

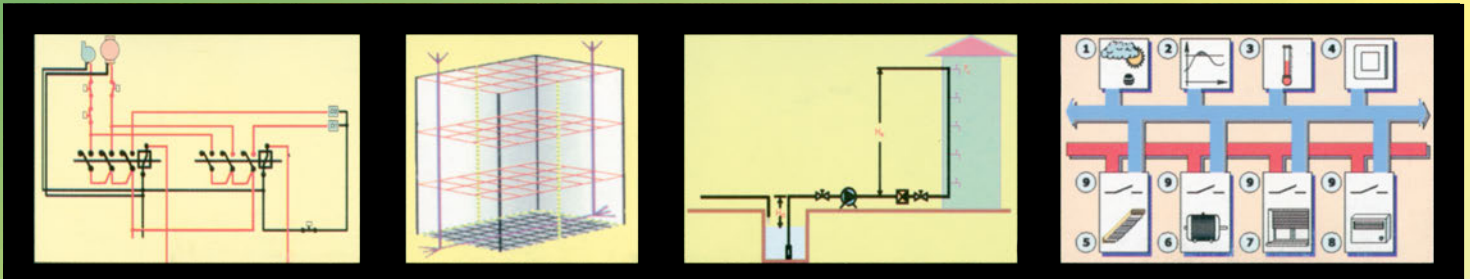
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ  
ΜΙΧΑΗΛ ΒΑΡΒΑΤΣΟΥΛΑΚΗΣ

ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΟΣ  
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ

# Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Β' τεύχος

Γ' ΕΠΑ.Λ.



ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Ειδικές  
Ηλεκτρικές  
Εγκαταστάσεις

Β' τεύχος

### **ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ**

**Βαρβατσουλάκης Μιχάλης:** Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

**Γεωργάκης Θεόδωρος:** Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

**Δημητρόπουλος Βασίλης:** Διπλ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Διδάκτωρ ΕΜΠ,

Σχολικός Σύμβουλος

**Κουτουλάκος Χρηστός:** Τεχνολόγος Ηλεκτρολόγος & Ηλεκτρονικός Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

### **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ**

**Παγιάτης Χαράλαμπος:** Τεχνολόγος Ηλ/γος Μηχανικός, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης

### **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ**

**Τοπαλής Φραγκίσκος,** Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Τσίλης Βασίλειος,** Διπλ. Ηλ/γος Μηχανικός, Εκπ/κός Β/θμιας Εκπ/σης

**Τσολακόπουλος Ανδρέας,** Σχολικός Σύμβουλος Ηλεκτρολόγων ΠΕ17

### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**Αλεξιάδου Θεοδούλη,** Φιλολόγος

### **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σιμισής Αλκιβιάδης**

### **ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**Σταμάτης Αλαχιώτης**

**Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών**

**Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

- Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:

**Γεώργιος Βούτσινος**

**Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

- Υπεύθυνος του Ηλεκτρολογικού Τομέα:

**Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου**

**Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος - Μηχανικός**

**Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

### **ΜΑΚΕΤΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΣΙΑ**

Διαχωρισμοί- Ενθέσεις - Φιλμς: **Αικ. Καραμπίλα & Σία Ο.Ε. «Απεικόνιση»**

Ηλεκτρονική Σελιδοποίηση: **Μπαζάκας Γιάννης**

### **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ**

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

• ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

• ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

• ΒΑΡΒΑΤΣΟΥΛΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

• ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

# Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

## Β' τεύχος

Γ' ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα: Τεχνικών Ηλεκτρολογικών Συστημάτων,  
Εγκαταστάσεων και Δικτύων

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ,  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



## Κεφάλαιο Γ΄ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

<b>1. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ</b> .....	10
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ</b> .....	10
1.1 Γενικά .....	10
1.2 Συστήματα πυρανίχνευσης .....	13
1.3 Βασικά μέρη συστημάτων πυρανίχνευσης .....	14
1.4 Επιλογή πυρανίχνευτών .....	17
1.5 Σήμανση πυρανίχνευσης .....	18
1.6 Καλωδιώσεις .....	20
1.7 Χώροι με υποχρεωτική χρήση συστημάτων πυρανίχνευσης .....	21
1.8 Πυρόσβεση .....	22
1.9 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ .....	29
1.10 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	30
<b>2. ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b> .....	33
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ</b> .....	33
2.1 Γενικά .....	34
2.2 Καυστήρας .....	36
2.3 Λέβητας .....	41
2.4 Δίκτυο διανομής θερμού νερού .....	43
2.5 Κυκλοφορητής .....	45
2.5.1 Προστασία κινητήρων .....	46
2.5.2 Επιλογή κυκλοφορητή .....	47
2.6 Θερμαντικά σώματα .....	48
2.7 Ηλεκτρική εγκατάσταση λεβητοστασίου .....	50
2.8 Σύστημα αυτονομίας θέρμανσης .....	52
2.8.1 Θερμοστάτης χώρου .....	52
2.8.2 Ηλεκτροκίνητη βάνα (Ηλεκτροβάνα αυτονομίας) .....	54
2.8.3 Πίνακας Αυτονομίας .....	55
2.8.4 Αρχή λειτουργίας συστήματος αυτονομίας θέρμανσης .....	56
2.9 Σύστημα αντιστάθμισης θέρμανσης .....	59
2.10 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ .....	61
2.11 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	63
<b>3. ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ</b> .....	67
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ</b> .....	67
3.1 Διάδοση τηλεοπτικών σημάτων .....	67
3.2 Η κεραία λήψης τηλεόρασης .....	68
3.3 Βασικά εξαρτήματα εγκατάστασης .....	70
3.4 Υπολογισμοί εγκατάστασης .....	73
3.5 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ .....	75
3.6 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	76
<b>4. ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ</b> .....	78
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ</b> .....	78
4.1 Θεμελιακή γείωση .....	79

4.2 Γειώσεις υποσταθμών.....	81
4.3 Γειώσεις αλεξικέραυνων.....	82
4.4 Γειώσεις ασθενών ρευμάτων .....	88
4.5 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	90
4.6 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	91
<b>5. ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ .....</b>	<b>95</b>
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....</b>	<b>95</b>
5.1 Γενικά.....	96
5.2 Γεννήτρια.....	97
5.2.1 Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης .....	102
5.2.2 Επιλογή γεννήτριας.....	102
5.3 Κινητήρας.....	104
5.3.1 Επιλογή κινητήρα.....	107
5.4 Πίνακας ελέγχου, αυτοματισμού και μεταγωγής ισχύος (φορτίου) .....	107
5.5 Βάση στήριξης.....	110
5.6 Ισχύς και φόρτιση Η/Ζ.....	110
5.7 Τρόποι λειτουργίας Η/Ζ.....	111
5.8 Συντήρηση Η/Ζ.....	111
5.9 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	112
5.10 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	113
<b>6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΩΝ .....</b>	<b>118</b>
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....</b>	<b>118</b>
6.1. Γενικά.....	118
6.2 Δομή του συστήματος συναγερμού.....	119
6.3 Περιγραφή βασικών στοιχείων συστήματος συναγερμού .....	119
6.3.1 Κεντρική μονάδα ελέγχου.....	119
6.3.2 Ηλεκτρονικοί αισθητήρες.....	120
6.3.3 Συσκευές σήμανσης και συναγερμού.....	122
6.3.4 Συσκευές επικοινωνιών.....	122
6.4 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	123
6.5 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	124
<b>7. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>127</b>
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....</b>	<b>127</b>
7.1 Γενικά.....	128
7.2 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού συστήματος.....	130
7.3 Τύποι και κατηγορίες ηλιακών ηλεκτρικών συστημάτων .....	132
7.4 Προβλήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων .....	136
7.5 Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκού συστήματος .....	137
7.6 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	140
7.7 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	141
<b>8. ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>144</b>
<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....</b>	<b>144</b>
8.1 Γενικά.....	145
8.2 Πιεστικά Συγκροτήματα .....	148
8.2.1 Ηλεκτρικός πίνακας.....	149
8.2.2 Όργανα ελέγχου και ασφάλειας.....	151
8.2.3 Τρόποι σύνδεσης και αρχή λειτουργίας .....	151
8.2.4 Ισχύς κινητήρα αντλίας.....	152
8.3 Πυροσβεστικά Συγκροτήματα .....	154

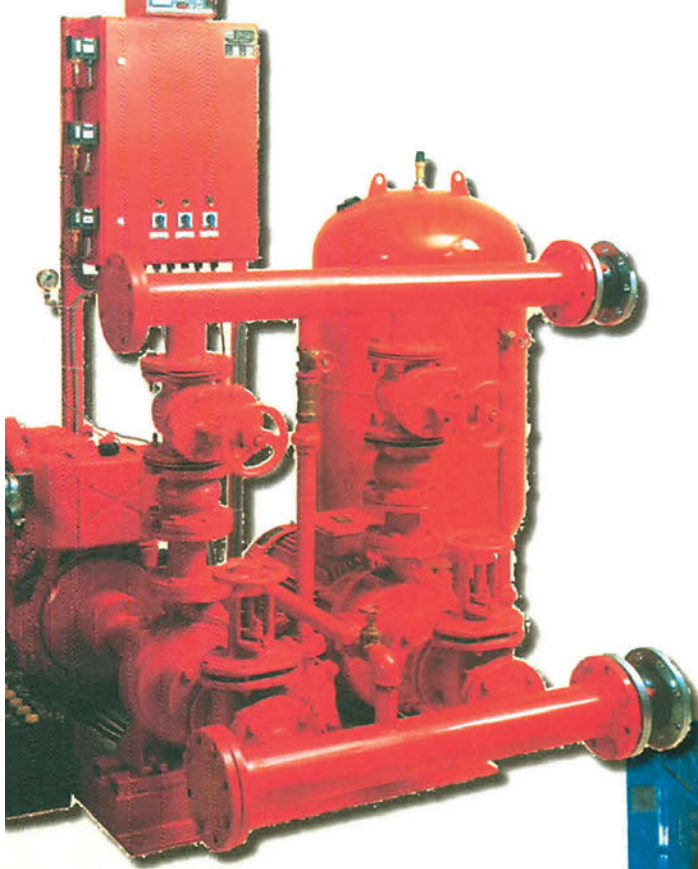
8.3.1 Αρχή λειτουργίας.....	155
8.4 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	157
8.5 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ .....	158

















## **Κεφάλαιο Δ' ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΒ**

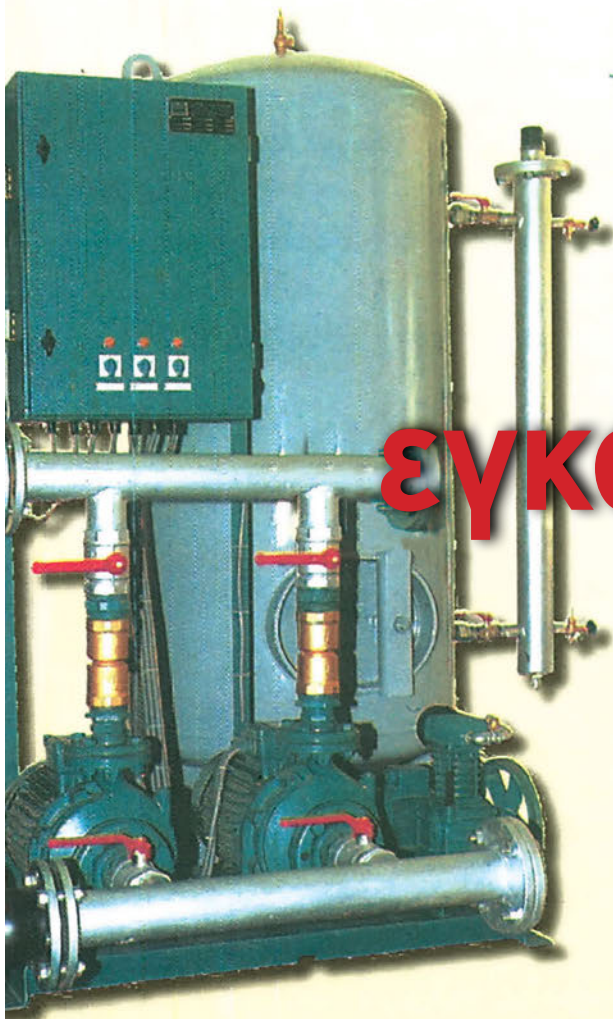
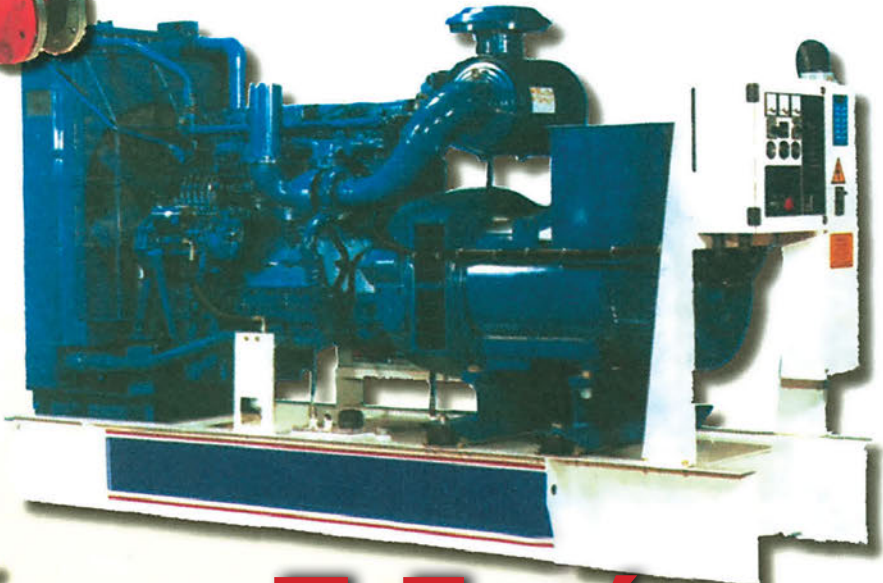
ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....	166
<b>1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ</b> .....	167
1.1 Το ΕΙΒ στις σύγχρονες εγκαταστάσεις.....	167
1.2 Τεχνικά στοιχεία.....	170
1.2.1 Συνδεσμολογία.....	170
1.2.2 Προγραμματισμός.....	172
<b>2. ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ</b> .....	173
2.1 Διάταξη συστήματος.....	173
2.2 Μετάδοση δεδομένων.....	174
2.3 Διευθυνσιοδότηση.....	175
2.3.1 Φυσική διεύθυνση - περιοχή/ γραμμή/ συνδρομητής.....	175
2.3.2 Διεύθυνση ομάδας.....	176
<b>3. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΙΒ</b> .....	178
3.1 Γενικά.....	178
3.2 Βασικές συσκευές-bus .....	179
3.3 Συσκευές συστήματος.....	180
3.4 Συνδρομητές-bus .....	181
3.5 Προσαρμογείς για επικοινωνία με εξωτερικά συστήματα.....	181
3.6 Περιγραφή συμβόλων.....	182
<b>4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ETS</b> .....	185
4.1 Εισαγωγή.....	185
4.2 Περιγραφή υποσυστημάτων ETS .....	186
4.2.1 Settings (ορισμός παραμέτρων).....	186
4.2.2 Project design (σχεδίαση εφαρμογής).....	187
4.2.3 Commissioning (Θέση σε λειτουργία/Έλεγχος).....	194
4.2.4 Project administration (διαχείριση εφαρμογών).....	196
4.2.5. Product administration (διαχείριση προϊόντων).....	196
<b>5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ</b> .....	197
5.1 Εισαγωγή.....	197
5.2 Περιγραφή εφαρμογής.....	197
5.3 Έλεγχοι της εγκατάστασης.....	199
<b>6. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ</b> .....	201
<b>7. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ- ΑΣΚΗΣΕΙΣ</b> .....	202

## Σημείωση

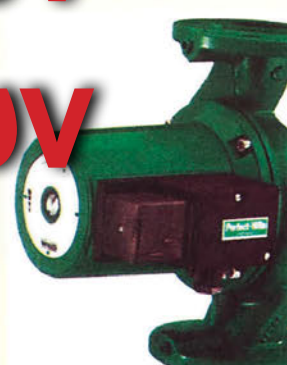
Τα μέρη του κειμένου που είναι τοποθετημένα σε πλαίσιο, με μικρότερα γράμματα και σε λευκό φόντο, έχουν ως στόχο τη σφαιρική ενημέρωση του μαθητή - ηλεκτρολόγου και δεν αποτελούν διδακτική ύλη πρώτης προτεραιότητας.



 ΣΥΧΝΟΜΕΤΡΟ	 ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ	 ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ	 ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ	
 ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ	 ΜΕΤΑΩΓΕΑΣ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ	 ΩΡΟΜΕΤΡΗΤΗΣ		
 ΥΠΕΡ ΤΑΧΥΝΣΗ	 ΥΠΕΡ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	 ΧΑΜΗΛΗ ΠΙΕΣΗ	 ΜΠΑΤΑΡΙΑ	 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ
 ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ	 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	 ΠΙΕΣΗ ΛΑΔΙΟΥ	 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΑΔΙΟΥ	

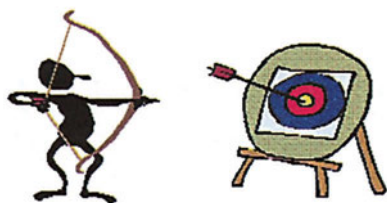


# Ειδικές εγκαταστάσεις μεγάλων κτιρίων



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ

## 1. Εγκαταστάσεις Πυρανίχνευσης



### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τις αιτίες πυρκαγιάς
- διακρίνουν τις κατηγορίες της φωτιάς ανάλογα με το καιγόμενο υλικό
- αναφέρουν τα τέσσερα στάδια πυροπροστασίας
- αναφέρουν τα κυριότερα μέτρα και ενέργειες για την αποφυγή πυρκαγιάς
- εξηγούν την αναγκαιότητα ύπαρξης ενός συστήματος πυρανίχνευσης και να το διακρίνουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του
- αναφέρουν τα βασικά μέρη ενός συστήματος πυρανίχνευσης
- αιτιολογούν την ύπαρξη του κεντρικού πίνακα ελέγχου και να αναφέρουν τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους
- κατατάσσουν τους πυρανιχνευτές σε κατηγορίες, ανάλογα με τη λειτουργία τους
- επιλέγουν κατά περίπτωση τους κατάλληλους ανιχνευτές και τις αποστάσεις τοποθέτησής τους
- αναφέρουν τις συσκευές σήμανσης πυρανίχνευσης και να επιλέγουν κατά περίπτωση τον αριθμό και το είδος τους
- αναφέρουν τη διάκριση των καλωδιώσεων του συστήματος πυρανίχνευσης και να επεξηγούν τη λειτουργία των συσκευών σε ένα διάγραμμα πυρανίχνευσης
- αναφέρουν τους χώρους ανά κατηγορία κτιρίου στους οποίους ο κανονισμός πυροπροστασίας επιβάλλει την υποχρεωτική χρήση πυρανίχνευσης
- αναφέρουν τους τρόπους με τους οποίους επιτυγχάνεται η πυρόσβεση

### 1.1 Γενικά

#### Αιτίες πυρκαγιάς

Η διαδικασία ανάμματος της φωτιάς αποτελεί σημαντική ανακάλυψη του ανθρώπου, η οποία συνέβαλε στην τεχνολογική και πολιτιστική εξέλιξη και ευημερία του.

Υπάρχουν φωτιές ελεγχόμενες από τον άνθρωπο, που χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς και φωτιές ανεπιθύμητες, που προκαλούν υλικές ζημιές και θανάτους.

Οι ανεπιθύμητες φωτιές είτε προκαλούνται σκόπιμα, για να εξυπηρετήσουν ατομικά συμφέροντα, όπως απολαβή αποζημίωσης, οικοπεδοποίηση δασώδους έκτασης, είτε οφείλονται σε απροσεξία, αδιαφορία, αμέλεια ή σε φυσικά φαινόμενα. Γενικά, η φωτιά ανάβει όταν ένα υλικό θερμανθεί αρκετά από πηγή θερμότητας, όπως η φλόγα τσιγάρου, ο σπινθήρας τροχού, η θερμότητα θερμάστρας κ.λπ. Οι περιπτώσεις αυτοανάφλεξης είναι σπάνιες.

Με Βάση τα στοιχεία της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, εκτός από εμπρηστικές ενέργειες, αιτίες πυρκαγιάς είναι:

- ♦ αναμμένα αποσιγάρα ♦ κακή χρήση ηλεκτρισμού (π.χ. βραχυκυκλώματα)
- ♦ σπινθήρες (π.χ. από τροχό) ♦ φυσικά φαινόμενα (π.χ. κεραυνοί) ♦ χημικά φαινόμενα

Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι η πρόκληση φωτιάς από αναμμένα αποσιγάρα ανέρχεται σε υψηλά ποσοστά έως και 37% του συνόλου των περιπτώσεων.

### Κατηγορίες φωτιάς

Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς, οι φωτιές κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες Α,Β,С, D και E, ανάλογα με το είδος των καιγόμενων υλικών. Για κάθε κατηγορία προβλέπεται ειδικό σήμα, στο οποίο περιέχεται το γράμμα της κατηγορίας τοποθετημένο σε φόντο :

- ✓ πράσινο για την κατηγορία Α, ✓ κόκκινο για την κατηγορία Β, ✓ μπλε για την κατηγορία С
- ✓ κίτρινο για την κατηγορία D, ✓ γαλάζιο για την κατηγορία E.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι κατηγορίες και τα αντίστοιχα καιγόμενα υλικά.

Κατηγορία φωτιάς	Καιγόμενα υλικά
<b>A</b>	Συνήθη καιγόμενα υλικά, όπως ξύλο, χαρτί, ύφασμα, λάστιχα, πλαστικό κ.λπ.
<b>B</b>	Εύφλεκτα υγρά και αέρια, όπως βενζίνη, οινόπνευμα, προπάνιο, λάδια κ.λπ.
<b>C</b>	Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, όπως ηλεκτρονικός υπολογιστής, συσκευές φαξ κ.λπ.
<b>D</b>	Εύφλεκτα μέταλλα, όπως μαγνήσιο, λίθιο, τιτάνιο κ.λπ.
<b>E</b>	Καύσιμα υλικά των κατηγοριών Α, Β, C, D που βρίσκονται κοντά ή πάνω σε ηλεκτρικές συσκευές ή εγκαταστάσεις υπό τάση

Πίνακας 1.1: Κατηγορίες φωτιάς

### Πυροπροστασία

Είναι οι ενέργειες και τα μέσα που συμβάλλουν στον περιορισμό ή στην αποφυγή των συνεπειών της πυρκαγιάς. Διακρίνουμε τέσσερα στάδια προστασίας από την πυρκαγιά :

- πρόληψη ● δομική πυροπροστασία ● ανίχνευση ● πυρόσβεση

#### Πρόληψη

Είναι το σύνολο των μέτρων και ενεργειών που λαμβάνονται για την αποφυγή φωτιάς, όπως:

- εκπαίδευση του προσωπικού
- συγκρότηση ομάδας πυρασφάλειας
- σωστή αποθήκευση των υλικών τα οποία μπορεί να προκαλέσουν πυρκαγιά
- συνεχής έλεγχος της ηλεκτρικής εγκατάστασης και άμεση επισκευή των φθαρμένων καλωδιώσεων
- σήμανση επικίνδυνων υλικών και χώρων
- απαγόρευση καπνίσματος και χρήσης γυμνής φλόγας σε επικίνδυνους χώρους

- θέση εκτός τάσης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων σε μη εργάσιμες ώρες, όταν δεν είναι απαραίτητες
- τακτική επιθεώρηση των χώρων από υπεύθυνο υπάλληλο της επιχείρησης, για εξάλειψη τυχόν προϋποθέσεων εκδήλωσης φωτιάς

### Δομική πυροπροστασία (Παθητική πυροπροστασία)

Είναι το σύνολο των μέτρων που έχουν ενσωματωθεί στην κατασκευή ενός κτιρίου για τον περιορισμό των επιπτώσεων της φωτιάς στον άνθρωπο και τα υλικά αγαθά, όπως:

- ο χωρισμός του κτιρίου σε διαμερίσματα πυρασφάλειας (πυροδιαμερίσματα), των οποίων οι περιμετρικοί τοίχοι, τα ανοίγματα, οι οροφές και τα πατώματα ενισχύονται για να αντέχουν στη φωτιά. Τα διαμερίσματα αυτά σκοπό έχουν να καθυστερήσουν τη μετάδοση της φωτιάς στο ίδιο αλλά και στα διπλανά κτίρια.
- η δημιουργία οδύσεων διαφυγής, οι οποίες διασφαλίζουν τη διαφυγή των ενοίκων προς το ύπαιθρο ή προς άλλα ασφαλή διαμερίσματα και ταυτόχρονα διευκολύνουν την πρόσβαση των πυροσβεστών
- ο έλεγχος ροής του καπνού
- η ενίσχυση της στατικής αντοχής του κτιρίου, για να μην καταρρεύσει σε περίπτωση φωτιάς
- η χρήση κατάλληλων υλικών στην κατασκευή του κτιρίου τα οποία επιβραδύνουν την εξάπλωση της φωτιάς

### Επικίνδυνοι χώροι

Είναι οι χώροι ενός κτιρίου που περιέχουν εύφλεκτα υλικά. Σε περίπτωση πυρκαγιάς στους χώρους αυτούς, η φωτιά εξαπλώνεται πολύ γρήγορα και σε μεγάλη επιφάνεια, παράγονται πολλά τοξικά αέρια και υπάρχει κίνδυνος έκρηξης. Σύμφωνα με τον κανονισμό πυροπροστασίας, οι χώροι αυτοί πρέπει να αποτελούν αυτοτελές πυροδιαμέρισμα, με αντοχή στη φωτιά (δείκτης πυραντίστασης όχι μικρότερο των 60 min). Παραδείγματα επικίνδυνων χώρων ανά κατηγορία κτιρίου, σύμφωνα με τον κανονισμό πυροπροστασίας, είναι :

- ♦ **πολυκατοικίες** : λεβητοστάσιο, αποθήκη καυσίμων, μηχανοστάσιο,
- ♦ **κτίρια ξενοδοχείων** : λεβητοστάσιο, αποθήκες καυσίμων, μαγειρεία, χώρος μετασχηματιστών, χώρος πινάκων, χώρος ατμολεβήτων υψηλής πίεσης, χώρος κλιματιστικών μονάδων,
- ♦ **κτίρια γραφείων** : λεβητοστάσιο, αποθήκες καυσίμων, μαγειρεία, χώρος μετασχηματιστών, χώρος πινάκων, χώρος κλιματιστικών μονάδων,
- ♦ **εκπαιδευτήρια** : λεβητοστάσιο, αποθήκες καυσίμων, μαγειρεία, πλυντήρια, χώρος συγκέντρωσης απορριμμάτων.

### Πυρανίχνευση

Είναι ο εντοπισμός της φωτιάς είτε από ανθρώπους είτε από ειδικές εγκαταστάσεις. Όπως έχει διαπιστωθεί, ο άνθρωπος (φύλακας, νυχτοφύλακας) δεν μπορεί να προσφέρει έγκαιρη και αποτελεσματική ανίχνευση της πυρκαγιάς, επειδή :

- ♦ δε βρίσκεται ταυτόχρονα σε όλα τα σημεία του κτιρίου,
- ♦ δεν είναι σίγουρο ότι θα αντιδράσει σωστά, όταν εντοπίσει τη φωτιά,
- ♦ δεν εκτελεί πάντοτε σωστά τα καθήκοντά του κ.λπ.

Για το λόγο αυτό, προτιμούνται ειδικές εγκαταστάσεις που προσφέρουν ασφαλή και έγκαιρη ανίχνευση της φωτιάς.

## 1.2 Συστήματα πυρανίχνευσης

Είναι ειδικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που προσφέρουν έγκαιρη και αποτελεσματική ανίχνευση της φωτιάς καθώς και ηχητική και οπτική σήμανση κινδύνου.

Σκοπός των συστημάτων αυτών είναι, με την έγκαιρη ειδοποίηση, να:

- ✓ προστατεύσουν τη ζωή των ανθρώπων που βρίσκονται στο κτίριο,
- ✓ περιορίσουν τις ζημιές στα υλικά αγαθά (προϊόντα, συσκευές, έπιπλα κ.λπ.) με την έγκαιρη επέμβαση καταστολής της φωτιάς.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, τα συστήματα πυρανίχνευσης διακρίνονται σε:

- ✓ ζώνης (zone system) ή συμβατικά
- ✓ σημειακά (που δείχνουν τη διεύθυνση -addressable system)
- ✓ αναλογικά (analogue system)

### Συστήματα ζώνης

Είναι τα συστήματα που αναγνωρίζουν τα σήματα κλίσης ανά ζώνη και όχι από κάθε ανιχνευτή ξεχωριστά, δηλαδή για κάθε φωτιά που ανιχνεύεται δεν γνωρίζουμε τον ανιχνευτή που την ανακάλυψε αλλά τη ζώνη προστασίας στην οποία βρίσκεται.

Με άλλα λόγια, δεν έχουμε εντοπισμό της φωτιάς ανά επιφάνεια προστασίας ανιχνευτή αλλά ανά επιφάνεια προστασίας ζώνης.

Το κύκλωμα κάθε ζώνης είναι ανεξάρτητο και συνδέεται στον κεντρικό πίνακα. Επομένως, σε περίπτωση σφάλματος του κυκλώματος (π.χ. βραχυκύκλωμα) τίθεται εκτός προστασίας μόνο η επιφάνεια που προστατεύεται από τη συγκεκριμένη ζώνη.

### Σημειακά συστήματα

Είναι τα συστήματα στα οποία τα σήματα από κάθε ανιχνευτή και κάθε συσκευή χειροκίνητης κλίσης αναγνωρίζονται ξεχωριστά από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου, δηλαδή γνωρίζουμε ότι η φωτιά που

ανιχνεύθηκε βρίσκεται σε κάποιο σημείο της περιοχής προστασίας του συγκεκριμένου ανιχνευτή. Στα συστήματα αυτά κάθε κύκλωμα (βρόχος) περιέχει περισσότερες ζώνες προστασίας. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται απομονωτές βραχυκυκλώματος (short circuit isolators) που απομονώνουν τις ζώνες μεταξύ τους, έτσι ώστε σε περίπτωση σφάλματος σε μία ζώνη να τίθεται εκτός προστασίας μόνο η περιοχή της ζώνης αυτής. Συνήθως, η μέγιστη επιφάνεια που μπορεί να καλυφθεί από ένα βρόχο είναι 10000 m<sup>2</sup>.

### Αναλογικά συστήματα

Είναι τα συστήματα με τα οποία παρακολουθείται το φαινόμενο της φωτιάς στην εξέλιξή του, δηλαδή το σήμα που στέλνουν οι ανιχνευτές αντιπροσωπεύει την τιμή του φαινομένου της φωτιάς κατά τη δεδομένη στιγμή της ανίχνευσης. Για να το πετύχουν αυτό, διαθέτουν αναλογικούς ανιχνευτές που αντιλαμβάνονται όλες τις τιμές του φαινομένου της φωτιάς μεταξύ δύο ορίων. Στην αγορά δε διατίθενται ξεχωριστά τα αναλογικά συστήματα, αλλά διατίθενται συστήματα που είναι και σημειακά και αναλογικά.

### 1.3 Βασικά μέρη συστημάτων πυρανίχνευσης

Τα συστήματα πυρανίχνευσης αποτελούνται από :

- τον κεντρικό πίνακα ελέγχου,
- τους ανιχνευτές φωτιάς,
- τις συσκευές σήμανσης,
- τις συσκευές χειροκίνητης κλήσης (οι συσκευές αυτές συνδέονται στο κύκλωμα πυρανίχνευσης και δίνουν τη δυνατότητα χειροκίνητης ενεργοποίησής τους, δηλαδή αν κάποιος αντιληφθεί την ύπαρξη φωτιάς, τότε μπορεί να ενεργοποιήσει το σύστημα πυρανίχνευσης μέσω της πλησιέστερης συσκευής χειροκίνητης κλήσης),
- τις συσκευές εισόδου/εξόδου στο βρόχο πυρανίχνευσης. Είναι συσκευές που συνδέονται στο κύκλωμα πυρανίχνευσης σημειακών συστημάτων και δίνουν τη δυνατότητα σύνδεσης συμβατικών (μη σημειακών) συσκευών, όπως πυρανιχνευτές και συσκευές σήμανσης. Βρόχος πυρανίχνευσης είναι μία κλειστή διαδρομή που σχηματίζεται από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου, τους αγωγούς σύνδεσης, τους πυρανιχνευτές, τις συσκευές σήμανσης και τις συσκευές χειροκίνητης κλήσης που συναντάμε μία μόνο φορά, όταν ξεκινάμε από ένα σημείο του κυκλώματος και επιστρέφουμε στο ίδιο σημείο,
- τις καλωδιώσεις,
- τον επαναληπτικό πίνακα.



Εικόνα 1.1: Συσκευή χειροκίνητης κλήσης

#### Κεντρικός πίνακας ελέγχου (Control panel)

Είναι ηλεκτρονική συσκευή η οποία επεξεργάζεται τα σήματα ανίχνευσης φωτιάς που προέρχονται από τους ανιχνευτές και τις συσκευές χειροκίνητης κλήσης και ενεργοποιεί τις συσκευές σήμανσης. Είναι, δηλαδή, το νευραλγικό κέντρο του συστήματος πυρανίχνευσης. Μπορεί επίσης να ενεργοποιεί μόνιμα συστήματα κατάσβεσης, να ανοίγει τα διαφράγματα καπνού (fire dumpers), να κλείνει τις πόρτες πυρασφάλειας κ.λπ.

**Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των κεντρικών πινάκων είναι :**

- ❖ Οθόνη LCD αλφαριθμητικών χαρακτήρων, την οποία διαθέτουν κυρίως τα αναλογικά και σημειακά συστήματα πυρανίχνευσης, π.χ. 2 γραμμών x 40 χαρακτήρες / γραμμή.

Κατά την ανίχνευση φωτιάς, στην οθόνη εμφανίζονται ο τύπος του ανιχνευτή, η διεύθυνσή του και η ζώνη στην οποία ανήκει.

- ❖ Ο μέγιστος αριθμός ζωνών, π.χ. 8, 16, 32.

- ❖ Ο μέγιστος αριθμός βρόχων, μόνο για τα σημειακά συστήματα, π.χ. 2, 4.

- ❖ Ο μέγιστος αριθμός πυρανιχνευτών ανά βρόχο, π.χ. 99 ανιχνευτές.

- ❖ Ο μέγιστος αριθμός στοιχείων (modules), όπως χειροκίνητες συσκευές κλίσης, συσκευές ηχητικής σήμανσης και συσκευές εισόδου / εξόδου στο βρόχο, π.χ. 99 στοιχεία.

- ❖ Ο μέγιστος αριθμός επαναληπτικών πινάκων.

- ❖ Ο αριθμός των κυκλωμάτων σήμανσης.

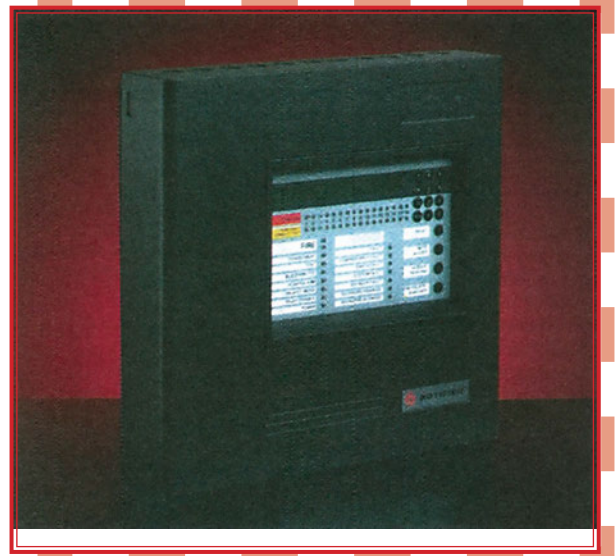
- ❖ Τροφοδοσία λειτουργίας,

π.χ. 230 V AC  $\pm$  15%, 50 Hz  $\pm$  4%, 1,6 A.

- ❖ Έλεγχος ύπαρξης τάσης.

- ❖ Τάση και χωρητικότητα ενσωματωμένων συσσωρευτών, π.χ. 12V, 7Ah.

- ❖ Έλεγχος εφεδρικής τροφοδοσίας.



**Εικόνα 1.2: Κεντρικός πίνακας ελέγχου σημειακού αναλογικού συστήματος πυρανίχνευσης**

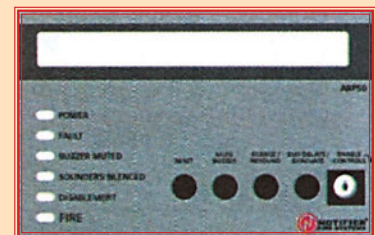
- ❖ Διασύνδεση και δυνατότητα προγραμματισμού με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

- ❖ Δυνατότητα προγραμματισμού επιτόπου του έργου με το χειριστήριο του πίνακα.

- ❖ Ενδείξεις, όπως φωτιάς, σιγής βομβητή, τροφοδοσίας, σφάλματος τροφοδοσίας, σφάλματος γείωσης, σφάλματος συστήματος, σφάλματος ηχητικής συσκευής, αχρήστευσης ηχητικής συσκευής κ.ά.

### Επαναληπτικός πίνακας

Είναι ηλεκτρονική συσκευή η οποία εμφανίζει ταυτόχρονα με τον κεντρικό πίνακα τα σήματα φωτιάς και τα σφάλματα του συστήματος πυρανίχνευσης. Τοποθετείται σε στρατηγικά σημεία του χώρου προστασίας και σκοπό έχει να συμβάλει στο γρήγορο εντοπισμό της θέσης της φωτιάς.



**Εικόνα 1.3: Επαναληπτικός πίνακας**

**Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι :**

- Οι ενδείξεις, όπως φωτιάς, σφάλματος συστήματος, σφάλματος τροφοδοσίας, σιγής συσκευής σήμανσης κ.λπ. Η ενεργοποίηση ή μη των ενδείξεων δηλώνεται με το άναμμα ή το σβήσιμο λυχνιών τύπου LED.

- Η τροφοδοσία λειτουργίας, π.χ. 20 - 28 V συνεχούς ρεύματος (DC), η οποία πραγματοποιείται είτε μέσω του κεντρικού πίνακα είτε από ανεξάρτητη πηγή τάσης.

- Ο κωδικός χρήστη ή κλειδί χρήστη μέσω των οποίων μόνο οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν δυνατότητα πρόσβασης στις λειτουργίες ελέγχου.

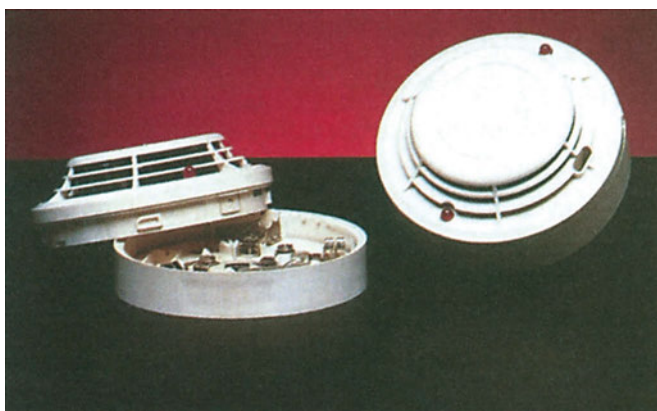
- Οι λειτουργίες ελέγχου, όπως επανεκκίνηση (reset), σιγή του ενσωματωμένου βομβητή, συναγερμός και σιγή συναγερμού, συναγερμός εκκένωσης του κτιρίου κ.λπ.

### Ανιχνευτές φωτιάς (Πυρανιχνευτές)

Είναι συσκευές που διαθέτουν αισθητήρια με τα οποία αντιλαμβάνονται την ύπαρξη φωτιάς στο χώρο που ελέγχουν και δίνουν σήμα ανίχνευσης φωτιάς στον κεντρικό πίνακα ελέγχου.

Οι πυρανιχνευτές κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- **Ανιχνευτές θερμότητας**, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία του χώρου και ανάλογα με την αρχή λειτουργίας διακρίνονται σε:
  - ❖ Σταθερής θερμοκρασίας (fixing temperature). Αντιδρούν όταν η θερμοκρασία του χώρου ξεπεράσει μια συγκεκριμένη τιμή, π.χ. 60 °C.
  - ❖ Θερμοδιαφορικούς (rate of rise). Αντιδρούν στο ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας, π.χ. στους 5 βαθμούς ανά λεπτό.
- **Ανιχνευτές καπνού**, οι οποίοι αντιλαμβάνονται ορατά και αόρατα αέρια προϊόντα της καύσης και, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας, διακρίνονται σε:

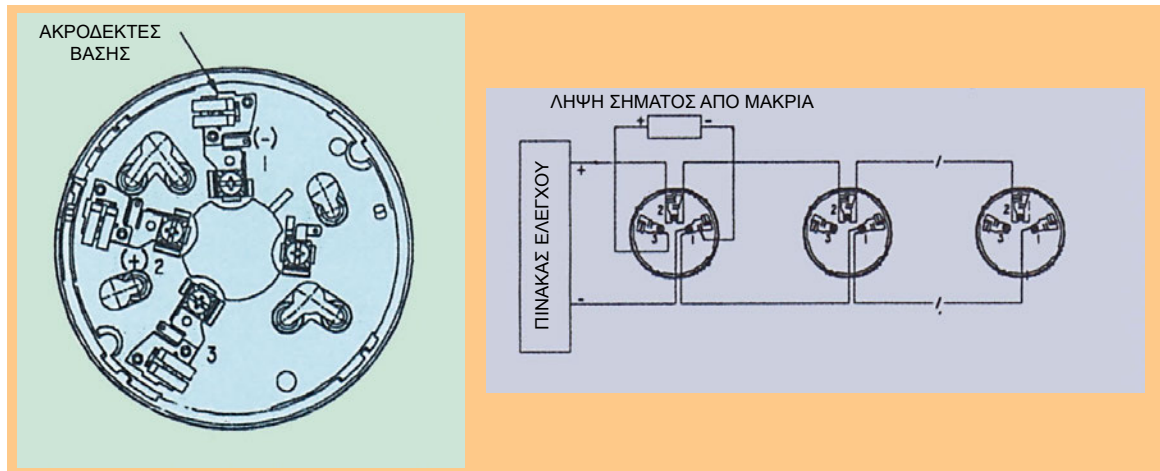


- ❖ Φωτοηλεκτρικούς (photoelectric). Διαθέτουν φωτοκύτταρο που αντιδρά στη αλλαγή της έντασης του φωτός η οποία οφείλεται στην είσοδο ορατών σωματιδίων καπνού στον ανιχνευτή.
- ❖ Ιονισμού (ionization). Διαθέτουν θάλαμο ιονισμού στον οποίο ρέει ρεύμα ιονισμού μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Με την είσοδο καπνού στον ανιχνευτή το ρεύμα μειώνεται, με αποτέλεσμα την ενεργοποίησή του. Οι ανιχνευτές ιονισμού είναι περισσότερο ευαίσθητοι σε μικρά σωματίδια καπνού.

Εικόνα 1.4:  
Ανιχνευτής καπνού

- **Ανιχνευτές φλόγας**, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τη θερμική ακτινοβολία με συχνότητα διακύμανσης 5 - 30 Hz και ενεργοποιούνται όταν αυτή υπερβεί ένα όριο. Ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας που ανιχνεύουν, διακρίνονται σε:
  - ❖ **υπεριώδους** (Ultraviolet) ακτινοβολίας και
  - ❖ **υπέρυθρης** (Infrared) ακτινοβολίας.

Οι πυρανιχνευτές αποτελούνται συνήθως από τη βάση και τον κυρίως πυρανιχνευτή. Η βάση περιέχει τους ακροδέκτες για τη σύνδεση των πυρανιχνευτών (Εικόνα 1.5) και είναι κατασκευασμένη ώστε να μπορεί να δέχεται περισσότερα είδη πυρανιχνευτών. Στη Βάση υπάρχει ετικέτα στην οποία αναγράφεται η ζώνη, η διεύθυνση και ο τύπος του πυρανιχνευτή που θα τοποθετηθεί.



Εικόνα 1.5: Βάση πυρανιχνευτή και σύνδεση πυρανιχνευτών

## 1.4 Επιλογή πυρανιχνευτών

Το είδος του πυρανιχνευτή που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από :

- ✓ **το αντικείμενο προστασίας**, δηλαδή μόνο υλικά αγαθά ή υλικά αγαθά και ζωές. Επιστημονικές έρευνες δείχνουν ότι οι **ανιχνευτές θερμότητας** πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για την προστασία αγαθών, επειδή στις περισσότερες φωτιές ο καπνός, η θερμότητα και τα τοξικά αέρια έχουν ήδη ξεπεράσει το όριο της μη επικινδυνότητας πριν ο ανιχνευτής θερμότητας δώσει σήμα συναγερμού.
- ✓ **τις συνθήκες του χώρου προστασίας**. Για παράδειγμα, αν τοποθετήσουμε ανιχνευτές καπνού σε χώρους με ρεύματα αέρα, ατμό, υδρατμούς, αναθυμιάσεις, όπως κουζίνες, πλυντήρια, φρεάτια ανελκυστήρα, τότε θα έχουμε συνεχώς λανθασμένους συναγερμούς.
- ✓ **το είδος των αγαθών** (υλικά, προϊόντα, συσκευές, εγκαταστάσεις) που προστατεύονται, π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές και ηλεκτρονικές συσκευές. Στην περίπτωση αυτή, η φωτιά κρυφοκαίει είτε στις καλωδιώσεις διασύνδεσης των συσκευών είτε στις εσωτερικές καλωδιώσεις των συσκευών. Είναι κρίσιμο η ανίχνευση να γίνει σε αυτό το αρχικό στάδιο της φωτιάς. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται υψηλής ευαισθησίας ανιχνευτές καπνού, που μπορούν να ανιχνεύσουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις καπνού.

### Πυκνότητα ανιχνευτών

Για να μπορεί η εγκατάσταση πυρανίχνευσης να ανιχνεύει έγκαιρα τις φωτιές, πρέπει η πυκνότητα τοποθέτησης των ανιχνευτών να είναι η σωστή. Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς, οι ανιχνευτές θερμότητας και καπνού πρέπει να τοποθετούνται στην οροφή του προστατευόμενου χώρου και να λαμβάνεται υπόψη η κατασκευή και τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται ο χώρος αυτός. Η απόσταση μεταξύ των ανιχνευτών δεν πρέπει να υπερβαίνει την προτεινόμενη από αναγνωρισμένα κέντρα δοκιμής της χώρας κατασκευής ή προέλευσης.

Ειδικότερα, η απόσταση από τους τοίχους δεν πρέπει να υπερβαίνει το μισό της μεταξύ τους απόστασης, ενώ η απόσταση μεταξύ των ανιχνευτών καπνού δεν πρέπει να ξεπερνά τα 9 μέτρα.

Με βάση τη διεθνή εμπειρία του φαινομένου της φωτιάς, προτείνεται ως μέγιστη επιφάνεια εποπτείας των ανιχνευτών:

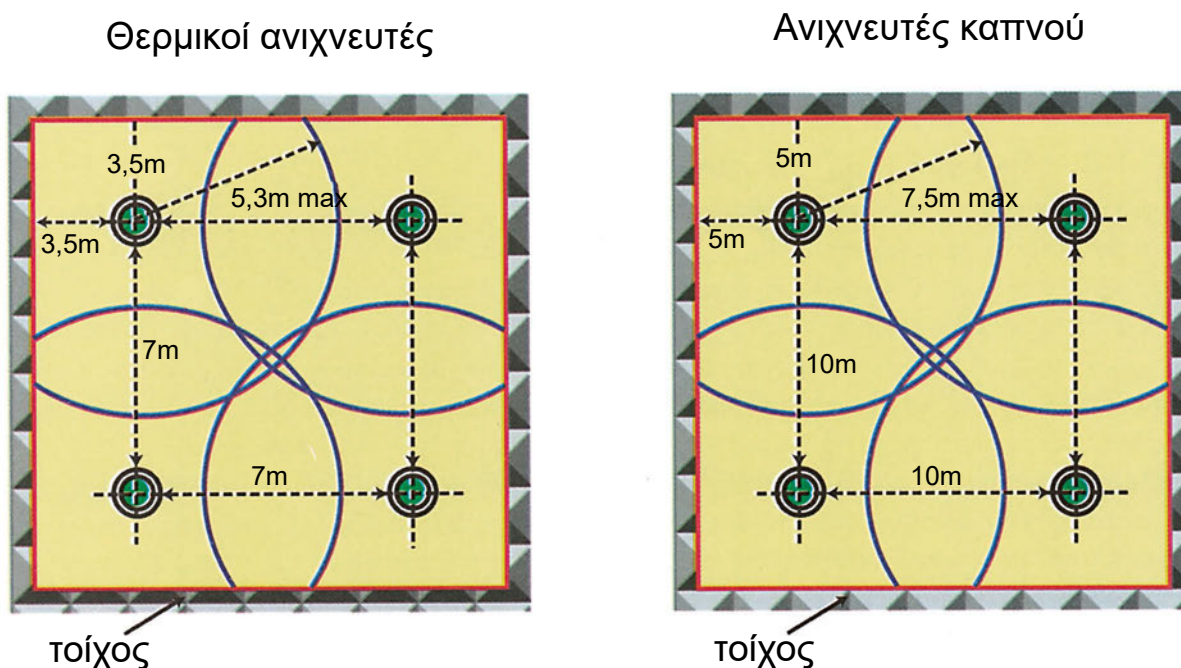
- ❖ θερμότητας, τα 50 m<sup>2</sup>
- ❖ καπνού, τα 100 m<sup>2</sup>

Η μέγιστη ακτίνα δράσης με κέντρο τον ανιχνευτή είναι για τους ανιχνευτές:

- ❖ θερμότητας, τα 5,3 m
- ❖ καπνού, τα 7,5 m

Όταν οι ανιχνευτές τοποθετούνται με τετραγωνική διάταξη, η απόσταση μεταξύ τους και από τον τοίχο είναι αντίστοιχα για τους ανιχνευτές :

- ❖ θερμότητας, τα 7 m και τα 3,5 m
- ❖ καπνού, τα 10 m και τα 5 m



Σχήμα 1.1: Κατανομή ανιχνευτών σε κάτοψη χώρου

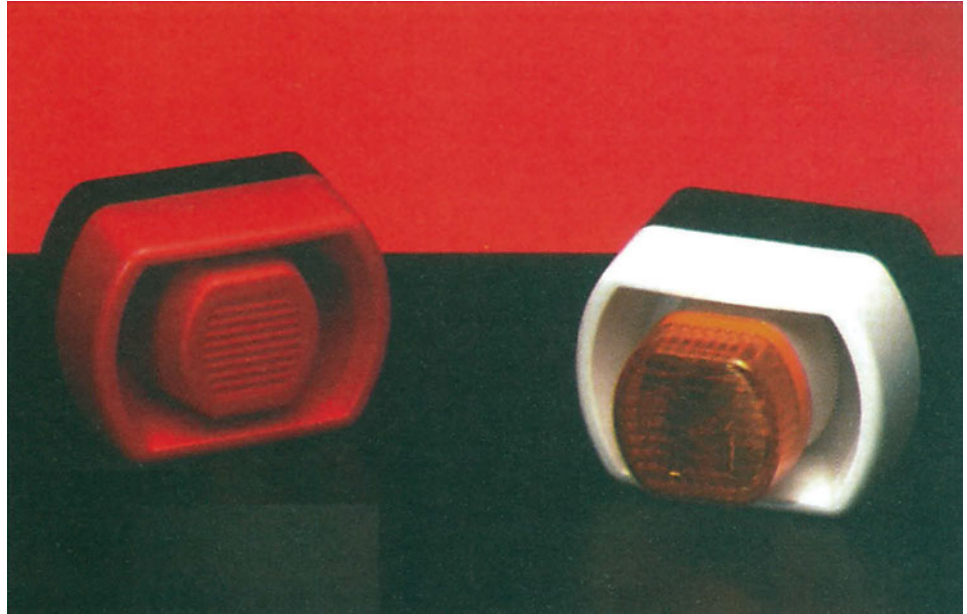
## 1.5 Σήμανση πυρανίχνευσης

Η σήμανση είναι φωτεινή και ηχητική και ενεργοποιείται όταν ανιχνευθεί φωτιά. Σκοπός της είναι να ειδοποιήσει την ομάδα πυροπροστασίας, την πυροσβεστική υπηρεσία και τους ανθρώπους που βρίσκονται στο κτίριο να το εκκενώσουν.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη σήμανση είναι:

- κουδούνια
- κόρνες
- σειρήνες
- βομβητές
- μεγάφωνα
- συσκευές οπτικής σήμανσης (π.χ. φάροι)

Οι συσκευές σήμανσης πρέπει να τοποθετούνται σε δύο ξεχωριστά κυκλώματα, ώστε σε περίπτωση βλάβης του ενός να λειτουργήσουν οι συσκευές του άλλου. Σε κάθε διαμέρισμα πυρασφάλειας πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μία συσκευή ηχητικής σήμανσης. Ανεξάρτητα από το πόσο μικρό είναι το σύστημα πυρανίχνευσης, πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο συσκευές ηχητικής σήμανσης.



**Εικόνα 1.6:** Συσκευές ηχητικής και οπτικής σήμανσης

### Επιλογή αριθμού και είδους συσκευών σήμανσης

Για να γίνει σωστή επιλογή του αριθμού και του είδους των συσκευών ηχητικής σήμανσης, πρέπει να λάβουμε υπόψη τα παρακάτω :

- Η ελάχιστη στάθμη ήχου σήμανσης σε κάθε σημείο του κτιρίου πρέπει να είναι 65 dB ή 5 dB πάνω από τη στάθμη του θορύβου.
- Ο ήχος που παράγουν οι συσκευές ηχητικής σήμανσης της πυρανίχνευσης πρέπει να είναι ίδιος και επίσης να διαφέρει από τον ήχο άλλων σημάνσεων.
- Η διάρκεια του ήχου που παράγουν πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 30 δευτερολέπτων.
- Η συχνότητα του ήχου σήμανσης πρέπει να είναι από 500 έως 1000 Hz.
- Η στάθμη του ήχου πρέπει να είναι τόσο υψηλή, ώστε να μην προκαλεί μόνιμη βλάβη στην ακοή του ανθρώπου.
- Στην περίπτωση κτιρίων όπου κατά την ώρα της ανίχνευσης της φωτιάς είναι πιθανόν να υπάρχουν άνθρωποι που κοιμούνται, όπως σε ξενοδοχεία, η ελάχιστη στάθμη ήχου σήμανσης στην κεφαλή του κρεβατιού πρέπει να είναι 75 dB. Για να επιτύχουμε τη στάθμη αυτή, πρέπει η συσκευή σήμανσης να είναι τοποθετημένη στο υπνοδωμάτιο.

## 1.6 Καλωδιώσεις

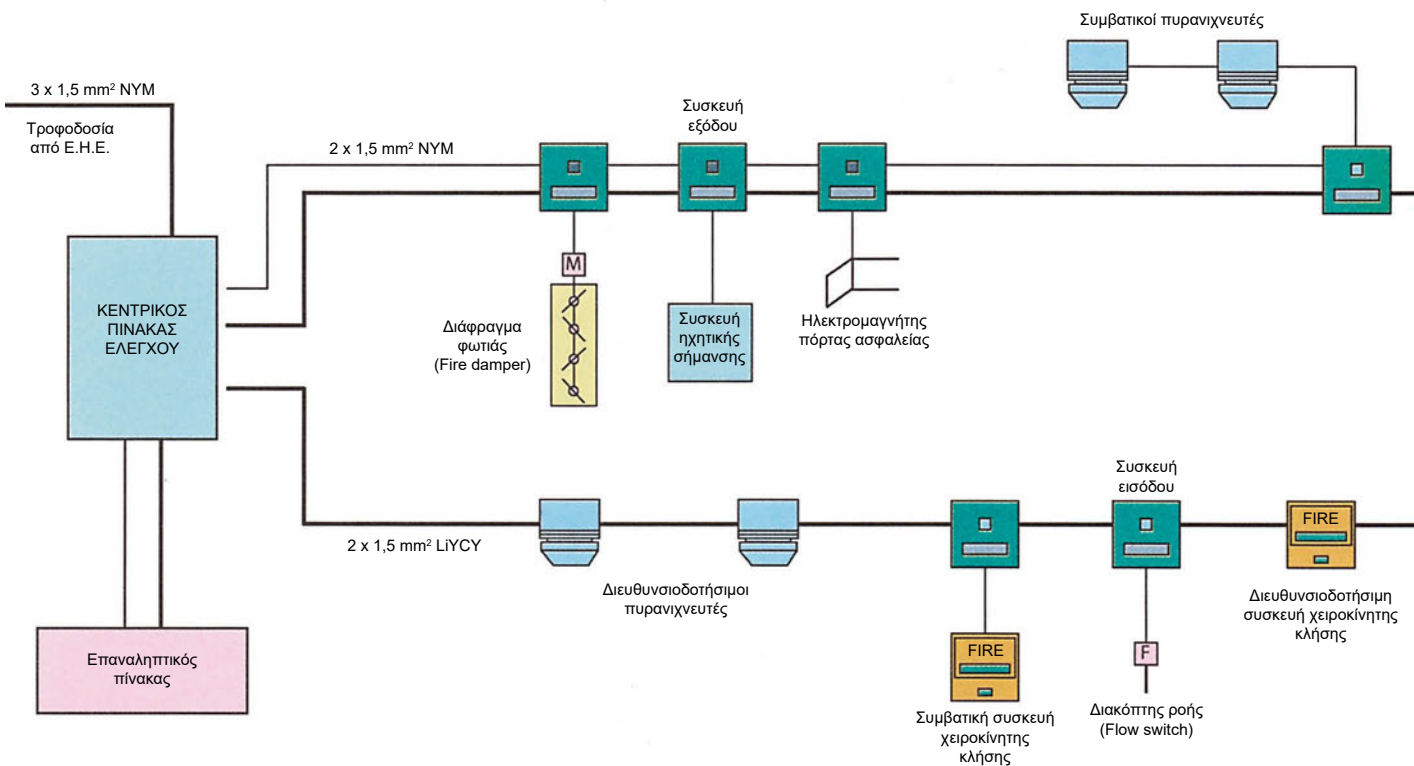
Για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα πυρανίχνευσης, πρέπει να γίνει σωστή επιλογή, τοποθέτηση και σύνδεση των καλωδιώσεων με τις συσκευές (πυρανιχνευτές, κεντρικός πίνακας, συσκευές σήμανσης κ.λπ.).

Οι καλωδιώσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ❖ αυτές που πρέπει να λειτουργούν σωστά μέχρι να δοθεί το σήμα συναγερμού και κατά συνέπεια δε χρειάζεται να αντέχουν στη φωτιά, όπως είναι οι καλωδιώσεις που συνδέουν τους πυρανιχνευτές και τις συσκευές χειροκίνητου συναγερμού με τον κεντρικό πίνακα ελέγχου,
- ❖ αυτές που πρέπει να λειτουργούν σωστά για ορισμένο χρόνο μετά το συναγερμό και κατά συνέπεια πρέπει να αντέχουν στη φωτιά μισή ώρα τουλάχιστον, όπως τα καλώδια τροφοδοσίας και αυτά των συσκευών ηχητικής σήμανσης.

Οι καλωδιώσεις της πυρανίχνευσης που μεταφέρουν σήματα πρέπει να τοποθετούνται ξεχωριστά από τις καλωδιώσεις άλλων συστημάτων, για την αποφυγή τυχόν παρεμβολών. Στο Σχήμα 1.2 δίνεται το διάγραμμα σημειακού συστήματος πυρανίχνευσης ενός βρόχου. Στο διάγραμμα αυτό παρουσιάζονται οι συσκευές του συστήματος, οι καλωδιώσεις και ο τρόπος σύνδεσης με συμβατικές συσκευές πυρανίχνευσης. Επίσης, στο διάγραμμα εμφανίζεται η σύνδεση με τα διαφράγματα καπνού, τους μαγνήτες των θυρών πυρασφάλειας και τους διακόπτες ροής του συστήματος καταιονισμού νερού. Με τις συνδέσεις αυτές το σύστημα πυρανίχνευσης ελέγχει το άνοιγμα των διαφραγμάτων φωτιάς, το κλείσιμο των θυρών πυρασφάλειας και παρακολουθεί την ενεργοποίηση του συστήματος καταιονισμού νερού μέσω των διακοπών ροής.

Οι θύρες πυρασφάλειας αντέχουν στη φωτιά για 30



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα καλωδίωσης σημειακού συστήματος πυρανίχνευσης

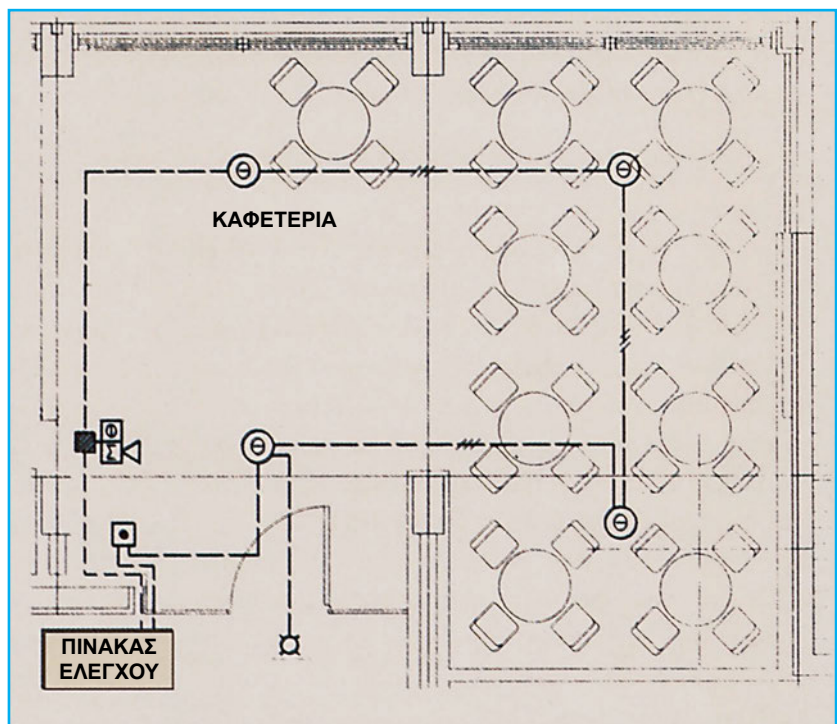
λεπτά (ανασταλτικές) ή για 1 ώρα (πυράντοχες), τοποθετούνται στα ανοίγματα επικοινωνίας των πυροδιαμερισμάτων και όταν εκδηλωθεί φωτιά κλείνουν αυτόματα εμποδίζοντας την εξάπλωσή της από το ένα πυροδιαμέρισμα στο άλλο. Το είδος των καλωδίων,

ο αριθμός των αγωγών και ο τρόπος σύνδεσης στις συσκευές εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος και για το λόγο αυτό πρέπει πάντοτε να συμβουλευέστε τα τεχνικά φυλλάδια που το συνοδεύουν καθώς και τα σχέδια της μελέτης.

## 1.7 Χώροι με υποχρεωτική χρήση συστημάτων πυρανίχνευσης

Ο κανονισμός πυροπροστασίας επιβάλλει την υποχρεωτική χρήση πυρανίχνευσης στους παρακάτω χώρους, ανά κατηγορία κτιρίου :

- **Πολυκατοικίες:** στις αποθήκες καυσίμων, στα λεβητοστάσια και στα μηχανοστάσια, σε όλα τα κτίρια κατοικιών με πέντε ή περισσότερους ορόφους όπως επίσης και στα κτίρια μέχρι 4 ορόφους αλλά με εμβαδόν ορόφου μεγαλύτερο από 500 m<sup>2</sup>.
- **Εκπαιδευτήρια:** α) στις οδεύσεις διαφυγής, τις αίθουσες και τους επικίνδυνους χώρους, όπου στεγάζονται παιδιά ηλικίας κάτω των 6 ετών ή παιδιά με ειδικές ανάγκες, δηλαδή νηπιαγωγεία, παιδικοί σταθμοί, σχολές τυφλών, β) στις οδεύσεις διαφυγής και στους επικίνδυνους χώρους, στα κτίρια εκπαίδευσης με περισσότερους από 3 ορόφους και γ) στους χώρους ειδικής σημασίας, όπως ηλεκτρονικών υπολογιστών, αρχεία, βιβλιοθήκες.
- **Ξενοδοχεία:** στις οδεύσεις διαφυγής, στους επικίνδυνους χώρους, σε κτίρια ξενοδοχείων μέχρι 3 ορόφους και εμβαδόν ορόφου μεγαλύτερο των 50 m<sup>2</sup> καθώς και σε κτίρια με περισσότερους από 3 ορόφους αλλά με συνολικό δυναμικό τουλάχιστον 50 κλινών.



Σχήμα 1.3: Διάταξη πυρανιχνευτών σε καφετέρια ξενοδοχείου

## 1.8 Πυρόσβεση

Είναι η καταστολή της φωτιάς με τη χρήση κατασβεστικών ουσιών.

Για την εκκίνηση της φωτιάς πρέπει να συνυπάρχουν:

- το καύσιμο (ο,τιδήποτε καίγεται),
- το οξυγόνο (η ποσότητα που περιέχεται στον αέρα είναι αρκετή),
- η πυροδότηση (υψηλή θερμοκρασία, σπινθήρας ή φλόγα).

Η καταστολή της φωτιάς επιτυγχάνεται:

- είτε με ισχυρή ψύξη του καιόμενου υλικού
- είτε με απομόνωση ή εκτόπιση του οξυγόνου
- είτε με χημική παρέμβαση (διακοπή της αλυσιδωτής χημικής αντίδρασης).

Οι κατασβεστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι οι εξής:

### ✓ Νερό

Είναι η πιο γνωστή και η αρχαιότερη κατασβεστική ουσία. Η συμβολή του νερού στην κατάσβεση της φωτιάς βασίζεται στην ιδιότητά του να απορροφά μεγάλες ποσότητες θερμότητας για την ατμοποίησή του, με αποτέλεσμα να προκαλεί ισχυρή ψύξη. Όσο μεγαλύτερη ποσότητα νερού ατμοποιείται, τόσο καλύτερο κατασβεστικό αποτέλεσμα προκύπτει.

Προσοχή ! Το νερό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στην κατάσβεση πυρκαγιών στις οποίες καιόμενη ουσία είναι υγρά καύσιμα (π.χ. βενζίνη), επειδή λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που δημιουργείται αποδεδεσμεύεται οξυγόνο.

### ✓ Αφρός

Είναι συγκέντρωση λεπτότατων φυσαλίδων που προκύπτει από την ανάμειξη αέρα με μείγμα νερού και αφρογόνου υλικού. Η ανάμειξη γίνεται με ειδικούς αναμίκτης, που ονομάζονται αφρογεννήτριες. Η συμβολή του στην κατάσβεση της φωτιάς οφείλεται :

**α)** στην ιδιότητά του να εξαπλώνεται και να καλύπτει τη φωτιά, με αποτέλεσμα να την απομονώνει από τον αέρα (οξυγόνο), δηλαδή να την πνίγει.

**β)** στο νερό που περιέχει και το οποίο εξαμιζόμενο προκαλεί ψύξη. Χρησιμοποιείται κυρίως στην κατάσβεση πυρκαγιών στις οποίες η καιόμενη ουσία είναι λάδια, πετρελαιοειδή, χρώματα ή διαλυτικά.

### ✓ Σκόνες

Είναι στερεές ουσίες κατάλληλης χημικής σύνθεσης σε μορφή σκόνης. Η συμβολή τους στην κατάσβεση της φωτιάς οφείλεται κυρίως στην ιδιότητά τους να επεμβαίνουν χημικά στη διαδικασία της καύσης, με αποτέλεσμα την καταστολή της. Βασικό μειονέκτημα της κατάσβεσης με ξηρές σκόνες είναι ότι μετά την καταστολή της φωτιάς παραμένουν αναλλοίωτες και προκαλούν ζημιές σε εγκαταστάσεις και συσκευές (π.χ. ηλεκτρονικές συσκευές). Χρησιμοποιούνται στην κατάσβεση πυρκαγιών που εκδηλώνονται σε εύφλεκτα μέταλλα όπως μαγνήσιο, λίθιο, τιτάνιο κ.λπ.

### ✓ Διοξείδιο του άνθρακα

Είναι αέριο σε συνθήκες περιβάλλοντος (πίεσης και θερμοκρασίας), αδρανές, μη αγωγίμο ηλεκτρικά, άχρωμο και άοσμο. Χρησιμοποιείται σαν κατασβεστική ουσία, γιατί εκτοπίζει το οξυγόνο μειώνοντας την περιεκτικότητά του στον αέρα, με αποτέλεσμα, όταν αυτή μειωθεί κατά 25%, η φωτιά να υποχωρεί. Επίσης, δεν είναι διαβρωτικό και δεν αφήνει κατάλοιπα μετά τη χρήση του. **Αποθηκεύεται:**

- σε χαλύβδινες φιάλες, σε υγροποιημένη μορφή και υψηλή πίεση 250 ατμόσφαιρες,
- σε ψυχόμενες δεξαμενές, σε υγροποιημένη μορφή και χαμηλή πίεση 15 - 20 ατμόσφαιρες.

### ✓ Αλογονομένοι υδρογονάνθρακες

Είναι σταθερές χημικές ενώσεις, χαμηλής τοξικότητας, άχρωμες, με γλυκιά οσμή, οι οποίες σε συνθήκες περιβάλλοντος βρίσκονται σε αέρια κατάσταση. Χρησιμοποιούνται σαν κατασβεστική ουσία, επειδή επιδρούν χημικά και διακόπτουν την αλυσιδωτή χημική αντίδραση της φωτιάς, με αποτέλεσμα την καταστολή της. Επίσης, σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι μετά από την κατάσβεση δεν αφήνουν κατάλοιπα. Είναι επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, επειδή καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας. Προσοχή! Σε περίπτωση παρατεταμένης έκθεσης σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλογονομένων υδρογονανθράκων, προκαλούνται λιποθυμίες ακόμα και θάνατοι. Η εμπορική τους ονομασία είναι

Halon (halogenated hydrocarbon). Τα είδη Halon, που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι:

- το **Halon 1211** και
- το **Halon 1301**

Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την προστασία χώρων ηλεκτρονικών συσκευών, όπως ηλεκτρονικών υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών. Σήμερα, χρησιμοποιούνται επίσης στις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στις εγκαταστάσεις πετρελαίου και στα επιβατικά αεροπλάνα.

Αποθηκεύονται σε υγροποιημένη μορφή, σε φιάλες σφαιρικού ή κυλινδρικού σχήματος. Η πίεση αποθήκευσης είναι 10 ή 25 ατμόσφαιρες και η θερμοκρασία πλήρωσης 21 °C. Διαθέτουν μανόμετρο για οπτικό έλεγχο τυχόν διαρροών.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι κατηγορίες φωτιάς και οι αντίστοιχες κατασβεστικές ουσίες που συνιστούνται για κάθε περίπτωση.

Κατηγορίες φωτιάς	Κατασβεστική ουσία
A	Νερό
B,C,E	Διοξειδίο του άνθρακα
A,B	Αφρός
D	Ξηρά σκόνη
A,B,C,D,E	Halon

*Πίνακας 1.2: Κατασβεστικές ουσίες για κάθε κατηγορία φωτιάς*

Για να μπορέσουν οι κατασβεστικές ουσίες να χρησιμοποιηθούν στην καταστολή της φωτιάς, πρέπει να ενταχθούν σε κάποιο σύστημα κατάσβεσης. Τα συστήματα κατάσβεσης διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- τα κινητά συστήματα πυρόσβεσης και
- τα μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης.

#### **Κινητά συστήματα πυρόσβεσης (πυροσβεστήρες)**

Είναι φορητές συσκευές με κατασβεστική ουσία, την οποία μπορούν να εκτοξεύσουν για την καταπολέμηση πυρκαγιάς. Οι πυροσβεστήρες αποτελούν το γνωστότερο και πιο διαδεδομένο κατασταλτικό μέσο πυροπροστασίας.

Ανάλογα με το βάρος τους, κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- φορητοί πυροσβεστήρες μικτού βάρους μέχρι 20 κιλών,
- τροχήλατοι πυροσβεστήρες μικτού βάρους μέχρι 300 κιλών. Μεταφέρονται με ισχυρής κατασκευής φορεία δύο τροχών,
- ρυμουλκούμενοι πυροσβεστήρες μικτού βάρους μέχρι 750 κιλών. Μεταφέρονται με αυτοκίνητο και διαθέτουν χειρόφρενο για τη σταθεροποίησή τους, όταν αποσυνδέονται από αυτό.



Με βάση την κατασβεστική ουσία που περιέχουν, διακρίνονται στα παρακάτω είδη :

- νερού
- διοξειδίου του άνθρακα
- αλογονομένων υδρογονανθράκων(Halon)
- αφρού
- σκόνης

### **Εικόνα 1.7: Φορητός πυροσβεστήρας**

Οι φορητοί πυροσβεστήρες αποτελούνται από:

- το δοχείο που περιέχει την κατασβεστική ουσία. Είναι συνήθως κυλινδρικό και κατασκευάζεται από χαλυβδοέλασμα,
- το μηχανισμό λειτουργίας που κατασκευάζεται από αντιδιαβρωτικό υλικό και φέρει διάταξη διακοπής εκτόξευσης,
- το σύστημα εκτόξευσης της κατασβεστικής ουσίας που αποτελείται από το σωλήνα εκτόξευσης και τον εκτοξευτήρα, ο οποίος καθορίζει τον τρόπο εκτόξευσης. Η διατομή του σωλήνα εκτόξευσης εξαρτάται από το είδος της κατασβεστικής ουσίας,
- το σύστημα μεταφοράς, μόνο για τους τροχήλατους και τους ρυμουλκούμενους.

### **Αρχή λειτουργίας**

Η εκτόξευση της κατασβεστικής ουσίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια προωθητικού αερίου, το οποίο περιέχεται είτε σε ειδικό χαλύβδινο φιαλίδιο είτε στο δοχείο του πυροσβεστήρα. Ως προωθητικό αέριο χρησιμοποιείται συνήθως το διοξείδιο του άνθρακα. Στην περίπτωση του φιαλιδίου, ο μηχανισμός λειτουργίας απελευθερώνει από αυτό το προωθητικό αέριο, το οποίο εισέρχεται στο δοχείο του πυροσβεστήρα αυξάνοντας την εσωτερική πίεση, με αποτέλεσμα την εκτόξευση της κατασβεστικής ουσίας. Όταν το προωθητικό αέριο βρίσκεται εγκλωβισμένο στο δοχείο του πυροσβεστήρα, δημιουργεί μόνιμη εσωτερική πίεση που εκτοξεύει την κατασβεστική ουσία με το άνοιγμα της εξόδου του μηχανισμού εκτόξευσης.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά είναι:

- Πίεση λειτουργίας.  
Είναι η πίεση που δημιουργείται μέσα στο δοχείο με κλειστό τον εκτοξευτήρα, όταν το προωθητικό αέριο εισέλθει σε αυτό. Για τους φορητούς, η πίεση αυτή δεν υπερβαίνει τις 20 ατμόσφαιρες (at) και κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 12 - 15 at.
- Πάχος χαλυβδοελάσματος δοχείου.  
Το πάχος του εξαρτάται από τη διάμετρο του δοχείου, π.χ. για διάμετρο 200 mm, έχουμε πάχος ελάσματος 2 mm, ενώ για διάμετρο 300 mm, έχουμε πάχος 3 mm.
- Πίεση δοκιμής.  
Το δοχείο ελέγχεται σε πίεση διπλάσια της πίεσης λειτουργίας.
- Πίεση θραύσης.  
Πρέπει να είναι πενταπλάσια της πίεσης λειτουργίας.

### **Επιλογή πυροσβεστήρα**

Εξαρτάται από :

- το **χώρο** στον οποίο θα χρησιμοποιηθεί, π.χ. οι σκόνες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κλειστούς χώρους, επειδή παρόλο που δεν είναι τοξικές, δημιουργούν αποπνικτική ατμόσφαιρα και σε συνδυασμό με καπνό μπορεί

να προκαλέσουν ασφυξία.

- το είδος του αντικειμένου που προστατεύουν, π.χ. το νερό δε συνιστάται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών, επειδή μετά την καταστολή της φωτιάς θα απαιτηθεί πολύ χρόνος για το στέγνωμά τους και κατά συνέπεια για την επαναλειτουργία τους.

### Σήμανση πυροσβεστήρα

Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς (ΦΕΚ Β΄ 264/8.4.71), στον πυροσβεστήρα πρέπει να αναγράφονται :

- ο κατασκευαστής,
- το έτος κατασκευής,
- ο αριθμός μητρώου,
- η πίεση δοκιμής,
- το είδος και τα κιλά,
- ο τρόπος λειτουργίας και αναγόμωσης,
- οι κατηγορίες φωτιάς για τις οποίες χρησιμοποιείται,
- η κατασβεστική του ικανότητα για κάθε κατηγορία φωτιάς,
- οι ελάχιστες θερμοκρασίες στις οποίες λειτουργούν ικανοποιητικά. Ισχύει μόνο για πυροσβεστήρες νερού και μηχανικού αφρού.

Επίσης, πρέπει να φέρει καρτέλα επιθεώρησης, στην οποία αναγράφεται :

- Ημερομηνία επιθεώρησης.  
Πρέπει να πραγματοποιείται οπτικός έλεγχος τέσσερις φορές το χρόνο, λεπτομερής έλεγχος κάθε χρόνο και τεστ αντοχής κάθε πέντε χρόνια.
- Διάρκεια ισχύος του πυροσβεστήρα.
- Υπογραφή υπεύθυνου επιθεώρησης.

### Χώροι με υποχρεωτική χρήση πυροσβεστήρων

Ο κανονισμός πυροπροστασίας επιβάλλει υποχρεωτική χρήση πυροσβεστήρων στους παρακάτω χώρους, ανά κατηγορία κτιρίων :

- **πολυκατοικίες** : στα λεβητοστάσια, στις αποθήκες καυσίμων,
- **ξενοδοχεία** : σε κάθε όροφο. Σε όλα τα ξενοδοχεία τοποθετούνται σε κάθε όροφο κοντά στις σκάλες και στις εξόδους, σε απόσταση το πολύ 25 μέτρων ο ένας από τον άλλο και το πολύ 15 μέτρων από το πιο απομακρυσμένο σημείο της κάτοψης του ορόφου,
- **εκπαιδευτήρια** : σε κάθε όροφο πρέπει να υπάρχουν δύο τουλάχιστον φορητοί πυροσβεστήρες και σε τέτοιες θέσεις ώστε κάθε σημείο του ορόφου να μην απέχει περισσότερο από 15 μέτρα από τον πλησιέστερο πυροσβεστήρα.

### Μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης

Είναι μόνιμες, υδραυλικές κυρίως, εγκαταστάσεις, οι οποίες ενεργοποιούνται αυτόματα ή χειροκίνητα, όταν εντοπισθεί φωτιά στην περιοχή προστασίας τους, με αποτέλεσμα να εκτοξεύουν κατασβεστική ουσία για την καταστολή της. Ανάλογα με το είδος της κατασβεστικής ουσίας που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε :

- συστήματα πυρόσβεσης νερού,
- συστήματα πυρόσβεσης αφρού,
- συστήματα πυρόσβεσης διοξειδίου του άνθρακα και
- συστήματα πυρόσβεσης αλογονομένων υδρογονανθράκων.

### Συστήματα πυρόσβεσης νερού

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, τα συστήματα πυρόσβεσης νερού διακρίνονται σε :

- συστήματα πυροσβεστικών λήψεων ή υδροδοτικό πυροσβεστικό σύστημα και
- συστήματα καταιονισμού (sprinkler systems)

### Συστήματα πυροσβεστικών λήψεων

Είναι μόνιμες υδραυλικές εγκαταστάσεις κτιρίου που υδροδοτούνται από κατάλληλη πηγή και διαθέτουν λήψεις παροχής νερού όπου συνδέονται πυροσβεστικοί σωλήνες που καταλήγουν σε ακροφύσια μέσω των οποίων εκτοξεύεται νερό για κατάσβεση φωτιάς.

Συνήθως, οι λήψεις νερού και οι πυροσβεστικοί σωλήνες με τα ακροφύσια τοποθετούνται σε ερμάρια (ντουλάπια) που είναι επίτοιχα ή εντοιχισμένα και ονομάζονται πυροσβεστικές φωλιές. Για να αναπτύσσονται γρήγορα τραβώντας το ελεύθερο άκρο τους, οι πυροσβεστικοί σωλήνες τοποθετούνται σε εξέλικτρο (τυλικτήρα) από αλουμίνιο που διαθέτει η πυροσβεστική φωλιά.

Οι πηγές τροφοδότησης είναι:

- το δίκτυο διανομής νερού πόλης,
- δεξαμενές βαρύτητας,
- αυτόματα πιεστικά συγκροτήματα και
- αυτόματα αντλητικά συγκροτήματα.

### Συστήματα καταιονισμού

Είναι μόνιμες, ειδικές υδραυλικές εγκαταστάσεις κτιρίου που τροφοδοτούνται με νερό το οποίο εκτοξεύουν με τη μορφή τεχνητής βροχής, όταν η θερμοκρασία του χώρου που προστατεύουν υπερβεί λόγω φωτιάς ένα όριο, π.χ. 70 °C. Χρησιμοποιούνται σε κτίρια που απαιτούν συνεχή προστασία, όπως ξενοδοχεία, σταθμούς αυτοκινήτων, μεγάλα καταστήματα τροφίμων, ενδυμάτων κ.λπ.

Τα βασικά μέρη των συστημάτων καταιονισμού είναι:

- **η πηγή υδροδότησης**, η οποία συνήθως είναι :
  - ✓ το δίκτυο διανομής νερού πόλης,
  - ✓ δεξαμενές βαρύτητας,
  - ✓ αυτόματα πιεστικά συγκροτήματα,
  - ✓ αυτόματα αντλητικά συγκροτήματα.
- **το δίκτυο σωληνώσεων**, που αποτελείται από σωλήνες κατάλληλης διαμέτρου και χρησιμεύει για τη μεταφορά του νερού από την πηγή υδροδότησης στον προστατευόμενο χώρο.
- **τους καταιονητήρες (sprinkler)**, που είναι μηχανισμοί εκτόξευσης του νερού κατάσβεσης με τη μορφή βροχής και ενσωματώνονται στις σωληνώσεις. Διαθέτουν :
  - ✓ στόμιο εκτόξευσης νερού,
  - ✓ εκτροπέα ροής νερού,
  - ✓ εύτηκτο μεταλλικό κράμα ή φιαλίδιο με θερμοδιασταλτικό υγρό.



Εικόνα 1.8: Καταιονητήρας

Το στόμιο, όταν απελευθερωθεί από τη βαλβίδα που το κρατά κλειστό, εκτοξεύει το νερό στον κατάλληλα σχεδιασμένο εκτροπέα, με αποτέλεσμα το νερό να διαχέεται στην προστατευόμενη επιφάνεια με μορφή βροχής. Η απομάκρυνση της βαλβίδας από το στόμιο γίνεται με τη βοήθεια ελατηρίου το οποίο απελευθερώνεται όταν λιώσει το μεταλλικό κράμα ή σπάσει το φιαλίδιο, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας στον προστατευόμενο χώρο πάνω από ένα ορισμένο όριο.

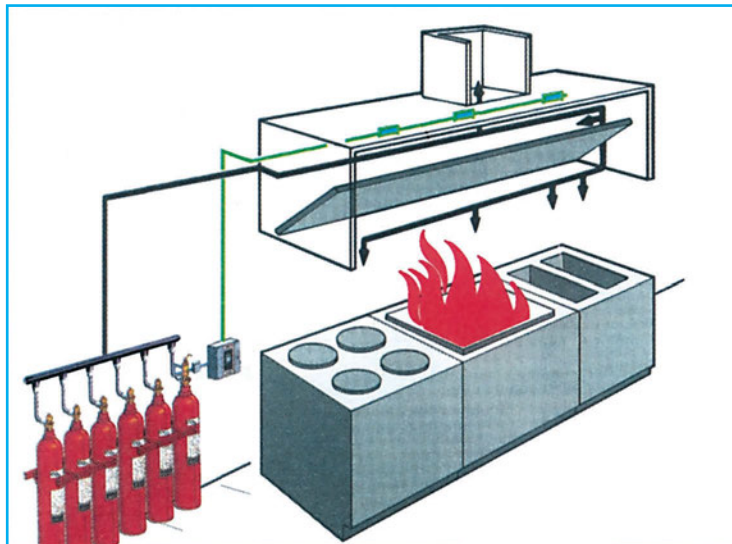
### Μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης διοξειδίου του άνθρακα

Είναι μόνιμες ειδικές υδραυλικές εγκαταστάσεις οι οποίες αποτελούνται από :

- τις φιάλες ή δεξαμενές αποθήκευσης του διοξειδίου,
- το δίκτυο σωληνώσεων, που μεταφέρει από τις φιάλες ή τις δεξαμενές το διοξείδιο του άνθρακα στον προστατευόμενο χώρο,
- τα ακροφύσια μέσω των οποίων εκτοξεύεται διοξείδιο του άνθρακα στην επιφάνεια προστασίας,
- το σύστημα ηχητικής και ακουστικής σήμανσης, το οποίο προειδοποιεί τους ανθρώπους, ότι πρόκειται να αρχίσει εκτόξευση διοξειδίου του άνθρακα. Αν στον προστατευόμενο χώρο υπάρχουν εργαζόμενοι, η εκτόξευση του διοξειδίου του άνθρακα ρυθμίζεται ώστε να καθυστερήσει το πολύ 45 δευτερόλεπτα, για να τους δοθεί χρόνος να απομακρυνθούν,
- το σύστημα πυρανίχνευσης τοπικό ή κεντρικό. Το τοπικό εμποττεύει μόνο την περιοχή προστασίας του συστήματος πυρόσβεσης διοξειδίου του άνθρακα ενώ το κεντρικό όλο το κτίριο.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, διακρίνονται σε :

- **Χειροκίνητα.** Η ενεργοποίησή τους γίνεται χειροκίνητα, δηλαδή με την επέμβαση του ανθρώπου.
- **Αυτόματα.** Η ενεργοποίησή τους γίνεται αυτόματα, από το πίνακα ελέγχου του συστήματος ανίχνευσης.



**Εικόνα 1.9: Μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης διοξειδίου του άνθρακα**

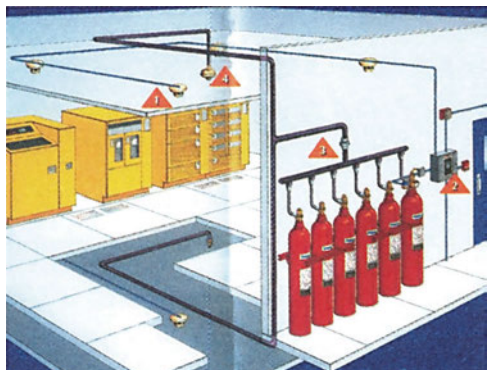
### Μόνιμα συστήματα με αλογονομένους υδρογονάνθρακες

Τα συστήματα πυρόσβεσης με αλογονομένους υδρογονάνθρακες είναι μόνιμες, ειδικές υδραυλικές εγκαταστάσεις οι οποίες αποτελούνται από :

- τις φιάλες αποθήκευσης των αλογονομένων υδρογονανθράκων,
- το δίκτυο σωληνώσεων, που μεταφέρει από τις φιάλες τους αλογονομένους υδρογονάνθρακες στον προστατευόμενο χώρο,
- τα ακροφύσια, που ενσωματώνονται στις σωληνώσεις και σκοπό έχουν να εκτοξεύσουν τους αλογονομένους υδρογονάνθρακες στην επιφάνεια προστασίας,
- το σύστημα πυρανίχνευσης, τοπικό ή κεντρικό.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, διακρίνονται σε :

- Χειροκίνητα. Η ενεργοποίησή τους γίνεται χειροκίνητα, δηλαδή με την επέμβαση του ανθρώπου.
- Αυτόματα. Η ενεργοποίησή τους γίνεται αυτόματα, από το πίνακα ελέγχου του συστήματος ανίχνευσης.



