



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σπουδαστής**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΡΗΤΙΚΑΚΟΣ**

**Με θέμα:**

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ  
ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΟΥ  
ΜΕ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ**

**Εισηγητής:**

**Επίκουρος Καθηγητής Καμινάρης Σταύρος**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ – ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2013**

*Ευχαριστώ τον καθήγητή μου  
κ. Σταύρο Καμινάρη,  
τους γονείς μου,  
την Σοφία Καρδάρα για την  
υποστήριξή τους στην προσπάθεια  
μου μέχρι σήμερα.*

ΜΕΛΕΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΤΗΣ  
ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Πτυχιακή εργασία που υποβλήθηκε στο Τ.Ε.Ι.

Πειραιά για την απόκτηση του πτυχίου

Από:

Παναγιώτης Κρητικάκος.

Εργασία η οποία έλαβε μέρος στο Τμήμα

Ηλεκτρολογίας με την επίβλεψη

του Επίκουρου καθηγητή κ. Καμινάρη Σταύρου

Τμήμα Ηλεκτρολογίας

Τ.Ε.Ι. Πειραιά

Αιγάλεω

22/01/2013

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη και η κατανόηση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ενός καταστήματος κινητής τηλεφωνίας και η εφεδρική τροφοδοσία του μέσω γεννήτριας. Στο πρώτο μέρος γίνεται ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης με αναφορά στα απαραίτητα υλικά (αγωγοί, υλικά υποδομής, ασφάλειες, διακόπτες κ.α.), στη γεννήτρια, στη μονάδα αδιάλειπτης λειτουργίας καθώς και στα συστήματα ασφαλείας και μετάδοσης ήχου. Επίσης δίνονται στοιχεία χρήσιμα για τη φωτοτεχνική μελέτη του χώρου. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει την τεχνική περιγραφή της Ε.Η.Ε. του καταστήματος, όπως αυτή παρουσιάζεται στα σχέδια που συνοδεύουν τη μελέτη (τέταρτο μέρος). Τέλος, στο τρίτο μέρος γίνονται οι υπολογισμοί φορτίου, πτώσης τάσης γραμμών, φωτοτεχνίας και της επιλογής γεννήτριας.

## Λέξεις κλειδιά

ΕΛΟΤ HD 384, ηλεκτρολογική εγκατάσταση, κατάστημα κινητής τηλεφωνίας, ρευματοδότες, γεννήτρια, μονάδα αδιάλειπτης λειτουργίας, πτώση τάσης, φωτισμός, συστήματα ασφαλείας.

## SUMMARY

The aim of this thesis was to study and understand the electrical installation of a mobile phone store and backup power via generator. The first part is an analysis of the theoretical background of electrical installation with reference to necessary materials (pipes, infrastructure materials, fuses, switches, etc.), the standby generator, the Uninterruptible Power Supply device and to the security systems and audio transmission. Also useful data is provided for the study of lightning. The second part contains the technical description of the electrical installation of the store, as shown in the drawings of the study (part IV). Finally, the third part of this thesis is calculation of power load, voltage drop, lighting and selection of standby generator.

## Key Words

ELOT HD 384, electrical installation, mobile phone shop, sockets, standby generator, Uninterruptible Power Supply, voltage drop, lighting, security systems.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΘΕΩΡΙΑ</b> .....	<b>8</b>
2.1	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ Ε.Η.Ε. ....	8
2.2	ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ Ε.Η.Ε. ....	9
2.3	ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ.....	11
2.3.1	Τύποι και Χαρακτηριστικά Αγωγών και Καλωδίων .....	11
2.3.2	Βασικοί τύποι καλωδίων .....	14
2.3.3	Χρωματισμοί Μονωμένων Αγωγών - Αναγνώριση ουδετέρου και αγωγού προστασίας.....	19
2.3.4	Επεξήγηση συμβολισμών καλωδίων.....	21
2.3.5	Επιτρεπόμενες Εντάσεις Αγωγών .....	23
2.3.6	Διατομές αγωγών.....	35
2.3.7	Παράδειγμα χρήσης πινάκων ΕΛΟΤ HD 384.....	36
2.3.8	Τρόποι εγκατάστασης ηλεκτρικών γραμμών .....	38
2.3.9	Πτώση τάσης .....	40
2.4	ΥΛΙΚΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ Ε.Η.Ε. ....	42
2.4.1	Γενικά.....	42
2.4.2	Κλειστά πλαστικά κανάλια τοίχου και οροφής.....	42
2.4.3	Ενδοδαπέδια κουτιά και κανάλια .....	43
2.4.4	Μεταλλικές σχάρες – διάτρητες.....	43
2.4.5	Πλαστικοί σωλήνες – μεταλλικοί.....	44
2.4.6	Βοηθητικά εξαρτήματα σωλήνων προστασίας.....	46
2.4.7	Ρευματοδότες.....	47
2.5	ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ.....	48
2.5.1	Διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων.....	48
2.5.2	Διακόπτες φωτιστικών σημείων .....	49
2.6	ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ .....	51
2.6.1	Γενικά.....	51
2.6.2	Ασφάλειες Τήξεως .....	51
2.6.3	Αυτόματες Ασφάλειες (Μικροαυτόματοι) .....	56
2.7	ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ (ΔΔ).....	58
2.7.1	Διαφορικός διακόπτης εντάσεως (ΔΔΕ) (αντιηλεκτροπληξιακός).....	58
2.8	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ .....	60
2.8.1	Γενικά.....	60
2.8.2	Θέση γενικού διακόπτη, γενικών ασφαλειών και Δ.Δ.Ρ στο γενικό πίνακα .....	61
2.9	ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....	63
2.9.1	Ορισμός.....	63
2.9.2	Ιδιότητες και χαρακτηριστικά του φωτός.....	64
2.9.3	Μέθοδοι και Τρόποι τεχνητού φωτισμού.....	66
2.9.4	Ορολογία Φωτισμού – Βασικά Φωτομετρικά μεγέθη.....	69
2.9.5	Απαιτούμενος Φωτισμός ανάλογα με την ηλικία.....	75
2.9.6	Απαιτούμενος Φωτισμός σε Lux ανάλογα με την εργασία και τον χώρο .....	75
2.9.7	Είδη Λαμπτήρων .....	78
2.9.8	Αρχές λειτουργίας λαμπτήρων .....	79
2.10	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ.....	86

2.10.1	Γενικά.....	86
2.10.2	Γεννήτρια.....	87
2.10.3	Σύστημα ελέγχου τάσης.....	91
2.10.4	Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης.....	92
2.10.5	Επιλογή γεννήτριας.....	93
2.10.6	Κινητήρας.....	95
2.10.7	Σύστημα εκκίνησης κινητήρα.....	97
2.10.8	Σύστημα Ψύξης.....	97
2.10.9	Ρυθμιστής Ταχύτητας (κυβερνήτης).....	98
2.10.10	Επιλογή κινητήρα.....	99
2.10.11	Πίνακας ελέγχου, αυτοματισμού και μεταγωγής ισχύος (φορτίου).....	99
2.10.12	Βάση στήριξης.....	101
2.10.13	Ισχύς και φόρτιση H/Z.....	102
2.10.14	Τρόποι λειτουργίας H/Z.....	102
2.10.15	Συνδεσμολογία H/Z με πίνακα εφεδρείας.....	104
2.10.16	Εκκίνηση κινητήρων με H/Z.....	105
<b>2.11</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (UPS).....</b>	<b>108</b>
2.11.1	Γενικά.....	108
2.11.2	Προστασία από προβλήματα.....	109
2.11.3	Τεχνολογία.....	110
2.11.4	Λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά.....	111
2.11.5	Σύνδεση με συσκευές.....	112
2.11.6	Επιλογή UPS.....	112
<b>2.12</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>114</b>
2.12.1	Γενικά.....	114
2.12.2	Καλώδια δικτύων ασθενών ρευμάτων.....	114
2.12.3	Ακροδέκτες καλωδίων (RJ45) και τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες).....	120
2.12.4	Κατανομητής.....	121
2.12.5	Δομή καλωδίωσης.....	126
2.12.6	Δομικά μέρη τοπικού δικτύου υπολογιστών (LAN).....	128
2.12.7	Πρωτόκολλο επικοινωνίας.....	128
2.12.8	Τοπολογία δικτύων.....	129
<b>2.13</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ.....</b>	<b>130</b>
2.13.1	Περιγραφή συστήματος.....	130
2.13.2	Συμβατικό σύστημα συναγερμού.....	130
2.13.3	Διευθυνσιοδοτημένο σύστημα συναγερμού.....	132
2.13.4	Βασικές μονάδες συστήματος ασφαλείας.....	133
2.13.5	Καλώδια συναγερμού.....	140
<b>2.14</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΓΑΦΩΝΩΝ (ΗΛΕΚΤΡΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ).....</b>	<b>141</b>
2.14.1	Γενικά.....	141
2.14.2	Περιγραφή και προδιαγραφές εξοπλισμού.....	141
2.14.3	Καλώδια.....	143
<b>2.15</b>	<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ (C.C.T.V.).....</b>	<b>144</b>
2.15.1	Γενικά.....	144
<b>3</b>	<b>ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ε.Η.Ε ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>150</b>
<b>3.1</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>150</b>
3.1.1	Κανονισμοί.....	150
3.1.2	Εισαγωγή.....	150
3.1.3	Εγκατάσταση φωτισμού.....	154
3.1.4	Επιλογή φωτιστικών σωμάτων.....	155
3.1.5	Τύποι Φωτιστικών Σωμάτων.....	156

3.1.6	Εγκατάσταση κίνησης .....	158
3.1.7	Κατηγορίες ηλεκτρικών φορτίων .....	158
3.1.8	Δίκτυα διανομής και εγκατάστασή τους .....	159
3.1.9	Ρευματοδότες.....	160
3.1.10	Παράμετροι – Μέθοδοι και στοιχεία υπολογισμών .....	161
<b>3.2</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>163</b>
3.2.1	Κανονισμοί.....	163
3.2.2	Εισαγωγή.....	163
3.2.3	Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών υπολογιστών (data) .....	163
3.2.4	Καλωδίωση.....	164
3.2.5	Πρίζες τηλεφώνων /data.....	165
3.2.6	Κατανεμητής .....	165
3.2.7	Εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας.....	166
3.2.8	Σύστημα συναγερμού .....	166
3.2.9	Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV). .....	167
3.2.10	Εγκατάσταση μεγαφώνων .....	168
<b>3.3</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ .....</b>	<b>169</b>
<b>3.4</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (U.P.S.).....</b>	<b>171</b>
<b>4</b>	<b>ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....</b>	<b>173</b>
<b>4.1</b>	<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ.....</b>	<b>173</b>
4.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	173
4.1.2	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	173
4.1.3	ΓΡΑΜΜΕΣ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 176	
4.1.4	ΦΥΛΛΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΕΝΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....	181
4.1.5	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΠΙΝΑΚΑ 187	
4.1.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ .....	189
4.1.7	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ, ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	190
<b>4.2</b>	<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ.....</b>	<b>191</b>
<b>5</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>196</b>

**ΜΕΡΟΣ Α:**

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**



## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταστήματος κινητής τηλεφωνίας με εφεδρική ηλεκτρική παροχή με χρήση γεννήτριας.

Με τον όρο Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) εννοούμε την τοποθέτηση, τον έλεγχο και το χειρισμό διαφόρων ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων, που εξυπηρετούν τις ανάγκες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

## 2 ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΘΕΩΡΙΑ

### 2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ Ε.Η.Ε.

Τις Ε.Η.Ε. μπορεί κανείς να τις διακρίνει ανάλογα με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος σε:

- Οικιακές εγκαταστάσεις ή φωτισμού (μονοφασική παροχή)
- Εγκαταστάσεις κίνησης ή βιομηχανικές (τριφασική παροχή)

Ανάλογα με το χώρο σε:

- Εγκαταστάσεις υπαίθρου (εξωτερικών χώρων)
- Εγκαταστάσεις κλειστού χώρου

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο σε:

- Χώρων ηλεκτρικής υπηρεσίας (υποσταθμοί, μετασχηματιστές, κλπ)
- Ξηρών χώρων
- Πρόσκαιρα υγρών χώρων (στεγνωτήρια, βεράντες, κ.λπ)
- Υγρών χώρων (ψυγεία, τουαλέτες, κακώς αεριζόμενα υπόγεια)
- Βρεγμένων χώρων (λουτρά, πλυντήρια, ψυκτικοί θάλαμοι, κ.λπ)
- Χώρων με κίνδυνο πυρκαγιάς (αποθήκες ξύλου, καυσίμων, κ.λπ)

- Χώρων με κίνδυνο εκρήξεων (εργοστάσια, αποθήκες)
- Σκονιζόμενων χώρων (υφαντήρια, αποθήκες τσιμέντου, κ.λπ)
- Εγκαταστάσεις ρυπαρών χώρων (χημικά εργοστάσια, βαφεία, κ.λπ)
- Χώρων μεγάλης συγκέντρωσης (αίθουσες θεάτρων, κινηματογράφοι, καταστήματα, εκθέσεις, χώροι συναυλιών, κ.λπ)
- Εγκαταστάσεις σε σταύλους, κτηνοστάσια, σποβολώνες, κ.λπ

Για κάθε από τις παραπάνω κατηγορίες Ε.Η.Ε. θα πρέπει να επιλέγεται το κατάλληλο ηλεκτρολογικό υλικό και να εφαρμόζονται οι σχετικοί Κανονισμοί.

## 2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ Ε.Η.Ε.

Μια Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) τροφοδοτείται από τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ μέσω του μετρητή. Από το κιβώτιο του μετρητή αρχίζει η κύρια γραμμή που τροφοδοτεί το σύνολο της Ε.Η.Ε.. Η γραμμή αυτή καταλήγει στον πίνακα διανομής και λέγεται «γραμμή μετρητή - πίνακα».

Μια γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα είναι δυνατόν να τροφοδοτεί:

- Είτε μία μόνο συσκευή κατανάλωσης.
- Είτε περισσότερες από μια συσκευές κατανάλωσης.
- Είτε έναν άλλο πίνακα, που λέγεται «δευτερεύων πίνακας».

Ανεξάρτητες (ή ευθείες) γραμμές, είναι εκείνες που η καθεμία τροφοδοτεί μία μόνο συσκευή κατανάλωσης.

