτοκινήτου στην ατμοσφαιρική ρύπανση .....	374
6.6.4. Ερωτήσεις .....	378

#### **6.6. Ανακεφαλαίωση ..... 379**

#### **Συντημήσεις ..... 380**

#### **Βιβλιογραφία ..... 381**





# Εισαγωγή

## Είδη Ηλεκτρικών Μηχανών και Εφαρμογές τους.

### Γενικά.

Ο άνθρωπος, για την ικανοποίηση των αναγκών του, χρησιμοποιεί ενέργεια σε διάφορες μορφές. Η πιο σημαντική απ' αυτές είναι η **ηλεκτρική ενέργεια**, που σήμερα **χρησιμοποιείται παντού, στα σπίτια, στα μαγαζιά, στα εργοστάσια, στα αγροκτήματα** για φωτισμό, μαγείρεμα, για διασκέδαση, για κίνηση, για θέρμανση και για πολλές άλλες χρήσεις.

Η ηλεκτρική ενέργεια (Η.Ε.) παράγεται βασικά σε μεγάλα εργοστάσια, που λέγονται **σταθμοί παραγωγής Η.Ε.**, με ειδικές μηχανές που λέγονται **ηλεκτρικές γεννήτριες** ή απλά **γεννήτριες**. Για να δώσουν Η.Ε. οι γεννήτριες παίρνουν μηχανική ενέργεια (περιστροφική κίνηση) από άλλες **κινητήριες μηχανές**, όπως π.χ. οι **ατμοστρόβιλοι**, οι **υδροστρόβιλοι**, οι **αεριοστρόβιλοι** και οι **πετρελαιομηχανές** (Μ.Ε.Κ.).

Για την κίνηση των διαφόρων συσκευών και μηχανημάτων χρησιμοποιούμε τους **ηλεκτρικούς κινητήρες** ή απλά **κινητήρες**. Οι κινητήρες παίρνουν ηλεκτρική ενέργεια και δίνουν μηχανική ενέργεια.

Επίσης, για την εύκολη και οικονομική χρήση της Η.Ε. χρησιμοποιούμε τους **στατούς μετασχηματιστές** ή απλά **μετασχηματιστές**, που μετασχηματίζουν τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (τάση-ένταση), ενώ για τη μετατροπή του εναλλασσομένου ρεύματος (που παράγεται στην πράξη) σε συνεχές ρεύμα χρησιμοποιούμε τους **ανορθωτές**. Κατασκευάζονται, αλλά χρησιμοποιούνται σπάνια και ηλεκτρικές μηχανές που μετατρέπουν το εναλλασσόμενο ρεύμα (Ε.Ρ.) σε συνεχές ρεύμα (Σ.Ρ) και αντίστροφα το Σ.Ρ. σε Ε.Ρ., όπως οι **στρεφόμενοι μετατροπείς** και τα **ζεύγη κινητήρα-γεννήτριας**.

Οι ηλεκτρικές μηχανές αποτελούν τις κυριότερες διατάξεις, για την παραγωγή, τη μεταφορά και την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι γεννήτριες, οι κινητήρες και οι μετασχηματιστές είναι "πανταχού παρόντες" στη σύγχρονη ζωή. Στο **σύγχρονο σπίτι** οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι το βασικό εξάρτημα των περισσότερων οικιακών συσκευών. Βρίσκονται στα ψυγεία, στους καταψύκτες, στα πλυντήρια, στα μίξερ, στα συστήματα κλιματισμού, στους ανεμιστήρες κ.λπ. Στους **χώρους εργασίας** κινούν όλα σχεδόν τα εργαλεία.