Η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών εξαρτάται κατ' αρχάς από τον έγκαιρο και αξιόπιστο εντοπισμό της φωτιάς από το σύστημα ανίχνευσης και στη συνέχεια από τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των αλογονομένων υδρογονάνθρακων.

**Εικόνα 1.10: Μόνιμα συστήματα με αλογονομένους υδρογονάνθρακες**

#### **Μόνιμα συστήματα αφρού**

Είναι ειδικές υδραυλικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν κατάλληλο διάλυμα νερού το οποίο πριν από την εκτόξευσή του μετατρέπεται σε αφρό με ειδική συσκευή. Το διάλυμα αυτό είτε είναι έτοιμο, αποθηκευμένο σε δεξαμενή, είτε παρασκευάζεται κατά τη διάρκεια φωτιάς. Για να παραχθεί το διάλυμα στην επιθυμητή δοσολογία, χρησιμοποιείται ειδικός αναμίκτης, ενώ για να μετατραπεί σε αφρό, χρησιμοποιείται γεννήτρια αφρών. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε φωτιές εύφλεκτων υγρών και αποτελούνται από :

- τον αναμίκτη,
- τη δεξαμενή νερού και τις φιάλες με την αφοροποιητική ουσία ή τις δεξαμενές αποθήκευσης του αφοροποιητικού μείγματος (νερό και αφοροποιητική ουσία),
- την αντλία προσαγωγής του αφοροποιητικού μείγματος μέσω των σωληνώσεων στις συσκευές εκτόξευσης,
- τις σωληνώσεις,
- την αφορογεννήτρια ,
- τα ακροφύσια εκτόξευσης αφρού και
- το κανόνι εκτόξευσης αφρού.

#### **Χώροι με υποχρεωτική χρήση μόνιμων συστημάτων πυρόσβεσης**

Ο κανονισμός πυροπροστασίας επιβάλλει υποχρεωτική χρήση μόνιμων συστημάτων στους παρακάτω χώρους, ανά κατηγορία κτιρίων:

##### ● **Κτίρια ξενοδοχείων**

Με περισσότερους από 2 ορόφους και αριθμό κλινών μεγαλύτερο των 50 τοποθετείται υποχρεωτικά μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό σύστημα.

##### ● **Κτίρια εκπαίδευσης**

Με 4 ή περισσότερους ορόφους πρέπει να εγκαθίσταται μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό σύστημα

##### ● **Κτίρια γραφείων**

Σε κτίρια γραφείων υψηλότερα των 20 μέτρων επιβάλλεται η εγκατάσταση μόνιμου υδροδοτικού δικτύου και σε περίπτωση πληθυσμού μεγαλύτερου των 400 ατόμων πρέπει να τοποθετείται σύστημα καταιονισμού.

##### ● **Καταστήματα**

Τοποθετείται αυτόματο σύστημα καταιονητήρων νερού ή άλλης κατασβεστικής ουσίας στις παρακάτω περιπτώσεις καταστημάτων:

- σε όλα τα κτίρια με εμβαδόν ορόφου μεγαλύτερο των 1000 m<sup>2</sup>,
- σε όλα τα κτίρια με συνολικό εμβαδόν ορόφου μεγαλύτερο των 2500 m<sup>2</sup>,
- σε όλους τους υπόγειους ορόφους με εμβαδόν μεγαλύτερο των 250 m<sup>2</sup>,
- στους επικίνδυνους χώρους, όπως ηλεκτρολογικών πινάκων, μετασχηματιστών,
- Χώροι συνάθροισης κοινού (θέατρα, μουσεία, εστιατόρια, γυμναστήρια κ.λπ.).

Στους χώρους κουζίνας, πάνω από τα μαγειρεία, πρέπει να τοποθετείται αυτόματο σύστημα κατάσβεσης τοπικής εφαρμογής διοξειδίου του άνθρακα ή ξηράς σκόνης ή άλλου κατάλληλου και εγκεκριμένου κατασβεστικού υλικού, σύμφωνα με τη μελέτη ή τις οδηγίες της πυροσβεστικής υπηρεσίας.

## 1.9 Ανακεφαλαίωση

Οι φωτιές προκαλούνται εσκεμμένα, από αμέλεια ή από φυσικά φαινόμενα, ενώ οι περιπτώσεις αυτοανάφλεξης είναι σπάνιες. Μερικές αιτίες πυρκαγιάς είναι: αναμμένα αποτοσίγαρα, βραχυκυκλώματα, σπινθήρες, κεραυνοί κ.λπ. Διακρίνουμε πέντε κατηγορίες φωτιάς, ανάλογα με το είδος των καιγόμενων υλικών: A, B, C, D, E.

Η πυροπροστασία περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: πρόληψη, δομική πυροπροστασία, ανίχνευση, πυρόσβεση. Η πρόληψη περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων και ενεργειών για την αποφυγή της φωτιάς, όπως διαπαιδαγώγηση προσωπικού, έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης, επισκευή των φθαρμένων καλωδιώσεων. Η δομική πυροπροστασία περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων για τον περιορισμό της φωτιάς που έχουν ενσωματωθεί στην κατασκευή του κτιρίου, όπως ο χωρισμός του κτιρίου σε πυροδιαμερίσματα, η ενίσχυση της στατικής αντοχής του κτιρίου και η δημιουργία πυροδιαμερισμάτων για τους επικίνδυνους χώρους.

Για την πυρανίχνευση χρησιμοποιούνται κυρίως τα συστήματα πυρανίχνευσης, τα οποία είναι ειδικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που προσφέρουν έγκυρη και αποτελεσματική ανίχνευση της φωτιάς. Τα συστήματα πυρανίχνευσης διακρίνονται σε ζώνης, σημειακά και αναλογικά. Αποτελούνται από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου, τους ανιχνευτές φωτιάς, τις συσκευές σήμανσης, τις συσκευές χειροκίνητης κλίσης, τις συσκευές εισόδου/εξόδου στον βρόχο, τις καλωδιώσεις και τον επαναληπτικό πίνακα.

Ο κεντρικός πίνακας επεξεργάζεται τα σήματα συναγερμού, που λαμβάνει από τους ανιχνευτές και δίνει εντολή στο σύστημα ηχητικής και οπτικής σήμανσης.

Οι ανιχνευτές διαθέτουν αισθητήρια με τα οποία αντιλαμβάνονται τα προϊόντα του φαινομένου της φωτιάς. Η επιλογή τους γίνεται με βάση το αντικείμενο προστασίας, τις συνθήκες του χώρου προστασίας και το είδος των αγαθών που προστατεύονται. Η πυκνότητά τους καθορίζεται από τους κανονισμούς πυροπροστασίας, που λαμβάνουν υπόψη τη διεθνή εμπειρία του φαινομένου της φωτιάς.

Η ηχητική σήμανση πρέπει να καλύπτει όλα τα σημεία του κτιρίου και ο παραγόμενος ήχος σε κάθε σημείο να είναι 65dB ή 5dB πάνω από τη στάθμη του θορύβου. Επίσης, οι συσκευές ηχητικής σήμανσης πρέπει να τοποθετούνται σε δύο διαφορετικά ηχητικά κυκλώματα, ώστε στην περίπτωση βλάβης του ενός να λειτουργήσει το άλλο και έτσι να ειδοποιηθούν οι άνθρωποι για την ύπαρξη φωτιάς.

Για να καταστείουμε τη φωτιά, πρέπει να εξαλείψουμε έναν από τους παράγοντες που την προκαλούν (καύσιμο, οξυγόνο, πυροδότηση) ή να διακόψουμε τη χημική αντίδρασή της. Για το σκοπό αυτό, η πυρόσβεση χρησιμοποιεί συγκεκριμένες κατασβεστικές ουσίες, όπως νερό, αφρό, σκόνης, διοξειδίο του άνθρακα, αλογονομένους υδρογονάνθρακες. Για να χρησιμοποιηθούν οι ουσίες αυτές στην καταστολή της φωτιάς, πρέπει να ενταχθούν σε κάποιο σύστημα κατάσβεσης. Τα συστήματα αυτά διακρίνονται και ανάλογα με το είδος της κατασβεστικής ουσίας που περιέχουν καθώς επίσης και σε κινητά ή μόνιμα. Η υποχρεωτική χρήση των συστημάτων πυρόσβεσης και οι χώροι που προστατεύουν, ανά κατηγορία κτιρίου, καθορίζονται από τον ελληνικό κανονισμό πυροπροστασίας.

# 1.10 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

## Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Τα βραχυκυκλώματα αποτελούν αιτία πυρκαγιάς.  
α) Σωστό  β) Λάθος
2. Τα αναμμένα αποσίγαρα αποτελούν αιτία πυρκαγιάς.  
α) Σωστό  β) Λάθος
3. Οι θερμάστρες μπορεί να αποτελέσουν αιτία πυρκαγιάς.  
α) Σωστό  β) Λάθος
4. Οι ηλεκτρικές συσκευές, ως καιγόμενα υλικά, ανήκουν στην κατηγορία φωτιάς C.  
α) Σωστό  β) Λάθος
5. Η βενζίνη, ως καιγόμενο υλικό, ανήκει στην κατηγορία φωτιάς B.  
α) Σωστό  β) Λάθος
6. Η διαπαιδαγώγηση του προσωπικού αποτελεί ενέργεια πρόληψης της φωτιάς.  
α) Σωστό  β) Λάθος
7. Η σήμανση επικίνδυνων υλικών και χώρων αποτελεί μέτρο πρόληψης της φωτιάς.  
α) Σωστό  β) Λάθος
8. Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που δεν είναι απαραίτητες τις μη εργάσιμες ώρες πρέπει να τίθενται εκτός τάσης.  
α) Σωστό  β) Λάθος
9. Ο χωρισμός του κτιρίου σε πυροδιαμερίσματα αποτελεί μέτρο πρόληψης.  
α) Σωστό  β) Λάθος
10. Το λεβητοστάσιο σε οποιοδήποτε κτίριο αποτελεί επικίνδυνο χώρο.  
α) Σωστό  β) Λάθος
11. Στα συστήματα πυρανίχνευσης ζώνης, όταν δοθεί συναγερμός, δε γνωρίζουμε τον ανιχνευτή που ανακάλυψε τη φωτιά, αλλά τη ζώνη στην οποία ανήκει.  
α) Σωστό  β) Λάθος
12. Σε περίπτωση φωτιάς στα σημειακά συστήματα, γνωρίζουμε και τον ανιχνευτή που την εντόπισε και τη ζώνη στην οποία ανήκει.  
α) Σωστό  β) Λάθος
13. Ο κεντρικός πίνακας ελέγχου των συστημάτων πυρανίχνευσης ενεργοποιεί μόνο τις συσκευές ηχητικής σήμανσης.  
α) Σωστό  β) Λάθος
14. Ο επαναληπτικός πίνακας πυρανίχνευσης εμφανίζει ταυτόχρονα όλους τους συναγερμούς που εμφανίζονται και στον κεντρικό πίνακα ελέγχου.  
α) Σωστό  β) Λάθος
15. Οι ανιχνευτές σταθερής θερμοκρασίας και οι θερμοδιαφορικοί είναι ανιχνευτές καπνού.  
α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Η συγκρότηση ομάδας πυρασφάλειας σχετίζεται με την:
  - α) πρόληψη της πυρκαγιάς
  - β) δομική πυροπροστασία
  - γ) ανίχνευση της πυρκαγιάς
  - δ) καταγραφή των ζημιών από την πυρκαγιά
2. Η άμεση επισκευή των φθαρμένων καλωδιώσεων μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης σχετίζεται με την:
  - α) πρόληψη της πυρκαγιάς
  - β) δομική πυροπροστασία
  - γ) ανίχνευση της πυρκαγιάς
  - δ) πυρόσβεση
3. Σε χώρο που περιέχει ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ηλεκτρονικές συσκευές χρησιμοποιούμε ανιχνευτές:
  - α) υπεριώδους ακτινοβολίας
  - β) υπέρυθρης ακτινοβολίας
  - γ) σταθερής θερμοκρασίας
  - δ) ιονισμού
4. Σε χώρο όπου βρίσκονται συσκευές υπό τάση χρησιμοποιούμε κατασβεστικές ουσίες από:
  - α) νερό
  - β) σκόνη
  - γ) αφρό
  - δ) Halon
5. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τη φράση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Σύστημα πυρανίχνευσης ζώνης</li> <li>2. Σύστημα πυρανίχνευσης σημειακό (με ένδειξη διεύθυνσης)</li> <li>3. Σύστημα πυρανίχνευσης αναλογικό</li> <li>4. Νυχτοφύλακας</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. Εντοπίζεται ο ανιχνευτής που δίνει το σήμα.</li> <li>β. Εντοπίζεται η περιοχή από την οποία προέρχεται το σήμα.</li> <li>γ. Επιτόπια παρακολούθηση.</li> <li>δ. Το σήμα του ανιχνευτή δείχνει τη μέγιστη τιμή που πήρε η φωτιά.</li> <li>ε. Το σήμα του ανιχνευτή δείχνει την ώρα που άρχισε η φωτιά.</li> <li>ζ. Απομονώνεται ο ανιχνευτής που δίνει το σήμα.</li> <li>η. Το σήμα του ανιχνευτή παρέχει ένδειξη του φαινομένου της φωτιάς τη συγκεκριμένη στιγμή.</li> </ol>

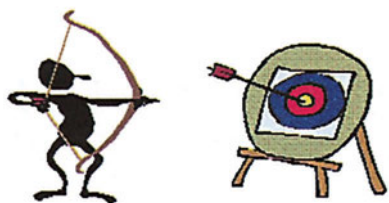
**6.** Δίπλα στον αριθμό της έννοιας της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τη φράση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ανιχνευτής σταθερής θερμοκρασίας</li> <li>2. Ανιχνευτής θερμοδιαφορικός</li> <li>3. Ανιχνευτής καπνού φωτοηλεκτρικός</li> <li>4. Ανιχνευτής καπνού ιονισμού</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. Αντιδρά όταν η θερμοκρασία του χώρου ξεπεράσει τους 30 °C.</li> <li>β. Αντιδρά όταν η θερμοκρασία του χώρου αυξηθεί κατά 10 °C σε 1 min.</li> <li>γ. Αντιδρά στην αλλαγή της έντασης του φωτός, που οφείλεται στην είσοδο ορατών σωματιδίων καπνού στον ανιχνευτή.</li> <li>δ. Αντιδρά όταν η θερμοκρασία του χώρου ξεπεράσει τους 70 °C.</li> <li>ε. Αντιδρά όταν οι φλόγες της φωτιάς φθάσουν σ' αυτόν.</li> <li>ζ. Αντιλαμβάνεται τη θερμική ακτινοβολία με συχνότητα διακύμανσης 5 - 30 Hz.</li> <li>η. Με την είσοδο καπνού στον ανιχνευτή, το ρεύμα που ρέει μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων μειώνεται, με αποτέλεσμα την ενεργοποίησή του.</li> </ol>

## Ομάδα Γ:

1. Πόσα τουλάχιστον ανεξάρτητα κυκλώματα πρέπει να χρησιμοποιούμε για τις συσκευές ηχητικής σήμανσης και γιατί;
2. Πόσες τουλάχιστον συσκευές ηχητικής σήμανσης πρέπει να έχουμε ανεξάρτητα από το μέγεθος της εγκατάστασης πυρανίχνευσης και γιατί;
3. Τι σύστημα πυρόσβεσης προτείνετε για την προστασία μαγειρείου εστιατορίου;
4. Το πυροσβεστικό σύστημα καταιονισμού με νερό είναι κατάλληλο για την προστασία χώρων ηλεκτρονικών υπολογιστών;
5. Ποιοι είναι οι τρόποι καταστολής της φωτιάς;
6. Ποια είναι τα αποτελέσματα της υπερέκθεσης ανθρώπου σε αλογονομένους υδρογονάνθρακες;
7. Θα χρησιμοποιούσατε σύστημα πυρόσβεσης με σκόνη για την προστασία του τηλεφωνικού κέντρου νοσοκομείου ή ξενοδοχείου;
8. Για την ανίχνευση φωτιάς σε μαγειρείο εστιατορίου (όπου υπάρχουν πολλά στοιχεία για την πρόκληση φωτιάς όπως λίπος, λάδια φαγητού, καύσιμα, φλόγες, θερμές επιφάνειες), τι είδους ανιχνευτή προτείνετε και γιατί;
9. Γιατί οι ανιχνευτές θερμότητας και καπνού πρέπει να τοποθετούνται στην οροφή του προστατευόμενου χώρου;
10. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, σε χώρο όπου υπάρχουν και ηλεκτρικά μηχανήματα, το μόνο υλικό που έχουμε για την κατάσβεση είναι το νερό. Ποια είναι η πρώτη ενέργεια που πρέπει να κάνουμε και γιατί;

## 2. Αυτονομία κεντρικής θέρμανσης



### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τα κύρια μέρη των μονάδων κεντρικής θέρμανσης νερού
- αναφέρουν τα μέρη ενός καυστήρα πετρελαίου και τις βασικές λειτουργίες τους
- αναφέρουν τις μετρήσεις για τον έλεγχο καλής λειτουργίας ενός καυστήρα πετρελαίου
- αναφέρουν τις απαιτούμενες ενέργειες για τη συντήρηση ενός καυστήρα πετρελαίου
- αναφέρουν τις απαιτούμενες ενέργειες για τη ρύθμιση ενός καυστήρα πετρελαίου
- αναφέρουν τις διαφορές μεταξύ μονοσωλήνιου και δισωλήνιου συστήματος θέρμανσης
- αναφέρουν το λόγο ύπαρξης του κυκλοφορητή και τρόπους προστασίας του κινητήρα του
- αναφέρουν τρόπους λίπανσης των κυκλοφορητών
- αναφέρουν τα μέρη της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός λεβητοστασίου και να ερμηνεύουν το ηλεκτρικό της διάγραμμα
- περιγράφουν τις βασικές λειτουργίες των μερών ενός συστήματος αυτονομίας θέρμανσης
- επιλέγουν τη σωστή θέση τοποθέτησης ενός θερμοστάτη χώρου
- αναφέρουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένας πίνακας αυτοματισμού και τις συσκευές που συνδέονται σ' αυτόν
- διακρίνουν τις λειτουργίες ενός θερμοστάτη καυστήρα και ενός θερμοστάτη κυκλοφορητή
- ερμηνεύουν ένα σχέδιο κυκλώματος αυτοματισμού σε πίνακα αυτονομίας
- περιγράφουν την αρχή λειτουργίας ενός συστήματος αυτονομίας θέρμανσης

## ■ 2.1 Γενικά

Από τότε που ανακάλυψε τη φωτιά ο άνθρωπος τη χρησιμοποίησε κυρίως για να προστατευτεί από το κρύο του χειμώνα, δηλαδή για θέρμανση. Θέρμανση είναι η κατάλληλη αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος που σκοπό έχει να δημιουργήσει στον άνθρωπο την αίσθηση της άνεσης και της ευεξίας. Ο πιο απλός τρόπος θέρμανσης, που χρησιμοποιήθηκε από αρχαιοτάτων χρόνων, ήταν οι περιορισμένες ελεγχόμενες φωτιές με ξύλα, τις οποίες ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε και για την παρασκευή φαγητού. Στη συνέχεια, ιδιαίτερα στα κτίρια κατοικίας δημιουργήθηκαν εστίες φωτιάς σε συγκεκριμένους χώρους, όπως το τζάκι, με κύριο στόχο τη θέρμανση του χώρου. Το είδος της θέρμανσης αυτής ονομάζεται τοπική, επειδή η εμβέλεια της θέρμανσης περιορίζεται σε ένα χώρο. Ιστορικά, οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά μία εστία φωτιάς για τη θέρμανση περισσότερων χώρων κατοικίας. Στην περίπτωση αυτή, η μοναδική εστία φωτιάς ήταν τοποθετημένη στο υπόγειο του σπιτιού και τα αέρια προϊόντα της (καυσαέρια) απάγονταν με κανάλια στους τοίχους, που είχαν οριζόντιες εξόδους στο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνονταν θέρμανση του δαπέδου στους 25 °C και των χώρων στους 21 °C. Η θέρμανση με μία εστία φωτιάς όλων των προς θέρμανση χώρων κτιρίου ονομάζεται **κεντρική**.

### Κεντρικές θερμάνσεις

Είναι εγκαταστάσεις θέρμανσης κτιρίων οι οποίες λαμβάνουν τη θερμική ενέργεια από μία κεντρική πηγή θερμότητας (μονάδα παραγωγής θερμότητας) και θερμαίνουν όλους τους προς θέρμανση χώρους του κτιρίου. Η θερμική ενέργεια που παράγει η κεντρική πηγή παραλαμβάνεται με κατάλληλο μέσο και μεταφέρεται μ' αυτό σε όλους τους χώρους του κτιρίου των οποίων επιθυμούμε τη θέρμανση. Ως μέσα παραλαβής και μεταφοράς της θερμικής ενέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως το νερό, ο ατμός και ο αέρας.

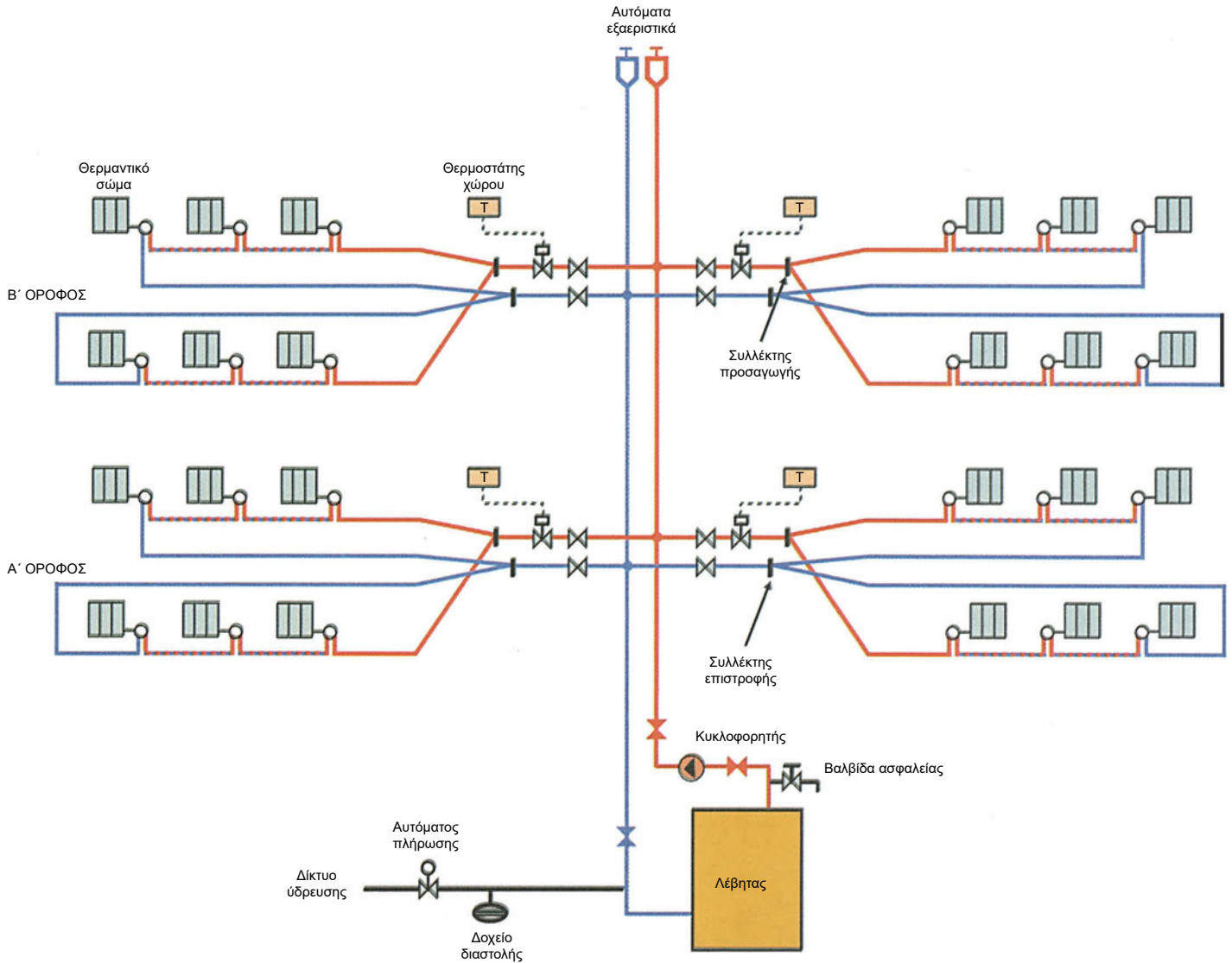
Οι κεντρικές θερμάνσεις προτιμούνται για τη θέρμανση των κτιρίων, επειδή όταν είναι καλά σχεδιασμένες, θερμαίνουν σωστά τους χώρους και, ταυτόχρονα, είναι πιο οικονομικές από οποιαδήποτε άλλη μορφή θέρμανσης.

### Κεντρικές θερμάνσεις θερμού νερού

Είναι οι κεντρικές θερμάνσεις οι οποίες χρησιμοποιούν το νερό ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας. Η θερμότητα παραλαμβάνεται από το νερό στην κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας και μέσω αυτού μεταφέρεται στους προς θέρμανση χώρους. Το νερό θερμαίνεται μέχρι τους 110 °C, αλλά η μέγιστη θερμοκρασία, που χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη είναι 90 °C.

Οι σύγχρονες κεντρικές θερμάνσεις νερού αποτελούνται από:

- τη μονάδα παραγωγής θερμότητας (πηγή θερμότητας),
- το δίκτυο διανομής θερμού νερού,
- τον κυκλοφορητή και
- τα θερμαντικά σώματα.



Σχήμα 2.1: Κατακόρυφο διάγραμμα κεντρικής θέρμανσης θερμού νερού

### Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Είναι το σύνολο των συσκευών που συνεργάζονται για να παράγουν θερμότητα με καύση πηγών ενέργειας και να θερμάνουν με αυτή το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της. Καύση είναι η χημική αντίδραση του άνθρακα και του υδρογόνου που περιέχονται στις πηγές ενέργειας με το οξυγόνο. Προϊόντα της καύσης (καυσαέρια) είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και οι υδατμοί ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Το διοξείδιο του άνθρακα προκαλεί ρύπανση της ατμόσφαιρας και ευθύνεται για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, που συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, με συνέπεια την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών του πλανήτη μας.

Ως πηγές ενέργειας (καύσιμα) χρησιμοποιούνται κυρίως το πετρέλαιο θέρμανσης και το φυσικό αέριο, επειδή παράγουν περισσότερη θερμότητα ανά μονάδα βάρους ή όγκου αντίστοιχα και ταυτόχρονα ρυπαίνουν λιγότερο το περιβάλλον σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας, όπως το μαζούτ και το κάρβουνο. Στο πετρέλαιο, εκτός από τον άνθρακα και το υδρογόνο, υπάρχει και θείο. Με την καύση του πετρελαίου παράγεται επίσης διοξείδιο του θείου, το οποίο ρυπαίνει την ατμόσφαιρα και ευθύνεται για τη δημιουργία όξινης βροχής.

Η χρήση του φυσικού αερίου, το οποίο ρυπαίνει λιγότερο το περιβάλλον και δε χρειάζεται δεξαμενή αποθήκευσης όπως το πετρέλαιο θέρμανσης, ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια, μετά την ανάπτυξη του δικτύου μεταφοράς και διανομής του. Η τροφοδοσία φυσικού αερίου γίνεται με αγωγό από τη Ρωσία και με πλοία από την Αλγερία. Στο φυσικό αέριο, εκτός από τον άνθρακα και το υδρογόνο, υπάρχει και άζωτο σε μικρές ποσότητες. Με την καύση του φυσικού αερίου το άζωτο μετατρέπεται σε οξείδιο του αζώτου, το οποίο ρυπαίνει την ατμόσφαιρα και ευθύνεται για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους, που είναι επικίνδυνο για τον άνθρωπο.

Η κεντρική μονάδα παραγωγής θερμότητας αποτελείται από:

- ❖ τον καυστήρα και
- ❖ το λέβητα.

## ■ 2.2 Καυστήρας

Είναι ηλεκτρομηχανολογική συσκευή η οποία δημιουργεί το κατάλληλο μείγμα αέρα-καυσίμου, προκαλεί την ανάφλεξη του και συμβάλλει στη σωστή καύση του, ώστε να παραχθεί όσο το δυνατό μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα όγκου ή βάρους καυσίμου και λιγότερη ποσότητα καυσαερίων, με αποτέλεσμα μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου που καίνε, οι καυστήρες διακρίνονται σε πετρελαίου και αερίου.

### Καυστήρες πετρελαίου

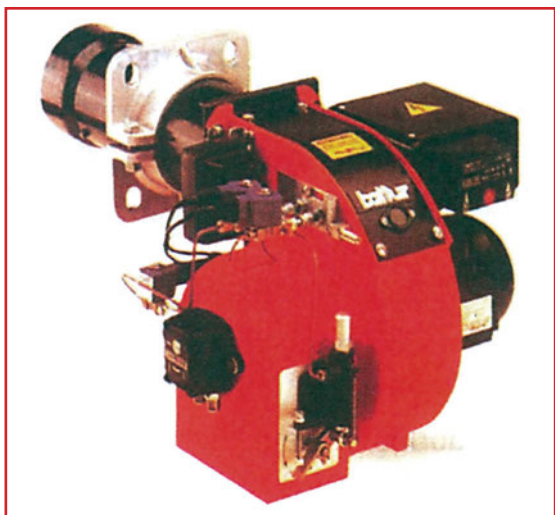
Είναι οι καυστήρες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο. Τα βασικά τους μέρη είναι τα παρακάτω:

#### ✓ Η αντλία πετρελαίου

Είναι η συσκευή που αναρροφά πετρέλαιο θέρμανσης από τη δεξαμενή πετρελαίου και το οδηγεί στο ακροφύσιο (μπτεκ) του καυστήρα από το οποίο εκτοξεύεται και διασκορπίζεται σε πολύ μικρά σταγονίδια. Η αντλία κινείται με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα.

#### ✓ Ο ανεμιστήρας

Είναι η συσκευή που τροφοδοτεί το πετρέλαιο με την κατάλληλη ποσότητα αέρα (οξυγόνου) που απαιτείται για τη σωστή καύση και ταυτόχρονα παρέχει την απαραίτητη πίεση για την διοχέτευση των καυσαερίων στην καπνοδόχο. Ο ανεμιστήρας κινείται με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα, μονοφασικού ή τριφασικού.



Εικόνα 2.1: Καυστήρας πετρελαίου

✓ **Σύστημα ανάφλεξης του μείγματος αέρα-πετρελαίου**

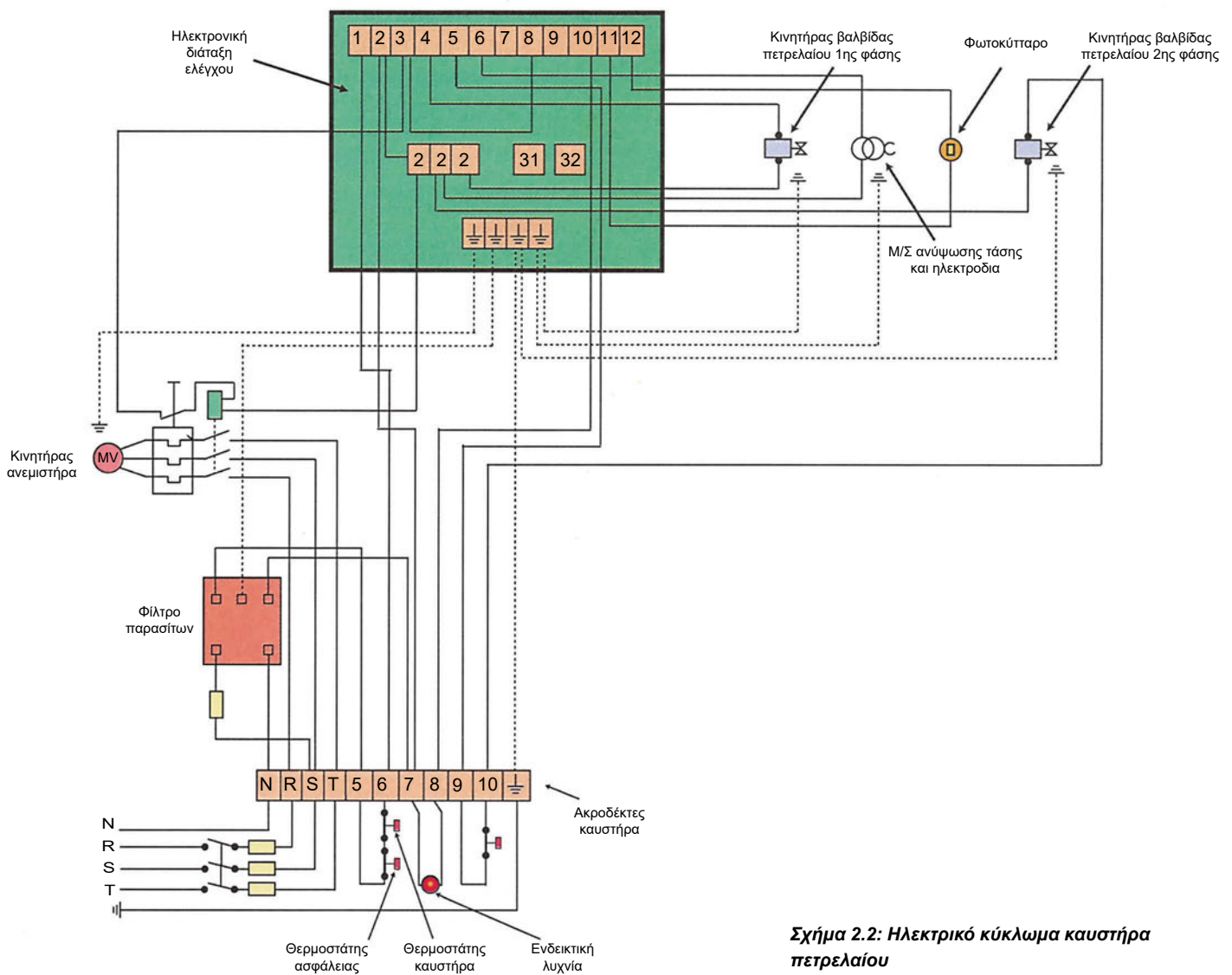
Αποτελείται από το μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης και τα ηλεκτρόδια. Ο μετασχηματιστής ανυψώνει την τάση στα 8 έως 10 kV. Στη συνέχεια, η τάση εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σπινθήρα, ο οποίος προκαλεί την ανάφλεξη του μείγματος πετρελαίου - αέρα.

✓ **Ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου**

Είναι ηλεκτρονική διάταξη που συντονίζει και ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα, δηλαδή αποτελεί κατά κάποιο τρόπο τον εγκέφαλό του.

✓ **Φωτοκύτταρο**

Είναι αισθητήριο που αντιλαμβάνεται την ύπαρξη ή μη φλόγας και ενημερώνει την ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου, για να ενεργήσει κατάλληλα. Για παράδειγμα, διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα, όταν δεν ανιχνεύει φλόγα, τη στιγμή που θα έπρεπε να υπάρχει.



**Σχήμα 2.2: Ηλεκτρικό κύκλωμα καυστήρα πετρελαίου**

### Αρχή λειτουργίας καυστήρα πετρελαίου

Με την τροφοδότηση με τάση του καυστήρα ξεκινά η λειτουργία του ανεμιστήρα, ο οποίος καθαρίζει τον καυστήρα για περίπου 20 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, ανοίγει η βαλβίδα πετρελαίου πρώτης φάσης και ενεργοποιείται το σύστημα ανάφλεξης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σπινθήρας, που προκαλεί ανάφλεξη του μείγματος αέρα - πετρελαίου. Τέλος, μετά από 15 δευτερόλεπτα περίπου ανοίγει η βαλβίδα πετρελαίου δεύτερης φάσης. Στην περίπτωση μη ανάφλεξης του μείγματος αέρος-καυσίμου, ο καυστήρας σταματά τη λειτουργία του μέσα σε 10 δευτερόλεπτα περίπου, μετά από εντολή του φωτοκύτταρου.

### Έλεγχος καλής λειτουργίας καυστήρα

Η καλή λειτουργία του καυστήρα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη σωστή και οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης θέρμανσης όπως επίσης και το βαθμό ρύπανσης του περιβάλλοντος. Για να είμαστε βέβαιοι για την καλή λειτουργία του καυστήρα, πρέπει ανά τακτά διαστήματα κατά την περίοδο λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης να γίνεται έλεγχος σωστής καύσης της πηγής ενέργειας (καυσίμου). Ο έλεγχος καλής λειτουργίας πρέπει γίνεται από ειδικευμένο συντηρητή, ο οποίος με κατάλληλες συσκευές πραγματοποιεί τις παρακάτω μετρήσεις:

#### ● Μέτρηση θερμοκρασίας καυσαερίων

Η θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια που καθορίζει ο κατασκευαστής του λέβητα. Για καυστήρα πετρελαίου, η θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 180° και 300 °C, ενώ για καυστήρα αερίου, μεταξύ 180° και 250 °C.

#### ● Μέτρηση αιθάλης

Μετά τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μετριέται η ποσότητα αιθάλης. Αιθάλη είναι άνθρακας σε μορφή νιφάδων που σχηματίζεται κατά την ατελή καύση. Ο δείκτης αιθάλης που προκύπτει από τη μέτρηση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 2, διαφορετικά πρέπει να γίνει ρύθμιση του καυστήρα, ώστε να επιτευχθεί δείκτης μικρότερος του 2.

#### ● Μέτρηση διοξειδίου του άνθρακα

Με τη μέτρηση αυτή βρίσκεται η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα. Σύμφωνα με τον κανονισμό 234 του ΕΛΟΤ, πρέπει να έχουμε περιεκτικότητα διοξειδίου του άνθρακα :

- ❖ μεγαλύτερη από 10%, για λέβητες από 10000 - 45000 Kcal/h.
- ❖ μεγαλύτερη από 11%, για λέβητες από 45000 - 300000 Kcal/h.
- ❖ μεγαλύτερη από 12%, για λέβητες από 300000 - 1000000 Kcal/h.

### Συντήρηση καυστήρα

Η τακτική συντήρηση του καυστήρα είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος και επιβάλλεται με το Προεδρικό Διάταγμα 511/10.6.77.

Η συντήρηση περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες:

- ❖ τον καθαρισμό του μπεκ και την αλλαγή του, αν διαπιστωθεί ότι δεν είναι κατάλληλο για το λέβητα της εγκατάστασης. Κάθε καυστήρας δέχεται σειρά τυποποιημένων μπεκ, ανάλογα με την δυναμικότητα του λέβητα,
- ❖ τον καθαρισμό του φίλτρου πετρελαίου,
- ❖ τον καθαρισμό των πτερυγίων του ανεμιστήρα και
- ❖ τον καθαρισμό των ηλεκτροδίων του σπινθηριστή.

### Ρύθμιση καυστήρα

Η σωστή ρύθμιση του καυστήρα αποτελεί μέρος της συντήρησής του και συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της απόδοσης της κεντρικής πηγής θερμότητας (σύστημα λέβητα-καυστήρα) και γενικότερα της εγκατάστασης θέρμανσης. Η ρύθμιση του καυστήρα περιλαμβάνει τις παρακάτω επιμέρους ρυθμίσεις :

- Ρύθμιση της αναλογίας του αέρα στο μείγμα καυσίμου - αέρα. Η αύξηση ή η μείωση της αναλογίας του αέρα πραγματοποιείται με τη ρύθμιση του διαφράγματος, δηλαδή με το ποσοστό ανοίγματος του διαφράγματος. Η ρύθμιση αυτή πραγματοποιείται όταν η καύση μίγματος αέρα-πετρελαίου δεν είναι σωστή.
- Ρύθμιση ηλεκτροδίων. Περιλαμβάνει την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων:
  - ❖ στη σωστή μεταξύ τους απόσταση, επομένως και των ακίδων,
  - ❖ στη σωστή απόσταση από την οπή του ακροφυσίου και
  - ❖ στη σωστή απόσταση από το ακροφύσιο.
 Ο έλεγχος των ακίδων και η ρύθμιση γίνεται όταν δεν παράγεται σπινθήρας, εκτός εάν αυτό οφείλεται σε άλλη αιτία, όπως βλάβη στη διάταξη ελέγχου, στο μετασχηματιστή ανύψωσης τάσης ή σε φραγμένο ακροφύσιο. Επίσης, έλεγχος και ρύθμιση, εάν χρειάζεται, πραγματοποιείται σε κάθε αλλαγή ακροφυσίου.
- Ρύθμιση της πίεσης της αντλίας πετρελαίου. Η ρύθμιση της πίεσης της αντλίας πραγματοποιείται, εάν είναι απαραίτητη, στις παρακάτω περιπτώσεις:
  - ❖ Ο καυστήρας δεν προκαλεί ανάφλεξη.
  - ❖ Ο καυστήρας ανάβει και μετά σταματάει.
  - ❖ Ο καυστήρας δεν παράγει μεγάλη φλόγα.

### Καυστήρας αερίου

Ανάλογα με τον τρόπο προσαγωγής του αέρα καύσης στο χώρο ανάμειξης με το αέριο, οι καυστήρες αερίου διακρίνονται σε **ατμοσφαιρικούς** και **πιεστικούς (με φυσητήρα)**.

#### • Ατμοσφαιρικοί

Είναι καυστήρες αερίου στους οποίους ο απαραίτητος αέρας για την καύση προσάγεται στο χώρο ανάμειξης με το αέριο με φυσικό ελκυσμό, δηλαδή χωρίς τη βοήθεια ανεμιστήρα. Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες αερίου αποτελούνται από σωλήνες οι οποίοι παράγουν μεμονωμένες φλόγες και είναι αθόρυβοι, με μικρές απαιτήσεις συντήρησης. Τοποθετούνται σε λέβητες που έχουν μικρή απαίτηση ελκυσμού, δηλαδή μεταξύ 5 και 10 Pa (Πασκάλ= μονάδα μέτρησης πίεσης). Διατίθενται στην αγορά μαζί με το λέβητα, στον οποίο ενσωματώνονται από το εργοστάσιο λεβήτων, επειδή απαιτείται κατάλληλη προσαρμογή για τη σωστή λειτουργία τους.

#### • Πιεστικοί (με φυσητήρα)

Είναι καυστήρες αερίου στους οποίους ο αέρας προσάγεται με πίεση στο χώρο ανάμειξης με το αέριο, με τη βοήθεια ανεμιστήρα (φυσητήρα). Τα βασικά μέρη του είναι:

- ❖ **Ο ανεμιστήρας (φυσητήρας)**, ο οποίος προσάγει τον αέρα στο χώρο ανάμειξης με το αέριο και λειτουργεί με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα.
- ❖ **Το σύστημα ανάφλεξης** του μίγματος αέρα-πετρελαίου, που αποτελείται από το μετασχηματιστή (Μ/Σ) ανύψωσης τάσης και τα ηλεκτρόδια. Ο Μ/Σ ανυψώνει την τάση στα 8 έως 10 kV. Στη συνέχεια, η τάση εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σπινθήρας, ο οποίος προκαλεί την ανάφλεξη του μίγματος αερίου - αέρα.
- ❖ **Η ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου**. Είναι ηλεκτρονική διάταξη η οποία συντονίζει και ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα, δηλαδή αποτελεί κατά κάποιον τρόπο τον εγκέφαλό του.
- ❖ **Τις βαλβίδες**, που ελέγχουν τη ροή του αερίου καύσης. Είναι δύοδοι βαλβίδες, δηλαδή έχουν μία είσοδο και μία έξοδο. Συνήθως είναι ηλεκτρομαγνητικές, δηλαδή το άνοιγμά τους ελέγχεται με ηλεκτρομαγνήτη. Για το λόγο αυτό, στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως σωληνοειδείς βαλβίδες. Λειτουργούν με τάση 230 V AC.
- ❖ **Το διάφραγμα (Τάμπερ)**, που καθορίζει την παροχή του αέρα καύσης και ελέγχεται από σερβοκινητήρα.

- ❖ **Τον πιεζοστάτη αέρος**, που ελέγχει την πίεση του αέρα καύσης. Σε περίπτωση που αυτή είναι κάτω από ένα όριο, κάτι που σημαίνει ότι ο ανεμιστήρας (φουσητήρας) δε λειτουργεί, ενεργοποιείται η επαφή του και σταματά η λειτουργία του καυστήρα.
- ❖ **Τον πιεζοστάτη αερίου**, που ελέγχει την πίεση του αερίου, ώστε να μην πέσει κάτω από ένα ορισμένο όριο. Όταν όμως πέσει κάτω από το όριο αυτό, τότε ενεργοποιείται η επαφή του και σταματά η παροχή του αερίου. Συνήθως, υπάρχει και δεύτερος πιεζοστάτης, που ελέγχει την πίεση, ώστε να μην ξεπεράσει ένα ανώτατο όριο. Όταν συμβεί αυτό, τότε ενεργοποιείται η επαφή του και σταματά η λειτουργία του καυστήρα.
- ❖ **Ηλεκτρόδιο ιονισμού**. Αποτελεί διάταξη ασφαλείας του καυστήρα με την οποία ελέγχεται η ύπαρξη ή όχι φλόγας και διακόπτεται η λειτουργία του, στην περίπτωση που δεν υπάρξει ανάφλεξη του μείγματος αέρα - αερίου ή η φλόγα σβήσει κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας του. Το ένα άκρο του ηλεκτροδίου ιονισμού τοποθετείται στη φλόγα, ενώ το άλλο συνδέεται με την ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου. Όσο υπάρχει φλόγα από το ηλεκτρόδιο, ρέει συνεχές ρεύμα. Αν για κάποιο λόγο η φλόγα σβήσει, τότε διακόπτεται το ρεύμα. Η λειτουργία της διάταξης αυτής βασίζεται στο φαινόμενο του ιονισμού της φλόγας, που την καθιστά αγωγό συνεχούς ρεύματος.
- ❖ **Κιβώτιο ακροδεκτών**. Είναι το κιβώτιο στο οποίο συνδέονται οι αγωγοί για την τροφοδοσία του καυστήρα, ο θερμοστάτης του καυστήρα και ο θερμοστάτης ασφαλείας. Ο θερμοστάτης του καυστήρα ελέγχει τη θερμοκρασία του νερού και σταματάει τη λειτουργία του καυστήρα, εάν αυτή ξεπεράσει τη μέγιστη θερμοκρασία που έχουμε ορίσει, π.χ. 90 °C. Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο ο θερμοστάτης καυστήρα δε λειτουργήσει και η θερμοκρασία ανεβεί, για παράδειγμα, πάνω από τους 90 °C, τότε ενεργοποιείται ο θερμοστάτης ασφαλείας και διακόπτει τη λειτουργία του καυστήρα. Ο θερμοστάτης ασφαλείας είναι συνδεδεμένος σε σειρά με το θερμοστάτη καυστήρα ως πρόσθετη ασφάλεια, σε περίπτωση που για κάποια αιτία δε λειτουργήσει ο θερμοστάτης καυστήρα (Σχήμα 2.3).

#### Αρχή λειτουργίας πιεστικού καυστήρα αερίου

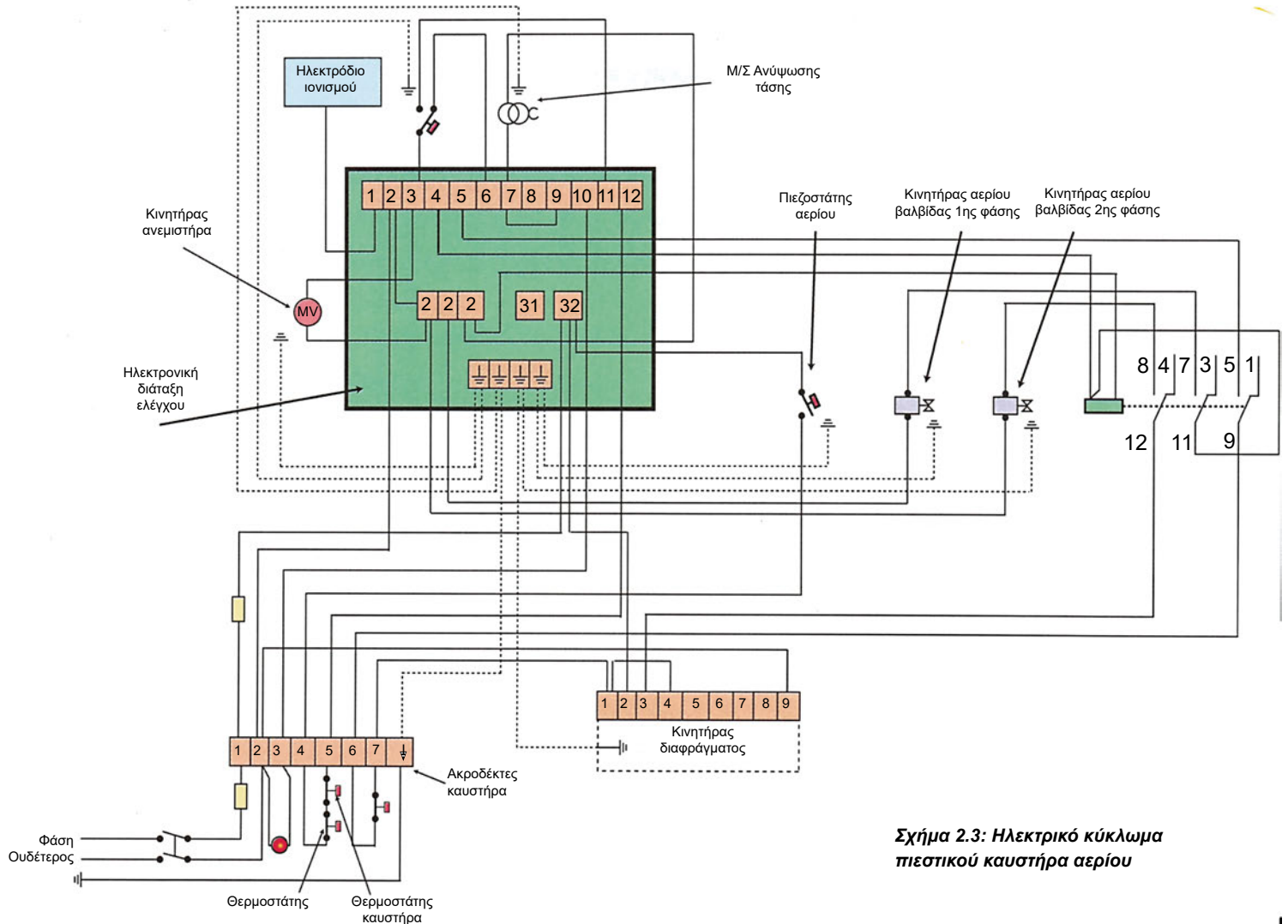
Με την τροφοδότηση με τάση του καυστήρα ξεκινά η λειτουργία του ανεμιστήρα (φουσητήρα), ο οποίος καθαρίζει τον καυστήρα για 35 δευτερόλεπτα περίπου. Στη συνέχεια, ανοίγει η βαλβίδα αερίου πρώτης φάσης και ενεργοποιείται το σύστημα ανάφλεξης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σπινθήρας που προκαλεί την ανάφλεξη του μείγματος αέρα-αερίου. Μετά από 20 δευτερόλεπτα περίπου, ανοίγει η βαλβίδα αερίου δεύτερης φάσης και το διάφραγμα τίθεται στην πλήρως ανοιχτή θέση του. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ανάφλεξη του μείγματος αέρα-αερίου, η λειτουργία του καυστήρα διακόπτεται μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα (συνήθως 2 sec). Σε περίπτωση που η φλόγα σβήσει κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας του καυστήρα, τότε η λειτουργία του σταματά μέσα σε ένα δευτερόλεπτο. Αν η πίεση του αέρα πέσει κάτω από ένα όριο, που σημαίνει βλάβη στον ανεμιστήρα, τότε ενεργοποιείται η επαφή του πιεζοστάτη και σταματά η λειτουργία του καυστήρα.

#### Επιλογή καυστήρα

Η επιλογή του καυστήρα γίνεται με βάση την παροχή του καυσίμου που απαιτείται, για να μπορεί να παραχθεί η θερμική ισχύς του λέβητα με τον οποίο συνεργάζεται. Η απαιτούμενη παροχή προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$v = Q_{\lambda} / (H \times \eta), \text{ όπου:}$$

- $Q_{\lambda}$ , η ισχύς του λέβητα σε kcal/h
- $H$ , η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου σε kcal/Nm<sup>3</sup>, αν είναι αέριο και σε kcal/kg, αν είναι υγρό (πετρέλαιο)
- $\eta$ , ο βαθμός απόδοσης της καύσης



**Σχήμα 2.3: Ηλεκτρικό κύκλωμα πιεστικού καυστήρα αερίου**

## 2.3 Λέβητας

Είναι μηχανολογική συσκευή η οποία διαθέτει ειδικό θάλαμο (θάλαμο καύσης) για την καύση του μείγματος αέρα-καυσίμου και είναι κατάλληλα σχεδιασμένη, ώστε η θερμότητα που παράγεται από την καύση να θερμαίνει το μέσο μεταφοράς θερμότητας (δηλαδή το νερό) που ρέει στο εσωτερικό της, στη μέγιστη θερμοκρασία (π.χ. 90 °C).

### Είδη λεβήτων

Ανάλογα με την κατηγορία του καυσίμου, διακρίνονται σε :

- πετρελαίου
- αερίου (π.χ. φυσικού αερίου)

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής, διακρίνονται σε :

- χυτοσιδηρούς

Αποτελούνται από χυτοσιδηρά στοιχεία (κομμάτια), τα οποία συναρμολογούνται για τη δημιουργία του λέβητα. Τα πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τους χαλύβδινους λέβητες είναι :

- ❖ μεγάλη διάρκεια ζωής

- ❖ δυνατότητα αύξησης θερμαντικής ισχύος μέχρι ενός ορίου
- ❖ εύκολη αντικατάσταση των χυτοσιδηρών στοιχείων που παρουσιάζουν βλάβη
- χαλύβδινους

Αποτελούνται από χαλυβδοελάσματα τα οποία συγκολλούνται για τη δημιουργία του λέβητα. Τα πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τους χυτοσιδηρούς λέβητες είναι :

- ❖ μικρότερο βάρος
- ❖ μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης  
Τα μειονεκτήματά τους είναι :
- ❖ μικρή διάρκεια ζωής
- ❖ έλλειψη δυνατότητας αύξησης της ισχύος τους

### Βασικά μέρη λέβητα

Τα βασικά μέρη του λέβητα είναι :

- ο θάλαμος καύσης (φλογοθάλαμος)

Είναι ο χώρος του λέβητα στον οποίο πραγματοποιείται η καύση του μείγματος αέρα - καυσίμου.

- ο θάλαμος νερού

Είναι ο θάλαμος από τον οποίο διέρχεται το νερό (συνήθως υδραυλοί), για να παραλάβει θερμότητα και να τη μεταφέρει στα θερμαντικά σώματα.

- οι φλογαυλοί

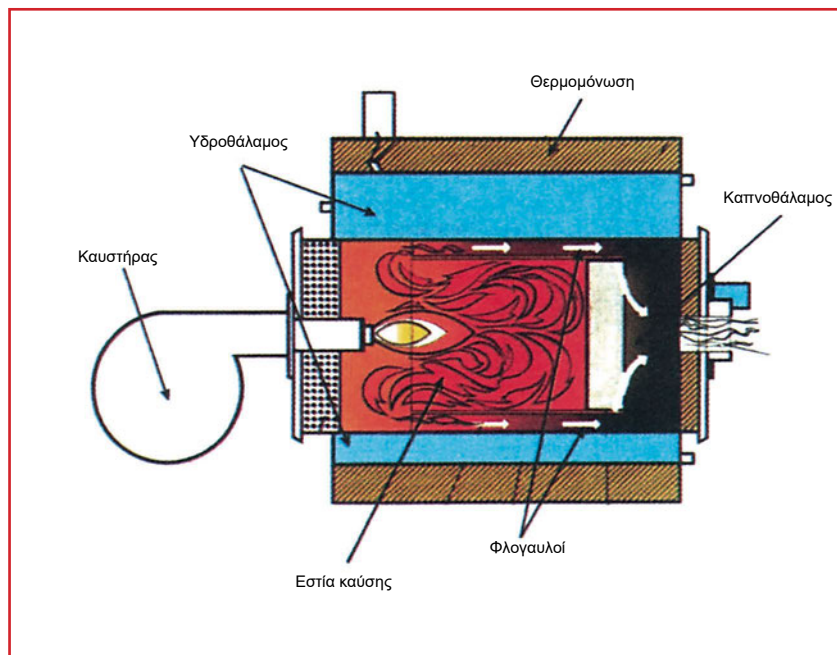
Είναι σωλήνες από τους οποίους διέρχονται τα προϊόντα της καύσης (καυσαέρια).

- ο θάλαμος καπνού

Είναι ο χώρος στον οποίο καταλήγουν τα καυσαέρια μέσω των φλογαυλών και από εκεί διοχετεύονται στον καπνοαπαγωγό (καμινάδα).

- η θερμομόνωση

Ο λέβητας θερμομονώνεται, για να περιορισθούν οι απώλειες θερμότητας στο περιβάλλον. Ως θερμομονωτικό υλικό συνήθως χρησιμοποιείται ο υαλοβάμβακας.



Εικόνα 2.2: Τομή λέβητα - βασικά μέρη

### Επιλογή λέβητα

Η επιλογή του κατάλληλου λέβητα γίνεται με βάση τη θερμική ισχύ που απαιτείται να παράγει, ώστε να μπορεί να καλύψει τις θερμικές απώλειες του κτιρίου. Θερμική ισχύς πηγής θερμότητας είναι η μέγιστη ποσότητα θερμότητας που μπορεί να αποδώσει στη μονάδα του χρόνου. Θερμικές απώλειες χώρου είναι το ποσό της θερμικής ενέργειας στη μονάδα του χρόνου που διαφεύγει από το χώρο μέσω της οροφής, του δαπέδου, των τοίχων και των ανοιγμάτων του προς το περιβάλλον και τους γειτονικούς χώρους. Οι θερμικές απώλειες του κτιρίου υπολογίζονται από το μελετητή και περιέχονται στη μελέτη θέρμανσης, η οποία εκπονείται πριν από την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης. Η θερμαντική ισχύς ( $Q_{\lambda}$ ) του λέβητα προκύπτει από το γινόμενο των θερμικών απωλειών ( $Q_A$ ) που πρέπει να καλύψει επί ένα συντελεστή ασφαλείας ( $k$ ).

$$Q_{\lambda} = k \cdot Q_A$$

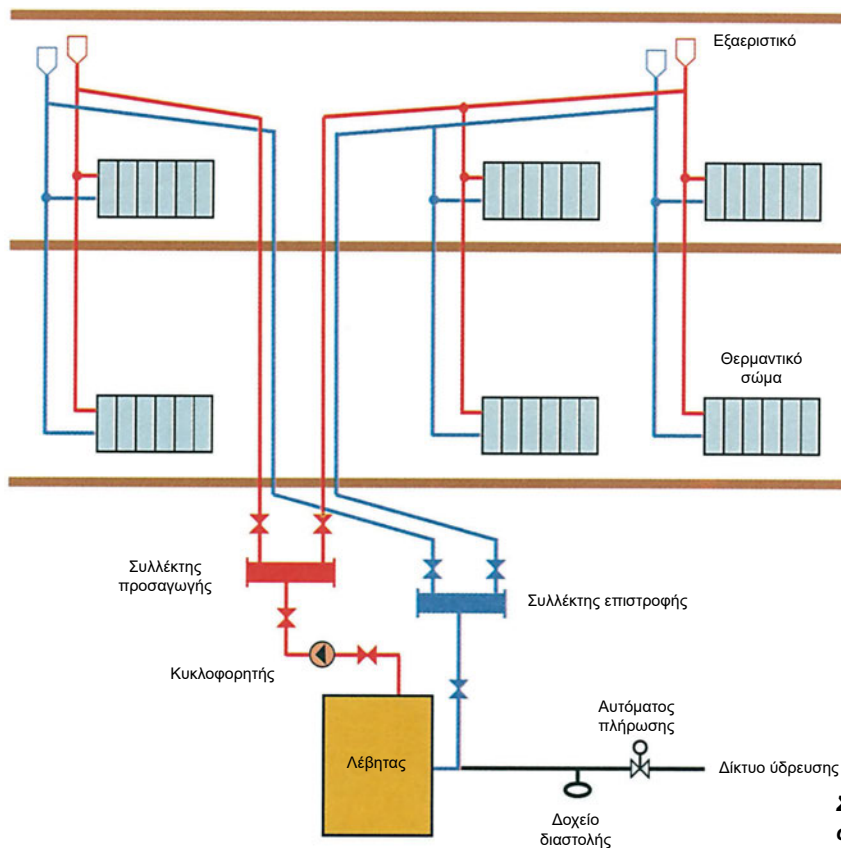
Ο συντελεστής προσαυξάνει για λόγους ασφαλείας τις θερμικές απώλειες κατά 10 - 30%, δηλαδή λαμβάνει τιμές μεταξύ 1,10 - 1,30.

## 2.4 Δίκτυο διανομής θερμού νερού

Είναι δίκτυο σωληνώσεων στο εσωτερικό του οποίου κυκλοφορεί νερό που μεταφέρει θερμότητα από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα. Στην πράξη, έχουν επικρατήσει δύο συστήματα σωληνώσεων, ανάλογα με τον αριθμό των σωληνίων που χρησιμοποιούνται για την προσαγωγή θερμού νερού στα θερμαντικά σώματα και την παραλαβή του λιγότερο θερμού νερού από αυτά. Τα συστήματα αυτά είναι το **δισωλήνιο** και το **μονοσωλήνιο**.

### Δισωλήνιο σύστημα

Είναι σύστημα σωληνώσεων στο οποίο το θερμό νερό από την έξοδο του λέβητα οδηγείται σε κάθε θερμαντικό σώμα, όπου αποδίδει μέρος της θερμότητάς του στο χώρο. Το λιγότερο θερμό νερό κατά 10 °C έως 20 °C που προκύπτει επιστρέφει στο λέβητα για αναθέρμανση με διαφορετικό σωλήνα, δηλαδή χρησιμοποιούμε δύο ξεχωριστούς

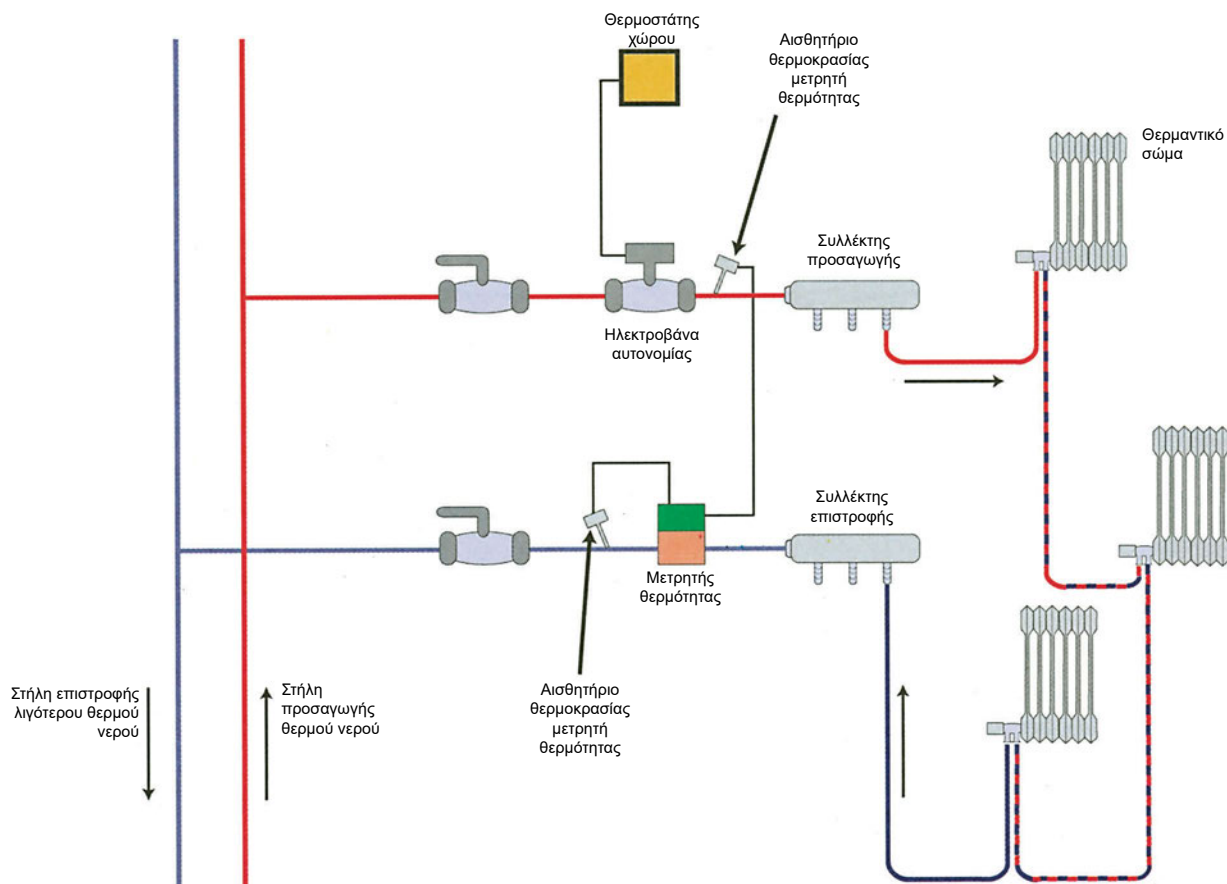


Σχήμα 2.4: Δισωλήνιο σύστημα

σωλήνες, έναν για την προσαγωγή θερμού νερού στο θερμαντικό σώμα και έναν για την επιστροφή του λιγότερο θερμού νερού στο λέβητα. Μ' αυτόν τον τρόπο σύνδεσης, κάθε θερμαντικό σώμα έχει το δικό του κύκλωμα, το οποίο αποτελείται από το λέβητα, τους σωλήνες προσαγωγής-επιστροφής και το ίδιο το θερμαντικό σώμα. Το βασικό πλεονέκτημα του συστήματος αυτού, που οφείλεται στην **παράλληλη** σύνδεση των σωμάτων, είναι ότι όλα τα θερμαντικά σώματα θερμαίνονται ταυτόχρονα και επίσης ότι έχουν την ίδια μέση θερμοκρασία.

### Μονοσωλήνιο σύστημα

Είναι σύστημα σωληνώσεων στο οποίο θερμό νερό κυκλοφορεί διαμέσου ενός σωλήνα σε όλα τα θερμαντικά σώματα του κάθε κυκλώματος, δηλαδή το θερμό νερό εισέρχεται στο πρώτο θερμαντικό σώμα του κυκλώματος με συγκεκριμένη θερμοκρασία, π.χ. 90 °C, αποδίδει μέρος της θερμικής ενέργειάς του στο χώρο, οπότε μειώνεται η θερμοκρασία του, π.χ. στους 88 °C, και με τη νέα αυτή θερμοκρασία εισέρχεται στο επόμενο θερμαντικό σώμα όπου και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία μέχρι το τελευταίο θερμαντικό σώμα του κυκλώματος. Τα θερμαντικά σώματα λοιπόν σε κάθε κύκλωμα του συστήματος αυτού συνδέονται σε **σειρά**, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να έχουν διαφορετική μέση θερμοκρασία και θερμοκρασία εισόδου. Κάθε κύκλωμα περιλαμβάνει από 1 έως 5 σώματα, συνιστάται όμως να μην ξεπερνούν τα 3. Το μονοσωλήνιο σύστημα αποτελείται:



Σχήμα 2.5: Μονοσωλήνιο σύστημα

- από δύο κατακόρυφους σωλήνες (στήλες), έναν προσαγωγής θερμού νερού και έναν επιστροφής λιγότερο θερμού νερού,
- ένα ή περισσότερα οριζόντια κυκλώματα με τα θερμαντικά σώματα που συνδέονται σ' αυτά,
- τους συλλέκτες κρύου και ζεστού νερού, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ των στηλών και των οριζόντιων κυκλωμάτων.

*Το βασικό πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι η δυνατότητα αυτονομίας θέρμανσης, η οποία επιτρέπει την ανεξάρτητη θέρμανση κάθε διαμερίσματος. Η δυνατότητα αυτή έχει συντελέσει στην επικράτηση του μονοσωλήνιου συστήματος θέρμανσης στις σύγχρονες κατασκευές κτιρίων κατοικιών (πολυκατοικίες).*

## ■ 2.5 Κυκλοφορητής

Για να μπορεί το νερό του δικτύου διανομής να μεταφέρει θερμότητα από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα, πρέπει να κυκλοφορεί στο δίκτυο σωληνώσεων. Η κυκλοφορία μπορεί να είναι είτε **φυσική** είτε **εξαναγκασμένη**.

### ● Φυσική κυκλοφορία

Όσο περισσότερο θερμαίνεται το νερό τόσο περισσότερο διαστέλλεται, με αποτέλεσμα να γίνεται ελαφρύτερο. Το θερμό νερό της προσαγωγής από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα είναι ελαφρύτερο από το νερό της επιστροφής από τα σώματα στο λέβητα, με αποτέλεσμα να εξασκείται πίεση από το νερό επιστροφής στο νερό προσαγωγής. Η πίεση αυτή είναι η αιτία που θέτει και διατηρεί το θερμό νερό σε κίνηση στο δίκτυο διανομής.

### ● Εξαναγκασμένη κυκλοφορία

Είναι η κυκλοφορία που επιβάλλεται στο θερμό νερό με μηχανικό τρόπο, δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση με κυκλοφορητή.

Ο **κυκλοφορητής** είναι ηλεκτρομηχανολογική συσκευή που εξαναγκάζει το θερμό νερό να κυκλοφορεί στο δίκτυο διανομής, με αποτέλεσμα να μεταφέρεται θερμότητα από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα. Συνδέεται στο δίκτυο διανομής είτε στην προσαγωγή είτε στην επιστροφή του θερμού νερού και αποτελείται από δύο βασικά μέρη, την **αντλία** και τον **κινητήρα**.



Εικόνα 2.3: Κυκλοφορητής

### ● Αντλία

Είναι φυγοκεντρική αντλία της οποίας τα βασικά μέρη είναι το σπειροειδές κέλυφος, η φτερωτή και ο άξονας. Η φτερωτή αποτελείται από τα πτερύγια και το τμήμα του άξονα όπου είναι τοποθετημένα. Η φτερωτή συνδέεται μέσω του άξονα με το δρομέα του κινητήρα. Όταν η φτερωτή περιστρέφεται από τον κινητήρα, αναγκάζει το νερό να κυκλοφορήσει στο δίκτυο σωληνώσεων της εγκατάστασης θέρμανσης.

### ● Κινητήρας

Είναι μονοφασικός ή τριφασικός ασύγχρονος κινητήρας, βραχυκυκλωμένου δρομέα. Διατίθεται στην αγορά με μία έως τέσσερις ταχύτητες, οι οποίες επιλέγονται χειροκίνητα ή αυτόματα και σκοπό έχουν την καλύτερη προσαρμογή του κυκλοφορητή στις πραγματικές συνθήκες της εγκατάστασης θέρμανσης. Για παράδειγμα, όταν υπάρχει υπερβολική παροχή, με αποτέλεσμα να δημιουργείται θόρυβος, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον κυκλοφορητή στη χαμηλότερη ταχύτητα. Για την χειροκίνητη επιλογή ταχυτήτων ο κυκλοφορητής διαθέτει διακόπτη, ενώ για την αυτόματη χρειάζεται ειδικό κύκλωμα αυτοματισμού.

## 2.5.1 Προστασία κινητήρων

Σύμφωνα με τον κανονισμό IEC 34-1 της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (International Electrotechnical Commission), οι κινητήρες πρέπει να προστατεύονται από την αργή και τη γρήγορη υπερθέρμανση των τυλιγμάτων. Η αργή υπερθέρμανση των τυλιγμάτων οφείλεται σε υπερφόρτιση του κινητήρα, σε αποτυχία ψύξης του ή σε συχνές εκκινήσεις. Η γρήγορη υπερθέρμανση των τυλιγμάτων οφείλεται κυρίως σε βραχυκύκλωμα ή μπλοκάρισμα του κινητήρα.

Η θερμική προστασία ενσωματώνεται συνήθως από τους κατασκευαστές στον κινητήρα και πραγματοποιείται με τους παρακάτω κυρίως τρόπους:

- Με θερμικό διακόπτη, που τοποθετείται στο κιβώτιο ακροδεκτών.
- Με θερμικό διακόπτη, που τοποθετείται στα τυλίγματα.
- Με θερμίστορ, που ενσωματώνεται στα τυλίγματα. Το θερμίστορ συνοδεύεται από κύκλωμα ελέγχου με το οποίο διακόπτεται η τροφοδοσία του κινητήρα, όταν υπάρξει υπερθέρμανση των τυλιγμάτων.

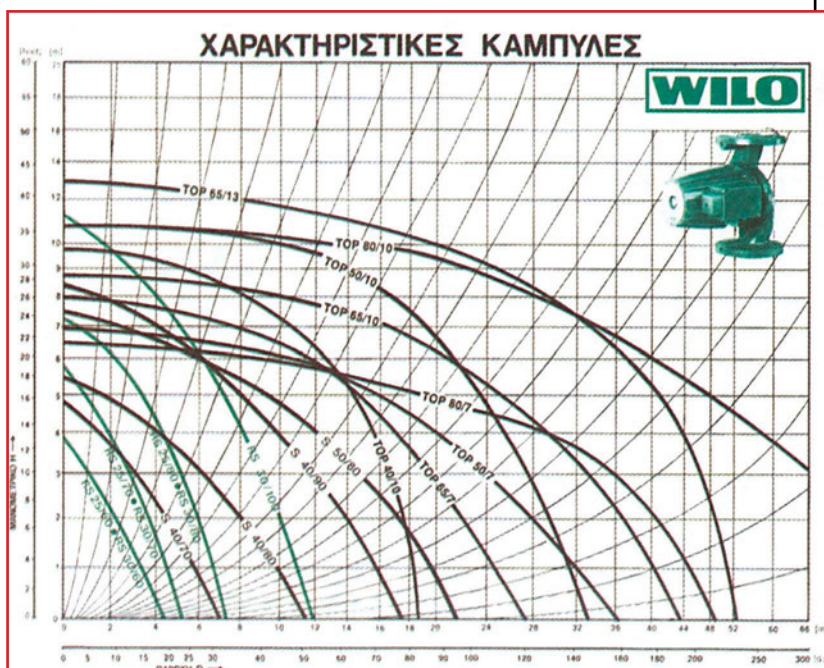
Όταν οι κινητήρες διαθέτουν ενσωματωμένη θερμική προστασία τόσο για αργή όσο και για γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας των τυλιγμάτων, τότε δε χρειάζεται εξωτερική προστασία.

Οι κυκλοφορητές διαθέτουν επίσης ενδεικτικές λυχνίες, οι οποίες δηλώνουν ανάλογα με το αν είναι αναμμένες ή όχι την κατάσταση του κινητήρα, π.χ. λειτουργία ή μη, βλάβη, φορά περιστροφής κ.λπ. Η φορά περιστροφής πρέπει να ελέγχεται ιδιαίτερα στους τριφασικούς κινητήρες, επειδή είναι εύκολο να γίνει λάθος στη σύνδεσή του με το τριφασικό δίκτυο τροφοδοσίας, με αποτέλεσμα να μην είναι σωστή η κατεύθυνση κυκλοφορίας του νερού.

### Χαρακτηριστικές καμπύλες κυκλοφορητή

Η συμπεριφορά των κυκλοφορητών προσδιορίζεται από τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους, οι οποίες παρουσιάζουν γραφικά τη μεταβολή των χαρακτηριστικών μεγεθών τους, όπως το μανομετρικό ύψος (H), την απορροφούμενη ισχύ (N) και το βαθμό απόδοσης ( $\eta$ ) σε συνάρτηση με την παροχή (Q).

Εικόνα 2.4 Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας H-Q κυκλοφορητών



Η σημαντικότερη χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας είναι αυτή η οποία συσχετίζει την παροχή (Q) που μπορεί να δώσει ο κυκλοφορητής σε συγκεκριμένο μανομετρικό ύψος (H), δηλαδή η H-Q. Παροχή είναι ο όγκος του νερού που μπορεί να δώσει η αντλία στη μονάδα του χρόνου. Το μανομετρικό ύψος της αντλίας καθορίζεται κυρίως από την αντίσταση στη ροή του νερού του δικτύου σωληνώσεων. Η παροχή δίνεται σε κυβικά μέτρα ανά ώρα (m<sup>3</sup>/h), ενώ το μανομετρικό ύψος δίνεται σε μέτρα (m) υδάτινης στήλης (WS). Κάθε σημείο της χαρακτηριστικής καμπύλης παροχής - μανομετρικού αποτελεί πιθανό σημείο λειτουργίας του κυκλοφορητή και αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη παροχή και μανομετρικό ύψος.

## 2.5.2 Επιλογή κυκλοφορητή

Η επιλογή γίνεται με βάση την παροχή (m<sup>3</sup>/h) και το μανομετρικό ύψος (m ΣΥ, μέτρα Στήλης Ύδατος), τα οποία έχουν υπολογιστεί από το μελετητή και περιέχονται στη μελέτη θέρμανσης. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την παροχή και το μανομετρικό ύψος προσδιορίζεται το σημείο λειτουργίας του κυκλοφορητή και από τις χαρακτηριστικές καμπύλες μανομετρικού ύψους - παροχής που δίνουν οι κατασκευαστές κυκλοφορητών επιλέγουμε τον κυκλοφορητή του οποίου η χαρακτηριστική καμπύλη περιέχει το σημείο λειτουργίας.

Η παροχή του κυκλοφορητή υπολογίζεται με βάση την παραδοχή ότι κάθε κυβικό μέτρο νερού αποδίδει στους θερμαινόμενους χώρους 15000 kcal. Δηλαδή, αν η θερμική ισχύς του λέβητα είναι 60000 kcal/h, τότε προκύπτει ότι η παροχή (V) του κυκλοφορητή είναι:  $V = 60000 / 15000 = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ενδεικτικά, το μανομετρικό ύψος των εγκαταστάσεων μέχρι 43000 kcal κυμαίνεται από 0,5 μέχρι 3 m ΣΥ, ενώ για εγκαταστάσεις από 43000 μέχρι 86000 kcal, από 2 - 5 m ΣΥ.

### Λίπανση κυκλοφορητή

Ανάλογα με τον τρόπο λίπανσης, οι κυκλοφορητές διακρίνονται σε:

- ❖ **Υδρολίπαντους.** Είναι οι κυκλοφορητές οι οποίοι λιπαίνονται με το νερό που αντλούν από το δίκτυο διανομής και δε χρειάζονται συντήρηση.
- ❖ **Ελαιολίπαντους.** Είναι οι κυκλοφορητές οι οποίοι λιπαίνονται με λάδι και χρειάζονται συντήρηση σε τακτά χρονικά διαστήματα, για να λειτουργούν σωστά. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Απαγορεύεται η λειτουργία είτε ελαιολίπαντων είτε υδρολίπαντων κυκλοφορητών χωρίς την ύπαρξη νερού στο δίκτυο διανομής, επειδή η έλλειψη νερού συνεπάγεται το κάψιμο του στεγανοποιητικού.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά κυκλοφορητών

Με βάση του κανονισμούς, οι κυκλοφορητές οφείλουν να έχουν πινακίδα στην οποία να αναγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία διακρίνονται σε ηλεκτρικά και μηχανολογικά.

- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά:
  - ❖ Τάση τροφοδοσίας, π.χ. 230 V AC ή 3x400 V AC
  - ❖ Συχνότητα 50 Hz
  - ❖ Απαιτούμενη ισχύς, π.χ. 115 W
  - ❖ Ονομαστικό ρεύμα, π.χ. για την παραπάνω ισχύ 0,5 A
  - ❖ Αριθμός ταχυτήτων, π.χ. 1 ή 2 ή 3 ή 4
  - ❖ Ταχύτητα κινητήρα, π.χ. 1450 στροφές/min
  - ❖ Αριθμός πόλων κινητήρα, π.χ. 2, 4, 6

- ❖ Προστασία περιβλήματος από είσοδο ξένων σωμάτων και νερού, π.χ. IP44
- Μηχανολογικά χαρακτηριστικά:
  - ❖ Μέγιστο μανομετρικό, π.χ. 6,5 m Σ.Υ.
  - ❖ Μέγιστη παροχή, π.χ. 30 m<sup>3</sup>/h
  - ❖ Ονομαστική πίεση, π.χ. 6, 10 bar
  - ❖ Ονομαστική διάμετρος φλάντζας (mm), π.χ. DN 40, DN 50, DN 65, DN 80, DN 100 κ.λπ.
  - ❖ Θερμοκρασία λειτουργίας, π.χ. -10 έως +130 °C

## ■ 2.6 Θερμαντικά σώματα

Είναι μηχανολογικές συσκευές κατάλληλα σχεδιασμένες, ώστε να αποδίδουν στο χώρο που είναι τοποθετημένες μέρος της θερμότητας του θερμού νερού που διέρχεται από αυτές. Για να υπάρξει μεταφορά θερμότητας από τα θερμαντικά σώματα στον αέρα του χώρου, πρέπει αυτά να έχουν υψηλότερη θερμοκρασία από τον αέρα. Η μεταφορά θερμότητας πραγματοποιείται με:

### ✓ αγωγή

Η θερμότητα μεταφέρεται με τη βοήθεια των μορίων, δηλαδή από τα μόρια με μεγαλύτερη θερμική ενέργεια στα γειτονικά τους με μικρότερη θερμική ενέργεια. Ο τρόπος αυτός μεταφοράς θερμότητας ισχύει τόσο για τα στερεά όσο και για τα ρευστά (υγρά και αέρια).

### ✓ συναγωγή

Η μεταφορά θερμότητας με συναγωγή πραγματοποιείται μεταξύ ενός στερεού σώματος και του γειτονικού του ρευστού (υγρό ή αέριο), το οποίο όμως βρίσκεται σε κίνηση. Η μεταφορά θερμότητας στην περίπτωση αυτή γίνεται με τη βοήθεια της κίνησης του ρευστού και των μορίων (αγωγή) των γειτονικών επιφανειών του στερεού και του ρευστού.

### ✓ ακτινοβολία

Κάθε σώμα που βρίσκεται σε κάποια θερμοκρασία εκπέμπει θερμική ακτινοβολία. Η θερμική ακτινοβολία είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μεταφέρουν τη θερμότητα ακόμη και στο κενό, δηλαδή δεν απαιτείται κάποιο μέσο για τη μεταφορά της θερμότητας με ακτινοβολία.

Η μεταφορά θερμότητας από τα θερμαντικά σώματα στο χώρο πραγματοποιείται και με τους τρεις τρόπους.

Τα κυριότερα είδη θερμαντικών σωμάτων είναι τα :

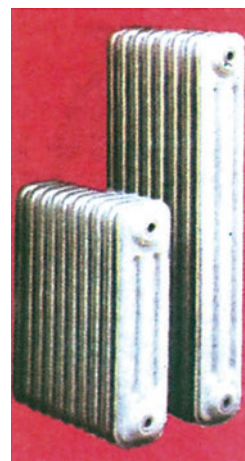
### ● κοινά θερμαντικά σώματα (ραντιατέρ)

Αποτελούνται από μεμονωμένα στοιχεία, που συνδέονται μεταξύ τους με ρακόρ. Ο αριθμός των στοιχείων του θερμαντικού σώματος καθορίζει το μέγεθος της θερμαντικής επιφάνειας του και συνεπώς την ποσότητα της θερμότητας που αποδίδεται στο χώρο.

Εικόνα 2.5: Κοινά θερμαντικά σώματα

### ● επίπεδα θερμαντικά σώματα (πάνελ)

Είναι θερμαντικά σώματα που αποτελούνται από πεπλατυσμένους σωλήνες μικρού πάχους. Αποδίδουν θερμότητα στο χώρο, κυρίως με ακτινοβολία, λόγω της μεγάλης επίπεδης θερμαντικής επιφάνειάς τους.

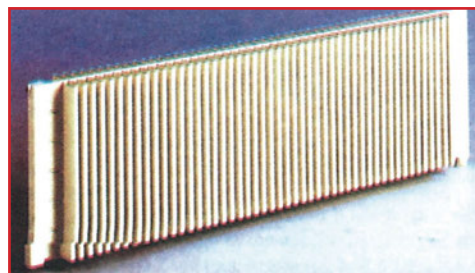




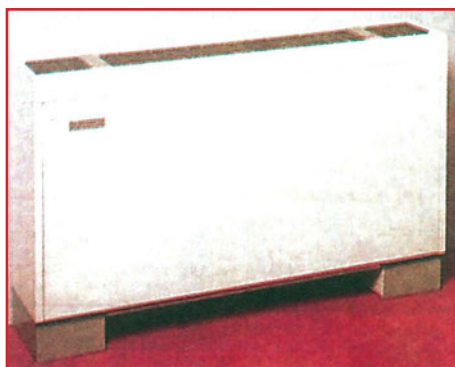
Εικόνα 2.6: Επίπεδα θερμαντικά σώματα

● **κονβεκτέρ**

Είναι θερμαντικά σώματα που αποτελούνται από σωλήνες με πτερύγια, που τοποθετούνται σε καλαίσθητα μεταλλικά περιβλήματα. Αποδίδουν θερμότητα στο χώρο, κυρίως με συναγωγή.



Εικόνα 2.7: Κονβεκτέρ



● **Fan coil**

Είναι θερμαντικά σώματα που αποτελούνται από σωλήνες (στοιχεία) σε μορφή σερπαντίνας και διαθέτουν ανεμιστήρα ο οποίος εξαναγκάζει τον αέρα του χώρου να περάσει μέσα από αυτούς, με αποτέλεσμα την αύξηση της μεταφοράς θερμότητας στο χώρο. Η μεταφορά θερμότητας γίνεται κυρίως με συναγωγή. Τα σώματα αυτά χρησιμοποιούνται για θέρμανση και για ψύξη του χώρου.

Εικόνα 2.8: Fan coil

### ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΑΠΑΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ο τρόπος υπολογισμού της κατανομής δαπανών θέρμανσης, δηλαδή της χρέωσης για τη θέρμανση κάθε διαμερίσματος στα κτίρια με αυτόνομη θέρμανση, δίνεται από το Προεδρικό Διάταγμα (Φ.Ε.Κ. 631/Δ/27.9.85). Απαραίτητο στοιχείο για τον υπολογισμό των δαπανών με βάση τους τύπους που αναφέρονται στο Προεδρικό Διάταγμα είναι η κατανάλωση θερμότητας, η οποία μετρείται με δύο τρόπους:

♦ Με **το χρόνο** κατά τον οποίο κυκλοφορεί το θερμό νερό στο κύκλωμα θέρμανσης κάθε διαμερίσματος. Η μέτρηση του χρόνου γίνεται σε ώρες (h) από ειδικές συσκευές, οι οποίες ονομάζονται **ωρομετρητές** και ενσωματώνονται στον πίνακα αυτονομίας ή τοποθετούνται σε ανεξάρτητο πίνακα. Στην περίπτωση αυτή, ο τύπος ο οποίος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δαπανών θέρμανσης είναι:

$\Pi_i = \{f_i \epsilon_i + (\Omega_i \epsilon_i / \Sigma \Omega_i \epsilon_i) (1 - \Sigma f_i \epsilon_i)\} \times 100$ , όπου:

- Ο συντελεστής  $\Omega_i$  εκφράζει τις ώρες κατανάλωσης θερμότητας του διαμερίσματος για το συγκεκριμένο διάστημα χρέωσης. Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τη διαφορά της τελευταίας ένδειξης του ωρομετρητή του διαμερίσματος με την προηγούμενη ένδειξη χρέωσης.
- Ο συντελεστής  $\epsilon_i$  εκφράζει το λόγο των θερμικών απωλειών του διαμερίσματος προς τις συνολικές απώλειες του κτιρίου. Θερμικές απώλειες του διαμερίσματος είναι η ποσότητα θερμότητας που διαφεύγει από το διαμέρισμα μέσω των τοίχων, της οροφής και των ανοιγμάτων του προς το γειτονικό περιβάλλον.
- Ο συντελεστής  $f_i$  εκφράζει το λόγο του θερμικού φορτίου που δέχεται το διαμέρισμα όταν είναι κλειστό και δε θερμαίνεται προς το θερμικό φορτίο που δέχεται όταν λειτουργεί κανονικά.
- Ο συντελεστής  $\Pi_i$  εκφράζει το ποσοστό επί τοις εκατό (%) της επιβάρυνσης του διαμερίσματος στις δαπάνες θέρμανσης, για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κατανάλωσης θερμότητας, π.χ. για ένα μήνα.