Τέτοιες γραμμές π.χ. στις κατοικίες είναι:

- Η γραμμή μαγειρείου που τροφοδοτεί την ηλεκτρική κουζίνα.
- Η γραμμή του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα.
- Οι γραμμές που τροφοδοτούν σταθερές συσκευές κατανάλωσης μεγάλης σχετικά ισχύος, όπως π.χ. οι θερμοσυσσωρευτές.
- Οι γραμμές, που η καθεμία τροφοδοτεί ένα μόνο ρευματοδότη (πρίζα), που

λέγεται «ενισχυμένη πρίζα». Ρευματοδότες με ανεξάρτητη γραμμή χρησιμοποιούμε για την τροφοδότηση φορητών συσκευών μεγάλης σχετικά ισχύος, π.χ. ηλεκτρικά καλοριφέρ ή συσκευές με ειδικές απαιτήσεις όπως π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

Δευτερεύοντες πίνακες (ή υποπίνακες) χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης που βρίσκονται σε κάποια απόσταση ή έχουν κάποιο φυσικό διαχωρισμό από τη θέση που βρίσκεται ο γενικός πίνακας, κατά τρόπο που θα ήταν ασύμφορο να ξεκινούν από το γενικό πίνακα όλες οι γραμμές που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν αυτές τις συσκευές.

Κάθε πίνακας, ανάλογα με τον αριθμό φάσεων με τις οποίες τροφοδοτείται, είναι μονοφασικός ή τριφασικός.

Ο αγωγός προστασίας αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή όπου συνδέεται με τον αγωγό γείωσης και μέσω αυτού με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Σε όλη τη διαδρομή ο αγωγός προστασίας ακολουθεί τους ενεργούς αγωγούς μέχρι τις συσκευές κατανάλωσης για να συνδεθεί με τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη τους.

Συσκευές κατανάλωσης είναι οι συσκευές που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια, μετατρέποντάς την σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας.

Τα βασικά μέρη της Ε.Η.Ε., και τα οποία θα περιγράψουμε στις επόμενες παραγράφους, είναι:

- Αγωγοί και καλώδια
- Σωλήνες - εξαρτήματα - κανάλια διανομής
- Ηλεκτρικοί πίνακες, Ασφάλειες, Διακόπτες
- Ρευματοδότες και ρευματολήπτες
- Φωτιστικά σώματα
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
- Μονάδα αδιάλειπτης λειτουργίας (ups)

## 2.3 ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

### 2.3.1 Τύποι και Χαρακτηριστικά Αγωγών και Καλωδίων

Αγωγοί ονομάζονται αγωγίμα σύρματα που διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Ανάλογα με τον αριθμό των κλώνων ή συρμάτων οι αγωγοί διακρίνονται σε μονόκλωνους (λιγότερο εύκαμπτοι, για μικρότερες διατομές) και πολύκλωνους.

Για την κατασκευή των αγωγών χρησιμοποιούνται δύο βασικά υλικά, ο χαλκός (το πιο ηλεκτραγωγό υλικό, με υψηλή μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα στη διάβρωση και εύκολη κατεργασία) και το αλουμίνιο (μικρότερη αγωγιμότητα, πολύ πιο ελαφρύ, μικρότερο κόστος).

Οι αγωγοί αλουμινίου χρησιμοποιούνται πολύ στις εναέρια γραμμές (μικρό βάρος) και ελάχιστα στις εγκαταστάσεις κλειστού χώρου (οξειδωση άκρων, εύκολος τραυματισμός, παραμόρφωση υπό πίεση).

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στις Ε.Η.Ε. είναι ανάλογα με την περίπτωση γυμνοί, μονωμένοι ή ακόμα και καλυμμένοι με προστατευτικό μανδύα αγωγοί, ή υπόγεια καλώδια.

Οι γυμνοί αγωγοί χρησιμοποιούνται στις γραμμές υπαίθρου σε περίπτωση εναέριων γραμμών και σε ορισμένες περιπτώσεις εγκαταστάσεων κλειστών χώρων όταν οι γραμμές βρίσκονται σε μονωτήρες (γενικά πρέπει να αποφεύγονται). Οι γυμνοί αγωγοί μπορεί να είναι από χαλκό ή αλουμίνιο, μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι.

Οι αγωγοί χαρακτηρίζονται από τη διατομή του πυρήνα τους η οποία υπολογίζεται ως εξής:

Μονόκλωνος αγωγός:  $S = \pi \times d^2 / 4$

όπου  $d$ : διάμετρος πυρήνα του αγωγού (mm),  $S$ : διατομή (mm<sup>2</sup>)

Πολύκλωνος αγωγός:  $S = n \times \pi \times d^2 / 4$

Όπου  $d$ : διάμετρος κλώνου σε mm,  $S$ : διατομή (mm<sup>2</sup>),

$n$ : αριθμός κλώνων  $n = 1 + 6 = 7$  (μια στρώση)

Καλώδιο ονομάζουμε το σύνολο δύο ή περισσότερων μονωμένων αγωγών που βρίσκονται μέσα στο ίδιο μονωτικό περίβλημα.

Ένα σημαντικό φαινόμενο των καλωδίων είναι η απώλειες ενέργειας σε θερμική ενέργεια Joule. Η ποσότητά της Q είναι :

$$Q = I^2 \times R \times t$$

όπου R είναι η ωμική αντίσταση του υλικού, I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, t ο χρόνος διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στο καλώδιο.

Η ηλεκτρική αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού είναι ανάλογη του μήκους του l, και αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού της εγκάρσιας διατομής του, S, ενώ εξαρτάται και από το είδος του υλικού, του οποίου η ηλεκτρική συμπεριφορά καθορίζεται από μια σταθερά του υλικού που ονομάζεται ειδική ηλεκτρική αντίσταση ( $\rho$ ):

Η αντίσταση R αγωγού με μήκος l (m) και διατομή S ( $\text{mm}^2$ ) είναι :

$$R = \rho \times l / S \quad \text{ή} \quad \rho = R \times S / l$$

όπου “ $\rho$ ” η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ). Το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, “ $\sigma$ ” :  $\sigma = 1 / \rho$

Η μονάδα μέτρησης της Ηλεκτρικής Αντίστασης “R” στο Διεθνές σύστημα μονάδων (SI) είναι το  $\Omega$  (Ohm).

Ο νόμος του Ohm, ο οποίος αναφέρει ότι η αντίσταση (R) ενός αντικειμένου μπορεί να δοθεί αριθμητικά εάν διαιρέσουμε την διαφορά δυναμικού (V) που εφαρμόζεται στα άκρα του αντικειμένου προς την ένταση του ρεύματος (A) που το διαρρέει. Ο συλλογισμός αυτός δίνεται μαθηματικά με τον παρακάτω τύπο:

$$R = \frac{V}{I}$$

όπου:

R: Η αντίσταση που εμφανίζει το αντικείμενο (σε ohms)

V: Η διαφορά δυναμικού/τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του αντικειμένου (σε volts)

I: Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το αντικείμενο (σε amperes)

Για συνδεσμολογία σε σειρά ισχύει:

$$R_{\text{ΟΛΙΚΟ}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Για συνδεσμολογία παράλληλα ισχύει:

$$1/R_{\text{ΟΛΙΚΟ}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ηλεκτρική αντίσταση μεταλλικών υλικών είναι η θερμοκρασία. Σε γενικές γραμμές ισχύει πως όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται και η ειδική ηλεκτρική αντίσταση των καθαρών μετάλλων.

Ειδική αντίσταση χαλκού  $\rho = 0,0178 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ\text{C}$ .

Ειδική αντίσταση αλουμίνιου  $\rho = 0,0272 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ\text{C}$

Π.χ. Για Χάλκινο αγωγό μήκους  $l = 100 \text{ m}$  και διατομής  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  η αντίσταση είναι:

$$R = \rho \cdot l / S = 0,0178 \cdot 100 / 1,5 = 1,19 \Omega$$

Εάν η αντίσταση του αγωγού στο συνεχές ρεύμα στους  $20^\circ\text{C}$  είναι  $R_{20}$ , τότε η αντίσταση συνεχούς ρεύματος στη θερμοκρασία λειτουργίας  $\theta$  είναι :

$$R_{\theta} = R_{20} \{1 + \alpha(\theta - 20)\}$$

όπου  $\alpha$  ο θερμοκρασιακός συντελεστής του υλικού. Για χαλκό είναι  $\alpha = 4 \times 10^{-3}$

επομένως για  $30^\circ\text{C}$  η αντίσταση χάλκινου αγωγού είναι :

$$R_{\theta} = R_{20} \{1 + \alpha(\theta - 20)\} = 0,0178 \times (1 + 4 \times 10^{-3} \times (30 - 20)) = 0,0186 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}.$$

### 2.3.2 Βασικοί τύποι καλωδίων

Υπάρχουν πολλών ειδών καλώδια και εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς:

- Καλώδια χαμηλής τάσης: Για τη διανομή του ρεύματος σε κτίρια.
- Καλώδια υψηλής τάσης: Για τη μεταφορά ρεύματος από τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στις εγκαταστάσεις.
- Καλώδια για εντοιχισμό: Για τη μεταφορά ρεύματος εντός των κτηρίων ως μόνιμη ηλεκτρολογική εγκατάσταση.
- Υπόγεια καλώδια: Για την υπόγεια μεταφορά ρεύματος.
- Υποθαλάσσια καλώδια.
- Καλώδια συσκευών: Μεταφέρουν ρεύμα από την πρίζα στη συσκευή.

Εκτός από ενέργεια τα καλώδια μεταφέρουν και οτιδήποτε άλλο μεταφέρεται μέσω του ρεύματος. Έτσι υπάρχουν και:

- Καλώδια τηλεφωνίας (PSTN): Για τη μεταφορά ηλεκτρικών σημάτων φωνής, χαμηλής πιστότητας.
- Καλώδια μεταφοράς ήχου: Για τη μεταφορά ήχου υψηλής πιστότητας, όπως στα μεγάφωνα και τα μικρόφωνα.
- Καλώδια δεδομένων (data) για τοπικά δίκτυα (LAN): Μεταφέρουν δεδομένα υπολογιστή σε μέτριες σχετικά αποστάσεις. Βασική διαφορά τους με τις εσωτερικές καλωδιώσεις των υπολογιστών είναι πως στις δεύτερες οι μεταβολές των σημάτων είναι πολύ πιο απότομες, ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστος ρυθμός μετάδοσης. Αντίθετα, στα καλώδια δεδομένων για τοπικά δίκτυα, τα δεδομένα μεταφέρονται διαμορφωμένα πάνω σε αναλογικό σήμα, θυσιάζοντας τον ρυθμό μετάδοσης υπέρ της αξιόπιστης μεταφοράς του σήματος.
- Καλώδια δικτύου WAN (ISDN ή ADSL): Για τη μεταφορά πληροφοριών δικτύου και Διαδικτύου σε μεγάλες αποστάσεις. Όπως και στα καλώδια δεδομένων για τοπικά δίκτυα, χρησιμοποιείται αναλογική διαμόρφωση με σκοπό την επίτευξη ακόμη πιο μεγάλων αποστάσεων σύνδεσης.

- Καλώδια ηλεκτρονικών συσκευών: Μεταφέρουν σήματα από περιφερειακές συσκευές στον υπολογιστή, πχ μέσω του πρωτοκόλλου USB ή Firewire.
- Καλώδια μεταφοράς σημάτων: Εμφανίζονται στην τηλεόραση το ραδιόφωνο τις κεραίες και τα λοιπά.
- Οπτικές ίνες: Δε μεταφέρουν ρεύμα, αλλά φως. Καταχρηστικά εντάσσονται στα καλώδια λόγω της ομοιότητας στην εξωτερική εμφάνιση και την κατασκευή. Μεταφέρουν φως είτε για να χρησιμοποιηθεί σε άλλο σημείο από την πηγή, ή ως σήμα. Θεωρείται ότι θα φέρουν επανάσταση στον τομέα των καλωδίων

Πίνακας 2.3.2-1: Τύποι καλωδίων και αντιστοιχία νέων τύπων με παλαιούς

Παλιός τύπος	Νέος τύπος
NYAF	HO7V-K
NYA(re)	HO7V-U
NYA(rm)	HO7V-R
NYM(re)	AO5VV-U
NYM(rm)	AO5VV-R
NYMHY	HO5VV-F
NYLHY(rd)	HO3VV-F
NYFAZ	HO3VH-H
NMH	HO5RR-F
NSHou	HO7RN-F
NY Y(re)*	J1VV-U
NY Y(rm)*	J1VV-R
NY Y(sm)*	J1VV-S
NYIFY	AO5VVH3-U

\* re = στρογγυλός μονόκλωνος αγωγός, rm = στρογγυλός πολύκλωνος αγωγός, sm = πολύκλωνος αγωγός κυκλικού τομέα.



Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων κατασκευάζονται με χάλκινους αγωγούς δύσκαμπτους (μονόκλωνους ή πολύκλωνους) όταν προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση ή εύκαμπτους (λεπτοπολύκλωνους) όταν προορίζονται για εγκαταστάσεις όπου απαιτείται κινητικότητα των καλωδίων.

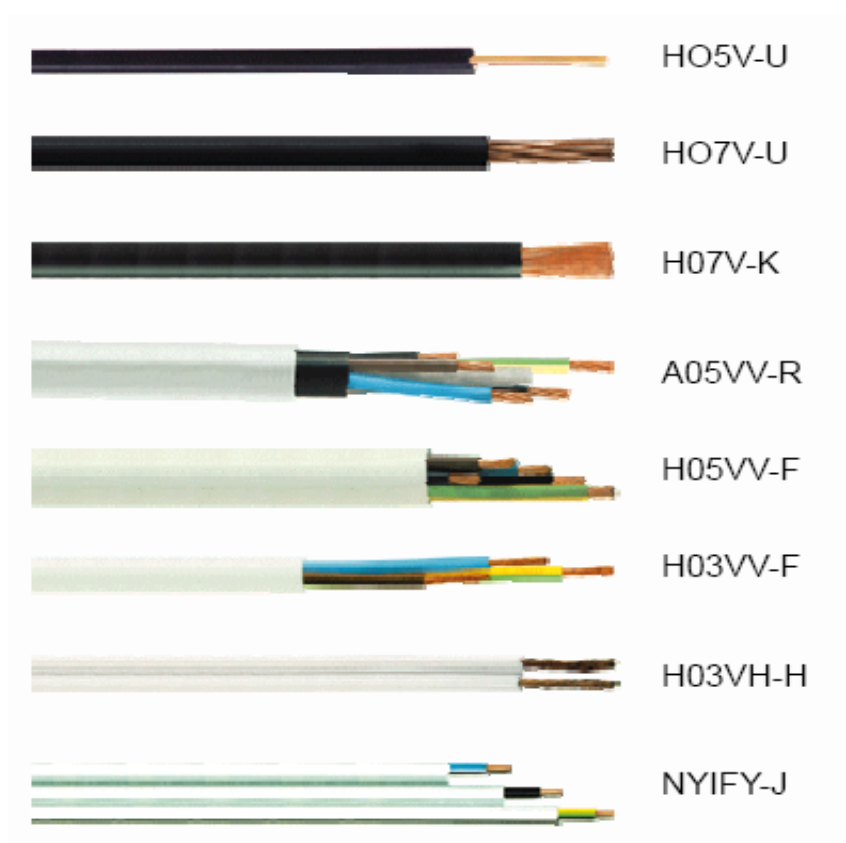
Σαν μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται κυρίως PVC ή ελαστικό και σαν προστατευτικός μανδύας αντίστοιχα PVC ή ελαστικό.