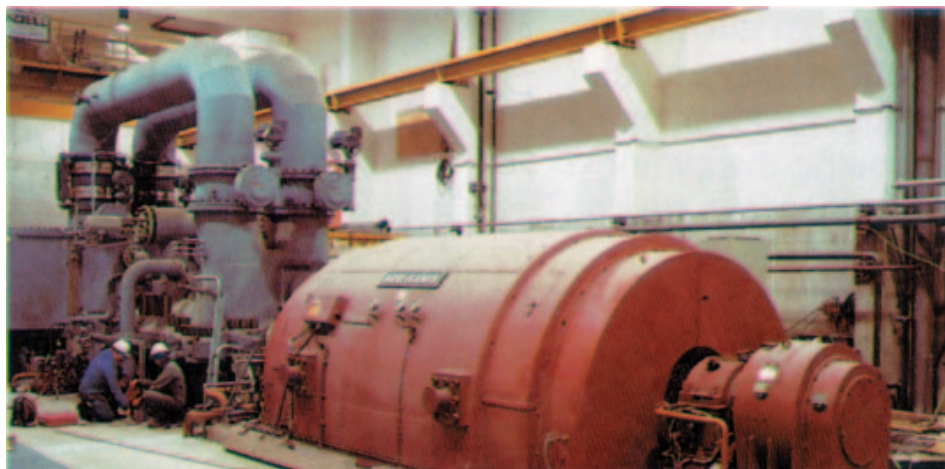
Το ίδιο ισχύει και για τους μετασχηματιστές, αλλά και για τις γεννήτριες, που σιγά-σιγά, εκτός απ' την παραγωγή ηλ. ενέργειας, μπαίνουν και στη καθημερινή μας ζωή (**τροφοδοτικά, ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη - φορητές ηλεκτρογεννήτριες**).

Γιατί όμως οι ηλεκτρικές μηχανές χρησιμοποιούνται τόσο πολύ;

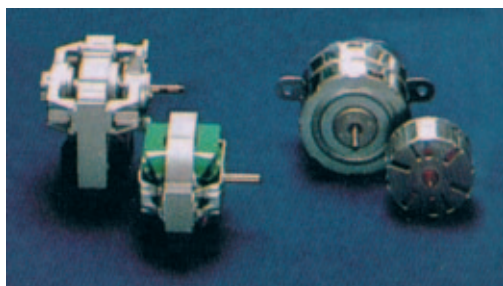
**Η απάντηση είναι απλή:** Η ηλεκτρική ενέργεια είναι η πιο καθαρή και η πιο αποτελεσματική μορφή ενέργειας. Ένας ηλεκτροκινητήρας δεν αποβάλλει καυσαέρια ούτε χρειάζεται συνεχή τροφοδότηση με καύσιμο, όπως μια μηχανή εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.). Ακόμη η θερμότητα και η μηχανική ενέργεια μετατρέπονται σε ηλεκτρική

μακριά απ' το τόπο χρήσης τους, χωρίς προβλήματα ρύπανσης. Η μεταφορά της ηλ. ενέργειας γίνεται με αγωγούς κι έτσι μπορεί εύκολα και καθαρά να χρησιμοποιηθεί σ' όποιο χώρο θέλουμε. Στη διαδικασία μεταφοράς βοηθούν οι μετασχηματιστές, μειώνοντας τις απώλειες ενέργειας.

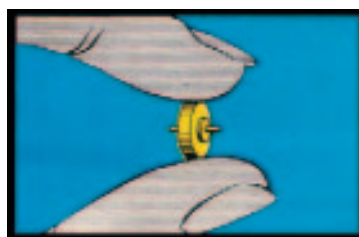
Σήμερα κατασκευάζονται ηλεκτρικές μηχανές (δες σχήμα 0.1) με ονομαστική ισχύ, από μερικά χιλιοστά του βατ (mW) μέχρι και δύο χιλιάδες μεγαβάτ (2000 MW). Οι μικρότερες ηλεκτρικές μηχανές είναι κινητήρες λίγων χιλιοστών (π.χ. για την κίνηση ηλεκτρικών ρολογιών και μικρών μηχανών γραφείου) και οι μεγαλύτερες είναι οι γεννήτριες των σταθμών παραγωγής Η.Ε., βάρους εκατοντάδων τόννων.



(α)



(β)



**Σχ. 0.1.:** Συγκρότημα ατμοστροβιλογεννήτριας (α) και μικροκινητήρες (β).

### Είδη ηλεκτρικών μηχανών και εφαρμογές τους.

Τα κυριότερα είδη των ηλεκτρικών μηχανών είναι:

**α. Οι ηλεκτρογεννήτριες** ή απλά **γεννήτριες**, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλ. ενέργειας. Ανάλογα με το είδος του ηλ. ρεύματος που παράγουν διακρίνονται σε **γεννήτριες Σ.Ρ.** και **γεννήτριες Ε.Ρ.**

**β. Οι ηλεκτροκινητήρες** ή απλά **κινητήρες**, που χρησιμοποιούνται για την κίνηση δια-

φόρων μηχανημάτων και διακρίνονται σε **κινητήρες συνεχούς ρεύματος**, όταν είναι κατασκευασμένοι για να εργάζονται με Σ.Ρ. και **κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος**, όταν είναι κατασκευασμένοι για να εργάζονται με Ε.Ρ.