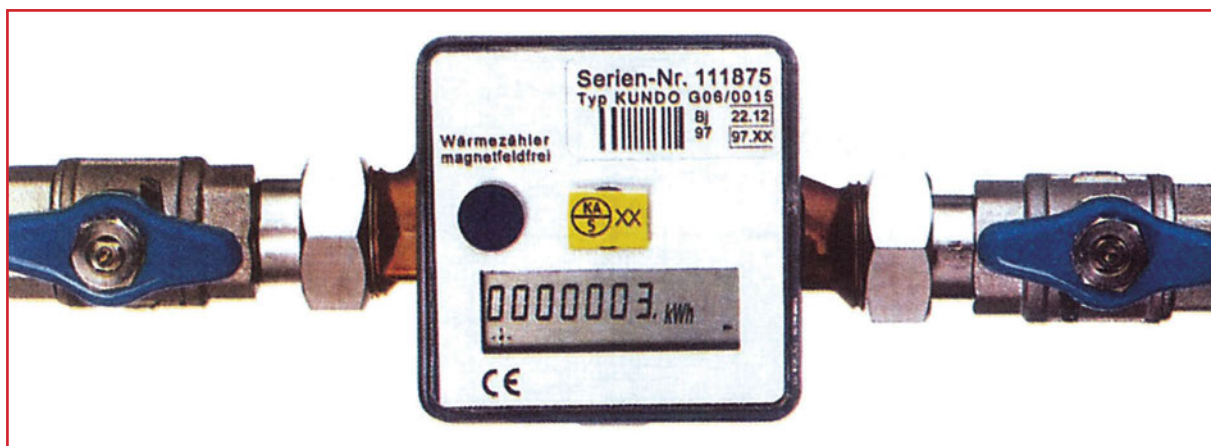
♦ Με την **ποσότητα** θερμότητας η οποία καταναλώνεται από το κύκλωμα θέρμανσης κάθε διαμερίσματος και μετρείται με ειδικές συσκευές, που ονομάζονται **μετρητές θερμότητας**. Στην περίπτωση αυτή, ο τύπος ο οποίος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δαπανών θέρμανσης είναι:

$$Π_i = \{f_i \cdot \varepsilon_i + (M_i / \sum M_i) \cdot (1 - \sum f_i \cdot \varepsilon_i)\} \cdot 100, \text{ όπου:}$$

Ο συντελεστής  $M_i$  εκφράζει την κατανάλωση θερμότητας του διαμερίσματος για το συγκεκριμένο διάστημα χρέωσης. Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τη διαφορά της τελευταίας ένδειξης του μετρητή θερμότητας με την προηγούμενη ένδειξη χρέωσης.

### Μετρητές θερμότητας

Είναι ηλεκτρομηχανολογικές συσκευές οι οποίες μετράνε την ποσότητα θερμικής ενέργειας που καταναλώνεται σε κυκλώματα θέρμανσης θερμού νερού. Ουσιαστικά, ο μετρητής θερμότητας μετρά τη θερμοκρασία στην προσαγωγή, τη θερμοκρασία στην επιστροφή, τον όγκο του νερού που διέρχεται από το κύκλωμα θέρμανσης και υπολογίζει την κατανάλωση θερμικής ενέργειας. Η θερμική ενέργεια μετρείται σε kWh.



Εικόνα 2.9: Μετρητής θερμότητας

Ο μετρητής αποτελείται από το κύριο σώμα και τα δύο αισθητήρια θερμοκρασίας.

Το κύριο σώμα τοποθετείται στο σωλήνα επιστροφής του κυκλώματος θέρμανσης μετά το τελευταίο θερμαντικό σώμα. Το ένα αισθητήριο θερμοκρασίας τοποθετείται στην προσαγωγή του κυκλώματος πριν από το πρώτο θερμαντικό σώμα, ενώ το άλλο τοποθετείται στην επιστροφή μετά το μετρητή.

Ο μετρητής θερμότητας λειτουργεί με εναλλασσόμενη τάση 230 V ή με συνεχή τάση από μπαταρία.

## 2.7 Ηλεκτρική εγκατάσταση λεβητοστασίου

Το λεβητοστάσιο είναι ο χώρος του κτιρίου όπου τοποθετείται η κεντρική πηγή θερμότητας, δηλαδή ο λέβητας και ο καυστήρας καθώς επίσης ο κυκλοφορητής και ο πίνακας αυτονομίας. Βρίσκεται συνήθως στο υπόγειο του κτιρίου.

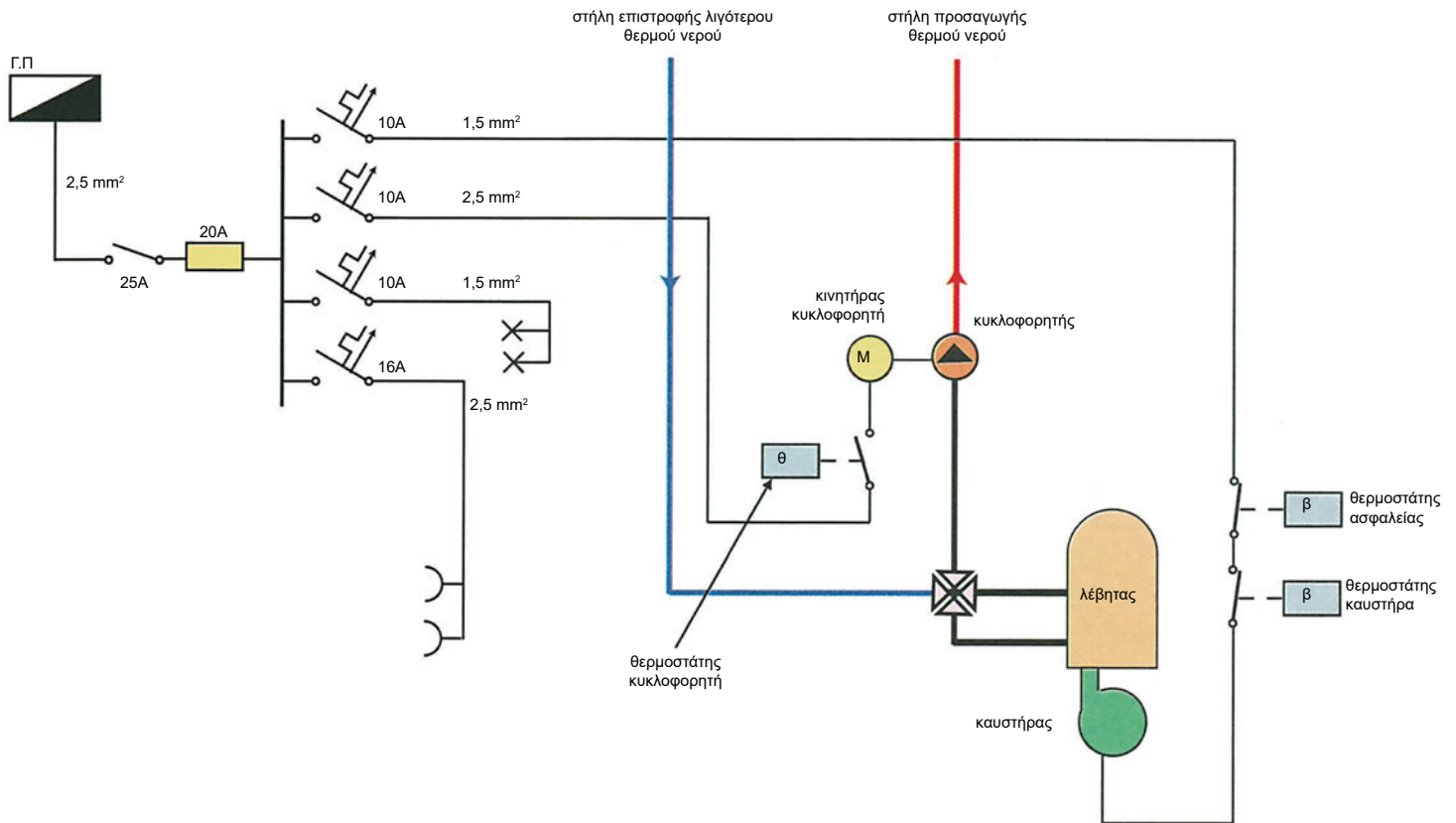
Για την τροφοδοσία των συσκευών κεντρικής θέρμανσης που λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα προβλέπεται ξεχωριστή γραμμή από το γενικό πίνακα της Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης του κτιρίου, η οποία καταλήγει στον πίνακα του λεβητοστασίου. Η γραμμή αυτή είναι μονοφασική (π.χ. 3x2,5 mm<sup>2</sup>) ή τριφασική (π.χ. 5x2,5 mm<sup>2</sup>), ανάλογα με το είδος του καυστήρα και του κυκλοφορητή (μονοφασικών ή τριφασικών) και με ελάχιστη διατομή

αγωγών 2,5 mm<sup>2</sup>, σύμφωνα με τους κανονισμούς Ε.Η.Ε. για τη σύνδεση γενικού πίνακα με υποπίνακα. Ο πίνακας λεβητοστασίου διαθέτει γενικό διακόπτη, γενική ασφάλεια και επιμέρους ασφάλειες και τροφοδοτεί:

- ❖ τον καυστήρα,
- ❖ τον κυκλοφορητή,
- ❖ το φωτισμό του λεβητοστασίου και
- ❖ τους ρευματοδότες. Οι ρευματοδότες πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο.

**Σε περίπτωση αυτονομίας θέρμανσης, ο υποπίνακας λεβητοστασίου τροφοδοτεί τον πίνακα αυτονομίας και μέσω αυτού τροφοδοτούνται ο καυστήρας, ο κυκλοφορητής και οι ηλεκτροκίνητες βάνες.**

Στα κτίρια κατοικιών, η γραμμή τροφοδοσίας του λεβητοστασίου αναχωρεί από τον πίνακα κοινοχρήστων και επαρκεί μία μονοφασική γραμμή 3x2,5 mm<sup>2</sup>, η οποία ασφαρίζεται με μικροαυτόματο 16Α.



**Σχήμα 2.6:** Ηλεκτρική εγκατάσταση λεβητοστασίου (όταν δεν υπάρχει αυτονομία θέρμανσης)

## 2.8 Σύστημα αυτονομίας θέρμανσης

Είναι το σύστημα αυτοματισμού που μας παρέχει τη δυνατότητα να έχουμε ανεξάρτητη θέρμανση σε κάθε διαμέρισμα κτιρίου κατοικιών και συνεργάζεται με τις κεντρικές θερμάνσεις που χρησιμοποιούν μονοσωλήνιο σύστημα σωληνώσεων. Ουσιαστικά, το σύστημα αυτό επιτρέπει στον κάθε ένοικο να προσαρμόζει τη θέρμανση του διαμερίσματος στις πραγματικές του ανάγκες, δηλαδή να έχει θέρμανση όταν τη χρειάζεται και στη θερμοκρασία που του προκαλεί ευεξία (τον ευχαριστεί). Τα βασικά μέρη του συστήματος αυτονομίας θέρμανσης είναι:

- ο θερμοστάτης χώρου,
- η ηλεκτροκίνητη βάνα (ηλεκτροβάννα αυτονομίας) και
- ο πίνακας αυτονομίας.

### 2.8.1 Θερμοστάτης χώρου

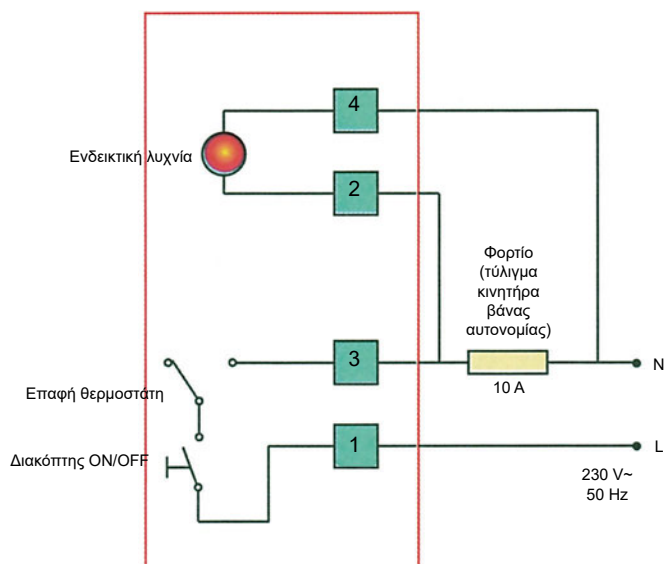
Είναι συσκευή αυτοματισμού που αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία του αέρα του χώρου στον οποίο τοποθετείται και ανοίγει ή κλείνει τις ηλεκτρικές επαφές που διαθέτει, όταν η θερμοκρασία του χώρου φθάσει τη θερμοκρασία ρύθμισης της συσκευής. Ως αισθητήριο θερμοκρασίας οι θερμοστάτες χώρου χρησιμοποιούν κυρίως διμεταλλικά στοιχεία ή θερμίστορ.

#### ● Διμεταλλικό στοιχείο

Είναι λεπτή μεταλλική ταινία αποτελούμενη από δύο στρώματα το καθένα από τα οποία είναι από διαφορετικό μέταλλο. Επειδή τα δύο μέταλλα έχουν διαφορετικό θερμικό συντελεστή, η καμπυλότητα του διμεταλλικού στοιχείου αλλάζει με την αλλαγή της θερμοκρασίας. Το χαρακτηριστικό αυτό των διμεταλλικών χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση (το άνοιγμα ή κλείσιμο) ηλεκτρικών επαφών, οι οποίες με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται στο άνοιγμα ή κλείσιμο ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

#### ● Θερμίστορ

Είναι αντιστάτης θερμικά ευαίσθητος, κατασκευασμένος από ημιαγωγό, η αντίσταση του οποίου μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Η ιδιότητα αυτή καθιστά το θερμίστορ ιδανικό αισθητήριο θερμοκρασίας. Όταν το θερμίστορ αποτελεί στοιχείο ηλεκτρικού κυκλώματος, η μεταβολή της αντίστασής του με τη θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα τη μετα-



Σχήμα 2.7: Ηλεκτρική συνδεσμολογία θερμοστάτη

βολή του ρεύματος στο κύκλωμα. Οι θερμοστάτες που χρησιμοποιούν το θερμίστορ ως αισθητήριο θερμοκρασίας διαθέτουν κατάλληλα ηλεκτρικά (ηλεκτρονικά) κυκλώματα στα οποία η θερμοκρασία προκύπτει από τη μέτρηση της μεταβολής του ρεύματος (η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλει την αντίσταση του θερμίστορ).

### Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοστάτη

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του θερμοστάτη είναι:

- ❖ Η τροφοδοσία, για παράδειγμα 230V AC ή 24V AC με μετασχηματιστή για τον υποβιβασμό της τάσης του δικτύου.
- ❖ Η περιοχή θερμοκρασιών στην οποία λειτουργεί, για παράδειγμα από 0 έως 30 °C.
- ❖ Ο αριθμός ηλεκτρικών επαφών, για παράδειγμα 3 επαφές κανονικά ανοικτές.

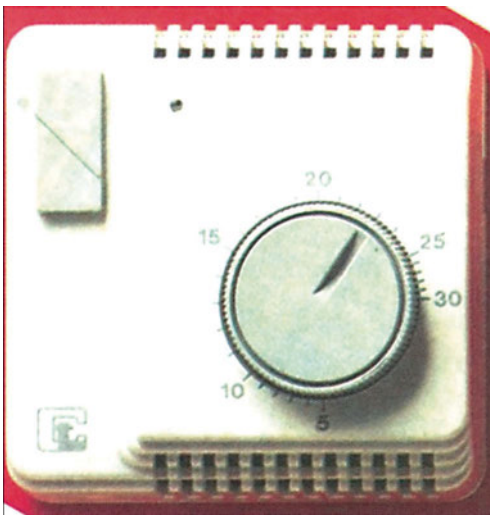
❖ Ρεύμα και τάση λειτουργίας επαφών, για παράδειγμα 5A/250V.

❖ Το διαφορικό που εκφράζει την ακρίβεια με την οποία μπορούμε να επιλέξουμε μια θερμοκρασία. Εάν έχουμε διαφορικό  $\pm 0,5$  °C και έχουμε επιλέξει θερμοκρασία 20 °C, τότε ο θερμοστάτης δε θα ενεργοποιηθεί όταν πράγματι η θερμοκρασία του χώρου είναι 20 °C, αλλά μπορεί να ενεργοποιηθεί σε οποιαδήποτε θερμοκρασία μεταξύ των 19,5 °C και 20,5 °C.

### Κατηγορίες θερμοστατών χώρου

Οι θερμοστάτες διακρίνονται με βάση τον τρόπο κατασκευής τους σε:

- ηλεκτρομηχανικούς και
- ηλεκτρονικούς.



#### ❖ Ηλεκτρομηχανικοί

Είναι οι θερμοστάτες χώρου που διαθέτουν διμεταλλικό αισθητήριο θερμοκρασίας και των οποίων οι ηλεκτρικές επαφές ενεργοποιούνται μηχανικά. Διαθέτουν συρόμενους, περιστρεφόμενους διακόπτες για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και για το άνοιγμα-κλείσιμο του θερμοστάτη. Είναι εύκολοι στο χειρισμό.

Εικόνα 2.10: Ηλεκτρομηχανικός θερμοστάτης

#### ❖ Ηλεκτρονικοί

Είναι οι θερμοστάτες χώρου που χρησιμοποιούν το θερμίστορ σαν αισθητήριο θερμοκρασίας και οι ηλεκτρικές επαφές των οποίων, ενεργοποιούνται ηλεκτρικά. Διαθέτουν συνήθως οθόνη LCD, στην οποία εμφανίζεται η θερμοκρασία του δωματίου και πληκτρολόγιο για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας.

Τόσο οι ηλεκτρομηχανικοί όσο και οι ηλεκτρονικοί θερμοστάτες χώρου διακρίνονται σε απλούς, που προσφέρουν μόνο τις βασικές λειτουργίες, και σε προγραμματιζόμενους.

### ❖ Προγραμματιζόμενοι

Είναι οι θερμοστάτες χώρου που μας προσφέρουν τη δυνατότητα να επιλέγουμε εκ των προτέρων τη θερμοκρασία του χώρου, για διαφορετικές περιόδους της ημέρας, π.χ. 20 °C την ημέρα και 16 °C τη νύχτα.

### Θέση τοποθέτησης θερμοστάτη

Η επιλογή της θέσης τοποθέτησης είναι πολύ σημαντική, επειδή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη σωστή ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου. Πρέπει να αποφεύγουμε τη τοποθέτηση θερμοστάτη κοντά σε πόρτες, παράθυρα και σε θέσεις με απευθείας έκθεση στον ήλιο. Εάν, για παράδειγμα, τοποθετήσουμε το θερμοστάτη σε θέση με απευθείας έκθεση στον ήλιο, τότε αυτός θα μετράει θερμοκρασία υψηλότερη από αυτή του δωματίου, με αποτέλεσμα η ρύθμιση της θερμοκρασίας του δωματίου να είναι μικρότερη από την επιθυμητή.



Εικόνα 2.11: Προγραμματιζόμενος ηλεκτρονικός θερμοστάτης

## 2.8.2 Ηλεκτροκίνητη βάνα (Ηλεκτροβάνα αυτονομίας)

Αποτελείται από τη βάνα και τον κινητήρα.

### ● Βάνα

Είναι δίοδο βάνα, δηλαδή διαθέτει μία είσοδο και μία έξοδο. Παρεμβάλλεται μεταξύ της στήλης προσαγωγής θερμού νερού και του συλλέκτη προσαγωγής του διαμερίσματος και επιτρέπει ή όχι τη διόδο του ζεστού νερού στα κυκλώματα ζεστού νερού του διαμερίσματος (Σχήμα 2.5).

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της βάνας είναι :

- ✓ Ονομαστική διάμετρος, π.χ. 12 mm ή 1/2 ίντσας (DN 12), 18 mm ή 3/4 ίντσας (DN 18), 25 mm ή 1 ίντσα (DN 25).
- ✓ Πίεση λειτουργίας, π.χ. PN 6, PN 10.

### ● Κινητήρας

Είναι μονοφασικός σύγχρονος ή ασύγχρονος κινητήρας ο οποίος συνδέεται στο μηχανισμό ανοίγματος-κλεισίματος της βάνας και ελέγχει το άνοιγμα ή το κλείσιμο της με εντολές που παίρνει από το θερμοστάτη χώρου.

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του κινητήρα είναι:

- ✓ Η τάση λειτουργίας : 24V AC, 110V AC, 230V AC.
- ✓ Η ισχύς κατανάλωσης, π.χ. 5,5 W.
- ✓ Το ονομαστικό ρεύμα, π.χ. 25 mA.
- ✓ Η ροπή στρέψης π.χ. 10 Nm.
- ✓ Η προστασία περιβλήματος από είσοδο ξένων σωμάτων και νερού, π.χ. IP 54.

### 2.8.3 Πίνακας αυτονομίας

Είναι πίνακας αυτοματισμού και καταγραφής ο οποίος ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα και του κυκλοφορητή, με σκοπό να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις σε θερμότητα των χώρων του κτιρίου. Επίσης, καταγράφει την κατανάλωση θερμότητας κάθε χώρου ξεχωριστά, για τον υπολογισμό της κατανομής δαπανών. Ο έλεγχος του καυστήρα και του κυκλοφορητή γίνεται με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων (θερμοκρασία ρύθμισης θερμοστατών χώρου) και τη θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής. Η κατανάλωση θερμότητας υπολογίζεται μετρώντας το χρόνο κυκλοφορίας του θερμού νερού στο κύκλωμα θέρμανσης του κάθε διαμερίσματος ξεχωριστά, με τους ωρομετρητές οι οποίοι ενσωματώνονται στον πίνακα αυτονομίας.

Οι πίνακες αυτονομίας αποτελούνται από :

- το γενικό διακόπτη,
- τους επιμέρους διακόπτες για τον κυκλοφορητή και τον καυστήρα,
- τη γενική ασφάλεια και τις επιμέρους ασφάλειες,
- τους ηλεκτρονόμους (ρελέ),
- τις καλωδιώσεις,
- τους ωρομετρητές και
- ενδεικτικές λυχνίες για την οπτική ένδειξη της λειτουργίας ή μη του καυστήρα και του κυκλοφορητή.

Στον πίνακα αυτοματισμού συνδέονται φάση, ουδέτερος, γείωση και οι παρακάτω συσκευές (Σχήμα 2.8 και 2.9) :

- καυστήρας
- κυκλοφορητής
- θερμοστάτης καυστήρα
- θερμοστάτης κυκλοφορητή

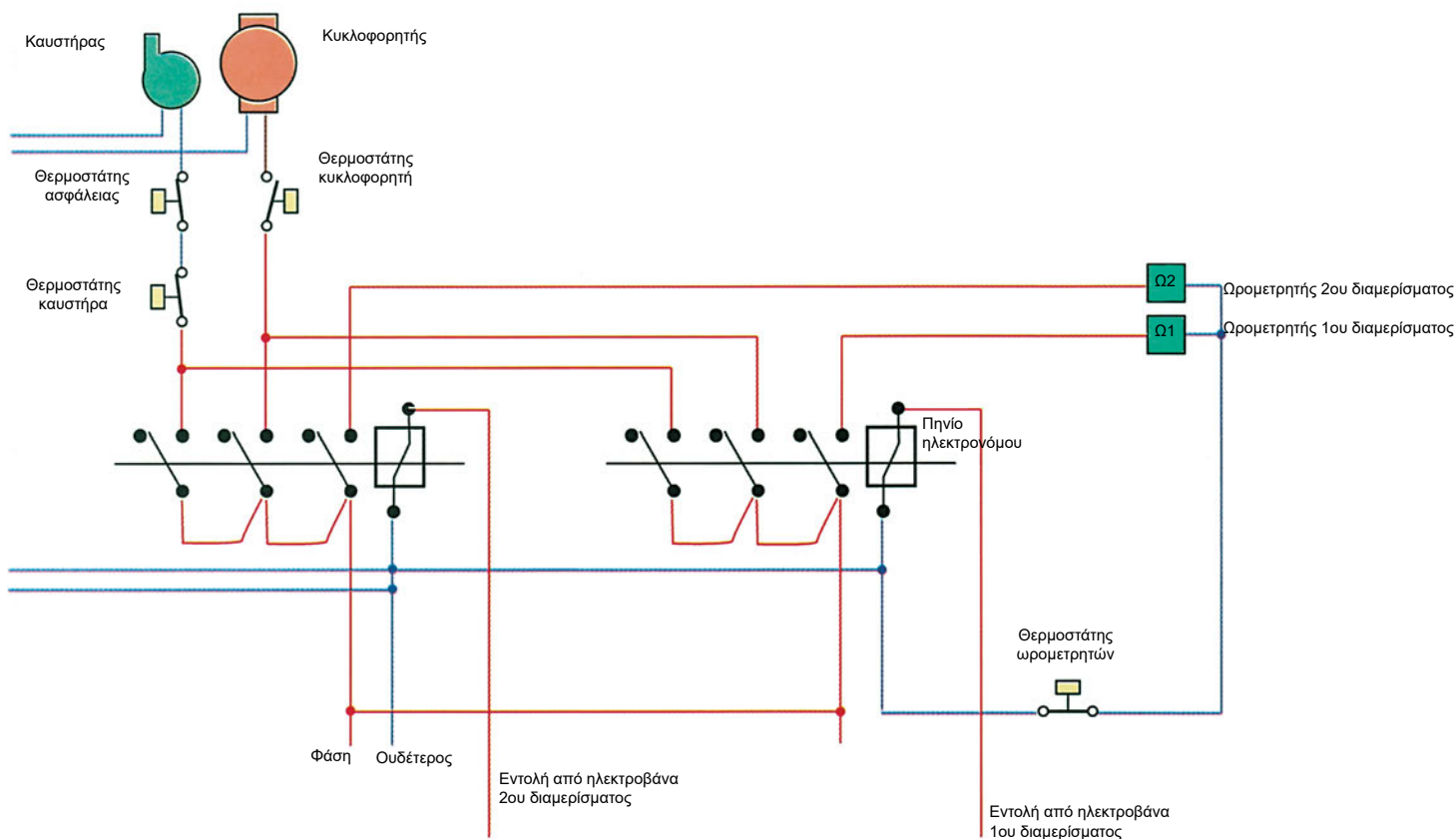
#### Θερμοστάτης καυστήρα

Ο θερμοστάτης αυτός παρακολουθεί τη θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής. Μπορεί να είναι είτε επαφής, δηλαδή το αισθητήριό του τίθεται σε επαφή με το σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού, είτε εμβάπτισης, δηλαδή το αισθητήριο θερμοκρασίας τίθεται σε επαφή με το θερμό νερό. Ρυθμίζεται στη μέγιστη θερμοκρασία στην οποία επιθυμούμε να θερμαίνεται το νερό (π.χ. 90°C). Όταν η θερμοκρασία του θερμού νερού είναι μικρότερη από τη μέγιστη, τότε η ηλεκτρική επαφή του είναι κλειστή και επιτρέπει τη λειτουργία του καυστήρα, όταν χρειάζεται. Όταν η θερμοκρασία του θερμού νερού φθάσει τη μέγιστη, τότε ανοίγει η ηλεκτρική επαφή του και σταματά η λειτουργία του καυστήρα.

#### Θερμοστάτης κυκλοφορητή

Ο θερμοστάτης αυτός παρακολουθεί τη θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής. Μπορεί να είναι είτε επαφής, δηλαδή το αισθητήριό του τίθεται σε επαφή με το σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού, είτε εμβάπτισης, δηλαδή το αισθητήριο θερμοκρασίας τίθεται σε επαφή με το θερμό νερό. Ρυθμίζεται σε θερμοκρασία μεταξύ 40 και 50 °C. Όταν η θερμοκρασία του θερμού νερού είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία ρύθμισης, τότε η ηλεκτρική επαφή του θερμοστάτη είναι ανοιχτή και δεν επιτρέπει τη λειτουργία του κυκλοφορητή. Αν η θερμοκρασία είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ρύθμισης, τότε η επαφή κλείνει και επιτρέπεται, αν χρειάζεται, η λειτουργία του κυκλοφορητή.

Στο Σχήμα 2.8 δίνεται το κύκλωμα αυτοματισμού πίνακα αυτονομίας για δύο διαμερίσματα. Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιεί έναν ηλεκτρονόμο για κάθε διαμέρισμα και λειτουργεί με τον ακόλουθο τρόπο: όταν η ηλεκτροκίνητη βάννα του διαμερίσματος ανοίγει, δίνει εντολή και τροφοδοτείται το πηνίο του ηλεκτρονόμου. Με την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου, κλείνουν οι ηλεκτρικές επαφές του και τροφοδοτούνται ο καυστήρας, ο κυκλοφορητής και ο ωρομετρητής του διαμερίσματος. Εάν είναι κλειστές οι ηλεκτρικές επαφές του θερμοστάτη καυστήρα, του θερμοστάτη κυκλοφορητή και του θερμοστάτη ωρομετρητών, οι οποίες παρεμβάλλονται στο σύστημα τροφοδοσίας των αντίστοιχων συσκευών, τότε ο καυστήρας, ο κυκλοφορητής και ο ωρομετρητής του αντίστοιχου διαμερίσματος τίθενται σε λειτουργία.



Σχήμα 2.8: Κύκλωμα αυτοματισμού πίνακα αυτονομίας

### 2.8.4 Αρχή λειτουργίας συστήματος αυτονομίας θέρμανσης

Το σύστημα αυτονομίας και επομένως η κεντρική θέρμανση τίθεται σε λειτουργία όταν ένα από τα διαμερίσματα ζητήσει θερμότητα. Η ζήτηση δηλώνεται από τον ένοικο του χώρου με τη ρύθμιση του αντίστοιχου θερμοστάτη στην κατάλληλη θερμοκρασία, π.χ. 20 °C. Αν η θερμοκρασία του διαμερίσματος είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία ρύθμισης, τότε ενεργοποιείται (κλείνει) η κατάλληλη επαφή του θερμοστάτη (Σχήμα 2.9, επαφή 3), η οποία δίνει εντολή στον ηλεκτροκίνητηρα να ανοίξει τη βάννα του διαμερίσματος, ώστε να είναι δυνατή η κυκλοφορία του θερμού νερού στο κύκλωμα θέρμανσης του χώρου. Υπάρχει επιβεβαίωση του ανοίγματος της βάννας με τη χρήση συνήθως θερματικού διακόπτη, για να είμαστε σίγουροι ότι η βάννα πράγματι άνοιξε. Όταν η βάννα ανοίξει, τότε η ηλεκτρική επαφή του θερματικού διακόπτη ενεργοποιείται (Σχήμα 2.9, κλείνει η επαφή 2-4) και έτσι δίνεται εντολή στον πίνακα αυτονομίας να λειτουργήσουν οι παρακάτω συσκευές (Σχήμα 2.8):

### • Καυστήρας

Για να λειτουργήσει ο καυστήρας, δεν είναι αρκετή η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας. Πρέπει επίσης η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής να βρίσκεται στην κατάλληλη περιοχή θερμοκρασιών. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις :

- 1) Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι ίση με τη μέγιστη θερμοκρασία (π.χ. 90 °C) στην οποία έχει ρυθμισθεί ο θερμοστάτης του καυστήρα. Τότε, ο καυστήρας δεν μπορεί να λειτουργήσει, επειδή η επαφή του θερμοστάτη είναι ανοικτή και δεν του το επιτρέπει.
- 2) Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι μικρότερη από τη μέγιστη θερμοκρασία, οπότε η επαφή του θερμοστάτη είναι κλειστή και συνεπώς ο καυστήρας τίθεται σε λειτουργία.

### • Κυκλοφορητής

Για να λειτουργήσει ο κυκλοφορητής, δεν είναι αρκετή η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας. Πρέπει επίσης η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής να είναι στην κατάλληλη περιοχή. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- 1) Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής στα θερμαντικά σώματα είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη κυκλοφορητή (π.χ. 40 °C). Τότε, η επαφή του θερμοστάτη είναι ανοικτή και δεν επιτρέπει στον κυκλοφορητή να λειτουργήσει. Η λειτουργία του κυκλοφορητή για θερμοκρασίες κάτω από ένα όριο δεν επιτρέπεται, επειδή, αν η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι μικρότερη από την θερμοκρασία δωματίου, τότε το νερό θα αφαιρεί θερμότητα από το δωμάτιο αντί να προσθέτει και επομένως το δωμάτιο θα ψύχεται αντί να θερμαίνεται.
- 2) Η θερμοκρασία είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη. Τότε, η επαφή του θερμοστάτη είναι κλειστή και συνεπώς τίθεται σε λειτουργία ο κυκλοφορητής και το θερμό νερό κυκλοφορεί μέσα από το κύκλωμα θέρμανσης του διαμερίσματος.

Οι τιμές θερμοκρασιών στις οποίες ρυθμίζεται ο θερμοστάτης του κυκλοφορητή είναι από 40 έως 50 °C.

### • Ωρομετρητής

Για να τεθεί σε λειτουργία ο ωρομετρητής του κάθε διαμερίσματος, δεν είναι αρκετή η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας του διαμερίσματος. Πρέπει επίσης η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής να είναι πάνω από ένα όριο ( π.χ. 40 °C). Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

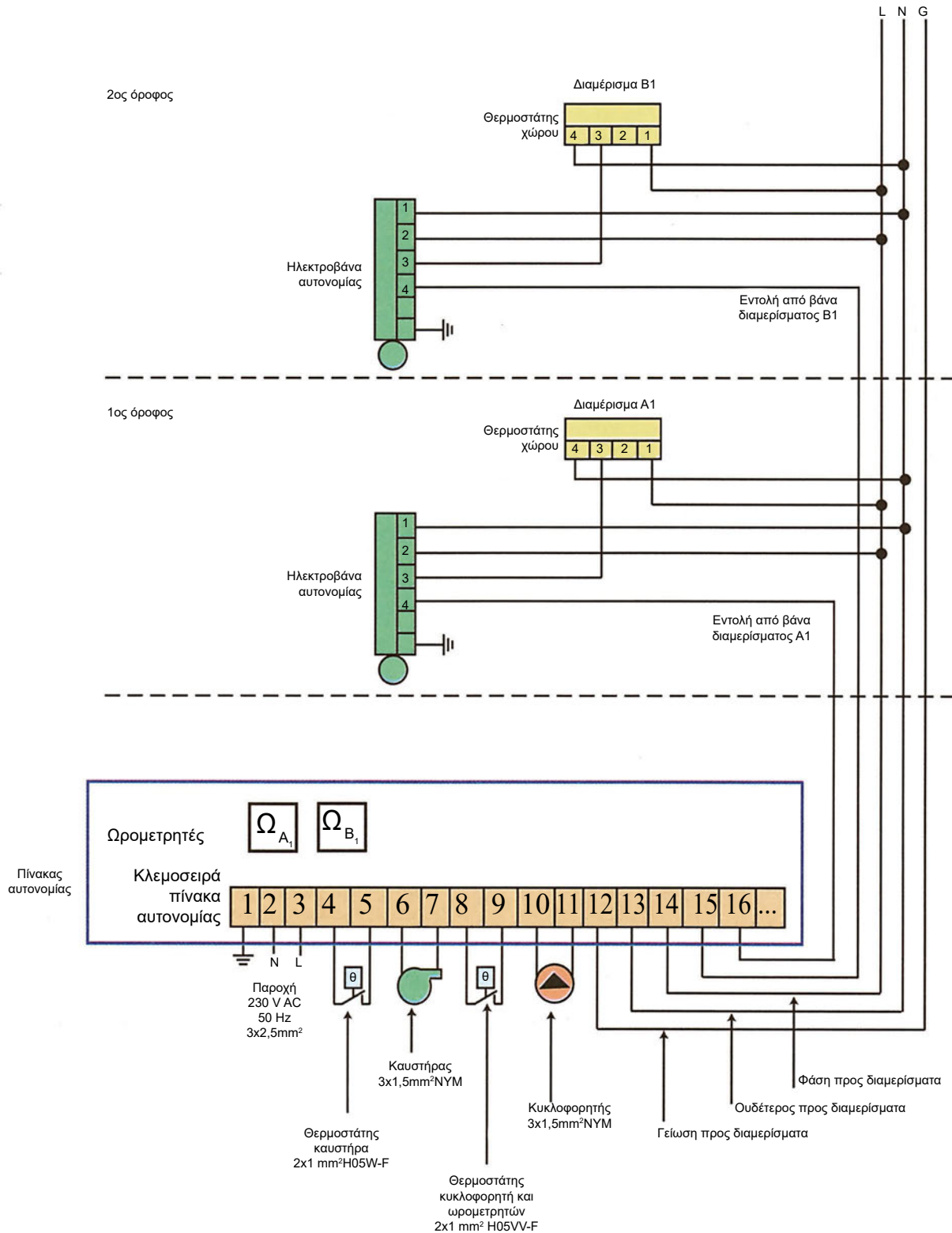
- 1) Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι κάτω από το όριο στο οποίο έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης ωρομετρητών. Τότε, η ηλεκτρική επαφή του είναι ανοικτή και δεν επιτρέπει τη λειτουργία του ωρομετρητή. Το όριο αυτό τίθεται για να μη χρεώνεται ο ένοικος που ζητάει πρώτος θέρμανση το χρόνο αναμονής που απαιτείται για να θερμανθεί το νερό μέχρι την κατάλληλη θερμοκρασία (π.χ. 40 °C).

- 2) Η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι πάνω από το όριο στο οποίο έχει ρυθμιστεί ο θερμοστάτης ωρομετρητών. Τότε, η ηλεκτρική επαφή του είναι κλειστή και επιτρέπει τη λειτουργία του ωρομετρητή, ο οποίος έτσι ξεκινάει να μετράει.

Ο θερμοστάτης του κυκλοφορητή χρησιμοποιείται επίσης και ως θερμοστάτης ωρομετρητών, επειδή χρησιμοποιεί την ίδια ρύθμιση θερμοκρασίας.

Στο Σχήμα 2.9 δίνεται το διάγραμμα συνδεσμολογίας όλων των συσκευών που συμμετέχουν στο σύστημα αυτονομίας για δύο διαμερίσματα.

**Το διάγραμμα αυτό είναι ενδεικτικό και πρέπει πάντοτε να συμβουλευέστε τα σχέδια συνδεσμολογίας που δίνουν οι κατασκευαστές για τον πίνακα αυτονομίας, την ηλεκτροβάνα αυτονομίας και το θερμοστάτη χώρου.**



Σχήμα 2.9: Διάγραμμα συνδεσμολογίας συστήματος αυτονομίας

## ■ 2.9 Σύστημα αντιστάθμισης θέρμανσης

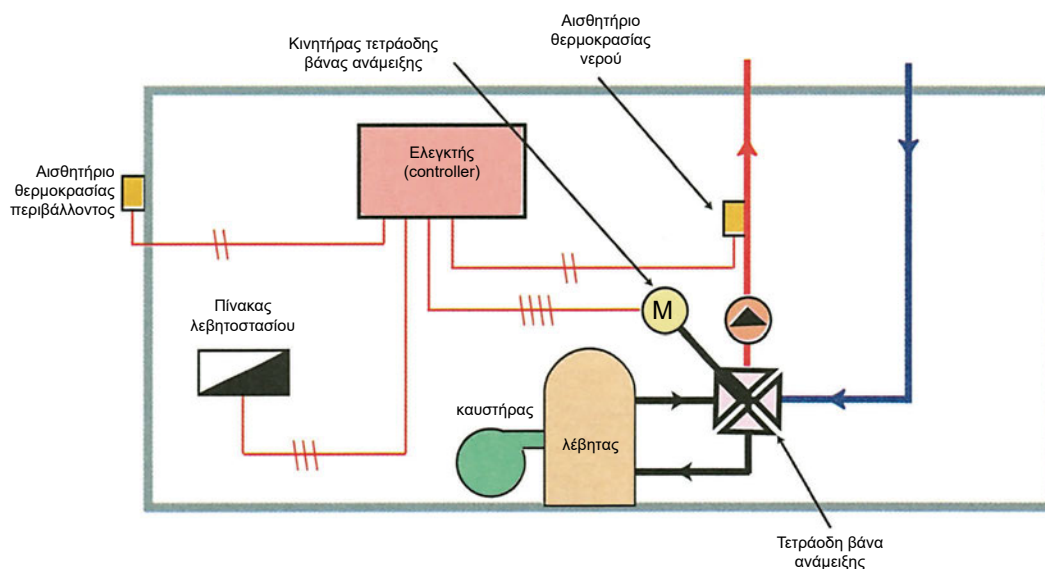
Οι κεντρικές θερμάνσεις σχεδιάζονται με βάση τη μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής (π.χ. +1 °C για την Αθήνα), για να μπορούν να καλύψουν τις μέγιστες πιθανές θερμικές απώλειες του κτιρίου. Θερμικές απώλειες χώρου είναι το ποσό της θερμικής ενέργειας στη μονάδα του χρόνου, που διαφεύγει από το χώρο μέσω της οροφής, δαπέδου, τοίχων και των ανοιγμάτων του προς το περιβάλλον και τους γειτονικούς χώρους. Η θερμότητα ρέει από μόνη της, πάντα από την υψηλότερη θερμοκρασία προς τη χαμηλότερη. Όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από τη μέση ελάχιστη, δηλαδή πλησιάζει τη θερμοκρασία του χώρου, τόσο οι απώλειες θερμότητας μειώνονται. Τις περισσότερες ημέρες που χρησιμοποιούμε θέρμανση, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος εί-

ναι μεγαλύτερη από τη μέση ελάχιστη, με αποτέλεσμα οι απώλειες θερμότητας του κτιρίου να είναι μειωμένες. Εφόσον οι απώλειες θερμότητας του κτιρίου είναι μειωμένες, για να καλυφθούν, δε χρειάζεται να θερμανθεί το νερό στη μέγιστη θερμοκρασία που προβλέπεται από το μελετητή, (π.χ. 90 °C), αλλά σε χαμηλότερη, η τιμή της οποίας εξαρτάται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό, περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας, με αποτέλεσμα μικρότερη οικονομική επιβάρυνση των ενοίκων καθώς και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Για να ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής και επομένως για να περιορίσουμε την κατανάλωση ενέργειας στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, χρησιμοποιείται **το σύστημα αντιστάθμισης θέρμανσης**.

Το σύστημα αυτό είναι σύστημα αυτοματισμού με το οποίο ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Τα συστήματα αντιστάθμισης θέρμανσης αποτελούνται από:

- τα αναλογικά αισθητήρια θερμοκρασίας περιβάλλοντος και νερού,
- την αναλογική ηλεκτροκίνητη τρίοδη ή τετράοδη βάνα ανάμειξης και
- τον ελεγκτή (controller).



Σχήμα 2.10: Σύστημα αντιστάθμισης θέρμανσης

### **Αναλογικά αισθητήρια θερμοκρασίας περιβάλλοντος και νερού**

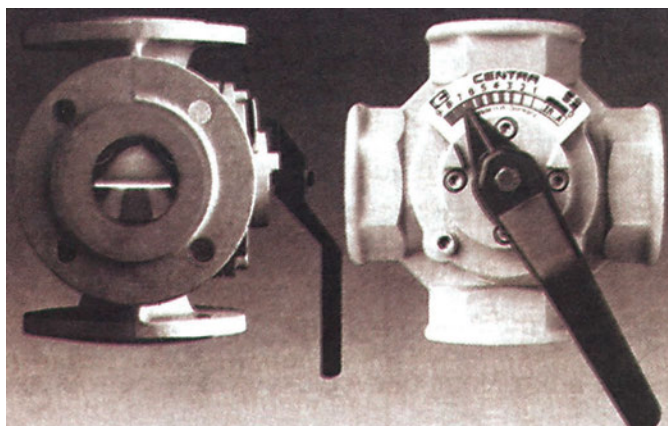
Το αναλογικό αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος τοποθετείται έξω από το κτίριο και σκοπό έχει να παρακολουθεί τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος και να ενημερώνει τον ελεγκτή.

Το αναλογικό αισθητήριο θερμοκρασίας νερού μπορεί να είναι επαφής, δηλαδή το αισθητήριο θερμοκρασίας να είναι σε επαφή με το σωλήνα προσαγωγής του θερμού νερού, ή εμβάπτισης, δηλαδή το αισθητήριο θερμοκρασίας να είναι σε επαφή με το νερό προσαγωγής. Το αισθητήριο αυτό παρακολουθεί τη θερμοκρασία του θερμού νερού που προσάγεται στα θερμαντικά σώματα.

Αναλογική ηλεκτροκίνητη τρίοδη ή τετράοδη βάνα ανάμειξης.

Αποτελείται από τη βάνα ανάμειξης, τρίοδη ή τετράοδη και τον κινητήρα.

- **Η τρίοδη βάνα ανάμειξης** είναι υδραυλική συσκευή η οποία διαθέτει δύο εισόδους και μία έξοδο και αναμειγνύει τα ρεύματα νερού που εισέρχονται στις εισόδους της, με σκοπό τη ρύθμιση της παροχής ή της θερμοκρασίας των ρευμάτων νερού στην έξοδο. Στην αντιστάθμιση θέρμανσης, η βάνα ανάμειξης αναμειγνύει μέρος του λιγότερο θερμού νερού που επιστρέφει από τα θερμαντικά σώματα με το περισσότερο θερμό νερό που φεύγει από το λέβητα, με σκοπό τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού στην έξοδό της, το οποίο κατευθύνεται στα θερμαντικά σώματα.



*Εικόνα 2.12: Τρίοδη και τετράοδη βάνα ανάμειξης*

- **Η τετράοδη βάνα ανάμειξης** είναι υδραυλική συσκευή η οποία διαθέτει δύο εισόδους και δύο εξόδους και αναμειγνύει τα ρεύματα νερού που εισέρχονται στις εισόδους της, με σκοπό τη ρύθμιση της παροχής ή της θερμοκρασίας των ρευμάτων νερού στις εξόδους της. Στην αντιστάθμιση θέρμανσης, η βάνα ανάμειξης αναμειγνύει μέρος του λιγότερο θερμού νερού που επιστρέφει από τα θερμαντικά σώματα με το περισσότερο θερμό νερό που φεύγει από το λέβητα, με σκοπό τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού στην έξοδό της, το οποίο κατευθύνεται στα θερμαντικά σώματα.

- **Ο αναλογικός κινητήρας** είναι ηλεκτρική συσκευή η οποία συνδέεται με τη βάνα ανάμειξης και ρυθμίζει αναλογικά τη λειτουργία της.

#### **Ελεγκτής (controller)**

Είναι ηλεκτρονική συσκευή που σκοπό έχει να καθορίζει με βάση τη θερμοκρασία περιβάλλοντος τη θερμοκρασία που πρέπει να έχει το θερμό νερό προσαγωγής στα θερμαντικά σώματα και να επιτυγχάνει τη θερμοκρασία αυτή ελέγχοντας τη βάνα ανάμειξης. Για να επιτύχει το σκοπό του, ο ελεγκτής συνδέεται με το αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος, το αισθητήριο θερμοκρασίας εμβάπτισης και τον αναλογικό κινητήρα της βάνας ανάμειξης.

#### **Αρχή λειτουργίας του συστήματος αντιστάθμισης θέρμανσης**

Ο ελεγκτής ενημερώνεται για τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος από το αντίστοιχο αισθητήριο και καθορίζει με βάση τις ρυθμίσεις του τη θερμοκρασία που πρέπει να έχει το θερμό νερό που προσάγεται στα θερμαντικά σώματα. Στην συνέχεια, συγκρίνει τη θερμοκρασία αυτή με τη θερμοκρασία του θερμού νερού που λαμβάνει από το αντίστοιχο αισθητήριο. Εάν οι δύο θερμοκρασίες συμπίπτουν, ο ελεγκτής σταματάει κάθε άλλη ενέργεια, μέχρι να αλλάξει η εξωτερική θερμοκρασία. Εάν όμως δε συμπίπτουν, τότε ο ελεγκτής δίνει εντολή στον αναλογικό κινητήρα να ανοίξει ή να κλείσει τη βάνα ανάμειξης κατά ποσοστό (αναλογικός έλεγχος), ανάλογα με το αν χρειάζεται να αυξηθεί ή να μειωθεί η θερμοκρασία του θερμού νερού που προσάγεται στα θερμαντικά σώματα.

## 2.10 Ανακεφαλαίωση

Ο άνθρωπος, για να προστατευθεί από το κρύο και να δημιουργήσει συνθήκες άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας, χρησιμοποίησε τη θέρμανση. Η θέρμανση διακρίνεται σε τοπική και κεντρική. Η τοπική θέρμανση θερμαίνει μόνο ένα συγκεκριμένο χώρο, ενώ η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιώντας μόνο μία κεντρική εστία παραγωγής θερμότητας θερμαίνει όλο το κτίριο. Η μεταφορά θερμότητας προς τους χώρους στην περίπτωση της κεντρικής θέρμανσης γίνεται με νερό, ατμό ή αέρα.

Οι περισσότερα διαδεδομένες κεντρικές θερμάνσεις είναι αυτές που χρησιμοποιούν ως μέσο μεταφοράς θερμότητας το νερό. Οι κεντρικές θερμάνσεις νερού αποτελούνται από την κεντρική πηγή παραγωγής θερμότητας, το δίκτυο διανομής θερμού νερού, τον κυκλοφορητή και τα θερμαντικά σώματα. Η κεντρική πηγή παραγωγής θερμότητας αποτελείται από το σύστημα καυστήρα - λέβητα.

Οι καυστήρες δημιουργούν το κατάλληλο μείγμα αέρα - καυσίμου, συμβάλλουν στη σωστή καύση του και, ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε πετρελαίου και αερίου. Οι καυστήρες πρέπει να συντηρούνται σε τακτικά χρονικά διαστήματα, για να λειτουργούν σωστά και οικονομικά και για να μη ρυπαίνουν το περιβάλλον.

Ο λέβητας είναι μηχανολογική συσκευή η οποία διαθέτει κατάλληλο θάλαμο όπου γίνεται η καύση του μείγματος αέρα - καυσίμου και ο οποίος είναι κατάλληλα σχεδιασμένος, ώστε η θερμότητα που παράγεται από την καύση να μεταφέρεται στο μέσο μεταφοράς θερμότητας, δηλαδή στο νερό.

Το δίκτυο διανομής θερμού νερού αποτελείται από το δίκτυο σωληνώσεων, στο εσωτερικό των οποίων κυκλοφορεί το μέσο μεταφοράς θερμότητας (το νερό). Στην πράξη, έχουν επικρατήσει δύο συστήματα σωληνώσεων : το δισωλήνιο και το μονοσωλήνιο. Το δισωλήνιο σύστημα χρησιμοποιεί δύο ξεχωριστούς σωλήνες, έναν για την προσαγωγή του θερμού νερού στα θερμαντικά σώματα και έναν για την επιστροφή του λιγότερο θερμού νερού από τα θερμαντικά σώματα στο λέβητα. Το μονοσωλήνιο χρησιμοποιεί ένα μόνο σωλήνα για κάθε κύκλωμα, στον οποίο τα θερμαντικά σώματα συνδέονται σε σειρά.

Ο κυκλοφορητής εξαναγκάζει το θερμό νερό να κυκλοφορήσει στο δίκτυο διανομής και με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται η θερμότητα από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα. Αποτελείται από την αντλία και τον κινητήρα. Η αντλία είναι φυγοκεντρική ενώ ο κινητήρας ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα, μονοφασικός ή τριφασικός. Τα θερμαντικά σώματα είναι μηχανολογικές συσκευές κατάλληλα σχεδιασμένες, ώστε να αποδίδουν μέρος της θερμότητας του θερμού νερού που διέρχεται από αυτές στο χώρο που είναι τοποθετημένες.

Η κατανομή δαπανών στα κτίρια με κεντρική θέρμανση με αυτονομία γίνεται με ειδικούς τύπους, οι οποίοι περιέχονται σε Προεδρικό Διάταγμα (ΦΕΚ 631 /Δ/27.09.1985). Για να υπολογισθεί η χρέωση θέρμανσης του κάθε διαμερίσματος σύμφωνα με τους τύπους του Προεδρικού Διατάγματος, πρέπει προηγουμένως να έχει μετρηθεί η κατανάλωση θερμότητάς τους. Αυτό γίνεται είτε μετρώντας το χρόνο κυκλοφορίας του θερμού νερού στο κύκλωμα του διαμερίσματος με τους ωρομετρητές είτε μετρώντας την ποσότητα θερμότητας που καταναλώνει το διαμέρισμα με τη βοήθεια των μετρητών θερμότητας.

Το λεβητοστάσιο είναι ο χώρος του κτιρίου όπου τοποθετείται ο λέβητας, ο καυστήρας, ο κυκλοφορητής και ο πίνακας αυτονομίας. Για την τροφοδοσία του λεβητοστασίου με ηλεκτρικό ρεύμα, προβλέπεται ξεχωριστή γραμμή από

το γενικό πίνακα της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης, η οποία καταλήγει στον υποπίνακα του λεβητοστασίου. Συνήθως, για τα κτίρια κατοικιών (πολυκατοικίες) επαρκεί μία μονοφασική γραμμή με αγωγούς διατομής 2,5 mm<sup>2</sup>.

Το σύστημα αυτονομίας παρέχει τη δυνατότητα ανεξάρτητης θέρμανσης σε κάθε διαμέρισμα και συνεργάζεται κυρίως με τις κεντρικές θερμάνσεις που χρησιμοποιούν μονοσωλήνιο σύστημα σωληνώσεων. Αποτελείται από το θερμοστάτη χώρου, τη δίοδη ηλεκτροκίνητη βαλβίδα και τον πίνακα αυτοματισμού.

Το σύστημα αντιστάθμισης θέρμανσης είναι σύστημα αυτοματισμού το οποίο συνεργάζεται με τις κεντρικές θερμάνσεις και μας δίνει τη δυνατότητα να περιορίσουμε την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και συνεπώς τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Το σύστημα αυτό ρυθμίζει τη θερμοκρασία προσαγωγής του νερού σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Αποτελείται από το αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος, το αισθητήριο θερμοκρασίας νερού, την αναλογική ηλεκτροκίνητη τρίοδη ή τετράοδη βάννα ανάμειξης και τον ελεγκτή (κοντρόλερ).

## 2.11 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Ο καυστήρας είναι η συσκευή η οποία συμβάλλει στη σωστή καύση του μείγματος αέρα - καυσίμου.

α) Σωστό  β) Λάθος

2. Η αντλία πετρελαίου του καυστήρα δεν περιλαμβάνει ηλεκτροκινητήρα.

α) Σωστό  β) Λάθος

3. Ο ανεμιστήρας του καυστήρα κινείται με τη βοήθεια μονοφασικού ή τριφασικού ηλεκτροκινητήρα.

α) Σωστό  β) Λάθος

4. Ο σπινθήρας για την ανάφλεξη του μείγματος αέρος - καυσίμου στον καυστήρα παράγεται στα ηλεκτρόδια από τάση 230V.

α) Σωστό  β) Λάθος

5. Στην περίπτωση μη ανάφλεξης του μείγματος αέρος - καυσίμου, ο καυστήρας συνεχίζει τη λειτουργία του.

α) Σωστό  β) Λάθος

6. Στη συντήρηση του καυστήρα περιλαμβάνεται και ο καθαρισμός του φίλτρου πετρελαίου.

α) Σωστό  β) Λάθος

7. Κυκλοφορητής είναι η συσκευή η οποία εξαναγκάζει το νερό να κυκλοφορήσει στο δίκτυο διανομής.

α) Σωστό  β) Λάθος

8. Θερμαντικό σώμα είναι η συσκευή η οποία αποδίδει μέρος της θερμικής ενέργειας του θερμού νερού που διέρχεται από αυτή στο χώρο.

α) Σωστό  β) Λάθος

9. Σε πολυκατοικία, η ηλεκτρική γραμμή τροφοδοσίας του λεβητοστασίου αναχωρεί από τον πίνακα του πλησιέστερου διαμερίσματος.

α) Σωστό  β) Λάθος

10. Η μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας ενός λεβητοστασίου (3x2,5mm<sup>2</sup>) ασφαλιζεται με μικροαυτόματο 16Α.

α) Σωστό  β) Λάθος

11. Σε περίπτωση αυτονομίας θέρμανσης, ο υποπίνακας λεβητοστασίου τροφοδοτεί τον πίνακα αυτονομίας και μέσω αυτού τροφοδοτούνται ο καυστήρας, ο κυκλοφορητής και οι ηλεκτροκίνητες βάνες.

α) Σωστό  β) Λάθος

12. Ο καυστήρας και ο κυκλοφορητής, στην περίπτωση αυτονομίας θέρμανσης, έχουν κοινό διακόπτη και κοινή ασφάλεια.

α) Σωστό  β) Λάθος

13. Ο θερμοστάτης χώρου τοποθετείται κοντά στα παράθυρα.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

- 1. Το λιγότερο ρυπογόνο καύσιμο για το περιβάλλον είναι το:**
  - α) πετρέλαιο
  - β) μαζούτ
  - γ) κάρβουνο
  - δ) φυσικό αέριο
- 2. Ο θερμοστάτης χώρου σε ένα διαμέρισμα συνήθως ρυθμίζεται στους:**
  - α) 10 °C
  - β) 20 °C
  - γ) 40 °C
  - δ) 70 °C
- 3. Η δίοδη ηλεκτροκίνητη βάνα αυτονομίας ανοίγει ή κλείνει με εντολή που παίρνει από το:**
  - α) θερμοστάτη του κυκλοφορητή
  - β) θερμοστάτη του καυστήρα
  - γ) θερμοστάτη εσωτερικού χώρου
  - δ) θερμοστάτη εξωτερικού χώρου
- 4. Εάν σε ένα θερμοστάτη χώρου έχουμε διαφορικό  $\pm 1,5$  °C και έχουμε επιλέξει θερμοκρασία 22 °C, τότε ο θερμοστάτης μπορεί να ενεργοποιηθεί σε οποιαδήποτε θερμοκρασία μεταξύ των:**
  - α) 22 °C και 23,5 °C
  - β) 20,5 °C και 22 °C
  - γ) 20,5 °C και 23,5 °C
  - δ) 21 °C και 23 °C
- 5. Σε περίπτωση αυτονομίας θέρμανσης που ο θερμοστάτης του καυστήρα έχει ρυθμισθεί σε μέγιστη θερμοκρασία 90 °C, ο καυστήρας λειτουργεί όταν:**
  - α) η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι 90°C
  - β) η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι 70°C
  - γ) η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι 90°C και δίνεται η εντολή από τον τερματικό διακόπτη μιας ηλεκτροκίνητης δίοδου βάνας
  - δ) η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής είναι 70 °C και δίνεται η εντολή από τον τερματικό διακόπτη μιας ηλεκτροκίνητης δίοδου βάνας
- 6. Ο ωρομετρητής του κάθε διαμερίσματος τίθεται σε λειτουργία, όταν:**
  - α) λειτουργεί ο καυστήρας
  - β) δίνεται η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας του διαμερίσματος
  - γ) δίνεται η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας του διαμερίσματος

και η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής είναι πάνω από 40 °C  
 δ) δίνεται η εντολή από τον τερματικό διακόπτη της βάνας του διαμερίσματος  
 και η θερμοκρασία του θερμού νερού προσαγωγής είναι πάνω από 20 °C

**7. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τη φράση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
1. Ηλεκτρονικός θερμοστάτης εσωτερικού χώρου 2. Ηλεκτροβάνα αυτονομίας 3. Μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης 4. Δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης	α. όλα έχουν την ίδια μέση θερμοκρασία β. συνιστάται να μην ξεπερνούν τα 3 γ. οθόνη LCD δ. διμεταλλικό αισθητήριο θερμοκρασίας ε. παρεμβάλλεται μεταξύ της στήλης προσαγωγής θερμού νερού και του συλλέκτη προσαγωγής του διαμερίσματος ζ. ενεργοποιείται στους 10 °C η. λιπαίνεται με λάδι

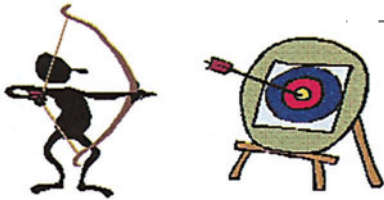
**8. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τη φράση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
1. Δείκτης αιθάλης σωστής λειτουργίας καυστήρα πετρελαίου 2. Θερμοστάτης κυκλοφορητή 3. Θερμοστάτης καυστήρα 4. Θερμοκρασία καυσαερίων σωστής λειτουργίας καυστήρα πετρελαίου	α. 100 έως 180 °C β. 180 έως 300 °C γ. 70 °C έως 90 °C δ. 40 °C έως 50 °C ε. 2 έως 5 ζ. μικρότερος του 2 η. μεγαλύτερος του 10%

## Ομάδα Γ:

1. Σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης, όταν το θερμό νερό ρέει με θόρυβο, με ποιους τρόπους αντιμετωπίζεται το φαινόμενο αυτό;
2. Όταν δεν υπάρχει νερό στο δίκτυο διανομής και τεθεί σε λειτουργία ο κυκλοφορητής, τι μπορεί να συμβεί και γιατί;
3. Επαρκεί μία μονοφασική γραμμή από τον πίνακα κοινοχρήστων για τη τροφοδοσία του υποπίνακα λεβητοστασίου και γιατί;
4. Αναφέρατε τρεις (3) τρόπους ενσωματωμένης θερμικής προστασίας των κινητήρων των κυκλοφορητών.
5. Τι θα συμβεί αν σταματήσει ξαφνικά να λειτουργεί ο ανεμιστήρας, κατά τη διάρκεια λειτουργίας του καυστήρα πετρελαίου και γιατί;
6. Να σχεδιασθεί το *κύκλωμα αυτοματισμού του πίνακα αυτονομίας* για τρία (3) διαμερίσματα.

## 3. Κεντρική κεραία τηλεόρασης



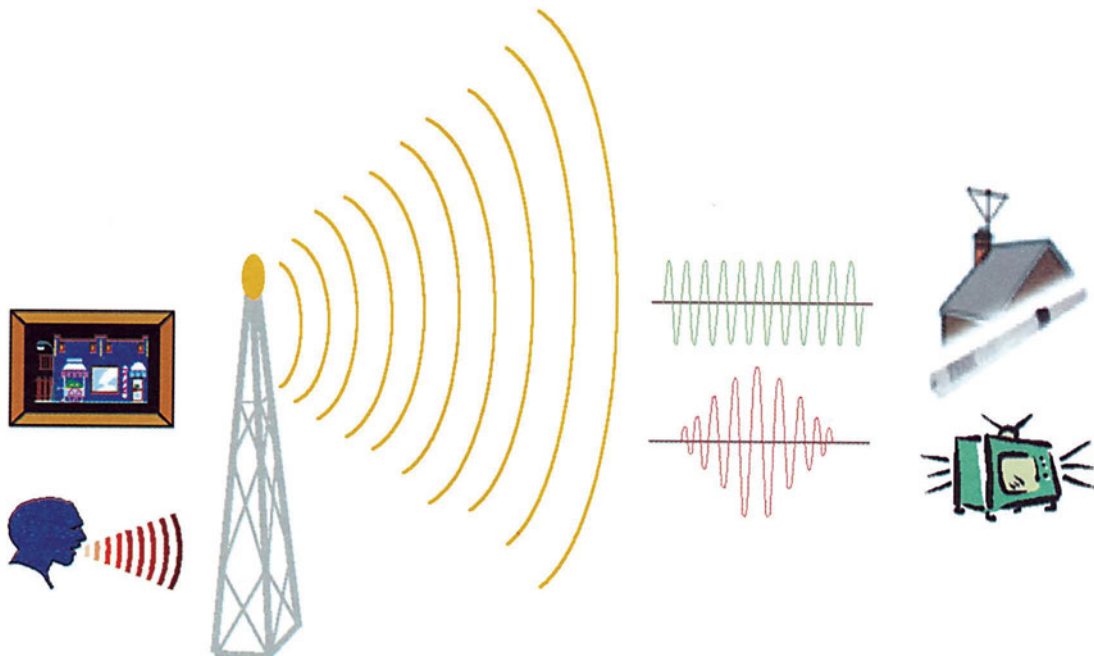
### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τις βασικές αρχές διάδοσης των τηλεοπτικών σημάτων
- περιγράφουν τα βασικά είδη κεραιών λήψης τηλεόρασης και τους κανόνες τοποθέτησης αυτών
- αναφέρουν τα βασικά υλικά εγκατάστασης κεραιών και να γνωρίζουν τις αποσβέσεις που αυτά δημιουργούν στο τηλεοπτικό σήμα
- επιλέγουν τα αναγκαία υλικά για τη σωστή εγκατάσταση κεντρικής κεραιάς τηλεόρασης

### ■ 3.1 Διάδοση τηλεοπτικών σημάτων

Η τηλεόραση είναι η συσκευή που μας δίνει τη δυνατότητα να βλέπουμε κινούμενες εικόνες με ήχο, οι οποίες μεταδίδονται από πολύ μεγάλες αποστάσεις. Για τη μετάδοση μιας εικόνας είναι αναγκαίος ο μετασχηματισμός της σε ηλεκτρικό σήμα στον πομπό τηλεοπτικής μετάδοσης, η ασύρματη διάδοση του σήματος αυτού στην ατμόσφαιρα και η αντίστοιχη μετατροπή του λαμβανόμενου ηλεκτρικού σήματος σε εικόνα στον τηλεοπτικό δέκτη (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3. 1: Διάδοση τηλεοπτικών σημάτων

Για να γίνει δυνατή η μετάδοση των σημάτων, αυτά μετασχηματίζονται σε σήματα υψηλών συχνοτήτων με μία διαδικασία που ονομάζεται **διαμόρφωση**. Στη συνέχεια, η διάδοσή τους γίνεται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία ακτινοβολούνται στον ελεύθερο χώρο από συστήματα αγωγών που διαρρέονται από ρεύματα υψηλής συχνότητας και ονομάζονται κεραίες εκπομπής. Η ύπαρξη των κυμάτων σε ορισμένο σημείο γίνεται αντιληπτή από την τάση που επάγεται σε σύστημα αγωγών κατάλληλης μορφής και διαστάσεων, το οποίο ονομάζεται κεραία λήψης. Στο σημείο λήψης, το διαμορφωμένο σήμα μετασχηματίζεται στην αρχική του μορφή με μια διαδικασία που ονομάζεται **αποδιαμόρφωση**.

Τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ασύρματης διάδοσης καθορίζονται από τις ιδιαιτερότητες των συγκεκριμένων απαιτήσεων (μετάδοση εικόνας, φωνής, δεδομένων). Για να είναι πραγματοποιήσιμη η ζεύξη μεταξύ κεραίας εκπομπής και λήψης, θα πρέπει η συχνότητα των ρευμάτων που προκαλούν την ακτινοβολία της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας να είναι αρκετά υψηλή και μεγαλύτερη από ένα κατώτερο όριο που εξαρτάται από τις διαστάσεις των κεραιών. Το τηλεοπτικό σήμα μεταδίδεται στις περιοχές συχνοτήτων VHF (Very High Frequency, 30-300 MHz) και UHF (Ultra High Frequency, 300-3000 MHz). Για την περιοχή VHF, οι διαστάσεις των κεραιών θα πρέπει να είναι περίπου 1-10 m και για την περιοχή UHF, περίπου 10-100 cm.

### 3.2 Η κεραία λήψης τηλεόρασης

Το σύστημα της κεραίας λήψης ενός τηλεοπτικού δέκτη είναι πολυπλοκότερο από το αντίστοιχο ενός ραδιοφωνικού δέκτη.

Μια κεραία τηλεόρασης πρέπει να εξασφαλίζει αρκετά ισχυρό σήμα στην είσοδο του δέκτη, να έχει το απαιτούμενο εύρος ζώνης και να είναι κατάλληλα τοποθετημένη και προσανατολισμένη σε τέτοιο σημείο, ώστε το ηλεκτρομαγνητικό σήμα να είναι όσο το δυνατόν ισχυρότερο. Τα τηλεοπτικά σήματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα που διαδίδονται ευθύγραμμα. Για το λόγο αυτό, η κεραία πρέπει να τοποθετείται σε τέτοιο σημείο του κτιρίου, ώστε να υπάρχει οπτική επαφή με την κεραία εκπομπής του σταθμού.

Σοβαρό πρόβλημα κατά τη σχεδίαση της εγκατάστασης είναι η μεγάλη απόσβεση του τηλεοπτικού σήματος από την κεραία μέχρι τον τελευταίο δέκτη, εξαιτίας των ενδιάμεσων καλωδίων, διακλαδωτήρων και πριζών.

Η επιλογή της κατάλληλης κεραίας εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- την περιοχή καναλιών VHF ή UHF στην οποία πρόκειται να λειτουργήσει ο δέκτης,
- την απόσταση από τον πομπό μετάδοσης και την ισχύ του,
- τη διαμόρφωση του εδάφους, την κατασκευή του κτιρίου, την ύπαρξη μεταλλικών κατασκευών κοντά στη θέση λήψης και
- την απόσταση από τον τηλεοπτικό δέκτη.



Σχήμα 3.2: Εσωτερική κεραία τηλεόρασης

Με βάση τα παραπάνω, θα έχουμε τα ακόλουθα είδη κεραιών:

- Για αποστάσεις από τον πομπό μικρότερες των 10 km, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εσωτερικές επιτραπέζιες περιστρεφόμενες κεραιές με ρυθμιζόμενο μήκος στοιχείων (Σχήμα 3.2).

- Για τη λήψη σε μεγαλύτερες αποστάσεις, χρησιμοποιούνται οι κεραιές Yagi (Σχήμα 3.3) :

Οι κεραιές αυτές αποτελούνται από:

- ❖ τους κατευθυντήρες,
- ❖ το ενεργό δίπολο (σχεδόν πάντοτε αναδιπλωμένο),
- ❖ τους ανακλαστήρες και
- ❖ τη βάση της κεραιάς, πάνω στην οποία τοποθετούνται όλα τα προηγούμενα στοιχεία.

Το ενεργό δίπολο είναι βασικό στοιχείο της κεραιάς και είναι αυτό που τροφοδοτεί με ενέργεια τη γραμμή. Σ' αυτό συνδέεται η γραμμή καθόδου.

Οι κατευθυντήρες είναι τοποθετημένοι μπροστά από το δίπολο, προς την κατεύθυνση της κεραιάς εκπομπής. Ο αριθμός των κατευθυντήρων καθορίζει το κέρδος και τη γωνία λήψης της κεραιάς. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κατευθυντήρων, τόσο μεγαλύτερο κέρδος έχουμε, ενώ αντίθετα μειώνεται η γωνία λήψης.

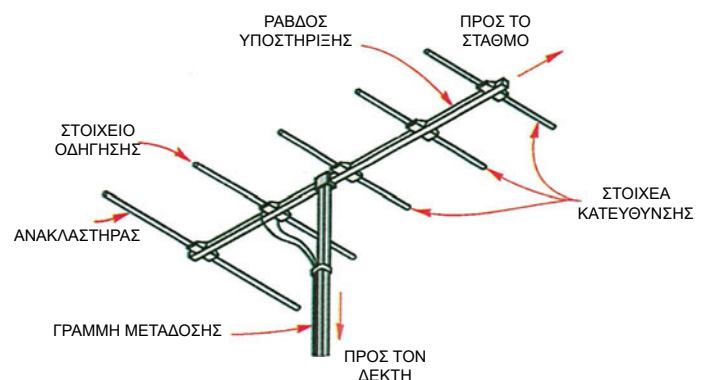
Οι ανακλαστήρες είναι τοποθετημένοι πίσω από το δίπολο, με σκοπό να εξασθενούν τα σήματα που προέρχονται από την αντίθετη κατεύθυνση της κεραιάς εκπομπής.

Κύριος σκοπός ύπαρξης των κατευθυντήρων και των ανακλαστήρων, που τοποθετούνται παράλληλα μεταξύ τους και στο ίδιο επίπεδο με το ενεργό δίπολο, είναι η αποφυγή λήψης σημάτων από κατευθύνσεις διαφορετικές από εκείνη της κεραιάς εκπομπής.

Όλα τα τμήματα μιας κεραιάς είναι κατασκευασμένα συνήθως από σωλήνες αλουμινίου, με διάμετρο περίπου 15 mm. Στερεώνονται στον ιστό, ο οποίος αποτελείται από έναν ή περισσότερους μεταλλικούς σωλήνες διαφορετικής διαμέτρου, τοποθετημένους ο ένας μέσα στον άλλο.

Οι σωλήνες του ιστού έχουν τυποποιημένο μήκος 2 μέτρων και διάμετρο 30 mm, 40 mm, 50 mm ή 60 mm. Ο ιστός στερεώνεται με ειδικά στηρίγματα σε τοίχο ή σε άλλο κατάλληλο στοιχείο του κτιρίου.

Ο μεταλλικός ιστός στον οποίο τοποθετείται η κεραία πρέπει πάντα να γειώνεται. Η γείωση επιτυγχάνεται με τη σύνδεση του ιστού με ηλεκτρόδιο γείωσης ή με τη θεμελιακή γείωση χρησιμοποιώντας αγωγό χαλκού διατομής 16 mm<sup>2</sup>. Η γείωση είναι αναγκαία για την απαγωγή των κεραυνών, εφόσον η κεραία βρίσκεται συνήθως στο ψηλότερο σημείο των κτιρίων. Πρέπει να τονιστεί ότι η στιγμιαία ηλεκτρική εκκένωση που προκαλείται από τον κεραυνό είναι συνήθως της τάξης των 20 kV και μπορεί, αν δεν υπάρχει γείωση, να καταστρέψει την κεραία και όλο το συνδεδεμένο δίκτυο.



Σχήμα 3.3: Εξωτερική κεραία τηλεόρασης

Οι κεραίες λήψης κατασκευάζονται για να λαμβάνουν το τηλεοπτικό σήμα ενός καναλιού, μιας ομάδας καναλιών ή μιας περιοχής συχνοτήτων.

Μια κεντρική εγκατάσταση περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο κεραίες: μία κεραία που λαμβάνει σήματα στην περιοχή συχνοτήτων VHS και μία στην UHF.

Όλες οι κεραίες της κεντρικής εγκατάστασης στερεώνονται στον ίδιο ιστό.

### Περιοχές συχνοτήτων τηλεόρασης- Κανάλια

Περιοχή VHF	I			III								
Κανάλια	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Συχνότητες	47 έως 68 MHz			174 έως 230 MHz								

Περιοχή UHF	IV	V
Κανάλια	21 έως 37	38 έως 69
Συχνότητες	470 έως 606 MHz	606 έως 862 MHz

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας κεραίας είναι :

1. Η περιοχή συχνοτήτων λήψης, π.χ. από 470 έως 620 MHz.
2. Το κέρδος (απολαβή), π.χ. 12 dB.
3. Η σύνθετη αντίσταση δίπολου, 300 Ω ή 75 Ω.
4. Ο λόγος σήματος εμπρός - πίσω, π.χ. 30 dB. Επιλέγουμε μεγάλο λόγο, όταν θέλουμε να αποφύγουμε σήματα που προέρχονται από την αντίθετη κατεύθυνση της κεραίας εκπομπής.
5. Η γωνία λήψης, οριζόντια και κατακόρυφη. Επιλέγουμε μικρή οριζόντια γωνία, όταν θέλουμε να αποφύγουμε πλευρικά σήματα και μικρή κατακόρυφη, όταν θέλουμε να αποφύγουμε σήματα που προέρχονται κάτω από την κεραία.

## 3.3 Βασικά εξαρτήματα εγκατάστασης

### A. Καλώδια

Η απόσβεση των καλωδίων ανά μονάδα μήκους εξαρτάται από τη συχνότητα και δίνεται από τον κατασκευαστή. Χρησιμοποιούνται δύο βασικοί τύποι καλωδίων :

- ✓ Διπολικό συμμετρικό καλώδιο (πλακέ) αντίστασης 75 Ω, 150 Ω, 240 Ω και 300 Ω για 10 m με τυπική τιμή απόσβεσης 0,75 dB (ντεσιμπέλ) στα 200 MHz. Μειονέκτημά του είναι η ευαισθησία που παρουσιάζει στις εξωτερικές παρεμβολές σημάτων.
- ✓ Ομοαξονικό καλώδιο αντίστασης 75 Ω για 10 m, με τυπική τιμή απόσβεσης 1,2 dB στα 200 MHz. Παρουσιάζει πολύ μικρότερη ευαισθησία σε παρεμβολές. Για το λόγο αυτό, αν και παρουσιάζει μεγαλύτερες απώλειες, χρησιμοποιείται πολύ περισσότερο στις εγκαταστάσεις.

### B. Μετασχηματιστής κορυφής

Χρησιμοποιείται όταν έχουμε ομοαξονικό καλώδιο χαρακτηριστικής αντίστασης 75 Ω και θα πρέπει η αντίσταση του δίπολου της κεραίας που είναι 300 Ω να προσαρμοστεί με αυτήν του καλωδίου. Παρουσιάζει πολύ μικρή εξασθένηση 0,5-1 dB. Τοποθετείται μέσα στο στεγανό πλαστικό κιβώτιο που βρίσκεται στο σημείο σύνδεσης της κεραίας με το καλώδιο.

### Γ. Μίκτης

Η μεταφορά των σημάτων των κεραιών VHF και UHF μέχρι τους δέκτες με ξεχωριστά καλώδια θα είχε ως αποτέλεσμα μεγάλο κόστος υλικών και πολυπλοκότητα της συνολικής εγκατάστασης. Με το μίκτη (Σχήμα 3.4) εξασφαλίζεται η μεταφορά των σημάτων με ένα καλώδιο. Παρέχει δύο εισόδους για τη σύνδεση των καλωδίων από τις κεραίες VHF και UHF και μία έξοδο όπου συνδέεται το καλώδιο διανομής του τηλεοπτικού σήματος. Είναι συσκευή απαραίτητη για την αποφυγή αλληλεπίδρασης μεταξύ των σημάτων των δύο κεραιών. Η εξασθένιση που παρουσιάζει είναι 1 dB στα VHF και 1,5 dB στα UHF.



Σχήμα 3.4: Μίκτης

### Δ. Πρίζα

Οι πρίζες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στις πρίζες διέλευσης και στις τερματικές.

Οι πρίζες διέλευσης παρεμβάλλονται στη γραμμή μεταφοράς, ενώ οι τερματικές τοποθετούνται στο τέλος της γραμμής.

Η απόσβεση σε μια πρίζα λόγω διέλευσης κυμαίνεται από 1-3,5 dB, ενώ η απόσβεση σύνδεσης καλωδίου με το δέκτη της τηλεόρασης κυμαίνεται από 13-25 dB.

Οι τερματικές πρίζες δεν έχουν απόσβεση διέλευσης, γιατί η γραμμή τερματίζει, αλλά έχουν μία αντίσταση που κλείνει τη γραμμή, για να αποφύγουμε τη δημιουργία στάσιμων κυμάτων κατά μήκος του αγωγού.

### Ε. Κατανεμητής

Είναι μια μονάδα με μία είσοδο και πολλές εξόδους μέσω της οποίας το σήμα διαχωρίζεται σε δύο ή περισσότερους κλάδους και σε ίσα ποσοστά (Σχήμα 3.6). Η απόσβεση για κατανεμητή 1x4 είναι περίπου 10 dB.

### ΣΤ. Διακλαδωτήρας

Είναι μια μονάδα που παρεμβάλλεται σε οποιοδήποτε τμήμα μιας γραμμής διανομής, όταν χρειάζονται παρακαμπτήριες πρίζες (Σχήμα 3.6). Η απόσβεση για διακλαδωτήρα με δυνατότητα σύνδεσης 4 πριζών είναι περίπου 20 dB.

### Ζ. Ενισχυτής

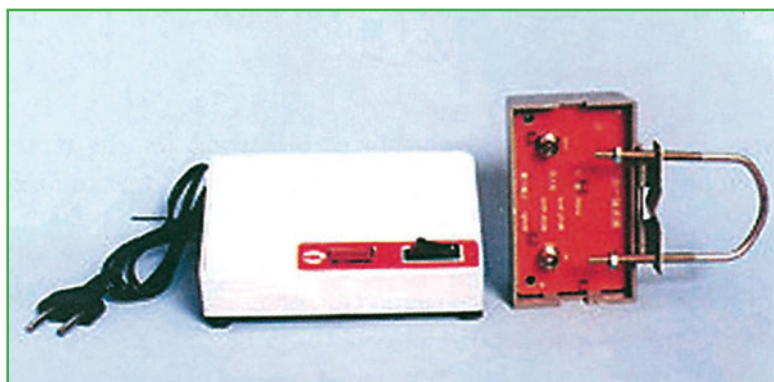
Ο ενισχυτής (Σχήμα 3.5) είναι αναγκαίος για να αντισταθμίσει τις απώλειες σήματος που δημιουργούν τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Το κέρδος του εκφράζεται σε dB. Για τη σωστή επιλογή του, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι δυσμενέστερες συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης.

Για να είναι αποδεκτή η λήψη, θα πρέπει η τάση του σήματος σε οποιαδήποτε πρίζα να μην είναι μικρότερη από 1 mV στα VHF και 1,5 mV στα UHF. Αν δεν έχουμε αυτές τις τάσεις, είναι απαραίτητος ο ενισχυτής. Συνιστάται το σήμα που μετράμε στην έξοδο της πρίζας να είναι 1,5 mV για τα VHF και 2,5 mV για τα UHF, γιατί πολλές φορές η συσκευή τηλεόρασης τοποθετείται μακριά από την πρίζα.

Επίσης, το σήμα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 30 mV για τα VHF και από 50 mV για τα UHF.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός ενισχυτή είναι:

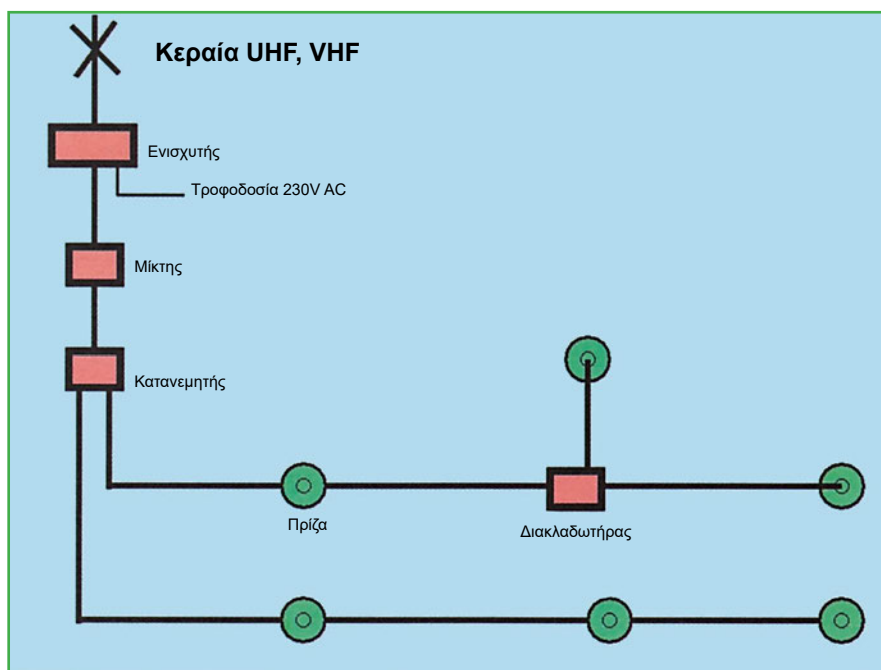
1. Η ενίσχυση, π.χ. 40 dB.
2. Η περιοχή συχνοτήτων π.χ. από 40 έως 860 MHz.
3. Το ελάχιστο σήμα εισόδου, π.χ. 0,1 mV. (Εάν το σήμα που λαμβάνει ο ενισχυτής είναι μικρότερο από το ελάχιστο σήμα εισόδου του, τότε πρέπει να τοποθετηθεί προενισχυτής).
4. Το μέγιστο σήμα εισόδου, π.χ. 150 mV.
5. Το μέγιστο σήμα εξόδου, π.χ. 114 dB  $\mu$ V (500mV).
6. Η τάση τροφοδοσίας, π.χ. 230 V.



Σχήμα 3.5: Ενισχυτής

### Η. Εξασθενητής

Σε περιπτώσεις πάρα πολύ ισχυρού σήματος, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εξασθενητές που μπορεί να είναι σταθερής εξασθένησης, π.χ. 10dB, 20dB, ή ρυθμιζόμενης μεταβλητής εξασθένησης, π.χ. 0-20 dB.

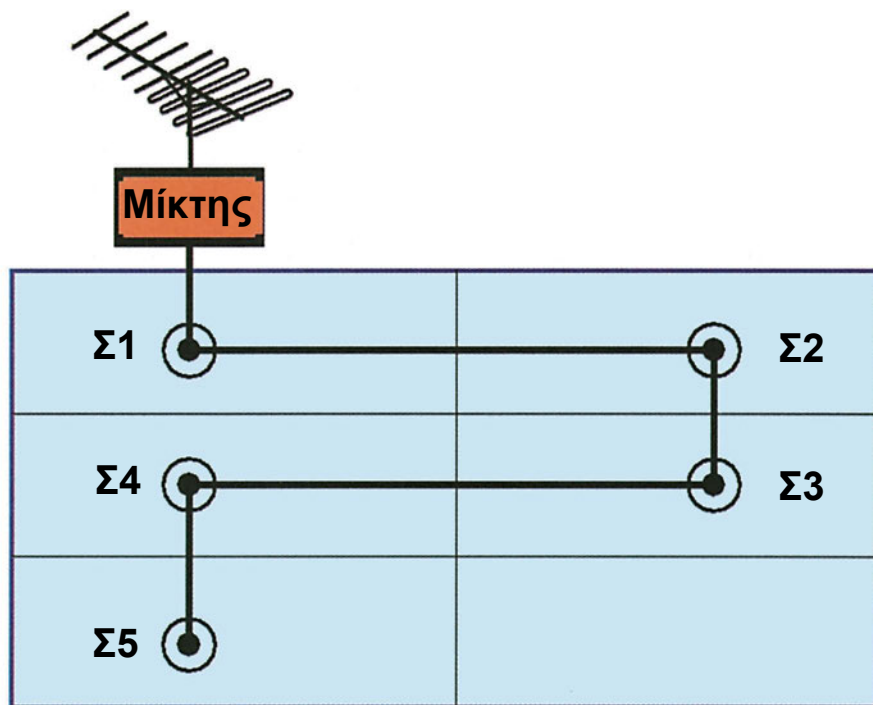


Σχήμα 3.6: Τυπική συνδεσμολογία εξαρτημάτων

### 3.4 Υπολογισμοί εγκατάστασης

Ας εξετάσουμε την περίπτωση εγκατάστασης κεντρικής κεραίας VHF, η οποία θα χρειαστεί να τροφοδοτήσει μία πολυκατοικία με 5 υποδοχές τηλεοπτικών δεκτών (Σχήμα 3.7).

- ❖ Το πρώτο θέμα με το οποίο θα πρέπει να ασχοληθεί ο τεχνικός εγκατάστασης είναι η εκλογή του κατάλληλου σημείου στην ταράτσα της πολυκατοικίας όπου το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο. Σ' αυτό το σημείο θα τοποθετηθεί η κεραία. Έστω ότι, μετά από την τοποθέτηση, η τάση στα άκρα της κεραίας είναι περίπου 0,5 mV.
- ❖ Στη συνέχεια, μετά από συνεννόηση με τους ενοίκους, επιλέγονται μέσα στα σπία τα σημεία τοποθέτησης των πριζών, οι οποίες θα πρέπει να βρίσκονται κοντά στις πρίζες τροφοδοσίας των 230V.
- ❖ Τέλος, μετριούνται οι διαδρομές των καλωδίων μέχρι την κεντρική κεραία. Έστω ότι, για την περίπτωση μας, οι αποστάσεις μέχρι την κεντρική κεραία των αντιστοίχων πριζών-δεκτών (Σ) είναι :  $\Sigma 1=10\text{m}$ ,  $\Sigma 2=25\text{m}$ ,  $\Sigma 3=35\text{m}$ ,  $\Sigma 4=50\text{m}$ ,  $\Sigma 5=60\text{m}$ .