Καλώδια που τοποθετούνται σε σταθερές καλωδιώσεις μέσα σε σωλήνες μπορούν να έχουν μόνωση χωρίς προστατευτικό μανδύα.

Μόνωση από PVC για καλώδια: H07V-U, H07V-R, H07V-K, H05V-U, H05V-K, A05VV-U, A05VV-R, H05VV-F, A05VV-F, H03VV-F, NYIFY, H03VH-H, NYY, NYSLYO, J1VV-U, J1VV-R, J1VV-S, NYCY

Μόνωση από ΕΛΑΣΤΙΚΟ για καλώδια: H05RR-F, A05RR-F, H07RN-F, A07RN-F, NSLF, NSLFFOU, H01N2-D, H01N2-E

Μόνωση από XLPE για καλώδια: XLPE/PVC, XLP/CWS/PVC



**Εικόνα 2.3.2.1:** Βασικοί τύποι καλωδίων

Στο εμπόριο μπορούμε να βρούμε μια πληθώρα καλωδίων. Επιγραμματικά θα αναφέρουμε τους παρακάτω τύπους καλωδίων:

#### ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ

**NYJ & NYO** καλώδια ισχύος και ελέγχου 0.6/ 1 kV.....  
**NYCY & NYCWY** καλώδια ισχύος και ελέγχου 0.6/ 1 kV με ομοκεντρικό αγωγό.....  
**NHXMH** καλώδια ελεύθερα καπνού και αλογόνων, βραδύκαυστα.....  
**N2XH** καλώδια ισχύος και ελέγχου 0.6/1 kV ελεύθερα αλογόνων και βραδύκαυστα.....  
**N2XCH** καλώδια ισχύος και ελέγχου 0.6/1 kV ελεύθερα αλογόνων με ομοκεντρικό αγωγό.....  
**FG7R** καλώδια ισχύος ενός αγωγού 0.6/ kV.....  
**FG70R** καλώδια ισχύος πολυαρτηριακά 0.6/1kV.....  
**XLPE/PVC/SWA/PVC** καλώδια ισχύος ενός αγωγού 0.6/1kV με γαλβανισμένα ατσάλινα σύρματα  
**XLPE/PVC/AWA/PVC** καλώδια ισχύος ενός αγωγού 0.6/1kV οπλισμένα με σύρματα αλουμινίου...  
**XLPE/PVC/SWA/PVC** καλώδια ισχύος 0.6/1kV οπλισμένα με γαλβανισμένα ατσάλινα σύρματα...  
**XLPE/LSF/SWA/LSF** καλώδια ισχύος 0.6/1 kV ελεύθερα αλογόνων .....  
**XLPE/LSF/AWA/LSF** καλώδια ισχύος ενός αγωγού 0.6/ kV θωρακισμένα με σύρματα αλουμινίου

#### ΚΑΛΩΔΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

**YSLY-JZ** εύκαμπτα καλώδια με αριθμημένους αγωγούς.....  
**YSLYCY-JZ** εύκαμπτα καλώδια με θωράκιση χαλκού & διαφανή μανδύα.....  
**YSLYSY-JZ** εύκαμπτα καλώδια με ατσάλινη θωράκιση & διαφανή μανδύα....  
**H05VV5-F** εύκαμπτα καλώδια με έγκριση VDE.....  
**H05VVC4V5-K** εύκαμπτα θωρακισμένα καλώδια με έγκριση VDE.....  
**YSLY-JZ-HF** υπερέκτα καλώδια για καναλίνες.....  
**YSLYCY-JZ-HF** υπερέκτα θωρακισμένα καλώδια για καναλίνες.....  
**FLEX-PUR** εύκαμπτα καλώδια με μανδύα πολυουραιθάνης.....  
**FLEX-C-PUR** εύκαμπτα θωρακισμένα καλώδια με μανδύα πολυουραιθάνης...  
**H05BQ-F/ H07BQ-F** εύκαμπτα καλώδια πολυουραιθάνης.....  
**LiY** εύκαμπτα καλώδια ενός αγωγού με επικασσιτερωμένο χαλκό.....  
**H05V-K/ H07V-K** εύκαμπτα καλώδια ενός αγωγού με μόνωση PVC.....  
**H05Z-K/ H07Z-K** εύκαμπτα καλώδια ενός αγωγού ελεύθερα αλογόνων.....  
**H03VV-F/ H05VV-F** εύκαμπτα καλώδια με μόνωση & μανδύα από PVC.....  
**H05VVH6-F/ H07VVH6-F** εύκαμπτα καλώδια πλακέ.....  
**V.O.P.-2S** αυτοστηριζόμενα καλώδια χειριστηρίων.....

#### ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

**LiYY** εύκαμπτα καλώδια με χρωματιστούς αγωγούς DIN 47100.....  
**LiYY-TP** εύκαμπτα καλώδια με συστρεμμένα ζεύγη.....  
**LiY-CY** εύκαμπτα καλώδια με θωράκιση χαλκού & χρωματιστούς αγωγούς DIN 47100...  
**YSLCY** εύκαμπτα καλώδια με θωράκιση χαλκού & αριθμημένους αγωγούς.....  
**LiHCH DIN** εύκαμπτα καλώδια με θωράκιση χαλκού ελεύθερα αλογόνων.....  
**LiY-CY(TP)** εύκαμπτα καλώδια με συστρεμμένα ζεύγη & θωράκιση χαλκού.....  
**LiYCY-TP DIN** υπερέκτα καλώδια με συστρεμμένα ζεύγη & θωράκιση.....  
**LiY-TPC-Y** εύκαμπτα καλώδια θωρακισμένα ανά ζεύγη.....  
**LiY-TPCY-CY** εύκαμπτα καλώδια θωρακισμένα ανά ζεύγη & συνολικά.....  
**Li2YCY(TP)** εύκαμπτα καλώδια με μόνωση αγωγών από PE χαμηλής χωρητικότητας....  
**Li2Y-CY PiMF** εύκαμπτα καλώδια χαμηλής χωρητικότητας.....

**ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΦΩΝΗΣ & ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

UTP-FTP 4x2x24 AWG Cat 5e.....	.....
S-FTP 4x2x24 AWG Cat 5e - UTP 2x(4x2x24 AWG) Cat 5e.....	.....
UTP-FTP 4x2x24 AWG Cat 5e L.D.PE .....	.....
UTP-FTP 4x2x24 AWG Cat 5e καλώδια αυτοστηριζόμενα.....	.....
UTP-FTP 25x2x24 AWG Cat 5.....	.....
UTP-FTP 25x2x24 AWG Cat 5 L.D.PE.....	.....
UTP 4x2x24 AWG Cat 5e DAETWYLER.....	.....
FTP 4x2x24 AWG Cat 5e DAETWYLER.....	.....
S-FTP 4x2x24 AWG Cat 5e DAETWYLER.....	.....
UTP 4x2x24 AWG Cat 6 DAETWYLER.....	.....
FTP 4x2x23 AWG Cat 6 DAETWYLER.....	.....
FTP 4x2x23 AWG Cat 6-7 DAETWYLER.....	.....
S-FTP 4x2x24 AWG Cat 7 DAETWYLER.....	.....

**ΚΑΛΩΔΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ**

ΜΟΝΟΤΡΟΠΗ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ (S.M.) 9/125.....	.....
ΜΟΝΟΤΡΟΠΗ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ (S.M.) 9/125 με ατσάλινη θωράκιση.....	.....
ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ (M.M.) 50/125, 62.5/125.....	.....
ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ (M.M.) 50/125,62.5/125 με ατσάλινη θωράκιση.....	.....

**ΚΑΛΩΔΙΑ RG-ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ-ΗΧΕΙΩΝ-ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ**

RG 6 – RG 11.....	.....
RG 58 – RG 59.....	.....
RG 62 – RG 174.....	.....
RG 213 – RG 214.....	.....
RG 223 – RGB .....	.....
VOP 1 – VOP 2 .....	.....
SAT VOP – SAT 975.....	.....
LiYY – LiY(st)Y- UK καλώδια συναγερμού & CCTV .....	.....
ΗΧΕΙΩΝ ΜΑΥΡΑ/ΚΟΚΚΙΝΑ & ΔΙΑΦΑΝΗ.....	.....
J-Y(st)Y Lg καλώδια πυρανίχνευσης.....	.....

**ΚΑΛΩΔΙΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ**

J-YY Bd τηλεφωνικά καλώδια κατά VDE.....	.....
J-Y(st)Y Lg τηλεφωνικά καλώδια με θωράκιση αλουμινίου.....	.....
A-2Y(L)2Y τηλεφωνικά καλώδια με θωράκιση για εξωτερική χρήση.....	.....
A-2YF(L)2Y τηλεφωνικά καλώδια με θωράκιση & πετρελαϊκό ζελέ.....	.....
J-H(st)H Bd τηλεφωνικά καλώδια ελεύθερα αλογόνων.....	.....

Πίνακας 2.3.2-2 : Τύποι καλωδίων και οι αντίστοιχες χρήσεις τους

καλωδίων	Παλαιότερη ονομασία	Ονομαστική τάση	Προδιαγραφή	Περιγραφή	Χρήση
H05V-K	Τύπος	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός κατάλληλος για σταθερές, προστατευμένες εγκαταστάσεις, μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών
H07V-U	NYA (re)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Μονόκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-R	NYA (rm)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Πολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-K	NYAF	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Εύκαμπτος, λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H05VV-U	NYM/A05VV-U	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δίσκαμπτο μονόκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
H05VV-R	NYM (rm)/A05VV-R	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δίσκαμπτο πολύκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
	NYIFY-J& NYIFY-O	230/400V	VDE 0250.201	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους μονόκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Ελαφρύ καλώδιο, δίσκαμπτο, για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις όπου η μορφή του διευκολύνει. Σε ξηρούς χώρους, κάτω από το επίχρισμα
H03VH-H	NYFAZ	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Πολύ εύκαμπτο καλώδιο για πολύ ελαφρές χρήσεις σε κατοικίες και γραφεία. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες
H03VV-F	NYLHY	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC, ελαφρού τύπου	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία. Για την τροφοδότηση ελαφρών φορητών συσκευών όπου χρειάζεται ευκαμπτότητα χωρίς μεγάλες καταπονήσεις. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες.
H05VV-F	NYMHY	300/500V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών ακόμα και σε ξηρούς ή υγρούς χώρους και μέτριες καταπονήσεις.
H07RN-F	NSHou	450/750V	ΕΛΟΤ 623.4 (HD 22.4)	Καλώδιο με πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από ελαστικό	Καλώδιο κατάλληλο για εγκατάσταση σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους, στο ύπαιθρο. Για μέσες μηχανικές καταπονήσεις στις βιομηχανίες, σε εργοστάσια και αγροτικά έργα, για κινητές ή σταθερές εγκαταστάσεις.
E1W-U	NYU-0.6/1KV/J1V-U	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρογγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-R	NYU-0.6/1KV/J1V-R	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρογγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-S	NYU-0.6/1KV/J1V-S	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με πολύκλωνους, αγωγούς κυκλικού τομέα	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
	XLPE/PVC	600/1000 V	IEC 60502.01	Καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE και μανδύα από PVC	Καλώδιο για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
	XLPE/PVC/SWA/PVC &	600/1000 V	BS 5467	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPC, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από PVC	Καλώδιο ισχύος, οπλισμένο, για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή απευθείας στο έδαφος.
	XLPE/PVC/AWAA/PVC			PVC	στο έδαφος.
	XLPE/LSF(LSZH)/SWALSF(LSZH)	600/1000 V	BS 6724	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος, με μόνωση XLPE, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από LSF, χαμηλών επιπέδων εκπομπής τοξικών αερίων και καπνού κατά την καύση	Καλώδιο ισχύος ελεύθερο αλογόνων για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος εντός σωλήνων. Κατάλληλο για χώρους, όπου σε περίπτωση φωτιάς, από την έκλυση καπνού, απειλούνται άνθρωποι και ο υπάρχον εξοπλισμός.
	NYCY & NYCWY	600/1000 V	VDE 0276-603, VDE 0276-627	Καλώδιο ισχύος και ελέγχου με μόνωση και μανδύα από PVC, συγκεντρικό αγωγό	Καλώδια ισχύος και ελέγχου για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.

(πίνακας από ΕΤΕΠ – Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές)

### 2.3.3 Χρωματισμοί Μονωμένων Αγωγών - Αναγνώριση ουδέτερου και αγωγού προστασίας

Ο ουδέτερος αγωγός και ο αγωγός προστασίας πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι από το χρωματισμό τους σύμφωνα με τα Πρότυπα EN60446 και ΕΛΟΤ HD308:

- Διπλός χρωματισμός πράσινο / κίτρινο για τον αγωγό προστασίας
- Χρώμα ανοιχτό μπλε για τον ουδέτερο
- Οι αγωγοί φάσεων πρέπει να είναι μονόχρωμοι με οποιοδήποτε χρώμα, εκτός από το κίτρινο και το πράσινο



Σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν αγωγό προστασίας:

- στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο
- στην περίπτωση πολυπολικών καλωδίων δεν πρέπει να γίνεται χρήση καλωδίων που έχουν ένα πόλο με διπλό χρωματισμό πράσινο / κίτρινο. Εντούτοις αν δεν υπάρχουν διαθέσιμα παρά μόνο καλώδια που περιλαμβάνουν ένα πόλο με διπλό χρωματισμό πράσινο/κίτρινο είναι επιτρεπτή η χρησιμοποίησή τους υπό τον όρο ότι δεν θα χρησιμοποιείται αυτός ο πόλος.