**γ. Οι μετασχηματιστές** που χρησιμεύουν για να ανυψώνουμε ή να υποβιβάζουμε την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος (**Ε.Ρ.**).

**δ. Οι στρεφόμενοι μετατροπείς και τα ζεύγη κινητήρα-γεννήτριας**, που μετατρέπουν το Ε.Ρ. σε Σ.Ρ. και αντίστροφα το Σ.Ρ. σε Ε.Ρ.

➤ Σήμερα, στις περισσότερες περιπτώσεις, η μετατροπή του Ε.Ρ. σε συνεχές ρεύμα (Σ.Ρ.) γίνεται με τους **ανορθωτές**.

**Οι ηλεκτρογεννήτριες χρησιμοποιούνται:**

- ✓ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✓ σαν εφεδρικές πηγές ηλ. ενέργειας σε νοσοκομεία, εργοστάσια, αεροδρόμια κ.λπ., γνωστές σαν **ηλεκτροπαραγωγικό ζεύγος**, γιατί αποτελούνται από τη γεννήτρια και την κινητήρια μηχανή της.
- ✓ στην παραγωγή ηλ. ενέργειας σε πλοία, τρένα, αυτοκίνητα, αεροπλάνα και απομονωμένα σπίτια ή αγροκτήματα.

**Οι ηλεκτροκινητήρες χρησιμοποιούνται:**

- ✓ στη βιομηχανία και σε διάφορες επαγγελματικές εφαρμογές για την κίνηση εργαλειομηχανών, αντλιών, ανεμιστήρων, ελάστρων, γερανών, ανελκυστήρων κ.λπ.
- ✓ για την κίνηση οχημάτων (ηλ. έλξη), όπως ηλ. σιδηροδρόμων, τρόλεϊ, τραμ, εκκίνηση κινητήρων αυτοκινήτων (**μίζα**) κ.λπ.
- ✓ σε διάφορες ηλ. συσκευές οικιακής ή επαγγελματικής χρήσης, όπως ψυγεία, πλυτήρια, σκούπες, μίξερ, ανεμιστήρες, ραδιομαγνητόφωνα, δρόπανα κ.λπ.

**Οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται:**

- ✓ στα συστήματα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλ. ενέργειας (Π.Μ. και Δ - Η.Ε.), όπου σε ειδικούς υποσταθμούς ανυψώνουν ή υποβιβάζουν την τάση του Ε.Ρ.
- ✓ σε ηλεκτροσυγκολλήσεις, ηλ. εγκαταστάσεις βιομηχανιών και σπιτιών (ηλ. κουδούνι), ηλεκτρονικές συσκευές κ.λπ.

➤ **Οι ανορθωτές χρησιμοποιούνται:**

- ✓ για την τροφοδότηση αλλά και την αυτόματη ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής κινητήρων Σ.Ρ. με στοιχεία από ημιαγωγούς που ονομάζονται **θυρίστορ**, που επιτρέπουν σε ειδικές βιομηχανικές μονάδες να χρησιμοποιούν, οικονομικά, κινητήρες Σ.Ρ. μεγάλης ακριβείας.
- ✓ παντού, όπου χρειάζεται Σ.Ρ., όπως π.χ., στη φόρτιση συσσωρευτών, στην ηλεκτροχημική βιομηχανία (ηλεκτρολύσεις, επιμεταλλώσεις), στις ηλεκτρονικές συσκευές, στην ηλ. έλξη κ.λπ.

## Παρατηρήσεις:

**1. Οι ηλεκτρικές μηχανές** (γεννήτριες και κινητήρες) **είναι αναστρέψιμες**, δηλαδή μπορούν να λειτουργήσουν γενικά και αντίστροφα (οι γεννήτριες σαν κινητήρες (εφόσον τροφοδοτηθούν απ' το δίκτυο) και οι κινητήρες σαν γεννήτριες (εφόσον περιστραφεί ο δρομέας τους)).

**2. Οι μηχανές Ε.Ρ.** διακρίνονται σε: **σύγχρονες** και **ασύγχρονες**.

**Σύγχρονες ονομάζονται οι ηλεκτρικές μηχανές** (κινητήρες ή γεννήτριες) **στις οποίες υπάρχει σταθερή σχέση μεταξύ της συχνότητας του ρεύματος και της ταχύτητας περιστροφής τους**, δηλ. αυτές που στρέφονται με σταθερή ταχύτητα και ασύγχρονες αυτές που η ταχύτητα περιστροφής τους εξαρτάται από το φορτίο τους.