Σχήμα 3.7: Παράδειγμα εγκατάστασης

Το σήμα από την κεραία θα υποστεί τεσσάρων διαφορετικών ειδών απώλειες, μέχρι να φτάσει στους δέκτες :

1. από το καλώδιο μεταφοράς,
2. από το μίκτη,
3. από τη σύνδεση καλωδίου με δέκτη και
4. από την πτώση τάσης στις πρίζες.

Έστω ότι χρησιμοποιείται ομοαξονικό καλώδιο μεταφοράς τύπου RG9B/U, το οποίο παρουσιάζει απώλειες περίπου 0,12 dB/m στα 200 MHz.

Η απόσβεση του σήματος από την κεραία μέχρι τις διάφορες πρίζες θα είναι :

μέχρι  $\Sigma 1 = 1,2 \text{ dB}$ , μέχρι  $\Sigma 2=3 \text{ dB}$ , μέχρι  $\Sigma 3=4,2 \text{ dB}$ , μέχρι  $\Sigma 4=6 \text{ dB}$ , μέχρι  $\Sigma 5=7,2 \text{ dB}$ .

Η απόσβεση του μίκτη στα VHF θα είναι  $1 \text{ dB}$ .

Η απόσβεση σύνδεσης καλωδίου με κάθε δέκτη θεωρείται ίση με  $15 \text{ dB}$ .

Η απόσβεση λόγω πτώσης τάσης των πριζών προκύπτει ως άθροισμα όλων των πριζών της συνολικής γραμμής που διέρχεται το σήμα, για να φθάσει στην πρίζα του δέκτη. Για κάθε πρίζα θεωρούμε απόσβεση  $2 \text{ dB}$ .

Προκύπτει έτσι ο ακόλουθος πίνακας με τη συνολική απώλεια σήματος που παρουσιάζεται σε κάθε δέκτη.

ΔΕΚΤΗΣ	Απόσβεση Καλωδίου	Απόσβεση Μίκτη	Απόσβεση Σύνδεσης	Απόσβεση Πτώσης τάσης	Συνολική Απόσβεση
$\Sigma 1$	$1,2 \text{ dB}$	$1 \text{ dB}$	$15 \text{ dB}$	$2 \text{ dB}$	$19,2 \text{ dB}$
$\Sigma 2$	$3 \text{ dB}$	$1 \text{ dB}$	$15 \text{ dB}$	$4 \text{ dB}$	$23 \text{ dB}$
$\Sigma 3$	$4,2 \text{ dB}$	$1 \text{ dB}$	$15 \text{ dB}$	$6 \text{ dB}$	$26,2 \text{ dB}$
$\Sigma 4$	$6 \text{ dB}$	$1 \text{ dB}$	$15 \text{ dB}$	$8 \text{ dB}$	$30 \text{ dB}$
$\Sigma 5$	$7,2 \text{ dB}$	$1 \text{ dB}$	$15 \text{ dB}$	$10 \text{ dB}$	$33,2 \text{ dB}$

Με βάση τον πίνακα, για να έχουμε τάση  $1 \text{ mV}$  στον δέκτη  $\Sigma 5$ , θα πρέπει να είναι:

$$20 * \log (U_{\text{ΚΕΡΑΙΑΣ}} / 1 \text{ mV}) = 33,2 \text{ dB}^1$$

οπότε προκύπτει ότι θα πρέπει να είναι  $U_{\text{ΚΕΡΑΙΑΣ}} = 46 \text{ mV}$  (στην έξοδο του ενισχυτή).

Με δεδομένο ότι η τυπική τάση εξόδου μίας κεραίας VHF είναι περίπου  $0,5 \text{ mV}$  (πριν τον ενισχυτή), προκύπτει ότι θα χρειαστεί ενισχυτής με απολαβή  $20 * \log (46 \text{ mV} / 0,5 \text{ mV}) = 39 \text{ dB}$ .<sup>2</sup>

<sup>1</sup>  $\text{Log}_{10} (U_{\text{ΚΕΡΑΙΑΣ}}) = 33,2/20 = 1,66$  και επομένως  $U_{\text{ΚΕΡΑΙΑΣ}} = 10^{1,66}$

Με τη βοήθεια μικροϋπολογιστή (αριθμομηχανής): γράφουμε το 10, πατάμε το πλήκτρο  $x^y$ , γράφουμε 1,66 και πατάμε = , οπότε προκύπτει το αποτέλεσμα 45,7.

<sup>2</sup> Με τη βοήθεια μικροϋπολογιστή: γράφουμε το πηλίκο  $46/ 0,5= 92$  και πατάμε το πλήκτρο **log**, οπότε προκύπτει  $\text{log}92= 1,96$  που πολλαπλασιάζουμε επί 20 και προκύπτει το αποτέλεσμα  $1,96 \cdot 20 = 39,2$ .

## 3.5 Ανακεφαλαίωση

Οι κεραίες λήψης τηλεοπτικών σημάτων χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση πολλών τηλεοπτικών δεκτών σε διάφορα διαμερίσματα μιας πολυκατοικίας. Για να έχουμε μια σωστή εγκατάσταση κεραίας, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες :

- ❖ Επιλογή της κατάλληλης κεραίας για τη λειτουργία σε συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων ( VHF, UHF ).
- ❖ Επιλογή κατάλληλου σημείου τοποθέτησης της κεραίας, ώστε να υπάρχει ισχυρό τηλεοπτικό σήμα.
- ❖ Επιλογή των κατάλληλων βασικών εξαρτημάτων, ώστε να έχουμε ισχυρό και καλής ποιότητας σήμα στους τηλεοπτικούς δέκτες.

Η απόσβεση των καλωδίων ανά μονάδα μήκους εξαρτάται από τη συχνότητα και δίνεται από τον κατασκευαστή. Από τους δύο βασικούς τύπους καλωδίων, για την ίδια συχνότητα το διπολικό συμμετρικό καλώδιο (πλακέ) παρουσιάζει μικρότερη απόσβεση αλλά μεγαλύτερη ευαισθησία στις εξωτερικές παρεμβολές σημάτων, ενώ το ομοαξονικό καλώδιο παρουσιάζει μεγαλύτερη απόσβεση αλλά πολύ μικρότερη ευαισθησία σε παρεμβολές. Για το λόγο αυτό, το ομοαξονικό καλώδιο αν και παρουσιάζει μεγαλύτερες απώλειες, χρησιμοποιείται συχνότερα στις εγκαταστάσεις.

Ο μίκτης έχει δύο εισόδους για τη σύνδεση των καλωδίων από τις κεραίες VHF και UHF και μία έξοδο, όπου συνδέεται το καλώδιο διανομής του τηλεοπτικού σήματος.

Ο καταμεμητής έχει μία είσοδο και πολλές εξόδους και διαχωρίζει το σήμα σε δύο ή περισσότερους κλάδους και σε ίσα ποσοστά.

Ο διακλαδωτήρας παρεμβάλλεται σε οποιοδήποτε τμήμα μιας γραμμής διανομής, όταν χρειάζονται παρακαμπτήριες πρίζες.

Για να είναι αποδεκτή η λήψη σε οποιαδήποτε πρίζα, θα πρέπει η τάση του σήματος να μην είναι μικρότερη από 1 mV στα VHF και 1,5 mV στα UHF. Αν δεν έχουμε αυτές τις τάσεις, είναι απαραίτητος ο ενισχυτής.

Ο ενισχυτής είναι αναγκαίος για να αντισταθμίσει τις απώλειες σήματος που δημιουργούν τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Το κέρδος του εκφράζεται σε dB (ντεσιμπέλ). Για τη σωστή επιλογή του, λαμβάνεται υπόψη το δυσμενέστερο σημείο της εγκατάστασης (συνήθως η πιο απομακρυσμένη πρίζα).

## 3.6 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Το τηλεοπτικό σήμα μεταδίδεται από τον πομπό απευθείας, χωρίς καμιά μετατροπή.

α) Σωστό  β) Λάθος

2. Το τηλεοπτικό σήμα μεταδίδεται στις περιοχές συχνοτήτων VHF και UHF.

α) Σωστό  β) Λάθος

3. Μια εσωτερική κεραία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δέκτη ο οποίος απέχει 20 km από τον πομπό.

α) Σωστό  β) Λάθος

4. Το πλακέ καλώδιο παρουσιάζει μεγαλύτερες απώλειες από το ομοαξονικό καλώδιο.

α) Σωστό  β) Λάθος

5. Ο μετασχηματιστής κορυφής παρουσιάζει απόσβεση μεγαλύτερη από 2 dB.

α) Σωστό  β) Λάθος

6. Ο μήκτος δεν είναι αναγκαίος όταν πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα μία κεραία UHF και μία κεραία VHF.

α) Σωστό  β) Λάθος

7. Η τάση του τηλεοπτικού σήματος σε οποιαδήποτε πρίζα στα UHF θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 mV.

α) Σωστό  β) Λάθος

8. Η συνολική απόσβεση του τηλεοπτικού σήματος είναι το άθροισμα των επιμέρους αποσβέσεων.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Για να είναι αποδεκτή η λήψη σε μια τηλεοπτική πρίζα, θα πρέπει η τάση του σήματος στα UHF να είναι μεγαλύτερη από:  
α) 1,5  $\mu\text{V}$    β) 1,5 mV   γ) 1 V   δ) 1,5 V
2. Για να είναι αποδεκτή η λήψη σε μια τηλεοπτική πρίζα, θα πρέπει η τάση του σήματος στα VHF να είναι μεγαλύτερη από:  
α) 1 mV   β) 1  $\mu\text{V}$    γ) 1 V   δ) 1,5 V
3. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την απόσβεση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:

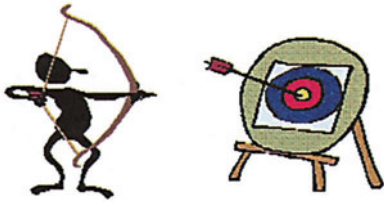
Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ομοαξονικό καλώδιο</li> <li>2. Μίκτης</li> <li>3. Πρίζα</li> <li>4. Σύνδεση καλωδίου με δέκτη</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. 1 dB στα VHF και 1,5 dB στα UHF</li> <li>β. 13 έως 25 dB</li> <li>γ. 1 έως 3,5 dB</li> <li>δ. 0,12 dB/m</li> <li>ε. 0,075 dB/m</li> <li>ζ. 100 dB</li> <li>η. 0 dB</li> </ol>

## Ομάδα Γ:

1. Γιατί πρέπει να γειώνεται ο μεταλλικός ιστός στον οποίο τοποθετείται η κεραία;
2. Ποιοι είναι οι βασικοί τύποι καλωδίων και ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους;
3. Σε τι διαφέρει ο μίκτης από τον καταναμητή;
4. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ενισχυτής και σε ποιες εξασθενητής σε μια υπάρχουσα εγκατάσταση κεντρικής κεραίας;
5. Στο παράδειγμα υπολογισμού της ενότητας 3.4, να βρεθεί ο απαιτούμενος ενισχυτής, αν η τάση εξόδου της κεραίας VHF είναι 1 mV (πριν τον ενισχυτή).

## 4. Γειώσεις μεγάλων κτιρίων

---



### Διδακτικοί στόχοι

**Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:**

- περιγράφουν τον τρόπο πραγματοποίησης της θεμελιακής γείωσης
- περιγράφουν πώς επιτυγχάνεται η εξίσωση δυναμικών σε ευαίσθητους λειτουργικά χώρους
- αναφέρουν τα μέρη ενός υποσταθμού που συνδέονται στη θεμελιακή γείωση
- αναφέρουν ενδεικτικούς χώρους όπου απαιτείται αντικεραυνική προστασία
- αναφέρουν τρόπους εγκατάστασης των κυρίων μερών ενός αλεξικέραυνου τύπου κλωβού Faraday
- αναφέρουν τρόπο αντικεραυνικής προστασίας ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που βρίσκονται στο δώμα ενός κτιρίου
- αναφέρουν τη χρήση ειδικών εξαρτημάτων για τους αγωγούς ενός αλεξικέραυνου που επιτρέπουν: τη σωστή σύνδεση, τη θερμική διαστολή, την απορρόφηση συστολών-διαστολών και την τοποθέτηση στηριγμάτων στις κατάλληλες θέσεις
- διακρίνουν τα δύο είδη γειώσεων στα ασθενή ρεύματα

## 4.1 Θεμελιακή γείωση

Για την προστασία των ενοίκων ενός κτιρίου από επικίνδυνες τάσεις επαφής των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των κεραυνών, προβλέπεται η κατασκευή εκτεταμένου δικτύου γείωσης θεμελιακής μορφής.

Η θεμελιακή γείωση προτείνεται από τους Κανονισμούς Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Κ.Ε.Η.Ε.). Από τους κανονισμούς DIN 18015, επιβάλλεται σε όλα τα νέα κτίρια.

Η κατασκευή του συστήματος γείωσης και αλεξικέρανου γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 57185, VDE 0185 και τους Κ.Ε.Η.Ε.. Στόχος είναι όλα τα μεταλλικά σημεία του κτιρίου να αποτελούν ισοδυναμική επιφάνεια.

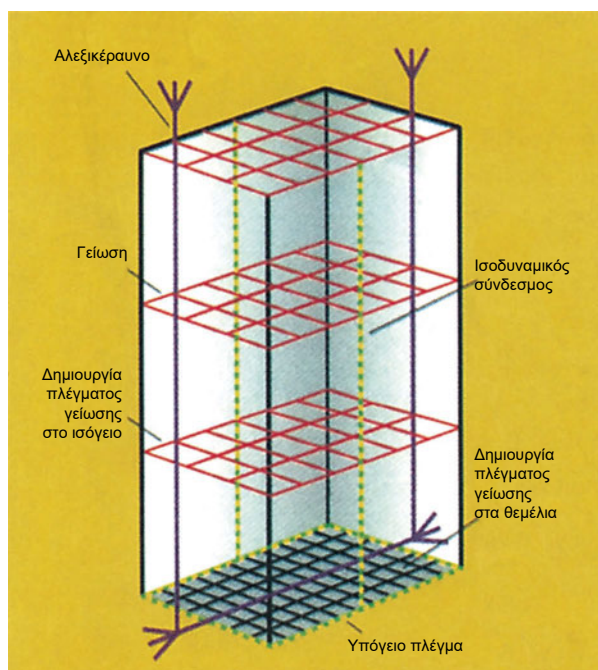
Η θεμελιακή γείωση στα νέα κτίρια πραγματοποιείται στη φάση της θεμελίωσης του κτιρίου και συνίσταται στην τοποθέτηση μιας ταινίας από γαλβανισμένο χάλυβα με συνιστώμενες διαστάσεις 40 mm x 5 mm ή 50 mm x 4 mm ή στην τοποθέτηση βέργας γαλβανισμένου χάλυβα με συνιστώμενη διάμετρο 12 mm.

Η ταινία ή η βέργα τοποθετείται περιμετρικά στο κάτω μέρος των θεμελίων του κτιρίου, μέσα σε σκυρόδεμα στη βάση των εξωτερικών τοίχων και αποτελεί ένα κλειστό βρόχο. Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα είναι υγρά συνήθως όλο το έτος, επιτυγχάνονται τιμές γείωσης πολύ συχνά κάτω από 2 Ω.

Σε περιπτώσεις που υπάρχει μόνωση κατά της υγρασίας, το χαλύβδινο ηλεκτρόδιο πρέπει να τοποθετείται προς την πλευρά του εδάφους. Για διαστάσεις των κτιρίων μεγαλύτερες των 10 μέτρων τοποθετούνται και εγκάρσιες συνδέσεις του περιμετρικού ηλεκτροδίου, έτσι ώστε κανένα σημείο του υπογείου να μην απέχει πάνω από 10 μέτρα από το ηλεκτρόδιο.

Το περιμετρικό ηλεκτρόδιο οδεύει σε στρώση δονημένου σκυροδέματος πάχους 6-10 cm, σε βάθος τουλάχιστον ενός μέτρου και στερεώνεται με ειδικά στηρίγματα. Η ταινία τοποθετείται με την πλατιά της πλευρά όρθια και προτιμάται από τη βέργα, γιατί λυγίζει ευκολότερα στις γωνίες. Η τοποθέτηση μέσα στο σκυρόδεμα εξασφαλίζει αντοχή στη διάβρωση και στις μηχανικές καταπονήσεις.

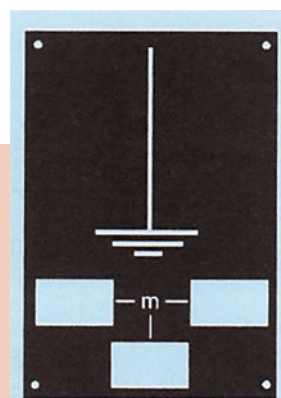
Συνιστάται να συνδέεται στην περιμετρική γείωση ο οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου.



Σχήμα 4.1: Θεμελιακή γείωση σε κτίριο

Στη θεμελιακή γείωση συνδέονται όλα τα εκτεταμένα μεταλλικά δίκτυα του κτιρίου (σωληνώσεις νερού, αεραγωγοί κ.λπ.), οι μεταλλικές ηλεκτρικές συσκευές και τα μηχανήματα. Για το σκοπό αυτό, προβλέπονται κατά τη φάση της κατασκευής των θεμελιακών δακτυλίων, σε κατάλληλες θέσεις, οι αναμονές σύνδεσης γειώσεων.

Σχήμα 4.2: Πινακίδα επισήμανσης της αναμονής γείωσης



Αυτές οι αναμονές συνδέσεων συνήθως αποτελούνται από λάμες γαλβανισμένες, ίδιας διατομής με τον περιμετρικό αγωγό, π.χ. 40 mm x 5 mm, και τοποθετούνται σε όλα τα μηχανοστάσια, στα φρεάτια των ανελκυστήρων κ.λπ.. Τοποθετούνται στον τοίχο εσωτερικά και απέχουν 30 cm από το έδαφος. Η σύνδεση με τη λοιπή εγκατάσταση γίνεται με χάλκινο αγωγό διατομής τουλάχιστον 16mm<sup>2</sup> ή καλύτερα 25 mm<sup>2</sup>.

Στην περίπτωση περισσοτέρων από ένα κτιρίων, η θεμελιακή γείωση κατασκευάζεται υπό μορφή βρόχου κάτω από τα θεμέλια της περιμέτρου των κτιρίων και οι βρόχοι αυτοί συνδέονται μεταξύ τους ακολουθώντας τη σύνδεση των κτιρίων.

Τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού συνδέονται μεταξύ τους και με τον αγωγό γείωσης με αγωγούς γεφύρωσης.

Οι αγωγοί γεφύρωσης πρέπει να έχουν το δυνατόν μικρότερο μήκος και κατά προτίμηση να αποτελούνται από φαρδιές ταινίες χαλκού.

Η ισοδυναμικότητα του κτιρίου επιτυγχάνεται ενώνοντας με τη γείωση της συσκευής τα αγωγίμα μέρη του κτιρίου που μπορεί να έλθουν συγχρόνως σε επαφή. Η ισοδυναμικότητα αυτή αυξάνεται όσο περισσότεροι αγωγοί γεφύρωσης εγκαθίστανται.

Πρακτικά, η εξίσωση δυναμικών σε ευαίσθητους λειτουργικά χώρους επιτυγχάνεται με σύνδεση όλων των μεταλλικών μερών με μία ξεχωριστή μπάρα, η οποία μέσω χάλκινου πολύκλωνου αγωγού διατομής τουλάχιστον 16mm<sup>2</sup> συνδέεται με τη μπάρα γείωσης του πιο κοντινού ηλεκτρικού πίνακα.

**Το σύστημα θεμελιακής γείωσης και το πλέγμα ισοδυναμικής επιφάνειας πρέπει να παρουσιάζουν αντίσταση γείωσης  $R < 1 \Omega$  και για το λόγο αυτό, όπου απαιτείται, εγκαθίστανται και πρόσθετα ηλεκτρόδια γείωσης.**

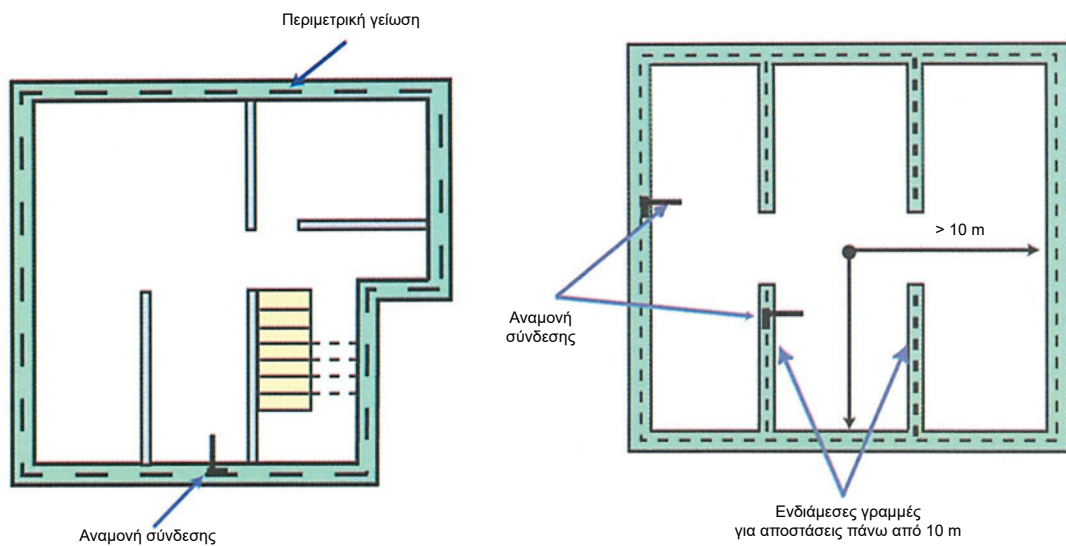
Στο εμπόριο διατίθενται ηλεκτρόδια γείωσης χαλύβδινα, με ηλεκτρολυτική επιχάλκωση ή με επιψευδαργύρωση εν θερμώ, σε τυποποιημένες διαμέτρους και με μήκος 1,5 ή 2 ή 2,5 μέτρων. Επίσης, διατίθενται διάφορα βελτιωτικά της αντίστασης γείωσης, όπως ειδικό μπετόν υψηλής ποιότητας σε σκόνη.

Στη θεμελιακή γείωση περιλαμβάνονται και οι γειώσεις των υποσταθμών.

Επίσης, σ' αυτή καταλήγουν και οι αγωγοί καθόδου του αλεξικέραυνου του κτιρίου.

Σχήμα 4.3: Ηλεκτρόδιο γείωσης χαλύβδινο, σταυροειδούς διατομής





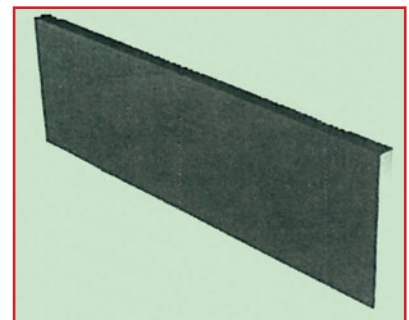
Σχήμα 4.4: Κατόψεις θεμελιακών γειώσεων

## 4.2 Γειώσεις υποσταθμών

Στην περίπτωση του υποσταθμού μέσης τάσης των μεγάλων κτιρίων, προβλέπεται συνήθως πολλαπλή γείωση προστασίας με ξεχωριστό προστατευτικό αγωγό (ουδετέρωση με χωριστό αγωγό γείωσης). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ο ουδέτερος κόμβος κάθε μετασχηματιστή (που γειώνεται στη θεμελιακή γείωση) χωρίζεται σε ουδέτερο και σε προστατευτικό αγωγό (αγωγό γης) στον αντίστοιχο Πίνακα Χαμηλής Τάσης.

Ο ουδέτερος στο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης καταλήγει σε ζυγό ουδέτερου και η γείωση σε ζυγό γείωσης. Από το ζυγό γείωσης αρχίζει το δίκτυο γειώσεων της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Δηλαδή, στο ζυγό αυτό συνδέεται ο αγωγός γείωσης του δικτύου χαμηλής τάσης, στη συνέχεια μέσω αυτού γειώνονται όλοι οι επιμέρους πίνακες και, τέλος, από αυτούς τους πίνακες μέσω ιδιαίτερου αγωγού για κάθε κύκλωμα γειώνονται οι διάφορες συσκευές (κινητήρες, φωτιστικά, ρευματοδότες κ.λπ.).

Η θεμελιακή γείωση στους υποσταθμούς κατασκευάζεται συνήθως με δύο παράλληλες ταινίες χαλκού και συνδέεται με το πλέγμα ισοδυναμικής επιφάνειας του δαπέδου. (Κάτω από το δάπεδο του χώρου του υποσταθμού τοποθετείται συχνά επιπλέον πλέγμα δάριγκ, διαμέτρου 6 χιλιοστών και με ηλεκτροσυγκόλληση ενώνονται τα τεμάχιά του με τους οδηγούς στήριξης των μετασχηματιστών, με τις βάσεις έδρασης των πινάκων, με τον οπλισμό του κτιρίου και συνδέονται με τη θεμελιακή γείωση).



Σχήμα 4.5: Ταινία (λάμα) γειώσεων από χαλκό ή επιψευδαργυρωμένο χάλυβα

Περιμετρικά στους τοίχους των παραπάνω χώρων τοποθετείται χάλκινη ταινία γείωσης, διατομής τουλάχιστον 30mm x 3mm, στην οποία συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού, τα μεταλλικά μέρη των Πινάκων Μέσης Τάσης, τα μεταλλικά μέρη των μετασχηματιστών, των πινάκων των μετασχηματιστών και των πινάκων της εταιρείας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ), οι μεταλλικές πόρτες, τα μεταλλικά μέρη του χώρου ηλεκτροπαραγωγών ζευγών (αν υπάρχουν) κ.λπ., με αγωγούς εύκαμπτους διατομής τουλάχιστον 50 mm<sup>2</sup>. Η χάλκινη αυτή ταινία συνδέεται σε έξι τουλάχιστον σημεία με τη θεμελιακή γείωση.

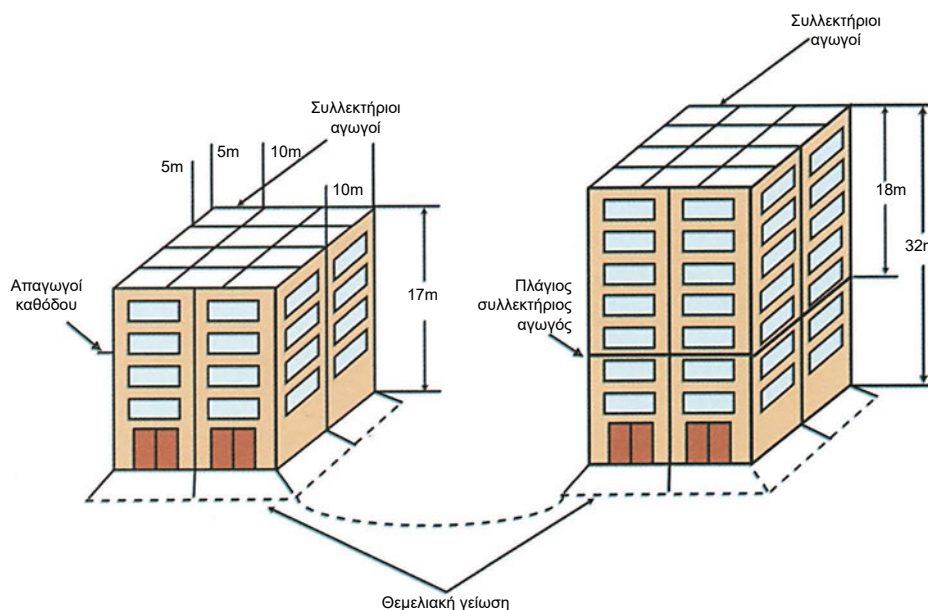
Στη θεμελιακή γείωση συνδέονται και οι ουδέτεροι κόμβοι των μετασχηματιστών και οι μπάρες γείωσης του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης με αγωγό χαλκού τουλάχιστον 95 mm<sup>2</sup>.

### 4.3 Γειώσεις αλεξικέραυνων

Η αναγκαιότητα ή μη της ύπαρξης αλεξικέραυνου εξαρτάται από την πιθανότητα πτώσης κεραυνού, τον κίνδυνο απώλειας ζώνων και το οικονομικό ύψος ή τη σημασία της ζημιάς που θα προκληθεί.

Ενδεικτικά, αντικεραυνική προστασία απαιτείται σε:

- Κτίρια ή κατασκευές που προεξέχουν από τα γειτονικά τους (π.χ. πύργοι τηλεπικοινωνιών, καμπαναριά εκκλησιών, καμινάδες).
- Εγκαταστάσεις εκτεθειμένες στο ύπαιθρο (π.χ. καταφύγια ορειβατών, ερημοκλήσια, εργοστάσια εκτός πόλης).
- Εγκαταστάσεις βασικών κοινωνικών αγαθών (π.χ. σταθμοί παραγωγής, αντλιοστάσια υδροδότησης, σταθμοί τηλεπικοινωνιακοί).
- Εγκαταστάσεις σημαντικής ιστορικής ή πνευματικής αξίας (π.χ. μουσεία, μνημεία).
- Εγκαταστάσεις εύφλεκτες (π.χ. χημικά εργοστάσια, εργοστάσια ξυλουργίας, αποθήκες πυρομαχικών, αποθήκες καυσίμων).
- Κτίρια συνάθροισης πολλών ατόμων (π.χ. αεροδρόμια, νοσοκομεία, μεγάλα ξενοδοχεία, εκκλησίες, γηροκομεία, πολυκαταστήματα, στρατώνες, θέατρα, γήπεδα κ.λπ.).



Σχήμα 4.6: Αλεξικέραυνο τύπου κλωβού Faraday

Για την προστασία των μεγάλων κτιρίων από τους κεραυνούς εγκαθίσταται συνήθως αλεξικέραυνο τύπου κλωβού Faraday.

Το αλεξικέραυνο κλωβού αποτελείται από τα εξής μέρη:

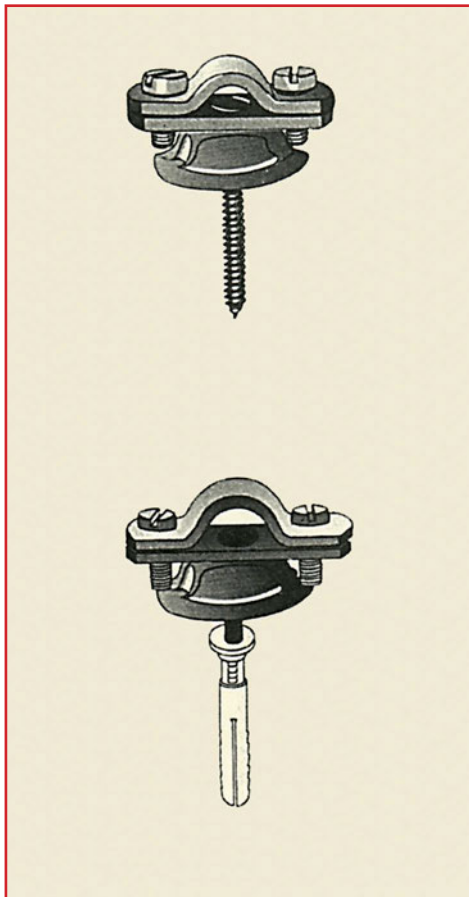
- τους συλλεκτήριους αγωγούς,
- τους αγωγούς καθόδου και
- το σύστημα γείωσης.

Το κρουστικό ρεύμα του κεραυνού συλλέγεται από πλέγμα αγωγών που τοποθετείται στις οροφές των κτιρίων και στη συνέχεια οδηγείται στη γη μέσω των αγωγών καθόδου και της θεμελιακής γείωσης.

### Συλλεκτήριοι αγωγοί

Στις στέγες των κτιρίων τοποθετούνται οι συλλεκτήριοι αγωγοί σε διάταξη τέτοια, ώστε κάθε σημείο της στέγης να απέχει λιγότερο από 5 μέτρα από τους αγωγούς που το περιβάλλουν (χωρίς να αγνοείται η αισθητική του κτιρίου).

Οι αγωγοί τοποθετούνται περιμετρικά και ενδιάμεσα στη στέγη του κτιρίου σε διαστάσεις μικρότερες των 10 × 20 μέτρων και στερεώνονται περίπου ανά τρέχον μέτρο μήκους με ειδικά μεταλλικά στηρίγματα που τοποθετούνται πάνω στα στηθαία των κτιρίων.



Σχήμα 4.7: Στηρίγματα αγωγών



Σχήμα 4.8: Στηρίγματα αγωγών για κεραμιδοσκεπή

Οι συλλεκτήριοι αγωγοί έχουν ελάχιστη διατομή 50 mm<sup>2</sup> και κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό, γαλβανισμένο χάλυβα, χαλύβδινο συρματόσχοινο ή χαλύβδινο αγωγό με εν θερμώ επιψευδαργύρωση, διαμέτρου 8-10 mm.

Οι αγωγοί αυτοί γεφυρώνονται με τα λοιπά μεταλλικά αντικείμενα της στέγης, που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 1 τετραγωνικό μέτρο ή μήκος μεγαλύτερο των 2 μέτρων (σημεία απορροής όμβριων υδάτων, κουπαστές στήριξης, εξαεριστήρες και ιστοί κεραιών τηλεόρασης). Όπου στην περίμετρο των δωματίων υπάρχει κάγκελο, αυτό χρησιμοποιείται σαν περιμετρικός αγωγός σύλληψης και συνδέεται εγκάρσια με αγωγό χαλύβδινο, θερμά επιψευδαργυρωμένο, διαμέτρου 10 mm, για να δημιουργηθεί το πλέγμα.

Σε επίπεδες επισκέψιμες επιφάνειες, οι συλλεκτήριοι αγωγοί τοποθετούνται στο δάπεδο σε συνδυασμό με κατάλληλα στηρίγματα «μανιτάρια».

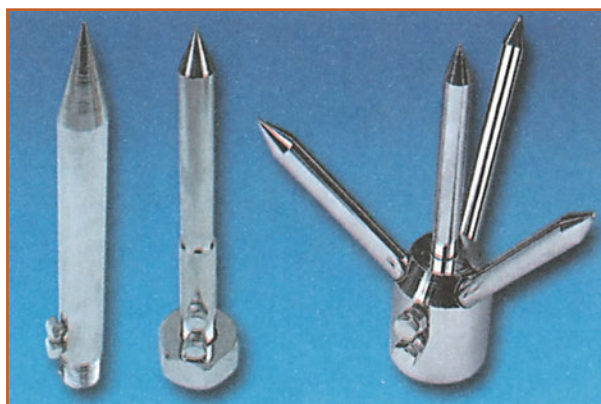
Οι συλλεκτήριοι αγωγοί μπορεί να είναι γυμνοί ή να βάζονται με ένα χέρι μπογιάς, όχι όμως και να καλύπτονται με μονωτικά.

Τμήματα στέγης μη μεταλλικά, που δεν προεξέχουν

πάνω από 0,3 m από το επίπεδο ενός κλωβού, θεωρούνται προστατευμένα.

Σε κτίρια με ύψος πάνω από 30 μέτρα, τοποθετούνται και πλάγιοι συλλεκτήριοι αγωγοί στους εξωτερικούς τοίχους. Όμως αν πρόκειται για κτίρια που έχουν τους αγωγούς καθόδου μέσα στα υποστυλώματα, τότε μπορούν να λείπουν οι πλάγιοι συλλεκτήριοι αγωγοί.

Μερικές φορές, χρησιμοποιούνται και ακίδες σύλληψης του κεραυνού για την κάλυψη ιδιομορφιών, εξάρσεων και προεξοχών του κτιρίου οι οποίες συνδέονται στους συλλεκτήριοιους αγωγούς.



Σχήμα 4.9: Ακίδες σύλληψης κεραυνού

### Αγωγοί καθόδου

Οι αγωγοί καθόδου ή *απαγωγοί* αποτελούνται από το ίδιο υλικό και είναι της ίδιας διαμέτρου με τους συλλεκτήριοιους αγωγούς.

Τοποθετούνται εντός των υποστυλωμάτων, παράλληλα με τον οπλισμό τους ή τοποθετούνται εξωτερικά, χωρίς να βλάπτουν την αισθητική του κτιρίου.

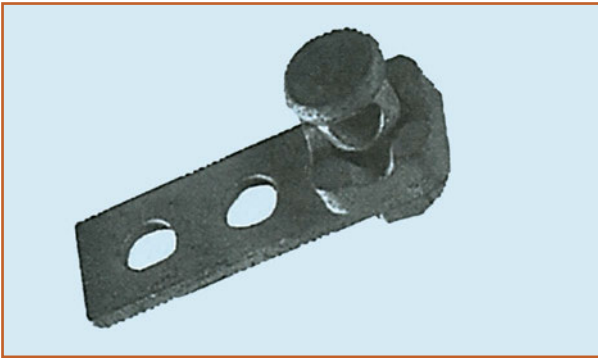
Οι κρυφοί αγωγοί καθόδου συνδέονται με ειδικούς σταθεροποιητές και σφιγκτήρες με τον οπλισμό του κτιρίου.

Οι αγωγοί καθόδου είναι συνεχείς. Σε περίπτωση που είναι αναγκαία η επιμήκυνση (μάτιση) του αγωγού, αυτή πραγματοποιείται με ειδικό σύνδεσμο.

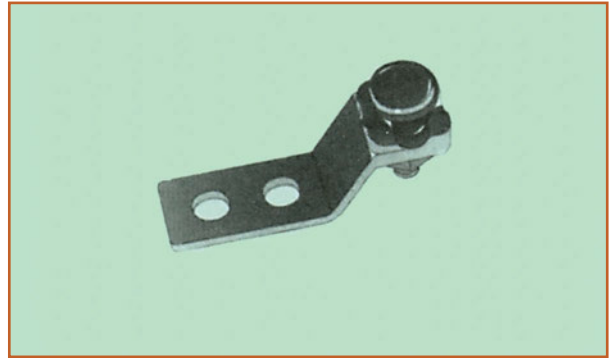
Οι αγωγοί καθόδου απέχουν πάνω από 0,5 m από παράθυρο ή πόρτα.

Μεταλλικές κατασκευές ή μεταλλικοί σκελετοί κτιρίων μπορούν να αντικαταστήσουν τους αγωγούς καθόδου (π.χ. μεταλλικές σκάλες, υδρορροές, μεταλλικές διακοσμητικές λαμαρίνες). Οι λαμαρίνες πρέπει να έχουν πάχος μεγαλύτερο των 0,5 mm. Εξυπακούεται ότι οι μεταλλικές αυτές κατασκευές θα γειωθούν κατάλληλα και θα συνδεθούν με τη θεμελιακή γείωση.

Ένας στους τρεις αγωγούς καθόδου φέρει ορατό λυόμενο σύνδεσμο, με ειδικό προκατασκευασμένο εξάρτημα, για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης.



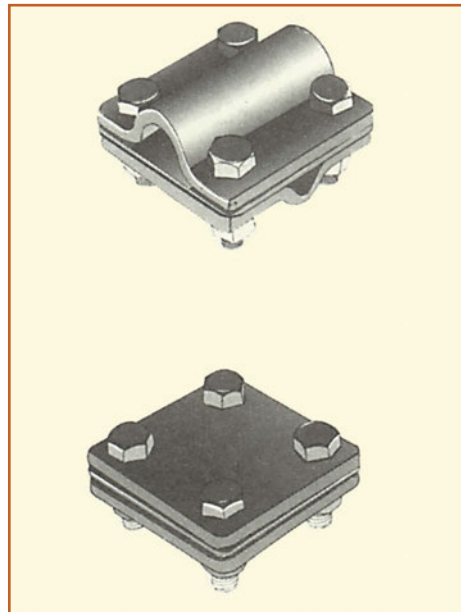
Σχήμα 4.10: Σύνδεσμος γεφύρωσης (ευθύς)



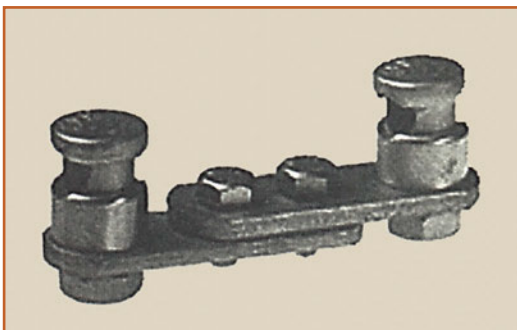
Σχήμα 4.11: Σύνδεσμος γεφύρωσης (γωνιακός)



Σχήμα 4.12: Σύνδεσμος σπλισμού



Σχήμα 4.13: Σύνδεσμοι βαριού τύπου (αγωγού κυκλικής διατομής και ταινίας)



Σχήμα 4.14: Λυόμενος σύνδεσμος ελέγχου γείωσης

### Σύστημα γείωσης

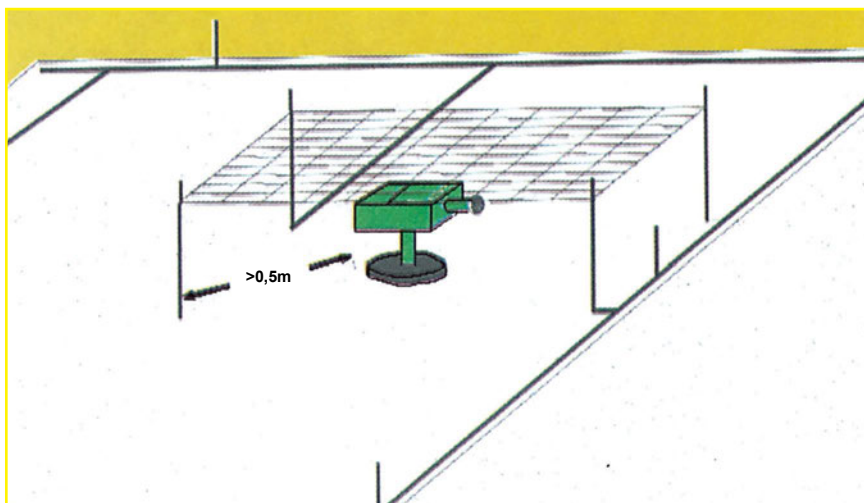
Το σύστημα γείωσης αποτελείται συνήθως από ταινία χαλύβδινη με εν θερμώ επιψευδαργύρωση, διατομής 100 mm<sup>2</sup> (30 mm x 3,5 mm), που τοποθετείται στα θεμέλια του κτιρίου.

Κάθε αγωγός καθόδου συνδέεται με την ταινία γείωσης μέσω ειδικού εξαρτήματος.

**Το σύστημα γείωσης των αλεξικέραυνων αποτελεί μέρος του όλου συστήματος της θεμελιακής γείωσης του κτιρίου.**

Όταν υπάρχουν μεταλλικά μέρη κοντά στην αντικεραυνική εγκατάσταση, σε περίπτωση πτώσης κεραυνού, υπάρχει κίνδυνος υπερπήδησης, με αποτέλεσμα τη διάρρηξη αυτών ή πυρκαγιά. Τέτοια μεταλλικά μέρη είναι οι σωληνώσεις ύδρευσης και κεντρικής θέρμανσης, οι σιδηροκατασκευές, οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κ.ά. Κατά συνέπεια, πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη τέτοιων μερών κοντά σε αγωγούς αντικεραυνικής εγκατάστασης, αλλιώς να γειώνονται με αποτελεσματική ισοδυναμική προστασία.

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στο δώμα χρειάζονται ιδιαίτερη επιμέλεια. Για παράδειγμα, για να προστατευθεί μια κάμερα παρακολούθησης, τοποθετείται πάνω από την κάμερα πρόσθετο πυκνό πλέγμα 10 x 10 cm<sup>2</sup>, στηριγμένο σε 4 στύλους ενωμένους με το σύστημα των συλλεκτήριων αγωγών.



Σχήμα 4.15: Προστασία κάμερας παρακολούθησης στο δώμα

Για την προστασία του δικτύου μέσης τάσης (κυψέλες, μετασχηματιστές, καλώδια) από το κρουστικό ρεύμα υπέρτασης, χρησιμοποιούνται ειδικοί απαγωγείς υπέρτασης, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ μπαρών φάσης και μπάρας γείωσης. Οι απαγωγείς αυτοί αποτελούνται από σώμα πορσελάνης με ακροδέκτες χαλκού. Φέρουν ηλεκτρόδια ανοξείδωτου χάλυβα και ορείχαλκου, διαχωρισμένα με μονωτήρες κεραμικούς σε τέτοια διαμόρφωση, ώστε να εξασφαλίζονται ευνοϊκά χαρακτηριστικά διαπίδωσης, δηλαδή μικροί παλμοί με μεγάλη σχετική σταθερότητα. Διαθέτουν και

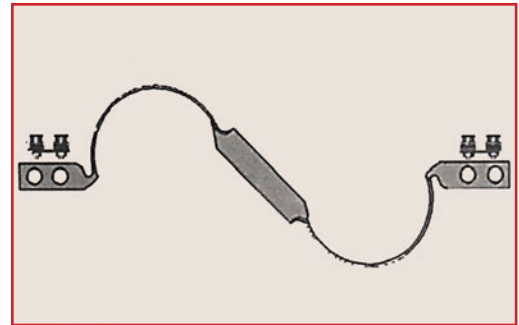
μολύβδινο συνδετήρα προς γη, ο οποίος παρέχει και ένδειξη ότι ο απαγωγέας έχει καταστραφεί και θέλει αντικατάσταση.

Για την προστασία του δικτύου χαμηλής τάσης από το κρουστικό ρεύμα υπέρτασης, χρησιμοποιούνται ειδικοί απαγωγείς υπέρτασης, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ μπάρων φάσης και μπάρας γείωσης. Επίσης, συνδέεται και η μπάρα του ουδέτερου με τη μπάρα γείωσης. Αυτοί οι απαγωγείς φέρουν κέλυφος από συνθετικό υλικό. Οι εκκενώσεις πραγματοποιούνται μέσα στο κέλυφος χωρίς εξωτερικά τόξα ή κορόνα και χωρίς απαιτήσεις αερισμού. Ο απαγωγέας πρέπει να ανταποκρίνεται σε κάθε υπέρταση διοχετεύοντας το κρουστικό ρεύμα ακαριαία στη γείωση, μέχρι να αποκατασταθεί η τάση στην κανονική της τιμή, οπότε αυτόματα επανέρχεται και ο απαγωγέας στην αρχική του κατάσταση χωρίς διακοπή της λειτουργίας και χωρίς αντικαταστάσεις ασφαλειών ή άλλων στοιχείων. Ο κάθε απαγωγέας είναι διπολικός (για την προστασία μιας φάσης) με δύο καλώδια σύνδεσης.

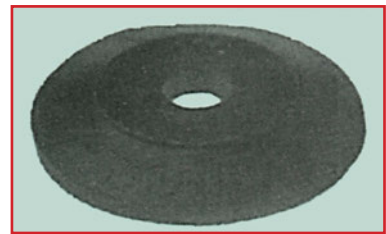
### Ειδικά κατασκευαστικά στοιχεία

Η εγκατάσταση του αλεξικέραυνου γίνεται με χρήση εξαρτημάτων ειδικά φτιαγμένων για τέτοιες εγκαταστάσεις. Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς VDE 0185, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα εξής:

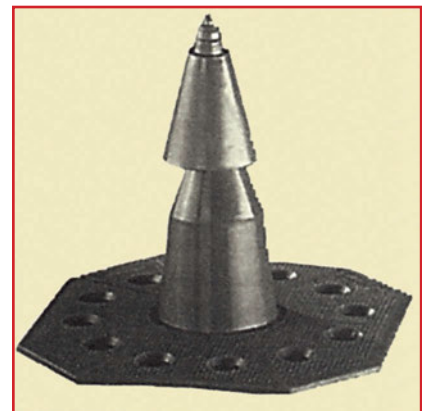
- Η σύνδεση αγωγών μεταξύ τους με ηλεκτροσυγκόλληση ή οξυγονοκόλληση απαγορεύεται. Χρησιμοποιούνται μόνο οι κατάλληλοι για κάθε περίπτωση σύνδεσμοι-σφιγκτήρες.
- Η σύσφιξη των αγωγών στα στηρίγματα γίνεται με τέτοιο τρόπο (όχι πολύ σφικτά), ώστε να επιτρέπει την ολίσθηση των αγωγών κατά τη θερμική τους διαστολή.
- Για την απορρόφηση των συστολών-διαστολών, τοποθετείται ανά διαστήματα, συνήθως μεγαλύτερα των 20 μέτρων, στους συλλεκτήριους αγωγούς καθώς και σε κάθε διασταύρωση αγωγών στην οροφή ειδικό εξάρτημα (συστολοδιαστολικός σύνδεσμος).
- Αποφεύγονται οι μεγάλες καμπύλες των αγωγών και όπου απαιτείται η διέλευσή τους από βεράντες, κεραμίδια, προεξοχές κ.λπ., για στεγανοποίηση των ορόφων, χρησιμοποιείται ειδικό εξάρτημα (διαπεραστήρας).
- Τα στηρίγματα των συλλεκτήριων αγωγών τοποθετούνται ανά μέτρο περίπου και σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης ένα πριν και ένα μετά την αλλαγή. Τα στηρίγματα τοποθετούνται πριν γίνει η μόνωση και στεγανοποίηση της ταράτσας.
- Όπου απαιτείται η στήριξη αγωγού σε στηθαίο ή μάρμαρο και χρησιμοποιείται στηρίγμα που πακτώνεται με πλαστικά παρεμβύσματα (UPAT), χρησιμοποιείται ροδέλα στεγανοποίησης.



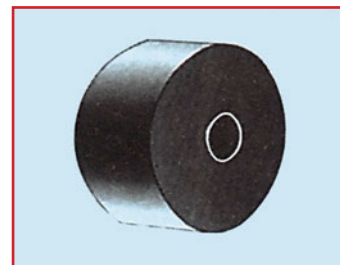
Σχήμα 4.16: Συστολοδιαστολικός σύνδεσμος



Σχήμα 4.17: Ροδέλα στεγανοποίησης από neopren

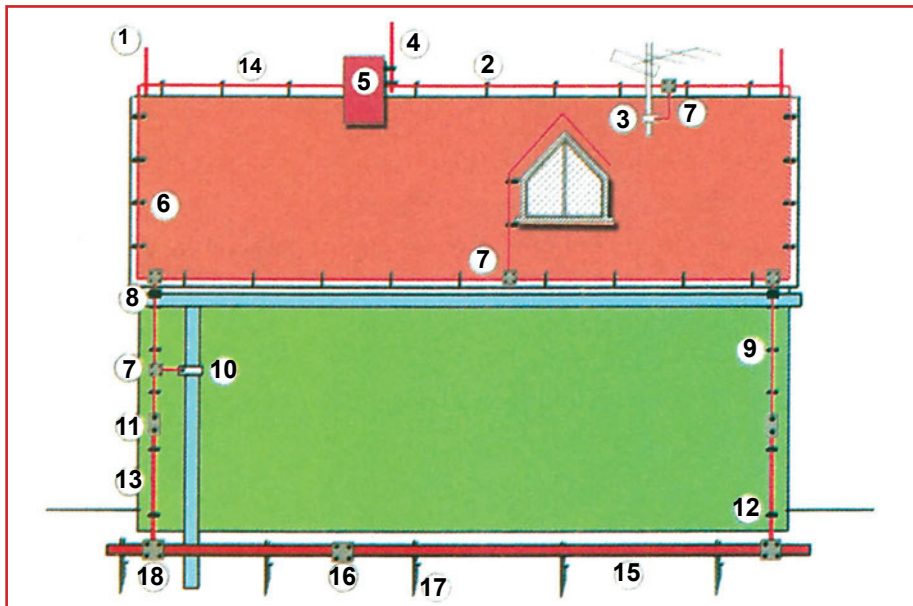


Σχήμα 4.18: Πλαστικός διαπεραστήρας αγωγών



Σχήμα 4.19: Αντιδιαβρωτική ταινία από PVC

- Η ταινία γείωσης τοποθετείται με κατακόρυφη τη μεγάλη πλευρά της, γι' αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά στηρίγματα κάθε 2 μέτρα σε όλο το μήκος της.
- Για την προστασία των αγωγών και των συνδέσεων κατά την παραμονή τους στο έδαφος, όπου απαιτείται, χρησιμοποιείται αυτοκόλλητη αντιδιαβρωτική ταινία PVC.



Σχήμα 4.20: Εξωτερική αντικεραυνική προστασία εξοχικής κατοικίας με κεραμοσκεπή

#### Υπόμνημα σχήματος 4.20

1. Ακίδα σύλληψης.
2. Στηρίγμα συλλεκτήριου αγωγού σε κεραμίδι.
3. Περιλαίμιο γεφύρωσης ιστού κεραίας τηλεόρασης.
4. Ακίδα πλευρικής στήριξης.
5. Στηρίγματα στήριξης ακίδας.
6. Στηρίγμα αγωγού σε πλευρικό κεραμίδι.
7. Σύνδεσμος αγωγού ελαφρού τύπου.
8. Στηρίγμα αγωγού σε μεταλλικό άκρο.
9. Στηρίγμα αγωγού καθόδου.
10. Περιλαίμιο με σύνδεσμο ενός σημείου.
11. Σύνδεσμος αγωγού καθόδου και προστατευτικού αγωγού.
12. Στηρίγμα αγωγού καθόδου.
13. Προστατευτικός αγωγός καθόδου.
14. Συλλεκτήριος αγωγός.
15. Ταινία (λάμα) θεμελιακής γείωσης.
16. Σύνδεσμος ταινίας/ταινίας βαριού τύπου.
17. Στηρίγμα (πάσσαλος) ταινίας θεμελιακής γείωσης.
18. Σύνδεσμος προστατευτικού αγωγού με ταινία.

## 4.4 Γειώσεις ασθενών ρευμάτων

Στα ασθενή ρεύματα διακρίνουμε δύο είδη γειώσεων:

### ❖ Γείωση λειτουργίας τηλεπικοινωνιακών συσκευών

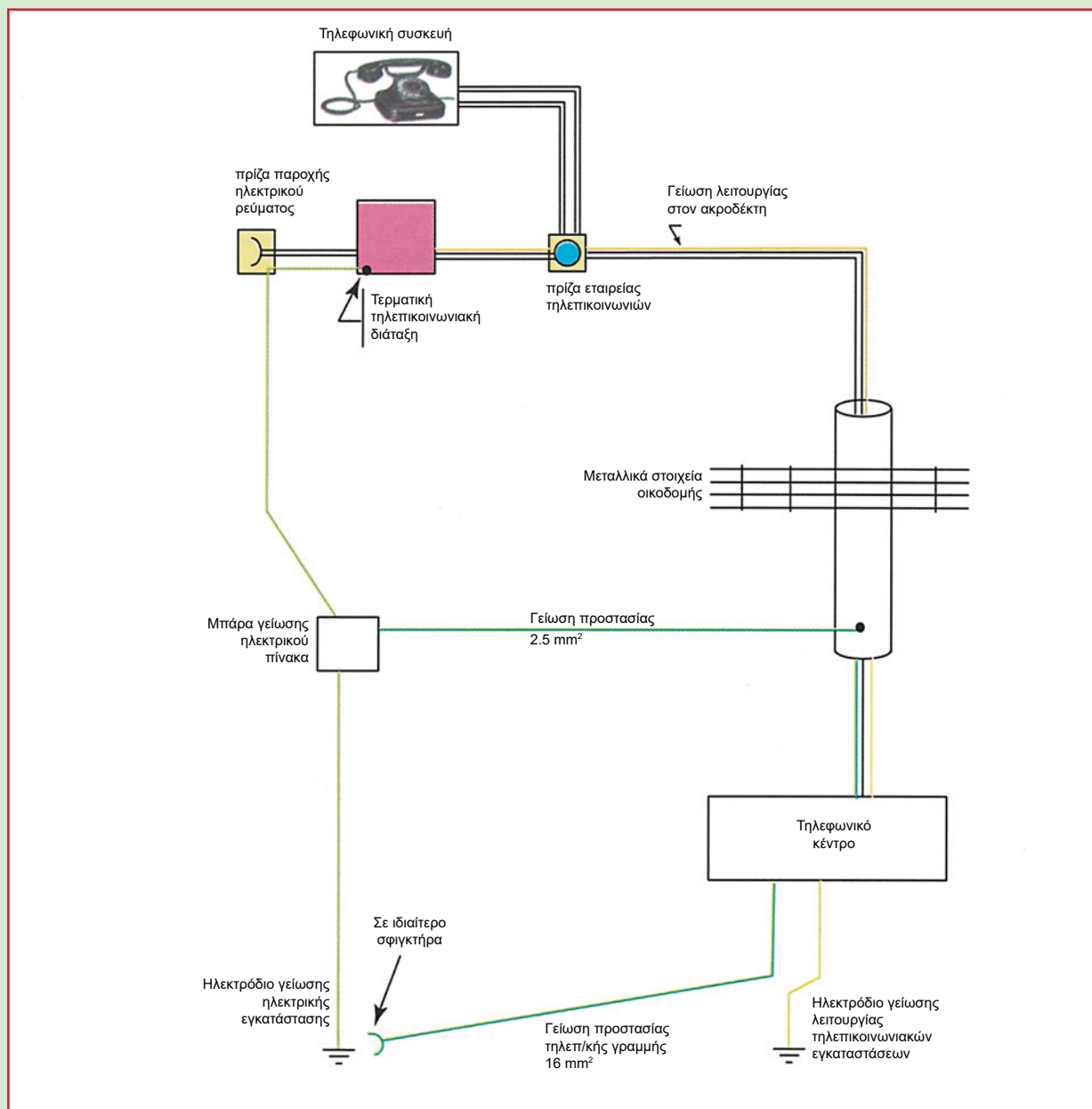
Η γείωση αυτή είναι απαραίτητη για την κανονική λειτουργία των ηλεκτρονικών μερών, π.χ. του τηλεφωνικού κέντρου, και αποτελείται από ανεξάρτητο ηλεκτρόδιο γείωσης, το οποίο τοποθετείται σε ικανή απόσταση από οποιαδήποτε άλλη γείωση. Αυτό το ηλεκτρόδιο γείωσης, με μονωμένο χάλκινο αγωγό, μπορεί να έχει διατομή από 2,5 mm<sup>2</sup> μέχρι 50 mm<sup>2</sup>, ανάλογα με τις οδηγίες του προμηθευτή, και να απέχει από τη θεμελιακή γείωση από 2 μέτρα μέχρι 30 μέτρα.

### ❖ Γειώσεις προστασίας

Τα μεταλλικά μέρη των δικτύων ασθενών ρευμάτων (μεταλλικοί σωλήνες, καλωδιαγωγοί κ.λπ.) γειώνονται όταν βρίσκονται σε άμεση επαφή με δομικά μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου. Η γείωση στην περίπτωση αυτή γίνεται με αγωγό διατομής  $2,5 \text{ mm}^2$ , ο οποίος οδηγείται στη μπάρα γείωσης του αντίστοιχου ηλεκτρικού πίνακα.

Τα πλαίσια και τα λοιπά μεταλλικά εξαρτήματα των κεντρικών συσκευών της τηλεφωνικής εγκατάστασης (τηλεφωνικό κέντρο) συνδέονται στη θεμελιακή γείωση του κτιρίου με χάλκινο αγωγό διατομής  $16 \text{ mm}^2$ .

Ομοίως, συνδέονται οι ιστοί των κεραιών λήψεων ραδιοτηλεοπτικών σημάτων και ασύρματης αναζήτησης προσωπικού. Για την προστασία της τηλεφωνικής εγκατάστασης από το κρουστικό ρεύμα της υπέρτασης που μπορεί να εμφανιστεί στις γραμμές της εταιρείας τηλεπικοινωνιών (π.χ. Ο.Τ.Ε.), συνδέεται κάθε ζεύγος του καλωδίου εισόδου με ειδική διάταξη, η οποία τοποθετείται μέσα στον κατανεμητή εισόδου του καλωδίου της εταιρείας τηλεπικοινωνιών.



Σχήμα 4.21: Γειώσεις ασθενών ρευμάτων

## 4.5 Ανακεφαλαίωση

Για την προστασία των ανθρώπων ενός κτιρίου από επικίνδυνες τάσεις επαφής των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των κεραυνών, προβλέπεται η κατασκευή εκτεταμένου δικτύου γείωσης θεμελιακής μορφής.

Στόχος της θεμελιακής γείωσης είναι όλα τα μεταλλικά σημεία του κτιρίου να αποτελούν ισοδυναμική επιφάνεια.

Η θεμελιακή γείωση στα νέα κτίρια πραγματοποιείται στη φάση της θεμελίωσης του κτιρίου και συνίσταται στην τοποθέτηση μιας ταινίας από γαλβανισμένο χάλυβα ή στην τοποθέτηση βέργας γαλβανισμένου χάλυβα.

Το περιμετρικό ηλεκτρόδιο οδεύει σε στρώση δονημένου σκυροδέματος σε βάθος τουλάχιστον ενός μέτρου και στερεώνεται με ειδικά στηρίγματα. Η ταινία τοποθετείται με την πλατιά της πλευρά όρθια και προτιμάται από τη βέργα, γιατί λυγίζει ευκολότερα στις γωνίες. Η τοποθέτηση μέσα στο σκυροδέμα εξασφαλίζει αντοχή στη διάβρωση και στις μηχανικές καταπονήσεις.

Συνιστάται να συνδέεται στην περιμετρική γείωση ο οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου.

Στη θεμελιακή γείωση συνδέονται όλα τα εκτεταμένα μεταλλικά δίκτυα του κτιρίου (σωληνώσεις νερού, αεραγωγοί κ.λπ.), οι μεταλλικές ηλεκτρικές συσκευές και τα μηχανήματα. Για το σκοπό αυτό, προβλέπονται κατά τη φάση της κατασκευής των θεμελιακών δακτυλίων, σε κατάλληλες θέσεις, οι αναμονές σύνδεσης γειώσεων. Τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού συνδέονται μεταξύ τους και με τον αγωγό γείωσης με αγωγούς γεφύρωσης. Οι αγωγοί γεφύρωσης πρέπει να έχουν το δυνατόν μικρότερο μήκος και κατά προτίμηση να αποτελούνται από φαρδιές ταινίες χαλκού.

Η ισοδυναμικότητα του κτιρίου επιτυγχάνεται γειώνοντας τα αγώγιμα μέρη του κτιρίου. Η ισοδυναμικότητα αυτή αυξάνεται όσο περισσότεροι αγωγοί γεφύρωσης εγκαθίστανται.

Πρακτικά, η εξίσωση δυναμικών σε ευαίσθητους λειτουργικά χώρους επιτυγχάνεται με σύνδεση όλων των μεταλλικών μερών με μία ξεχωριστή μπάρα, η οποία μέσω χάλκινου πολύκλωνου αγωγού διατομής τουλάχιστον  $16 \text{ mm}^2$ , συνδέεται με τη μπάρα γείωσης του πιο κοντινού ηλεκτρικού πίνακα.

Το σύστημα θεμελιακής γείωσης και το πλέγμα ισοδυναμικής επιφάνειας πρέπει να παρουσιάζουν αντίσταση γείωσης  $R < 1 \Omega$  και για το λόγο αυτό, όπου απαιτείται, εγκαθίστανται και πρόσθετα ηλεκτρόδια γείωσης.

Στη θεμελιακή γείωση περιλαμβάνονται και οι γειώσεις των υποσταθμών. Επίσης, σε αυτή καταλήγουν και οι αγωγοί καθόδου του αλεξικέρανου του κτιρίου.

Για την προστασία των μεγάλων κτιρίων από τους κεραυνούς, εγκαθίσταται συνήθως αλεξικέραυνο τύπου κλωβού Faraday, που αποτελείται από τους συλλεκτήριους αγωγούς, τους αγωγούς καθόδου και το σύστημα γείωσης. Το κρουστικό ρεύμα του κεραυνού συλλέγεται από πλέγμα αγωγών που τοποθετείται στις οροφές των κτιρίων (συλλεκτήριοι αγωγοί) και στη συνέχεια οδηγείται στη γη μέσω των αγωγών καθόδου και της θεμελιακής γείωσης.

Το σύστημα γείωσης των αλεξικέραυνων αποτελεί μέρος του όλου συστήματος της θεμελιακής γείωσης του κτιρίου.

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στο δώμα χρειάζονται ιδιαίτερη επιμέλεια. Για την προστασία του δικτύου μέσης και χαμηλής τάσης από το κρουστικό ρεύμα υπέρτασης χρησιμοποιούνται ειδικοί απαγωγείς υπέρτασης, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ μπαρών φάσης και μπάρας γείωσης (στη χαμηλή τάση επίσης συνδέεται και η μπάρα του ουδέτερου με τη μπάρα γείωσης).

Η εγκατάσταση του αλεξικέρανου γίνεται με χρήση ειδικών εξαρτημάτων και λαμβάνονται υπόψη για τους αγωγούς: η σύνδεσή τους, η θερμική τους διαστολή, η απορρόφηση των συστολών-διαστολών τους, η τοποθέτηση των στηριγμάτων στις κατάλληλες θέσεις κ.λπ.

Στα ασθενή ρεύματα διακρίνουμε δύο είδη γειώσεων: τη γείωση λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών συσκευών και τη γείωση προστασίας.

## 4.6 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Στόχος της θεμελιακής γείωσης είναι όλα τα μεταλλικά σημεία του κτιρίου να αποτελούν ισοδυναμική επιφάνεια.  
α) Σωστό  β) Λάθος
2. Η θεμελιακή γείωση στα νέα κτίρια πραγματοποιείται μετά από την τοποθέτηση των τούβλων στην οικοδομή.  
α) Σωστό  β) Λάθος
3. Η βέργα προτιμάται από την ταινία στη θεμελιακή γείωση, γιατί λυγίζει ευκολότερα στις γωνίες.  
α) Σωστό  β) Λάθος
4. Η ταινία στη θεμελιακή γείωση τοποθετείται με την πλατιά της πλευρά σε οριζόντιο επίπεδο.  
α) Σωστό  β) Λάθος
5. Οι πλαστικοί σωλήνες αποχέτευσης συνδέονται στη θεμελιακή γείωση.  
α) Σωστό  β) Λάθος
6. Οι αγωγοί γεφύρωσης που συνδέουν τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού με τον αγωγό γείωσης πρέπει να έχουν το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος.  
α) Σωστό  β) Λάθος
7. Το σύστημα γείωσης των αλεξικέραυνων αποτελεί μέρος του όλου συστήματος της θεμελιακής γείωσης του κτιρίου.  
α) Σωστό  β) Λάθος
8. Περιμετρικά στον τοίχο του υποσταθμού τοποθετείται χάλκινη μπάρα γείωσης, στην οποία συνδέονται ακόμη και οι μεταλλικές πόρτες με αγωγούς εύκαμπτους διατομής τουλάχιστον 50 mm<sup>2</sup>.  
α) Σωστό  β) Λάθος
9. Η χάλκινη μπάρα γείωσης που είναι τοποθετημένη περιμετρικά στον τοίχο του υποσταθμού συνδέεται σε έξι τουλάχιστον σημεία με τη θεμελιακή γείωση.  
α) Σωστό  β) Λάθος
10. Στη θεμελιακή γείωση δε συνδέονται οι ουδέτεροι κόμβοι των μετασχηματιστών.  
α) Σωστό  β) Λάθος
11. Στη θεμελιακή γείωση συνδέονται και οι μπάρες γείωσης του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης με αγωγό χαλκού τουλάχιστον 95 mm<sup>2</sup>.  
α) Σωστό  β) Λάθος
12. Το κρουστικό ρεύμα του κεραυνού συλλέγεται αρχικά από τους αγωγούς καθόδου ενός αλεξικέραυνου κλωβού.  
α) Σωστό  β) Λάθος
13. Οι συλλεκτήριοι αγωγοί πρέπει να καλύπτονται με μονωτικά υλικά.  
α) Σωστό  β) Λάθος
14. Τμήματα στέγης μεταλλικά που προεξέχουν λιγότερο από 30 εκατοστά από το επίπεδο ενός κλωβού θεωρούνται

προστατευμένα.

α) Σωστό  β) Λάθος

15. Ο απαγωγέας υπέρτασης διοχετεύει το κρουστικό ρεύμα από κεραυνό ακαριαία στη γείωση.

α) Σωστό  β) Λάθος

16. Ο κάθε απαγωγέας υπέρτασης είναι διπολικός (για την προστασία μιας φάσης) με δύο καλώδια σύνδεσης.

α) Σωστό  β) Λάθος

17. Η γείωση λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών συσκευών συνδέεται με τη θεμελιακή γείωση.

α) Σωστό  β) Λάθος

18. Τα μεταλλικά εξαρτήματα του τηλεφωνικού κέντρου συνδέονται στη θεμελιακή γείωση του κτιρίου με χάλκινο αγωγό διατομής 16 mm<sup>2</sup>.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

- 1. Το σύστημα θεμελιακής γείωσης και το πλέγμα ισοδυναμικής επιφάνειας πρέπει να παρουσιάζουν αντίσταση γείωσης:**
  - α)  $R < 1 \text{ k}\Omega$
  - β)  $R < 10 \Omega$
  - γ)  $R < 1 \Omega$
  - δ)  $R > 1 \Omega$
  
- 2. Κάθε σημείο της στέγης πρέπει να απέχει από συλλεκτήριο αγωγό:**
  - α) λιγότερο από 10 μέτρα
  - β) περισσότερο από 10 μέτρα
  - γ) περισσότερο από 5 μέτρα
  - δ) λιγότερο από 5 μέτρα
  
- 3. Εγκάρσιες συνδέσεις του περιμετρικού ηλεκτροδίου στη θεμελιακή γείωση τοποθετούνται, όταν οι διαστάσεις των κτιρίων είναι:**
  - α) μεγαλύτερες των 10 μέτρων
  - β) μεγαλύτερες των 20 μέτρων
  - γ) μικρότερες των 10 μέτρων
  - δ) μεγαλύτερες των 5 μέτρων
  
- 4. Οι αγωγοί καθόδου ενός αλεξικέρανου πρέπει να απέχουν από ένα παράθυρο:**
  - α) λιγότερο από μισό μέτρο
  - β) περισσότερο από μισό μέτρο
  - γ) περισσότερο από τρία μέτρα
  - δ) ακριβώς δύο μέτρα
  
- 5. Δίπλα στον αριθμό της φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τον αριθμό της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

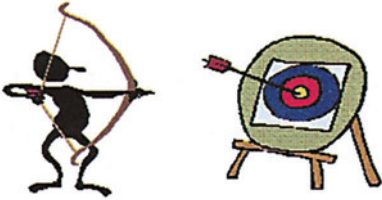
Στήλη Α	Στήλη Β
1. Διάσταση ταινίας από γαλβανισμένο χάλυβα	α. 2,5 m
2. Διάμετρος βέργας από γαλβανισμένο χάλυβα	β. 12 cm
3. Βάθος περιμετρικού ηλεκτροδίου	γ. 12 mm
4. Απόσταση αναμονής σύνδεσης γειώσεων από το έδαφος	δ. 40 mm x 5 mm
	ε. 50 cm x 4 mm
	ζ. 30 cm
	η. 1 m

## Ομάδα Γ:

1. Πώς επιτυγχάνεται πρακτικά η εξίσωση δυναμικών σε έναν ευαίσθητο λειτουργικά χώρο;
2. Τι μπορεί να συμβεί, αν δύο μεταλλικά σημεία είναι μη ισοδυναμικά;
3. Τι γνωρίζετε για τους απαγωγείς υπέρτασης;
4. Γιατί το περιμετρικό ηλεκτρόδιο στη θεμελιακή γείωση οδεύει σε στρώση δονημένου σκυροδέματος;
5. Γιατί η ταινία της θεμελιακής γείωσης τοποθετείται με την πλατιά της πλευρά όρθια;
6. Στην περιμετρική θεμελιακή γείωση συνιστάται ή όχι να συνδέονται οι σιδερόβεργες του μπτετόν του κτιρίου και γιατί;
7. Αν σε περίπτωση φθινοπωρινής καταιγίδας περπατάτε σε ξέφωτο, κινδυνεύετε από κάτι και γιατί;
8. Αν σε περίπτωση καταιγίδας βρίσκεστε κάτω από δέντρο, κινδυνεύετε από κάτι και γιατί;
9. Αν βρίσκονται σε κοντινή απόσταση ένα καμπαναριό και μια καμινάδα, ποια από τις δύο κατασκευές έχει μεγαλύτερη ανάγκη από αντικεραυνική προστασία και γιατί;
10. Σε μια αποθήκη πυρομαχικών που βρίσκεται ανάμεσα σε ψηλότερα κτίρια, απαιτείται αλεξικέραυνο και γιατί;
11. Γιατί σε κτίρια με ύψος πάνω από 30 μέτρα τοποθετούνται και πλάγιοι συλλεκτήριοι αγωγοί στους εξωτερικούς τοίχους;
12. Γιατί οι αγωγοί καθόδου ή απαγωγείς αποτελούνται από το ίδιο υλικό και είναι της ίδιας διαμέτρου με τους συλλεκτήριους αγωγούς;
13. Υπό ποιες προϋποθέσεις οι υδρορροές μπορούν να αντικαταστήσουν τους αγωγούς καθόδου ενός αλεξικέραυνου κλωβού Faraday;
14. Γιατί σε ένα αλεξικέραυνο η σύνδεση αγωγών καθόδου μεταξύ τους με ηλεκτροσυγκόλληση ή οξυγονοκόλληση απαγορεύεται;

## 5. Ηλεκτροπαραγωγό

### Ζεύγος



### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τους λόγους που καθιστούν αναγκαία την εγκατάσταση ενός Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους (H/Z)
- αναφέρουν τις περιπτώσεις όπου ένα H/Z χρησιμοποιείται ως κύρια ή ως εφεδρική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας
- αναφέρουν τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένα H/Z
- περιγράφουν τις γεννήτριες που συνήθως χρησιμοποιούνται στα H/Z
- αιτιολογούν την ύπαρξη του ρυθμιστή τάσης
- αναφέρουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η επιλογή της γεννήτριας του H/Z και να αιτιολογούν την επίδραση αυτών των παραγόντων
- υπολογίζουν την απαιτούμενη συνολική ισχύ της γεννήτριας ενός H/Z, όταν δίνονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες λειτουργίας, τα επιμέρους ηλεκτρικά φορτία και ο τρόπος εκκίνησης των κινητήρων τους
- διακρίνουν τους κινητήρες των H/Z ανάλογα με το είδος καυσίμου που χρησιμοποιούν και να αναφέρουν τη μέγιστη ηλεκτρική ισχύ για την οποία αυτοί συνήθως χρησιμοποιούνται
- επιλέγουν το είδος ρυθμιστή ταχύτητας ενός κινητήρα H/Z, ανάλογα με τα τροφοδοτούμενα φορτία της εγκατάστασης
- επιλέγουν την απαιτούμενη ισχύ του κινητήρα ενός H/Z, όταν γνωρίζουν την ισχύ της γεννήτριας και το βαθμό απόδοσής της
- αιτιολογούν από τον πίνακα ελέγχου και μεταγωγής ενός H/Z την αναγκαιότητα ύπαρξης κάθε οργάνου, συσκευής ή διάταξης που είναι απαραίτητα για την προστασία και τη χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία του H/Z
- αναφέρουν τις απαραίτητες ενέργειες συντήρησης ενός H/Z

## 5.1 Γενικά

Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούν συνήθως το δίκτυο μιας εταιρείας παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ) ως κύρια πηγή για την τροφοδότηση της εγκατάστασής τους. Η εταιρεία αυτή προσφέρει μονοφασικό και τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα σε ημιτονοειδή μορφή με τις παρακάτω ονομαστικές τιμές τάσης και συχνότητας:

- συχνότητα **50 Hz**
- ενεργός τιμή τάσης **φασική 230 /πολική 400 V<sup>1</sup>**

Η τάση και η συχνότητα δεν πρέπει να αποκλίνουν από τις ονομαστικές τους τιμές πέρα από τα όρια που καθορίζονται από τους κανονισμούς (ελληνικούς, ευρωπαϊκούς), επειδή τότε οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές δε λειτουργούν σωστά ή ακόμη μπορεί και να προκληθεί βλάβη σε αυτές. Επίσης, είναι σημαντικό η προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο μιας εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ) να είναι συνεχής, επειδή διαφορετικά προκύπτουν τα παρακάτω προβλήματα:

- βλάβες σε συσκευές (π.χ. λόγω συχνών διακοπών),
- κίνδυνος για την υγεία των ανθρώπων (π.χ. λόγω διακοπής τροφοδοσίας του εξοπλισμού χειρουργείων),
- καταστροφή αγαθών (π.χ. λόγω διακοπής λειτουργίας ψυγείων),
- διακοπή παραγωγής εργοστασίου,
- πρόβλημα στην ασφαλή διακίνηση ανθρώπων και προϊόντων (π.χ. λόγω έλλειψης φωτισμού, διακοπής λειτουργίας ανελκυστήρων).

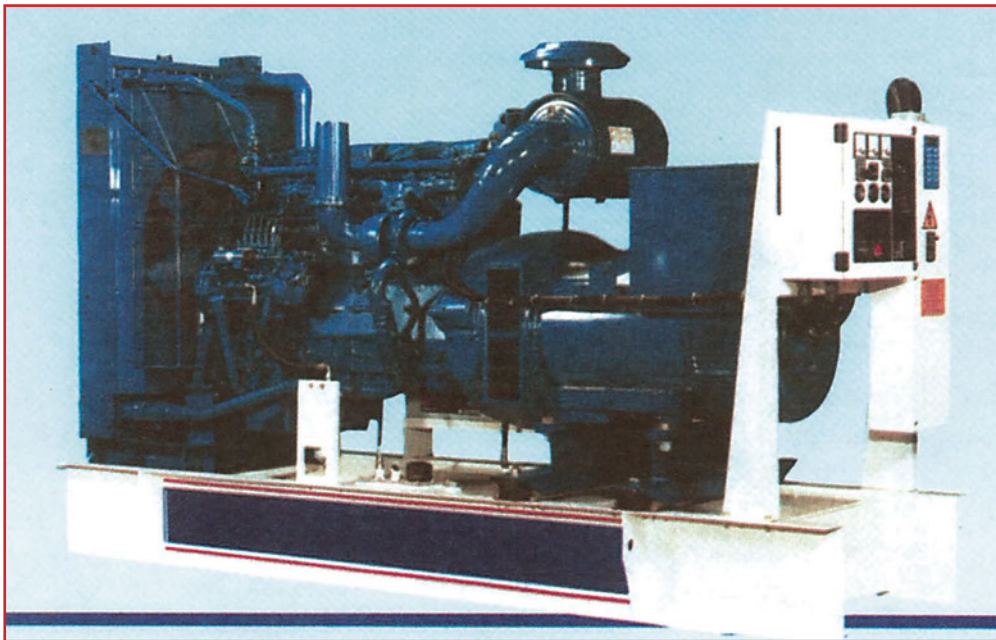
Οι εταιρείες παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, για αιτίες που τις περισσότερες φορές δεν εξαρτώνται από αυτές, όπως φυσικά φαινόμενα (κεραυνοί, άνεμος, βροχή), πρόσκρουση αυτοκινήτων σε κολόνες κ.λπ., δεν μπορούν να εξασφαλίσουν πάντοτε την κατάλληλη τάση και συχνότητα καθώς και τη συνεχή παροχή του εναλλασσόμενου ρεύματος. Για να περιορισθούν ή να μηδενισθούν τα προβλήματα που οφείλονται σε ακατάλληλη τάση, συχνότητα και σε διακοπές της κύριας πηγής ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται ανεξάρτητες πηγές, όπως το **Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (H/Z)**.

<sup>1</sup> Μέχρι την 1.1.2004 η ενεργός τιμή της προσφερόμενης τάσης από τη Δ.Ε.Η. μπορεί να αποκλίνει από την ονομαστική έως +6% και -10%, δηλαδή η φασική τάση μπορεί να λαμβάνει τιμές στην περιοχή μεταξύ 207 και 244 V, ενώ η πολική τάση μεταξύ 360 και 424 V.

Από την 1.1.2004 η Δ.Ε.Η. προσαρμόζεται πλήρως στους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και η προσφερόμενη τάση μπορεί να κυμαίνεται ως προς την ονομαστική κατά  $\pm 10\%$ .

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι ανεξάρτητη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας), η οποία χρησιμοποιείται:

- ❖ ως εφεδρική πηγή στις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή το δίκτυο μιας εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ) και τροφοδοτεί μέρος ή ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση κτιρίου, όταν η τάση ή / και η συχνότητα γίνουν ακατάλληλες ή διακοπεί η παροχή από την κύρια πηγή,
- ❖ ως κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις όπου δεν φθάνει το δίκτυο της εταιρείας διανομής και
- ❖ σε ειδικές περιπτώσεις, παράλληλα με το δίκτυο της εταιρείας διανομής, για να καλύψει την αιχμή του φορτίου της ηλεκτρικής εγκατάστασης.



*Εικόνα 5.1: Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος*

Τα βασικά μέρη του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους είναι :

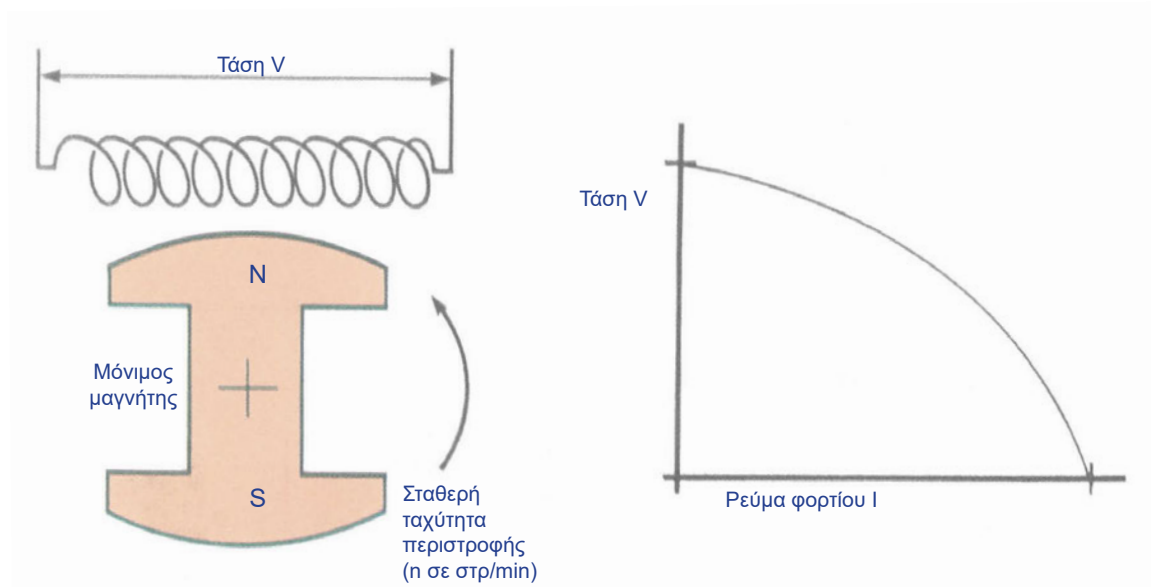
- ❖ η γεννήτρια,
- ❖ ο κινητήρας (κινητήρια μηχανή),
- ❖ ο πίνακας ελέγχου και μεταγωγής και
- ❖ η βάση στήριξης.

## 5.2 Γεννήτρια

Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος, οι οποίες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του κινητήρα σε ηλεκτρική.

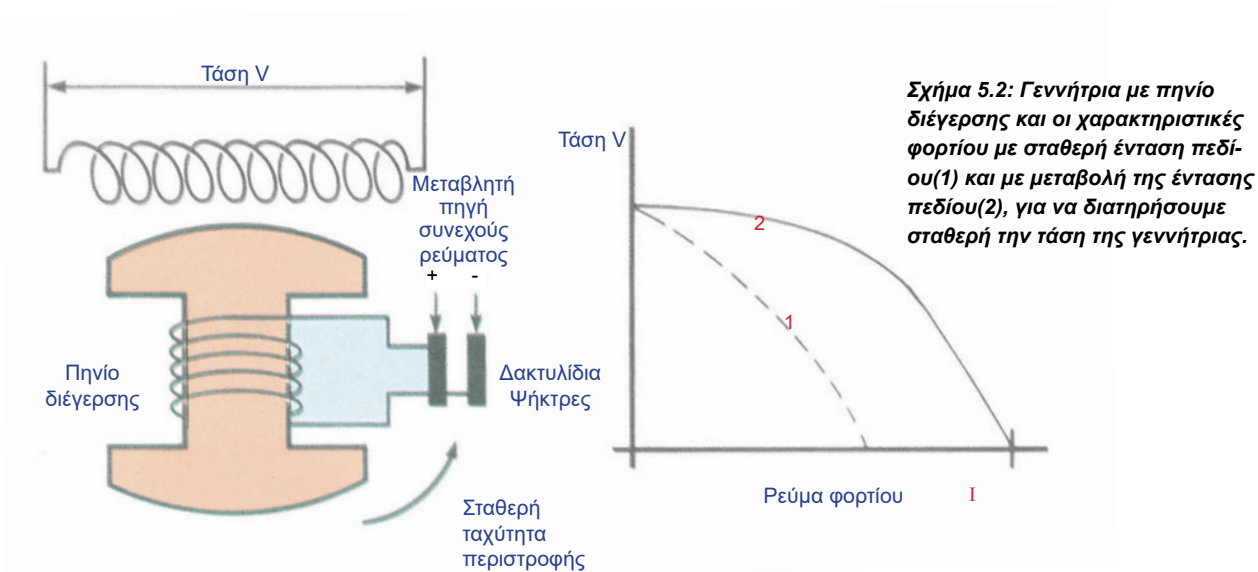
Η πιο απλή μορφή γεννήτριας φαίνεται στο Σχήμα 5.1 και αποτελείται από έναν αγωγό σε μορφή πηνίου (επαγωγικό τύλιγμα ή τύλιγμα τύμπανου) και ένα μόνιμο μαγνήτη (διέγερση), ο οποίος περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα. Στον αγωγό, λόγω του φαινομένου της επαγωγής, παράγεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (τάση). Εάν στον αγωγό δεν είναι συνδεδεμένο φορτίο, η τάση παραμένει σταθερή, επειδή η ένταση του μαγνητικού πεδίου παραμένει σταθερή. Εάν

εφαρμόσουμε φορτίο στον αγωγό, το ρεύμα που ρέει σε αυτό προκαλεί πτώση της τάσης, όπως φαίνεται και στην καμπύλη ρεύματος φορτίου - τάσης γεννήτριας που ονομάζεται **χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας** (Σχήμα 5.1).



**Σχήμα 5.1: Γεννήτρια με διέγερση μόνιμου μαγνήτη και η χαρακτηριστική φορτίου της**

Για να διατηρείται σταθερή η τάση της γεννήτριας, πρέπει για κάθε μεταβολή (αύξηση ή μείωση) του φορτίου να μεταβάλεται αντίστοιχα και η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Για να μπορούμε να μεταβάλλουμε το μαγνητικό πεδίο, αντί για μόνιμο μαγνήτη χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνήτη, δηλαδή πηνίο στο οποίο ρέει συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (Σχήμα 5.2). Το πηνίο αυτό ονομάζεται πηνίο διέγερσης ή τύλιγμα πεδίου. Μεταβάλλοντας την ένταση του ρεύματος που ρέει στο πηνίο διέγερσης, μεταβάλλεται και η ένταση του μαγνητικού πεδίου και με τον τρόπο αυτό διατηρούμε σταθερή την τάση (Σχήμα 5.2 καμπύλη 2), ενώ με σταθερή ένταση του πεδίου έχουμε την καμπύλη 1. Επομένως, για τη σταθεροποίηση της τάσης, χρειάζεται εξωτερική μεταβλητή πηγή συνεχούς ρεύματος.