Σε κυκλώματα που δεν περιλαμβάνουν ουδέτερο αγωγό:

- στην περίπτωση γραμμών που αποτελούνται από μονοπολικά καλώδια (μονωμένοι αγωγοί) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται καλώδιο με χρώμα ανοιχτό μπλε
- στην περίπτωση πολυπολικών καλωδίων αν υπάρχει πόλος που έχει χρώμα ανοιχτό μπλε, αυτός μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο για ορισμένες εφαρμογές που είναι υπό καθορισμό για οποιαδήποτε άλλη χρήση εκτός από αγωγός προστασίας

Οι αγωγοί PEN\*, όταν είναι μονωμένοι, πρέπει να είναι αναγνωρίσιμοι από το χρωματισμό τους κατά έναν από τους δύο ακόλουθους τρόπους

- είτε πρέπει να έχουν διπλό χρωματισμό πράσινο / κίτρινο σ' όλο το μήκος τους, με μια επισήμανση με χρώμα ανοιχτό μπλε στα άκρα τους
- είτε πρέπει να έχουν χρώμα ανοιχτό μπλε σ' όλο το μήκος τους, με μια επισήμανση με διπλό χρωματισμό πράσινο / κίτρινο στα άκρα τους.

(ΕΛΟΤ HD 384-514.3).

\*Σημείωση: ο αγωγός PEN είναι γειωμένος αγωγός που συνδυάζει τις λειτουργίες του αγωγού προστασίας και του ουδέτερου αγωγού (ΕΛΟΤ HD 384-202.04.05).

### 2.3.4 Επεξήγηση συμβολισμών καλωδίων

Οι αγωγοί και τα καλώδια εμπορίου εμφανίζονται πλέον με τη νέα τους σήμανση. Πιο συγκεκριμένα, η νέα σήμανση αποτελείται από δύο τμήματα, από τα οποία το πρώτο μπορεί να εμφανίζει μέχρι 5 επιμέρους στοιχεία (μέγιστο αριθμό) και το δεύτερο μέχρι 4 επιμέρους στοιχεία (μέγιστο αριθμό) σύμφωνα με την παρακάτω σειρά:

#### **A ΤΜΗΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ:**

##### **1) Κανονισμός:**

H : Εναρμονισμένος Κανονισμός

A : Εθνικός κανονισμός

##### **2) Ονομαστική τάση λειτουργίας (U<sub>0</sub>/U):**

03 : 300/300 V

05 : 300/500 V

07 : 450/750 V

##### **3) Μόνωση :**

V : PVC

R : Λάστιχο (φυσικό - συνθετικό)

S : Λάστιχο σιλικόνης

##### **4) Εσωτερική επένδυση - Μανδύας :**

V : PVC

R : Λάστιχο (φυσικό - συνθετικό)

N : Λάστιχο από χλωροπρένιο (νεοπρένιο)

J : Πλέγμα υαλονήματος

T : Ύφασμα

##### **5) Άλλα στοιχεία κατασκευής (εξειδικευμένα):**

H : πλακέ (σειρίδα ή κορδώνι) με διαχωριστικό ανάμεσα στους αγωγούς

H2 : πλακέ (σειρίδα ή κορδώνι) χωρίς διαχωριστικό ανάμεσα στους αγωγούς

#### **B ΤΜΗΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ:**

##### **6) Είδος αγωγού :**

U : Μονόκλωνος

R : Πολύκλωνος

K : Λεπτοπολύκλωνος (μόνιμες εγκαταστάσεις)

F : Λεπτοπολύκλωνος (εύκαμπτος)

H : Υπερλεπτοπολύκλωνος

Y : Ίνες χαλκού τυλιγμένες γύρω από υφασμάτινο πυρήνα

##### **7) Συνολικός αριθμός αγωγών:**

Εδώ αναγράφεται το σύνολο των αγωγών

**8) Αγωγός προστασίας :**

X :χωρίς αγωγό προστασίας

G :με αγωγό προστασίας

**9) Τυποποιημένη Διατομή:**

π.χ. 1,5 - 2,5 κ.τ.λ.

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ
<b>με μόνωση PVC</b>	
H07V-U H07V-R H07V-K	H=εναρμονισμένο, 07=450/750V, V=μόνωση PVC, R=στρογγυλός πολύκλωνος, U=μονόκλωνο, K=εύκαμπτο σταθερής εγκατάστασης
H05V-U H05V-K	H=εναρμονισμένο, 05= 300/500V, V=μόνωση PVC, U=μονόκλωνο, K=εύκαμπτο σταθερής εγκατάστασης
H05VV-U H05VV-R	H=εναρμονισμένο, 05=300/500V, V=μόνωση PVC, V=μανδύας PVC, U=μονόκλωνο, R= στρογγυλός πολύκλωνος αγωγός.
H05VV-F	H=εναρμονισμένο, 05=300/500V, V=μόνωση PVC, V=μανδύας PVC, F= εύκαμπτο
H03VV-F	H=Εναρμονισμένο, 03= 300/300V, V=μόνωση PVC, V=μανδύας PVC, F=εύκαμπτο
NYIFY-O NYIFY-J	N=κατά VDE, Y=μόνωση PVC, IF=επίπεδο, Y=μανδύας PVC, O=κατασκευή χωρίς Π/Κ, J=Κατασκευή με Π/Κ.
NYM-O NYM-J	N=κατά VDE, Y=μόνωση PVC, O=κατασκευή χωρίς Π/Κ, J=Κατασκευή με Π/Κ.
H03VH-H	H=εναρμονισμένο, 03=300/300V, V=μόνωση PVC, H=ορθογωνικής μορφής, H=εύκαμπτο
<b>με μόνωση ελαστικού</b>	
H05RR-F	H=εναρμονισμένο, 05=300/500V, R=μόνωση ελαστικού, R=μανδύας ελαστικού, F=εύκαμπτο
H05RN-F	H=εναρμονισμένο, 05=300/500V, R=μόνωση ελαστικού, N=μανδύας ελαστικού, F=εύκαμπτο
<b>Σημάνσεως</b>	
NYJ-J NYJ-O	N=κατά VDE, Y=μόνωση PVC, Y=μανδύας PVC, J=με ένα πόλο κίτρινοπράσινο, O=χωρίς πόλο κίτρινοπράσινο
<b>Πλοίων</b>	
MGCG MGG	M=καλώδιο πλοίων και ναυτικών εγκαταστάσεων, G= μόνωση ελαστικού ελεύθερη αλογόνων, C=συγκεντρικός αγωγός χαλκού, G= μανδύας ελαστικού
<b>Ενεργείας μέχρι 1KV - με μόνωση PVC</b>	
NYJ NAYJ	N=κατά VDE, A=αγωγός αλουμινίου, Y=μόνωση PVC, Y=μανδύας PVC
NYCWY	N=κατά VDE, Y=μόνωση PVC, CW=συγκεντρικός αγωγός κυματοειδής, Y=μανδύας PVC
E1V V- R,S,U	E=ελληνικό πρότυπο, 1=1kV, V=μόνωση PVC, V=μανδύας PVC, R=αγωγός στρογγυλός πολύκλωνος S=αγωγός πολύκλωνος κυκλικού τομέα, U=αγωγός στρογγυλός μονόκλωνος.
<b>με μόνωση XLPE</b>	
U-1000 R02V U-1000 R12V	U 1000=πολική τάση, R=Μόνωση από XLPE, 02=καλώδιο με γόμωση μεταξύ μονωμένων αγωγών και μανδύα, 12=καλώδιο χωρίς γόμωση μεταξύ μονωμένων αγωγών και μανδύα, V=μανδύας από PVC
<b>με μόνωση ελαστικού</b>	
H07RN-F	H=εναρμονισμένο, 07=450/750V, R=μόνωση ελαστικού, N=μανδύας ελαστικού, F=εύκαμπτο.
H01N2-D H01N2-E	H=εναρμονισμένο, 01=100V, N2=μανδύας PCP, D=εύκαμπτο, E=υπέρ-εύκαμπτο
<b>Ελεύθερα αλογόνων</b>	
NHXCHX	N=κατά VDE, HX=(EPR) μόνωση διασταυρούμενου-ελεύθερου αλογόνων - πολυμερισμένου μείγματος, C=συγκεντρικός αγωγός χαλκού, HX=AF-1 (μανδύας ελεύθερος αλογόνων διασταυρούμενου δεσμού - πολυμερισμένου μείγματος).
N2XH N2XCH	N=κατά VDE, 2X=μόνωση XLPE, C=συγκεντρικός αγωγός χαλκού, H=AF-1 (μανδύας μη διασταυρούμενου δεσμού - ελεύθερου αλογόνων - πολυμερισμένου μείγματος)
<b>Πάνω από 1 KV</b>	
N2XSY NA2XSY	N=κατά VDE, A= αγωγός αλουμινίου, 2X=μόνωση XLPE, S=συγκεντρικός αγωγός, Y=μανδύας PVC
N2XS2Y NA2XS2Y	N=κατά VDE, A=αγωγός αλουμινίου, 2X= μόνωση XLPE, S=συγκεντρικός αγωγός, 2Y= μανδύας πολυαιθυλενίου
N2XS(FL)2Y NA2XS(FL)2Y	N=κατά VDE, A=αγωγός αλουμινίου, 2X= μόνωση XLPE, S=συγκεντρικός αγωγός, FL= εγκάρσια και κατά μήκος στεγανοποίηση 2Y= μανδύας πολυαιθυλενίου.

### 2.3.5 Επιτρεπόμενες Εντάσεις Αγωγών

Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα (ικανότητα μεταφοράς ρεύματος ενός αγωγού) είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει συνεχώς και υπό δεδομένες συνθήκες έναν αγωγό χωρίς η θερμοκρασία του να υπερβεί μια προδιαγεγραμμένη τιμή.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- Από τη διατομή του αγωγού,
- Από το είδος της μόνωσής του,
- Από τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας του.

Αν ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή έντασης του παρακάτω πίνακα τότε ο αγωγός υπερθερμαίνεται (λόγω της αναπτυσσόμενης θερμότητας Joule  $Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$  σε cal) και φθείρεται πρόωρα. Αν η υπερθέρμανση είναι πιο ισχυρή τότε υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς.

Σε περίπτωση που τοποθετούνται περισσότερα του ενός καλώδια το ένα κοντά στο άλλο είναι απαραίτητο να υπάρχει αρκετός χώρος για αερισμό.

Σύμφωνα με το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384 οι τιμές των μέγιστων επιτρεπόμενων ρευμάτων σε ηλεκτρικές γραμμές που αποτελούνται από αγωγούς με μόνωση από PVC, XLPE και EPR, δίνονται από τους πίνακες **52-K1** έως και **52-K3**.

Οι τιμές που δίνονται στους παραπάνω πίνακες διορθώνονται βάσει των συντελεστών διόρθωσης των πινάκων **51-Δ1** έως **51-Δ3** και **51-E1** έως **51-E5** ανάλογα τον τρόπο όδευσης των καλωδίων και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα:

Οι τιμές θερμοκρασίας του περιβάλλοντος λαμβάνονται 30°C για τον αέρα και 20°C για το έδαφος, ενώ η θερμική αντίσταση του εδάφους λαμβάνεται 2,5 K · m /W. Για οποιοσδήποτε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος οι τιμές των πινάκων 52-K1 έως 52-K3 θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές διόρθωσης των πινάκων 51-Δ1 έως 51-Δ3.

Τα καλώδια λαμβάνεται ότι είναι τοποθετημένα μόνα τους στον αέρα ή στο έδαφος με επαρκείς συνθήκες αερισμού. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση τοποθέτησης των καλωδίων σε ομάδες ή με τέτοιο τόπο που να επηρεάζονται μεταξύ τους οι τιμές των πινάκων 52-K1 έως 52-K3 θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές διόρθωσης των πινάκων 51-E1 έως 51-E5



**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K1**  
**Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)**  
**εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοίχιων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών**  
**Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE**

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυτολικό καλώδιο						
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα				
Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο			Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο					
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
Στήλες										
Χαλκός	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
185	223	245	273	295	324	362	-	424	506	
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	
Αλουμίνιο	16	41	43	48	53	58	64	71	72	79
	25	53	57	62	70	73	84	93	90	101
	35	65	70	77	86	90	103	116	112	126
	50	78	84	92	104	110	124	140	136	154
	70	98	107	116	131	140	156	179	174	198
	95	118	129	139	157	170	188	217	211	241
	120	135	149	160	180	197	216	251	245	280
	150	155	170	189	206	226	253	-	283	324
	185	176	194	215	233	256	288	-	323	371
	240	207	227	252	273	300	338	-	382	439
	300	237	261	289	313	344	387	-	440	508

**Πίνακας 52-K1.** Αφορά ηλεκτρικές γραμμές με μονωμένους αγωγούς ή με πολυτολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE (βλ. Πίνακα 52-Γ), στις οποίες η απαγωγή θερμότητας επηρεάζεται από τους τοίχους ή άλλα δομικά στοιχεία. Οι γραμμές είναι είτε εντοιχισμένες (χωνευτές), είτε επιτοίχιες (ορατές), είτε τοποθετημένες μέσα σε κοιλότητες της κατασκευής του κτιρίου, σε αυλάκια δαπέδου κλπ.

Οι τοίχοι θεωρούνται θερμομονωμένοι και, σε περίπτωση εντοιχισμού, η γραμμή θεωρείται ότι είναι τοποθετημένη μέσα ή αμέσως κάτω από το επίχρισμα. Η θερμική αγωγιμότητα του επίχρισματος θεωρείται ότι είναι 10 W/m<sup>2</sup>K. Στην περίπτωση της επιτοίχιας τοποθέτησης η γραμμή είναι είτε σε επαφή με τον τοίχο είτε σε απόσταση από αυτόν μικρότερη από 0,3D, όπου D η εξωτερική διάμετρος της.

**Σημείωση:** Αυτός ο Πίνακας αφορά κυρίως τις ηλεκτρικές γραμμές σε κατοικίες, γραφεία, καταστήματα και παρόμοια κτίρια, καθώς και τις ηλεκτρικές γραμμές βιομηχανικών εγκαταστάσεων μικρής σχετικά ισχύος. Από τις ηλεκτρικές γραμμές βιομηχανικών εγκαταστάσεων σημαντικής ισχύος αφορά εκείνες που είναι τοποθετημένες κατά τρόπο που δεν είναι ελεύθερη η κυκλοφορία του αέρα γύρω τους, όπως σε αυλάκια του δαπέδου, επάνω σε συμπαγείς φορείς καλωδίων, μέσα σε κοιλότητες του κτιρίου κλπ.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K2**  
**Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε A) ηλεκτρικών γραμμών με καλώδια στον αέρα (σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά υλικά)**  
**Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE**

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Πολυπολικά καλώδια	Μονοπολικά καλώδια							
			Σε επαφή μεταξύ τους				Σε απόσταση μεταξύ τους			
			Διάταξη επίπεδη οριζόντια ή κατακόρυφη		Διάταξη τριγωνική		Διάταξη επίπεδη οριζόντια		Διάταξη επίπεδη κατακόρυφη	
PVC	2	2	5		-	-	-	-	-	-
	3	1	4	4	4	7	5			
EPR ή XLPE	2	3	8		-	-	-	-	-	-
	3	2	7	6	9	8				
<b>Στήλες</b>										
Χαλκός	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	18,5	22	26	-	-	-	-	-	-
	2,5	25	30	36	-	-	-	-	-	-
	4	34	40	49	-	-	-	-	-	-
	6	43	51	63	-	-	-	-	-	-
	10	60	70	86	-	-	-	-	-	-
	16	80	94	115	-	-	-	-	-	-
	25	101	119	149	110	130	135	141	161	182
	35	126	148	185	137	162	169	176	200	226
	50	153	180	225	167	196	207	216	242	275
	70	196	232	289	216	251	268	279	310	353
	95	238	282	352	264	304	328	341	377	430
	120	276	328	410	308	352	383	396	437	500
	150	319	379	473	356	406	444	456	504	577
	185	364	434	542	409	463	510	521	575	661
	240	430	514	641	485	546	607	615	679	781
300	497	593	741	561	629	703	709	783	902	
400	-	-	-	656	754	823	852	940	1085	
500	-	-	-	749	868	946	982	1083	1253	
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454	
Αλουμίνιο	16	61	73	91	-	-	-	-	-	-
	25	78	89	108	84	98	103	107	121	138
	35	96	111	135	105	122	129	135	150	172
	50	117	135	164	128	149	159	165	184	210
	70	150	173	211	166	192	206	215	237	271
	95	183	210	257	203	235	253	264	289	332
	120	212	244	300	237	273	296	308	337	387
	150	245	282	346	274	316	343	356	389	448
	185	280	322	397	315	363	395	407	447	515
	240	330	380	470	375	430	471	482	530	611
	300	381	439	543	434	497	547	557	613	708
	400	-	-	-	526	600	663	671	740	856
500	-	-	-	610	694	770	775	856	991	
630	-	-	-	711	808	899	900	996	1154	

Πίνακας 52-K2. Αφορά ηλεκτρικές γραμμές με μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE, στις οποίες η απαγωγή θερμότητας δεν επηρεάζεται από τοίχο ή άλλα δομικά στοιχεία. Η απόσταση από τον πλησιέστερο τοίχο είναι μεγαλύτερη ή ίση προς 0,3D, όπου D η εξωτερική διάμετρος της γραμμής.

Σημείωση: Αυτός ο Πίνακας αφορά κυρίως τις ηλεκτρικές γραμμές των βιομηχανικών ή παρόμοιων εγκαταστάσεων, όταν αυτές οι γραμμές αποτελούνται από καλώδια τοποθετημένα κατά τρόπο που να είναι ελεύθερη η κυκλοφορία του αέρα γύρω τους.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ3**  
**Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) καλωδίων τοποθετημένων στο έδαφος**  
**Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE**

Αγωγός	mm <sup>2</sup>	Μόνωση			
		PVC		EPR ή XLPE	
		Πλήθος φορτιζόμενων αγωγών			
		2	3	2	3
Χαλκός	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
Αλουμίνιο	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
	300	313	260	364	308

Πίνακας 52-Κ3. Αφορά μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια, με μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE τοποθετημένα στο έδαφος.

Οι τιμές των παραπάνω Πινάκων 52-Κ1 μέχρι 52-Κ3 πρέπει να διορθώνονται εφόσον συντρέχει περίπτωση πολλαπλασιαζόμενες με τους συντελεστές που παρέχονται από τους παρακάτω Πίνακες **52-Δ1** μέχρι **52-Δ3** και **52-Ε1** μέχρι **52-Ε5**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Δ1**

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C  
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 52-Κ1, και 52-Κ2

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος  °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Πίνακας 52-Δ1. Δίνει τους συντελεστές διόρθωσης με τους οποίους πρέπει να πολλαπλασιάζονται οι τιμές των Πινάκων 52-Κ1 και 52-Κ2 όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι διαφορετική από 30°C.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 52 -Δ2

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετική από 20 °C  
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-Κ3

Θερμοκρασία εδάφους °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

## ΠΙΝΑΚΑΣ 52 -Δ3

Συντελεστές διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους  
διαφορετική από 2.5 K.m/W  
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος  
που δίνονται στον Πίνακα 52-Κ3

Ειδική θερμική αντίσταση K.m/W	1	1.5	2	2.5	3
Συντελεστής διόρθωσης	1,18	1,10	1,05	1	0,96

Πίνακας 52-Δ2. Δίνει τους συντελεστές διόρθωσης των τιμών του Πίνακα 52-Κ3 που πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι διαφορετική από 20°C (για την εφαρμογή βλ. και την παράγραφο 523.2.3).

Πίνακας 52-Δ3. Παρέχει τους συντελεστές διόρθωσης των τιμών του Πίνακα 52-Κ3 που πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν η ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους είναι διαφορετική από 2,5 K.m/W.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Ε1**

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που στους Πίνακες 52-Κ1 και 52-Κ2

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	- Ελεύθερα στον αέρα ή - επάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή - επιτοίχια γυμνά ή σε σωλήνα ή - εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή επάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

- Σημειώσεις: 1. Αυτοί οι συντελεστές εφαρμόζονται σε ομοιόμορφες ομάδες ισοφορισμένων καλωδίων  
 2. Όταν η οριζόντια απόσταση γειτονικών καλωδίων υπερβαίνει το διπλάσιο της διαμέτρου τους δεν απαιτείται καμία διόρθωση.  
 3. Οι ίδιοι συντελεστές χρησιμοποιούνται για: ομάδες δύο ή τριών μονοπολικών καλωδίων και πολυπολικά καλώδια.  
 4. Αν ένα σύστημα περιλαμβάνει διπολικά και τριπολικά καλώδια, το συνολικό πλήθος των καλωδίων λαμβάνεται ως πλήθος κυκλωμάτων και ο αντίστοιχος συντελεστής πολλαπλασιάζεται επί τις τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται από τους Πίνακες για διπολικά και για τριπολικά καλώδια αντιστοίχως.  
 5. Αν μια ομάδα αποτελείται από  $n$  μονοπολικά καλώδια μπορεί να θεωρηθεί είτε ως  $n/2$  κυκλώματα δύο φορτιζόμενων αγωγών είτε ως  $n/3$  κυκλώματα τριών φορτιζόμενων αγωγών.

Πίνακας 52-Ε1. Παρέχει τους συντελεστές διόρθωσης που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τους Πίνακες 52- Κ1 και 52-Κ2 για τις ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή για τις ομάδες περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων, όταν η απόσταση μεταξύ των αγωγών ή των καλωδίων είναι μικρότερη από το διπλάσιο της εξωτερικής διαμέτρου τους.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E2**

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια θαμμένα κατευθείαν στο έδαφος

Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-K3.

**Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια**

Πλήθος κυκλωμάτων	Απόσταση μεταξύ καλωδίων (α)*				
	Μηδενική (σε επαφή)	Μια διάμετρος καλωδίου	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

\*Απόσταση α

Πολυπολικά καλώδια



Μονοπολικά καλώδια



Σημείωση: Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E3**

Συντελεστές διόρθωσης για περισσότερα από ένα κυκλώματα με καλώδια τοποθετημένα σε οχετούς μέσα στο έδαφος  
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στον Πίνακα 52-K3

**A) Πολυπολικά καλώδια σε οχετούς**

Πλήθος καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

\*Απόσταση α



**B) Μονοπολικά καλώδια σε οχετούς**

Πλήθος κυκλωμάτων δύο ή τριών καλωδίων	Απόσταση μεταξύ οχετών (α)*			
	Μηδενική (σε επαφή)	0,25 m	0,50 m	1,00 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

\*Απόσταση α



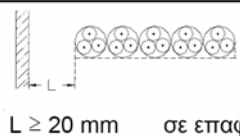
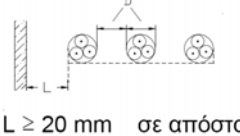
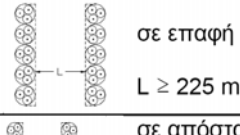
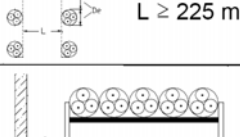
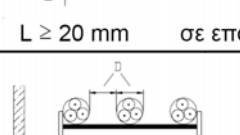
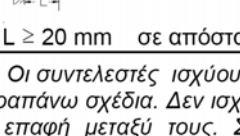
Σημείωση: Οι τιμές ισχύουν για βάθος εγκατάστασης 0,70 m και θερμική αγωγιμότητα εδάφους 2,50 K.m/W

Πίνακες 52-E2 και 52-E3. Παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης λόγω ομαδοποίησης καλωδίων που είναι θαμμένα στο έδαφος, είτε απευθείας (Πίνακας 52-E2), είτε μέσα σε οχετούς (Πίνακας 52-E3). Με τους συντελεστές αυτούς πρέπει να πολλαπλασιάζονται οι τιμές του Πίνακα 52-K3.



ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Ε4

Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων  
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των πολυπολικών  
καλωδίων που δίνονται στον Πίνακα 52-Κ2


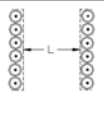
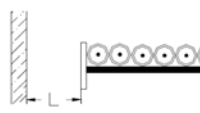
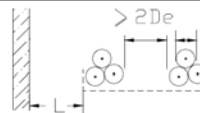
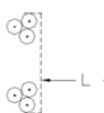
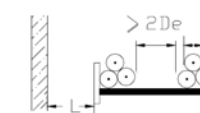
Τρόπος εγκατάστασης		Πλήθος φορέων	Πλήθος καλωδίων					
			1	2	3	4	6	9
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (βλ σημείωση 2)	 L ≥ 20 mm σε επαφή	1 2 3	1,00 1,00 1,00	0,88 0,87 0,86	0,82 0,80 0,79	0,79 0,77 0,76	0,76 0,73 0,71	0,73 0,68 0,66
	 L ≥ 20 mm σε απόσταση	1 2 3	1,00 1,00 1,00	1,00 0,99 0,98	0,98 0,96 0,95	0,95 0,92 0,91	0,91 0,87 0,85	- - -
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (βλ σημείωση 3)	 σε επαφή L ≥ 225 mm	1 2	1,00 1,00	0,88 0,88	0,82 0,81	0,78 0,76	0,73 0,71	0,72 0,70
	 σε απόσταση L ≥ 225 mm	1 2	1,00 1,00	0,91 0,91	0,89 0,88	0,88 0,87	0,87 0,85	- -
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες, κλπ (βλ. σημείωση 2)	 L ≥ 20 mm σε επαφή	1 2 3	1,00 1,00 1,00	0,87 0,86 0,85	0,82 0,80 0,79	0,80 0,78 0,76	0,79 0,76 0,73	0,78 0,73 0,70
	 L ≥ 20 mm σε απόσταση	1 2 3	1,00 1,00 1,00	1,00 0,99 0,98	1,00 0,98 0,97	1,00 0,97 0,96	1,00 0,96 0,93	- - -

- Σημειώσεις:
1. Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετημένα σε περισσότερες στρώσεις σε επαφή μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.
  2. Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm και μεταξύ φορέων και τοίχου τουλάχιστον 20 mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.
  3. Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ φορέων 225 mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-E5**

**Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα μονοπολικών καλωδίων.**

**Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος των μονοπολικών καλωδίων που δίνονται στον Πίνακα 52-K2**

Τρόπος εγκατάστασης	Πλήθος φορέων	Πλήθος τριφασικών κυκλωμάτων (Βλ. σημείωση 4)		
		1	2	3
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1	0,98	0,91	0,87
	2	0,96	0,87	0,81
	3	0,95	0,85	0,78
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 3)  σε επαφή $L \geq 225 \text{ mm}$	1	0,96	0,86	-
	2	0,95	0,84	-
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες (Βλ. σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1	1,00	0,97	0,96
	2	0,98	0,93	0,89
	3	0,97	0,90	0,86
Οριζόντιοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε απόσταση	1	1,00	0,98	0,96
	2	0,97	0,93	0,89
	3	0,96	0,92	0,86
Κατακόρυφοι διάτρητοι φορείς καλωδίων (Βλ. σημείωση 3)  $L \geq 225 \text{ mm}$ σε απόσταση	1	1,00	0,91	0,89
	2	1,00	0,90	0,86
Εσχάρες καλωδίων, συρμάτινα πλέγματα, βραχίονες (Βλ. σημείωση 2)  $L \geq 20 \text{ mm}$ σε επαφή	1	1,00	1,00	1,00
	2	0,97	0,95	0,93
	3	0,96	0,94	0,90

- Σημειώσεις:
1. Οι συντελεστές ισχύουν για απλές σειρές (στρώσεις) καλωδίων σε τριγωνικές διατάξεις όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Δεν ισχύουν για καλώδια τοποθετημένα σε ανήκουν περισσότερες στρώσεις σε επαφή μεταξύ τους. Σε αυτή την περίπτωση οι συντελεστές πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότεροι και πρέπει να προσδιορίζονται με μια κατάλληλη μέθοδο.
  2. Οι συντελεστές δίνονται για κατακόρυφη απόσταση μεταξύ φορέων τουλάχιστον 300mm. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.
  3. Οι συντελεστές δίνονται για οριζόντια απόσταση μεταξύ 225 mm με τους φορείς τοποθετημένους όπως φαίνεται στα παραπάνω σχέδια. Για μικρότερες αποστάσεις οι συντελεστές πρέπει να μειώνονται.
  4. Για κυκλώματα με περισσότερα από ένα καλώδια σε παράλληλη σύνδεση σε κάθε φάση, κάθε ομάδα τριών αγωγών, πρέπει, για την εφαρμογή αυτού του Πίνακα, να θεωρείται ως ένα κύκλωμα.