**Σχήμα 5.2: Γεννήτρια με πηνίο διέγερσης και οι χαρακτηριστικές φορτίου με σταθερή ένταση πεδίου(1) και με μεταβολή της έντασης πεδίου(2), για να διατηρήσουμε σταθερή την τάση της γεννήτριας.**

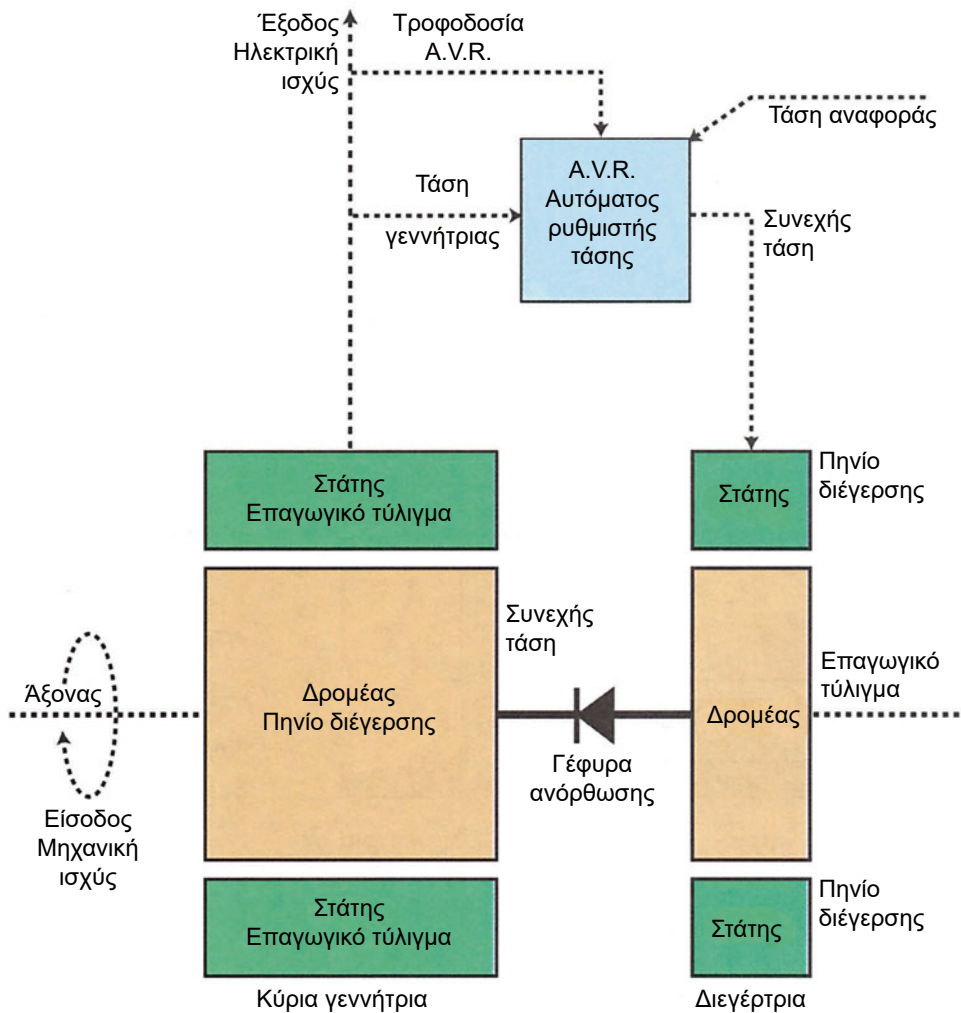
Για να μπορεί να τροφοδοτηθεί το περιστρεφόμενο πηνίο διέγερσης από την ακίνητη εξωτερική πηγή συνεχούς ρεύματος, χρησιμοποιούνται δακτυλίδια και ψήκτρες. Τα άκρα του πηνίου συνδέονται σε δακτυλίδια, στα οποία ολισθαίνουν οι ψήκτρες που είναι συνδεδεμένες στους πόλους της πηγής συνεχούς ρεύματος και με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η τροφοδότηση του πηνίου διέγερσης. Η χρήση δακτυλιδιών και ψηκτρών παρουσιάζει τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Απαιτείται συχνή αντικατάσταση των ψηκτρών λόγω φθοράς από τριβή.
- Προκαλούν μεγάλη πτώση τάσης, ιδιαίτερα όταν το

συνεχές ρεύμα έχει μεγάλη ένταση.

Λόγω των μειονεκτημάτων των ψηκτρών, σύγχρονες γεννήτριες με ψηκτρες κατασκευάζονται μόνο για μικρή ισχύ.

Για την αποφυγή των ψηκτρών στους εναλλακτήρες, χρησιμοποιείται μία δεύτερη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, η οποία τροφοδοτεί τη διέγερση της κύριας γεννήτριας. Η γεννήτρια αυτή ονομάζεται διεγέρτρια, είναι μικρής ισχύος και ο άξονάς της τοποθετείται στον ίδιο άξονα με αυτόν της κύριας γεννήτριας.

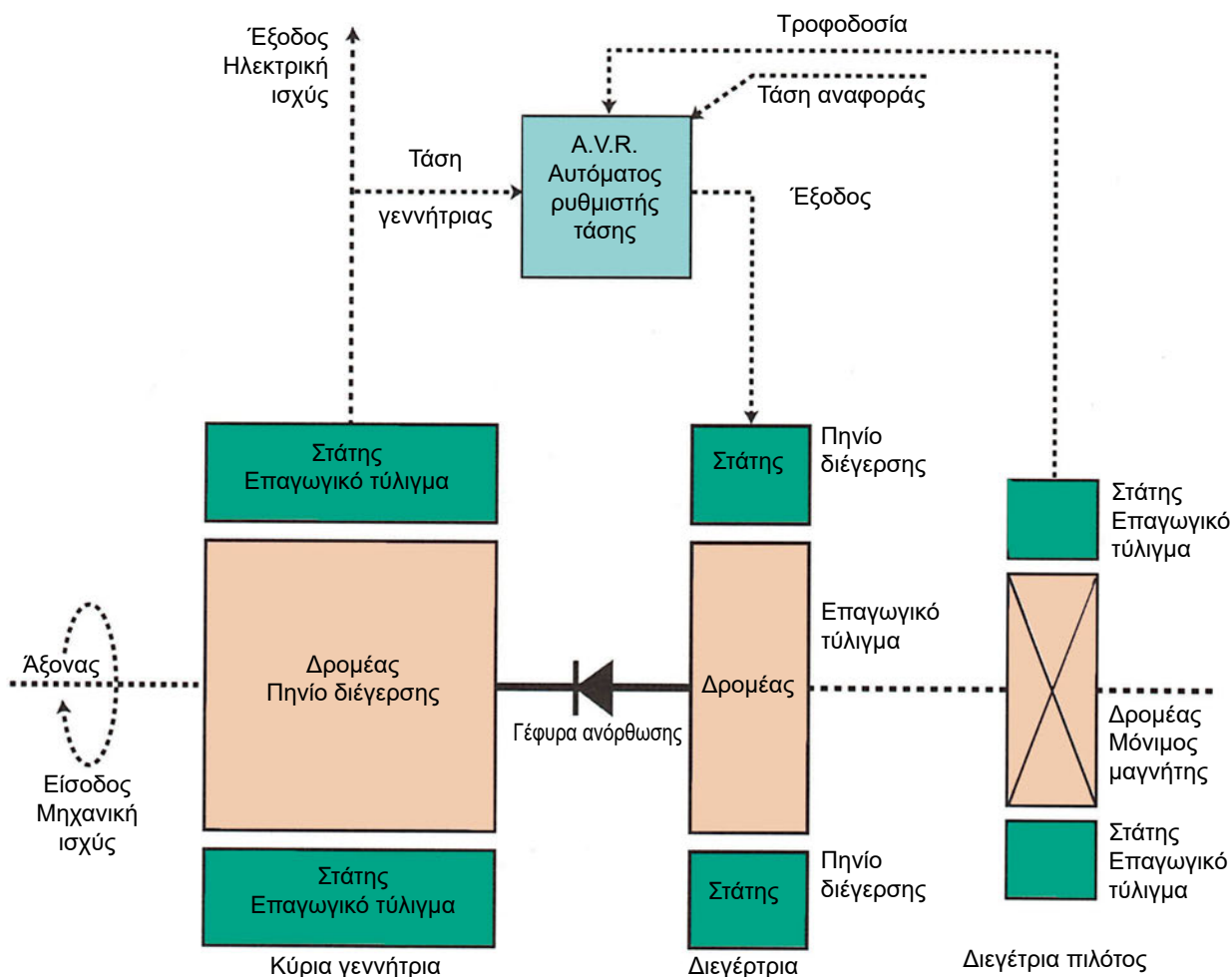


Σχήμα 5.3: Γεννήτρια αυτοδιεγειρόμενη

Το τύλιγμα πεδίου της διεγέρτριας βρίσκεται στο στάτη ενώ το τύλιγμα τύμπανου (επαγωγικό τύλιγμα) στο δρομέα. Επίσης, μεταξύ του επαγωγικού τυλίγματος της διεγέρτριας και του τυλίγματος πεδίου της κύριας γεννήτριας παρεμβάλλεται ανορθωτική γέφυρα, η οποία μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές.

Η τροφοδοσία του τυλίγματος πεδίου της διεγέρτριας γίνεται:

- Από την κύρια γεννήτρια, οπότε χαρακτηρίζεται ως αυτοδιεγειρόμενη (Σχήμα 5.3).
- Από ανεξάρτητη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με διέγερση από μόνιμους μαγνήτες που βρίσκονται στο δρομέα (Σχήμα 5.4). Η γεννήτρια αυτή ονομάζεται διεγέρτρια πιλότος και ο δρομέας της βρίσκεται στον ίδιο άξονα με αυτόν της κύριας γεννήτριας. Στην περίπτωση αυτή, η κύρια γεννήτρια χαρακτηρίζεται ως γεννήτρια με ανεξάρτητη διέγερση.



Σχήμα 5.4: Γεννήτρια με ανεξάρτητη διέγερση

Οι γεννήτριες των οποίων το τύλιγμα πεδίου περιστρέφεται, δηλαδή βρίσκεται στο δρομέα, χαρακτηρίζονται ως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου (rotating field) ή εσωτερικών πόλων, π.χ. η γεννήτρια του Σχήματος 5.2. Ενώ, οι γεννήτριες των οποίων το τύλιγμα τύμπανου (επαγωγικό τύλιγμα) περιστρέφεται, δηλαδή βρίσκεται στο δρομέα, χαρακτηρίζονται ως γεννήτριες περιστρεφόμενου επαγωγικού τυλίγματος (rotating armature) ή εξωτερικών πόλων π.χ.

η γεννήτρια η οποία χρησιμοποιείται ως διεγέρτρια στο Σχήμα 5.3.

**Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται κυρίως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου, χωρίς ψήκτρες, αυτοδιεγείρομενες.**

### Σχέση ταχύτητας περιστροφής δρομέα και ηλεκτρικής συχνότητας

Οι γεννήτριες ονομάζονται σύγχρονες, επειδή η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα ( $n$  σε στρ/min) και η ηλεκτρική συχνότητα (η συχνότητα της τάσης  $f$ ) βρίσκονται σε συγχρονισμό, δηλαδή μεταξύ τους υπάρχει η παρακάτω σταθερή σχέση:

$$f = nP/120 \text{ Hz}$$

Όπου  $P$  : ο αριθμός των πόλων του μαγνητικού πεδίου.

Φυσικά, ο αριθμός των μαγνητικών πόλων έχει καθορισθεί από τον κατασκευαστή της γεννήτριας και δεν αλλάζει. Επομένως, για να αλλάξει η συχνότητα, πρέπει να αλλάξει η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα, δηλαδή του κινητήρα.

### Σύστημα ελέγχου τάσης

Η τάση της γεννήτριας εξαρτάται από :

- ❖ τον αριθμό των σπειρών του επαγωγικού τυλίγματος,
- ❖ τη ταχύτητα περιστροφής του δρομέα και
- ❖ την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Ο αριθμός των σπειρών του επαγωγικού τυλίγματος έχει καθορισθεί από τον κατασκευαστή της γεννήτριας και δε μεταβάλλεται. Η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα διατηρείται σταθερή, για να έχουμε την κατάλληλη συχνότητα (50 Hz). Επομένως, μπορούμε να μεταβάλουμε μόνο την ένταση του μαγνητικού πεδίου, για να διατηρήσουμε σταθερή τη τάση της γεννήτριας. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται με τη μεταβολή της συνεχούς τάσης, που εφαρμόζεται στο πηνίο διέγερσης. Η μεταβολή της συνεχούς τάσης μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή αυτόματα. Για να γίνει αυτόματα, πρέπει η γεννήτρια να είναι εξοπλισμένη με αυτόματο ρυθμιστή τάσης (A.V.R).

Ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης είναι σύστημα αυτοματισμού κλειστού βρόχου, το οποίο διατηρεί σταθερή τη τάση της γεννήτριας για οποιαδήποτε μεταβολή του ηλεκτρικού φορτίου και της ταχύτητας του δρομέα ελέγχοντας την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Το σύστημα αυτό μετρά συνεχώς τη τάση της γεννήτριας και τη συγκρίνει με τη τάση αναφοράς που έχει θέσει ο χρήστης και, αν διαφέρουν, ρυθμίζει την ένταση του μαγνητικού πεδίου, ώστε η τάση εξόδου να γίνει ίδια με την τάση αναφοράς. Επειδή ο αυτόματος ρυθμιστής είναι σύστημα κλειστού βρόχου, κάθε αλλαγή της τάσης της γεννήτριας, που οφείλεται σε αλλαγή του φορτίου ή της ταχύτητας του δρομέα, αντισταθμίζεται αυτόματα, δηλαδή η τάση της γεννήτριας επαναφέρεται στην αρχική της τιμή, που είναι ίση με τη τιμή της τάσης αναφοράς.

Οι αυτόματοι ρυθμιστές τάσης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ηλεκτρονικοί και διατηρούν την τάση σταθερή, με απόκλιση  $\pm 0,5$  έως  $\pm 2$  από την τάση αναφοράς (π.χ. 230/400 V), εκτός από τις περιπτώσεις που έχουμε επιβολή ή αφαίρεση σημαντικών φορτίων, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη στιγμιαία απόκλιση.

### 5.2.1 Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης

Θα εξεταστεί αναλυτικά η συνδυασμένη λειτουργία της γεννήτριας και του συστήματος ελέγχου, στην περίπτωση που η γεννήτρια είναι περιστρεφόμενο πεδίο, χωρίς ψήκτες και αυτοδιεγειρόμενη Σχήμα 5.3.

Κατά την εκκίνηση του κινητήρα που περιστρέφει το δρομέα της κύριας γεννήτριας και της διεγέρτριας, η τάση η οποία εφαρμόζεται στο πηνίο διέγερσης τόσο της κύριας όσο και της διεγέρτριας είναι μηδενική. Αυτό συμβαίνει επειδή η τάση της κύριας γεννήτριας, από την οποία τροφοδοτούνται έμμεσα, είναι αρχικά μηδενική. Τα πηνία διέγερσης είναι τυλιγμένα γύρω από μαγνητικό υλικό, στο οποίο υπάρχει μικρή ποσότητα μαγνητισμού, ο λεγόμενος παραμένων μαγνητισμός. Λόγω του παραμένοντος μαγνητισμού, όταν ο δρομέας φθάσει στην ονομαστική του ταχύτητα, επάγεται στο επαγωγικό τύλιγμα της κύριας γεννήτριας τάση, που φυσικά είναι πολύ χαμηλή. Ο ρυθμιστής τάσης, που μετράει συνεχώς την τάση της κύριας γεννήτριας και τη συγκρίνει με την τάση αναφοράς (π.χ. 230/400 V), αντιλαμβάνεται ότι είναι χαμηλή σε σχέση με την τάση αναφοράς και επομένως

πρέπει να αυξηθεί. Στη συνέχεια, ο αυτόματος ρυθμιστής ανορθώνει την τάση αυτή και την εφαρμόζει στο πηνίο διέγερσης της διεγέρτριας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ένταση του πεδίου της διεγέρτριας, με αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης στο επαγωγικό τύλιγμα της διεγέρτριας. Η τάση της διεγέρτριας που προέκυψε ανορθώνεται από τη γέφυρα ανόρθωσης και εφαρμόζεται στην διέγερση της κύριας γεννήτριας. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου της κύριας γεννήτριας, με αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης της στο επαγωγικό τύλιγμα.

**Προσοχή!** Η τροφοδοσία του πηνίου διέγερσης πρέπει να γίνει με τη σωστή πολικότητα, επειδή διαφορετικά αντί να αυξηθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου, θα μηδενισθεί, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τάση στην έξοδο της γεννήτριας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι η τάση της γεννήτριας να γίνει ίδια με την τάση αναφοράς (ονομαστική τάση) ή να διαφέρει πολύ λίγο (π.χ. 0,5%).

### 5.2.2 Επιλογή γεννήτριας

Για να επιλέξουμε γεννήτρια από τους καταλόγους των κατασκευαστών, πρέπει να καθοριστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της:

- ❖ Συχνότητα. Στα ευρωπαϊκά δίκτυα είναι 50 Hz .
- ❖ Τάση. Μπορεί να είναι χαμηλή από 10 έως 660V, π.χ. 230/400V, ή μέση από 2400 έως 4160 V.
- ❖ Αριθμός φάσεων. Π.χ. μία (1) ή τρεις (3).
- ❖ Ισχύς. Είναι το πιο κρίσιμο χαρακτηριστικό για την επιλογή της γεννήτριας.

Η ισχύς της γεννήτριας εξαρτάται από:

- το ηλεκτρικό φορτίο που προβλέπεται να τροφοδοτήσει,
- τα φορτία εκκίνησης,
- τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και
- το υψόμετρο από τη θάλασσα, όπου θα εγκατασταθεί το Η/Ζ.

#### Ηλεκτρικό φορτίο

Το ηλεκτρικό φορτίο αποτελείται από ένα σύνολο επιμέρους ηλεκτρικών φορτίων. Επομένως, για να υπολογίσουμε την ισχύ του, προσθέτουμε την ισχύ των επιμέρους φορτίων. Για να καλυφθεί μελλοντική αύξηση του φορτίου, η ισχύς που υπολογίσθηκε προσαυξάνεται κατά 15 έως 20%.

Χρησιμοποιώντας την ισχύ αυτή, επιλέγεται η γεννήτρια με ίδια ή λίγο μεγαλύτερη ισχύ από τον κατάλογο των τυποποιημένων γεννητριών των κατασκευαστών.

Στους καταλόγους αναφέρεται συνήθως η φαινόμενη ισχύς ( $P_{\phi}$ ), από την οποία προκύπτει η πραγματική ισχύς ( $P$ ) της γεννήτριας, αν χρησιμοποιήσουμε συντελεστή ισχύος 0,8 επαγωγικό, δηλαδή:

$$P = 0,8 \times P_{\phi}$$

### Φορτία εκκίνησης

Η απαίτηση ισχύος των ηλεκτρικών κινητήρων κατά την εκκίνηση είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαίτηση σε κανονική λειτουργία και εξαρτάται σημαντικά από τον τρόπο εκκίνησης:

- Όταν η εκκίνηση γίνεται με αυτόματο διακόπτη αστέρα-τριγώνου, το ρεύμα εκκίνησης είναι συνήθως έως και 3 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό και επομένως η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται είναι και αυτή έως και 3 φορές μεγαλύτερη, με σταθερή τάση.
- Όταν έχουμε απευθείας εκκίνηση, το ρεύμα εκκίνησης είναι έως και 8 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό και επομένως η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται είναι και αυτή έως 8 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική, με σταθερή τάση.

Κατά την εκκίνηση, για παράδειγμα ενός επαγωγικού

κινητήρα κλωβού, το πραγματικό μέγεθος του ρεύματος εκκίνησης εξαρτάται από τον τύπο των ράβδων του κλωβού, την ονομαστική ιπποδύναμη και την εφαρμοζόμενη τάση. Ο τύπος των ράβδων του κλωβού αναφέρεται πάνω στην ετικέτα χαρακτηριστικών του κινητήρα με κωδική ονομασία (γράμμα του λατινικού αλφαβήτου π.χ. A, B, C, D κ.λπ.). Με κατάλληλο πίνακα, υπολογίζεται το ρεύμα εκκίνησης των κινητήρων κλωβού, όταν είναι γνωστή η εφαρμοζόμενη τάση, η ιπποδύναμη και η κωδική ονομασία των ράβδων.

Επομένως, όταν το ηλεκτρικό φορτίο της γεννήτριας περιέχει και ηλεκτρικούς κινητήρες, τότε στον υπολογισμό της ισχύος του πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η επιπλέον ισχύς που απαιτείται κατά την εκκίνηση τους.

### Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι η θερμοκρασία του αέρα στο χώρο που βρίσκεται το Η/Ζ. Ο σχεδιασμός της γεννήτριας γίνεται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 40 °C. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από 40 °C, για να αποφύγουμε υπερθέρμανση της γεννήτριας, η ισχύς της πρέπει να μειωθεί. Για την αλλαγή της ισχύος δίνονται από τους κατασκευαστές οι συντελεστές μείωσης της ισχύος (Πίνακας 5.1).

Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Συντελεστής
45	0,97
50	0,94
55	0,91
60	0,88

Πίνακας 5.1: Συντελεστές μείωσης ισχύος

Υπερθέρμανση έχουμε όταν ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία των τυλιγμάτων (τύμπανου, πεδίου), που καθορίζεται από την κατηγορία μόνωσης (Πίνακας 5.2) και έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζει τη διάρκεια ζωής της μόνωσης. Η συνήθης διάρκεια ζωής της μόνωσης είναι 100.000 ώρες συνεχούς λειτουργίας στη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία. Οι κατηγορίες μόνωσης που χρησιμοποιούνται στις γεννήτριες των Η/Ζ είναι η F και η H.

Κατηγορίες μόνωσης	A	E	B	F	H
Μέγιστη επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, για θερμοκρασία περιβάλλοντος 40 °C και κανονική διάρκεια ζωής.	60	75	80	105	125

Πίνακας 5.2: Κατηγορίες μόνωσης

### Υψόμετρο

Για υψόμετρο πάνω από 1000 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, λόγω της μείωσης της πυκνότητας του αέρα και επομένως της μικρότερης μεταφοράς θερμότητας από τον αέρα, για να αποφύγουμε υπερθέρμανση της γεννήτριας, η ισχύς της πρέπει να μειωθεί. Για την αλλαγή της ισχύος χρησιμοποιούνται οι παρακάτω συντελεστές για τα αντίστοιχα υψόμετρα :

Υψόμετρο	Συντελεστής
1500	0,97
2000	0,94
2500	0,91

Πίνακας 5.3: Συντελεστές μείωσης ισχύος

## 5.3 ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στα Η/Ζ είναι μηχανές εσωτερικής καύσης, ειδικά κατασκευασμένες για τα Η/Ζ. Στις μηχανές αυτές, η καύση του καυσίμου γίνεται σε περιορισμένο χώρο και τα αέρια προϊόντα της καύσης χρησιμοποιούνται άμεσα για την παραγωγή μηχανικής ισχύος. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν, οι κινητήρες διακρίνονται σε:

- Πετρελαίου (ντίζελ - diesel)
- Βενζίνης
- Αερίου

### Κινητήρες πετρελαίου (ντίζελ)

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης στις οποίες η ανάφλεξη του καυσίμου γίνεται με συμπίεση στο εσωτερικό του συστήματος εμβόλου - κυλίνδρου. Διακρίνονται σε δίχρονους ή τετράχρονους, ανάλογα με το αν ο κύκλος καύσης πραγματοποιείται σε δύο ή τέσσερις χρόνους. Κοστίζουν περισσότερο και έχουν μεγαλύτερο βάρος από τους αντίστοιχους κινητήρες βενζίνης και αερίου. Πλεονεκτούν σε στιβαρότητα και αξιοπιστία και διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Έχουν μικρό λειτουργικό κόστος και είναι κατάλληλοι για συνεχή λειτουργία. Επίσης, οι κίνδυνοι

φωτιάς ή έκρηξης από τη χρήση πετρελαίου είναι μικρότεροι σε σχέση με τους κινητήρες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο βενζίνη ή αέριο. Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη με κινητήρα πετρελαίου κατασκευάζονται για ισχύ από 2,5 kW έως μερικά MW.

### Κινητήρες βενζίνης

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες χρησιμοποιούν ως καύσιμο τη βενζίνη και η ανάφλεξη γίνεται με σπινθήρα. Κοστίζουν λιγότερο σε σχέση με τους κινητήρες ντίζελ και διαθέτουν γρήγορη εκκίνηση. Όμως, έχουν σοβαρά μειονεκτήματα, όπως :

- ❖ μεγάλο λειτουργικό κόστος,
- ❖ μικρό χρόνο αποθήκευσης καυσίμου και
- ❖ μικρό μέσο χρόνο συντήρησης.

Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη με κινητήρα βενζίνης κατασκευάζονται για ισχύ μέχρι 100 kW.

### Κινητήρες αερίου

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης στις οποίες η ανάφλεξη του καυσίμου γίνεται με σπινθήρα. Διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής και απαιτούν μικρή συντήρηση, λόγω της χρήσης του φυσικού αερίου, που είναι καθαρό καύσιμο. Προσφέρουν γρήγορη εκκίνηση μετά από μακριά περίοδο διακοπής λειτουργίας. Κοστίζουν το ίδιο με τους αντίστοιχους κινητήρες βενζίνης. Κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ μέχρι 600 kW.

Ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με τα παρακάτω συστήματα:

- Σύστημα εκκίνησης
- Σύστημα ψύξης
- Σύστημα λίπανσης
- Σύστημα ρύθμισης ταχύτητας

#### Σύστημα εκκίνησης κινητήρα

Είναι το σύστημα που περιστρέφει το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα μέχρι να φθάσει στον κατάλληλο αριθμό στροφών, για να μπορέσει ο κινητήρας να τεθεί σε λειτουργία. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, διακρίνουμε δύο συστήματα εκκίνησης: το **ηλεκτρικό** και το **υδραυλικό**.

Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλης ισχύος μονάδες H/Z, όπου η εκκίνηση με το ηλεκτρικό σύστημα είναι αδύνατη.

Το ηλεκτρικό σύστημα εκκίνησης είναι παρόμοιο με

το σύστημα εκκίνησης των αυτοκινήτων, δηλαδή τα βασικά μέρη του είναι ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος (μίζα) και οι συσσωρευτές (μπαταρίες) που το τροφοδοτούν. Διατίθενται για τάση 12 ή 24V DC και χρησιμοποιούν μπαταρίες μολύβδου. Στην πράξη, η συστοιχία μπαταριών που προσφέρεται μαζί με H/Z επαρκεί συνήθως για 5 έως 7 συνεχόμενες προσπάθειες εκκίνησης του κινητήρα. Οι μπαταρίες φορτίζονται από τη γεννήτρια, όταν το H/Z λειτουργεί, και από ξεχωριστό αυτόματο φορτιστή κατάλληλο για συντηρητική φόρτιση, ο οποίος τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ, όταν η γεννήτρια δε λειτουργεί.

**Η κυριότερη αιτία που δεν ξεκινούν τα H/Z είναι οι αφόρτιστες μπαταρίες**

## Σύστημα ψύξης

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης ψύχονται με αέρα (αερόψυκτες) ή με νερό (υδροψυκτες). Οι κινητήρες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται κυρίως στα Η/Ζ διατίθενται με σύστημα ψύξης κλειστού κυκλώματος βεβιασμένης κυκλοφορίας νερού. Το σύστημα αυτό αποτελείται από την αντλία, το ψυγείο και τον ανεμιστήρα. Η αντλία κυκλοφορεί το νερό από τη μηχανή, όπου παραλαμβάνει θερμότητα, στο ψυγείο όπου αποδίδει θερμότητα στον αέρα και ξανά πίσω στη μηχανή, για να επαναληφθεί ο κύκλος.

### Ρυθμιστής ταχύτητας (κυβερνήτης)

Όταν προστίθεται ή αφαιρείται ηλεκτρικό φορτίο από το Η/Ζ, τότε η ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται ή αυξάνεται αντίστοιχα. Η μεταβολή της ταχύτητας του κινητήρα έχει ως συνέπεια τη μεταβολή της ηλεκτρικής συχνότητας. Η συχνότητα όμως πρέπει να διατηρείται σταθερή, διαφορετικά οι ηλεκτρικές συσκευές δε λειτουργούν σωστά. Για να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα, ο κινητήρας εξοπλίζεται με **ρυθμιστή** ταχύτητας (κυβερνήτη). Ο ρυθμιστής ταχύτητας είναι σύστημα αυτοματισμού που παρακολουθεί και ελέγχει αυτόματα την ταχύτητα του κινητήρα, με σκοπό να τη διατηρήσει σταθερή. Όταν προστίθεται ή αφαιρείται φορτίο, η ταχύτητα και η συχνότητα βυθίζονται ή ανυψώνονται στιγμιαία για 1 έως 3 sec, πριν ο ρυθμιστής ταχύτητας τις σταθεροποιήσει.

Διακρίνουμε δύο τρόπους λειτουργίας των ρυθμιστών ταχύτητας: **με πτώση** (droop) ταχύτητας και **ισόχρονη** (isochronous).

Η πτώση της ταχύτητας (speed droop ή speed regulation)  $\Pi_T$  σε ποσοστό % δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Pi_T = [(n_o - n_N) \times 100] / n_N \%$$

(Όπου  $n_o$  η ταχύτητα του κινητήρα χωρίς φορτίο και  $n_N$  με πλήρες φορτίο).

Στην ισόχρονη λειτουργία, οι ρυθμιστές ταχύτητας διατηρούν τη ταχύτητα σταθερή για κάθε φορτίο (από μηδέν έως το πλήρες φορτίο), δηλαδή η πτώση ταχύτητας είναι μηδέν.

Στη λειτουργία με πτώση, οι ρυθμιστές ταχύτητας επιτρέπουν πτώση της ταχύτητας συνήθως 3 έως 4% (π.χ. εάν η ταχύτητα χωρίς φορτίο είναι 1545 στρ/μίν και η συχνότητα 51,5 Hz, με πτώση 3% στο πλήρες φορτίο η ταχύτητα πέφτει στις 1500 στρ/μίν). Επίσης, με σταθερό φορτίο η ηλεκτρική συχνότητα μεταβάλλεται ελαφρά προς τα πάνω και προς τα κάτω. Σε ισόχρονη λειτουργία, η μεταβολή αυτή δεν υπερβαίνει το  $\pm 0,25\%$ , σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

Η επιλογή λειτουργίας του κυβερνήτη με πτώση ταχύτητας ή ισόχρονη εξαρτάται από τις απαιτήσεις της ηλεκτρικής εγκατάστασης στην οποία θα χρησιμοποιηθεί το Η/Ζ. Σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν ηλεκτρονικοί υπολογιστές, συστήματα τηλεπικοινωνίας ή συστήματα τηλεοπτικής εκπομπής, απαιτείται ισόχρονη λειτουργία του κυβερνήτη, δηλαδή συχνότητα 50 Hz με διακύμανση  $\pm 0,25\%$ .

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, οι ρυθμιστές ταχύτητας διακρίνονται σε μηχανικούς και ηλεκτρονικούς. Οι μηχανικοί ρυθμιστές χρησιμοποιούνται για λειτουργία με πτώση ενώ οι ηλεκτρονικοί και για πτώση και για ισόχρονη.

### 5.3.1 Επιλογή κινητήρα

Η μηχανική ισχύς που παράγει ο κινητήρας αποδίδεται μέσω του άξονα στη γεννήτρια και το μεγαλύτερο μέρος της μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ που χρησιμοποιείται για τη τροφοδότηση του ηλεκτρικού φορτίου, ενώ το υπόλοιπο καλύπτει τις απώλειες τις γεννήτριας. Επομένως, εάν γνωρίζουμε την ισχύ ( $P$  σε kW) της γεννήτριας του Η/Ζ και το βαθμό απόδοσής της, τότε μπορούμε να υπολογίσουμε την ισχύ ( $N$  σε kW) του κινητήρα από την παρακάτω σχέση:

$$N = P/\eta \text{ σε kW}$$

Γνωρίζοντας τη μηχανική ισχύ του κινητήρα, επιλέγουμε από τους καταλόγους των κατασκευαστών τον κινητήρα που έχει ίδια ή λίγο μεγαλύτερη ισχύ.

## 5.4 Πίνακας ελέγχου, αυτοματισμού και μεταγωγής ισχύος (φορτίου)

Ο πίνακας έχει μορφή ερμαρίου (ντουλαπιού), κατασκευάζεται από χαλυβδόφυλλα, διαθέτει πόρτα επιθεώρησης και περιέχει τα όργανα, τις συσκευές και τις διατάξεις που είναι απαραίτητα για την προστασία και για τη χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία του Η/Ζ.

Στην πόρτα του πίνακα τοποθετούνται :

#### ● **Όργανα παρακολούθησης της λειτουργίας του Η/Ζ, όπως:**

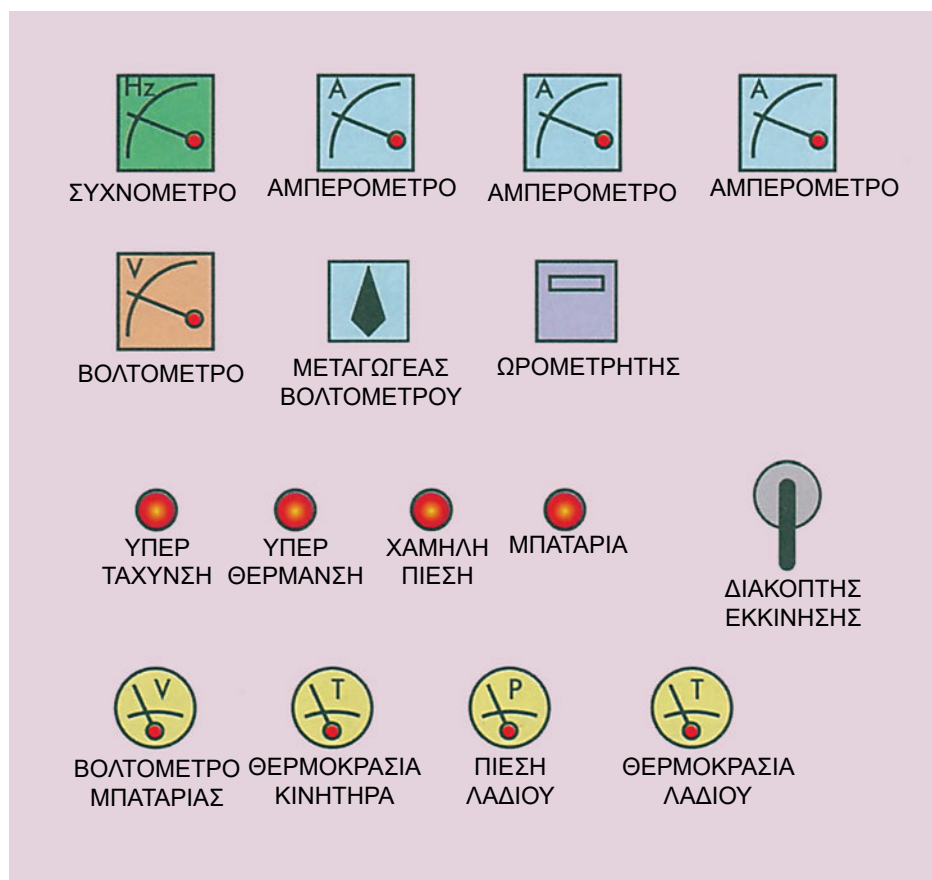
- ❖ συχνόμετρο 47- 53 Hz,
- ❖ αμπερόμετρα, ένα για κάθε φάση,
- ❖ βολτόμετρο 0 - 500 V,
- ❖ επιλογικός διακόπτης (μεταγωγέας) βολτομέτρου, ο οποίος είναι συνήθως 6 θέσεων,
- ❖ ωρόμετρο για τη μέτρηση των ωρών λειτουργίας του κινητήρα, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη συντήρησή του,
- ❖ θερμόμετρο, το οποίο μετράει τη θερμοκρασία του νερού ψύξης,
- ❖ μανόμετρο λαδιού, το οποίο μετράει την πίεση του λαδιού και
- ❖ βολτόμετρο για τη μέτρηση της τάσης της συστοιχίας των συσσωρευτών.

#### ● **Ενδεικτικές λυχνίες, όπως:**

- ❖ τροφοδοσίας του ηλεκτρικού φορτίου από τη γεννήτρια,
- ❖ χαμηλής πίεσης λαδιού του κινητήρα,
- ❖ υψηλής θερμοκρασίας νερού του συστήματος ψύξης του κινητήρα,
- ❖ υπερτάχυνσης του κινητήρα, μόνο όταν ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με ηλεκτρονικό ρυθμιστή ταχύτητας,
- ❖ διαθεσιμότητας δικτύου, μία για κάθε φάση,
- ❖ διαθεσιμότητας τάσης Η/Ζ, μία για κάθε φάση,
- ❖ λειτουργίας προθέρμανσης,
- ❖ αποτυχίας εκκίνησης,
- ❖ τάση δικτύου εκτός ορίων ( $\pm 10$  της ονομαστικής) και
- ❖ τάση γεννήτριας εκτός ορίων ( $\pm 10$  της ονομαστικής).

● **Κουμπιά (μπουτόν) και διακόπτες χειρισμού για αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία του Η/Ζ,** όπως:

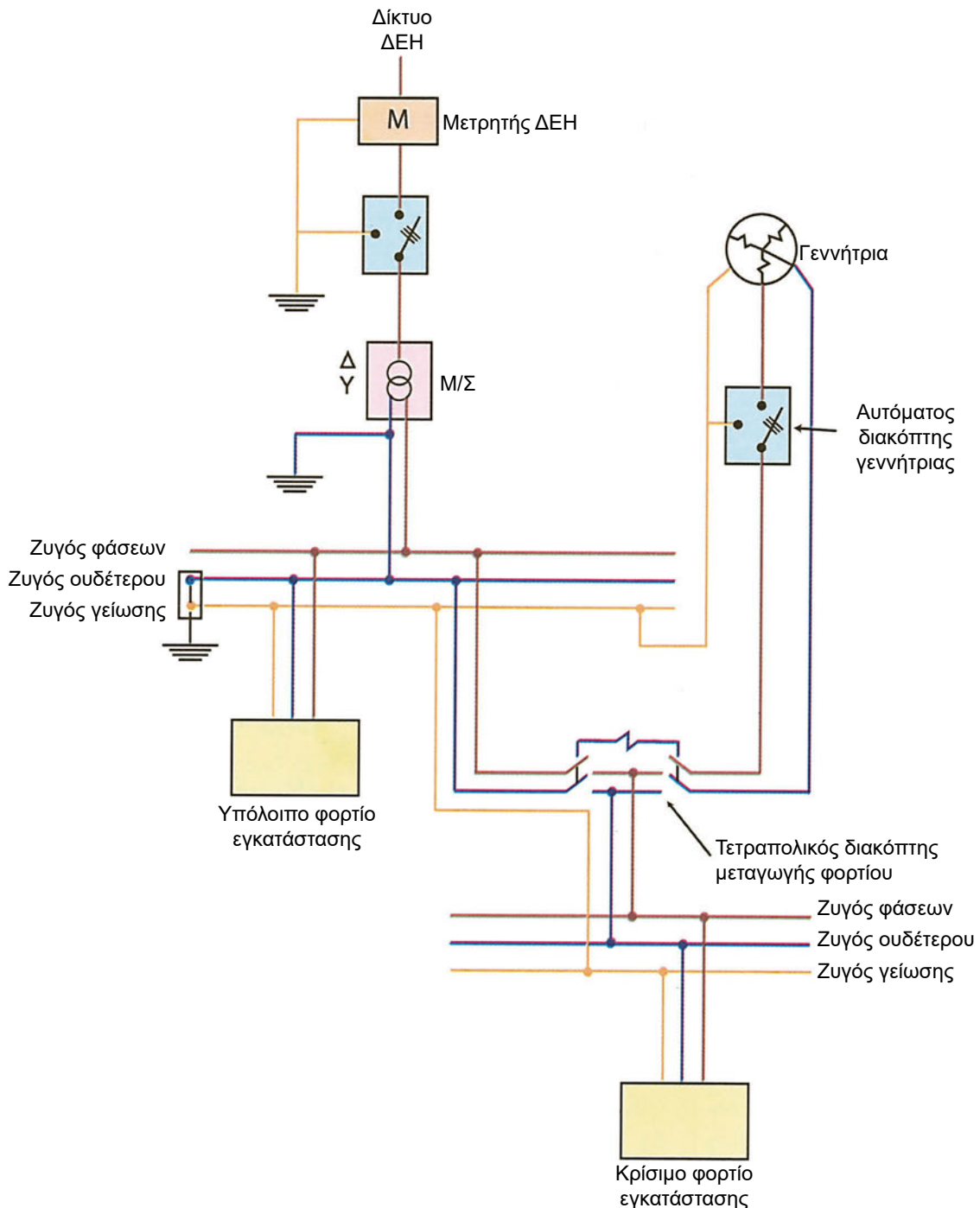
- ❖ Επιλογικό διακόπτη 3 ή 4 θέσεων για τις παρακάτω λειτουργίες του Η/Ζ,
  - αυτόματη,
  - χειροκίνητη και
  - εκτός (OFF),
- ❖ μπουτόν εκκίνησης Η/Ζ,
- ❖ μπουτόν παύσης Η/Ζ,
- ❖ μπουτόν στάσης κινδύνου (emergency stop),
- ❖ μπουτόν παύσης σειρήνας και
- ❖ μπουτόν ελέγχου λειτουργίας ενδεικτικών λυχνιών



Εικόνα 5.2: Εξωτερική όψη πίνακα χειροκίνητης λειτουργίας

Στο εσωτερικό του πίνακα υπάρχουν:

- Το σύστημα προστασίας της γεννήτριας από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα. Χρησιμοποιείται συνήθως αυτόματος τριπολικός διακόπτης (Circuit Breaker), ο οποίος διαθέτει θερμικό στοιχείο για προστασία από υπερφόρτιση και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο για προστασία από βραχυκυκλώματα.
- Τα συστήματα προστασίας του κινητήρα από :
  - υπερτάχυνση. Όταν συμβεί υπερτάχυνση στον κινητήρα, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία υπερτάχυνσης και τη σειρήνα.



Σχήμα 5.5: Κύκλωμα ισχύος-μεταγωγής φορτίου

- χαμηλή πίεση λαδιού. Όταν η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του H/Z και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία λαδιού και τη σειρήνα.
- υψηλή θερμοκρασία νερού του συστήματος ψύξης του κινητήρα. Όταν η θερμοκρασία λαδιού είναι υψηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του H/Z και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία υπερτάχυνσης και τη σειρήνα.
- Κύκλωμα αυτοματισμού που αποτελείται από:
  - τους ηλεκτρονόμους των βοηθητικών κυκλωμάτων,
  - τα ρυθμιζόμενα χρονικά για την εκκίνηση και το σταμάτημα του H/Z και
  - τις ασφάλειες των βοηθητικών κυκλωμάτων.
- Φορτιστής 12 ή 24 V DC, για συντηρητική φόρτιση των συσσωρευτών από το δίκτυο.
- Μετασχηματιστές (έντασης) ρεύματος, ένας για κάθε αμπερόμετρο.
- Κύκλωμα ισχύος στο οποίο περιέχεται ο μεταγωγικός διακόπτης, που αποτελείται από δύο αυτόματους ισχύος με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση για τον αποκλεισμό της τροφοδότησης του φορτίου ταυτόχρονα από το δίκτυο της ΔΕΗ και από το H/Z. Οι αυτόματοι ισχύος είναι τετραπολικοί, δηλαδή διακόπτουν τις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο και ο ένας τη γραμμή του δικτύου της ΔΕΗ ενώ ο άλλος τη γραμμή τη γεννήτριας.

### 5.5 Βάση στήριξης

Το σώμα του κινητήρα και της γεννήτριας συνδέονται σταθερά μεταξύ τους. Επίσης, για τη μεταφορά της κίνησης, ο στροφαλοφόρος άξονας του κινητήρα συνδέεται μέσω πολύφυλλου μεταλλικού συνδέσμου με τον άξονα του ρότορα της γεννήτριας.

Το συνδεδεμένο ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας τοποθετείται σε μεταλλική βάση. Η βάση έχει μορφή πλαισίου, φέρει πλαστικά αντικραδασμικά στηρίγματα, για να μην μεταφέρονται οι κραδασμοί στο κτίριο, και διαθέτει υποδοχές για την ανύψωση και μεταφορά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Οι σύγχρονες βάσεις κατασκευάζονται από διπλό πλαίσιο και μεταξύ των πλαισίων τοποθετούνται τα αντικραδασμικά στηρίγματα.

### 5.6 Ισχύς και φόρτιση H/Z

Η ισχύς που αναφέρεται στα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών H/Z συνοδεύεται και με χαρακτηρισμό ο οποίος καθορίζει τον τρόπο και το χρόνο φόρτισης του H/Z, σύμφωνα με το διεθνή κανονισμό ISO 3046. Διακρίνουμε τους παρακάτω χαρακτηρισμούς ισχύος:

- **Εφεδρική (Standby Power).** Το ζεύγος με εφεδρική ισχύ είναι κατασκευασμένο για 200 ώρες λειτουργίας το χρόνο, δεν πρέπει να λειτουργεί για περισσότερες από 25 ώρες το χρόνο στο 100% της ισχύος του και πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ως εφεδρική πηγή.
- **Κύρια (Prime Power).** Το ζεύγος με κύρια ισχύ είναι κατασκευασμένο για συνεχή λειτουργία με μεταβαλλόμενο φορτίο, δεν πρέπει να λειτουργεί με το 100% της ισχύος του για περισσότερες από 500 ώρες το χρόνο, μπορεί να υπερφορτίζεται κατά 10% για 1 ώρα ανά 12 ώρες λειτουργίας και οι συνολικές ώρες υπερφόρτισης το χρόνο δεν πρέπει να ξεπερνούν τις 25.

Επομένως, εάν το H/Z με κύρια ισχύ πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως κύρια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για συνεχή λειτουργία επί 24 ώρες την ημέρα (Continuous Base Load), δεν πρέπει να φορτίζεται στο 100% της ισχύος αλλά σε μικρότερη (90% ή 80%), ανάλογα με τις δυνατότητες του κινητήρα.

## 5.7 Τρόποι λειτουργίας Η/Ζ

Στα Η/Ζ διακρίνουμε δύο τρόπους λειτουργίας :

### • Χειροκίνητη

Στη χειροκίνητη λειτουργία, η εκκίνηση του Η/Ζ και η μεταγωγή του φορτίου από την κύρια πηγή (δίκτυο της ΔΕΗ) στο Η/Ζ γίνεται από τον υπεύθυνο τεχνικό με κατάλληλο χειρισμό. Η μεταγωγή του ηλεκτρικού φορτίου γίνεται αφού ο τεχνικός διαπιστώσει από τα όργανα ότι η τάση και η συχνότητα της γεννήτριας έχουν σταθεροποιηθεί και είναι οι σωστές.

### • Αυτόματη

Στην αυτόματη λειτουργία, μετά την αποτυχία του δικτύου (διακοπή ή ακαταλληλότητα τάσης), τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το Η/Ζ με χρονική καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων. Η καθυστέρηση αυτή προβλέπεται για την αποφυγή άσκοπων εκκινήσεων του Η/Ζ, που οφείλονται σε διακοπές μικρής διάρκειας της κύριας πηγής. Σε περίπτωση αποτυχίας της πρώτης αυτόματης εκκίνησης του Η/Ζ, προβλέπονται συνήθως άλλες δύο αυτόματες προσπάθειες εκκίνησης. Μετά την εκκίνηση του Η/Ζ, γίνεται μεταγωγή του ηλεκτρικού φορτίου από την κύρια πηγή στη γεννήτρια. Η μεταγωγή του φορτίου δε γίνεται άμεσα, αλλά μετά από την επίτευξη της σωστής τάσης στη γεννήτρια. Όταν η τάση στην κύρια πηγή (δίκτυο της ΔΕΗ) αποκατασταθεί, η μεταγωγή του φορτίου στο δίκτυο της κύριας πηγής γίνεται με χρονική καθυστέρηση συνήθως 60 sec. Μετά από τη μεταγωγή του φορτίου στο δίκτυο της κύριας πηγής, το Η/Ζ συνεχίζει να λειτουργεί για μερικά λεπτά, για να ψυχθεί ο κινητήρας.

## 5.8 Συντήρηση Η/Ζ

Η συντήρηση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση του Η/Ζ σε άριστες συνθήκες λειτουργίας. Επίσης, με τη συντήρηση προλαμβάνουμε τη δημιουργία βλαβών. Για τη δημιουργία προγράμματος προληπτικής συντήρησης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη:

- το εγχειρίδιο συντήρησης του κατασκευαστή της κινητήριας μηχανής,
- το εγχειρίδιο συντήρησης του κατασκευαστή της γεννήτριας και
- η χρήση του Η/Ζ ως κύριας ή εφεδρικής πηγής, που καθορίζει το χρόνο λειτουργίας του.

Παρακάτω, δίνεται ενδεικτική συντήρηση του Η/Ζ.

Κάθε ημέρα ή κάθε 8 ώρες λειτουργίας:

- Έλεγχος μπαταριών.
- Έλεγχος στάθμης λαδιού.
- Έλεγχος κολάρων.
- Έλεγχος ψυγείου.
- Έλεγχος στάθμης καυσίμου.
- Έλεγχος πίεσης λαδιού.
- Έλεγχος καλωδιώσεων.
- Έλεγχος οργάνων.
- Έλεγχος στάθμης νερού.

Κάθε 6 μήνες ή κάθε 200 ώρες λειτουργίας:

- Αλλαγή φίλτρου λαδιού.
- Αλλαγή λαδιού.
- Αλλαγή φίλτρων πετρελαίου.

Κάθε 12 μήνες ή κάθε 400 ώρες λειτουργίας:

- Έλεγχος ιμάντων.
- Αλλαγή φίλτρου αέρα.
- Έλεγχος αντικραδασμικών στηριγμάτων βάσης.

## 5.9 Ανακεφαλαίωση

Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή το δίκτυο μίας εταιρείας παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ), για την τροφοδότηση της εγκατάστασής τους. Η ΔΕΗ προσφέρει μονοφασικό και τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα σε ημιτονοειδή μορφή, με συχνότητα 50 Hz και ενεργό τιμή τάσης 230 / 400 V. Για αιτίες που τις περισσότερες φορές δεν εξαρτώνται από τη ΔΕΗ, η τάση και η συχνότητα δεν είναι κατάλληλες ή υπάρχουν διακοπές της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυό της, με αποτέλεσμα να μη λειτουργούν σωστά οι ηλεκτρικές συσκευές, να προκαλούνται καταστροφές αγαθών, να δημιουργούνται κίνδυνοι στην υγεία των ανθρώπων κ.λπ.

Για να περιορισθούν ή να μηδενισθούν τα παραπάνω προβλήματα, χρησιμοποιούνται ανεξάρτητες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, όπως το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (H/Z). Το H/Z χρησιμοποιείται είτε ως κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε ως εφεδρική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας και αποτελείται από τη γεννήτρια, τον κινητήρα, τον πίνακα ελέγχου και μεταγωγής και τη βάση στήριξης. Οι γεννήτριες οι οποίες χρησιμοποιούνται στα H/Z είναι σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος. Από τις σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος, αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως, είναι οι γεννήτριες χωρίς ψήκτρες, αυτοδιειγείρομενες και εξοπλισμένες με αυτόματο ρυθμιστή τάσης. Ο ρυθμιστής τάσης είναι σύστημα αυτοματισμού κλειστού βρόχου και διατηρεί τη τάση με απόκλιση  $\pm 0,5$  έως  $\pm 2\%$  από την ονομαστική τάση.

Η επιλογή της γεννήτριας εξαρτάται κυρίως από την ισχύ της. Η ισχύς της γεννήτριας καθορίζεται από το ηλεκτρικό φορτίο που προβλέπεται να τροφοδοτήσει, τα φορτία εκκίνησης που οφείλονται στην εκκίνηση ηλεκτρικών κινητήρων, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και το υψόμετρο από το επίπεδο της θάλασσας του χώρου εγκατάστασης. Η ισχύς του ηλεκτρικού φορτίου ισούται με το άθροισμα της ισχύος των επιμέρους φορτίων. Τα φορτία εκκίνησης εξαρτώνται από τον τρόπο εκκίνησης (απευθείας, αστέρας- τρίγωνο κ.λπ.) των ηλεκτρικών κινητήρων και αυξάνουν σημαντικά την ισχύ της γεννήτριας. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, που είναι η θερμοκρασία του αέρα του χώρου εγκατάστασης, περιορίζει την ισχύ της γεννήτριας, όταν ξεπεράσει τους 40 °C, θερμοκρασία που προβλέπεται από τα διεθνή πρότυπα. Επίσης, όταν ξεπεράσουμε τα 1000 μέτρα υψόμετρο από τη θάλασσα, η ισχύς της γεννήτριας του H/Z μειώνεται, γιατί διαφορετικά δημιουργείται πρόβλημα υπερθέρμανσης.

Οι κινητήρες είναι μηχανές εσωτερικής καύσης, ειδικά κατασκευασμένες για H/Z. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε πετρελαίου, βενζίνης και αερίου. Οι κινητήρες βενζίνης χρησιμοποιούνται για H/Z με ισχύ μέχρι 100 kW, οι αερίου μέχρι 600 kW και οι πετρελαίου μέχρι μερικά MW. Οι κινητήρες χρησιμοποιούν σύστημα εκκίνησης κυρίως ηλεκτρικό, παρόμοιο με αυτό του αυτοκινήτου ενώ για πολύ μεγάλη ισχύ, όταν το ηλεκτρικό δεν μπορεί να λειτουργήσει, χρησιμοποιούν υδραυλικό σύστημα. Είναι υδρόψυκτοι ή αερόψυκτοι και εξοπλισμένοι με ρυθμιστή ταχύτητας, για να διατηρούν σταθερή τη ταχύτητα του κινητήρα και επομένως την ηλεκτρική συχνότητα. Η ισχύς του κινητήρα εξαρτάται από την ισχύ της γεννήτριας και το βαθμό απόδοσής της.

Ο πίνακας ελέγχου και μεταγωγής του H/Z έχει μορφή ερμαρίου και περιέχει τα όργανα, τις συσκευές και τις διατάξεις που είναι απαραίτητα για την προστασία και τη χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία του H/Z, όπως βολτόμετρα, αμπερόμετρα, συχνόμετρα, μετασχηματιστές ρεύματος, διακόπτη εκκίνησης - στάσης, αυτόματο διακόπτη (Circuit Breaker), μεταγωγικό διακόπτη φορτίου και ενδεικτικές λυχνίες. Η συντήρηση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση του H/Z σε άριστες συνθήκες λειτουργίας. Επίσης, προλαμβάνει τη δημιουργία βλαβών.

Για τη δημιουργία προγράμματος συντήρησης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το εγχειρίδιο συντήρησης του κατασκευαστή της γεννήτριας και του κινητήρα καθώς και η χρήση του H/Z ως κύριας ή εφεδρικής πηγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η κυριότερη αιτία μη εκκίνησης του H/Z είναι οι αφόρτιστες μπαταρίες.

## 5.10 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Η ηλεκτρική συχνότητα του δικτύου της ΔΕΗ είναι πάντα σταθερή και ίση με 50 Hz.

α) Σωστό  β) Λάθος

2. Η ενεργός τιμή τάσης 207 / 360 V του δικτύου μιας εταιρείας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι μέσα στα παραδεκτά όρια.

α) Σωστό  β) Λάθος

3. Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται κυρίως γεννήτριες με ψήκτρες.

α) Σωστό  β) Λάθος

4. Στο επαγωγικό τύλιγμα τύμπανου του δρομέα της διεγέρτριας δημιουργείται συνεχές ρεύμα.

α) Σωστό  β) Λάθος

5. Η ανορθωτική γέφυρα που παρεμβάλλεται μεταξύ του επαγωγικού τυλίγματος της διεγέρτριας και του τυλίγματος πεδίου της κύριας γεννήτριας μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.

α) Σωστό  β) Λάθος

6. Η κύρια γεννήτρια χαρακτηρίζεται ως αυτοδιεγειρόμενη, όταν τροφοδοτεί η ίδια το τύλιγμα του πεδίου της διεγέρτριας.

α) Σωστό  β) Λάθος

7. Οι γεννήτριες ονομάζονται σύγχρονες, όταν η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα ( $n$  σε στρ/min) και η ηλεκτρική συχνότητα της τάσης

( $f$  σε Hz) βρίσκονται σε σταθερή σχέση.

α) Σωστό  β) Λάθος

8. Όσο περισσότερους πόλους έχει μια γεννήτρια, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα, για να έχουμε τη σταθερή συχνότητα τάσης των 50Hz.

α) Σωστό  β) Λάθος

9. Ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης ελέγχει την ένταση του μαγνητικού πεδίου της γεννήτριας.

α) Σωστό  β) Λάθος

10. Για να καλυφθεί η μελλοντική αύξηση του φορτίου από ένα Η/Ζ, η ισχύς της γεννήτριας προσαυξάνεται κατά 40%.

α) Σωστό  β) Λάθος

11. Η ισχύς της γεννήτριας ενός Η/Ζ, όσον αφορά τα φορτία των κινητήρων, εξαρτάται μόνο από την ισχύ που απορροφούν στην κανονική λειτουργία.

α) Σωστό  β) Λάθος

12. Η ισχύς της γεννήτριας ενός Η/Ζ μειώνεται όσο η θερμοκρασία του αέρα του χώρου εγκατάστασης είναι μεγαλύτερη από 25 °C.

α) Σωστό  β) Λάθος

**13.** Το ηλεκτρικό σύστημα εκκίνησης των Η/Ζ είναι διαφορετικό από το σύστημα εκκίνησης των αυτοκινήτων.

α) Σωστό  β) Λάθος

**14.** Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στην εκκίνηση των Η/Ζ είναι συνήθως μολύβδου, με τάση 12 ή 24V DC .

α) Σωστό  β) Λάθος

**15.** Η συστοιχία μπαταριών που υπάρχει σε ένα Η/Ζ επαρκεί συνήθως για 12 συνεχόμενες προσπάθειες εκκίνησης του κινητήρα.

α) Σωστό  β) Λάθος

**16.** Όταν το Η/Ζ λειτουργεί, οι μπαταρίες για την εκκίνηση φορτίζονται από το δίκτυο της ΔΕΗ.

α) Σωστό  β) Λάθος

**17.** Στις βάσεις στήριξης των κινητήρων χρησιμοποιούνται αντικραδασμικά, για να μην μεταφέρονται οι κραδασμοί στο κτίριο.

α) Σωστό  β) Λάθος

**18.** Ο ρυθμιστής ταχύτητας διατηρεί σταθερή τη ταχύτητα του κινητήρα και συνεπώς και την τάση της γεννήτριας.

α) Σωστό  β) Λάθος

**19.** Η μεταγωγή του φορτίου από το δίκτυο στη γεννήτρια του Η/Ζ γίνεται μόνο χειροκίνητα.

α) Σωστό  β) Λάθος

**20.** Για την προστασία της γεννήτριας Η/Ζ από την υπερφόρτωση, ο αυτόματος διακόπτης της γεννήτριας (Circuit Breaker) διαθέτει ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο.

α) Σωστό  β) Λάθος

**21.** Για την προστασία της γεννήτριας Η/Ζ από βραχυκυκλώματα ο αυτόματος διακόπτης της γεννήτριας (Circuit Breaker) διαθέτει θερμικό στοιχείο.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

- 1.** Όταν η εκκίνηση σε έναν κινητήρα γίνεται με αυτόματο διακόπτη αστέρα-τριγώνου, το ρεύμα εκκίνησης μπορεί να είναι σε σχέση με το ονομαστικό:
  - α) μικρότερο έως 2 φορές
  - β) ίσο
  - γ) μεγαλύτερο έως 3 φορές
  - δ) μεγαλύτερο έως 6 φορές
- 2.** Όταν σε ένα κινητήρα έχουμε απευθείας εκκίνηση, το ρεύμα εκκίνησης μπορεί να είναι σε σχέση με το ονομαστικό:
  - α) μικρότερο έως 3 φορές
  - β) ίσο
  - γ) μεγαλύτερο έως 3 φορές
  - δ) μεγαλύτερο έως 8 φορές
- 3.** Η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται για έναν κινητήρα, όταν η εκκίνησή του γίνεται με αυτόματο διακόπτη αστέρα-τριγώνου, για σταθερή τάση και σε σχέση με την ονομαστική του ισχύ μπορεί να είναι:
  - α) μικρότερη έως 3 φορές
  - β) ίση
  - γ) μεγαλύτερη έως 3 φορές
  - δ) μεγαλύτερη έως 8 φορές
- 4.** Η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται για έναν κινητήρα, όταν έχουμε απευθείας εκκίνηση, για σταθερή τάση και σε σχέση με την ονομαστική του ισχύ μπορεί να είναι:
  - α) μικρότερη έως 2 φορές
  - β) ίση
  - γ) μεγαλύτερη έως 4 φορές
  - δ) μεγαλύτερη έως 8 φορές
- 5.** Αν ένας κινητήρας στην κανονική του λειτουργία απορροφά ισχύ 3,7 kW, κατά την απευθείας εκκίνηση απορροφά περίπου:
  - α) 3,7 kW
  - β) 8 kW
  - γ) 23 kW
  - δ) 37 kW
- 6.** Κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός Η/Ζ με πλήρες φορτίο και όταν η θερμοκρασία του αέρα στο χώρο εγκατάστασής του είναι 40 °C, η θερμοκρασία των τυλιγμάτων της γεννήτριας (τύμπανου, πεδίου) αναμένεται να είναι:
  - α) περίπου 20 °C

- β) μικρότερη από 40 °C
- γ) ίση με 40 °C
- δ) μεγαλύτερη των 60 °C

**7. Σε ένα μεγάλο κτιριακό συγκρότημα, όπου οι ανάγκες για εφεδρικήτητα απαιτούν ισχύ 800 kW με αξιοπιστία και συνεχή λειτουργία, θα χρησιμοποιήσουμε Η/Ζ με:**

- α) ένα βενζινοκινητήρα
- β) δύο βενζινοκινητήρες παράλληλα
- γ) κινητήρα αερίου
- δ) κινητήρα ντίζελ

**8. Δίπλα στον αριθμό του οργάνου της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Συχνόμετρο</li> <li>2. Βολτόμετρο τάσης γεννήτριας</li> <li>3. Θερμόμετρο νερού ψύξης μηχανής</li> <li>4. Βολτόμετρο τάσης συστοιχίας μπαταριών</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. 50 στροφές/μ</li> <li>β. 40 °C</li> <li>γ. 80 °C</li> <li>δ. 49,5 Hz</li> <li>ε. 13 V</li> <li>ζ. 42 V</li> <li>η. 217 V</li> </ol>

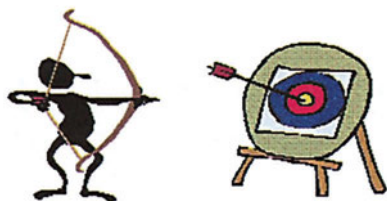
**9. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή της φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από τη φράση της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Η/Ζ που προορίζονται για εφεδρική ισχύ</li> <li>2. Η/Ζ που προορίζονται για κύρια ισχύ</li> <li>3. Έλεγχος μπαταριών</li> <li>4. Αλλαγή λαδιού</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. μπορεί να λειτουργεί στο 100 % της ισχύος του, μέχρι 500 ώρες το χρόνο</li> <li>β. μπορεί να λειτουργεί μέχρι 200 ώρες το χρόνο αλλά όχι περισσότερες από 25 ώρες το χρόνο, στο 100% της ισχύος του</li> <li>γ. ελέγχεται η τάση και η συχνότητα της γεννήτριας πριν από τη μεταγωγή</li> <li>δ. για συνεχή λειτουργία επί 24 ώρες την ημέρα, φορτίζεται στο 50 % της ισχύος του</li> <li>ε. κάθε μέρα</li> <li>ζ. κάθε μήνα</li> <li>η. κάθε έξι μήνες</li> </ol>

## Ομάδα Γ:

1. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης.
2. Σε ποιες περιπτώσεις η πίεση λαδιού του κινητήρα είναι χαμηλή;
3. Μπορεί το Η/Ζ να τροφοδοτεί τα φορτία μιας εγκατάστασης παράλληλα με τη ΔΕΗ;
4. Τι συμβαίνει όταν προστίθεται ή αφαιρείται ηλεκτρικό φορτίο από το Η/Ζ και πως αντιμετωπίζεται;
5. Εάν Η/Ζ με κύρια ισχύ πρόκειται να αγορασθεί ως κύρια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για συνεχή λειτουργία επί 24 ώρες την ημέρα (Continuous Base Load), τι θα πρέπει να προσεχθεί κατά την αγορά του;
6. Να αναφέρετε πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα της χειροκίνητης και της αυτόματης λειτουργίας των Η/Ζ. (Να συζητήσετε και παραδείγματα εγκαταστάσεων όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ένα ή το άλλο είδος λειτουργίας).

## 6. Συστήματα συναγερμών



### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τις δυνατότητες που παρέχουν τα συστήματα συναγερμού
- αναγνωρίζουν τα διάφορα μέρη ενός συστήματος συναγερμού
- περιγράφουν τα κύρια χαρακτηριστικά των βασικών εξαρτημάτων ενός συστήματος συναγερμού
- επιλέγουν κατά περίπτωση τους κατάλληλους αισθητήρες για τη φύλαξη ενός χώρου

### 6.1 Γενικά

Η εγκατάσταση συστημάτων συναγερμού έχει ως στόχο την προστασία κτιρίων από κλοπές ή διαρρήξεις. Η ύπαρξη τέτοιων συστημάτων σε ένα χώρο συνήθως αποθαρρύνει τους διαρρήκτες και αν αυτά είναι κατάλληλα σχεδιασμένα και υλοποιημένα παρέχουν προστασία σε πολλές περιπτώσεις.

Ένα σύστημα συναγερμού αποτελείται από ηλεκτρονικούς αισθητήρες οι οποίοι τοποθετούνται στο χώρο που πρέπει να προστατευτεί και έχουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο που προέρχεται από το διαρρήκτη. Τα σήματα από τους αισθητήρες οδηγούνται στην ηλεκτρονική Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, η οποία στη συνέχεια δίνει εντολές ενεργοποίησης σε άλλες ηχητικές (π.χ. σειρήνες) ή φωτιστικές (π.χ. προβολείς) συσκευές, οι οποίες γίνονται αντιληπτές από τους γείτονες. Μπορεί επίσης μέσω του τηλεφωνικού δικτύου να ειδοποιηθεί ο ίδιος ο ιδιοκτήτης του χώρου ή άλλες υπηρεσίες.



Σχήμα 6.1: Εξαρτήματα συστήματος συναγερμού

Ολοκληρωμένα συστήματα συναγερμού εγκαθίστανται και υποστηρίζονται από αναγνωρισμένες εταιρείες. Η εγκατάσταση του πελάτη μπορεί να συνδεθεί απευθείας με το κέντρο επικοινωνίας της εταιρείας και οι δυνατότητες που παρέχονται είναι:

- Παρακολούθηση και καταγραφή σε εικοσιτετράωρη βάση σημάτων συναγερμού, διάρρηξης, αναγγελίας βλαβών ή δυσλειτουργιών κ.ά.
- Επαλήθευση των σημάτων, για να αποφεύγονται περιπτώσεις άσκοπης ειδοποίησης.
- Ειδοποίηση Αστυνομίας, Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, Πρώτων Βοηθειών ή οποιωνδήποτε καθορισμένων προσώπων.

## 6.2 Δομή του συστήματος συναγερμού

Με βάση τα παραπάνω, τα βασικά στοιχεία ενός τυπικού συστήματος συναγερμού είναι:

1. η κεντρική μονάδα ελέγχου,
2. οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες,
3. οι συσκευές σήμανσης και συναγερμού και
4. οι συσκευές επικοινωνιών για τη μετάδοση του σήματος συναγερμού.

Τα συστήματα συναγερμού λειτουργούν με τάση 6 ή 12 V DC, η οποία εξασφαλίζεται με τροφοδοτικό. Η τάση αυτή διατηρείται σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (Σχήμα 6.2).

Ανάλογα με την κεντρική μονάδα ελέγχου, οι αισθητήρες συνδέονται μεταξύ τους:

- ❖ σε παράλληλη συνδεσμολογία,
- ❖ σε συνδεσμολογία εν σειρά, όταν θέλουμε το σύστημα να ενεργοποιείται με διακοπή του κυκλώματος.

Είναι δυνατή επίσης η σύνδεση δύο επιπλέον αγωγών προστασίας σε κάθε αισθητήρα από άλλο κανάλι διανομής, για να αυξηθεί έτσι η ασφάλεια και η αξιοπιστία της εγκατάστασης.

Στα άκρα της γραμμής συνδεδεμένων αισθητήρων συνδέεται επίσης μία αντίσταση η οποία χρησιμεύει για τη σταθεροποίηση της τάσης. Η τιμή της είναι 4-6 kΩ και εξαρτάται από το μήκος της γραμμής.

Κάθε καλή κεντρική μονάδα ελέγχου υποστηρίζει έναν αριθμό από ζώνες (βρόχους), οι οποίες περιλαμβάνουν ομάδες συνδεδεμένων αισθητήρων. Κάθε ζώνη μπορεί να επιτηρεί ένα συγκεκριμένο σημείο του χώρου ή ομάδες σημείων.

## 6.3 Περιγραφή βασικών στοιχείων συστήματος συναγερμού

### 6.3.1 Κεντρική μονάδα ελέγχου

Είναι ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος του συστήματος (Σχήμα 6.3). Εδώ συνδέονται οι αισθητήρες, οι συσκευές συναγερμού και οι συσκευές επικοινωνίας (Σχήμα 6.4). Η μονάδα αυτή έχει δυνατότητες προγραμματισμού, έτσι ώστε τα κατάλληλα σήματα από τους αισθητήρες να προκαλούν συναγερμό και τηλεφωνική ειδοποίηση. Η ενεργοποι-



Σχήμα 6.2 :  
Επαναφορτιζόμενη  
μπαταρία 12V DC



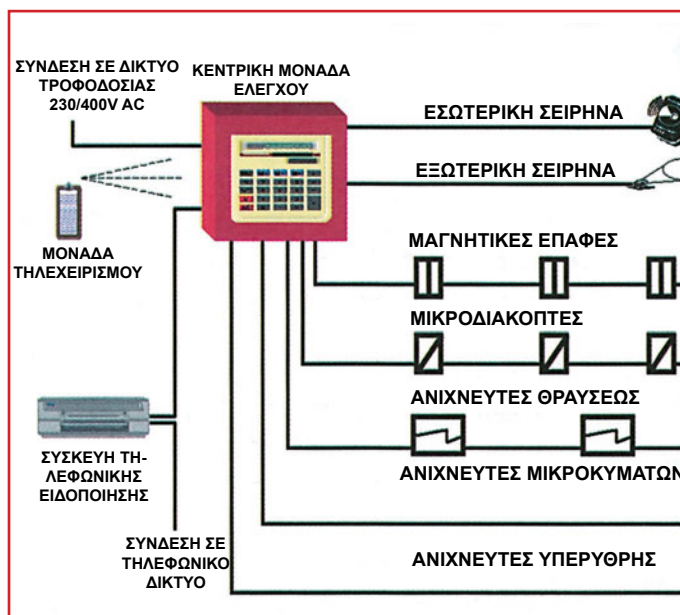
Σχήμα 6.3:  
Κεντρική Μονάδα Ελέγχου

ηση ή η απενεργοποίηση της μονάδας είναι δυνατόν να γίνει με διακόπτη-κλειδαριά, με εισαγωγή κωδικού σε πληκτρολόγιο ή με τηλεχειρισμό.

Υπάρχουν πολλοί τύποι κεντρικών μονάδων ελέγχου, σύμφωνα με τις δυνατότητες που προσφέρουν. Τα βασικά χαρακτηριστικά μιας αξιόλογης κεντρικής μονάδας είναι τα εξής:

- Το τροφοδοτικό της πρέπει να έχει δυνατότητα ρεύματος τουλάχιστον 2 A, για να ανταποκρίνεται στα φορτία.
- Να διαθέτει επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και φορτιστή, που της δίνουν τη δυνατότητα να λειτουργεί αυτόνομα για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά από πιθανή διακοπή του ηλεκτρικού δικτύου. Να διαθέτει επίσης οπτικοακουστικές ενδείξεις κατάστασης φόρτισης των μπαταριών, έτσι ώστε να γίνεται έγκαιρη αντικατάσταση αυτών και να αποφεύγονται ψευτο συναγερμμοί από πτώση τάσης.
- Η τροφοδοσία της 230/400 V AC πρέπει να παρέχεται πάντα από ανεξάρτητη γραμμή ισχύος στην οποία δε συνδέεται καμιά άλλη ηλεκτρική κατανάλωση.
- Να ελέγχεται όλη η εγκατάσταση μέσω διακοπών από «δολιοφθορά», δηλαδή από κόψιμο ή βραχυκύκλωμα καλωδίων σε οποιοδήποτε σημείο μίας ζώνης. Σε τέτοια περίπτωση, πρέπει να δίνεται συναγερμμος.

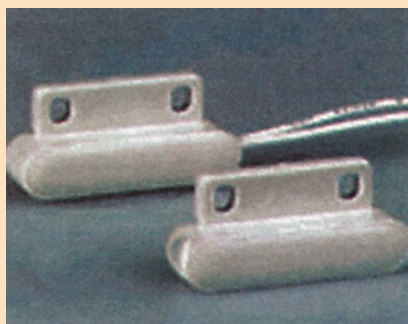
- Να υποστηρίζει τουλάχιστον 4 ζώνες προστασίας.
- Να υποστηρίζει ειδοποίηση με τηλεφωνική επικοινωνία.
- Να υποστηρίζει τηλεχειρισμό.
- Να διαθέτει χρονοκαθυστέρηση, έτσι ώστε ο ιδιοκτήτης να έχει χρόνο να απομακρυνθεί από το χώρο μετά από την ενεργοποίηση του συστήματος, χωρίς να δοθεί συναγερμμος.



Σχήμα 6.4 : Συνδεσμολογία κεντρικής μονάδας ελέγχου

### 6.3.2 Ηλεκτρονικοί αισθητήρες

Οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες είναι :



#### Μαγνητικές επαφές

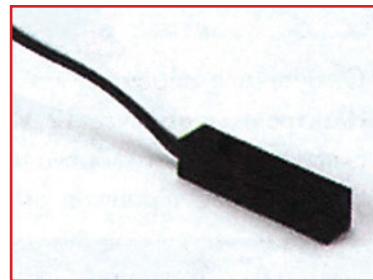
Είναι κατάλληλες για τον εντοπισμό ανοιγμάτων. Αποτελούνται από δύο μαγνητικά τμήματα, (Σχήμα 6.5) από τα οποία το ένα τοποθετείται σε ακίνητο τμήμα (κάσα της πόρτας ή του παραθύρου) και το άλλο σε κινούμενο τμήμα (φύλλο της πόρτας ή του παραθύρου). Όταν η πόρτα είναι κλειστή, τα δύο τμήματα είναι σε επαφή, αλλά όταν ανοίξει, χάνεται η επαφή και ενεργοποιείται ο συναγερμμος.

Σχήμα 6.5: Μαγνητικές επαφές

Στην τελευταία επαφή της ζώνης συνδέεται τερματική αντίσταση, έτσι ώστε σε περίπτωση δολιοφθοράς (διακοπή ή βραχυκύκλωμα) να ανιχνεύεται από την αλλαγή της αντίστασης και να σημαίνει συναγερμμος.

### Μικροδιακόπτες

Οι μικροδιακόπτες (Σχήμα 6.6) χρησιμοποιούνται και αυτοί για τον εντοπισμό ανοιγμάτων. Συνδέονται με τεντωμένο σχοινί, το οποίο θα μετατοπιστεί σε περιπτώσεις παραβιάσεων και θα ενεργοποιηθεί ο συναγερμός μέσω του μικροδιακόπτη.



Σχήμα 6.6: Μικροδιακόπτης

### Ανιχνευτές θραύσης

Χρησιμοποιούνται κυρίως για προστασία από θραύση τζαμιών. Στερεώνονται στην επιφάνειά τους και περιλαμβάνουν ηλεκτρονικό κύκλωμα που διεγείρεται από υψηλή συχνότητα που προκαλείται από σπάσιμο ή χάραγμα. Έχουν δυνατότητα ρύθμισης, έτσι ώστε να αποφεύγονται λανθασμένοι συναγερμοί από δονήσεις εξαιτίας του αέρα, διαφόρων θορύβων κ.λπ.

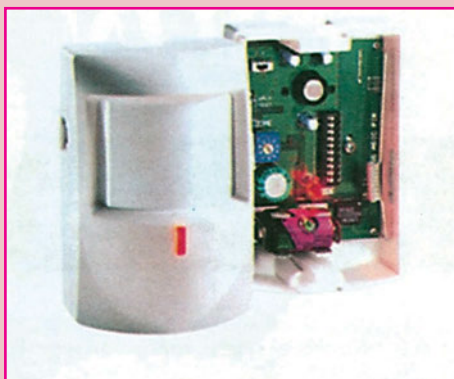
### Ανιχνευτές μικροκυμάτων

Λειτουργούν με εξέταση του προστατευόμενου χώρου, ανιχνεύοντας την κίνηση μέσα σ' αυτόν. Αποτελούνται από μονάδα πομπού (εκπομπή μικροκυμάτων) και μονάδα δέκτη (το εκπεμπόμενο κύμα συλλέγεται από ανάκλαση). Όταν κάποιος κινηθεί στο χώρο, διαταράσσει το εκπεμπόμενο κύμα και προκαλεί συναγερμό. Είναι κατάλληλα και για μεγάλες περιοχές, γιατί έχουν μεγάλη ακτίνα δράσης. Χρειάζονται προσεκτική ρύθμιση και τακτική συντήρηση, γιατί μπορεί να προκαλέσουν ψευδοσυναγερμούς.

### Ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας

Ανιχνεύουν κάθε καινούρια παρουσία. Κάθε αντικείμενο εκπέμπει θερμική ενέργεια με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία εξαρτάται από την παρούσα θερμοκρασία του. Ο ανιχνευτής (Σχήμα 6.7) δέχεται τη θερμική ενέργεια του προστατευόμενου χώρου και αποθηκεύει σε μνήμη το μέσο όρο αυτής. Με την ύπαρξη νέας παρουσίας, η θερμική ενέργεια μεταβάλλεται και ενεργοποιείται ο συναγερμός. Οι ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι πολύ πιο αξιόπιστοι από τους ανιχνευτές μικροκυμάτων.

Η καλύτερη μέθοδος ανίχνευσης, για να αποφεύγονται «παρασιτικοί» συναγερμοί, είναι αυτή που περιλαμβάνει ταυτόχρονη χρήση ανιχνευτών μικροκυμάτων και υπέρυθρων.



Σχήμα 6.7: Ανιχνευτής υπέρυθρης ακτινοβολίας

### 6.3.3 Συσσκευές σήμανσης και συναγερμού

Οι συσκευές σήμανσης και συναγερμού είναι :

#### Ηλεκτρονικές σειρήνες 12 V DC

Εκπέμπουν μεταβαλλόμενο ήχο σε διάφορες συχνότητες, για να προκαλείται πανικός. Η ένταση του θορύβου τους κυμαίνεται στα 100-130 dB. Τοποθετούνται συνήθως σε εσωτερικούς χώρους.



#### Αυτόνομες ηλεκτρονικές σειρήνες

Είναι σειρήνες (Σχήμα 6.8) μεγάλης ηχητικής ισχύος (πάνω από 130 dB) και τοποθετούνται σε εξωτερικό χώρο. Διαθέτουν δικό τους ηλεκτρονικό κύκλωμα και μπαταρία. Τοποθετούνται σε χαλύβδινο κιβώτιο, το οποίο δεν μπορεί να παραβιαστεί.

Σχήμα 6.8 : Σειρήνα

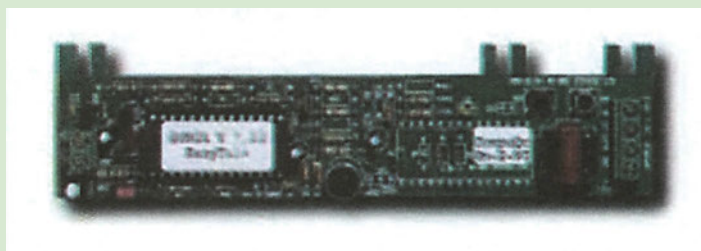
### 6.3.4 Συσσκευές επικοινωνιών

Με αυτές δίνεται η δυνατότητα σε περίπτωση ανάγκης να μεταδοθεί κάποιο μήνυμα σε έναν αριθμό προεπιλεγμένης τηλεφωνικής συσκευής. Η συσκευή μπαίνει σε λειτουργία είτε αυτόματα είτε με την ενεργοποίηση κάποιας επαφής. Είναι φανερό ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με σύστημα συναγερμού, για να ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη, την Αστυνομία κ.λπ.

Με την ενεργοποίηση του συναγερμού καλείται ο πρώτος τηλεφωνικός αριθμός. Αν η κλήση απαντηθεί, αναγγέλλεται στη συσκευή, διαφορετικά συνεχίζει με τον επόμενο αριθμό κ.ο.κ.

Υπάρχουν συσκευές που συνδέονται στο τηλεφωνικό δίκτυο και δίνουν τη δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρικών καταναλώσεων. Επιτρέπουν έτσι από οποιαδήποτε απόσταση να ανοίξουμε, να κλείσουμε ή να ελέγξουμε αν λειτουργεί ένα μηχάνημα.

Συνδέοντας σε μια τέτοια συσκευή μία εξωτερική επαφή του συστήματος συναγερμού, μπορούμε ανά πάσα στιγμή τηλεφωνικά να ελέγξουμε αν αυτό έχει ενεργοποιηθεί.



Σχήμα 6.9 : Κάρτα ελέγχου τηλεφωνικής ειδοποίησης

## 6.4 Ανακεφαλαίωση

Ένα σωστό σύστημα συναγερμού μπορεί να δώσει υψηλά ποσοστά ασφάλειας, αν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση έχουν λάβει σοβαρά υπόψη όλα τα ευπαθή σημεία του κτιρίου στο οποίο θα εγκατασταθεί. Το σύστημα πρέπει να παρέχει κατ' αρχάς εξωτερική κάλυψη, να ενεργοποιηθεί δηλαδή ο συναγερμός, όταν κάποιος προσπαθήσει να εισέλθει στο κτίριο.

Το μήνυμα που φτάνει στην κεντρική μονάδα ελέγχου δίνεται από τους επιμέρους αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί στα διάφορα ευπαθή σημεία παραβίασης του κτιρίου, όπως παράθυρα, πόρτες, μπαλκόνια κ.λπ.

Οι εσωτερικοί χώροι μπορούν να προστατεύονται συμπληρωματικά με συσκευές μικροκυματικής ή/και υπέρυθρης ακτινοβολίας. Έτσι, η παραμικρή κίνηση στο χώρο γίνεται αντιληπτή από το σύστημα και προκαλείται συναγερμός.

Ο έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος είναι δυνατός κάθε στιγμή τηλεφωνικά. Είναι δυνατή επίσης, σε περίπτωση συναγερμού, η τηλεφωνική ειδοποίηση οποιουδήποτε επιλεγμένου αριθμού.

## 6.5 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Τα σήματα από τους αισθητήρες ενός συστήματος συναγερμού οδηγούνται στην κεντρική μονάδα ελέγχου.  
α) Σωστό  β) Λάθος
2. Σε κάθε μαγνητική επαφή συνδέεται τερματική αντίσταση.  
α) Σωστό  β) Λάθος
3. Είναι δυνατή η σύνδεση ενός συστήματος συναγερμού με το τηλεφωνικό δίκτυο.  
α) Σωστό  β) Λάθος
4. Η κεντρική μονάδα ελέγχου ενός συστήματος συναγερμού μπορεί να ενεργοποιηθεί με τηλεχειρισμό.  
α) Σωστό  β) Λάθος
5. Η γραμμή τροφοδοσίας (230 V AC) της κεντρικής μονάδας ελέγχου ενός συστήματος συναγερμού παρέχεται απευθείας από το γενικό πίνακα διανομής.  
α) Σωστό  β) Λάθος
6. Σε ένα σύστημα συναγερμού, μία ζώνη μπορεί να περιέχει 3 αισθητήρες.  
α) Σωστό  β) Λάθος
7. Σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα συναγερμού, μπορεί και καταγράφεται από ποια ζώνη προήλθε το σήμα.  
α) Σωστό  β) Λάθος
8. Σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα συναγερμού, μπορεί και καταγράφεται από ποιο αισθητήρα προήλθε το σήμα.  
α) Σωστό  β) Λάθος
9. Ένα σωστό σύστημα συναγερμού διαθέτει χρονοκαθυστέρηση στις μπαλκονόπορτες.  
α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

**1. Οι αισθητήρες με τη μεγαλύτερη ακτίνα δράσης είναι οι:**

- α) μαγνητικές επαφές  
β) μικροδιακόπτες  
γ) ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας  
δ) ανιχνευτές μικροκυμάτων

**2. Οι πιο αξιόπιστοι αισθητήρες είναι οι:**

- α) μαγνητικές επαφές  
β) ανιχνευτές θραύσης  
γ) ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας  
δ) ανιχνευτές μικροκυμάτων

**3. Η πρώτη ενέργεια που κάνει μια εταιρεία που υποστηρίζει ένα σύστημα συναγερμού ενός σπιτιού, όταν έχει ένδειξη «παραβίασης», είναι να τηλεφωνήσει στο:**

- α) 100 (Άμεση Δράση)  
β) τοπικό αστυνομικό τμήμα  
γ) κινητό τηλέφωνο του ιδιοκτήτη  
δ) σπίτι που έχει το σύστημα συναγερμού

**4. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της φράσης ή της ποσότητας της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
1. Ανιχνευτής μικροκυμάτων	α. διέγερση με υψηλή συχνότητα
2. Ανιχνευτής υπέρυθρης ακτινοβολίας	β. μέτρηση θερμοκρασίας χώρου
3. Σειρήνα εξωτερικού χώρου	γ. διακοπή μαγνητικού κυκλώματος
4. Σειρήνα εσωτερικού χώρου	δ. ανάκλαση σήματος
	ε. 100 dB
	ζ. >130 dB
	η. 4-6 kΩ

**5. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της ποσότητας της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

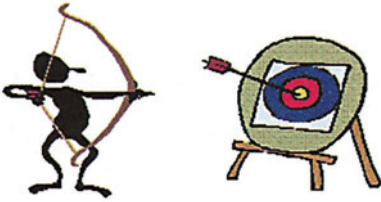
Στήλη Α	Στήλη Β
1. Χρονοκαθυστέρηση για ενεργοποίηση συναγερμού	α. 2 sec
2. Απενεργοποίηση συναγερμού	β. 60 sec
3. Ένταση τροφοδοτικού	γ. 15 sec
4. Τερματική μαγνητική επαφή	δ. 10 min
	ε. <200 mA
	ζ. >2 A
	η. 4-6 kΩ

## Ομάδα Γ:

- 1.** Γιατί τα συστήματα συναγερμού λειτουργούν με τροφοδοτικό χαμηλής τάσης 6 ή 12 V DC;
- 2.** Τι θα συμβεί σε περίπτωση διακοπής ή βραχυκυκλώματος καλωδίου σε ένα σύστημα συναγερμού και γιατί;
- 3.** Η τοποθέτηση ανιχνευτών μικροκυμάτων ή υπέρυθρης ακτινοβολίας στο εσωτερικό ενός σπιτιού τι πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα παρουσιάζει;
- 4.** Να αναφέρετε πιθανές περιπτώσεις ψευτοσυναγερμού σε έναν ανιχνευτή μικροκυμάτων.
- 5.** Ποια είναι η διαφορά στη λειτουργία μεταξύ ανιχνευτών μικροκυμάτων και ανιχνευτών υπέρυθρης ακτινοβολίας; Συζητήστε πιθανά μειονεκτήματα στη λειτουργία τους και τρόπους αντιμετώπισης.

## 7. Φωτοβολταϊκά

### συστήματα



### Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- αναφέρουν τους λόγους για τους οποίους καθίσταται αναγκαία η μεγαλύτερη αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- δίνουν τον ορισμό του φωτοβολταϊκού συστήματος
- αναφέρουν τα αναμενόμενα οφέλη από την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων
- αναφέρουν τη σύσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων
- αναφέρουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε μια εφαρμογή
- αναφέρουν τους τύπους και τις κατηγορίες των φωτοβολταϊκών συστημάτων και ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά τους
- αναφέρουν τα συνήθη προβλήματα που παρουσιάζονται στα φωτοβολταϊκά συστήματα
- αιτιολογούν τα στοιχεία υπολογισμού που αναφέρονται σε ένα φύλλο εργασίας κατά τη διαστασιολόγηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

## 7.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερο γίνεται κοινή συνείδηση η ανάγκη μεγαλύτερης αξιοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Αυτό οφείλεται όχι μόνο στο ότι τα συμβατικά ενεργειακά αποθέματα εξαντλούνται αλλά και στην ανάγκη περιορισμού των δυσμενών επιπτώσεων από τη χρήση τους στο περιβάλλον.

Στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας περιλαμβάνονται η αιολική, η γεωθερμική, η ενέργεια από την πτώση ή κίνηση των υδάτων, η ενέργεια από βιομάζα και η θερμική ενέργεια που λαμβάνουμε με απευθείας πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων. Αυτές οι ενέργειες με κατάλληλα συστήματα μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια<sup>1</sup>.

***Η διάταξη δέσμευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια καλείται φωτοβολταϊκό σύστημα.***

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται μια σύγχρονη τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, που δεν προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα και απαιτεί ελάχιστο προσωπικό και συντήρηση.

Οι συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας ευνοούν την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών εφαρμογών για τους ακόλουθους λόγους :

- Υπάρχει υψηλή ηλιοφάνεια κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους.
- Σε νησιωτικές και απομακρυσμένες περιοχές, που είναι πολλές στη χώρα μας, είναι δύσκολη η διασύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

Ειδικότερα, με την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα μας, αναμένεται :

- Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και οικολογική ευαισθητοποίηση.
- Σημαντική μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα.
- Εξαγωγή προϊόντων και τεχνογνωσίας.
- Αύξηση των επενδύσεων και κατά συνέπεια της απασχόλησης.

---

<sup>1</sup> Σύμφωνα με ανακοίνωση του Υπουργού Ανάπτυξης της χώρας μας (2001), οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, που καλύπτουν το 9% της συνολικής ενεργειακής παραγωγής, επιδιώκεται σε μια δεκαετία να φθάσουν στο 20%. Για το σκοπό αυτό, χρηματοδοτούνται σημαντικά προγράμματα στην Ελλάδα, για να ενισχυθεί η κατασκευή έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

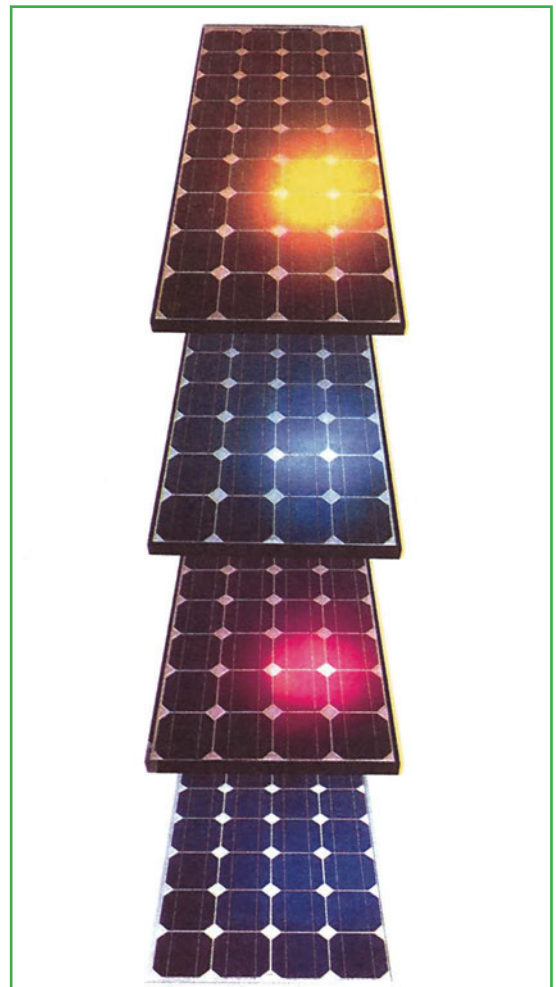
### Σύσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων

- ❖ Η μοναδιαία ποσότητα για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε τάση είναι το **ηλιακό κύτταρο**.
- ❖ Ομάδα από ηλιακά κύτταρα συνιστούν το **φωτοβολταϊκό συλλέκτη** ή **φωτοκυψέλη**.
- ❖ Ηλεκτρικά συνδεδεμένες φωτοκυψέλες τοποθετούνται σε πλαίσιο για την μηχανική τους προστασία και δημιουργούν το **φωτοβολταϊκό πλαίσιο** (ή ηλιακό πλαίσιο).
- ❖ Πολλά φωτοβολταϊκά πλαίσια σε διάφορες συνδεσμολογίες συνιστούν τη **φωτοβολταϊκή συστοιχία**.



### Κατασκευή φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατασκευάζονται από άμορφο, μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό πυρίτιο. Το πυρίτιο είναι από τα πλέον διαδεδομένα στοιχεία στη φύση. Στο στάδιο κατασκευής του ηλιακού κυττάρου αποκόπτονται λεπτά στρώματα πυριτίου, στα οποία γίνεται εμπλουτισμός με ηλεκτρόνια και οπές. Στη συνέχεια, συγκολλούνται μεταλλικά ηλεκτρόδια στις δύο επιφάνειες των στρωμάτων, οι οποίες επικαλύπτονται με επίστρωμα από κατάλληλο υλικό, που εμποδίζει την ανάκλαση του φωτός. Όταν τα ηλιακά κύτταρα επικαλύπτονται με αντανάκλαστικά υλικά, όπως είναι το SiO ή το TiO, η ανάκλαση του ηλιακού φωτός πάνω τους περιορίζεται από το 30% στο 5%. Η αντανάκλαστική επικάλυψη προσφέρεται σε αρκετούς χρωματισμούς, ανάλογα με τις αισθητικές αντιλήψεις του χρήστη.



Σχήμα 7.1: Φωτοβολταϊκά πλαίσια

## 7.2 Χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού συστήματος

Οι φωτοκυψέλες συνδεόμενες σχηματίζουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που μετατρέπουν την προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε συνεχή ηλεκτρική τάση. Όσο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία δέχονται, τόσο περισσότερη είναι και η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός φωτοβολταϊκού συστήματος που λαμβάνονται υπόψη σε μια εφαρμογή είναι τα παρακάτω:

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο	Τα πλαίσια κατασκευάζονται, να παρέχουν συνεχή ηλεκτρική τάση περίπου 17 V, ικανή να φορτίζει συσσωρευτές 12 V. Ο αριθμός των πλαισίων που χρησιμοποιούνται σε μια εγκατάσταση εξαρτάται από το συνολικό φορτίο της εγκατάστασης.
Συσσωρευτές	Αποθηκεύουν την παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρική ενέργεια και την παρέχουν στο φορτίο, όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Συνήθως, χρησιμοποιούνται συσσωρευτές μολύβδου (Pb), με βαθμό εκφόρτισης 10 -20 %, ή συσσωρευτές νικελίου- καδμίου (Ni- Cd), με δυνατότητα εκφόρτισης μέχρι 100%, χωρίς πρόβλημα.
Ρυθμιστής συνεχούς τάσης (voltage regulator or controller)	Ο ρυθμιστής φόρτισης αποτελεί το σύνδεσμο μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των συσσωρευτών και του φορτίου. Προστατεύει τους συσσωρευτές από υπερφόρτιση ή ολική αποφόρτιση. Ρυθμίζει τη ροή του ρεύματος από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια προς τους συσσωρευτές και διατηρεί την κανονική τάση φόρτισης των συσσωρευτών.
Μετατροπέας (inverter)	Ο μετατροπέας μετατρέπει τη συνεχή τάση είτε των πλαισίων είτε των συσσωρευτών σε εναλλασσόμενη τάση, για την κάλυψη των περισσότερων εφαρμογών.
Φορτίο	Με τον όρο φορτίο χαρακτηρίζεται κάθε ηλεκτρική κατανάλωση την οποία πρόκειται να καλύψουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Ιδιαίτερα, σε μια συσκευή ενδιαφέρουν το είδος, η τάση λειτουργίας και η ισχύς που καταναλώνεται υπό την κανονική τάση λειτουργίας.
Εγκατάσταση	Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να τοποθετούνται σε ανοιχτό χώρο, να μη σκιάζονται και να λαμβάνουν όσο γίνεται απευθείας την προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία.

<p><i>Συναρμολογούμενος εξοπλισμός στερέωσης</i></p>	<p>Χρησιμοποιείται για να συγκρατεί και να ομαδοποιεί τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Υπάρχει ο τύπος δαπέδου και ο τύπος οροφής. Υπάρχουν επίσης και εφαρμογές όπου τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν και στις μετώπες κτιρίων ή να αποτελέσουν μέρος της στέγης μιας κατοικίας.</p>
<p><i>Καλωδίωση</i></p>	<p>Χρησιμοποιούνται χάλκινα καλώδια κατάλληλης διατομής, για τη σύνδεση των πλαισίων μεταξύ τους και για τη σύνδεση τους με τους συσσωρευτές ή το φορτίο.</p>
<p><i>Συντήρηση</i></p>	<p>Τα ηλιακά συστήματα είναι τα λιγότερο απαιτητικά σε συντήρηση από οποιοδήποτε άλλο σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο έλεγχος της καλωδίωσης, των συνδέσεων και των συσσωρευτών εξασφαλίζουν μεγάλη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος, χωρίς προβλήματα.</p>
<p><i>Ισχύς αιχμής <math>W_p</math></i></p>	<p>Η ισχύς αιχμής <math>W_p</math> ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου εκφράζει την απόδοσή του σε ιδανικές συνθήκες (πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε συγκεκριμένη κλίση για κάθε τόπο), με θερμοκρασία 25 °C.</p> <p>Η ισχύς αιχμής όμως που δίνουν οι διάφορες κατασκευάστριες εταιρείες είναι μάλλον ιδανικός αριθμός, ενώ για την εύρεση της πραγματικής ισχύος χρησιμοποιούμε ένα βαθμό απόδοσης 10-13%.</p> <p>Π.χ. όταν δίνεται ισχύς αιχμής <math>W_p = 1000 \text{ watt /m}^2</math>, σημαίνει ότι πλαίσιο με εμβαδόν 1 m<sup>2</sup> αποδίδει ισχύ 110 - 130 watt.</p>

## 7.3 Τύποι και κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων

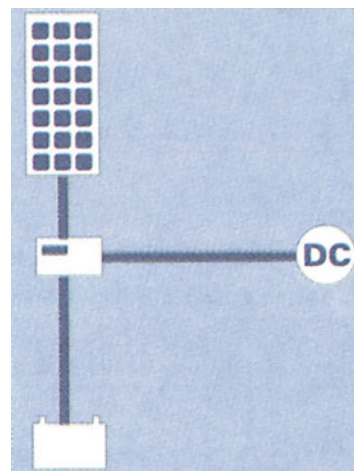
Κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα ανήκει σε έναν από τους ακόλουθους τύπους ηλιακού ηλεκτρικού συστήματος:

- **Μικρό σύστημα συνεχούς τάσης (Small DC)**

Αποτελείται από το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, από το ρυθμιστή συνεχούς τάσης και το συσσωρευτή. Από την έξοδο του ρυθμιστή, τροφοδοτείται απευθείας το φορτίο.

Ένα τέτοιο σύστημα έχει εφαρμογές στην τηλεμετρία και σε απλές οικιακές εφαρμογές.

Σχήμα 7.2: Μικρό σύστημα συνεχούς τάσης



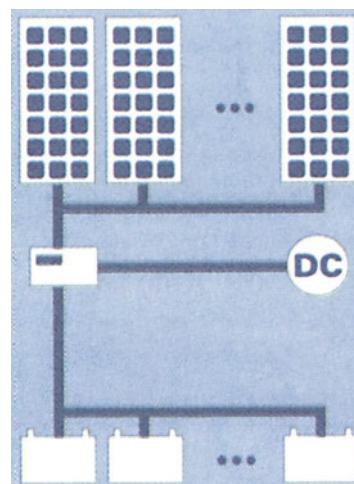
- **Μεγάλο σύστημα συνεχούς τάσης (Large DC)**

Αποτελείται από αρκετά φωτοβολταϊκά πλαίσια και συσσωρευτές ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από το συνολικό φορτίο.

Ο ρυθμιστής τάσης τροφοδοτεί απευθείας το συνεχές φορτίο.

Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιείται σε οικιακές και απλές βιομηχανικές εφαρμογές.

Σχήμα 7.3: Μεγάλο σύστημα συνεχούς τάσης

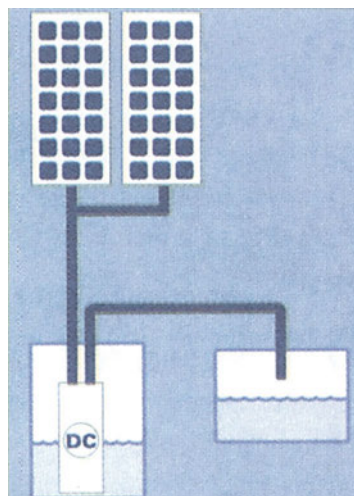


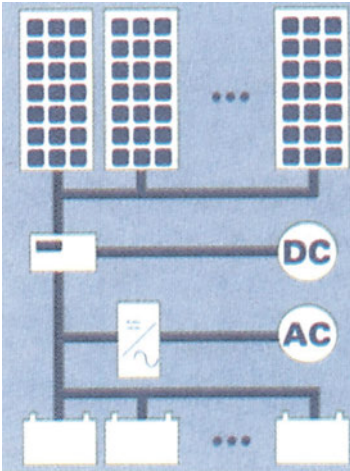
- **Απλό σύστημα συνεχούς τάσης (Simple DC)**

Είναι σύστημα που τροφοδοτεί απευθείας το φορτίο και δεν έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης από τα ηλιακά συστήματα ενέργειας.

Πεδίο εφαρμογής τέτοιων συστημάτων αποτελούν τα αντλητικά συγκροτήματα.

Σχήμα 7.4: Απλό σύστημα συνεχούς τάσης

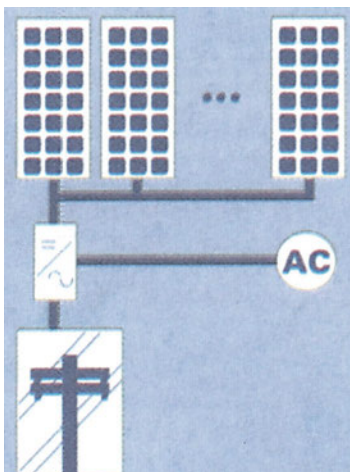




- **Φωτοβολταϊκό σύστημα εναλλασσόμενου/συνεχούς ρεύματος (AC/DC)**

Αυτό το σύστημα έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει ταυτόχρονα εναλλασσόμενα και συνεχή φορτία. Αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα. Η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρική ενέργεια οδηγείται στο ρυθμιστή φόρτισης από την έξοδο του οποίου τροφοδοτούνται απευθείας τα συνεχή φορτία της εφαρμογής και οι συσσωρευτές. Επίσης, από το ρυθμιστή τροφοδοτείται και ο μετατροπέας (inverter), από την έξοδο του οποίου τροφοδοτούνται τα εναλλασσόμενα φορτία.

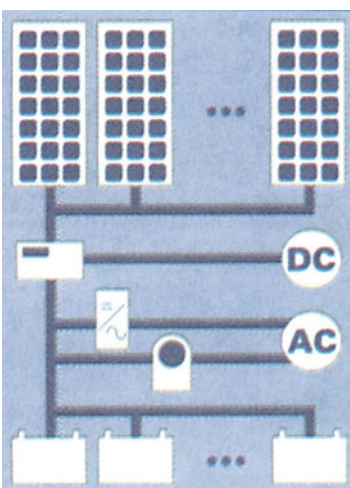
Σχήμα 7.5: Σύστημα εναλλασσόμενου/συνεχούς ρεύματος



- **Φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο (Grid Connected)**

Το σύστημα αυτό αποτελείται από ομάδα φωτοβολταϊκών πλαισίων τα οποία συνδέονται ηλεκτρικά με τον μετατροπέα (inverter). Από την έξοδο του μετατροπέα μπορούν να τροφοδοτηθούν απευθείας εναλλασσόμενα φορτία ή να αποδοθεί η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρική ενέργεια στο ηλεκτρικό δίκτυο. Σε αυτόν τον τύπο φωτοβολταϊκού συστήματος δεν αποθηκεύεται η ηλεκτρική ενέργεια σε συσσωρευτές.

Σχήμα 7.6: Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο



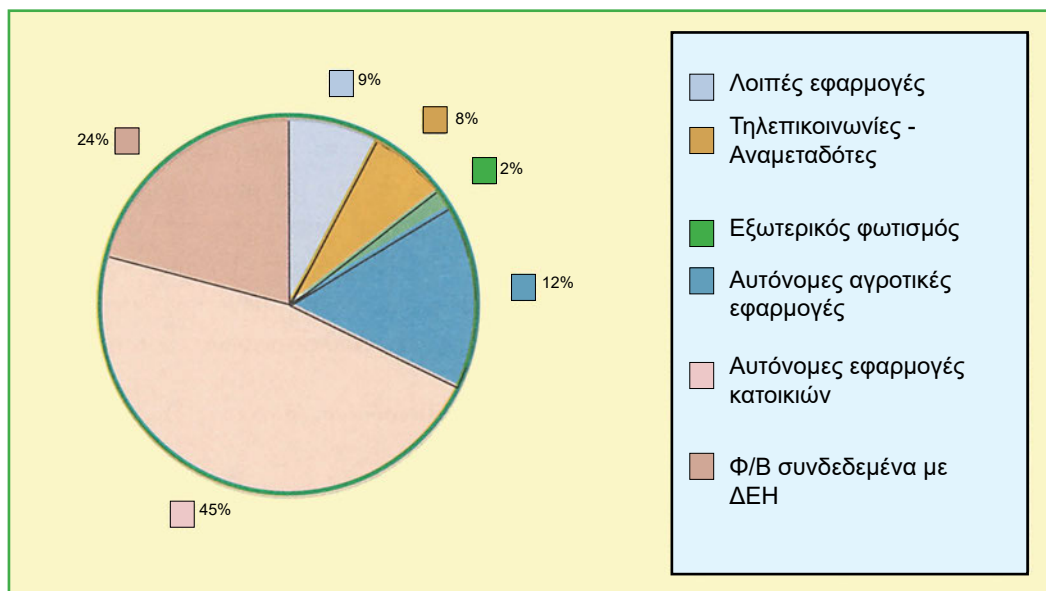
- **Υβριδικό σύστημα (Hybrid)**

Είναι σύστημα όπως το AC/DC αλλά συμπληρωματικά διαθέτει και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (γεννήτρια), το οποίο λειτουργεί στις περιπτώσεις όπου η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρική ενέργεια δεν επαρκεί.

Το προαναφερόμενο σύστημα καλύπτει εφαρμογές στις οποίες συνυπάρχουν εναλλασσόμενα και συνεχή φορτία.

Σχήμα 7.7: Υβριδικό σύστημα

Ανάλογα με την εφαρμογή την οποία καλύπτουν, τα φωτοβολταϊκά συστήματα στη χώρα μας ανήκουν σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες, σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ):



Σχήμα 7.8: Εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα

### 1. Φωτοβολταϊκά συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ

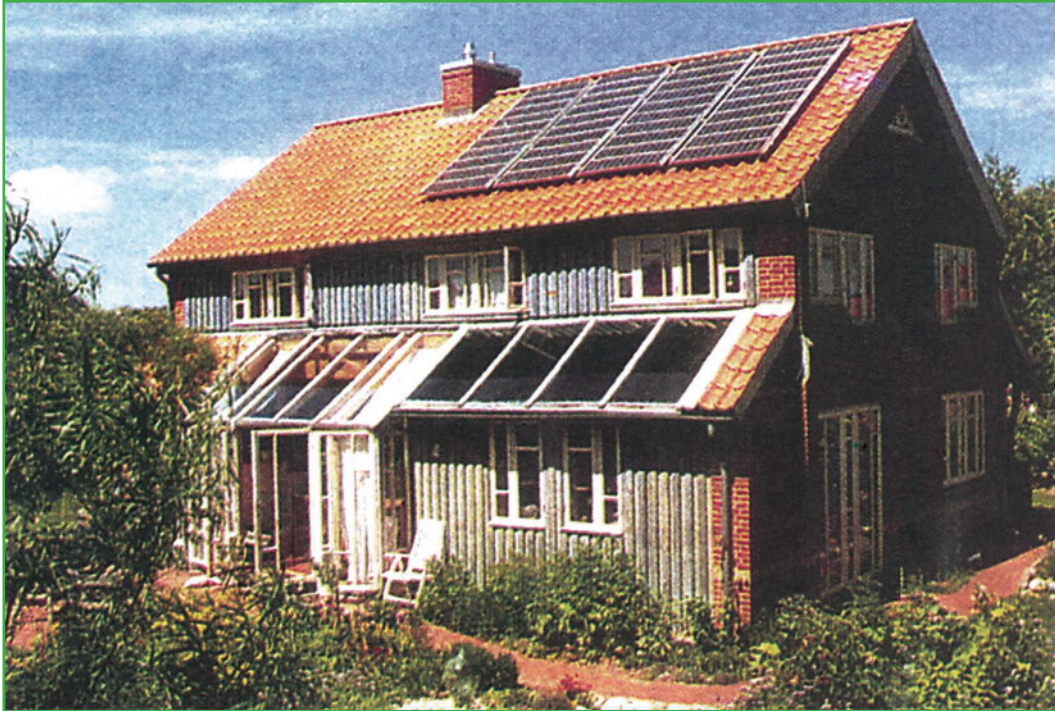
Η κατηγορία αυτή αντιπροσωπεύει περίπου το 24% των συνολικών εφαρμογών, δηλαδή 154 kW, με χαρακτηριστικότερη εφαρμογή αυτή της νήσου Κύθου με συνολική ισχύ 100 kW.



Εικόνα 7. 1: Φωτοβολταϊκά συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο της ΔΕΗ

### 2. Αυτόνομες εφαρμογές κατοικιών

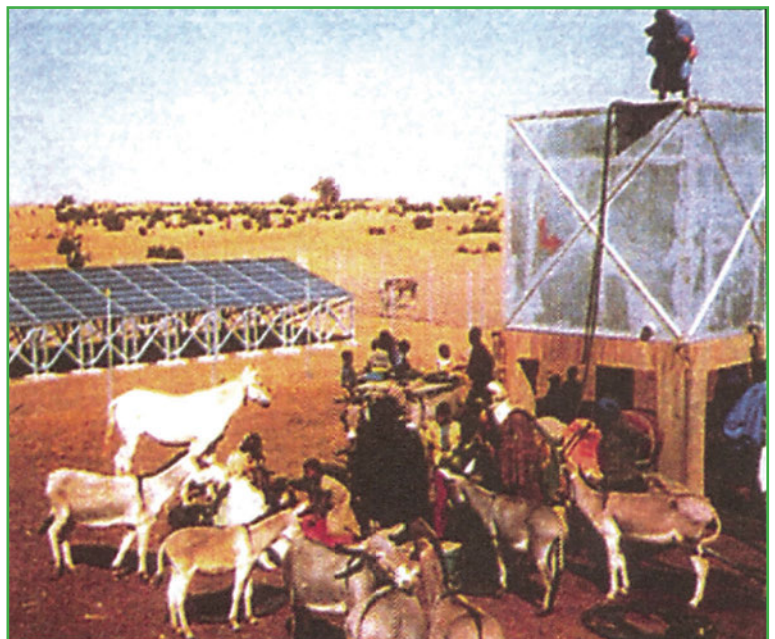
Διακρίνονται σε εφαρμογές απομακρυσμένων ή δυσπρόσιτων οικιών εξοχικών αγροκατοικιών, τροχόσπιτων κ.λ.π. Η εγκατεστημένη τους ισχύς ανέρχεται σε 286 kW, ποσό το οποίο αντιστοιχεί στο 45% των συνολικών εφαρμογών.



Εικόνα 7.2: Αυτόνομες εφαρμογές κατοικιών

### 3. Αυτόνομες αγροτικές εφαρμογές

Όπως είναι η άρδευση καλλιεργειών, ιχθυοκαλλιέργειών και η άντληση νερού. Η εγκατεστημένη ισχύς τους ανέρχεται στα 80 kW, ποσοστό το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 12,5% των συνολικών εφαρμογών.



Εικόνα 7.3: Αυτόνομες αγροτικές εφαρμογές

### 4. Εξωτερικός φωτισμός

Στην κατηγορία αυτή αντιστοιχεί ποσοστό μόνο 2% των συνολικών εφαρμογών.



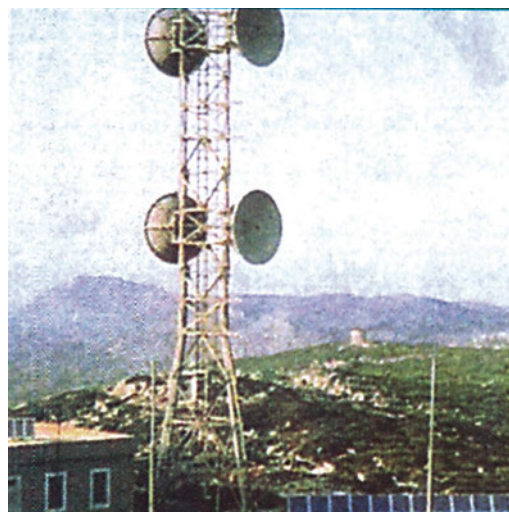
Εικόνα 7.4: Εξωτερικός φωτισμός

### 5. Τηλεπικοινωνίες - Αναμεταδότες

Ο Ο.Τ.Ε, καλύπτει το 50%, ενώ τα τελευταία χρόνια αρκετοί ραδιοτηλεοπτικοί σταθμοί και εταιρείες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν Φ/Β συστήματα. Η εγκατεστημένη ισχύς τους ανέρχεται στα 51 kW ή ποσοστό 8% των συνολικών εφαρμογών.

### 6. Λοιπές εφαρμογές

Οι φάροι-σημαντήρες σε λιμένες ή νησίδες. Οι υπόλοιπες εφαρμογές της κατηγορίας αυτής είναι εκπαιδευτικά συστήματα, εφαρμογές σε ερευνητικά προγράμματα και σε διάφορες χρήσεις της ναυσιπλοΐας. Η εγκατεστημένη ισχύς τους είναι 53 kW ή ποσοστό 9% των συνολικών εφαρμογών.



Εικόνα 7.5: Τηλεπικοινωνίες - Αναμεταδότες

## 7.4 Προβλήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα συνήθη προβλήματα που παρατηρούνται σε εγκατεστημένα συστήματα αφορούν την ηλεκτρική τους εγκατάσταση, την εμφάνιση βραχυκυκλωμάτων στους μετατροπείς, βλάβες στους ρυθμιστές φόρτισης και στη χαμηλή φόρτιση των συσσωρευτών. Επίσης, έχουν παρουσιαστεί προβλήματα στη μηχανική υποστήριξη των συστημάτων, όπως θραύση του υαλοπίνακα του φωτοβολταϊκού πλαισίου και προβληματική στεγανότητα των φωτοβολταϊκών γεννητριών, με αποτέλεσμα την είσοδο υγρασίας.

## 7.5 Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκού συστήματος

Διαστασιολόγηση συστήματος σημαίνει πρακτικά το πόσα φωτοβολταϊκά πλαίσια και πόσοι συσσωρευτές απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών συγκεκριμένης εφαρμογής. Ένα ηλιακό σύστημα πρέπει να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια αρκετή για να καλύψει τις ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες μιας εφαρμογής, όπως είναι ο φωτισμός και η λειτουργία συσκευών, και επιπρόσθετα να καλύπτει τις απώλειες του συστήματος (καλώδια, μετατροπείς, συσσωρευτές κ.λπ.).

Για τη διαστασιολόγηση ενός συστήματος ο ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης συντάσσει ένα φύλλο εργασίας υπολογισμού του φωτοβολταϊκού συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη:

1. την απόδοση του πλαισίου που πρόκειται να χρησιμοποιήσει,
2. τις καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής,
3. το συντελεστή εφεδρείας του συστήματος και
4. το συντελεστή ασφαλείας των συσσωρευτών.

Ο **συντελεστής εφεδρείας** του συστήματος αναφέρεται στον αριθμό των ημερών που οι συσσωρευτές πρέπει να υποστηρίζουν το φορτίο, χωρίς να φορτίζονται από το φωτοβολταϊκό σύστημα (π.χ. περίπτωση συννεφιάς).

Ο **συντελεστής ασφαλείας** των συσσωρευτών εκφράζει το ποσοστό εφεδρικής χωρητικότητας, που αντιστοιχεί συνήθως στο 30% της ολικής χωρητικότητας και το οποίο προσαυξάνεται σε αυτή.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ένα φύλλο εργασίας για τον υπολογισμό του μέσου όρου της απαιτούμενης ημερήσιας ενέργειας. Από τον υπολογισμό αυτό προσδιορίζεται ο αριθμός των απαιτούμενων πλαισίων και συσσωρευτών.

### Παράδειγμα

Πρόκειται να ηλεκτροδοτήσουμε εξοχική κατοικία με τα παρακάτω φορτία:

- 6 λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης των 11 W, με μέσο όρο λειτουργίας 5 ώρες ημερησίως,
- τηλεόραση με 4 ώρες λειτουργίας ημερησίως και
- αντλία νερού με 2 ώρες λειτουργίας ημερησίως.

Φύλλο εργασίας

Τυπικές εφαρμογές κατανάλωσης ισχύος σε W	Καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις $W \times h = Wh$																												
<table border="0"> <tr> <td>Λαμπτήρας φθορισμού</td> <td>7 - 26</td> </tr> <tr> <td>Τηλεόραση</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Ηλεκτρονικός υπολογιστής</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Ψυγείο</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Φούρνος μικροκυμάτων</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>Αντλία νερού</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Τοστιέρα</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>Ηλεκτρικός θερμοσίφωνα</td> <td>3000</td> </tr> </table>	Λαμπτήρας φθορισμού	7 - 26	Τηλεόραση	150	Ηλεκτρονικός υπολογιστής	150	Ψυγείο	200	Φούρνος μικροκυμάτων	500	Αντλία νερού	200	Τοστιέρα	1000	Ηλεκτρικός θερμοσίφωνα	3000	<p><i>α) Καταγραφή όλων των φορτίων:</i></p> <p>6 λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης των 11 W <span style="float: right;"><math>6 \times 11 = 66 \text{ W}</math></span>            1 τηλεόραση <span style="float: right;"><math>1 \times 150 = 600 \text{ W}</math></span>            1 αντλία νερού <span style="float: right;"><math>1 \times 200 = 200 \text{ W}</math></span></p> <p><i>β) Πολλαπλασιασμός των φορτίων με τον ημερήσιο μέσο όρο λειτουργίας σε ώρες:</i></p> <table border="0"> <tr> <td>Λαμπτήρες</td> <td><math>66 \times 5 = 330 \text{ Wh}</math></td> </tr> <tr> <td>Τηλεόραση</td> <td><math>150 \times 4 = 600 \text{ Wh}</math></td> </tr> <tr> <td>Αντλία νερού</td> <td><math>200 \times 2 = 400 \text{ Wh}</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Σύνολο</td> <td>1330 Wh</td> </tr> </table> <p><i>γ) Προσαύξηση 40% επί του συνόλου των Wh. Αντιπροσωπεύει τις απώλειες στις μπαταρίες, inverter, συνδέσεις κ.λπ.</i></p> <table border="0"> <tr> <td><math>(1330 \times 0,4) =</math></td> <td>+ 530 Wh</td> </tr> <tr> <td>Καθημερινός μέσος όρος Ενεργειακών απαιτήσεων</td> <td><b>1860 Wh</b></td> </tr> </table>	Λαμπτήρες	$66 \times 5 = 330 \text{ Wh}$	Τηλεόραση	$150 \times 4 = 600 \text{ Wh}$	Αντλία νερού	$200 \times 2 = 400 \text{ Wh}$	Σύνολο	1330 Wh	$(1330 \times 0,4) =$	+ 530 Wh	Καθημερινός μέσος όρος Ενεργειακών απαιτήσεων	<b>1860 Wh</b>
Λαμπτήρας φθορισμού	7 - 26																												
Τηλεόραση	150																												
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	150																												
Ψυγείο	200																												
Φούρνος μικροκυμάτων	500																												
Αντλία νερού	200																												
Τοστιέρα	1000																												
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνα	3000																												
Λαμπτήρες	$66 \times 5 = 330 \text{ Wh}$																												
Τηλεόραση	$150 \times 4 = 600 \text{ Wh}$																												
Αντλία νερού	$200 \times 2 = 400 \text{ Wh}$																												
Σύνολο	1330 Wh																												
$(1330 \times 0,4) =$	+ 530 Wh																												
Καθημερινός μέσος όρος Ενεργειακών απαιτήσεων	<b>1860 Wh</b>																												

Η καθημερινή ενεργειακή απαίτηση για τη συγκεκριμένη εφαρμογή είναι 1860 Wh, που προβλέπεται να καλυφθεί εξ ολοκλήρου από το φωτοβολταϊκό σύστημα.

**A) Υπολογισμός του αριθμού των απαιτούμενων πλαισίων**

Λαμβάνονται υπόψη:

- α) η απόδοση του πλαισίου και
- β) ο συντελεστής ζώνης (area factor).

Ο συντελεστής ζώνης εκφράζει την ετήσια ηλιοφάνεια ενός τόπου και προσδιορίζει την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου. Ισούται με 2 για τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης, με 3 για τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης και με 4 για τις χώρες της Νότιας Ευρώπης συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας.

Έστω ότι διαθέτουμε, μετά από έρευνα αγοράς, πλαίσια με πραγματική ισχύ 55 W.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, η απόδοση του κάθε πλαισίου για την Ελλάδα είναι  $55 \times 4 = 220$  Wh.

Άρα, ο απαιτούμενος αριθμός πλαισίων  $N = \frac{1860}{220} = 9$ .

**B) Υπολογισμός του αριθμού των απαιτούμενων συσσωρευτών**

Λαμβάνονται υπόψη:

- α) η καθημερινή ενεργειακή απαίτηση για το παράδειγμά μας αντιστοιχεί σε (1860 Wh),
- β) ο συντελεστής εφεδρείας (που αντιστοιχεί στον αριθμό των ημερών που θέλουμε οι μπαταρίες να τροφοδοτούν τα φορτία χωρίς να υποστηρίζονται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, π.χ. όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια). Έστω στο παράδειγμά μας, ότι θέλουμε η εφεδρεία να κρατάει 5 ημέρες, δηλαδή ο συντελεστής εφεδρείας είναι 5,
- γ) ο συντελεστής ασφαλείας των συσσωρευτών (χωρητικότητα εφεδρείας +30%).

Άρα, οι συσσωρευτές για να ανταποκριθούν στα φορτία για 5 ημέρες, θα πρέπει να αποδώσουν ενέργεια:

- $1860 \text{ Wh} \times 5 = 9300 \text{ Wh}$  και
- λόγω του συντελεστή ασφαλείας η ενέργεια αυτή προσαυξάνεται κατά  $2790 \text{ Wh}$  ( $9300 \times 0,3$ ).

Επομένως, απαιτούνται συσσωρευτές με συνολική απόδοση ενέργειας:

$$(9300 \text{ Wh} + 2790 \text{ Wh}) = 12090 \text{ Wh}$$

Για να μετατρέψουμε τις Wh (βατώρες) σε Ah (αμπερώρια), που είναι οι μονάδες μέτρησης της χωρητικότητας των συσσωρευτών, διαιρούμε τις Wh με την τάση των συσσωρευτών που θα χρησιμοποιήσουμε, συνήθως 12 V. Δηλαδή:

$$\frac{12090 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} = 1007,5 \text{ Ah.}$$

Στα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται συσσωρευτές βαθείας εκφόρτισης δηλαδή με χωρητικότητα 120 Ah.

Έτσι, για το παραπάνω παράδειγμα, ο απαιτούμενος αριθμός N των συσσωρευτών προκύπτει:

$$N = \frac{1007,5 \text{ Ah}}{120 \text{ Ah}} = 8,4$$

οπότε παίρνουμε 9 συσσωρευτές.

## 7.6 Ανακεφαλαίωση

Τα τελευταία χρόνια, λόγω των δυσμενών επιπτώσεων που έχουν στο περιβάλλον οι συμβατικές ενεργειακές πηγές αλλά και λόγω του κινδύνου εξάντλησης των αποθεμάτων τους, προβάλλει όλο και πιο επιτακτική η ανάγκη για χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Ανάμεσα σε αυτές περιλαμβάνεται και η ενέργεια που παίρνουμε με την απευθείας πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων. Η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια σε κατάλληλες διατάξεις που καλούνται φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα θεωρούνται μια σύγχρονη τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, που δεν προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα και απαιτεί ελάχιστο προσωπικό και συντήρηση. Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας, ευνοούν την ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών εφαρμογών.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από επιμέρους στοιχεία, τα οποία φέρουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Αυτά τα στοιχεία είναι οι φωτοκυψέλες, το φωτοβολταϊκό πλαίσιο, οι συσσωρευτές, ο ρυθμιστής φόρτισης, ο μετατροπέας, ο συναρμολογούμενος εξοπλισμός στερέωσης και η καλωδίωση. Ανάλογα με τον αριθμό και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων που περιέχουν, τα φωτοβολταϊκά συστήματα διακρίνονται σε διάφορους τύπους. Έτσι, έχουμε το:

- ❖ *μικρό σύστημα συνεχούς τάσης*, που είναι κατάλληλο για απλές οικιακές εφαρμογές,
- ❖ *μεγάλο σύστημα συνεχούς τάσης*, που χρησιμοποιείται σε οικιακές και απλές βιομηχανικές εφαρμογές,
- ❖ *απλό σύστημα συνεχούς τάσης*, με πεδίο εφαρμογής τα αντλητικά συγκροτήματα,
- ❖ *φωτοβολταϊκό σύστημα που συνδέεται με το δίκτυο* και μπορεί να αποδώσει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο ηλεκτρικό δίκτυο (σε αυτό τον τύπο δεν αποθηκεύεται η ηλεκτρική ενέργεια σε μπαταρίες),
- ❖ *φωτοβολταϊκό σύστημα εναλλασσόμενου/συνεχούς ρεύματος*, που έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει ταυτόχρονα εναλλασσόμενα και συνεχή φορτία και το
- ❖ *υβριδικό σύστημα*, που διαθέτει συμπληρωματικά και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Τα ηλεκτρολογικά προβλήματα που παρατηρούνται συνήθως σε εγκαταστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα από ηλεκτρολογικής πλευράς είναι η εμφάνιση βραχυκυκλωμάτων στους μετατροπείς, βλάβες στους ρυθμιστές φόρτισης και η χαμηλή φόρτιση των συσσωρευτών. Επίσης, εμφανίζονται προβλήματα στη μηχανική τους υποστήριξη, θραύσεις των υαλοπινάκων του φωτοβολταϊκού πλαισίου και προβληματική στεγανότητα των φωτοβολταϊκών γεννητριών, με αποτέλεσμα την είσοδο υγρασίας.

Κατά τη διαστασιολόγηση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (δηλαδή κατά τον υπολογισμό του αριθμού των φωτοβολταϊκών πλαισίων και συσσωρευτών που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών συγκεκριμένης εφαρμογής) λαμβάνονται υπόψη:

- ❖ η απόδοση του πλαισίου,
- ❖ οι καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις της εφαρμογής,
- ❖ ο συντελεστής εφεδρείας του συστήματος (αριθμός ημερών που υποστηρίζουν οι μπαταρίες τα φορτία, χωρίς να φορτίζονται, π.χ. σε περίπτωση συννεφιάς) και
- ❖ ο συντελεστής ασφαλείας των συσσωρευτών που εκφράζει την προσαύξηση (συνήθως 30%) της χωρητικότητας.

## 7.7 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Φωτοβολταϊκό σύστημα είναι η διάταξη που δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια.

α) Σωστό  β) Λάθος

2. Στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας περιλαμβάνεται και η πυρηνική ενέργεια.

α) Σωστό  β) Λάθος

3. Οι φωτοβολταϊκές εφαρμογές στην Ελλάδα βοηθούνται από την ύπαρξη ισχυρών ανέμων.

α) Σωστό  β) Λάθος

4. Τα μικρά νησιά προσφέρονται για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, λόγω μεγαλύτερης ηλιοφάνειας.

α) Σωστό  β) Λάθος

5. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στα φωτοβολταϊκά πλαίσια μπορεί να αποθηκευθεί σε συσσωρευτές.

α) Σωστό  β) Λάθος

6. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατασκευάζονται έτσι, ώστε να παρέχουν συνεχή ηλεκτρική τάση 17 V, ικανή να φορτίζει συσσωρευτές 12 V.

α) Σωστό  β) Λάθος

7. Ο ρυθμιστής φόρτισης (συνεχούς τάσης) προστατεύει τους συσσωρευτές από υπερφόρτιση ή ολική αποφόρτιση.

α) Σωστό  β) Λάθος

8. Ο μετατροπέας μετατρέπει τη συνεχή τάση των πλαισίων ή των συσσωρευτών σε εναλλασσόμενη τάση.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

**1. Οι επιφάνειες των φωτοβολταϊκών πλαισίων στην Ελλάδα, για να συλλέγουν καλύτερα τις ηλιακές ακτίνες, είναι στραμμένες προς:**

- α) την Ανατολή
- β) τη Δύση
- γ) το Βορρά
- δ) το Νότο

**2. Όταν σε μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος αναφέρεται ότι ο συντελεστής εφεδρείας είναι 6, αυτό σημαίνει ότι:**

- α) έχουμε 6 φωτοβολταϊκά πλαίσια
- β) έχουμε 6 μπαταρίες μολύβδου
- γ) η παρεχόμενη ημερήσια ενέργεια είναι 6 φορές μεγαλύτερη από την απαιτούμενη
- δ) οι μπαταρίες μπορούν να τροφοδοτούν τα φορτία για 6 συνεφιασμένες μέρες

**3. Όταν σε μια εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος οι καθημερινές ενεργειακές απαιτήσεις είναι 1 kWh και αναφέρεται ότι ο συντελεστής ασφαλείας των συσσωρευτών είναι 40%, αυτό σημαίνει ότι οι μπαταρίες μπορούν να παρέχουν συνολική ενέργεια:**

- α) 0,4 kWh
- β) 1,4 kWh
- γ) 1,040 kWh
- δ) 1400 kWh

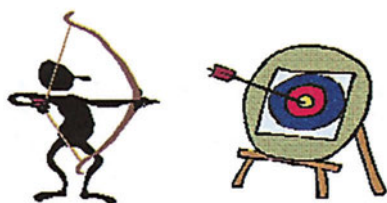
**4. Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την εφαρμογή της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:**

Στήλη Α	Στήλη Β
<p>1. Μικρό σύστημα συνεχούς τάσης (από την έξοδο του ρυθμιστή τροφοδοτείται απευθείας το φορτίο)</p> <p>2. Απλό σύστημα συνεχούς τάσης, χωρίς δυνατότητα αποθήκευσης</p> <p>3. Φωτοβολταϊκό σύστημα AC/DC</p> <p>4. Υβριδικό σύστημα (διαθέτει συμπληρωματικά και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος)</p>	<p>α. συνδέεται με το δίκτυο</p> <p>β. για απλές οικιακές εφαρμογές</p> <p>γ. για οικιακές εφαρμογές</p> <p>δ. για απλές βιομηχανικές εφαρμογές</p> <p>ε. για εφαρμογές με φορτία συνεχούς και εναλλασσόμενης τάσης</p> <p>ζ. υποστηρίζει συνεχή και εναλλασσόμενα φορτία, ανεξάρτητα από την απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων</p> <p>η. εφαρμογή σε αντλητικά συγκροτήματα</p>

## Ομάδα Γ:

1. Συζητήστε για ποιο λόγο η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα μας αναμένεται να συμβάλει σε μείωση της εξάρτησης από τα εισαγόμενα καύσιμα;
2. Συζητήστε για ποιο λόγο η ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων στη χώρα μας αναμένεται να συμβάλει στην εξαγωγή προϊόντων και τεχνογνωσίας;
3. Να αναφέρετε τα συνήθη προβλήματα που παρουσιάζονται στα φωτοβολταϊκά συστήματα και τρόπους αντιμετώπισής τους.

## 8. Αντλητικά συγκροτήματα



### Διδακτικοί στόχοι

**Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:**

- αναφέρουν τους λόγους τοποθέτησης των αντλιών στις εγκαταστάσεις
- διακρίνουν τους σωλήνες αναρρόφησης και κατάθλιψης που συνδέονται σε μια αντλία
- διακρίνουν τον τύπο της κινητήριας μηχανής των αντλιών
- διακρίνουν τις αντλίες ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους
- αναφέρουν τους λόγους ύπαρξης των πιεστικών συγκροτημάτων
- αναφέρουν τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένα πιεστικό συγκρότημα
- διακρίνουν τους δύο τύπους πιεστικών δεξαμενών
- αναφέρουν τις λειτουργίες που εκτελούνται σε ένα πιεστικό συγκρότημα μέσω του ηλεκτρικού πίνακα
- ερμηνεύουν τη λειτουργία των διαφόρων μερών σε ένα σχεδιάγραμμα κύριου και βοηθητικού κυκλώματος ενός πιεστικού συγκροτήματος μιας αντλίας
- αναφέρουν τα όργανα ελέγχου και ασφάλειας ενός πιεστικού συγκροτήματος και να αιτιολογούν τους λόγους ύπαρξής τους
- αναγνωρίζουν τα διάφορα μέρη σε ένα διάγραμμα πιεστικού συγκροτήματος
- διακρίνουν τους τρόπους σύνδεσης των πιεστικών συγκροτημάτων με το δίκτυο ύδρευσης πόλης και να αναφέρουν την αρχή λειτουργίας τους
- αναφέρουν τον τύπο ο οποίος δίνει την ισχύ του κινητήρα μιας αντλίας
- αναφέρουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό ύψος μιας αντλίας
- αναφέρουν την αρχή λειτουργίας των συστημάτων πυρόσβεσης και να αιτιολογούν τις επιμέρους λειτουργίες
- αναγνωρίζουν τα διάφορα μέρη σε ένα διάγραμμα πυροσβεστικού συγκροτήματος και να ερμηνεύουν τη λειτουργία τους

## 8.1 Γενικά

Η τροφοδοσία νερού υπήρξε από πολύ νωρίς βασική ανάγκη για κάθε κοινωνία. Η ικανοποίηση της ανάγκης αυτής οδήγησε στη δημιουργία αντλιών.

*Η αντλία είναι μηχανή με την οποία επιτυγχάνεται μεταφορά υγρού (π.χ. νερού) σε υψηλότερη υψομετρική στάθμη από την αρχική ή σε δεξαμενή με υψηλότερη πίεση από την αρχική.*

Η μεταφορά του υγρού από τη στάθμη παραλαβής του μέχρι τη στάθμη αποστολής του γίνεται με σωλήνες. Το τμήμα του σωλήνα από το σημείο παραλαβής του υγρού μέχρι την είσοδο του στην αντλία ονομάζεται **σωλήνας αναρρόφησης**, ενώ το τμήμα του σωλήνα από την έξοδο της αντλίας μέχρι το σημείο αποστολής του υγρού ονομάζεται **σωλήνας κατάθλιψης**. Η πιο γνωστή ιστορικά αντλία είναι ο κοχλίας του Αρχιμήδη, ο οποίος χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα για μικρές ανυψώσεις υγρών που περιέχουν απορρίμματα (σκουπίδια) ή άλλα στερεά. Για να λειτουργήσουν οι αντλίες, χρειάζονται μηχανική ενέργεια που παίρνουν από την κινητήρια μηχανή με την οποία είναι συνδεδεμένες. Ως κινητήριες μηχανές χρησιμοποιούνται:

- ηλεκτρικοί κινητήρες,
- κινητήρες πετρελαίου,
- κινητήρες βενζίνης κ.λπ.

### Κατάταξη αντλιών

Οι αντλίες διατίθενται στην αγορά σε πολλές μορφές σχεδίασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες που καλούνται να εξυπηρετήσουν.

Με βάση την αρχή λειτουργίας τους, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια από την αντλία στο υγρό που αυτή διακινεί, οι αντλίες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

- ❖ δυναμικές και
- ❖ θετικής μετατόπισης.

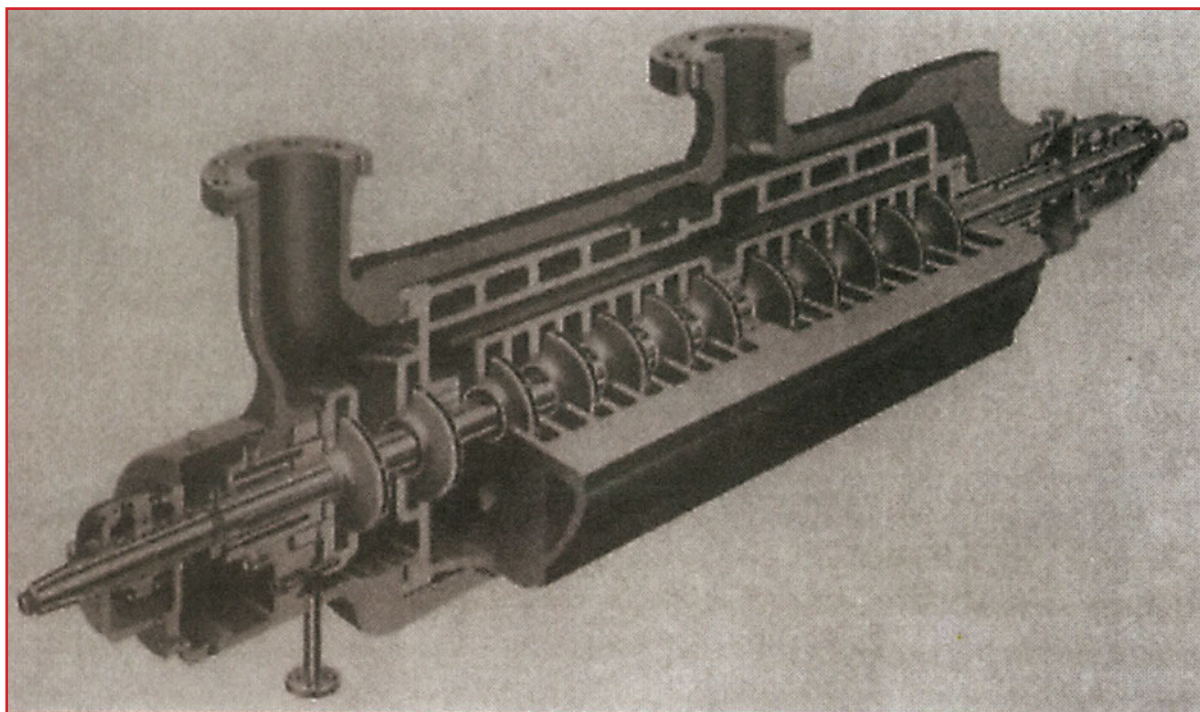
### Δυναμικές αντλίες

Οι δυναμικές αντλίες προσθέτουν ενέργεια στο υγρό αυξάνοντας την ταχύτητά του, δηλαδή την κινητική του ενέργεια. Στη συνέχεια, η πτώση της ταχύτητας του υγρού, στο εσωτερικό της αντλίας και στις σωληνώσεις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσής του, δηλαδή τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ενέργεια πίεσης. Η μεταφορά της ενέργειας από την αντλία στο υγρό είναι συνεχής και όχι περιοδική. Οι πιο γνωστές δυναμικές αντλίες είναι οι **φυγοκεντρικές**.

### Φυγοκεντρικές αντλίες

Είναι μηχανές τα βασικά μέρη των οποίων είναι το κέλυφος, η φτερωτή (μία ή περισσότερες) και ο άξονας. Το κέλυφος αποτελεί το ακίνητο μέρος της αντλίας, ενώ η φτερωτή και ο άξονας το στρεφόμενο. Το κέλυφος είναι σπειροειδές και διαθέτει ανοίγματα για την είσοδο και την έξοδο του υγρού. Στην έξοδο η διατομή του αυξάνει προοδευτικά. Η φτερωτή αποτελείται από τα πτερύγια και το τμήμα του άξονα πάνω στο οποίο αυτά είναι τοποθετημένα και συνδέεται μέσω του άξονα με το δρομέα του κινητήρα. Όταν η φτερωτή περιστρέφεται από τον κινητήρα, ωθεί το υγρό στην περιφέρεια του περιβλήματος αυξάνοντας την ταχύτητά του. Από την περιφέρεια, το υγρό οδηγείται προς την έξοδο της αντλίας, όπου λόγω της προοδευτικής αύξησης της διατομής του κελύφους μειώνεται η ταχύτητά του, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση. Έχουμε, δηλαδή μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ενέργεια πίεσης.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες που χρησιμοποιούν μία φτερωτή ονομάζονται αντλίες μίας βαθμίδας (μονοβάθμιες), ενώ οι αντλίες που διαθέτουν περισσότερες βαθμίδες, ονομάζονται πολλών βαθμίδων (πολυβάθμιες). Οι πολυβάθμιες αντλίες χρησιμοποιούνται όταν στην εφαρμογή απαιτείται υψηλό μανομετρικό ύψος, πάνω από 120 m.



Εικόνα 8.1: Φυγοκεντρική αντλία

### Αντλίες θετικής μετατόπισης

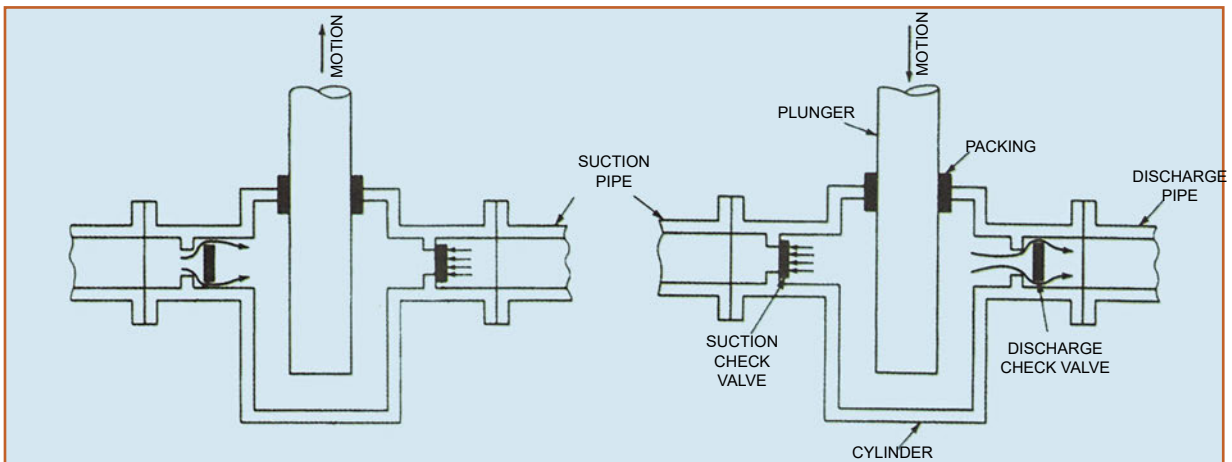
Οι αντλίες θετικής μετατόπισης προσθέτουν ενέργεια στο υγρό με μετατόπισή του, η οποία έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης (ενέργειας πίεσης), δηλαδή παραλαμβάνουν το υγρό από το σωλήνα αναρρόφησης και το εκτοπίζουν (μετατοπίζουν) προς το σωλήνα κατάθλιψης με τη χρήση κινούμενου στερεού σώματος, όπως για παράδειγμα εμβόλου. Το στερεό σώμα που προκαλεί, όταν κινείται, τη μετατόπιση του υγρού ονομάζεται **αντλητικό στοιχείο**. Στην περίπτωση των αντλιών μετατόπισης, η μεταφορά ενέργειας στο υγρό είναι περιοδική και όχι συνεχής, επειδή και η κίνηση του αντλητικού στοιχείου είναι περιοδική.

Ανάλογα με τη φύση της κίνησης του αντλητικού στοιχείου, που προκαλεί τη μετατόπιση του υγρού, οι αντλίες μετατόπισης διακρίνονται σε:

- παλινδρομικές και
- περιστροφικές.

### Παλινδρομικές αντλίες

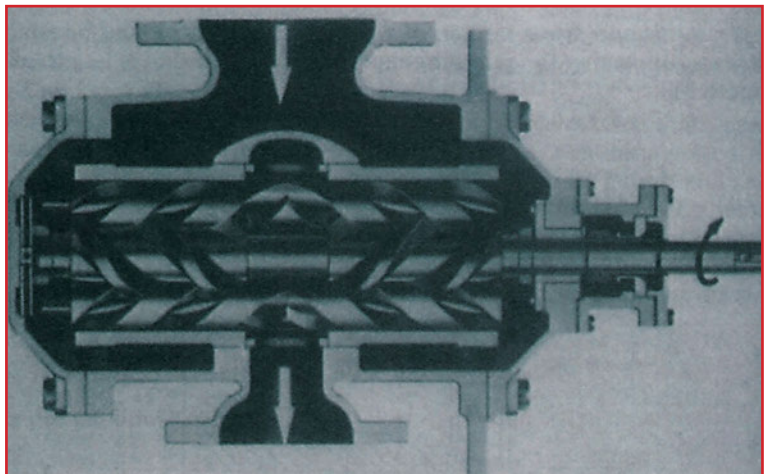
Στις παλινδρομικές αντλίες το κινούμενο στοιχείο (αντλητικό στοιχείο), που προκαλεί τη θετική μετατόπιση του υγρού, δηλαδή την αύξηση της πίεσης του υγρού, εκτελεί ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση στο εσωτερικό συνήθως του κυλίνδρου. Επειδή το κινούμενο στοιχείο είναι συνήθως έμβολο ή διάφραγμα, οι παλινδρομικές αντλίες διακρίνονται σε εμβολοφόρες ή διαφράγματος.



Εικόνα 8.2: Παλινδρομική αντλία

### Περιστροφικές αντλίες

Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κινούμενα μέρη και το κέλυφος. Τα κινούμενα μέρη περιστρέφονται με σταθερή ταχύτητα, όπως και στις φυγοκεντρικές, κατατάσσονται όμως στις αντλίες θετικής μετατόπισης, επειδή η πίεση κατάθλιψης δημιουργείται με μετατόπιση του υγρού και όχι με μεταβολή της ταχύτητας (κινητική ενέργειας). Είναι κατάλληλες για όλα τα είδη υγρών.



Εικόνα 8.3: Περιστροφική αντλία

Επίσης, συναντώνται και άλλοι τρόποι κατάταξης των αντλιών, με βάση:

- ❖ τον τομέα εφαρμογής τους, όπως αντλίες λυμάτων, θέρμανσης και ζεστού νερού, βιομηχανικών εφαρμογών κ.λπ. και
- ❖ το είδος του υγρού που διακινούν (μεταφέρουν), π.χ. νερό, πετρέλαιο κ.λπ.

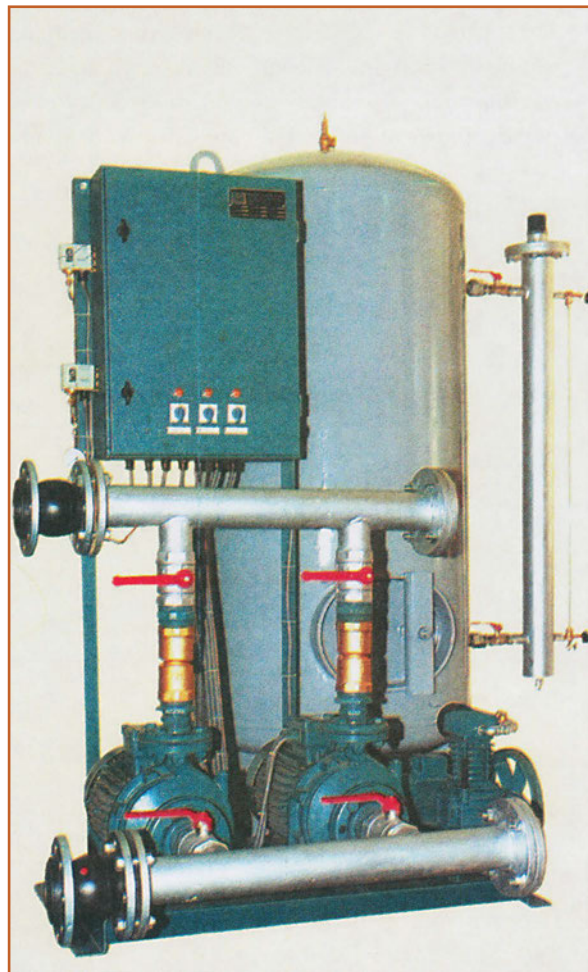
### 8.2 Πιεστικά συγκροτήματα

Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού, η ανέγερση ψηλών κτιρίων και το γεγονός ότι τα δίκτυα ύδρευσης των πόλεων σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν πριν από δεκαετίες είχαν ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα στην ύδρευση των κτιρίων αυτών. Η λύση στο μεγάλο αυτό πρόβλημα δόθηκε από τα πιεστικά συγκροτήματα. Τα πιεστικά συγκροτήματα αποτελούνται από μία ή περισσότερες αντλίες, λειτουργούν αυτόματα ή χειροκίνητα και σκοπό έχουν να ενισχύουν τη χαμηλή πίεση των δικτύων παροχής νερού (δίκτυο ύδρευσης πόλης). Χρησιμοποιούνται σε:

- ξενοδοχεία,
- νοσοκομεία,
- πολυόροφα κτίρια γραφείων,
- πολυόροφα κτίρια κατοικιών και
- βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Τα πιεστικά συγκροτήματα αποτελούνται από :

- τις αντλίες (μία ή δύο) και τους αντίστοιχους ηλεκτροκινητήρες,
- το πιεστικό δοχείο,
- τον ηλεκτρικό πίνακα και
- τα όργανα ελέγχου και ασφάλειας.



Εικόνα 8.4: Πιεστικό συγκρότημα

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στα πιεστικά συγκροτήματα είναι:

- φυγοκεντρικές,
- μίας ή περισσότερων βαθμιδών, δηλαδή με μία ή περισσότερες φτερωτές (μονοβάθμιες, πολυβάθμιες),
- οριζόντιες ή κατακόρυφες, δηλαδή με οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα, και
- αυτόματης ή μη αναρρόφησης.

Οι κινητήρες είναι ασύγχρονοι, βραχυκυκλωμένου δρομέα, με προστασία IP 54 και κατηγορία μόνωσης F. Ο κινητήρας είναι συνήθως ενσωματωμένος στις αντλίες. Αποτελούν δηλαδή ενιαίο σύνολο (MONOBLOC).

### Πιεστική δεξαμενή (πιεστικό δοχείο)

Είναι δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης νερού υπό πίεση, οι οποίες σκοπό έχουν να διατηρούν την απαραίτητη πίεση στο δίκτυο κατανάλωσης του κτιρίου στο διάστημα μεταξύ δύο κινήσεων της αντλίας. Επίσης, οι πιεστικές δεξαμενές συμβάλλουν στην απορρόφηση των υδραυλικών πηγμάτων που δημιουργούνται κατά την εκκίνηση ή την παύση των αντλιών καθώς και στον περιορισμό των εκκινήσεων των αντλιών. Υδραυλικό πλήγμα είναι το ισχυρό κύτπημα των σωληνώσεων με αποτέλεσμα το τράνταγμα τους, το οποίο οφείλεται στην απότομη μεταβολή της ταχύτητας ροής του νερού, δηλαδή μεταβολή πάνω από 0,5 m/sec.

Διακρίνονται σε πιεστικές δεξαμενές :

- με μεμβράνη (πιεστικό δοχείο), που διαθέτουν ελαστική μεμβράνη η οποία διαχωρίζει το χώρο του νερού από το χώρο του αέρα. Διατίθενται με χωρητικότητα από 60 έως 500 L (λίτρα) και χρησιμοποιούνται σε μικρές εγκαταστάσεις ύδρευσης.
- με αεροσυμπιεστή, που διατίθενται με χωρητικότητα από 1000 έως 2000 L (λίτρα), χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις και κατασκευάζονται με βάση τους γερμανικούς κανονισμούς DIN 4810.

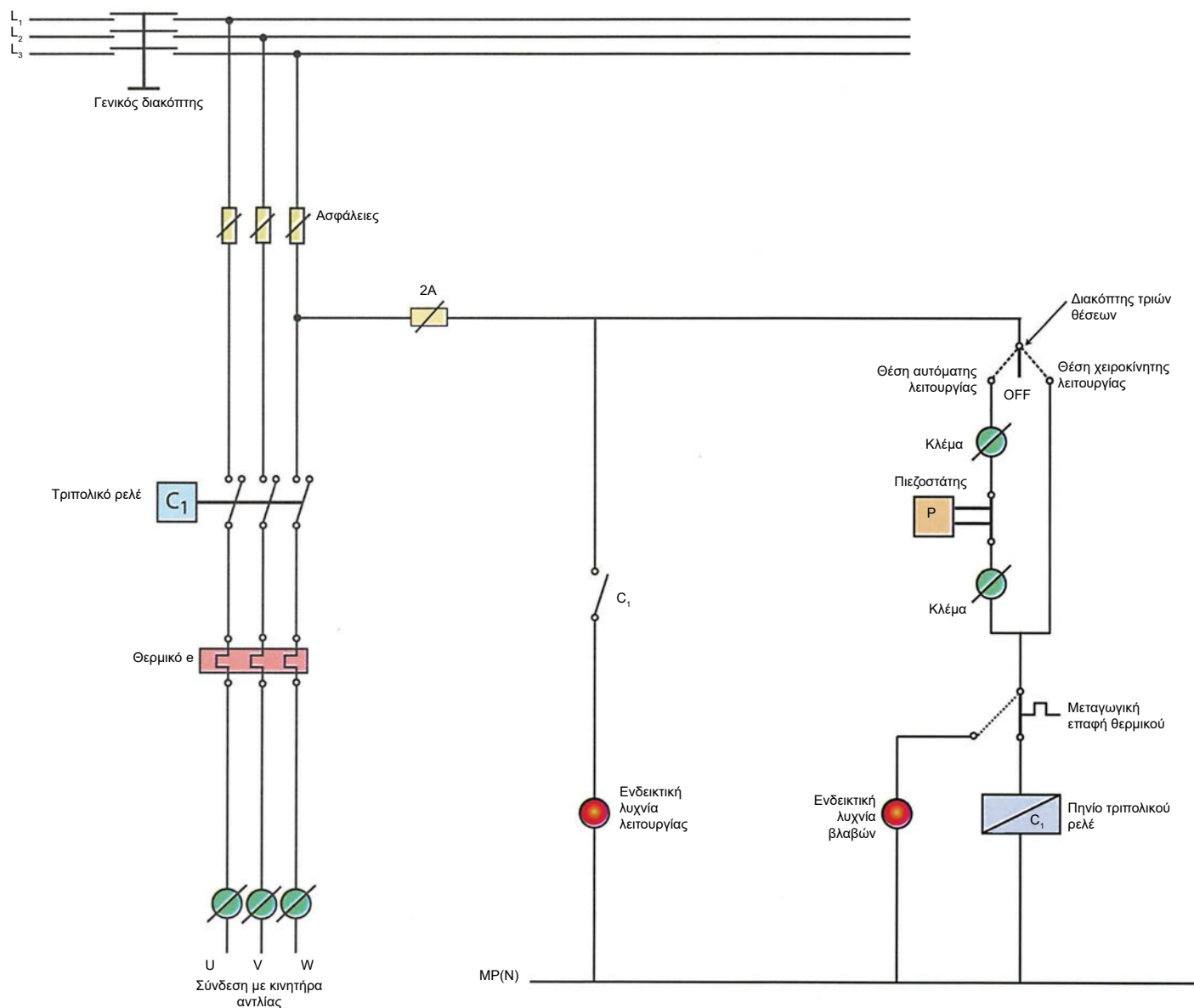
### 8.2.1 Ηλεκτρικός πίνακας

Είναι κατασκευασμένος από χαλυβδοέλασμα, περιλαμβάνει:

- ❖ διακόπτες,
- ❖ ασφάλειες,
- ❖ διακόπτες επαφής (μπουτόν),
- ❖ ηλεκτρονόμους,
- ❖ χρονικά,
- ❖ θερμικά για την προστασία των κινητήρων από υπερφόρτωση και
- ❖ ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας και βλάβης των κινητήρων και σκοπό έχει να διασφαλίζει την αυτόματη ή τη χειροκίνητη λειτουργία και την προστασία του πιεστικού συγκροτήματος.

Μέσω του ηλεκτρικού πίνακα, εκτελούνται οι παρακάτω λειτουργίες:

- ❖ Εκκίνηση αστέρα - τριγώνου με τη χρήση αυτόματων διακοπών στους τριφασικούς κινητήρες των αντλιών που έχουν ισχύ συνήθως μεγαλύτερη από 4 kW.
- ❖ Αυτόματη εναλλαγή λειτουργίας αντλιών.
- ❖ Εκκίνηση της άλλης αντλίας, σε περίπτωση βλάβης της αντλίας που λειτουργεί ή είναι η σειρά της να ξεκινήσει.
- ❖ Προστασία από έλλειψη νερού στις αντλίες (προστασία ξηράς λειτουργίας).



**Σχήμα 8.1: Κύριο και βοηθητικό κύκλωμα πιεστικού συγκροτήματος μιας αντλίας**

**Επεξήγηση Σχήματος 8.1** Το τριπολικό ρελέ είναι συσκευή η οποία αποτελείται από το πηνίο, τις κύριες επαφές και τις βοηθητικές επαφές. (Στο σχήμα το πηνίο και οι βοηθητικές επαφές βρίσκονται στο βοηθητικό κύκλωμα ενώ οι κύριες επαφές στο κύριο κύκλωμα). Τοποθετώντας το διακόπτη τριών θέσεων στη θέση χειροκίνητης λειτουργίας, το πηνίο του τριπολικού διακόπτη διαρρέεται από ρεύμα και ενεργοποιεί το τριπολικό ρελέ (κλείνουν οι κύριες επαφές του) και έτσι τροφοδοτείται με ρεύμα ο κινητήρας της αντλίας, δηλ. η αντλία τίθεται σε λειτουργία. Τοποθετώντας το διακόπτη τριών θέσεων στη θέση αυτόματης λειτουργίας, η αντλία λειτουργεί αυτόματα με βάση την πίεση του νερού στο δίκτυο, δηλαδή αν είναι η πίεση κάτω από το ελάχιστο όριο, που έχει ρυθμισθεί ο πιεζοστάτης, η επαφή του κλείνει και τροφοδοτείται το πηνίο του τριπολικού ρελέ, με αποτέλεσμα να κλείσουν οι κύριες επαφές του τριπολικού ρελέ και έτσι, να τροφοδοτηθεί ο κινητήρας της αντλίας, δηλαδή να τεθεί η αντλία σε λειτουργία. Όταν η πίεση του νερού στο δίκτυο ξεπεράσει τη μέγιστη πίεση, που έχει ρυθμισθεί ο πιεζοστάτης, η επαφή του ανοίγει, το πηνίο του τριπολικού ρελέ παύει να διαρρέεται από ρεύμα, με αποτέλεσμα να ανοίξουν οι κύριες επαφές του τριπολικού ρελέ και σταματά η τροφοδοσία του κινητήρα της αντλίας με ρεύμα, δηλαδή διακόπτεται η λειτουργία της αντλίας.

## 8.2.2 Όργανα ελέγχου και ασφάλειας

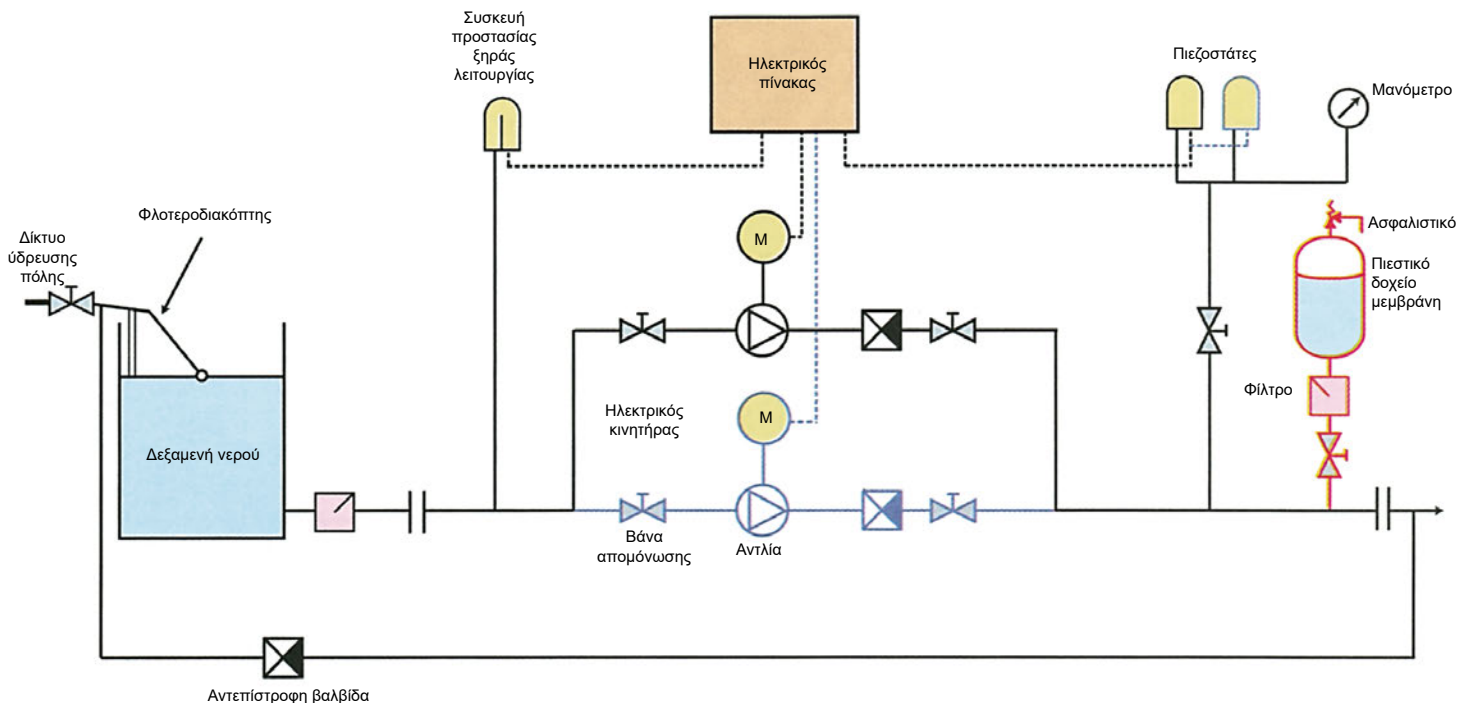
Στα πιεστικά συγκροτήματα προβλέπονται και τα παρακάτω όργανα ελέγχου και ασφάλειας

(Σχήμα 8.2):

- **Πιεζοστάτες.** Είναι συσκευές αυτοματισμού που μετρούν την πίεση και διαθέτουν ηλεκτρικές επαφές που ανοίγουν ή κλείνουν στην πίεση ρύθμισης.
- **Αντεπίστροφες βαλβίδες.** Είναι συσκευές οι οποίες παρεμβάλλονται στους σωλήνες και επιτρέπουν τη ροή

του νερού προς μία κατεύθυνση.

- **Βάνες απομόνωσης.** Είναι συσκευές οι οποίες διακόπτουν τη ροή του νερού.
- **Ασφαλιστικό για εκτόνωση σε περίπτωση υπερπίεσης.**
- **Φίλτρο για την προστασία της μεμβράνης.** Είναι συσκευή η οποία παρακρατεί τα στερεά σώματα από ορισμένη διάμετρο και πάνω.



Σχήμα 8.2: Σχηματικό διάγραμμα πιεστικού συγκροτήματος

## 8.2.3 Τρόποι σύνδεσης και αρχή λειτουργίας

Διακρίνουμε τους παρακάτω τρόπους σύνδεσης των πιεστικών συγκροτημάτων με το δίκτυο ύδρευσης πόλης:

- **Άμεσος.** Το πιεστικό συνδέεται απευθείας στο δίκτυο ύδρευσης.
- **Έμμεσος.** Μεταξύ του δικτύου ύδρευσης πόλης και του πιεστικού παρεμβάλλεται δεξαμενή, δηλαδή στην αναρρόφηση του πιεστικού συγκροτήματος υπάρχει δεξαμενή νερού (Σχήμα 8.2).

Τα πιεστικά συγκροτήματα βρίσκονται σε διαρκή ετοιμότητα και οι κινητήρες - αντλίες εκκινούν αυτόματα, ανάλογα με τη ζήτηση νερού από τους καταναλωτές που τροφοδοτούν, διατηρώντας την πίεση που απαιτείται στο δίκτυο για τη σωστή ύδρευση των καταναλωτών.

Όταν το πιεστικό συγκρότημα διαθέτει δύο αντλίες, η δεύτερη αντλία είναι σε διαρκή διαθεσιμότητα, δηλαδή είναι έτοιμη να αντικαταστήσει την κύρια αντλία, αν δε λειτουργήσει, ή να την ενισχύσει σε ώρες αιχμής, όταν η ζήτηση του νερού είναι αυξημένη. Δηλαδή, κατά τη διάρκεια της αιχμής, οι δύο αντλίες θα λειτουργήσουν συγχρόνως, ενώ όταν μειωθεί η ζήτηση, το συγκρότημα θα επανέλθει στην ομαλή λειτουργία της μίας αντλίας.

### 8.2.4 Ισχύς κινητήρα αντλίας

Η ισχύς  $N$  που αποδίδει ο κινητήρας στην αντλία δίνεται από τον τύπο:

$$N = \frac{Q \cdot H}{270 \cdot \eta} \text{ σε HP (ίππους)}$$

$$\text{ή } N = \frac{0,736 \cdot Q \cdot H}{270 \cdot \eta} \text{ σε kW}$$

Όπου:

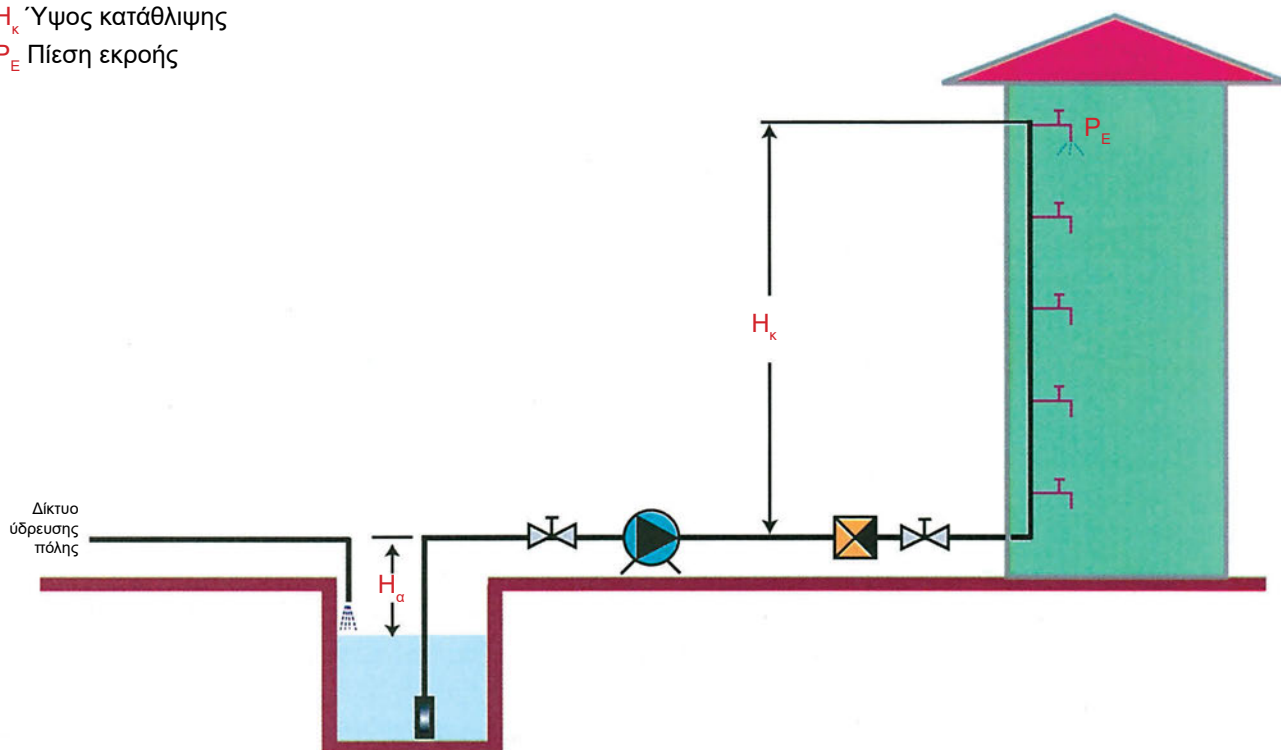
- $Q$ : η παροχή της αντλίας σε  $\text{m}^3/\text{h}$ . Παροχή είναι ο όγκος του νερού που μπορεί να δώσει η αντλία στη μονάδα του χρόνου, για ορισμένο μανομετρικό ύψος.
- $H$ : το μανομετρικό ύψος της αντλίας σε  $\text{m}$  υδάτινης στήλης (WS).
- $\eta$ : ο βαθμός απόδοσης αντλίας. Είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ισχύος της αντλίας ( $N_a$ ) προς την ισχύ που προσλαμβάνει στον άξονά της ( $N_{\Pi}$ ), δηλαδή

$$\eta = \frac{N_a}{N_{\Pi}}$$

$H_a$  Ύψος αναρρόφησης

$H_k$  Ύψος κατάθλιψης

$P_E$  Πίεση εκροής



Σχήμα 8.3: Ύψος αναρρόφησης, ύψος κατάθλιψης και πίεση εκροής.

Το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό ύψος της αντλίας (H) υπολογίζεται για κάθε εφαρμογή και εξαρτάται από:

- την πίεση του δικτύου  $P_{\delta}$  σε atm,
- το ύψος αναρρόφησης ( $H_{\alpha}$  σε m), δηλαδή την κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αντλίας και χαμηλότερης στάθμης νερού,
- το ύψος κατάθλιψης ( $H_{\kappa}$  σε m), δηλαδή την κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αντλίας και της υψηλότερης παροχής (βρύσης),
- τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες ( $H_{\tau}$  σε m) και
- την πίεση εκροής  $P_{\epsilon}$  σε atm.

**Το δίκτυο ύδρευσης σε μια πόλη έχει συνήθως πίεση 4 έως 5 atm.**

**Στήλη νερού 10 μέτρων αντιστοιχεί περίπου σε πίεση μίας ατμόσφαιρας.  
Πίεση νερού μίας ατμόσφαιρας ανεβάζει το νερό κατακόρυφα κατά 10 μέτρα περίπου.**

**Για να είναι ικανοποιητική η ροή του νερού, η πίεση εκροής σε μια βρύση πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 atm.**

**Το ύψος αναρρόφησης μιας αντλίας δεν μπορεί ποτέ να υπερβεί τα 10 μέτρα. Στην πράξη, συνήθως είναι μικρότερο των 7 μέτρων λόγω των αντιστάσεων ροής και της θερμοκρασίας του νερού.**

Όταν έχουμε άμεση σύνδεση του πιεστικού συγκροτήματος στο δίκτυο, τότε το ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας H δίνεται από τη σχέση:

$$H = H_{\tau} + H_{\kappa} + 10P_{\epsilon} - 10P_{\delta} \text{ σε m}$$

Όταν έχουμε έμμεση σύνδεση του πιεστικού, δηλαδή παρεμβάλλεται δεξαμενή, τότε διακρίνουμε δύο περιπτώσεις :

1. Η δεξαμενή βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από την αντλία. Τότε, το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας δίνεται από τη σχέση:

$$H = H_{\tau} + H_{\kappa} + H_{\alpha} + 10P_{\epsilon}$$

2. Η δεξαμενή βρίσκεται σε υψηλότερο επίπεδο από την αντλία. Τότε, το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας δίνεται από τη σχέση:

$$H = H_{\tau} + H_{\kappa} - H_{\alpha} + 10P_{\epsilon}$$

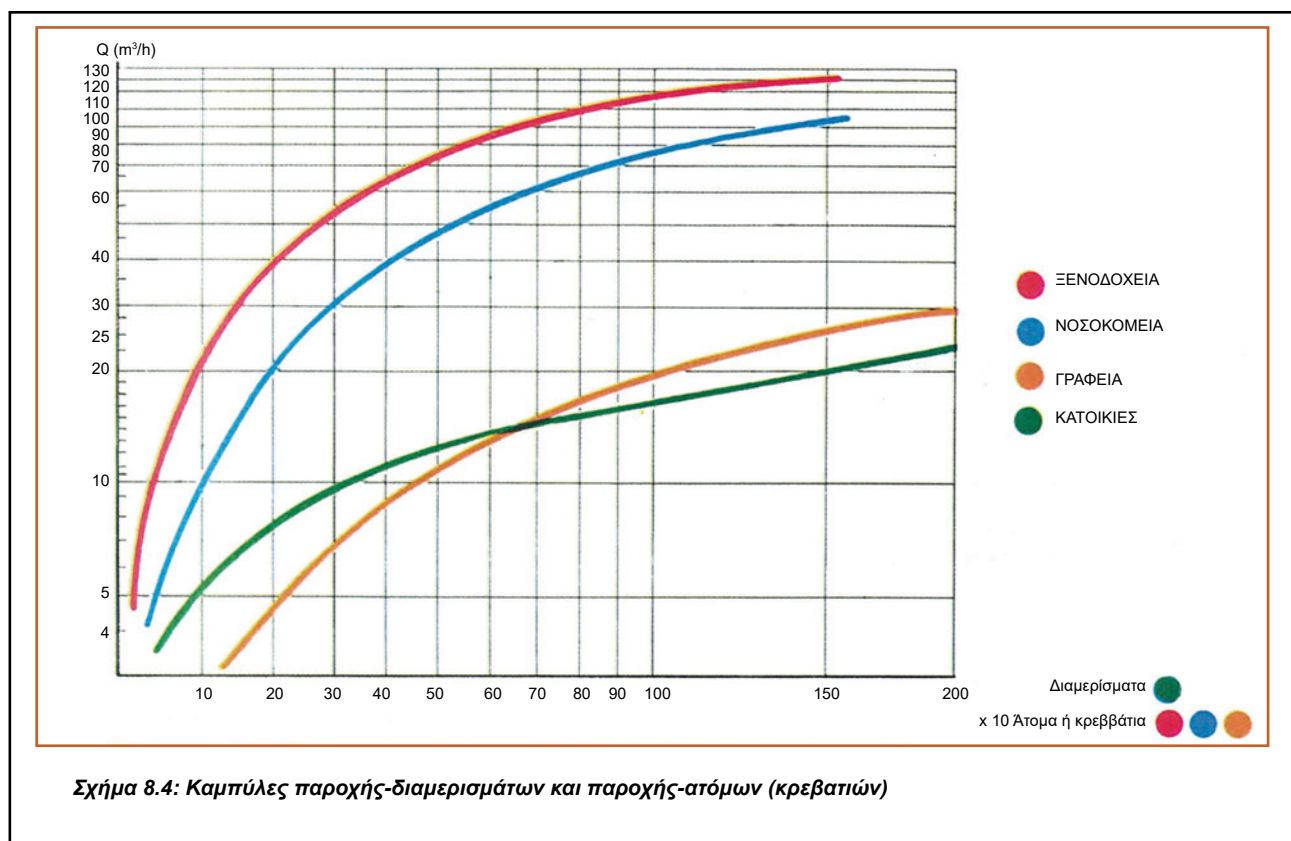
Η παροχή υπολογίζεται από το μελετητή ή λαμβάνεται από τις καμπύλες παροχής-διαμερισμάτων, για τα κτίρια κατοικιών, ή από τις καμπύλες παροχής-ατόμων (κρεβατιών), για τα ξενοδοχεία, νοσοκομεία και γραφεία (Σχήμα 8.4). Για παράδειγμα, σε ξενοδοχείο 100 κρεβατιών από την αντίστοιχη καμπύλη προκύπτει απαιτούμενη παροχή αντλίας 20 m<sup>3</sup>/h.