Πίνακες 52-E4 και 52-E5. Παρέχουν τους συντελεστές διόρθωσης για τον Πίνακα 52-K2 λόγω ομαδοποίησης των καλωδίων που είναι τοποθετημένα σε διάτρητους φορείς καλωδίων, σε συρμάτινα πλέγματα ή σε βραχίονες, σε απόσταση από τοίχους ή άλλα δομικά στοιχεία. Ο Πίνακας 52-E4 αφορά πολυπολικά καλώδια και ο Πίνακας 52-E5 μονοπολικά.

Τα καλώδια επιλέγονται έτσι ώστε να είναι κατάλληλα για την υψηλότερη και την χαμηλότερη θερμοκρασία περιβάλλοντος και θα εξασφαλίζεται ότι κατά την κανονική τους λειτουργία δεν θα υπάρχει υπέρβαση της οριακής θερμοκρασίας η οποία είναι:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Γ**  
Μέγιστες θερμοκρασίες αγωγών κατά τη λειτουργία ανάλογα με το υλικό μόνωσης

Υλικό μόνωσης	Θερμοκρασία °C
Πολυβινυλιοχλωρίδιο (PVC)	70
Πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού (XLPE) ή ελαστικό αιθυλενιοπροπυλενίου (EPR)	90

Πίνακας κατά ΕΛΟΤ HD 384 Μέγιστης θερμοκρασίας αγωγού καλωδίων για συνεχή λειτουργία.

- Παράδειγμα χρήσης πινάκων:

Έστω ότι σε κοινό διάτρητο φορέα καλωδίων, σε απόσταση από τον τοίχο, υπάρχουν 3 καλώδια πολυπολικά με μόνωση PVC, διατομής  $1,5 \text{ mm}^2$ , με 2 αγωγούς φορτισμένους.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση για αυτούς θα είναι:

Από την 2η στήλη του πίνακα 52-K2 :  $22,00 \text{ A}$

Από την 3η στήλη του πίνακα 52-E4 :  $22 * 0,82 = 18,04 \text{ A}$

Αν η γραμμή τοποθετηθεί σε περιβάλλον θερμοκρασίας  $40^\circ \text{ C}$  ή επιτρεπόμενη ένταση θα περιοριστεί ακόμη περισσότερο και θα γίνει:

Από την 1η στήλη του πίνακα 52-Δ1 :  $18,04 * 0,87 = 15,69 \text{ A}$ .

### 2.3.6 Διατομές αγωγών

Στον παρακάτω πίνακα, του ΕΛΟΤ HD 384, αναγράφονται οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σε Ε.Η.Ε:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Z**  
Ελάχιστες διατομές αγωγών

Είδος ηλεκτρικής γραμμής		Χρήση του κυκλώματος	Αγωγοί	
			Υλικό	Διατομή mm <sup>2</sup>
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού.	Χαλκός Αλουμίνιο	1,5 16 <sup>(1)</sup>
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	0,50 <sup>(2)</sup>
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο	10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	4
Εύκαμπτες συνδέσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής.	Χαλκός	Σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρότυπο
		Οποιαδήποτε άλλη χρήση.	Χαλκός	0,75 <sup>(3)</sup>
		Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές.	Χαλκός	0,75

Σημειώσεις: 1. Οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμασθεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.  
2. Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm<sup>2</sup>  
3. Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους από 7 αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 2.

Ο ουδέτερος αγωγός, αν υπάρχει, πρέπει να έχει την ίδια διατομή με τον αγωγό (ή τους αγωγούς) φάσεων:

στα μονοφασικά κυκλώματα δύο αγωγών, ανεξάρτητα από την τιμή της διατομής

στα πολυφασικά κυκλώματα, καθώς και στα μονοφασικά κυκλώματα τριών αγωγών, αν η διατομή των αγωγών φάσεων είναι μικρότερη ή ίση με 16mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς χαλκού ή 25mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς αλουμινίου.

Στα πολυφασικά κυκλώματα με αγωγούς φάσεων που έχουν διατομή μεγαλύτερη από 16mm<sup>2</sup> για αγωγούς χαλκού ή 25mm<sup>2</sup> για αγωγούς αλουμινίου, ο ουδέτερος αγωγός επιτρέπεται να έχει μικρότερη διατομή από τη διατομή των αγωγών φάσεων, αν πληρούνται ταυτοχρόνως οι ακόλουθες συνθήκες α), β) και γ):

α) το μέγιστο ρεύμα που αναμένεται ότι μπορεί να διαρρέει τον ουδέτερο αγωγό σε κανονική λειτουργία, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και οι ενδεχόμενες αρμονικές, δεν υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα που αντιστοιχεί στη μειωμένη διατομή του ουδέτερου αγωγού. Σημείωση: Το φορτίο του κυκλώματος σε κανονικές συνθήκες

λειτουργίας, πρέπει να είναι πρακτικά, ισοκατανεμημένο στους αγωγούς φάσεων.

β) ο ουδέτερος αγωγός προστατεύεται έναντι υπερεντάσεων (σύμφωνα με τους κανόνες ΕΛΟΤ HD 384 παρ. 473.3.2).

γ) η διατομή του ουδέτερου αγωγού είναι τουλάχιστον ίση με 16mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς χαλκού ή 25mm<sup>2</sup> για τους αγωγούς αλουμινίου.

(πηγή ΕΛΟΤ HD384 – παρ. 524.1-3)

### 2.3.7 Παράδειγμα χρήσης πινάκων ΕΛΟΤ HD 384

Έστω περίπτωση μιας εντοιχισμένης οικιακής γραμμής φωτισμού (μέσα σε σωλήνα). Η γραμμή αυτή παρουσιάζει δύο φορτισμένους αγωγούς (τη φάση και τον ουδέτερο) που είναι χάλκινοι, μονωμένοι με PVC. Τα παραπάνω στοιχεία μας οδηγούν στη **στήλη 3** για χάλκινους αγωγούς (πίνακας 52-K1).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K1**  
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)  
εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχίων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών  
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος φορτισμένων αγωγών γ	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο						
		Εντοιχισμέν	Επιτοιχίο	Γυμνό		Σε σωλήνα		Εντοιχισμέν	Επιτοιχίο	
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	8	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
		Στήλες								
Χάλκος	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
16	52	56	61	68	73	80	88	91	100	

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 52-Z η **ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή μονωμένων χάλκινων αγωγών** για κυκλώματα φωτισμού σε μόνιμες εγκαταστάσεις είναι 1,5 καρέ (τετραγωνικά χιλιοστά).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Z**  
Ελάχιστες διατομές αγωγών

Είδος ηλεκτρικής γραμμής		Χρήση του κυκλώματος	Αγωγοί	
			Υλικό	Διατομή mm <sup>2</sup>
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού.	Χαλκός Αλουμίνιο	1,5 16 <sup>(1)</sup>
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	0,50 <sup>(2)</sup>
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο	10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης.	Χαλκός	4

Επομένως ο πίνακας 52-K1 μας δίνει μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα γραμμής τα **14,5 A**. Με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 30°C, αλλιώς πρέπει να κάνουμε χρήση συντελεστών διόρθωσης (πίνακας 52-Δ1).

Γνωρίζουμε ότι η ασφάλεια της γραμμής **πρέπει** να είναι το πιο **αδύνατο θερμικά σημείο** της γραμμής και γι' αυτό το λόγο θα χρησιμοποιήσουμε την **πιο κοντινή** (προς τα κάτω) ασφάλεια εμπορίου.

Σύμφωνα με τους παρακάτω καταλόγους της abb, στο εμπόριο υπάρχει και η B13 ασφάλεια. Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε αυτή την ασφάλεια για τη γραμμή φωτισμού μας.

**Internal resistances and power losses of the Miniature Circuit-Breakers**

Internal resistances per pole in m  
Power losses per pole in W

Type	Rated current A	Range SH 200 T B, C m		Range SH 200 L B, C m		Range SH 200 B, C m	
		B, C m	W	B, C m	W	B, C m	W
SH 200	6	55	2.0	55	2.0	55	2.0
	8	15	1.0	15	1.0	15	1.0
	10	13.3	1.3	13.3	1.3	13.3	1.3
	13	13.3	2.3	13.3	2.3	13.3	2.3
	16	7.0	1.8	7.0	1.8	7.0	1.8
	20	6.25	2.5	6.25	2.5	6.25	2.5
	25	5.0	3.2	5.0	3.2	5.0	3.2
	32	3.6	3.7	3.6	3.7	3.6	3.7
	40	3.0	4.8	3.0	4.8	3.0	4.8

**Current-carrying capacity of the MCB's as a function of the ambient temperature**

Max. operating current depending on the ambient temperature of a circuit-breaker in load circuit of characteristics type B, C and D

B, C	Ambient temperature T (°C)									
	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60
In (A)										
6.0	7.7	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.0	5.7	5.3	4.9
8.0	10.3	10.0	9.6	9.2	8.8	8.4	8.0	7.5	7.1	6.5
10.0	12.9	12.5	12.0	11.5	11.1	10.5	10.0	9.4	8.8	8.2
13.0	16.8	16.2	15.6	15.0	14.4	13.7	13.0	12.3	11.5	10.6
16.0	20.7	20.0	19.2	18.5	17.7	16.9	16.0	15.1	14.1	13.1
20.0	25.8	24.9	24.0	23.1	22.1	21.1	20.0	18.9	17.6	16.3
25.0	32.3	31.2	30.0	28.9	27.6	26.4	25.0	23.6	22.0	20.4
32.0	41.3	39.9	38.5	37.0	35.4	33.7	32.0	30.2	28.2	26.1
40.0	51.6	49.9	48.1	46.2	44.2	42.2	40.0	37.7	35.3	32.7

Πίνακας 2.3.7-1: Πίνακες ασφαλειών από abb

### 2.3.8 Τρόποι εγκατάστασης ηλεκτρικών γραμμών

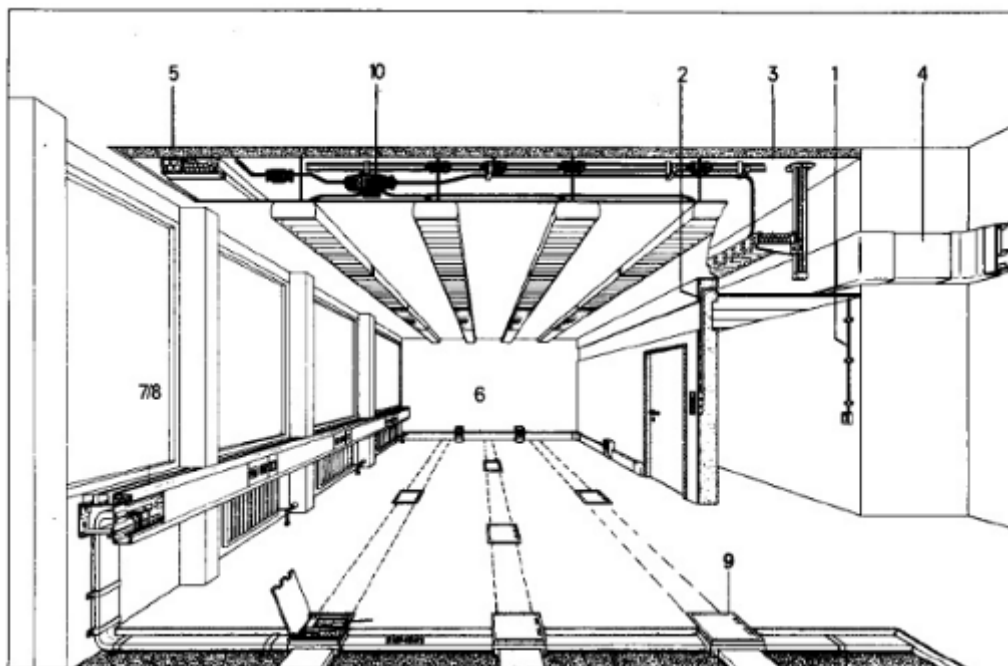
Ο τρόπος εγκατάστασης κάθε ηλεκτρικής γραμμής πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών ή καλωδίων σύμφωνα με τον παρακάτω **Πίνακα 52-A** με την προϋπόθεση ότι τόσο οι αγωγοί και τα καλώδια όσο και όλα τα υπόλοιπα υλικά θα είναι κατάλληλα για τις προβλεπόμενες εξωτερικές συνθήκες όπως ορίζεται από τα αντίστοιχα πρότυπα των υλικών. (πηγή ΕΛΟΤ HD 384 παρ. 521)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-A**  
Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών,  
ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων

Αγωγοί και καλώδια	Τρόπος εγκατάστασης						
	Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα ή οχετό ή κανάλι	Πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα	
Γυμνοί αγωγοί	-	-	-	-	+	-	
Μονωμένοι αγωγοί	-	-	+	-	+	-	
Καλώδια με μανδύα <sup>(1)</sup>	Πολύ-πολικά	+	+	+	+	0	+
	Μονο-πολικά	0	+	+	+	0	+
+: Επιτρέπεται -: Δεν επιτρέπεται 0: Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη (1): Περιλαμβάνονται και τα οπλισμένα καλώδια							

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-B**  
Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών,  
ανάλογα με τη θέση

Θέσεις	Τρόπος εγκατάστασης							
	Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα	Μέσα σε οχετό	Μέσα σε κανάλι	Πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχίονες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα
Κοιλότητες του κτηρίου	+	0	+	-	+	+	-	-
Αυλάκια καλωδίων	+	+	+	+	+	+	-	-
Θαμμένα στο έδαφος	+	0	+	-	+	0	-	-
Χωνευτά, ενσωματωμένα στην κατασκευή	+	+	+	+	+	0	-	-
Ορατά	-	+	+	+	+	+	+	-
Εναέρια	-	-	0	0	-	+	+	+
+: Επιτρέπεται -: Δεν επιτρέπεται 0: Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη								



Τρόποι εγκαταστάσεως καλωδίων.

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. Ορατή εγκατάσταση.   | 6. Κανάλι - "σουβατεπί".                        |
| 2. Χωνευτή εγκατάσταση. | 7. Κανάλι - κατώφλι παραθύρου (περβάζι).        |
| 3. Σχάρα καλωδίων.      | 8. Κανάλι - διάζωμα.                            |
| 4. Επιτοίχιο κανάλι.    | 9. Υποδαπέδιο κανάλι.                           |
| 5. Κανάλι οροφής.       | 10. Καλώδια και εξαρτήματα μέσα στην ψευδοροφή. |

**Εικόνα 2.3.8.1:** Τρόποι εγκατάστασης καλωδίων (από βιβλίο Ε.Η.Ε Αντωνίου Φακάρου)

Οι ηλεκτρικές γραμμές, που είναι σταθερά στερεωμένες ή ενσωματωμένες στους τοίχους, πρέπει να έχουν διαδρομή οριζόντια ή κατακόρυφη ή παράλληλη προς τις ακμές του χώρου, ενώ εκείνες που τοποθετούνται σε διάκενα τοίχων χωρίς να είναι στερεωμένες σ' αυτούς μπορούν να ακολουθούν τη συντομότερη δυνατή διαδρομή. Στην οροφή ή το δάπεδο η ηλεκτρική γραμμή μπορεί να ακολουθεί τη συντομότερη δυνατή διαδρομή. (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.7)



### 2.3.9 Πτώση τάσης

Η πτώση τάσης σε μια γραμμή ΕΗΕ είναι η διαφορά των ενεργών τιμών των τάσεων στο μετρητή και στο σημείο κατανάλωσης (φορτίο) ηλεκτρικής ενέργειας, οφείλεται δε στην αντίσταση της γραμμής.

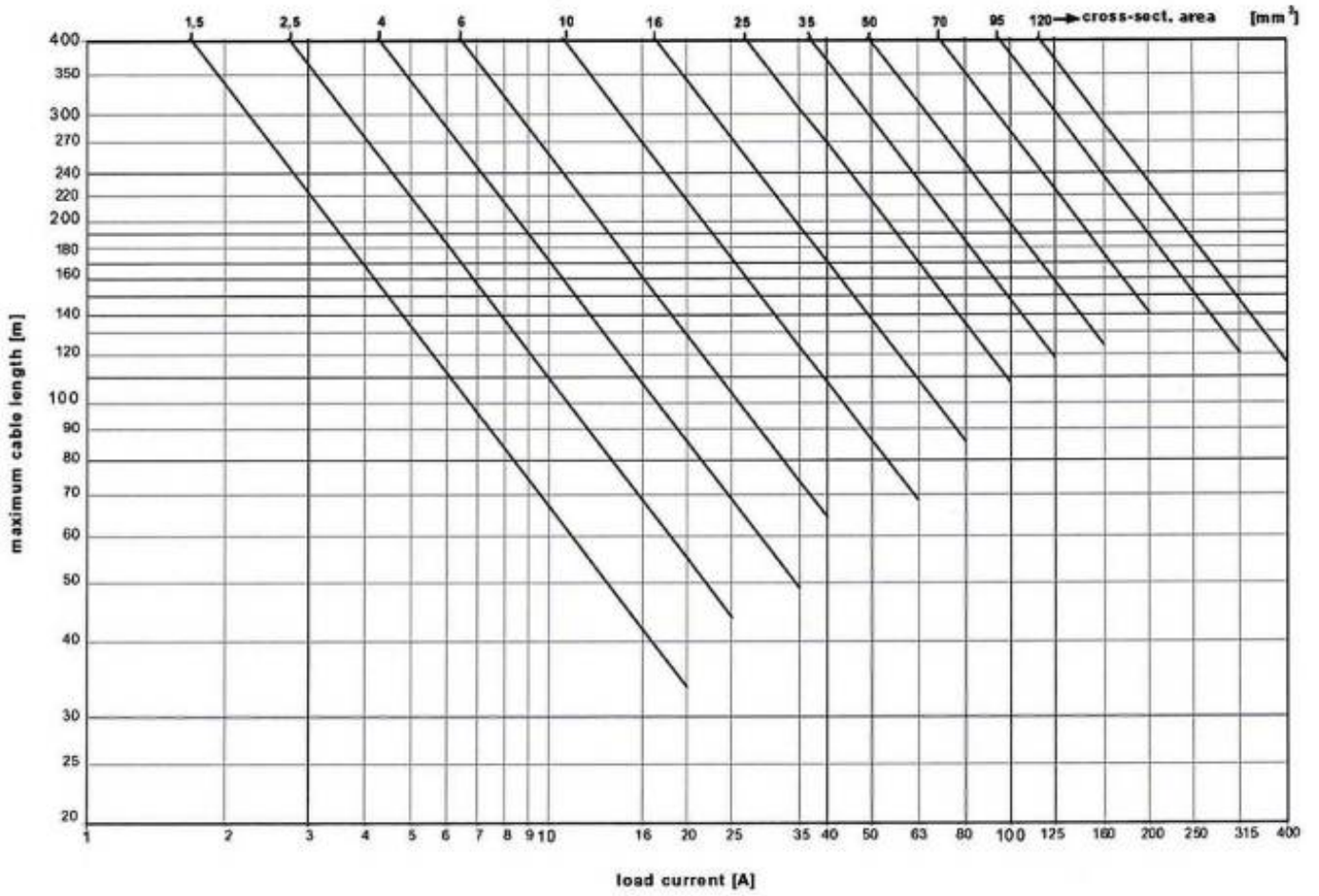
Αν η προκαλούμενη πτώση τάσης  $u$  ξεπεράσει κάποια όρια, η λειτουργία του καταναλωτή γίνεται προβληματική.

Σύμφωνα με το πρότυπο **ΕΛΟΤ HD 384 παρ. 525.1**, αν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αναφορικά με τη λειτουργία των συσκευών ή, ενδεχομένως ειδικών διατάξεων προστασίας, συνιστάται στην πράξη, η πτώση τάσης από την αρχή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι το σημείο σύνδεσης οποιασδήποτε ηλεκτρικής συσκευής **να μην υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης της εγκατάστασης**. Προσωρινές συνθήκες, όπως μεταβατικές τάσεις και μεταβολή τάσης λόγω αντικανονικής λειτουργίας μπορούν να μη λαμβάνονται υπόψη.

Η **ονομαστική τάση** διανομής για την Ελλάδα είναι **230 V φασική / 400 V πολική**.

Παρατήρηση: Αν βρισκόμαστε στο άκρο της γραμμής διανομής του δικτύου τότε ενδέχεται η τάση στο μετρητή μας να έχει "πέσει" αντίστοιχα στα 207 V /360 V. Σ' αυτή την περίπτωση δεν μπορούμε να "ρίξουμε" και άλλο την τάση στην εγκατάσταση μας γιατί τίθεται ασφαλώς θέμα σωστής λειτουργίας των επιμέρους φορτίων της.

Το παρακάτω διάγραμμα είναι από το διεθνές πρότυπο IEC 60364 και δείχνει το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος αγωγού του εξεταζόμενου κυκλώματος με βάση τη διατομή και το μέγιστο ρεύμα γραμμής ώστε να μην εμφανιστεί (στο κύκλωμα) πτώση τάσης μεγαλύτερη από 4%.



Το συγκεκριμένο διάγραμμα αντιστοιχεί σε τριφασικό σύστημα Ε.Ρ. 400V, με 55 βαθμούς Κελσίου θερμοκρασία περιβάλλοντος και χαλκινούς αγωγούς μονωμένους με PVC.

Για το αντίστοιχο μονοφασικό κύκλωμα το μήκος που προκύπτει από το διάγραμμα πρέπει να διαιρεθεί με το 2 , ενώ για αλουμινένιους αγωγούς να διαιρεθεί με το 1,6. (IEC 60364).

## 2.4 ΥΛΙΚΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ Ε.Η.Ε.

### 2.4.1 Γενικά

Στην κατασκευή των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων σε ένα κτίριο, πρωτεύοντα ρόλο λαμβάνει η μελέτη της υποδομής για την εγκατάσταση των καλωδίων και η εναρμόνιση της μελέτης με την συνολική κτιριακή υποδομή και τις μελέτες των Ηλεκτρομηχανολογικών του κτιρίου.

Επομένως χρησιμοποιούνται υλικά, τα οποία μαζί με τους αγωγούς των καλωδίων συνεισφέρουν στην ασφαλή μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στις διάφορες ηλεκτρικές καταναλώσεις. Τέτοια υλικά είναι: οι σωλήνες προστασίας των αγωγών των καλωδίων, βοηθητικά εξαρτήματα σύνδεσης, στήριξης και διακλάδωσης των σωλήνων, κουτιά τοποθέτησης ρευματοδοτών και διακοπών, οι ρευματοδότες, οι ρευματολήπτες.

Για τις ορατές εγκαταστάσεις στους τοίχους και τις οροφές χρησιμοποιούνται ειδικά μεταλλικά και πλαστικά κανάλια. Ανοικτά ή κλειστά ή διάτρητα, γνωστά ως κανάλια τοίχου. Υπάρχουν και τα κανάλια δαπέδου που κατασκευάζονται από πλαστικό υλικό με καλές μηχανικές και μονωτικές ιδιότητες. Όλα τα κανάλια μεταλλικά ή πλαστικά συνοδεύονται από εξαρτήματα όπως γωνίες, διακλαδώσεις κ.α

### 2.4.2 Κλειστά πλαστικά κανάλια τοίχου και οροφής

Είναι κατάλληλα μόνο για ορατές εγκαταστάσεις σε εσωτερικούς χώρους και εκεί που δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις μηχανικής αντοχής, τοποθετούνται πάνω σε τοίχους με πλαστικά βύσματα (ούπα) και βίδες.

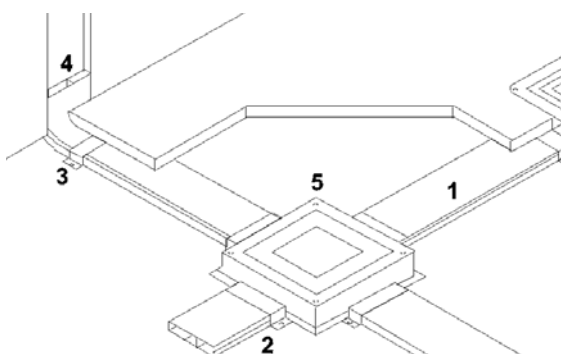
Υπάρχουν πλαστικά κανάλια όπου διαχωρίζουν τα ισχυρά και τα ασθενή καλώδια. Έτσι εξασφαλίζεται η διακριτική όδευση των καλωδίων, ο συνεχής διαχωρισμός ισχυρών και ασθενών ρευμάτων και η εγκατάσταση διακοπτικού υλικού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.

Είναι κατασκευασμένα από PVC και στο εμπόριο υπάρχουν τυποποιημένα μεγέθη σε μήκος 2 μέτρων.

### 2.4.3 Ενδοδαπέδια κουτιά και κανάλια

Τα ενδοδαπέδια κουτιά και κανάλια είναι κατάλληλα για εγκαταστάσεις εντός ψευδοπατώματος αλλά και σε δάπεδο από μπετόν. Τα ενδοδαπέδια κουτιά πρόκειται για επισκέψιμα φρεάτια στοιχείων λήψης ασθενών ή/και ισχυρών ρεύματος. Στο εμπόριο διατίθενται κουτιά που μπορούν να έχουν π.χ. 12, 18 ή 24 στοιχεία όπως πρίζες σούκο ασφαλείας λευκές & κόκκινες ή/ και connectors RJ45 Cat 5E UTP ή FTP , RJ45 Cat 6 UTP ή FTP ανάλογα τον κατασκευαστή και τις απαιτήσεις του χώρου.

Σε περίπτωση δαπέδου από μπετόν, χρησιμοποιούνται κυρίως ενδοδαπέδια κανάλια από PVC και μεταλλικά χωνευτά κουτιά.



**Εικόνα 2.4.3.1:** Ενδοδαπέδιο κουτί ασθενών – ισχυρών (από legrand) και κανάλια όδευσης.

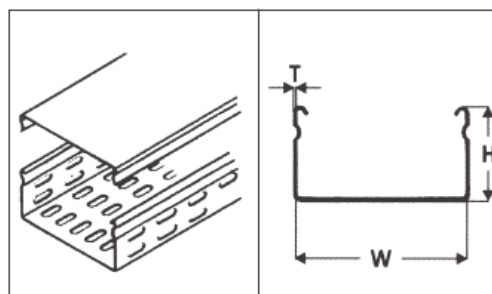
Εικόνα αριστερά: 1. Κανάλι από φύλλο γαλβανισμένης λαμαρίνας 2. Βραχίονας στήριξης. 3. Σύνδεσμος σύνδεσης 4. Κατακόρυφη γωνία. 5. Κουτί δαπέδου.

### 2.4.4 Μεταλλικές σχάρες – διάτρητες

Είναι κατάλληλες μόνο για ορατές εγκαταστάσεις και τοποθετούνται στους τοίχους ή τις οροφές με την βοήθεια ειδικών στηριγμάτων. Είναι κατασκευασμένα από γαλβανισμένη λαμαρίνα και έχουν μηχανική αντοχή. Μπορούν μετά την τοποθέτηση των καλωδίων να παραμένουν ανοικτά ή να τοποθετηθούν πάνω σε αυτά μεταλλικά καλύμματα.

Στο εμπόριο υπάρχουν σε μήκος 3 μέτρων και συνοδεύονται από βοηθητικά εξαρτήματα όπως α) Γωνίες 90 μοίρες , β) Γωνίες 45 μοίρες , γ) ταφ (διασταυρώσεις), δ) εξαρτήματα ανάρτησης σύνδεσης κ.α

**Εικόνα 2.4.4.1:** Εσχάρα καλωδίων



## 2.4.5 Πλαστικοί σωλήνες – μεταλλικοί

Τους σωλήνες τους χρησιμοποιούμε στις εγκαταστάσεις ισχυρών και ασθενών ρευμάτων για να αυξήσουμε την μονωτική και την μηχανική αντοχή των καλωδίων.

Ανάλογα με το τρόπο της εγκατάστασης και της τοποθέτησης χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- Χωνευτοί σωλήνες: Τοποθετούνται μέσα στους τοίχους ή κάτω από τα επιχρίσματα και μέσα στις οροφές ή στα δάπεδα.
- Εξωτερικοί σωλήνες (ορατοί)

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής χωρίζονται σε μονωτικούς και μη μονωτικούς και σε πλαστικούς και μεταλλικούς:

- Χαλυβδοσωλήνες χωρίς εσωτερική μόνωση.
- Χαλυβδοσωλήνες με εσωτερική μόνωση.
- Χαλυβδοσωλήνες σπирάλ με εσωτερική μόνωση.
- Χαλυβδοσωλήνες σπирάλ με εσωτερική και εξωτερική μόνωση.
- Πλαστικούς σωλήνες σπирάλ βαρέως τύπου.
- Πλαστικούς σωλήνες σπирάλ ελαφρού τύπου.
- Πλαστικούς σωλήνες ευθύγραμμοι βαρέως τύπου.
- Πλαστικούς σωλήνες ευθύγραμμοι ελαφρού τύπου.