**Εφαρμογή:** Να βρεθεί η ισχύς κινητήρα αντλίας πιεστικού συγκροτήματος με άμεση σύνδεση στο δίκτυο ύδρευσης για πολυκατοικία 20 διαμερισμάτων, ύψους 20 m, πίεση δικτύου 1 atm, απώλειες πίεσης λόγω τριβών 15 m και πίεση εκροής 1,5 atm.

Από την καμπύλη κατοικιών προκύπτει ότι για 20 διαμερίσματα η παροχή αντλίας  $Q = 8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας είναι  $H = H_{\tau} + H_{\kappa} + 10P_{\epsilon} - 10P_{\delta} = 15 + 20 + 15 - 10 = 40 \text{ m}$ . Για βαθμό απόδοσης της αντλίας  $\eta = 0,6$ , η ισχύς του κινητήρα είναι :

$$N = (Q \times H) / (270 \times \eta) = (8 \times 40) / (270 \times 0,6) = 1,98 \text{ HP.}$$



Σχήμα 8.4: Καμπύλες παροχής-διαμερισμάτων και παροχής-ατόμων (κρεβατιών)

### 8.3 Πυροσβεστικά συγκροτήματα

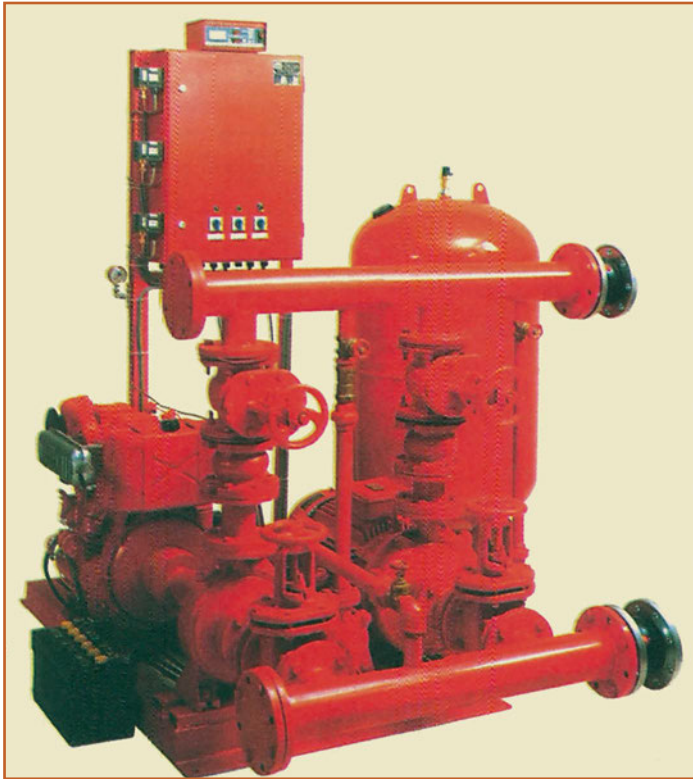
Η τοποθέτηση μόνιμων συστημάτων πυρόσβεσης νερού στα κτίρια νοσοκομείων, ξενοδοχείων και γραφείων, όπου επιβάλλεται για λόγους πυρασφάλειας από την αντίστοιχη νομοθεσία, δημιούργησε την ανάγκη πυροσβεστικών συγκροτημάτων. Τα πυροσβεστικά συγκροτήματα είναι πιεστικά συγκροτήματα τα οποία σκοπό έχουν να διατηρούν την κατάλληλη πίεση στο δίκτυο νερού πυρόσβεσης των μόνιμων συστημάτων πυρόσβεσης νερού (λήψεων, καταιονισμού).

Αποτελούνται από:

- Τις αντλίες (μία έως τρεις). Τα πιεστικά συγκροτήματα μπορεί να διαθέτουν, ανάλογα με την εφαρμογή, από μία έως τρεις φυγοκεντρικές αντλίες, από τις οποίες η μία συνήθως λειτουργεί με τη βοήθεια πετρελαιοκινητήρα και οι άλλες δύο με τη βοήθεια ηλεκτροκινητήρα. Από τις δύο ηλεκτροκίνητες, η μία ονομάζεται κύρια αντλία και η άλλη βοηθητική.
- Την πιεστική δεξαμενή μεμβράνης χωρητικότητας έως 1000 λίτρα και πίεση λειτουργίας 10 bar<sup>1</sup>.
- Τον ηλεκτρικό πίνακα. Είναι κατασκευασμένος από χαλυβδοέλασμα και περιλαμβάνει:
  - ❖ διακόπτες, ❖ ασφάλειες, ❖ διακόπτες επαφής (μπουτόν), ❖ ηλεκτρονόμους,
  - ❖ χρονικά, ❖ θερμικά για την προστασία των κινητήρων από υπερφόρτωση και
  - ❖ ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας, βλάβης των κινητήρων

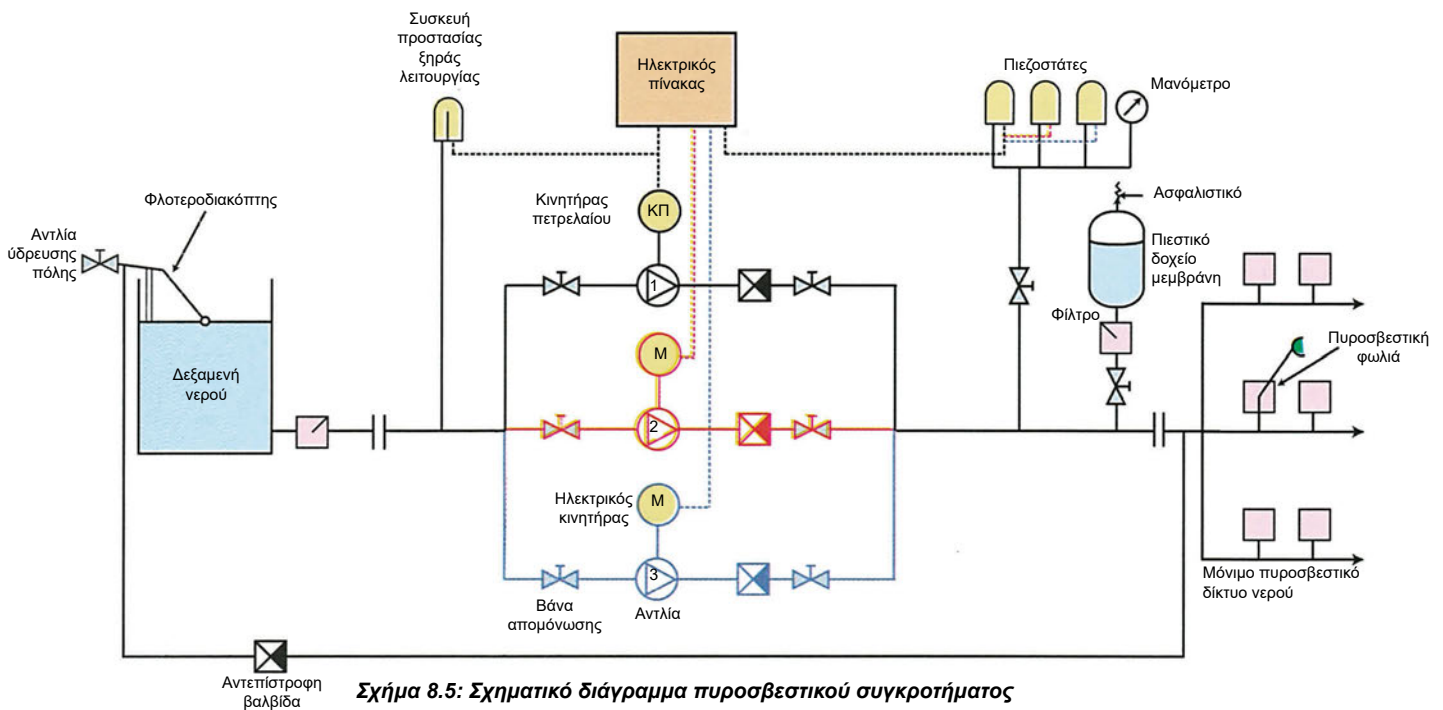
και σκοπό έχει να διασφαλίζει την αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία και την προστασία του πυροσβεστικού συγκροτήματος. Μέσω του ηλεκτρικού πίνακα, εκτελούνται οι παρακάτω λειτουργίες:

<sup>1</sup> Το 1 bar = 1 atm. Για την ακρίβεια, το 1 bar είναι μονάδα πίεσης ελαφρώς μικρότερη από τη 1 atm (ατμόσφαιρα).



- Εκκίνηση αστέρα-τριγώνου με τη χρήση αυτομάτων διακοπών στους τριφασικούς κινητήρες των αντλιών που έχουν ισχύ μεγαλύτερη από 4 kW (Σχήμα 8.6).
- Προστασία από έλλειψη νερού στις αντλίες (προστασία ξηράς λειτουργίας, Σχήμα 8.6).

Εικόνα 8.5: Πυροσβεστικό συγκρότημα



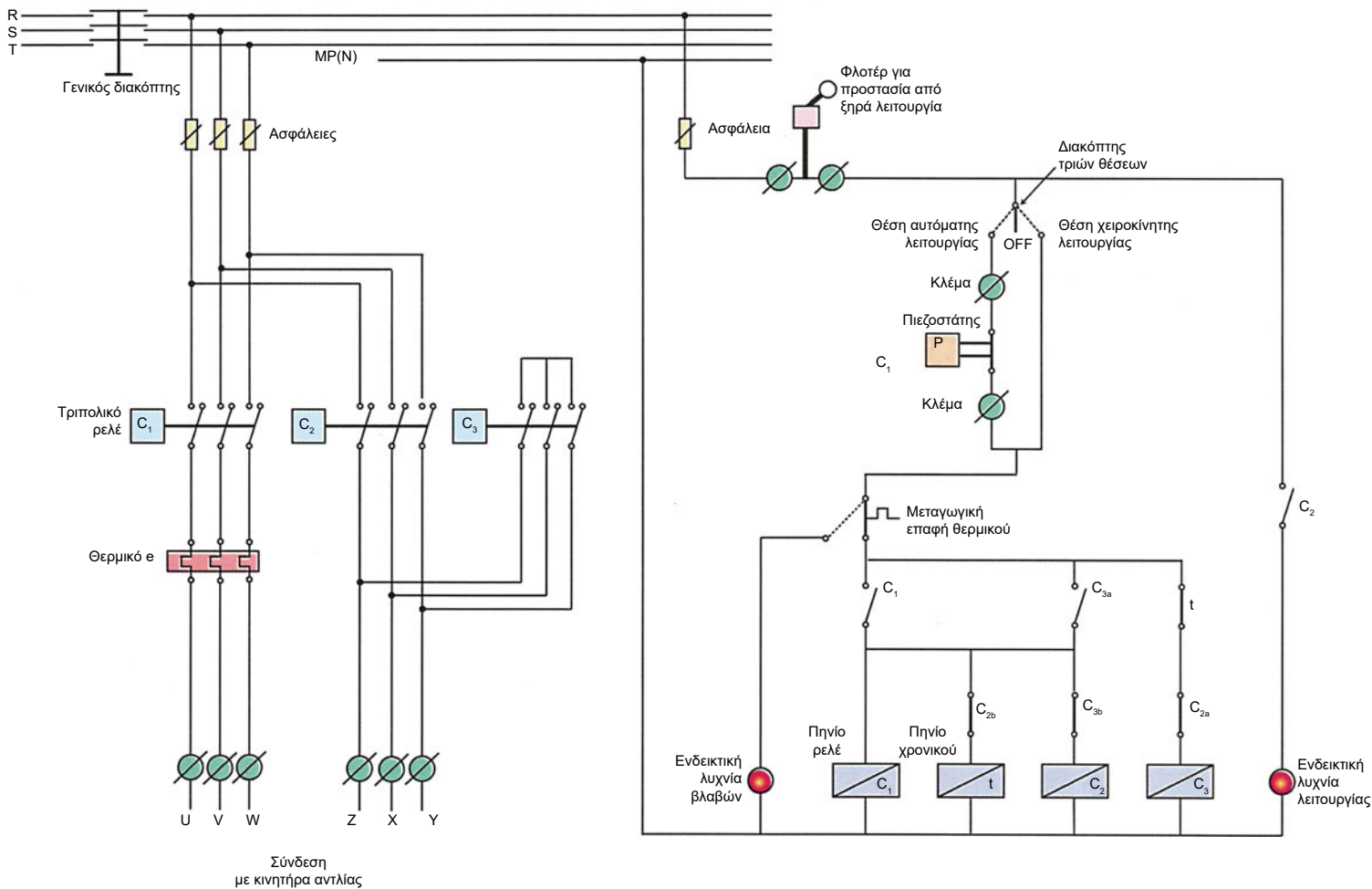
### 8.3.1 Αρχή λειτουργίας

Για να βρίσκεται το υδραυλικό σύστημα πυρόσβεσης σε ετοιμότητα, δηλαδή να διαθέτει την ελάχιστη προβλεπόμενη από τη μελέτη πίεση, οι αντλίες λειτουργούν με τον ακόλουθο τρόπο :

- Σε μικρή πτώση πίεσης στο δίκτυο νερού, ξεκινά αυτόματα η βοηθητική αντλία (Jockey).
- Αν η πτώση της πίεσης συνεχίζεται, εκκινεί η κύρια ηλεκτροκίνητη αντλία.

- Αν η πτώση της πίεσης συνεχίζεται, δηλαδή δεν επαρκεί η κύρια αντλία, για να αποκατασταθεί στο δίκτυο η προβλεπόμενη από τη μελέτη οριακή πίεση, εκκινεί και η πετρελαιοκίνητη αντλία.

Οι εκκινήσεις των αντλιών γίνονται αυτόματα με εντολή των πιεζοστάτων, οι οποίοι αντιλαμβάνονται την πίεση στο δίκτυο πυρόσβεσης και ελέγχουν τη λειτουργία των αντλιών, με το άνοιγμα ή το κλείσιμο των ηλεκτρικών επαφών που διαθέτουν.



Σχήμα 8.6 Κύριο και βοηθητικό κύκλωμα κύριας αντλίας πυρόσβεστικού συγκροτήματος

Στον αυτόματο διακόπτη αστέρα - τριγώνου του Σχήματος 8.6 διακρίνουμε τα τρία τριπολικά ρελέ  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ . Το  $C_1$  τροφοδοτεί τα άκρα U, V, W, των τυλιγμάτων και ενεργοποιείται και στη συνδεσμολογία αστέρα και στη συνδεσμολογία τριγώνου. Το  $C_3$  βραχυκυκλώνει τα άκρα Z, X, Y των τυλιγμάτων και ενεργοποιείται μόνο στη συνδεσμολογία αστέρα. Το  $C_2$  τροφοδοτεί τα άκρα Z, X, Y των τυλιγμάτων και ενεργοποιείται στη συνδεσμολογία τριγώνου. Όταν ο διακόπτης τριών θέσεων, π.χ. τεθεί στη θέση χειροκίνητης λειτουργίας, τότε τροφοδοτείται το πηνίο του ρελέ  $C_3$ , με αποτέλεσμα να κλείνουν οι κύριες επαφές του, ενώ οι βοηθητικές αλλάζουν θέση, η  $C_{3a}$  κλείνει και η  $C_{3b}$  ανοίγει. Το άνοιγμα της  $C_{3b}$  έχει ως αποτέλεσμα να μην επιτρέπεται η ενεργοποίηση του ρελέ  $C_2$ . Το κλείσιμο της επαφής  $C_{3a}$  έχει ως αποτέλεσμα να ενεργοποιηθεί το χρονικό καθώς επίσης να ενεργοποιηθεί το ρελέ  $C_1$ , δηλαδή έχουμε συνδεσμολογία σε αστέρα. Όταν η επαφή του χρονικού  $t$  ανοίξει, απενεργοποιείται το ρελέ  $C_3$ , οπότε ανοίγει η επαφή  $C_{3a}$  και κλείνει η επαφή  $C_{3b}$  και συνεπώς ενεργοποιείται το ρελέ  $C_2$  και περνάμε έτσι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

## 8.4 Ανακεφαλαίωση

Οι αντλίες είναι μηχανές με τις οποίες επιτυγχάνεται μεταφορά υγρού, για παράδειγμα νερού, σε υψηλότερη υψομετρική στάθμη από την αρχική ή σε δεξαμενή με υψηλότερη πίεση από την αρχική. Για να λειτουργήσουν χρειάζονται μηχανική ενέργεια, που παίρνουν από κινητήριες μηχανές, όπως είναι οι ηλεκτρικοί κινητήρες. Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, οι αντλίες διακρίνονται σε δυναμικές και μετατόπισης. Οι δυναμικές αντλίες προσθέτουν ενέργεια στο υγρό αυξάνοντας τη ταχύτητά του, ενώ οι αντλίες μετατόπισης προσθέτουν ενέργεια με εκτόπιση του υγρού από το σωλήνα αναρρόφησης στο σωλήνα κατάθλιψης. Οι πιο γνωστές δυναμικές αντλίες είναι οι φυγοκεντρικές.

Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού, η ανέγερση υψηλών κτιρίων και το γεγονός ότι τα δίκτυα ύδρευσης των πόλεων σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν πριν από δεκαετίες, είχαν ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα στην ύδρευση των κτιρίων αυτών. Η λύση στο μεγάλο αυτό πρόβλημα δόθηκε από τα πιεστικά συγκροτήματα, τα οποία ενισχύουν τη χαμηλή πίεση των δικτύων ύδρευσης πόλης και χρησιμοποιούνται σε ξενοδοχεία, νοσοκομεία, πολυόροφα κτίρια γραφείων, κατοικιών κ.λπ.

Τα πιεστικά συγκροτήματα αποτελούνται από τις αντλίες (μία ή δύο), το πιεστικό δοχείο, τον ηλεκτρικό πίνακα και τα όργανα ελέγχου και ασφάλειας. Οι αντλίες είναι φυγοκεντρικές, μίας ή περισσοτέρων βαθμιδών. Ο πίνακας διαθέτει όλα τα απαραίτητα όργανα για την αυτόματη ή χειροκίνητη εκκίνηση των αντλιών, την εναλλαγή των αντλιών όταν είναι δύο και την προστασία των κινητήρων. Οι πιεστικές δεξαμενές περιέχουν νερό υπό πίεση και χρησιμεύουν για να απορροφούν τα υδραυλικά πλήγματα και να περιορίζουν τον αριθμό εκκινήσεων των αντλιών. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: με μεμβράνη και με αεροσυμπιεστή. Το πιεστικό συγκρότημα είτε συνδέεται απευθείας στο δίκτυο ύδρευσης, είτε παρεμβάλλεται δεξαμενή νερού μεταξύ του δικτύου και του πιεστικού συγκροτήματος.

Η ισχύς του κινητήρα της αντλίας υπολογίζεται από τον τύπο 
$$N = \frac{Q \cdot H}{270 \cdot \eta}$$
 σε HP (ίππους),

όπου  $Q$  είναι η μέση παροχή της αντλίας σε  $m^3/h$ ,  $H$  είναι το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας σε  $m$  και  $\eta$  ο βαθμός απόδοσης της αντλίας.

Το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό ύψος μιας αντλίας υπολογίζεται για κάθε εφαρμογή και εξαρτάται από την πίεση του δικτύου, την υψομετρική θέση της αντλίας, το ύψος της υψηλότερης παροχής, τις απώλειες λόγω τριβών στους σωλήνες, την απαιτούμενη πίεση εκροής στην υψηλότερη παροχή και τον τρόπο σύνδεσης του πιεστικού συγκροτήματος στο δίκτυο.

Η τοποθέτηση μόνιμων συστημάτων πυρόσβεσης νερού στα κτίρια νοσοκομείων, ξενοδοχείων και γραφείων, όπου επιβάλλεται για λόγους πυρασφάλειας από την αντίστοιχη νομοθεσία, δημιούργησε την ανάγκη πυροσβεστικών συγκροτημάτων.

Τα πυροσβεστικά συγκροτήματα είναι πιεστικά συγκροτήματα, τα οποία σκοπό έχουν να διατηρούν την κατάλληλη πίεση στο δίκτυο νερού πυρόσβεσης των μόνιμων συστημάτων πυρόσβεσης νερού (λήψεων, καταιονισμού).

Τα πυροσβεστικά συγκροτήματα αποτελούνται από μία έως τρεις αντλίες, το πιεστικό δοχείο μεμβράνης και τον ηλεκτρικό πίνακα. Από τις παραπάνω αντλίες, η μία συνήθως λειτουργεί με τη βοήθεια κινητήρα πετρελαίου. Οι εκκινήσεις των αντλιών γίνονται αυτόματα με εντολή των πιεζοστατών, οι οποίοι αντιλαμβάνονται την πίεση στο δίκτυο νερού πυρόσβεσης και ανοίγοντας και κλείνοντας τις ηλεκτρικές επαφές τους δίνουν εντολή στον ηλεκτρικό πίνακα για την εκκίνηση ή την παύση της λειτουργίας των αντλιών.

## 8.5 Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Η αντλία μεταφέρει υγρό από υψηλότερη σε χαμηλότερη στάθμη.

α) Σωστό  β) Λάθος

2. Η αντλία μεταφέρει υγρό από δεξαμενή υψηλότερης πίεσης σε δεξαμενή χαμηλότερης πίεσης.

α) Σωστό  β) Λάθος

3. Ο σωλήνας που φέρνει το νερό στην είσοδο της αντλίας ονομάζεται σωλήνας αναρρόφησης.

α) Σωστό  β) Λάθος

4. Ο σωλήνας που παίρνει το νερό από την έξοδο της αντλίας ονομάζεται σωλήνας κατάθλιψης.

α) Σωστό  β) Λάθος

5. Ως κινητήριες μηχανές για τις αντλίες χρησιμοποιούνται μόνο ηλεκτρικοί κινητήρες.

α) Σωστό  β) Λάθος

6. Στις δυναμικές αντλίες η μεταφορά της ενέργειας από την αντλία στο υγρό είναι συνεχής και όχι περιοδική.

α) Σωστό  β) Λάθος

7. Οι φυγοκεντρικές αντλίες είναι δυναμικές αντλίες.

α) Σωστό  β) Λάθος

8. Τα πιεστικά συγκροτήματα χρησιμεύουν για την ενίσχυση της πίεσης των δικτύων ύδρευσης πόλης.

α) Σωστό  β) Λάθος

9. Οι κινητήρες των αντλιών είναι ασύγχρονοι, βραχυκυκλωμένου δρομέα.

α) Σωστό  β) Λάθος

10. Οι κινητήρες είναι συνήθως ενσωματωμένοι στις αντλίες και αποτελούν ενιαίο σύνολο.

α) Σωστό  β) Λάθος

11. Το κτύπημα των σωληνώσεων οφείλεται στην απότομη μεταβολή της ταχύτητας ροής του νερού.

α) Σωστό  β) Λάθος

12. Ο ηλεκτρικός πίνακας των πιεστικών συγκροτημάτων χρησιμεύει για την αυτόματη λειτουργία και την προστασία του συγκροτήματος.

α) Σωστό  β) Λάθος

13. Στα πιεστικά συγκροτήματα που διαθέτουν δύο αντλίες, η δεύτερη αντλία βρίσκεται σε ετοιμότητα και αντικαθιστά την πρώτη, σε περίπτωση βλάβης.

α) Σωστό  β) Λάθος

14. Όσο πιο ψηλό είναι ένα κτίριο, τόσο μεγαλύτερης ισχύος ηλεκτρικός κινητήρας απαιτείται για την αντλία.

α) Σωστό  β) Λάθος

15. Όσο λιγότερα διαμερίσματα ή γραφεία έχει ένα κτίριο, τόσο μεγαλύτερης ισχύος ηλεκτρικός κινητήρας απαιτείται για την αντλία.

α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

**1.** Το χτύπημα των σωληνώσεων ακούγεται όταν η ταχύτητα του νερού μεταβληθεί απότομα και περισσότερο από:

- α) 5 m/sec
- β) 5 m/min
- γ) 10 m/min
- δ) 30 m/min

**2.** Η επιλογή της ισχύος  $N$  ενός κινητήρα που τροφοδοτεί την αντλία του:

- α) είναι ανάλογη του βαθμού απόδοσης της αντλίας
- β) είναι ανάλογη της παροχής της αντλίας σε  $m^3/h$
- γ) είναι αντιστρόφως ανάλογη του μανομετρικού ύψους της αντλίας
- δ) είναι αντιστρόφως ανάλογη της παροχής της αντλίας σε  $m^3/h$

**3.** Όταν η ισχύς που αποδίδει ένας κινητήρας είναι 10 HP, αυτή είναι ισοδύναμη με:

- α) 0,736 kW
- β) 10 kW
- γ) 7,36 kW
- δ) 13,6 kW

**4.** Στην είσοδο ενός ψηλού κτιρίου, το δίκτυο ύδρευσης της πόλης έχει χαμηλή πίεση 2 ατμόσφαιρες και επειδή επιθυμούμε στο ψηλότερο σημείο του κτιρίου να έχουμε πίεση νερού τουλάχιστον 1,5 atm, τοποθετούμε πιεστικό συγκρότημα μετά από δεξαμενή. Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας:

- α) θα αυξηθεί, αν η πίεση του δικτύου γίνει 1 atm
- β) θα μειωθεί, αν η πίεση του δικτύου γίνει 1 atm
- γ) θα μειωθεί, αν η πίεση του δικτύου γίνει 3 atm
- δ) είναι ανεξάρτητο από την πίεση του δικτύου

**5.** Σε ένα σχηματικό διάγραμμα πιεστικού συγκροτήματος, το παρακάτω σύμβολο παριστά:



- α) πιεζοστάτη
- β) ασφαλιστικό
- γ) αντεπίστροφη βαλβίδα
- δ) βάνα απομόνωσης

**6. Σε ένα σχηματικό διάγραμμα, πιεστικού συγκροτήματος, το παρακάτω σύμβολο παριστά:**



- α) ηλεκτρικό κινητήρα
- β) μανόμετρο
- γ) κινητήρα πετρελαίου
- δ) πιεζοστάτη

**7. Σε ένα σχηματικό διάγραμμα, το παρακάτω σύμβολο παριστά:**



- α) βάνα απομόνωσης
- β) φλοτεροδιακόπτη
- γ) αντεπίστροφη βαλβίδα
- δ) αντλία

**8. Σε ένα σχηματικό διάγραμμα, το παρακάτω σύμβολο παριστά:**



- α) βάνα απομόνωσης
- β) αντλία
- γ) αντεπίστροφη βαλβίδα
- δ) φίλτρο

**9. Σε ένα σχηματικό διάγραμμα, το παρακάτω σύμβολο παριστά:**



- α) διακόπτη φλοτέρ
- β) πιεζοστάτη
- γ) βαλβίδα εκτόνωσης
- δ) πιεστικό δοχείο με μεμβράνη

**10.** Δίπλα στον αριθμό των οργάνων ελέγχου και ασφάλειας της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της φράσης της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αντεπίστροφες βαλβίδες</li> <li>2. Πιεζοστάτες</li> <li>3. Βάνες απομόνωσης</li> <li>4. Ασφαλιστικά</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. Έχουν ηλεκτρικές επαφές που ανοίγουν ή κλείνουν στην πίεση ρύθμισης</li> <li>β. επιτρέπουν τη ροή του νερού προς μία κατεύθυνση</li> <li>γ. επιτρέπουν τη ροή του νερού και προς τις δύο κατευθύνσεις</li> <li>δ. διακόπτουν τη ροή του νερού</li> <li>ε. παρακρατούν τα στερεά σώματα από μια διάμετρο και πάνω</li> <li>ζ. προστατεύουν από υπερπίεση</li> <li>η. προστατεύουν από υποπίεση</li> </ol>

**11.** Δίπλα στον αριθμό της έννοιας ή φράσης της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της φράσης της δεύτερης στήλης που ταιριάζει περισσότερο:

Στήλη Α	Στήλη Β
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Το ύψος αναρρόφησης μιας αντλίας</li> <li>2. Το ύψος κατάθλιψης μιας αντλίας</li> <li>3. Πίεση εκροής</li> <li>4. Πίεση του δικτύου</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>α. εκφράζει τις απώλειες πίεσης λόγω τριβών στους σωλήνες</li> <li>β. λαμβάνεται ως η απαιτούμενη πίεση στην υψηλότερη βρύση του κτιρίου</li> <li>γ. λαμβάνεται ως η πίεση στην είσοδο του κτιρίου</li> <li>δ. λαμβάνεται ως η πίεση στο μέσον του κτιρίου</li> <li>ε. κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αντλίας και χαμηλότερης στάθμης νερού</li> <li>ζ. κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αντλίας και της υψηλότερης βρύσης</li> <li>η. κατακόρυφη απόσταση μεταξύ χαμηλότερης στάθμης νερού και της υψηλότερης βρύσης</li> </ol>

## Ομάδα Γ:

1. Ποια είναι η χρησιμότητα των πιεστικών δεξαμενών ή των πιεστικών δοχείων σε ένα πιεστικό συγκρότημα;
2. Όταν ένα πιεστικό συγκρότημα διαθέτει δύο αντλίες - κινητήρες, ποιος είναι ο ρόλος της δεύτερης αντλίας - κινητήρα;
3. Σε κτίριο ύψους 30 μέτρων, χωρίς πιεστικό συγκρότημα, έχουμε μία παροχή νερού. Για να έχει η παροχή αυτή πίεση νερού 1,5 atm, πόση περίπου πρέπει να είναι η πίεση του δικτύου ύδρευσης στο ισόγειο του κτιρίου και γιατί;
4. Η στάθμη του νερού ενός πηγαδιού είναι περίπου 15 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Σε ποιο ύψος περίπου πάνω από την επιφάνεια νερού πρέπει να εγκαταστήσει ένας ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης την αντλία - κινητήρα και πού τον ηλεκτρικό πίνακα και γιατί;
5. Σε ένα ψηλό κτίριο υπάρχουν τρεις περιπτώσεις τοποθέτησης της αντλίας σε σχέση με τη δεξαμενή νερού. Η δεξαμενή να είναι α) χαμηλότερα από την αντλία, β) ψηλότερα από την αντλία και γ) στο ίδιο επίπεδο με την αντλία. Σε ποια από τις τρεις περιπτώσεις απαιτείται κινητήρας με μεγαλύτερη ισχύ και γιατί;
6. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας τριών αντλιών σε ένα σύστημα πυρόσβεσης.

# Βιβλιογραφία<sup>1</sup>

## • Ελληνική

---

- Ακριτίδης Κ.**, «Αντλίες», 2η Έκδοση, Θεσσαλονίκη 1985.
- Γεωργιάδης Α.**, «Μαθήματα Κεντρικής Θέρμανσης», 6η Έκδοση,  
**ΔΕΠΑΝΟΜ** (Δημόσια Επιχείρηση Ανέγερσης Νοσηλευτικών Μονάδων),  
«Προδιαγραφές ανέγερσης Νοσοκομείων», Αθήνα 2000.
- Δημόπουλος Φ.**, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», Αθήνα 1991.
- ΕΛΕΜΚΟ.**, «Αλεξικέραυνα - Γειώσεις», Αθήνα 2000.
- Ντοκόπουλος Π.**, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης»,  
Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1992.
- Πίπτας Π.**, - **Δραγνής Α.**, «Τεχνική Αντικεραυνική Προστασία», Αθήνα Νοε. 2000.
- Σελλούντος Β.**, **Πέρδιος Σ.**, **Παπαϊωάννου Γ.**, **Χουσιανάκος Κ.**, «Πυρασφάλεια», Αθήνα 1988.
- Τσαμούταλος Κ.**, **Σαράντης Π.**, «Έγχρωμη Τηλεόραση», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα-Πειραιάς 1995.
- Χονδρογιάννης Α.**, «Υδραυλικά και Θέρμανση», Αθήνα 1989.
- Grundfos**, Τεχνικά Φυλλάδια, Αθήνα 2001.
- Macro**, Τεχνικά Φυλλάδια Pumps, Αθήνα 2001.
- Siemens Solar - Hellas**, «Φωτοβολταϊκά Στοιχεία», Μ. Σιγάλας, Αθήνα 2000.
- Wilo**, Τεχνικά Φυλλάδια, Αθήνα 2001.

## • Ξένα

---

- IEEE**, "Orange Book Emergency and Standby Power", New York 1987.
- Karassik I.**, **Messina J.**, **Cooper P.**, **Heald C.**, "Pump Handbook", 3th Edition, New York, 2001.
- Recknagel - Sprenger**, «Θέρμανση και Κλιματισμός», 59η Έκδοση, Αθήνα 1978.
- Vitkos Television Service**, «Η Έγχρωμη Τηλεόραση», Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

---

<sup>1</sup> Η παράθεση της βιβλιογραφίας είναι ενδεικτική. Οι μαθητές θα πρέπει να εξοικειωθούν με τις μηχανές αναζήτησης του Internet μέσω του οποίου, με τη χρήση κατάλληλων λέξεων - κλειδιά, θα ενημερώνονται για τις τελευταίες εξελίξεις. Επειδή όμως στο Internet μπορεί να γράφει ο καθένας ο,τιδήποτε και χωρίς έλεγχο, θα πρέπει η πληροφόρηση που παίρνουμε από αυτό να διασταυρώνεται και να ελέγχεται για την αξιοπιστία της.





Building Automation System  
(e.g. AREADAT GA 2000)

Gateway

ABB i-bus® EIB (area line)

Area coupler

Printer

PC

230 V

Power supply with choke

Application controller

ABB i-bus® EIB (main line)

Line coupler

Power supply with choke

ABB i-bus® EIB (line)

Switch sensor

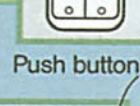
Conventional push button/switch



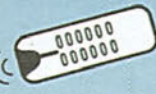
Lighting



Binary output



Push button



IR-hand-held transmitter



Shutter



Shutter actuator



Infrared interface



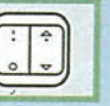
Alarm and operational indication



Heating



Binary output



Shutter switch



Anemometer



Fan



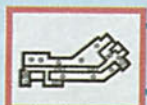
Binary output



Binary input



Emergency and stand by power



Display panel



Panel unit for push button or LED



Rad. time



Burglar alarm



Binary display



Room thermostat



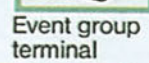
Smoke alarm



Diagnosis unit



Movement sensor

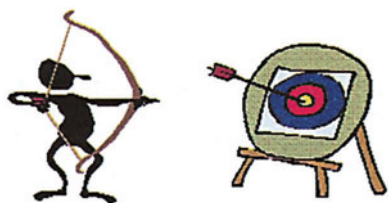


Event group terminal



Leak detector

# Διαχείριση Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Κτίρια - Σύστημα EIB



## Διδακτικοί στόχοι

**Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να:**

- αναφέρουν τους λόγους που ώθησαν στη δημιουργία του συστήματος EIB και τις δυνατότητες που αυτό προσφέρει
- περιγράφουν τις διαφορές μιας συμβατικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και μιας εγκατάστασης EIB
- αναγνωρίζουν στη συνδεσμολογία μιας διάταξης συστήματος EIB τους συνδρομητές, τις γραμμές και τις περιοχές bus
- αναφέρουν τους κανόνες διάταξης στους οποίους στηρίζεται μια συνδεσμολογία EIB
- αναφέρουν δυνατότητες του λογισμικού πακέτου ETS, το οποίο είναι αναγκαίο για τον προγραμματισμό μιας εγκατάστασης EIB
- διακρίνουν τις φυσικές διευθύνσεις από τις διευθύνσεις ομάδων των bus συνδρομητών
- αναφέρουν τους απαραίτητους ελέγχους σε μια εγκατάσταση EIB για την τήρηση των σχετικών προδιαγραφών

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1. Γενικές αρχές

### ■ 1.1 Το ΕΙΒ στις σύγχρονες εγκαταστάσεις

Οι κυριότερες επιδιώξεις των σύγχρονων σχεδιαστών και κατασκευαστών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων μεγάλων κτιρίων και σπιτιών είναι :

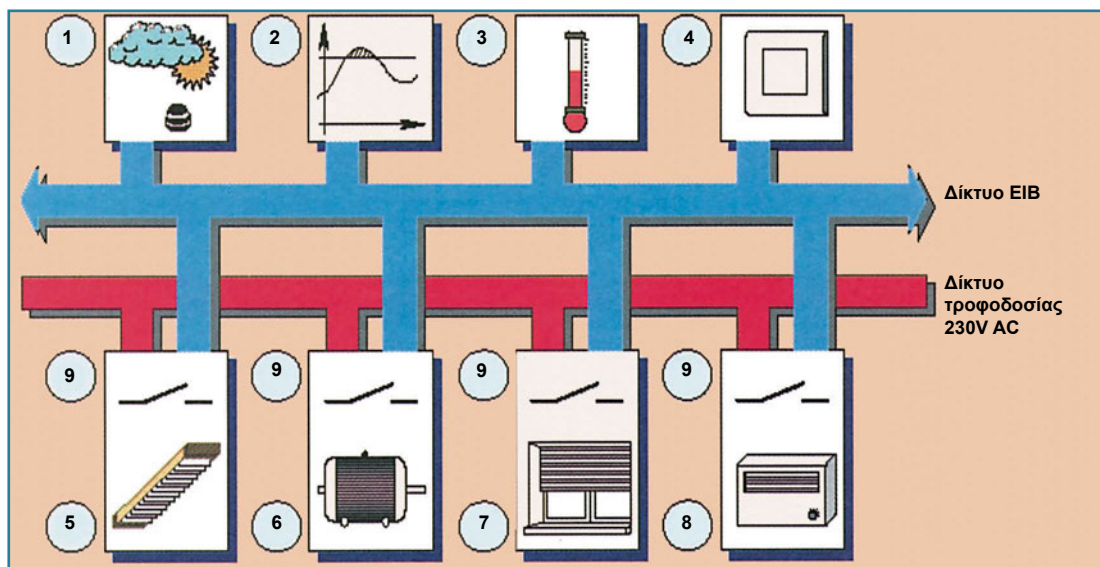
- Περισσότερες ευκολίες και ανέσεις για τους ανθρώπους που ζουν σε αυτά.
- Μεγαλύτερη ασφάλεια και αξιοπιστία.
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, με την οικονομική διαχείριση αυτής.
- Εύκολη προσαρμογή της ηλεκτρικής εγκατάστασης σε συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες των χρηστών.

Στις σύγχρονες κατασκευές εγκαθίστανται όλο και περισσότερα συστήματα ελέγχου και ενδείξεων, για να ικανοποιηθούν οι συνεχώς αυξανόμενες λειτουργικές απαιτήσεις. Με βάση τις κλασικές τεχνικές εγκαταστάσεων, τα διάφορα ηλεκτρολογικά συστήματα φωτισμού, κλιματισμού κ.ά. έχουν τα δικά τους ξεχωριστά κυκλώματα και για να μπορέσουν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να αποκτήσουν λογική χρειάζονται πολύπλοκες καλωδιώσεις και εξαρτήματα. Αυτό σημαίνει στην πράξη δύσκολο σχεδιασμό, ελάχιστες δυνατότητες αλλαγών ή επεκτάσεων, δύσκολη συντήρηση και μειωμένη ασφάλεια.

Το ΕΙΒ (European Installation Bus) είναι ένα «έξυπνο» και αποδοτικό σύστημα διαχείρισης ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και βασίζεται στην εξέλιξη των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Μπορεί να εγκατασταθεί σε μεγάλα κτίρια, όπως σχολεία, νοσοκομεία ή επιχειρήσεις, όπως επίσης και σε σπίτια. Ο στόχος του είναι να εξασφαλίσει τον αυτόματο έλεγχο λειτουργιών, όπως σήμανση, φωτισμός, θέρμανση κ.ά., κατά τέτοιο τρόπο ώστε αυτές να εξαρτώνται λογικά μεταξύ τους και να αποτελούν ένα «έξυπνο» σύστημα.

Με το σύστημα ΕΙΒ και με βάση την εμπειρία από την τεχνολογία **bus (λεωφόρος ή δίαυλος μετάδοσης πληροφοριών)** των ηλεκτρονικών υπολογιστών τίθενται οι βάσεις για το bus των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων (Σχήμα 1.1). Η κεντρική ιδέα

είναι ότι με ένα απλό ζεύγος καλωδίων δημιουργείται ο δίαυλος επικοινωνίας της εγκατάστασης. Όλα τα ηλεκτρολογικά στοιχεία της εγκατάστασης (διακόπτες, αισθητήρες, ηλεκτρικοί καταναλωτές κ.ά.) συνδέονται και επικοινωνούν με αντίστοιχα εξαρτήματα EIB κατά μήκος του ζεύγους καλωδίων σύνδεσης. Η συσχέτιση των λειτουργιών τους γίνεται πλέον με προγραμματισμό, με τη βοήθεια προσωπικού υπολογιστή και με ειδικό λογισμικό (software).



Σχήμα 1.1: Δίκτυο EIB

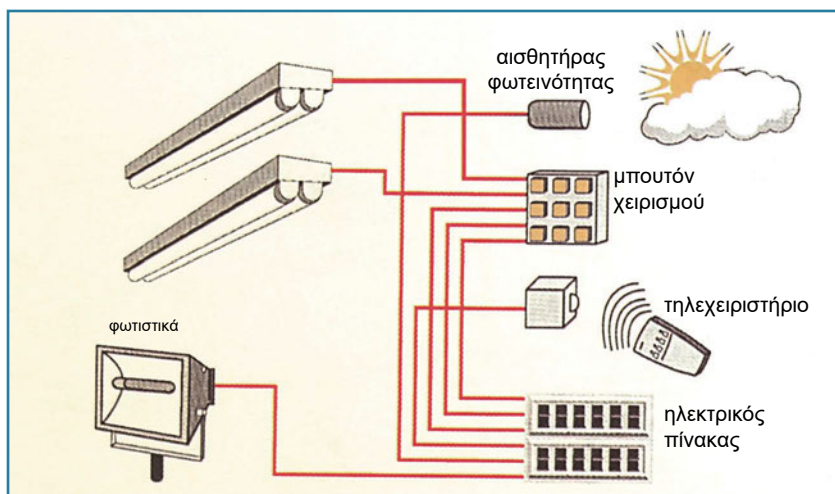
- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Αισθητήρας φωτεινότητας | 6. Έλεγχος κινητήρα     |
| 2. Ανιχνευτής κατωφλίου    | 7. Παντζούρια παραθύρου |
| 3. Αισθητήρας              | 8. Θέρμανση             |
| 4. Οθόνη                   | 9. Διακόπτης 230 V      |
| 5. Φωτισμός                |                         |

Για παράδειγμα, σε μια τυπική εγκατάσταση EIB σ' ένα κτίριο μεγάλης επιχείρησης, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης αυξομείωσης της έντασης του ηλεκτρικού φωτισμού, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες φυσικού φωτισμού (πρωί, απόγευμα, βράδυ), έτσι ώστε να εξοικονομείται ενέργεια. Είναι δυνατόν επίσης, με βάση διάφορους αισθητήρες που ανιχνεύουν την ύπαρξη ή όχι ανθρώπων σε διάφορες θέσεις, να γίνεται τοπικός έλεγχος ενέργειας (διακοπή φωτισμού, θέρμανσης, κλιματισμού). Κατά τον έλεγχο θερμοκρασίας, μπορεί να ληφθεί υπόψη το άνοιγμα κάποιων πόρτας ή παραθύρου. Αλλαγές των λειτουργικών απαιτήσεων του χώρου μπορούν να γίνουν γρήγορα, εύκολα και απλά, αλλάζοντας τον προγραμματισμό των κατάλληλων εξαρτημάτων EIB.

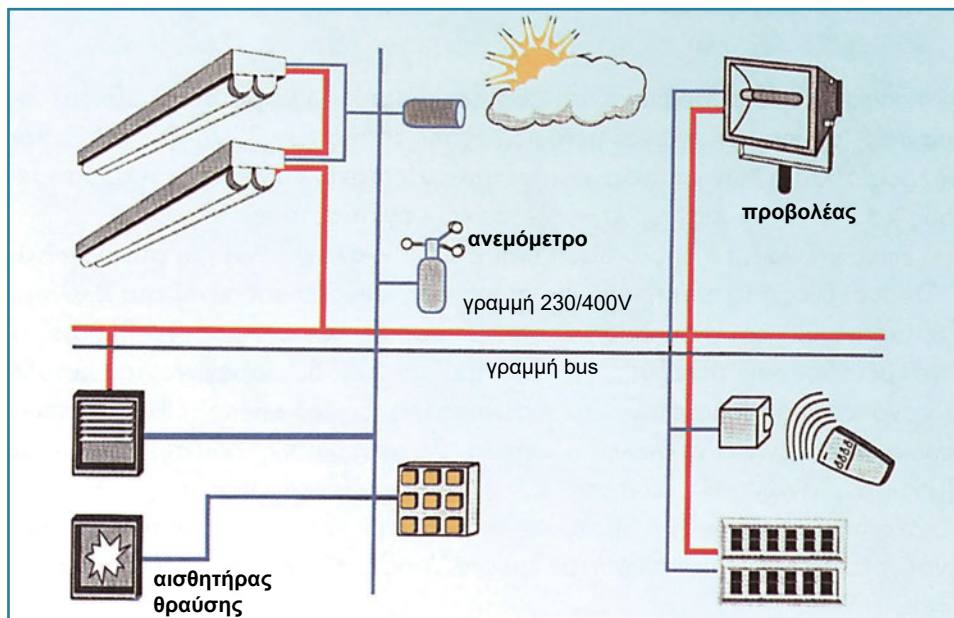
Εγκαταστάσεις με συστήματα EIB έχουν εφαρμοστεί και εφαρμόζονται όπου υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις για :

- ❖ προσαρμογή των συνθηκών λειτουργίας σύμφωνα με τις τρέχουσες φυσικές συνθήκες,
- ❖ ευελιξία σε πιθανές μελλοντικές αλλαγές με χαμηλό κόστος,

- ❖ πολυπλοκότητα των λειτουργικών σεναρίων,
- ❖ μείωση του κόστους λειτουργίας ως αποτέλεσμα της εξυπνότερης διαχείρισης ενέργειας,
- ❖ δυνατότητες τοπικών τηλεχειρισμών με υπέρυθρες ακτίνες,
- ❖ κεντρικό έλεγχο με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και
- ❖ επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών με άλλα συστήματα, μέσω τηλεφωνικού δικτύου.



Σχήμα 1.2: Κλασική ηλεκτρική εγκατάσταση φωτισμού

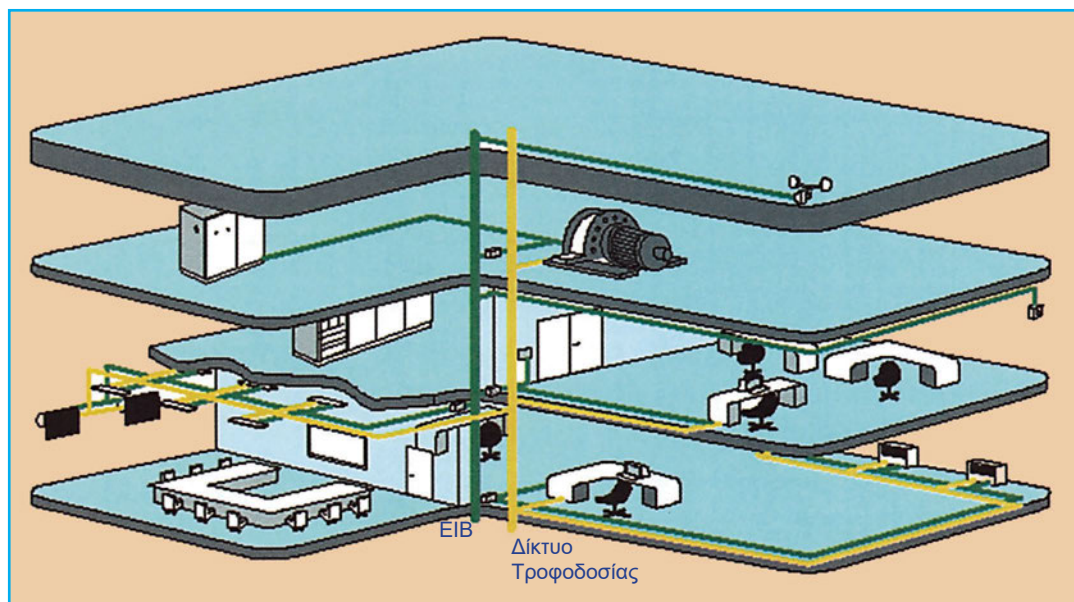


Σχήμα 1.3: Εγκατάσταση με την τεχνική ΕΙΒ

## 1.2 Τεχνικά Στοιχεία

### 1.2.1 Συνδεσμολογία

Το κύριο χαρακτηριστικό μιας συμβατικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σ' ένα κτίριο είναι η διανομή και ο έλεγχος της τάσης των 230/400 V AC σε σημεία τροφοδοσίας όπου συνδέονται διάφορες ηλεκτρικές συσκευές.



Σχήμα 1.4: Εγκατάσταση κτιρίου

Με βάση την τεχνική ΕΙΒ, διαμορφώνονται δύο ξεχωριστά κυκλώματα καλωδιώσεων:

- **Το κύκλωμα ισχύος**, όπου οι αγωγοί μεταφοράς της τάσης των 230/400 V AC χρησιμοποιούνται μόνο για την τροφοδοσία των διαφόρων ηλεκτρικών καταναλωτών. Το κύκλωμα ισχύος ακολουθεί τους γνωστούς κανόνες των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- **Το κύκλωμα επικοινωνίας**, το οποίο βασίζεται στην τεχνολογία bus και στη σειριακή<sup>1</sup> επικοινωνία δεδομένων. Οι συσκευές της ηλεκτρικής εγκατάστασης συνδέονται πάνω στο κύκλωμα επικοινωνίας με ειδικά εξαρτήματα ΕΙΒ και ανταλλάσσουν πληροφορίες μέσω αυτού. Τα δεδομένα πληροφορίας που πρέπει να μεταδοθούν μεταξύ των εξαρτημάτων ΕΙΒ διαμορφώνονται κατάλληλα, με βάση ορισμένους κανόνες που αποτελούν το πρωτόκολλο επικοινωνίας ΕΙΒ και αποστέλλονται στο κύκλωμα. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η εντολή ενεργοποίησης που πρέπει να δοθεί από έναν αισθητήρα (μπουτόν, ανιχνευτής κίνησης κ.λπ.) σε έναν ενεργοποιητή (κύκλωμα ενεργοποίησης φωτισμού, διακόπτης φορτίου κ.λπ.). Άλλο παράδειγμα είναι η απεικόνιση της κατανάλωσης ενέργειας ενός ηλεκτρικού καταναλωτή σε ψηφιακή οθόνη ένδειξης. Με αυτό τον τρόπο, έχουμε ένα σύστημα που μας δίνει πολύ περισσότερες δυνατότητες ελέγχου και απεικόνισης της κατάστασης των ηλεκτρικών συσκευών της εγκατάστασης.

<sup>1</sup> Η σειριακή επικοινωνία αποτελεί το δημοφιλέστερο τρόπο σύνδεσης μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων. Κατ' αυτήν, τα bit (0,1) των κωδικοποιημένων χαρακτήρων αποστέλλονται στη σειρά το ένα κατόπιν του άλλου μέσα από ένα απλό φυσικό κανάλι μετάδοσης

Στο κύκλωμα επικοινωνίας ΕΙΒ συνδέονται τα εξής εξαρτήματα :

- ✓ **Προγραμματιζόμενα εξαρτήματα**, όπως αισθητήρες ή μονάδες εισόδου (διακόπτες, αισθητήρες φωτισμού, αισθητήρες θερμοκρασίας, ανιχνευτές κίνησης κ.ά.) και ενεργοποιητές ή μονάδες εξόδου (ψηφιακές έξοδοι, ρελέ, αναλογικοί ρυθμιστές κ.ά.). Αυτά ονομάζονται **συνδρομητές-bus**.
- ✓ **Μη προγραμματιζόμενα εξαρτήματα**, όπως τροφοδοτικά, πηνία, κλέμμες κ.α. τα οποία ονομάζονται **συσκευές-bus**.

Η διασύνδεση των συνδρομητών-bus, δηλαδή το κύκλωμα επικοινωνίας, γίνεται και με απλό τηλεφωνικό καλώδιο (π.χ. I-Y (St) Y - 2×2×0,8). Χρησιμοποιούνται όμως κυρίως **ζεύγη συνεστραμμένου καλωδίου** (twisted pair) καθώς και ο τύπος καλωδίου -YCY M: 2×2×0,8 MSR- (με τάση δοκιμής 4kV).

Τα δεδομένα πληροφορίας που μεταφέρονται μεταξύ των συνδρομητών είναι σε μορφή AC τάσης. Η μέγιστη ταχύτητα επικοινωνίας δεδομένων είναι 9,6 kb/s. Το καλώδιο τροφοδοτεί επίσης και τους συνδρομητές με την απαραίτητη τάση λειτουργίας 24V DC, σε παράλληλη συνδεσμολογία. Με αυτό τον τρόπο, στο κύκλωμα επικοινωνίας συνυπάρχει DC τάση τροφοδοσίας και AC τάση πληροφορίας.

Κατά την εγκατάσταση των καλωδίων-bus, θα πρέπει να ακολουθούνται οι κανονισμοί των γραμμών ασθενών ρευμάτων (π.χ. κουδουνιών, τηλεφώνων).

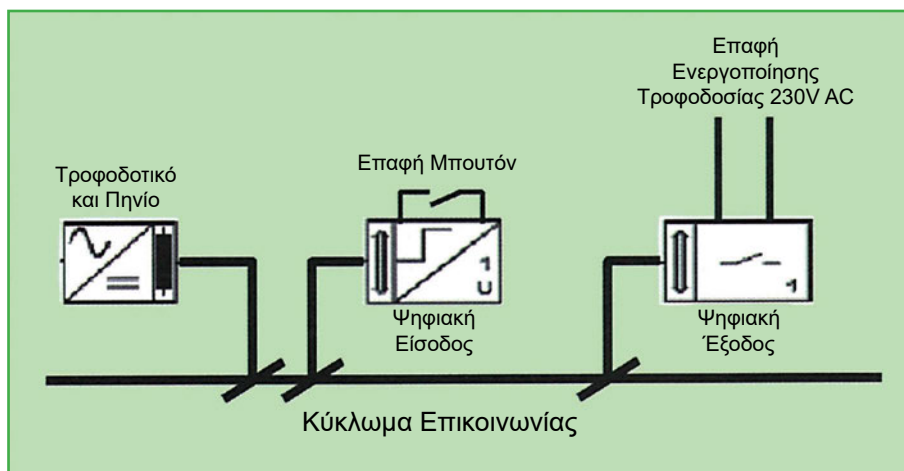
Ειδικότερα τα καλώδια bus:

- δεν πρέπει να τοποθετούνται στον ίδιο σωλήνα με αγωγούς ισχύος 230/400V απλής μόνωσης (π.χ. NYA),
- δεν πρέπει να τοποθετούνται στον ίδιο σωλήνα με τηλεφωνικές γραμμές,
- πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 10 mm από το πλακέ καλώδιο (NYIF) και
- πρέπει να είναι όλα μαρκαρισμένα ως ΕΙΒ.

Μια εγκατάσταση μπορεί να περιλαμβάνει μέχρι 14000 περίπου συνδρομητές-bus διατηρώντας όλους τους κανόνες λειτουργίας του συστήματος ΕΙΒ. Κάθε συνδρομητής αποκτά μία μοναδική φυσική διεύθυνση και με αυτήν αναγνωρίζεται στο σύστημα και δέχεται τις παραμέτρους λειτουργίας του. Επίσης, σ' αυτόν αποθηκεύεται το πρόγραμμα που καθορίζει τη λειτουργία του.

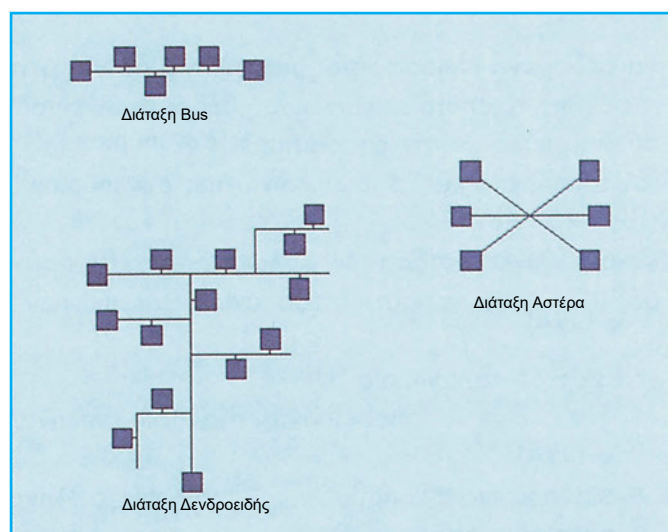
Η μικρότερη δυνατή εγκατάσταση ΕΙΒ (Σχήμα 1.5) αποτελείται από δύο τουλάχιστον συνδρομητές-bus και μία συσκευή-bus που θα είναι τροφοδοτικό 24V DC και πηνίο. Ο ένας συνδρομητής-bus θα είναι ψηφιακή είσοδος (όπου συνδέεται, π.χ. μπουτόν) και ο άλλος ψηφιακή έξοδος (όπου συνδέεται το κύκλωμα ισχύος 230V AC). Σε μια τυπική λειτουργία με βάση την κατάσταση του μπουτόν, η ψηφιακή έξοδος διακόπτει ή συνδέει τον καταναλωτή με την τάση του ηλεκτρικού δικτύου.

**Οι συνδρομητές-bus μέσω του κυκλώματος επικοινωνίας, επικοινωνούν μεταξύ τους με χαμηλή τάση AC, αλλά και τροφοδοτούνται με την απαραίτητη τάση λειτουργίας τους 24V DC.**



Σχήμα 1.5: Ελάχιστη διάταξη EIB

Η συνολική διάταξη μιας εγκατάστασης EIB μπορεί να πάρει διάφορες μορφές (διαύλου (bus), αστέρα, δενδροειδή), σύμφωνα με το Σχήμα 1.6.



Σχήμα 1.6: Μορφές διάταξης εγκατάστασης EIB

Τονίζεται ότι για καμία από τις διατάξεις δεν απαιτούνται τερματικά στοιχεία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και δεν είναι ευρέως διαδεδομένη, υποστηρίζεται και η συνδεσμολογία του κυκλώματος επικοινωνίας με καλώδιο ισχύος (powerline, 230V AC, μέγιστη ταχύτητα επικοινωνίας 1,2 kb/s). Για το κύκλωμα επικοινωνίας, μπορεί να χρησιμοποιηθούν επίσης οπτικές ίνες (fiber optic), ραδιοσυχνότητες (radio frequency) και υπέρυθρες συχνότητες (infra-red).

### 1.2.2 Προγραμματισμός

Ο καθορισμός των παραμέτρων των συνδρομητών και ο προγραμματισμός τους γίνεται με τη χρήση προσωπικού υπολογιστή (PC) και με τη βοήθεια ενός κοινού προγράμματος για όλους τους κατασκευαστές, του ETS (EIBA Tool Software). Χρειάζεται επίσης η βάση δεδομένων του κατασκευαστή (Produktdatenbank) των επιλεγόμενων για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση εξαρτημάτων EIB.

Η επικοινωνία με τους συνδρομητές-bus γίνεται από το PC στην εγκατάσταση σειριακά, με κατάλληλη θύρα RS-232, η οποία μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου. Στη συνέχεια, το PC δεν είναι αναγκαίο για τη

λειτουργία της εγκατάστασης.

Ο κάθε συνδρομητής-bus έχει το δικό του μικροεπεξεργαστή και μνήμες.

Έτσι, παράμετροι και προγράμματα δε χάνονται μετά από μακροχρόνια διακοπή της τάσης τροφοδοσίας.

Κάθε συνδρομητής-bus, αφού προγραμματιστεί, μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα, εφόσον πλέον διαθέτει τη δική του «λογική». Κατά συνέπεια, δεν είναι αναγκαία, σε αντίθεση με άλλα αντίστοιχα συστήματα, η ύπαρξη κεντρικού υπολογιστή για τη λειτουργία του συνολικού συστήματος.

Η τεχνική ΕΙΒ έχει ξεκάθαρη αρχιτεκτονική, βασίζεται σε ευρωπαϊκές προδιαγραφές και δημιουργεί ένα «ανοιχτό σύστημα». Αυτό σημαίνει ότι σε μια εγκατάσταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαρτήματα διαφόρων εταιρειών, αρκεί να εκπληρώνουν τις προδιαγραφές του ΕΙΒ. Ο τρόπος προγραμματισμού είναι ενιαίος για όλες τις εταιρείες που υποστηρίζουν την τεχνική αυτή. Με βάση τα σημερινά δεδομένα, περισσότερες από 100 εταιρείες παραγωγής υλικού εγκαταστάσεων διαθέτουν πιστοποιημένες ΕΙΒ συσκευές.

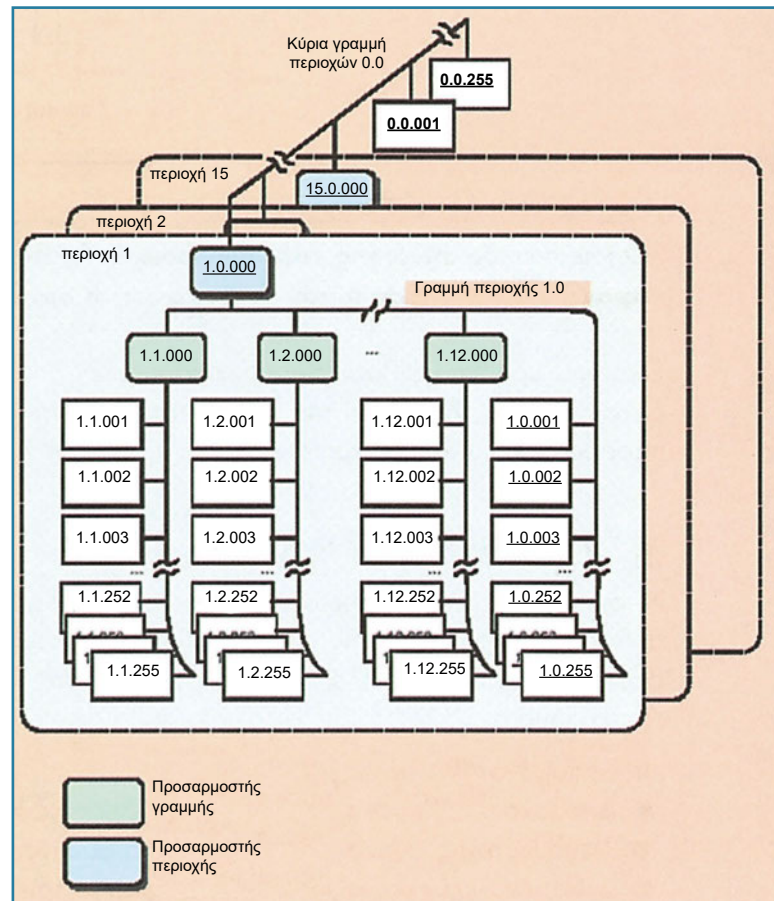
## 2. Κανόνες σχεδίασης

### 2.1 Διάταξη συστήματος

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος επικοινωνίας σε μια διάταξη ΕΙΒ (Σχήμα 2.1) βασίζεται στους ακόλουθους κανόνες :

- ❖ Η βασική δομική μονάδα μιας διάταξης ΕΙΒ είναι η **γραμμή bus** (bus line), στην οποία μπορούν να συνδεθούν μέχρι 64 συνδρομητές. Κάθε γραμμή πρέπει να έχει δικό της ξεχωριστό τροφοδοτικό και πηνίο. Μ' αυτόν τον τρόπο, ακόμα και όταν βγει εκτός λειτουργίας μία γραμμή, ολόκληρο το υπόλοιπο σύστημα εξακολουθεί να λειτουργεί. (Με τη χρήση **επαναληπτών** (repeaters) μπορούν να συνδεθούν μέχρι 256 συνδρομητές σε κάθε γραμμή).

- ❖ Μέχρι 15 συνολικά γραμμές bus μπορούν να συνενωθούν μέσω συσκευών που ονομάζονται **προσαρμοστές γραμμής** (LC, Line Coupler) για να αποτελέσουν μία περιοχή bus (bus area). Μ' αυτόν τον τρόπο,



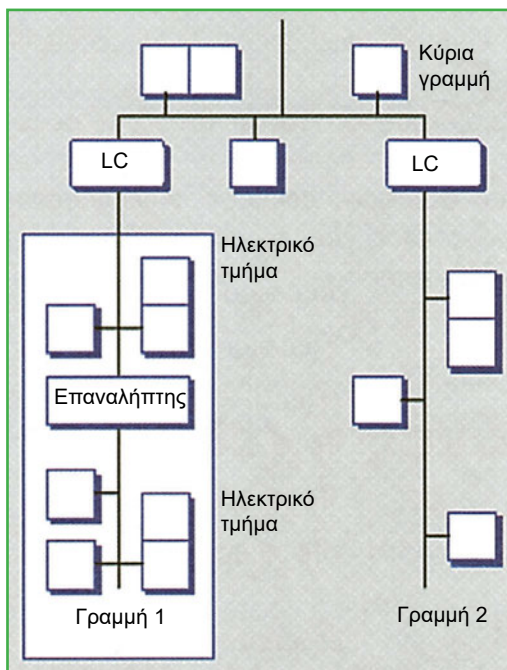
Σχήμα 2.1: Λογική διάταξη ΕΙΒ

μπορούν να συνδεθούν μέχρι 960 συνδρομητές ανά περιοχή.

- ❖ Μέχρι 15 συνολικά περιοχές bus μπορούν με τη σειρά τους να συνενωθούν μέσω **προσαρμοστή περιοχής** (area coupler). Μ' αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να έχουμε συνολικά 14400 συνδρομητές.
- ❖ Επιπλέον, η συνολική διάταξη μπορεί να ενωθεί και να επικοινωνήσει και με άλλα συστήματα, με τη βοήθεια κατάλληλων **προσαρμογών** (gateways).

Το συνολικό μήκος καλωδίου είναι περίπου 1000 m για κάθε γραμμή bus. Το μέγιστο επιτρεπτό μήκος καλωδίου μεταξύ συνδρομητών-bus είναι 700 m. Το μέγιστο επιτρεπτό μήκος μεταξύ συνδρομητή-bus και τροφοδοτικού είναι 350 m.

Με τη βοήθεια επαναλήπτων, μια γραμμή bus μπορεί να επεκταθεί και πέρα από τα 1000 m και τους 64 συνδρομητές (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2: Επέκταση γραμμής bus

**Ο μηχανισμός σύνδεσης κάθε συνδρομητή βρίσκεται πάνω στον ίδιο το συνδρομητή και αφαίρεση ή πρόσθεση αυτού δε διακόπτει τη συνέχεια του κυκλώματος επικοινωνίας.**

Είναι φανερό ότι με βάση την αποκεντρωμένη δομή του συστήματος EIB πραγματοποιείται εύκολα ο έλεγχος και η συντήρηση της εγκατάστασης. Είναι επίσης εύκολη η επέκταση του συστήματος με την πρόσθεση νέων συνδρομητών σε μια γραμμή ή τη δημιουργία νέων γραμμών ή περιοχών.

## 2.2 Μετάδοση δεδομένων

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ δύο συνδρομητών επιτυγχάνεται με τη μετάδοση πακέτων δεδομένων. Η μορφή της επικοινωνίας είναι σειριακή και βασίζεται σε ξεκάθαρους κανόνες, που αποτελούν το πρωτόκολλο επικοινωνίας EIB. Ένα τυπικό πακέτο δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Δεδομένα μηνύματος
- Διεύθυνση της συσκευής που αποστέλλει το μήνυμα
- Διεύθυνση της συσκευής στην οποία απευθύνεται το μήνυμα
- Δεδομένα ελέγχου αξιόπιστης μεταφοράς του μηνύματος

Βασικό πλεονέκτημα της διάταξης ΕΙΒ είναι ότι πακέτα δεδομένων που αφορούν κάποια γραμμή ή περιοχή μπορούν να μεταδίδονται μόνο στα όρια αυτών και δεν επιβαρύνουν την επικοινωνία σε άλλες γραμμές ή περιοχές. Οι προσαρμοστές γραμμής ή περιοχής είναι συσκευές που προγραμματίζονται, λειτουργούν σαν φίλτρο για τους συνδρομητές τους και δεν αφήνουν να μεταδοθούν σε άλλες γραμμές ή περιοχές πακέτα δεδομένων που δεν τους αφορούν. Κατά τον ίδιο τρόπο, δεν αφήνουν να μεταδίδονται στη γραμμή ή περιοχή τους και πακέτα από άλλες γραμμές ή περιοχές. Τη δυνατότητα αυτή δεν έχουν οι επαναλήπτες, οι οποίοι είναι απλοί ενισχυτές και μεταδίδουν ενισχυμένα όλα τα πακέτα δεδομένων που καταλήγουν σε αυτούς.

## 2.3 Διευθυνσιοδότηση

Είναι φανερό ότι με βάση τη διάταξη του συνολικού συστήματος πρέπει να δοθούν τρόποι ορισμού των διευθύνσεων των διαφόρων συνδρομητών. Στο ΕΙΒ διακρίνουμε τους ακόλουθους δύο τύπους διευθύνσεων:

### 2.3.1. Φυσική Διεύθυνση - Περιοχή/ Γραμμή/ Συνδρομητής

Κάθε συνδρομητής αναγνωρίζεται από μία μοναδική φυσική διεύθυνση, η οποία τον προσδιορίζει απόλυτα και δεν επιτρέπεται να ανήκει σε άλλο συνδρομητή. Η φυσική διεύθυνση περιλαμβάνει τον αριθμό περιοχής, τον αριθμό γραμμής και τον αριθμό συνδρομητή. Πιο αναλυτικά έχουμε:

A Περιοχή	L Γραμμή	D Συνδρομητής
A= 1-15 :	αναφέρεται σε διευθύνσεις των περιοχών 1-15.	
A = 0 :	αναφέρεται στους συνδρομητές της κύριας γραμμής περιοχών.	
L = 1-15 :	αναφέρεται σε διευθύνσεις των γραμμών 1-15 εντός της περιοχής που ορίζεται από το A.	
L= 0 :	αναφέρεται σε διευθύνσεις της κύριας γραμμής περιοχής.	
D= 1-255 :	αναφέρεται σε διευθύνσεις των συνδρομητών εντός της γραμμής που ορίζεται από το L.	
D=0 :	αναφέρεται σε διευθύνσεις των στοιχείων ζεύξης (προσαρμοστών γραμμής).	

Κάθε καινούργιος ή αποφορτισμένος συνδρομητής έχει τη φυσική διεύθυνση 15.15.255. Μετά από τη σύνδεσή του στο κύκλωμα επικοινωνίας, αποκτά νέα φυσική διεύθυνση, σύμφωνα με τα προηγούμενα.

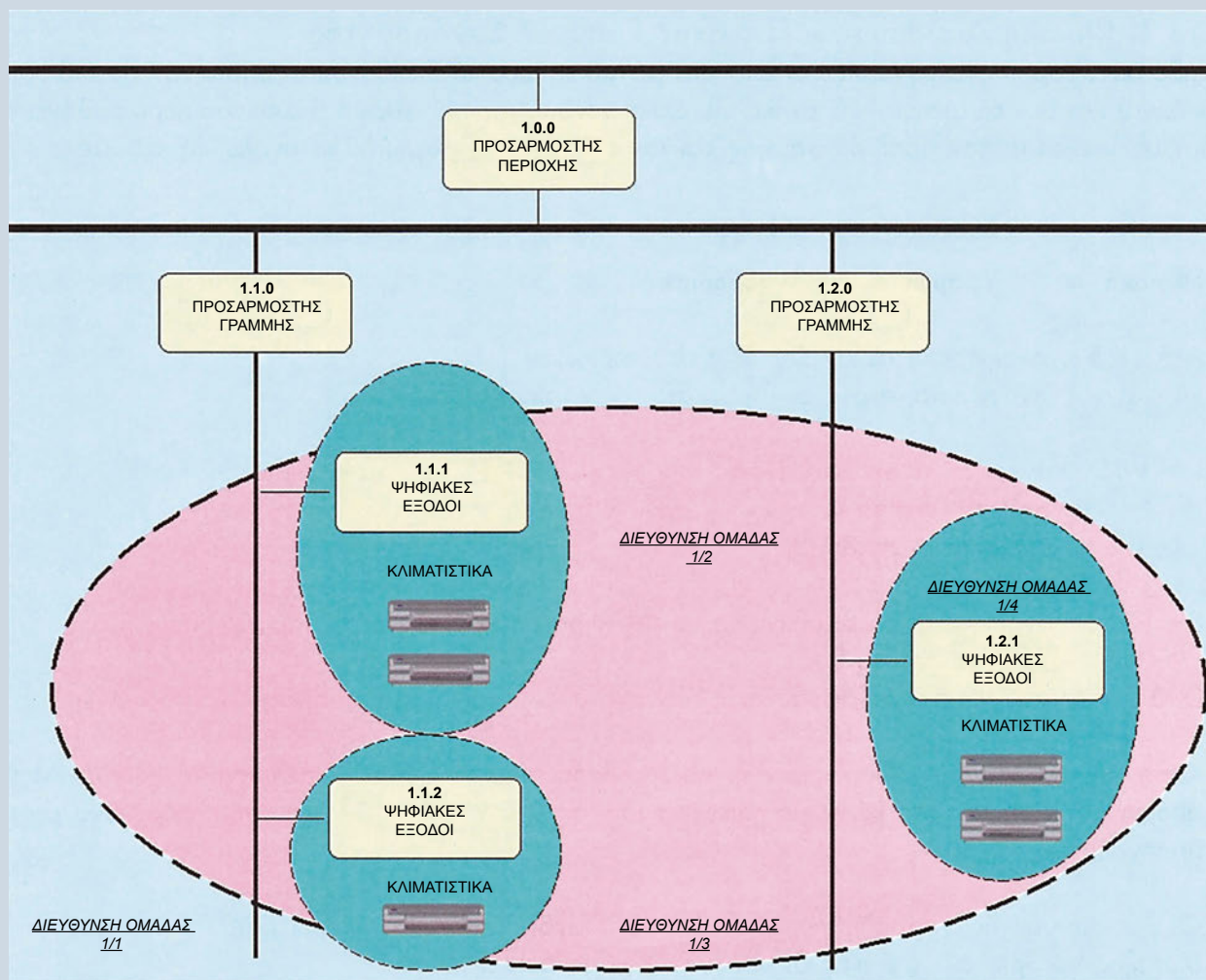
Οι προσαρμοστές γραμμής ή περιοχής είναι συνδρομητές και πρέπει κατά τη σχεδίαση της διάταξης να οριστούν φυσικές διευθύνσεις και για αυτούς.

### 2.3.2 Διεύθυνση Ομάδας

Για την επικοινωνία των συνδρομητών-bus, χρησιμοποιούνται στην πράξη οι διευθύνσεις ομάδων. Είναι φανερό ότι είναι συνήθης περίπτωση ένα πακέτο δεδομένων να απευθύνεται σε πολλούς παραλήπτες (π.χ. ενεργοποίηση μιας σειράς φωτιστικών σημείων από ένα διακόπτη). Επομένως, μπορούμε να ορίσουμε κοινή διεύθυνση ομάδας σε μια ομάδα συνδρομητών-bus που ενεργοποιούνται από κοινό σημείο. Η διεύθυνση αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σαν διεύθυνση προορισμού στο πακέτο δεδομένων και κατ' αυτόν τον τρόπο μπορούν να ενεργοποιηθούν ένας ή περισσό-

τεροι συνδρομητές σε μία ή περισσότερες γραμμές ή περιοχές.

Η διεύθυνση ομάδας αποτελείται κυρίως από δύο τμήματα, αλλά με βάση το πρόγραμμα ETS μπορεί να αποτελείται και από τρία τμήματα. Το πρώτο τμήμα είναι το κύριο και ορίζει τις κύριες ομάδες συνδρομητών, όπως π.χ. θέρμανση, κλιματισμός, φωτισμός κ.ά. Οι τιμές του είναι από 0 έως 15. Το δεύτερο τμήμα ορίζει υποκατηγορίες των κυρίων ομάδων, όπως π.χ. φωτιστικά πρώτου ορόφου, κλιματιστικά ισογείου κ.ά. Οι τιμές του είναι από 0 έως 2047.



Σχήμα 2.3: Διευθυνσιοδότηση ομάδας

Με βάση τα παραπάνω, οι διευθύνσεις των ομάδων μπορούν να χωριστούν σε 16 κύριες ομάδες και κάθε μία από αυτές μπορεί να περιλαμβάνει μέχρι 2048 δευτερεύουσες υποομάδες.

***Σε αντίθεση με τη φυσική διεύθυνση, κάθε συνδρομητής είναι δυνατόν να ανήκει σε περισσότερες από μία διευθύνσεις ομάδων.***

Τυπικό παράδειγμα συνδρομητή που ανήκει σε περισσότερες από μία ομάδες, αποτελεί ο έλεγχος κάποιου κλιματιστικού, είτε τοπικά (από διακόπτη που βρίσκεται στον πίνακα του ορόφου και ελέγχει όλες τις αντίστοιχες συσκευές του ορόφου) είτε συνολικά (από διακόπτη που βρίσκεται στον κεντρικό πίνακα του κτιρίου και ελέγχει όλες τις αντίστοιχες συσκευές του κτιρίου). Θα πρέπει επομένως για την κύρια ομάδα κλιματιστικών να οριστεί μία δευτερεύουσα υποομάδα, στην οποία θα περιλαμβάνεται το σύνολο των κλιματιστικών του κτιρίου και αντίστοιχες δευτερεύου-

σες υποομάδες, που θα περιλαμβάνουν τα κλιματιστικά των ορόφων. Έτσι, κάθε κλιματιστικό θα ανήκει σε δύο διευθύνσεις ομάδων.

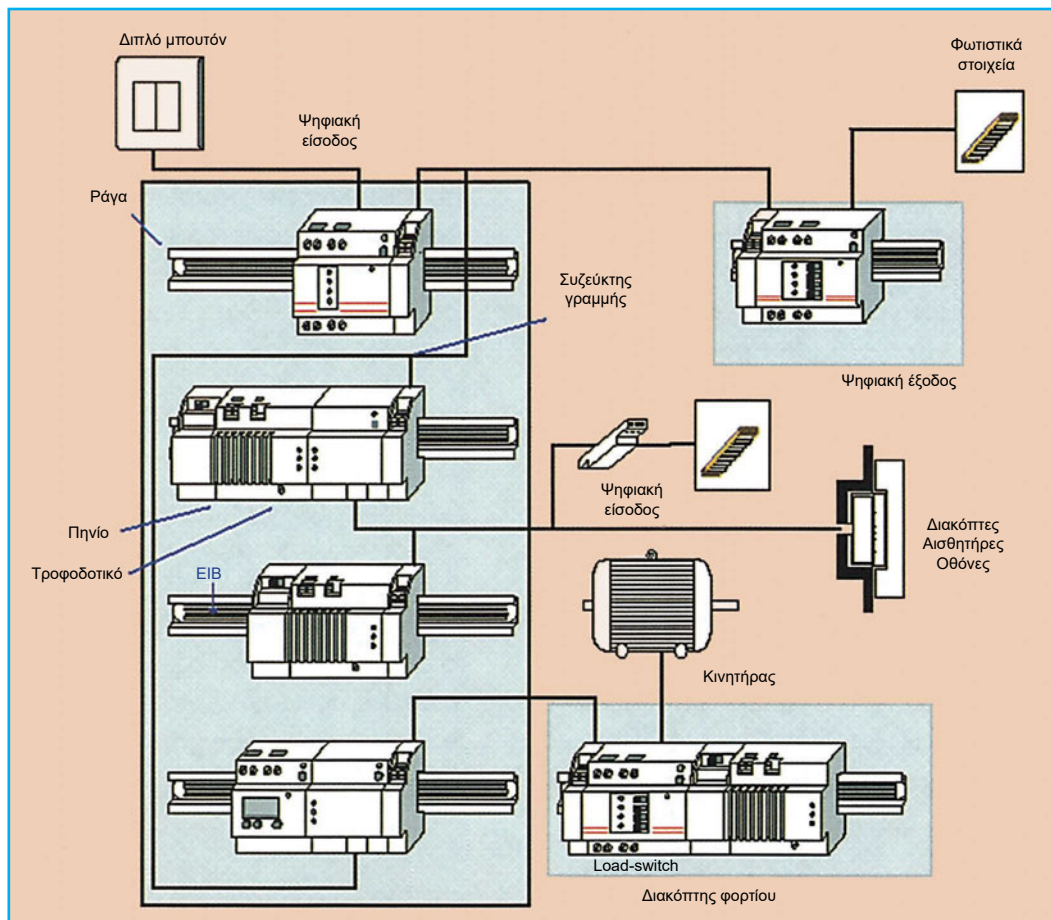
Στο Σχήμα 2.3 έχουμε μια τυπική συνδεσμολογία, όπου φαίνεται η διευθυνσιοδότηση ομάδας. Για κάθε συσκευή, ορίζεται με βάση τα προηγούμενα η φυσική διεύθυνση. Στη συνέχεια, ορίζονται τέσσερις (4) διευθύνσεις ομάδων, όπου η διεύθυνση 1/1 περιλαμβάνει όλα τα κλιματιστικά και οι διευθύνσεις 1/2, 1/3, 1/4 περιλαμβάνουν τις τοπικές ομάδες κλιματιστικών.

Σε ένα πακέτο δεδομένων, η διεύθυνση της συσκευής που αποστέλλει είναι πάντα φυσική διεύθυνση. Αντίθετα, η διεύθυνση της συσκευής στην οποία απευθύνεται το πακέτο μπορεί να είναι:

- Φυσική διεύθυνση, μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, κυρίως διαγνωστικών λειτουργιών, οπότε είναι απαραίτητος ο ακριβής καθορισμός του συνδρομητή-bus.
- Διεύθυνση ομάδας, σε όλες τις περιπτώσεις κανονικής λειτουργίας.

## 3. Συσκευές και εξαρτήματα EIB

### 3.1 Γενικά



Σχήμα 3.1: Συνδεσμολογία συσκευών

Τα εξαρτήματα της τεχνικής EIB (Σχήμα 3.1) διακρίνονται σε τέσσερις (4) βασικούς τύπους ανάλογα με τη χρήση τους:

- Βασικές **συσκευές-bus**, όπως τροφοδοτικό (PSU, Power Supply Unit), πηνίο (choke) κ.ά.
- **Συσκευές συστήματος**, που υποστηρίζουν τη βασική λειτουργία αυτού, όπως προσαρμοστής-bus (BCU, Bus Coupling Unit), προσαρμοστής γραμμής, επαναλήπτης, σειριακή θύρα κ.ά.
- **Συνδρομητές-bus**, για τις απαιτούμενες εφαρμογές, όπως αισθητήρες (sensors), ενεργοποιητές (actuators), οθόνες απεικόνισης (display panels) κ.ά. Αυτοί οι τύποι συσκευών συνδέονται στο κύκλωμα επικοινωνίας EIB μέσω κατάλληλης μονάδας προσαρμοστή-bus ή ομοίου προσαρμογέα.
- **Προσαρμογείς** για σύνδεση σε εξωτερικά συστήματα.

Με βάση τις συνθήκες εγκατάστασης, διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες τοποθέτησης:

- **Τοποθέτηση ράγας** (Σχήμα 3.1) Είναι εξαρτήματα τα οποία τοποθετούνται σε πίνακα. Περιλαμβάνονται εφαρμογές, όπως έλεγχος ηλεκτρικών καταναλωτών και ψηφιακές ή αναλογικές είσοδοι (αισθητήρες λαμπρότητας, ανεμόμετρα, αισθητήρες υγρασίας, αισθητήρες θερμοκρασίας κ.ά.). Πρέπει να διευκρινιστεί ότι δε χρειάζεται ειδικός πίνακας για τα αντίστοιχα εξαρτήματα ΕΙΒ. Χρησιμοποιούνται οι υπάρχοντες κοινοί πίνακες διανομής, όπου στην ίδια ράγα μπορούν να τοποθετούνται συμβατικά υλικά πίνακα και συσκευές ράγας ΕΙΒ, αρκεί αυτά να είναι εγκεκριμένα κατά VDE.
- **Εντοιχισμένη τοποθέτηση:** Ο προσαρμοστής-bus τοποθετείται μέσα στον τοίχο, αλλά το αντίστοιχο εξάρτημα εφαρμογής βρίσκεται έξω από τον τοίχο. Περιλαμβάνονται μπουτόν ελέγχου, αισθητήρες, οθόνες απεικόνισης κ.ά.
- **Εξωτερική τοποθέτηση:** Τόσο ο προσαρμοστής-bus όσο και το εξάρτημα εφαρμογής τοποθετούνται εξωτερικά του τοίχου.
- **Τοποθέτηση επί συσκευής:** Τοποθέτηση πάνω σε ηλεκτρικές συσκευές, όπως θερμοαντλίες, συσκευές, λάμπες κ.ά.
- **Τοποθέτηση σε ψευδοροφή ή σε κανάλια.**

## 3.2 Βασικές συσκευές-bus

**Τροφοδοτικό:** Δίνει την τάση (28-30 V DC ονομαστικό) για την τροφοδοσία των συνδρομητών-bus ΕΙΒ. Τυπικές τιμές φορτίου μπορεί να είναι από 50 έως 600 mA. Η ελάχιστη αποδεκτή τάση λειτουργίας των διαφόρων συσκευών είναι 21V DC. Διαθέτει κυκλώματα προστασίας από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα. Αν έχουμε πρόσθετες απαιτήσεις φορτίου, μπορούν να συνδεθούν 2 τροφοδοτικά παράλληλα με κοινό πηνίο. Σε κάθε γραμμή μπορούν να συνδεθούν το πολύ 2 τροφοδοτικά.

**Πηνίο:** Είναι αναγκαίο για τη σύζευξη της μονάδας τροφοδοσίας στο κύκλωμα επικοινωνίας. Το πηνίο δρα σαν πολύ χαμηλή αντίσταση για την τροφοδοσία DC και δεν επηρεάζει τη διανομή της στη γραμμή. Αντίθετα, δρα σαν πολύ υψηλή αντίσταση για τα δεδομένα πληροφοριών, τα οποία όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι σε μορφή AC τάσης. Έτσι, δεν επιτρέπεται η διέλευση αυτών προς το τροφοδοτικό και κατά συνέπεια το σήμα πληροφοριών δεν έχει απώλειες που οφείλονται στο τροφοδοτικό.

**Ράγες Πινάκων:** Για την τοποθέτηση των συσκευών και τη διανομή των κυκλωμάτων επικοινωνίας.

**Ράγες Μεταφοράς Δεδομένων:** Οι συσκευές που τοποθετούνται σε ράγες πίνακα επικοινωνούν μεταξύ τους και τροφοδοτούνται από ράγες μεταφοράς δεδομένων. Αυτές είναι αυτοκόλλητες και τοποθετούνται στις κοινές ράγες. Διασυνδέονται μεταξύ τους και με την εγκατάσταση με ειδικούς συνδετήρες ράγας.

**Κλέμες Bus:** Είναι αναγκαίες για την επέκταση και τη διακλάδωση των κυκλωμάτων επικοινωνίας. Οι κλέμες-bus δίνουν τη δυνατότητα της αποσύνδεσης των εξαρτημάτων ΕΙΒ, χωρίς να διακόπτεται το κύκλωμα επικοινωνίας.

### 3.3 Συσκευές συστήματος

**Προσαρμοστής-bus:** Η μονάδα αυτή είναι διαθέσιμη είτε ως συγκεκριμένο αυτόνομο προϊόν είτε ως προϊόν ενσωματωμένο σε συνδρομητές-bus.

Η μονάδα αποτελείται από δύο (2) τμήματα:

A) Από τον *πομποδέκτη* που παρέχει :

- ✓ σύζευξη της συσκευής με το κύκλωμα επικοινωνίας, αποστολή πακέτων δεδομένων και αποκωδικοποίηση των λαμβανόμενων πακέτων και
- ✓ μετατροπή της τάσης DC για τη δημιουργία των κατάλληλων σημάτων επικοινωνίας.

B) Από τον *ελεγκτή επικοινωνίας*, ο οποίος είναι μικροϋπολογιστής και παρέχει :

- ✓ αναγκαίες λειτουργίες επικοινωνιών,
- ✓ δυνατότητες προγραμματισμού,
- ✓ μνήμες ROM, RAM και EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) για την αποθήκευση των προγραμμάτων και
- ✓ υποστήριξη σύνδεσης εξωτερικών συστημάτων.

Η μονάδα υπολογίζεται ως συνδρομητής και προγραμματίζεται πάντα με βάση τη συσκευή με την οποία συνοδεύεται.

**Προσαρμοστής Γραμμής/Περιοχής:** Ο προσαρμοστής γραμμής συνδέει τη γραμμή στην οποία ανήκει με την κύρια γραμμή. Δεν επιτρέπει σε εντολές ή σήματα τα οποία δε σχετίζονται με εξωτερικές γραμμές να κυκλοφορούν στα καλώδια επικοινωνίας αυτών. Έτσι, εξασφαλίζει βέλτιστη λειτουργία της συνολικής διάταξης, αυξάνοντας την ταχύτητά της. Η τροφοδοσία του προέρχεται από τη γραμμή στην οποία ανήκει και παρέχει γαλβανική απομόνωση.

Οι προσαρμοστές γραμμής / περιοχής έχουν διευθύνσεις, προγραμματίζονται και υπολογίζονται στους συνδρομητές.

**Επαναλήπτης:** Η λειτουργία του έγκειται στην ενίσχυση και αναμετάδοση του ηλεκτρικού σήματος κατά μήκος του κυκλώματος επικοινωνίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, παρέχεται η δυνατότητα επέκτασης των 64 συνολικά συσκευών μιας γραμμής σε 256 και οι δυνατές αποστάσεις για το κύκλωμα επικοινωνίας γραμμής μπορούν να ξεπεράσουν τα 1000 m.

**Σειριακή Θύρα:** Είναι αναγκαία για τον προγραμματισμό των συνδρομητών-bus και υπολογίζεται και η ίδια στους συνδρομητές. Για τη σύνδεση με τον υπολογιστή, διαθέτει βύσμα SUB D 9πολικό. Διακρίνουμε τους ακόλουθους δύο (2) τύπους:

- Για τοποθέτηση σε ράγα πίνακα, όπου ο προσαρμοστής-bus είναι ενσωματωμένος.
- Για χωνευτή τοποθέτηση, όπου είναι απαραίτητος ξεχωριστός προσαρμοστής-bus. Υπολογίζεται στους συνδρομητές πάντα με τον αντίστοιχο προσαρμοστή-bus.

### 3.4 Συνδρομητές-bus

Οι συνδρομητές-bus ΕΙΒ αποτελούνται γενικά από δύο (2) τμήματα: τον προσαρμοστή-bus και το εξάρτημα εφαρμογής.

Με βάση τις λειτουργικές δυνατότητες, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

❖ **Συσκευές Ψηφιακών Εισόδων:** Σ' αυτές συνδέονται επαφές, διακόπτες ή μπουτόν.

❖ **Συσκευές Ψηφιακών Εξόδων:** Αυτές ελέγχουν τη διακοπή της ισχύος 230/400V των καταναλωτών, με βάση τα σήματα εισόδου. Επομένως, εκτός από τη σύνδεση με το κύκλωμα επικοινωνίας συνδέονται και με τη γραμμή ισχύος καθώς και με την είσοδο τροφοδοσίας του καταναλωτή.

❖ **Συσκευές Αναλογικών Εισόδων:** Σ' αυτές συνδέονται αισθητήρες φωτεινότητας, θερμοκρασίας κ.ά.

❖ **Συσκευές Αναλογικών Εξόδων:** Σ' αυτές συνδέονται ρυθμιστές φωτεινότητας, θερμοκρασίας, κίνησης κ.ά.

❖ **Συσκευές Ενδείξεων:** Είναι συνήθως οθόνες υγρών κρυστάλλων LCD, με δυνατότητα απεικόνισης χαρακτήρων. Έτσι, έχουμε τη δυνατότητα απεικόνισης πληροφοριών με λέξεις και αριθμούς. Υπάρχουν οθόνες οι οποίες δέχονται και ελληνικούς χαρακτήρες.

❖ **Ελεγκτές:** Περιλαμβάνουν μονάδες σεναρίων, λογικής και χρονικού προγραμματισμού. Είναι συσκευές που δίνουν δυνατότητες προγραμματισμού πολύπλοκων λειτουργιών, όπως σεναρίων λειτουργίας με λογικές και χρονικές προϋποθέσεις.

❖ **Συσκευές Τηλεχειρισμού:** Είναι συσκευές που λειτουργούν κυρίως με υπέρυθρες ακτίνες (IR). Τα σήματα τηλεχειρισμού μεταδίδονται με πομπούς τηλεχειρισμού IR και λαμβάνονται με αντίστοιχους δέκτες IR. Στη συνέχεια, αποκωδικοποιούνται με αντίστοιχους αποκωδικοποιητές IR, οι οποίοι είναι συνδρομητές-bus.

Κάθε συνδρομητής-bus μπορεί να αποτελείται από συγκεκριμένο αριθμό λειτουργικών υποσυστημάτων (π.χ. συσκευή 4 ψηφιακών εισόδων αποτελείται από 4 ξεχωριστές ψηφιακές εισόδους, οι οποίες μπορούν να συνδεσμοποιηθούν ξεχωριστά).

*Πρέπει να τονιστεί ότι ενώ οι φυσικές διευθύνσεις συνδέονται με τους συνδρομητές-bus, οι διευθύνσεις ομάδων συνδέονται με τα λειτουργικά υποσυστήματα αυτών.*

### 3.5 Προσαρμογείς για επικοινωνία με εξωτερικά συστήματα

Το σύστημα ΕΙΒ μπορεί να συνδεθεί μέσω κατάλληλων προσαρμογών (gateways) με εξωτερικά δίκτυα. Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε τμήμα της διάταξης (κύρια γραμμή bus, περιοχή bus). Οποσδήποτε, κάποιες συνδέσεις (τηλεφωνική, ασύρματη, γραμμή ισχύος κ.ά.) πρέπει να είναι σύμφωνες με τους εκάστοτε τοπικούς κανονισμούς.

Παραδείγματα εφαρμογών:

- ❖ Δεδομένα μαζί με φωνή
- ❖ Σύνδεση αναλογικού τηλεφώνου
- ❖ Σύνδεση ISDN
- ❖ Σύνδεση με βιομηχανικά δίκτυα δεδομένων
- ❖ Σύνδεση με εξωτερικά συστήματα υπολογιστών
- ❖ Σύνδεση με άλλες εγκαταστάσεις ΕΙΒ

Σε μεγάλες κυρίως εγκαταστάσεις, είναι δυνατός ο έλεγχος και η εποπτεία της συνολικής διάταξης με συστήματα κεντρικών υπολογιστών και με τη χρήση ειδικών πακέτων λογισμικού (Supervisory Control and Data Acquisition, **SCADA**).

### 3.6 Περιγραφή συμβόλων

Τα σύμβολα των συσκευών αποτελούνται από ένα τετράγωνο στο οποίο εισάγονται τα σύμβολα λειτουργίας. Το ηλεκτρονικό μέρος της σύνδεσης στη γραμμή bus περιγράφεται από ένα διπλό βέλος, το οποίο προστίθεται στο αρχικό τετράγωνο είτε στη μία πλευρά του είτε και στις δύο, ανάλογα με τη λειτουργία της συσκευής.

Η ερμηνεία των συμβόλων βασίζεται σε αυτά του Σχήματος 3.2.

Περιγραφή	Σύμβολο
Τυπικό σύμβολο	
Μονάδα προσαρμοστή Bus	
Αισθητήρας, Είσοδος	
Ενεργοποιητής, Έξοδος	

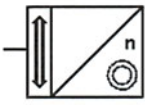
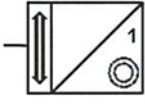
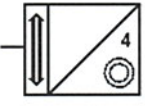
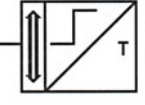
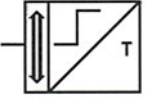
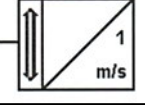

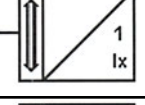

Παρατίθενται για ενημέρωση κάποια βασικά σύμβολα :


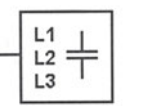
Σχήμα 3.2: Ερμηνεία συμβόλων EIB

Είδος	Περιγραφή	Σύμβολο
Συνδεσμολογία για συνεστραμμένο καλώδιο	Τροφοδοτικό	
	Πηνίο	
	Τροφοδοτικό + Πηνίο	
	Προσαρμοστής γραμμής	
	Σειριακή επικοινωνία	
	ISDN	
	Modem	
	Προσαρμοστής σύνδεσης	

Είδος	Περιγραφή	Σύμβολο
Ψηφιακές εισοδοι	n ψηφιακές εισοδοι	
	Μία (1) ψηφιακή εισοδος	
	Τρεις (3) ψηφιακές εισοδοι	
	Ψηφιακές/Αναλογικές εισοδοι	
Αναλογικές εισοδοι	n αναλογικές εισοδοι	
	Μία (1) αναλογική εισοδος	
	Τέσσερις (4) αναλογικές εισοδοι	

Είδος	Περιγραφή	Σύμβολο
Ψηφιακές έξοδοι	n ψηφιακές έξοδοι	
	Μία (1) ψηφιακή έξοδος	
	Έξι (6) ψηφιακές έξοδοι	
Αναλογικές έξοδοι	n αναλογικές έξοδοι	
	Μία (1) αναλογική έξοδος	
	Τέσσερις (4) αναλογικές έξοδοι	

Είδος	Περιγραφή	Σύμβολο
Πλήκτρα επιλογής	n πλήκτρα επιλογής	
	Ένα (1) πλήκτρο επιλογής	
	Τέσσερα (4) πλήκτρα επιλογής	
Φυσικοί αισθητήρες	Θερμοστάτης	
	Αισθητήρας θερμοκρασίας	
	Αισθητήρας ταχύτητας ανέμου	
	Αισθητήρας κίνησης	
	Αισθητήρας λαμπρότητας	
	Αισθητήρας ρεύματος/τάσης	

Είδος	Περιγραφή	Σύμβολο
Συνδεσμολογία για γραμμή ισχύος ( Power Line )	Φίλτρο	
	Προσαρμογέας φάσης	

Σχήμα 3.3: Βασικά σύμβολα ΕΙΒ

## 4. Περιγραφή λογισμικού ETS

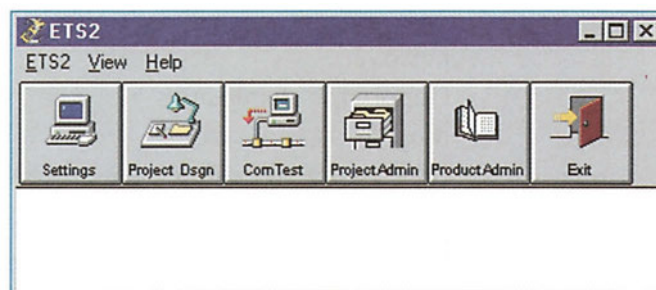
### 4.1 Εισαγωγή

Ένα δίκτυο ΕΙΒ αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις σπιτιών και κτιρίων. Με την ευελιξία που το χαρακτηρίζει ως σύστημα, είναι κατάλληλο τόσο για απλές και τυποποιημένες εγκαταστάσεις σπιτιών όσο και για τις πλέον πολύπλοκες σε λειτουργικές απαιτήσεις εγκαταστάσεις μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων.

Για τη σχεδίαση, τη θέση σε λειτουργία και τη συντήρηση του συστήματος ΕΙΒ, απαιτείται κατάλληλο λογισμικό πακέτο που θα έχει ξεκάθαρη δομή και κατ' αυτόν τον τρόπο θα διευκολύνει τους μελετητές και τους ηλεκτρολόγους εγκατάστασης και συντήρησης. Το πακέτο αυτό είναι το ETS, το οποίο είναι ένα ισχυρό εργαλείο βασισμένο στις σύγχρονες τεχνολογίες ηλεκτρονικών υπολογιστών. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ευελιξία σχεδίασης της εκάστοτε εφαρμογής σε συνδυασμό με τις δυνατότητες εύκολων μελλοντικών επεκτάσεων με νέα λειτουργικά εξαρτήματα ΕΙΒ.

Για τη σωστή λειτουργία του ETS, χρειάζεται ένα τυπικό συμβατό PC, το οποίο πρέπει να περιλαμβάνει μία ελεύθερη σειριακή θύρα για σύνδεση και επικοινωνία με την εγκατάσταση, περίπου 80 MB ελεύθερο χώρο στο σκληρό δίσκο και λειτουργικό σύστημα MS Windows.

Το ETS αποτελείται από μια σειρά υποσυστημάτων (Σχήμα 4.1) που αντιστοιχούν στις αναγκαίες εργασίες για τη συνδεσμολογία και διαχείριση του συστήματος ΕΙΒ. Με βάση το αρχικό μενού, περιγράφονται στη συνέχεια συνοπτικά οι βασικές λειτουργίες των υποσυστημάτων. Στην Ενότητα 4.2 ακολουθεί λεπτομερέστερη περιγραφή των υποσυστημάτων αυτών.



Σχήμα 4.1: Υποσυστήματα ETS

#### Settings (Ορισμός Παραμέτρων)

Καθορίζονται βασικές, γενικές παράμετροι λειτουργίας του συστήματος, όπως παράμετροι επικοινωνίας, στοιχεία εκτυπωτών, γλώσσα επικοινωνίας, κατασκευαστής εξαρτημάτων ΕΙΒ, κωδικοί ασφαλείας.

#### Project Design (Σχεδίαση Εφαρμογής)

Είναι το κύριο κομμάτι του πακέτου κατά το οποίο πραγματοποιείται η σχεδίαση της διάταξης, η επιλογή των εξαρτημάτων ΕΙΒ και ο καθορισμός των λειτουργικών παραμέτρων τους. Ορίζεται αρχικά η δομή της εφαρμογής και στη συνέχεια εισάγονται και αποκτούν διευθύνσεις οι διάφορες λειτουργικές συσκευές.

### Commissioning/ Test (Θέση σε λειτουργία / Έλεγχος)

Με το υποσύστημα αυτό πραγματοποιείται η θέση σε λειτουργία (commissioning) και ο έλεγχος (test) του συστήματος. Διατίθενται λειτουργίες για το φόρτωμα των προγραμμάτων και των διευθύνσεων στους συνδρομητές-bus, τη συλλογή και εξέταση πληροφοριών από αυτούς και τον έλεγχο της συνολικής εγκατάστασης.

### Project Administration (Διαχείριση Εφαρμογών)

Με το υποσύστημα αυτό διευκολύνεται η διαχείριση πολλών διαφορετικών εφαρμογών που συνυπάρχουν στον ίδιο προσωπικό υπολογιστή. Διατίθενται επίσης λειτουργίες εισαγωγής και εξαγωγής εφαρμογών που διευκολύνουν τη μεταφορά των διαφόρων εφαρμογών μεταξύ διαφορετικών υπολογιστών.

### Product Administration (Διαχείριση Προϊόντων)

Εδώ υποστηρίζονται λειτουργίες διαχείρισης των βάσεων δεδομένων διαφόρων κατασκευαστών προϊόντων EIB τα οποία χρησιμοποιούνται στην τρέχουσα εγκατάσταση ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον.

## 4.2 Περιγραφή υποσυστημάτων ETS

Όλες οι διαθέσιμες λειτουργίες των υποσυστημάτων επιλέγονται με τα αντίστοιχα εικονίδια ή μενού. Σε κάθε υποσύστημα περιλαμβάνεται Βοήθεια (Help) και Εικονίδιο Επιστροφής ή Εξόδου (Exit).

### 4.2.1 Settings (Ορισμός Παραμέτρων)

Το μενού Settings περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

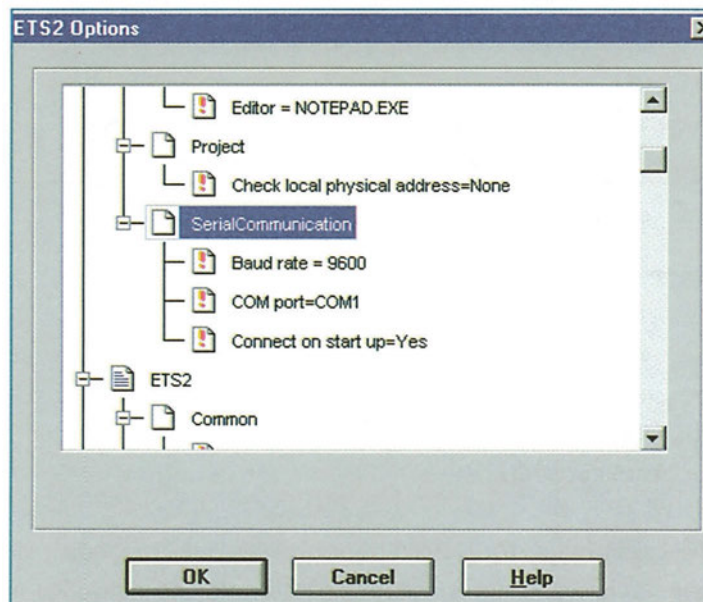
Options	: Επιλογές
Printer Setup	: Παράμετροι Εκτυπωτή
Passwords	: Κωδικοί Ασφαλείας
Edit Mailing Formats	: Επεξεργασία Ταχυδρομικών Επιστολών
Select Language	: Επιλογή Γλώσσας Πακέτου
Select Database Language	: Επιλογή Γλώσσα Βάσης Δεδομένων Εξαρτημάτων EIB
Manufacturer Filte	: Κατάλογος Κατασκευαστών Εξαρτημάτων EIB



Σχήμα 4.2: Παράμετροι

Με την εντολή **Options** (Επιλογές) καθορίζονται μια σειρά παραμέτρων λειτουργίας του πακέτου και του συστήματος. Εδώ καθορίζονται οι παράμετροι επικοινωνίας (Σχήμα 4.3) του προσωπικού υπολογιστή μας με το δίκτυο ΕΙΒ. Αυτές είναι :

- Η σειριακή θύρα επικοινωνίας του υπολογιστή (COM1, COM2)
- Η ταχύτητα επικοινωνίας (τυπική τιμή 9600 bps)
- Η αυτόματη σύνδεση του υπολογιστή με το δίκτυο, όταν το ETS είναι σε Θέση λειτουργίας/ Έλεγχου (Commissioning/ Test)

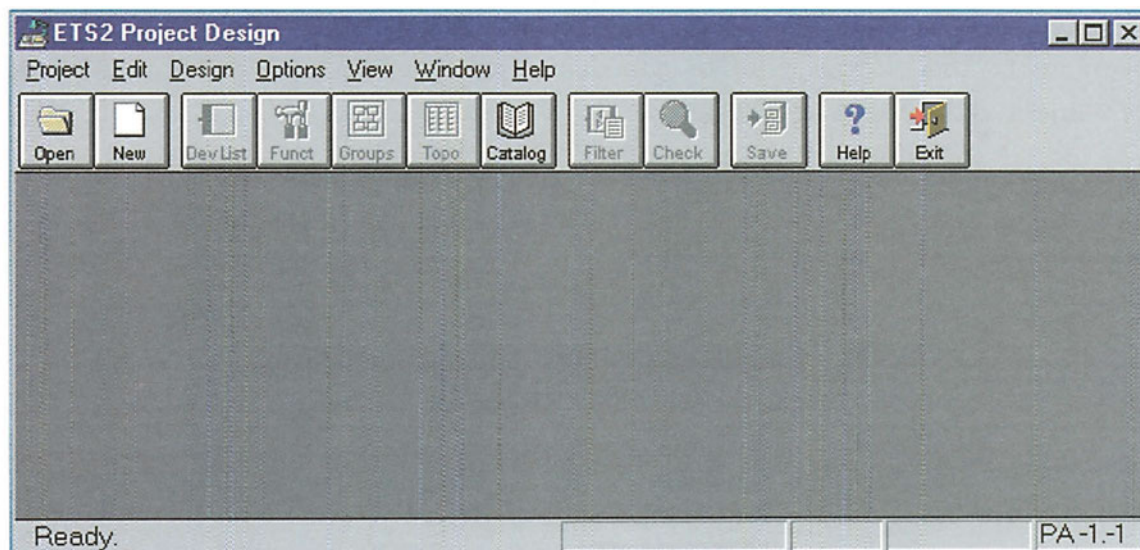


Σχήμα 4.3: Παράμετροι επικοινωνίας

## 4.2.2 Project Design (Σχεδίαση Εφαρμογής)

Το μενού Project Design (Σχήμα 4.4) περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

Open	: Άνοιγμα υπάρχουσας εφαρμογής
New	: Δημιουργία νέας εφαρμογής
DevList	: Κατάλογος Συσκευών
Funct	: Κατάλογος Λειτουργιών
Groups	: Κατάλογος Ομάδων
Topo	: Απεικόνιση (Τοπολογία) Διάταξης
Catalog	: Άνοιγμα Καταλόγου Συσκευών
Filter	: Απεικόνιση Διάταξης με διάφορα κριτήρια
Check	: Έλεγχος σωστής παραμετροποίησης
Save	: Αποθήκευση αλλαγών



Σχήμα 4.4: Σχεδίαση εφαρμογής

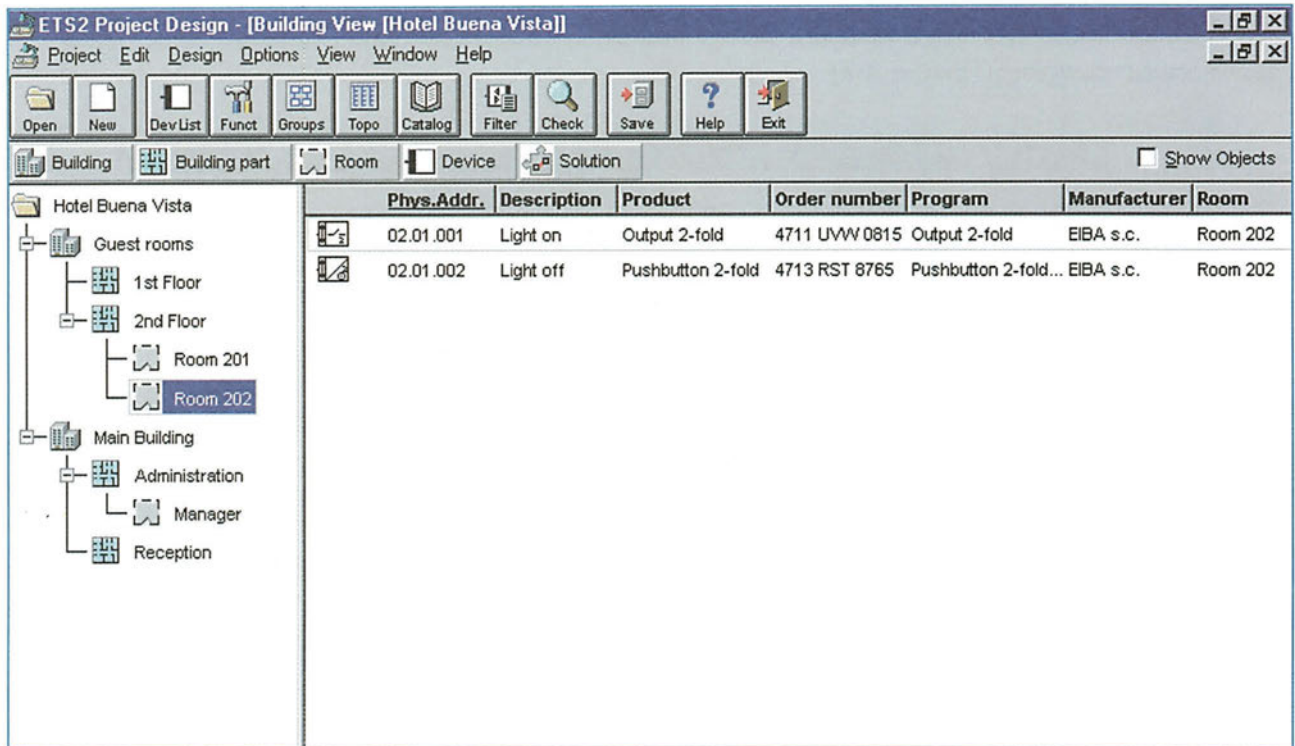
Στο τμήμα αυτό καθορίζονται οι γενικές παράμετροι και η δομή της εφαρμογής, οι παράμετροι των συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν και οι λογικές διασυνδέσεις μεταξύ τους. Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης, παρέχονται δυνατότητες αντιγραφής κομματιών από ήδη υπάρχουσες εφαρμογές ή τυποποιημένες λύσεις κατασκευαστών.

Οι εφαρμογές στο ETS απεικονίζονται με διάφορους τρόπους, οι οποίοι μπορούν να συνυπάρχουν παράλληλα. Όλες οι απεικονίσεις χρησιμοποιούν τα στοιχεία της εφαρμογής τα οποία απεικονίζουν με διαφορετικό τρόπο (δενδροειδή διάταξη, ταξινομημένα κ.α.) και με διαφορετική λειτουργική δομή. Οι απεικονίσεις επιλέγονται είτε από τα αντίστοιχα εικονίδια είτε μέσα από το κεντρικό μενού.

Στη συνέχεια, παρατίθενται οι απεικονίσεις και οι βασικές λειτουργίες τους:

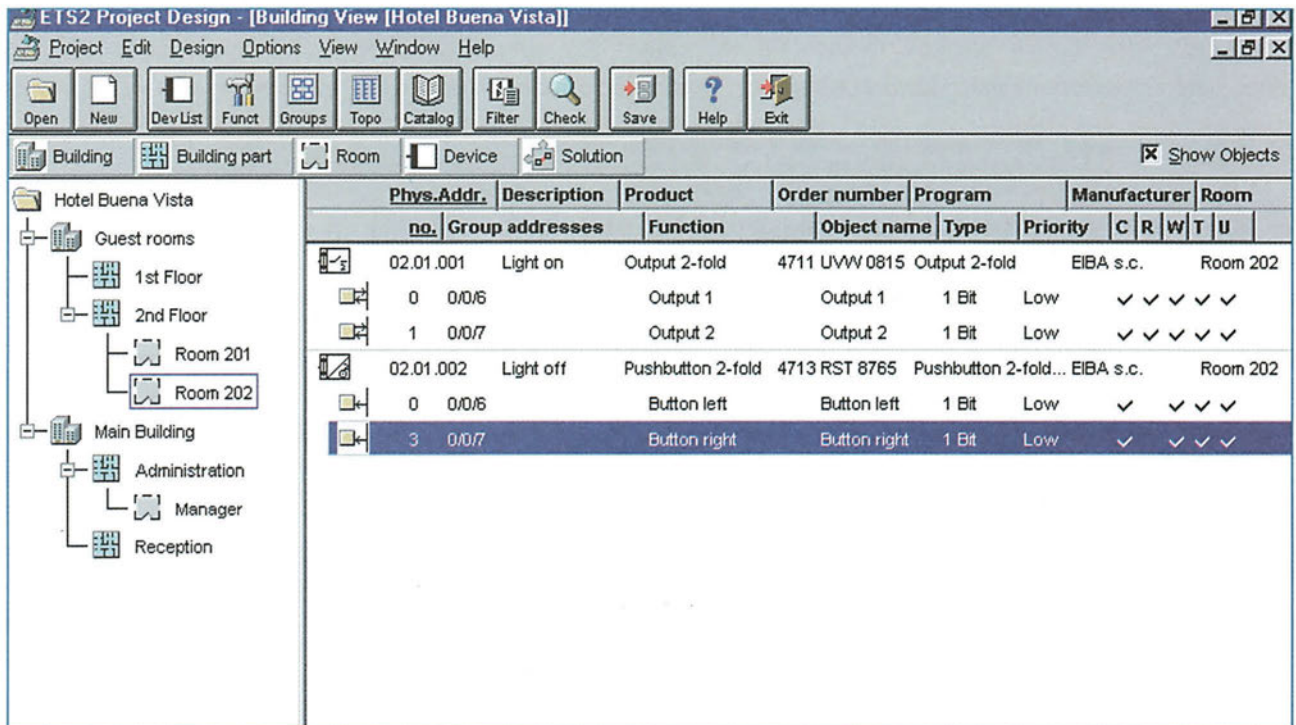
#### **A. Κτιριακή Απεικόνιση ( Building View )**

Αυτή είναι η κύρια απεικόνιση της εφαρμογής (Σχήμα 4.5) και χρησιμοποιείται για να καθοριστεί αρχικά η χωροταξική και λειτουργική δομή του κτιρίου και στη συνέχεια για να τοποθετηθούν οι συσκευές στους χώρους του. Η «ιεραρχία» περιλαμβάνει Κτίριο (Building), Τμήμα Κτιρίου (Building Part), Δωμάτιο (Room), Συσκευή (Device). Για κάθε τμήμα της «ιεραρχίας» απεικονίζονται τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται και οι συσκευές που τοποθετούνται σ' αυτά. Η απεικόνιση αυτή διευκολύνει την συνολική εποπτεία της εφαρμογής τόσο για μεγάλα όσο και για μικρά έργα.



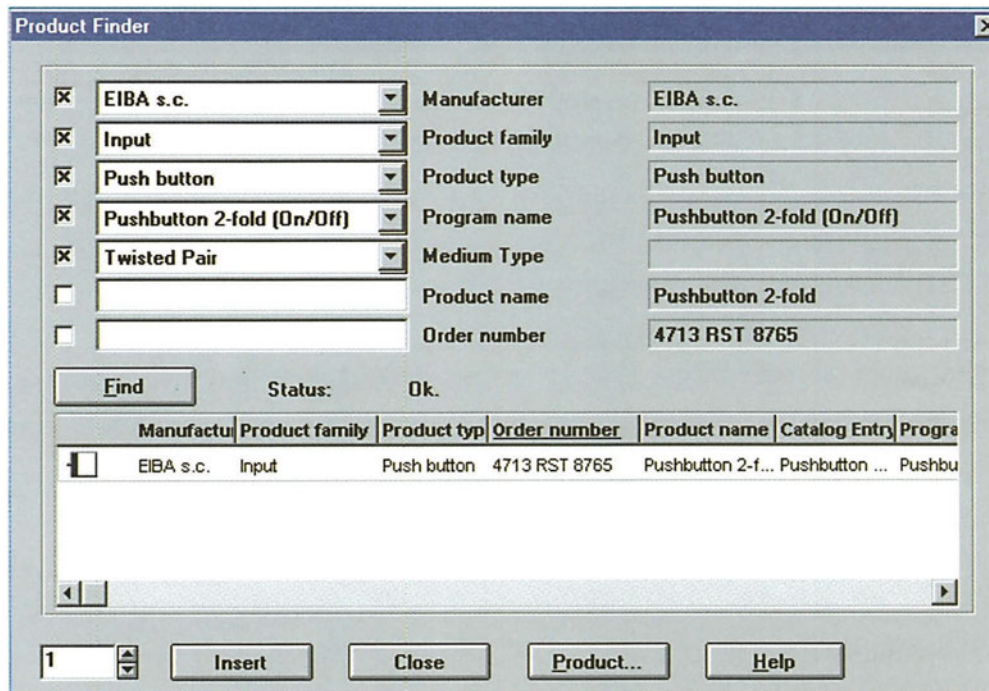
Σχήμα 4.5: Κτιριακή απεικόνιση

Με κατάλληλη επιλογή (πάτημα στο λευκό κουτάκι πριν την ένδειξη Show Objects), απεικονίζονται και τα λειτουργικά υποσυστήματα από τα οποία μπορεί να αποτελείται κάθε συσκευή (Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6: Κτιριακή απεικόνιση με λειτουργικά υποσυστήματα

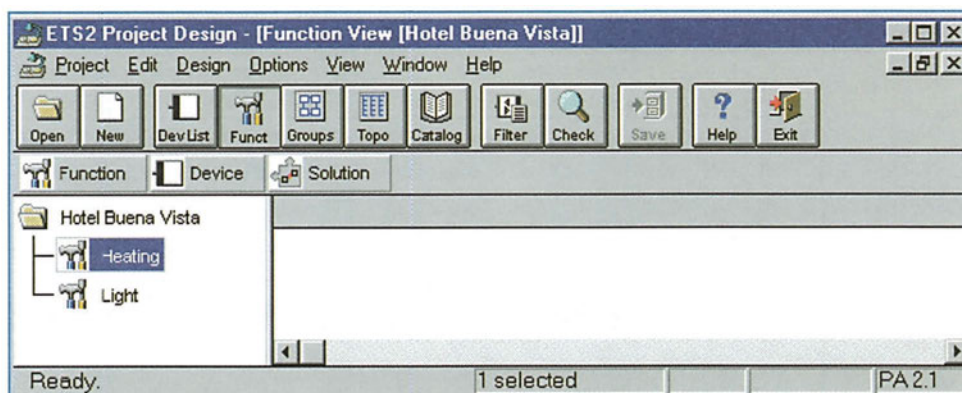
Μετά από την επιλογή των συσκευών, είναι δυνατός ο καθορισμός των φυσικών διευθύνσεων και των παραμέτρων τους (Σχήμα 4.7).



Σχήμα 4.7: Παράμετροι συσκευών

## B. Λειτουργική Απεικόνιση ( Function View )

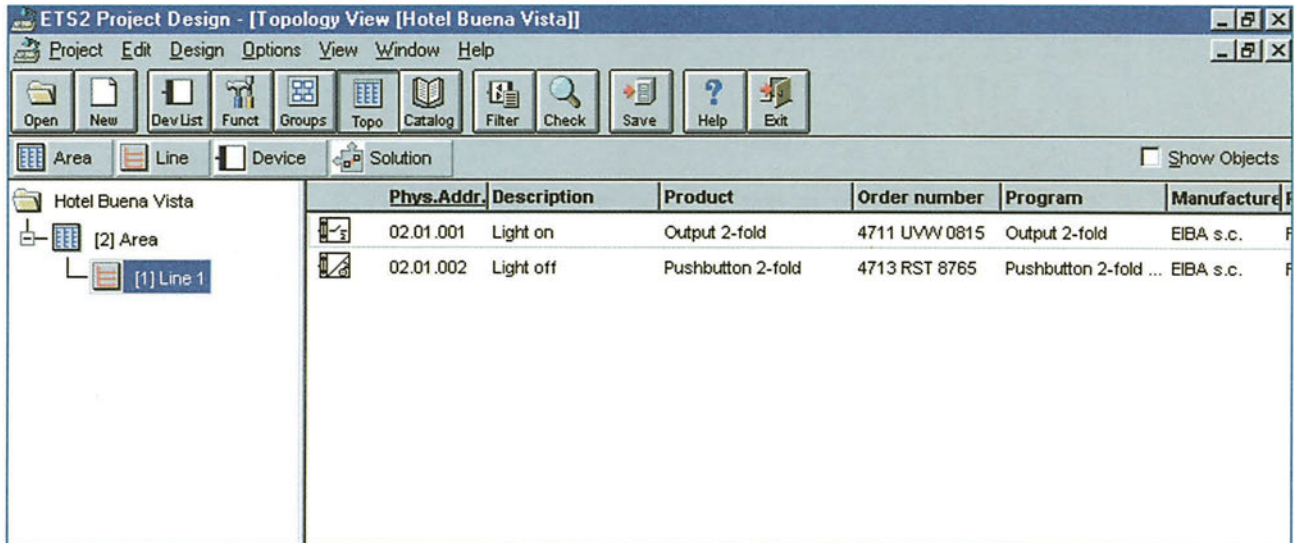
Εάν επιλεγθεί αυτή η απεικόνιση (π.χ. με το πάτημα του κουμπιού Funct), τότε εμφανίζονται όλες οι συσκευές ομαδοποιημένες κατά λειτουργίες, όπως θέρμανση, κλιματισμός, φωτισμός κ.λπ. (Σχήμα 4.8)



Σχήμα 4.8: Λειτουργική απεικόνιση

### Γ. Απεικόνιση Διάταξης ( Topology View )

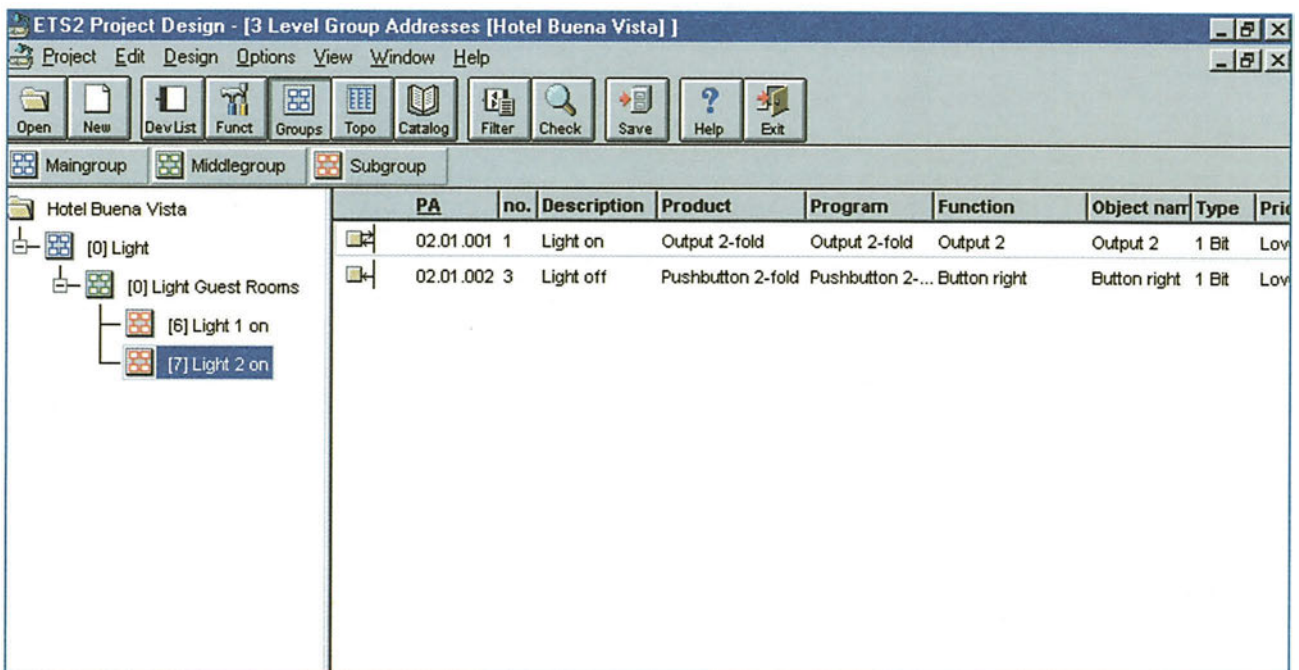
Με την επιλογή Topology View (πάτημα του κουμπιού Topo), εμφανίζεται η διάταξη της εφαρμογής σε περιοχές και γραμμές καθώς και οι συσκευές που ανήκουν σε αυτές (Σχήμα 4.9).



Σχήμα 4.9: Απεικόνιση διάταξης

### Δ. Απεικόνιση Διευθύνσεων Ομάδων ( Group Addresses View )

Μ' αυτή την επιλογή (πάτημα του κουμπιού Groups), εμφανίζεται η δομή των ομάδων και οι διευθύνσεις αυτών. Στη συνέχεια, οι διευθύνσεις ομάδων συνδέονται με τα αντίστοιχα λειτουργικά υποσυστήματα των συσκευών (Σχήμα 4.10).



Σχήμα 4.10: Απεικόνιση διευθύνσεων ομάδων

### Ε. Απεικόνιση Συσκευών ( Device View )

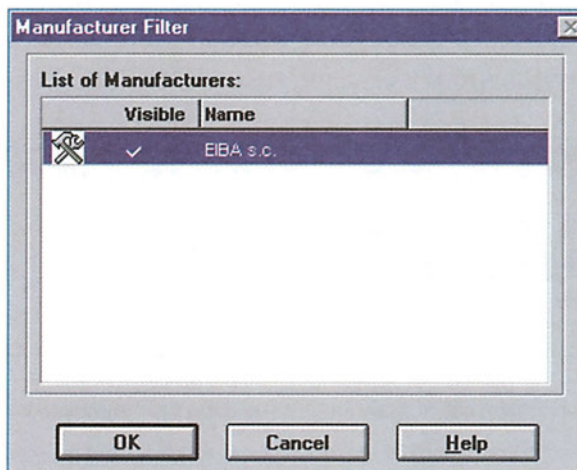
Μ' αυτή την επιλογή (πάτημα του κουμπιού DevList), εμφανίζονται όλες οι συσκευές της εφαρμογής είτε συνολικά είτε ένα υποσύνολο αυτών βασισμένο σε κάποια κριτήρια (Σχήμα 4.11).



Σχήμα 4.11: Απεικόνιση συσκευών

### ΣΤ. Κατάλογος Προϊόντων ( Product Catalog )

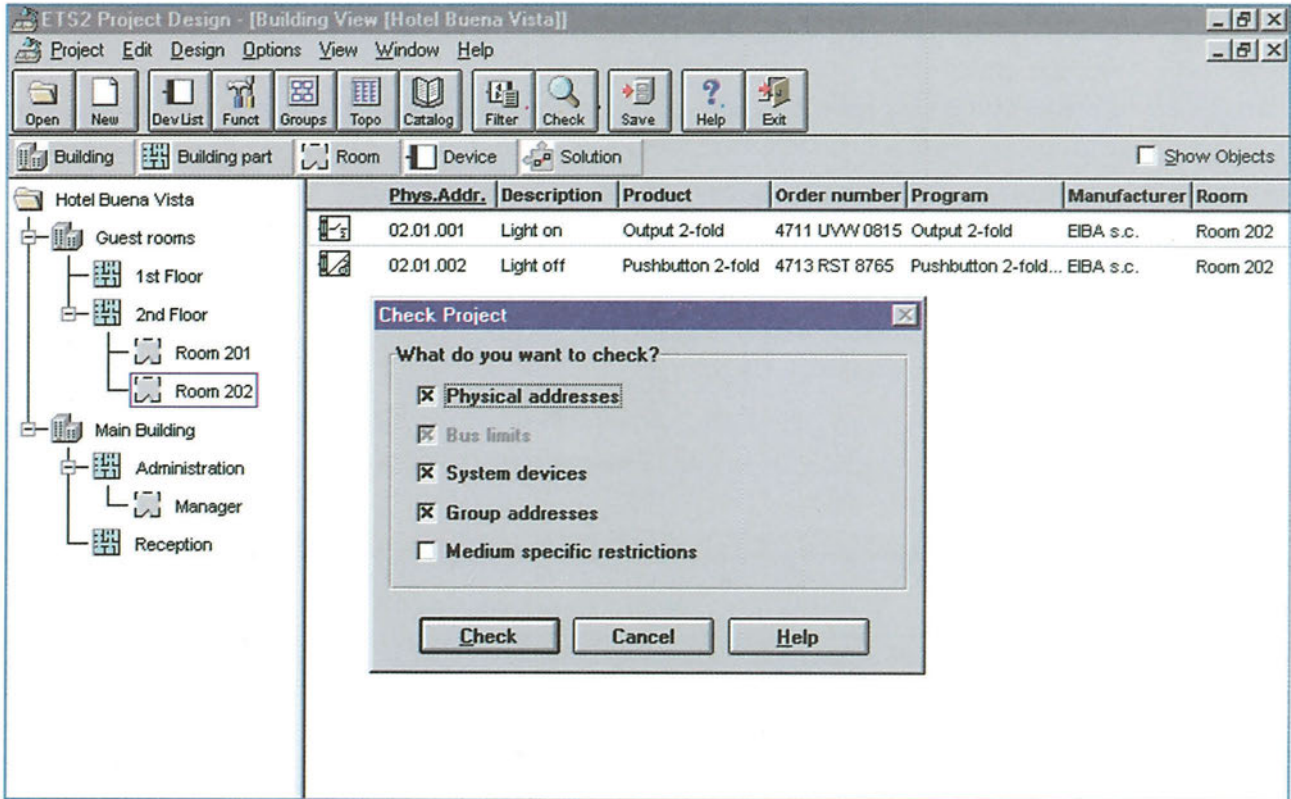
Κάθε κατασκευαστής συσκευών EIB μπορεί να προμηθεύσει τον κατάλογο των προϊόντων του σε ηλεκτρονική μορφή συμβατή με το ETS. Η απεικόνιση όλων των συσκευών (Σχήμα 4.12) γίνεται ιεραρχημένη κατά κατασκευαστή και ομάδα (είσοδοι, έξοδοι, συσκευές συστήματος κ.ά.). Είναι επίσης δυνατή και η εκτύπωση του καταλόγου.



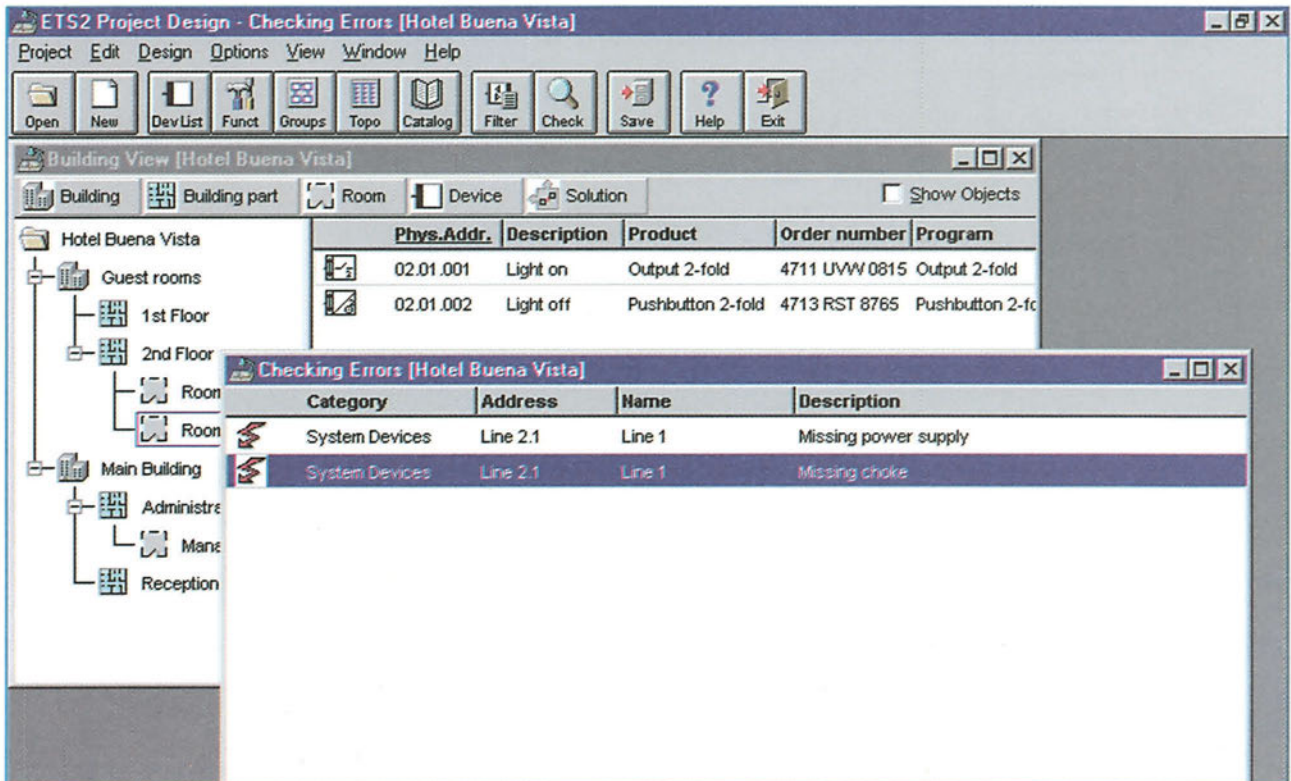
Σχήμα 4.12: Κατάλογος προϊόντων

### Ζ. Έλεγχος σωστής συνδεσμολογίας ( Check )

Με το τέλος της συνδεσμολογίας της εφαρμογής, γίνεται διαγνωστικός έλεγχος για την ανίχνευση πιθανών λαθών ή ασυμβατοτήτων, όσον αφορά τις συσκευές ή τις διευθύνσεις που έχουν δοθεί σ' αυτές (Σχήμα 4.13). Τα λάθη απεικονίζονται σε πίνακα μετά το τέλος του ελέγχου (Σχήμα 4.14).



Σχήμα 4.13: Καθορισμός παραμέτρων για έλεγχο

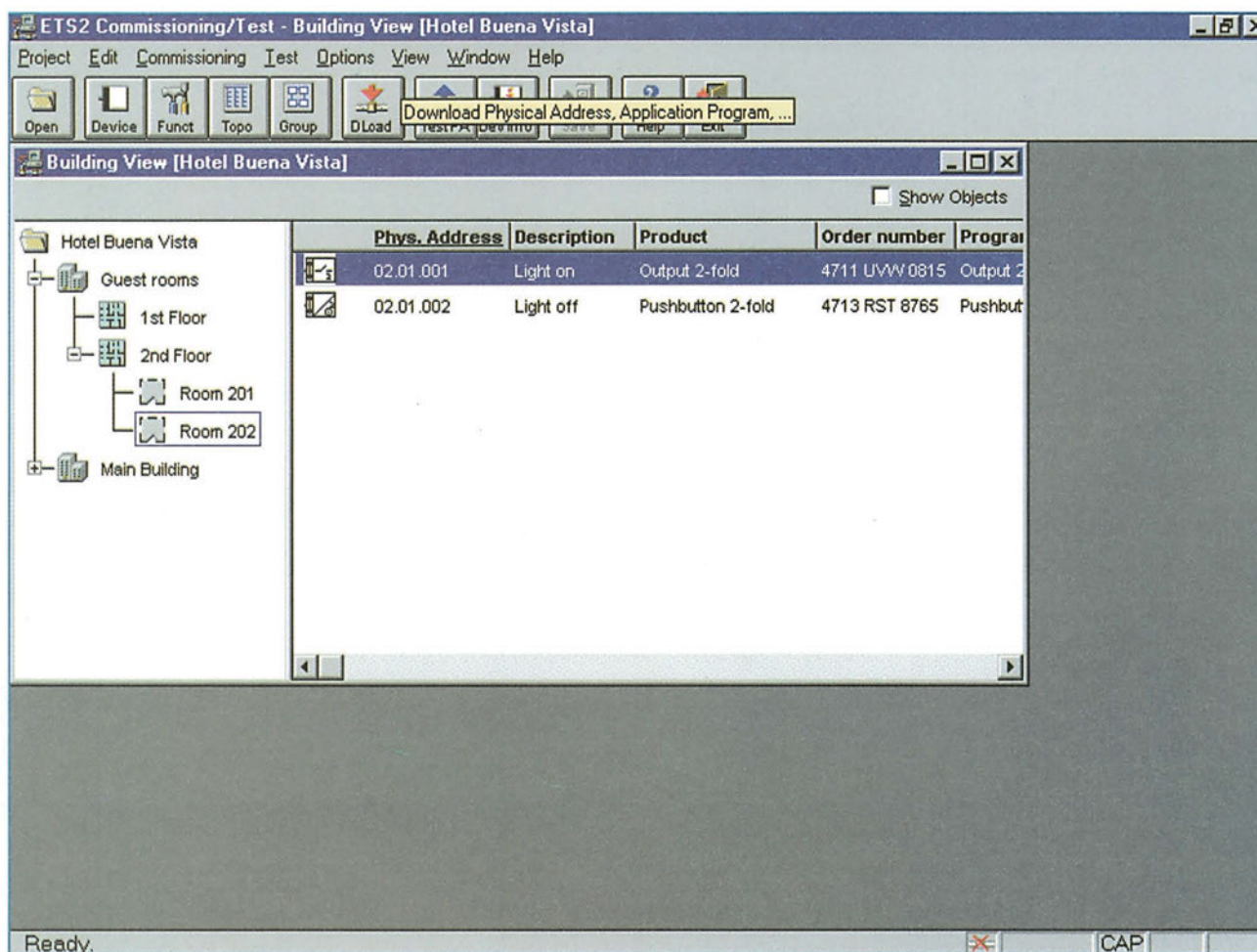


Σχήμα 4.14: Αποτελέσματα ελέγχου

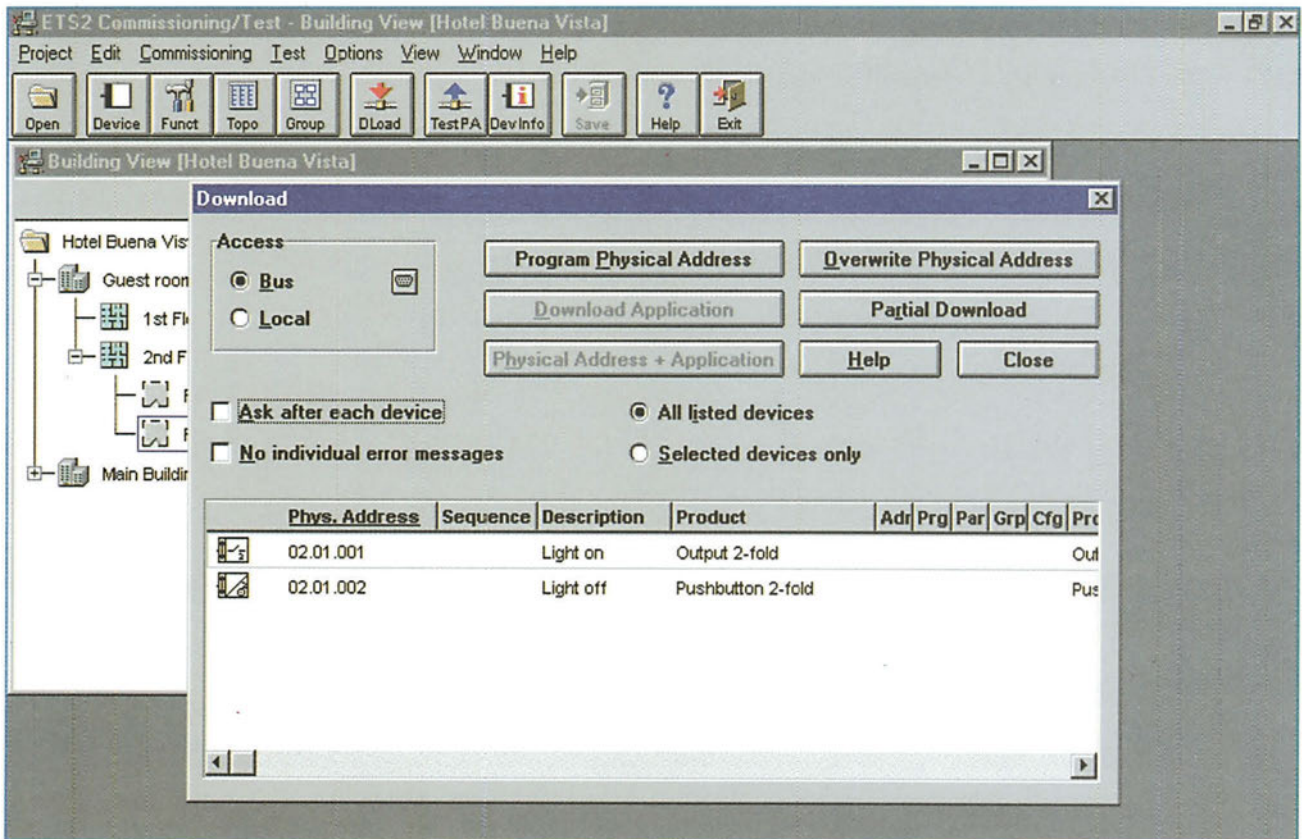
### 4.2.3 Commissioning/Test (Θέση σε λειτουργία/Ελεγχος)

Το μενού Commissioning/ Test περιλαμβάνει τις απεικονίσεις του προηγούμενου μενού Project Design, με το οποίο όμως υπάρχει η δυνατότητα να εμφανιστεί η πραγματική κατάσταση λειτουργίας των συσκευών (real-time operation). Περιλαμβάνονται επίσης και οι ακόλουθες λειτουργίες (Σχήματα 4.15-4.17) :

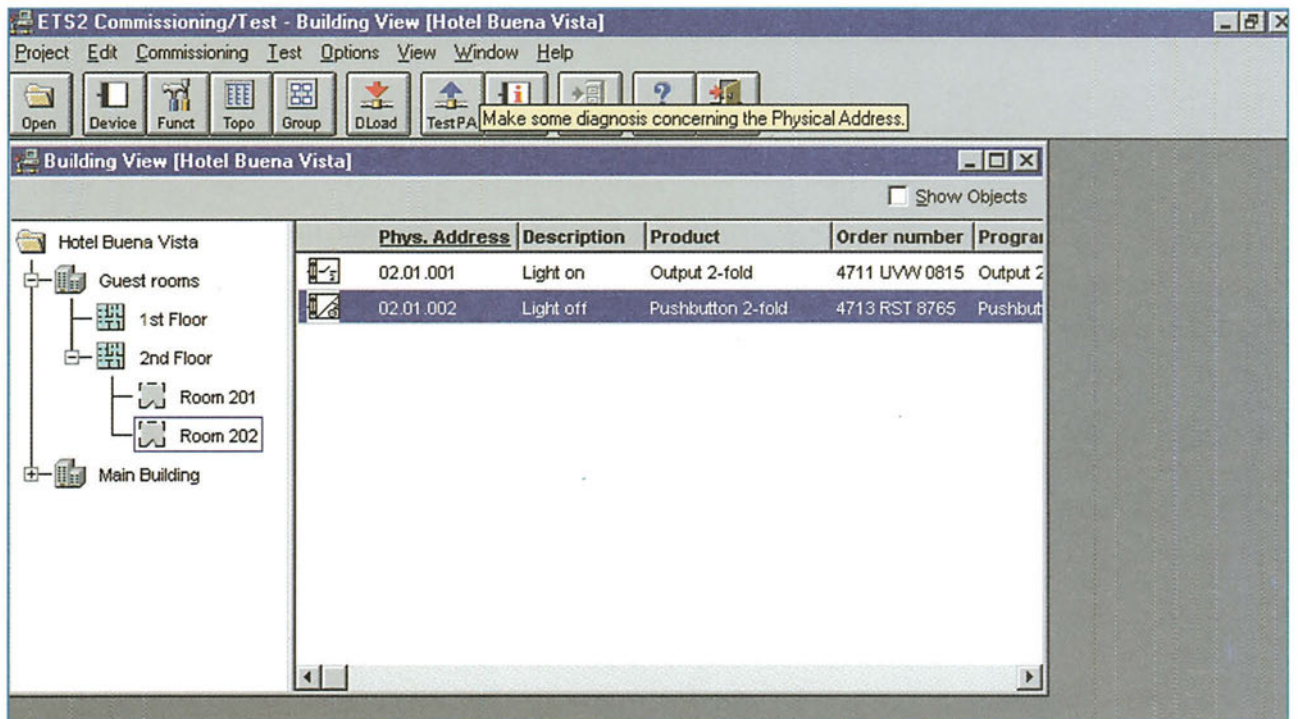
Open	: Άνοιγμα υπάρχουσας εφαρμογής
New	: Δημιουργία νέας εφαρμογής
Dload	: Φόρτωμα φυσικών διευθύνσεων/ προγραμμάτων στους συνδρομητές
TestPA	: Διάγνωση φυσικών διευθύνσεων
DevInfo	: Πληροφορίες συνδρομητών



Σχήμα 4.15: Φόρτωμα διευθύνσεων / προγραμμάτων (α)



Σχήμα 4.16: Φόρτωση διευθύνσεων / προγραμμάτων (β)

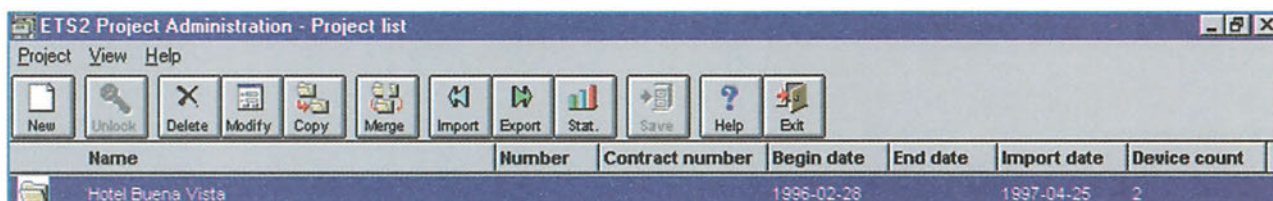


Σχήμα 4.17: Διάγνωση

## 4.2.4 Project Administration (Διαχείριση Εφαρμογών)

Το μενού Project Administration (Σχήμα 4.18) περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

New	: Δημιουργία νέας εφαρμογής
Unlock	: Ξεκλείδωμα εφαρμογής που είναι προστατευμένη με κωδικό ασφαλείας
Delete	: Σβήσιμο εφαρμογών
Modify	: Τροποποίηση εφαρμογών
Copy	: Αντιγραφή εφαρμογών
Merge	: Συγχώνευση δύο εφαρμογών σε μία
Import	: Εισαγωγή εφαρμογών από αρχείο
Export	: Εξαγωγή εφαρμογών σε αρχείο
Stat	: Στατιστικά στοιχεία εφαρμογών

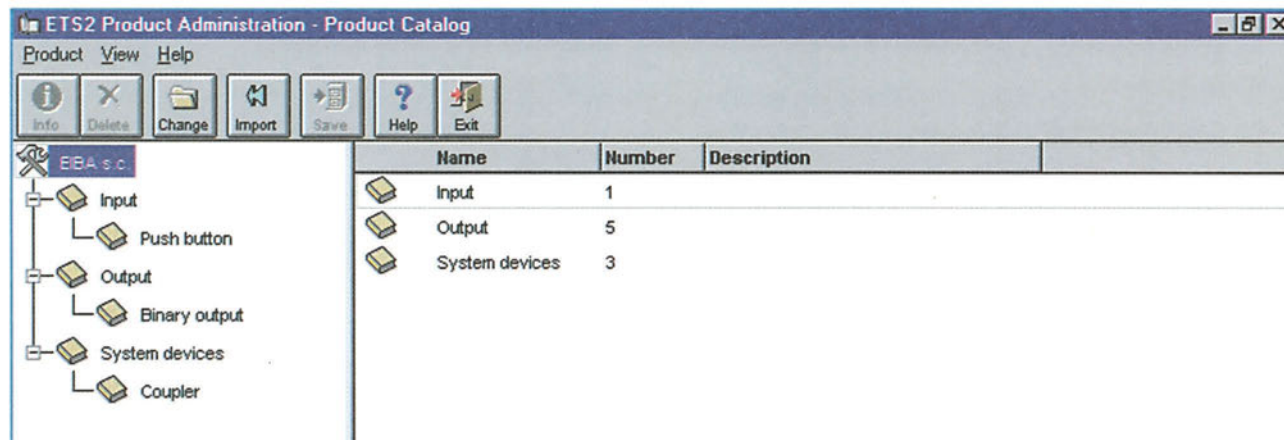


Σχήμα 4.18: Διαχείριση εφαρμογών

## 4.2.5 Product Administration (Διαχείριση Προϊόντων)

Το μενού Product Administration (Σχήμα 4.19) περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

Info	: Απεικόνιση πληροφοριών συσκευής
Delete	: Σβήσιμο επιλεγμένων συσκευών
Change	: Αλλαγή κατασκευαστή
Import	: Εισαγωγή νέων συσκευών από αρχείο



Σχήμα 4.19: Διαχείριση προϊόντων

## 5. Σχεδιασμός εφαρμογής

### 5.1 Εισαγωγή

Για να προσδιοριστούν οι ανάγκες και οι απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης εγκατάστασης ΕΙΒ, συντάσσεται μια αναλυτική μελέτη. Το σύστημα ΕΙΒ προσφέρει πολλές δυνατότητες των οποίων η εφαρμογή με τη συμβατική τεχνολογία θα ήταν ιδιαίτερα πολύπλοκη και κατά συνέπεια δύσκολη.

Στο αρχικό στάδιο της μελέτης, γίνεται συζήτηση και ενημέρωση του πελάτη για τις υπάρχουσες δυνατότητες, καθορίζονται οι πρόσφατες ανάγκες και προβλέπονται οι μελλοντικές του, έτσι ώστε να υλοποιηθεί η κατά το δυνατόν καλύτερη εγκατάσταση ΕΙΒ.

Στη συνέχεια, παρατίθενται κάποια σημεία που πρέπει να τονιστούν σ' αυτή τη συζήτηση και μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό μιας σωστής εγκατάστασης και στην αποφυγή μελλοντικών προβλημάτων.

1. **Καθορίζεται η δομή του κτιρίου και των διαφόρων λειτουργικών υποσυστημάτων** από τα οποία αποτελείται (π.χ. ο διαχωρισμός σε ορόφους ή σε ξεχωριστά μέρη που βρίσκονται στον ίδιο όροφο ή σε ξεχωριστά κτιριακά συγκροτήματα). Ορίζονται επίσης χωροταξικά τα σημεία απ' όπου θα έχουμε κεντρικό έλεγχο της συνολικής εγκατάστασης ή αποκεντρωμένο έλεγχο ορισμένων τμημάτων αυτής. Στη συνέχεια, ορίζονται οι λειτουργικές ομάδες, όπως ομάδες φωτισμού, θέρμανσης κ.ά. Αναφέρονται οι μέγιστες αποστάσεις μεταξύ των συσκευών, οι οποίες και θα καθορίσουν τα μήκη των καλωδίων. Μ' αυτό τον τρόπο, προκύπτει και ο διαχωρισμός σε γραμμές ή περιοχές ή η ανάγκη χρήσης επαναληπτών.
2. **Καθορίζονται οι λειτουργικές απαιτήσεις των συσκευών** και οι πιθανές αλληλεξαρτήσεις λειτουργιών τους (π.χ. ο έλεγχος του φωτισμού από ένα τοπικό μπουτόν, από γενικό διακόπτη του κεντρικού πίνακα του κτιρίου ή από τοπικό αισθητήρα φωτεινότητας). Στη συνέχεια, γίνεται η κατάλληλη επιλογή συσκευών και ο σωστός καθορισμός των λειτουργικών παραμέτρων τους.
3. **Καθορίζονται οι ενδείξεις λειτουργίας** διαφόρων σημείων οι οποίες είναι απαραίτητες για καθημερινή εποπτεία της εγκατάστασης ή για διάγνωση βλαβών (π.χ. ενδείξεις θερμοκρασίας, ενδείξεις κατάστασης ανοικτό / κλειστό). Αυτές μπορεί ή να βρίσκονται τοπικά (π.χ. display panels) ή να απεικονίζονται σε κεντρικό σύστημα ελέγχου βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (SCADA) ή να μεταδίδονται εξωτερικά του κτιρίου (π.χ. με ISDN-Gateways).

### 5.2 Περιγραφή Εφαρμογής

Δίνονται οι βασικές αρχές σχεδίασης μιας συγκεκριμένης εφαρμογής ελέγχου φωτισμού των γραφείων μιας εταιρείας. Ένα πολύ απλό λειτουργικό σενάριο θα μπορούσε να ήταν το ακόλουθο:

- Τέσσερα (4) φωτιστικά σημεία που αντιστοιχούν σε διαφορετικά γραφεία που βρίσκονται σε μια αίθουσα, ελέγχονται από αντίστοιχα τοπικά μπουτόν που βρίσκονται στον ίδιο αντίστοιχο χώρο.
- Σε κάθε γραφείο υπάρχει αισθητήρας ανίχνευσης παρουσίας υπαλλήλου. Αν ο υπάλληλος απομακρυνθεί από το γραφείο του, το αντίστοιχο φως σβήνει.
- Τα τέσσερα (4) φωτιστικά σημεία ελέγχονται μαζί με άλλα φωτιστικά σημεία και από γενικό διακόπτη, που βρίσκεται στον κεντρικό πίνακα της εγκατάστασης.

Για το σχεδιασμό της εφαρμογής, είναι αναγκαίες οι ακόλουθες συσκευές:

Τροφοδοτικό

Πηνίο

Προσαρμοστής γραμμής

Συσκευή 4 δυαδικών εισόδων παρακολούθησης επαφών

(για τη σύνδεση των ανιχνευτών παρουσίας)

Συσκευή 4 δυαδικών εισόδων για συμβατικά μπουτόν

(για τη σύνδεση των τοπικών μπουτόν)

Συσκευή 1 δυαδικής εισόδου παρακολούθησης επαφών

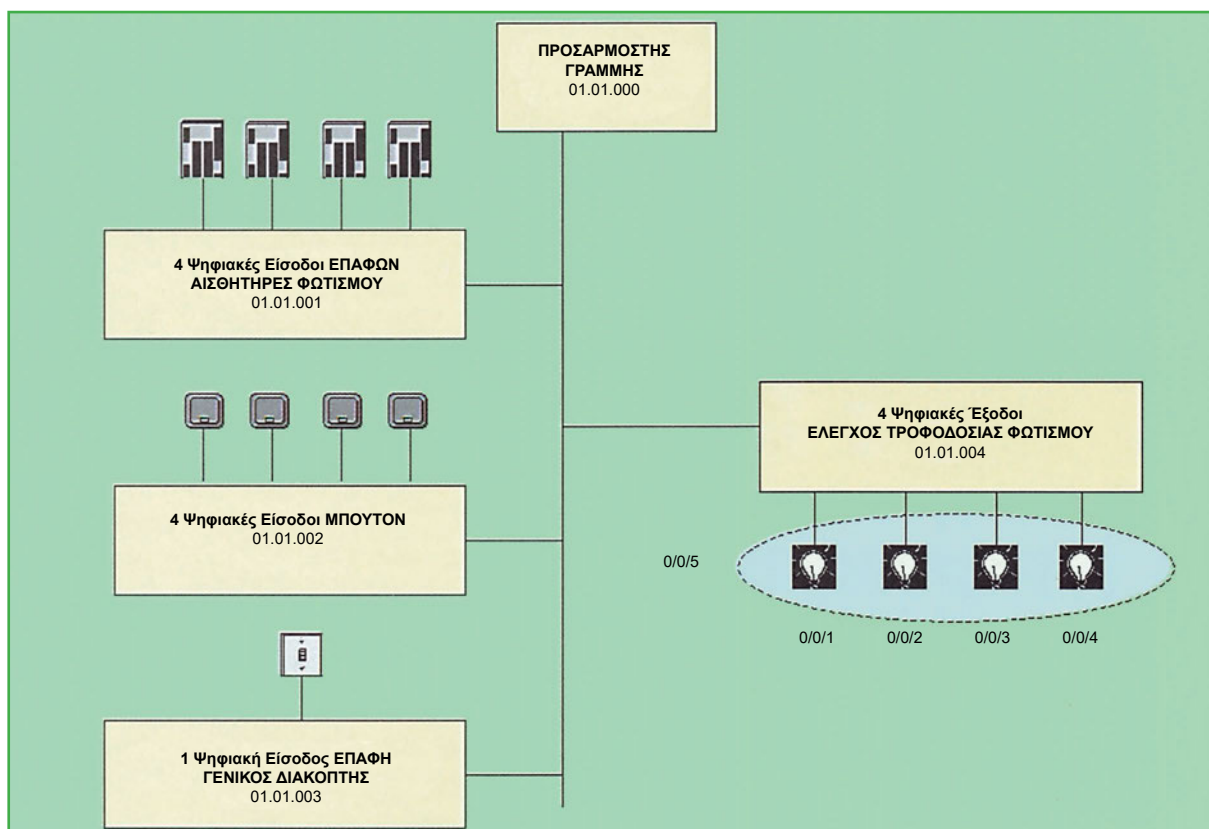
(για τη σύνδεση του γενικού διακόπτη)

Συσκευή 4 δυαδικών εξόδων

(για τη σύνδεση της τροφοδοσίας των φωτιστικών σημείων)

Μετά από την επιλογή των συσκευών, το επόμενο βήμα είναι η φυσική διευθυνσιοδότησή τους. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή έχουμε 1 περιοχή και 1 γραμμή, επομένως οι φυσικές διευθύνσεις των συσκευών θα είναι στη μορφή 01.01.xxx. Πιο συγκεκριμένα, θα έχουμε:

Προσαρμοστής γραμμής	: 01.01.000
Συσκευή 4 δυαδικών εισόδων παρακολούθησης επαφών	: 01.01.001
Συσκευή 4 δυαδικών εισόδων για συμβατικά μπουτόν	: 01.01.002
Συσκευή 1 δυαδικής εισόδου παρακολούθησης επαφών	: 01.01.003
Συσκευή 4 δυαδικών εξόδων	: 01.01.004



Σχήμα 5.1: Διάταξη εφαρμογής

Στη συνέχεια, καθορίζεται η διευθυνσιοδότηση ομάδας. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, θα πρέπει να οριστούν:

- Τέσσερις (4) ξεχωριστές ομάδες για καθένα από τα φωτιστικά σημεία, έτσι ώστε να έχουμε τοπικό έλεγχο αυτών από το αντίστοιχο μπουτόν ή τον ανιχνευτή παρουσίας.
- Μία (1) ομάδα η οποία θα περιλαμβάνει και τα 4 φωτιστικά σημεία, μαζί με όλα τα πιθανά μελλοντικά, έτσι ώστε να έχουμε κεντρικό έλεγχο αυτών από το γενικό διακόπτη.

Επομένως, καθεμιά από τις 4 δυαδικές εξόδους θα ανήκει στις αντίστοιχες διευθύνσεις ομάδων 0/0/1, 0/0/2, 0/0/3 και 0/0/4 και όλες μαζί θα ανήκουν στη διεύθυνση 0/0/5. Στη συνέχεια, θα πρέπει να συνδεθεί η λειτουργία των μπουτόν, των ανιχνευτών και του γενικού διακόπτη με τις αντίστοιχες ομάδες.

Μετά από τη διευθυνσιοδότηση, ο σχεδιαστής θα πρέπει να ορίσει και μια σειρά λειτουργικών παραμέτρων για κάθε συσκευή.

Η τελική φάση είναι το «φόρτωμα» των καθορισμένων φυσικών διευθύνσεων στις αντίστοιχες συσκευές. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να γίνει για όλες τις συσκευές του δικτύου. Μετά από την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, «φορτώνονται» ταυτόχρονα σε όλες τις συσκευές τα προγράμματα που περιλαμβάνουν τις λειτουργικές συνδέσεις και τις παραμέτρους των αντίστοιχων συσκευών και η εγκατάσταση είναι έτοιμη για λειτουργία.

## 5.3 Έλεγχοι της εγκατάστασης

Όταν τελειώσει η κατασκευή μιας εγκατάστασης, γίνονται ορισμένοι έλεγχοι για την τήρηση των προδιαγραφών ΕΙΒ. Ειδικότερα οι έλεγχοι αυτοί είναι:

### 1. Έλεγχος για την τήρηση των επιτρεπόμενων μηκών των αγωγών

Λόγω της ωμικής αντίστασης, της χωρητικότητας και της επαγωγής των αγωγών Bus παρουσιάζονται πτώσεις τάσης και καθυστέρηση στη μεταφορά δεδομένων. Έτσι, προκύπτουν οι παρακάτω φυσικοί περιορισμοί μιας εγκατάστασης ΕΙΒ (χωρίς επαναλήπτες).

Μήκος ενός τομέα γραμμής	1000 μέτρα μέγιστο
Απόσταση μεταξύ τροφοδοτικού και συνδρομητή Bus	350 μέτρα μέγιστο
Απόσταση μεταξύ δύο συνδρομητών Bus στην ίδια γραμμή	700 μέτρα μέγιστο
Απόσταση μεταξύ δύο τροφοδοτικών στην ίδια γραμμή, συμπεριλαμβανομένων και των πηνίων	Τουλάχιστον 200 μέτρα

### 2. Έλεγχος σήμανσης

Τα άκρα των καλωδίων Bus πρέπει να φέρουν τη σήμανση «ΕΙΒ» ή «Bus», προκειμένου να αναγνωρίζονται εύκολα ως Bus καλώδια εγκαταστάσεων. Επιπρόσθετα, η αναφορά της περιοχής και της γραμμής διευκολύνει την ανεύρεση συγκεκριμένων αγωγών.

### 3. Έλεγχος ανεπίτρεπτης σύνδεσης

Οι αγωγοί Bus διαφορετικών γραμμών δεν επιτρέπεται να συνδεθούν μεταξύ τους. Οι ανεπίτρεπτες αυτές συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών γραμμών είναι δυνατόν να εντοπίζονται με διακοπή της τροφοδοσίας τάσης στις γραμμές που πρόκειται να ελεγχθούν. Εάν στον προσαρμοστή της γραμμής στην οποία έχει διακοπεί η τροφοδοσία συνεχίζει να ανάβει το LED λειτουργίας, τότε στη γραμμή αυτή υπάρχει κάποια ανεπίτρεπτη σύνδεση.

### 4. Έλεγχος της αντίστασης μόνωσης

Η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης του αγωγού Bus πραγματοποιείται με τάση DC 250 V. Η τιμή της αντίστασης μόνωσης θα πρέπει να ανέρχεται τουλάχιστον στα 250 kΩ. Η μέτρηση πραγματοποιείται μεταξύ κάθε αγωγού και γείωσης και όχι μεταξύ των αγωγών.

### 5. Έλεγχος πολικότητας

Ο έλεγχος πολικότητας διενεργείται σε όλες τις συσκευές Bus. Για να γίνει ο έλεγχος αυτός, πρέπει η συσκευή Bus να ενεργοποιηθεί με το πλήκτρο προγραμματισμού. Εάν ανάψει το αντίστοιχο LED, τότε η συσκευή Bus είναι σωστά συνδεδεμένη. Με ένα νέο πάτημα του πλήκτρου, η συσκευή Bus τίθεται σε κατάσταση λειτουργίας και το LED σβήνει.

### 6. Έλεγχος τάσης Bus

Σε άκρο του αγωγού Bus ελέγχεται η τάση του με ένα βολτόμετρο, μετά από τη σύνδεση όλων των συσκευών Bus. Η τάση θα πρέπει να ανέρχεται στα 21 V DC τουλάχιστον.

### Πρωτόκολλο παράδοσης

Όλα τα αποτελέσματα των ελέγχων πρωτοκολλούνται και επισυνάπτονται στα έγγραφα περιγραφής της εγκατάστασης.

## 6. Ανακεφαλαίωση

Οι συνεχώς αυξανόμενες λειτουργικές απαιτήσεις των σύγχρονων ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων ώθησαν στη δημιουργία του συστήματος ΕΙΒ. Με το σύστημα ΕΙΒ, η ηλεκτρική εγκατάσταση αποκτά λογισμικό. Οι σύγχρονοι εγκαταστάτες προσφέρουν πλέον όχι μόνο μελέτη και εργασία αλλά και την «εξυπνάδα» και «λογική» της εγκατάστασης σε δισκέτες ή CD-ROM.

Το σύστημα ΕΙΒ είναι ένα σύστημα που προσαρμόζεται εύκολα στις επιθυμίες του εγκαταστάτη, συντηρητή και σχεδιαστή ηλεκτρολόγου και κυρίως στις αυξημένες απαιτήσεις του τελικού χρήστη.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος ΕΙΒ είναι, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα:

- Η αρχιτεκτονική Bus στην οποία στηρίζεται είναι η πλέον κατάλληλη για μεγάλα κτίρια, εφόσον ελαττώνονται οι καλωδιώσεις και δημιουργούνται απλούστερες εγκαταστάσεις.
- Η εύκολη προσαρμογή των λειτουργικών συνθηκών με αλλαγές προγραμμάτων χωρίς πρόσθετες καλωδιώσεις, για εγκαταστάσεις κάθε μεγέθους.
- Η χρησιμοποίηση συνηθισμένων πινάκων και κουτιών διακλαδώσεων.
- Ο κοινός τρόπος προγραμματισμού για όλους τους κατασκευαστές συνδρομητών-Bus.
- Οι αυξημένες δυνατότητες υλοποίησης πολύπλοκων λειτουργικών σεναρίων, με τηλεχειρισμό και επικοινωνία με άλλα συστήματα εγκαταστάσεων.
- Η δυνατότητα επιτήρησης και ελέγχου, κυρίως μεγάλων εγκαταστάσεων, με συστήματα κεντρικών υπολογιστών.
- Η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε μεγάλα κτίρια αλλά και σε σπίτια.

## 7. Ερωτήσεις - Ασκήσεις

### Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Στα καλώδια του κυκλώματος επικοινωνίας EIB σε συνδεσμολογία συνεστραμμένου καλωδίου υπάρχει τάση 230 V AC.  
α) Σωστό  β) Λάθος
2. Στα καλώδια του κυκλώματος επικοινωνίας EIB συνυπάρχει DC και AC τάση.  
α) Σωστό  β) Λάθος
3. Για τη λειτουργία του συστήματος EIB, είναι απαραίτητος κεντρικός υπολογιστής.  
α) Σωστό  β) Λάθος
4. Κατά τη σχεδίαση ενός δικτύου EIB, πρέπει να χρησιμοποιούνται συσκευές μιας και μόνο εταιρείας από αυτές που διαθέτουν πιστοποιημένες συσκευές EIB  
α) Σωστό  β) Λάθος
5. Μια περιοχή bus μπορεί να περιλαμβάνει απεριόριστο αριθμό γραμμών.  
α) Σωστό  β) Λάθος
6. Κάθε συνδρομητής έχει μία φυσική διεύθυνση.  
α) Σωστό  β) Λάθος
7. Κάθε συνδρομητής μπορεί να ανήκει σε περισσότερες από μία διευθύνσεις ομάδας.  
α) Σωστό  β) Λάθος
8. Τα εξαρτήματα EIB τοποθετούνται πάντα σε ράγες.  
α) Σωστό  β) Λάθος
9. Το πηνίο επιτρέπει τη διέλευση των δεδομένων πληροφοριών.  
α) Σωστό  β) Λάθος
10. Οι προσαρμοστές γραμμής ή περιοχής είναι συνδρομητές.  
α) Σωστό  β) Λάθος
11. Οι επαναλήπτες λειτουργούν σαν φίλτρα για τις διερχόμενες πληροφορίες.  
α) Σωστό  β) Λάθος
12. Με το ETS, προγραμματίζονται εξαρτήματα EIB συγκεκριμένου κατασκευαστή.  
α) Σωστό  β) Λάθος
13. Αν διακοπεί το ρεύμα για μία ημέρα, «σβήνει» ο προγραμματισμός των συνδρομητών.  
α) Σωστό  β) Λάθος
14. Αν αφαιρεθεί ένας συνδρομητής bus, διακόπτεται η συνέχεια του κυκλώματος.  
α) Σωστό  β) Λάθος
15. Αν προστεθεί ένας συνδρομητής bus, διακόπτεται η συνέχεια του κυκλώματος.  
α) Σωστό  β) Λάθος

## Ομάδα Β:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

- 1. Η μέγιστη ταχύτητα επικοινωνίας σε συνδεσμολογία ΕΙΒ γραμμής ισχύος (powerline) είναι:**
  - α) 1200 bit/s
  - β) 2400 bit/s
  - γ) 4800 bit/s
  - δ) 9600 bit/s
- 2. Ο μέγιστος αριθμός συνδρομητών που μπορούν να συνδεθούν σε μία γραμμή bus (χωρίς επαναλήπτη) είναι:**
  - α) 32
  - β) 64
  - γ) 128
  - δ) 256
- 3. Το μέγιστο συνολικό μήκος καλωδίου σε μία γραμμή bus (χωρίς επαναλήπτη) είναι:**
  - α) 350 m
  - β) 750 m
  - γ) 1000 m
  - δ) 2000 m
- 4. Ένας συνδρομητής έχει φυσική διεύθυνση 02.03.000. Ο συνδρομητής αυτός είναι:**
  - α) αναλογική είσοδος
  - β) ψηφιακή είσοδος
  - γ) προσαρμοστής γραμμής
  - δ) προσαρμοστής περιοχής
- 5. Μία συσκευή έχει φυσική διεύθυνση 01.01.002. Η συσκευή αυτή είναι:**
  - α) πηνίο
  - β) ψηφιακή είσοδος
  - γ) προσαρμοστής γραμμής
  - δ) προσαρμοστής περιοχής
- 6. Ο συνδρομητής που ανήκει στη δεύτερη περιοχή και πρώτη γραμμή είναι ο:**
  - α) 01.01.002
  - β) 01.02.003
  - γ) 02.01.004
  - δ) 02.02.001

**7.** Ο συνδρομητής που ανήκει στην ίδια κεντρική ομάδα (π.χ. φωτισμό) αλλά σε διαφορετική υποομάδα (π.χ. όροφο) από τους υπόλοιπους είναι ο:

- α) 0/1/1
- β) 0/1/2
- γ) 0/1/4
- δ) 0/2/1

**8.** Ο συνδρομητής που ανήκει σε διαφορετική κεντρική ομάδα (π.χ. στο φωτισμό αντί του κλιματισμού) από τους υπόλοιπους είναι ο:

- α) 0/1/1
- β) 2/1/1
- γ) 2/1/2
- δ) 2/2/4

**9.** Δίπλα στον κάθε αριθμό του συνδρομητή bus της πρώτης στήλης να προστεθεί το γράμμα από την ένδειξη της φυσικής διεύθυνσης της δεύτερης στήλης που αντιστοιχεί σ' αυτόν:

Στήλη Α	Στήλη Β
1. Προσαρμοστής 2ης περιοχής	
2. Προσαρμοστής 2ης γραμμής της 1ης περιοχής	α. 01.11.001 β. 02.00.000 γ. 01.02.000
3. Ψηφιακή είσοδος 1ης περιοχής και 2ης γραμμής	δ. 02.01.012 ε. 01.02.017 ζ. 03.04.100
4. Αναλογική είσοδος 3ης περιοχής και 4ης γραμμής με επαναλήπτη	η. 03.04.044

## Ομάδα Γ:

1. Ποιες είναι οι βασικές διαφορές μεταξύ μιας συμβατικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και μιας εγκατάστασης ΕΙΒ;
2. Είναι δυνατή η μετατροπή μιας συμβατικής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σε εγκατάσταση ΕΙΒ και ποιες οι δυσκολίες της;
3. Τι θα συμβεί και γιατί σε περίπτωση διακοπής τάσης σε μια εγκατάσταση ΕΙΒ;
4. Περιγράψτε τα κύρια σημεία τα οποία πρέπει να αποσαφηνιστούν σε μια συζήτηση με τον πελάτη, ώστε να προκύψει μια σωστή εγκατάσταση ΕΙΒ.

**Εργασία:** Οι μαθητές να χωριστούν σε ομάδες των τριών και να δώσουν, μετά από επτά ημέρες, κατά βούληση τις βασικές αρχές σχεδίασης ενός λειτουργικού σεναρίου «έξυπνης» διαχείρισης της ηλεκτρικής εγκατάστασης είτε του σπιτιού τους είτε των αιθουσών διδασκαλίας του σχολείου τους. Οι εργασίες των ομάδων να συζητηθούν μέσα στην τάξη.

# Βιβλιογραφία <sup>1</sup>

## • Ελληνική

---

Γισδάκης Σ., Διαμαντής Η., Σάρρος Π., «Σύγχρονες Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις με το σύστημα EIB», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 1998.

Σαρρής Γεώργιος, «Η νέα ευρωπαϊκή τεχνική ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κτιρίων στην πράξη», Εκδόσεις Τζιόλα, 2001.

## • Ξένα

---

EIB Association <http://www.eiba.com>

---

<sup>1</sup> Η παράθεση της βιβλιογραφίας είναι ενδεικτική. Οι μαθητές θα πρέπει να εξοικειωθούν με τις μηχανές αναζήτησης του Internet μέσω του οποίου, με τη χρήση κατάλληλων λέξεων - κλειδιά, θα ενημερώνονται για τις τελευταίες εξελίξεις. Επειδή όμως στο Internet μπορεί να γράφει ο καθένας ο,τιδήποτε και χωρίς έλεγχο, θα πρέπει η πληροφόρηση που παίρνουμε από αυτό να διασταυρώνεται και να ελέγχεται για την αξιοπιστία της.



Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη 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 Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*