**Εικόνα 2.4.5.1** : Σωλήνα καλωδίων τύπου CONFLEX (από εταιρεία Κουβίδη)



Η ελάχιστη επιτρεπόμενη εσωτερική διάμετρος σωλήνων προστασίας για ορατή εγκατάσταση είναι 11 mm και για χωνευτή 13,5 mm.

Όταν πρόκειται να εγκατασταθούν μέσα σε σωλήνες, αγωγοί με διατομή μεγαλύτερη από αυτή που αναφέρεται στον παρακάτω πίνακα ή να εγκατασταθούν αγωγοί περισσότεροι από αυτούς που ορίζει ο ίδιος πίνακας, τότε οι σωλήνες πρέπει να παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη διάμετρο, ώστε η έλξη των αγωγών μέσα στους σωλήνες να γίνεται χωρίς να φθείρονται οι μονώσεις των αγωγών.

Για αγωγούς με θερμοπλαστική μόνωση με διατομή μέχρι και 4mm<sup>2</sup>, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωλήνες που έχουν την αμέσως μικρότερη διάμετρο από αυτή που ορίζει ο παρακάτω Πίνακας. Για μεγαλύτερες διατομές αγωγών από τα 4mm<sup>2</sup> πρέπει να χρησιμοποιούνται διάμετροι σωλήνων σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακα 2.4.5-1 :** Σωλήνες για Καλώδια Ισχύος και Ελέγχου

Πλήθος επιτρεπόμενων αγωγών (με ελαστική μόνωση) μέσα σε σωλήνες προστασίας										
	2	3	4	5:7	8:12	2	3	4	5:7	8:12
Διατομή αγωγών σε mm <sup>2</sup>	Εσωτερική διάμετρος ορατών σωλήνων σε mm					Εσωτερική διάμετρος χωνευτών σωλήνων σε mm				
1,5	11	13,5	13,5	16	23	13,5	16	16	16	23
2,5	13,5	13,5	16			16	16	16		
4	13,5	16	16			16	23	23		
6	16	16	23			16	23	23		
10	23	23	29			23	23	29		
16	23	29	29			23	29	29		
25	23	23	29			29	29	36		
35	29	29	36			29	36	42		

(πίνακας από βιβλίο «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις» Β' ΕΠΑΛ.)

## 2.4.6 Βοηθητικά εξαρτήματα σωλήνων προστασίας

Βοηθητικά εξαρτήματα είναι τα κουτιά διακλάδωσης - διέλευσης, οι καμπύλες, τα εξαρτήματα σύνδεσης και στήριξης σωλήνων και τα κουτιά διακοπών και ρευματοδοτών.

Σημεία της εγκατάστασης στα οποία απαιτούνται να γίνουν διακλαδώσεις ή ενώσεις αγωγών και να χρησιμοποιηθούν κουτιά διακλάδωσης ή διέλευσης είναι:

- Οπουδήποτε απαιτείται να συνδεθούν από την ίδια γραμμή τροφοδοσίας, δύο ή περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές ή παροχές αναμονής.
- Σε μεγάλες διαδρομές αγωγών ή διαδρομές με γωνίες, για την εύκολη τοποθέτησή τους.

Τα κουτιά διακλάδωσης, χρησιμοποιούνται για τις συνδέσεις αγωγών που τροφοδοτούν περισσότερες από δυο ηλεκτρικές καταναλώσεις από την ίδια γραμμή τροφοδοσίας, και τα κουτιά διέλευσης απλά συνδέουν τους ίδιους αγωγούς, εξασφαλίζοντας τον έλεγχο και την εύκολη τοποθέτησή τους στους σωλήνες προστασίας.

**Εικόνα 2.4.6.1:** Κουτί διακλάδωσης (από εταιρεία Κουβίδη)



Ως εξαρτήματα για σύνδεση των σωλήνων προστασίας μεταξύ τους, ή για τη σύνδεση των σωλήνων με τα κουτιά διακλάδωσης- διέλευσης ή για τη στήριξη των σωλήνων όταν πρόκειται για ορατές εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται τα παρακάτω:

- Οι μούφες, που συνδέουν σωλήνες μεταξύ τους
- Τα ρακόρ, που συνδέουν σωλήνες με τα κουτιά διακλάδωσης και
- Τα κολάρα, που στηρίζουν τους σωλήνες σε ορατές εγκαταστάσεις

### 2.4.7 Ρευματοδότες

Ανάλογα με το είδος της ηλεκτρικής κατανάλωσης που θα τροφοδοτήσουν, οι ρευματοδότες, διακρίνονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς.

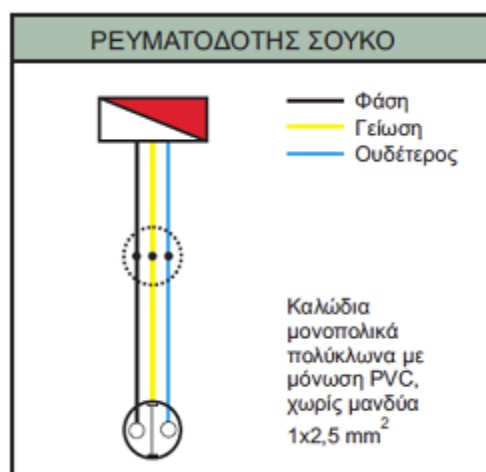
#### Μονοφασικοί ρευματοδότες:

Χρησιμοποιούνται κυρίως στις οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αλλά και σε βιομηχανικές. Ανάλογα με τους ακροδέκτες που συνδέουν διακρίνονται σε:

**Διπολικούς:** Συνδέουν **φάση - ουδέτερο** της παροχής, με **φάση - ουδέτερο** της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Σήμερα δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν καθόλου.

**Τριπολικούς:** Συνδέουν **φάση - ουδέτερο - γείωση** της παροχής, με **φάση - ουδέτερο** της ηλεκτρικής κατανάλωσης.

**Σούκο:** Είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία τριπολικών ρευματοδοτών, όπου ο ακροδέκτης της γείωσης καταλήγει σε ελάσματα που είναι εμφανή. Οι ρευματοδότες σούκο είναι αυτοί που κατά κανόνα χρησιμοποιούνται σήμερα και το πλεονέκτημα τους είναι, ότι πρώτα γειώνουν την ηλεκτρική κατανάλωση και κατόπιν την τροφοδοτούν.



Εικόνα 2.4.7.1: Διασύνδεση πρίζας σούκο

#### Τριφασικοί ρευματοδότες:

Χρησιμοποιούνται κυρίως στις βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε οικιακές εγκαταστάσεις με τριφασική παροχή και τριφασικές καταναλώσεις.

Ανάλογα με τους αγωγούς που συνδέουν διακρίνονται σε :

**Τετραπολικούς:** Συνδέουν **3 φάσεις - ουδέτερο ή γείωση της παροχής**, με την ηλεκτρική κατανάλωση, και έχουν τέσσερες ακροδέκτες σύνδεσης.

**Πενταπολικούς:** Συνδέουν **3 φάσεις - ουδέτερο - γείωση**, της παροχής, με την ηλεκτρική κατανάλωση και έχουν πέντε ακροδέκτες σύνδεσης.



## 2.5 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

### 2.5.1 Διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Οι διακόπτες ελέγχουν τη ροή ρεύματος όταν αυτό είναι επιθυμητό από αυτόν που χρησιμοποιεί την εγκατάσταση, όταν ρεύματα ή τάσεις σε αγωγούς υπερβούν τις κανονικές τους τιμές ή κατόπιν προγραμματισμένης λειτουργίας. Οι διακόπτες τοποθετούνται πριν από τις ασφάλειες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Ανάλογα με τον αριθμό των αγωγών που διακόπτουν ή συνδέουν διακρίνονται σε:

- **Μονοπολικούς** : Διακόπτουν μόνο έναν αγωγό και αυτός είναι η **φάση**, ενός **μονοφασικού** ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν. Τοποθετούνται επίσης σε διπολικές διακλαδώσεις, από τις οποίες τροφοδοτούνται ηλεκτρικές παροχές με ισχύ όχι μεγαλύτερη από 1,5 kW.
- **Διπολικούς** : Διακόπτουν δύο αγωγούς και αυτοί είναι η **φάση** και ο **ουδέτερος**, ενός **μονοφασικού** ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν. Χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία ηλεκτρικών καταναλώσεων με ισχύ μεγαλύτερη από 1,5kW (ηλεκτρικές κουζίνες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια, κ.λπ.).
- **Τριπολικούς** : Διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις**, ενός **τριφασικού** ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- **Τετραπολικούς** : Διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις** και ο **ουδέτερος**, ενός **τριφασικού** ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οι **ραγοδιακόπτες**, και έχουν αντικαταστήσει παλαιότερους διακοπών, όπως τύπου PACCO, κ.λπ..



Εικόνα 2.5.1.1: Ραγοδιακόπτες μονοπολικό, διπολικό, τριπολικό, τετραπολικό

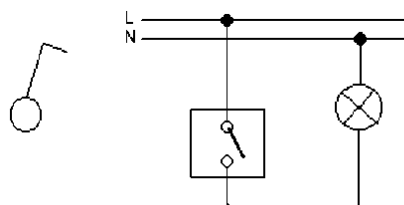
### 2.5.2 Διακόπτες φωτιστικών σημείων

Κατασκευάζονται για ονομαστική τάση 250 V και ονομαστικό ρεύμα 10 A και τοποθετούνται σε σημεία από όπου θέλουμε να ελέγχουμε το φωτισμό ενός χώρου.

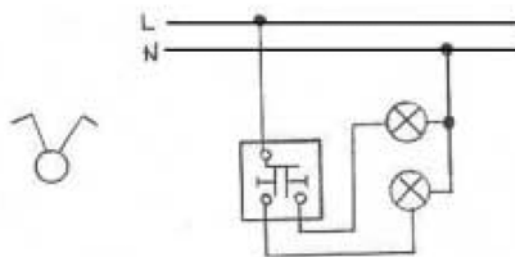
Ανάλογα με το χώρο και το περιβάλλον τοποθέτησής τους εμφανίζονται ως χωνευτοί κοινοί ή στεγανοί και εξωτερικοί κοινοί ή στεγανοί.

Ανάλογα με το ηλεκτρικό κύκλωμα που εξυπηρετούν, οι διακόπτες φωτιστικών σημείων διακρίνονται στους παρακάτω και δίπλα δίνεται, αντίστοιχα ο ηλεκτρολογικός συμβολισμός και η συνδεσμολογία.

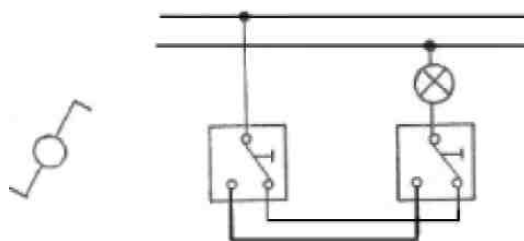
**Απλοί διακόπτες:** ελέγχουν ένα φωτιστικό σημείο ή μια ομάδα φωτιστικών σημείων από μια συγκεκριμένη θέση.



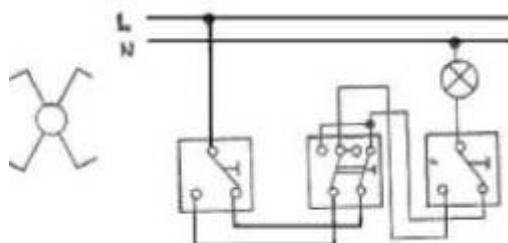
**Διακόπτες διαδοχής ή κομιτατέρ:** ελέγχουν δυο ανεξάρτητα μεταξύ τους φωτιστικά σημεία ή δυο ομάδες φωτιστικών σημείων από την ίδια θέση.



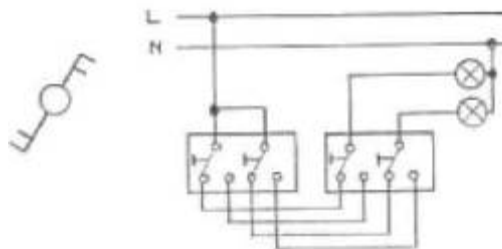
**Διακόπτες εναλλαγής ακραίου ή αλερετούρ ακραίου:** ελέγχουν ένα φωτιστικό σημείο ή μια ομάδα φωτιστικών σημείων, από δύο διαφορετικές θέσεις.



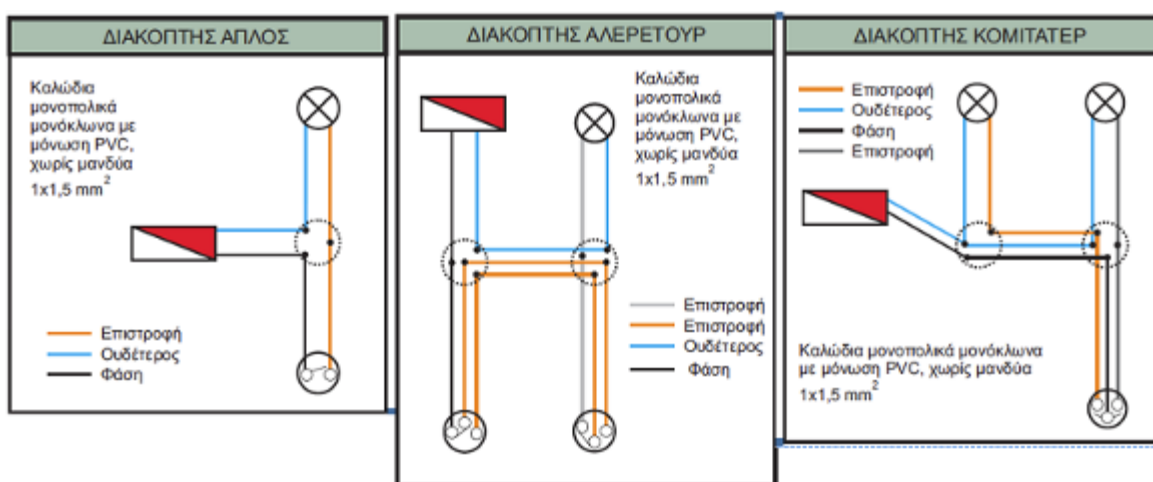
**Διακόπτες εναλλαγής με μεσαίο ή αλερετούρ με μεσαίο:** για έλεγχο φωτιστικού σημείου ή ομάδας φωτιστικών σημείων από τρεις ή περισσότερες θέσεις χρησιμοποιούμε μεσαίους αλε-ρετούρ. Οι δυο ακραίοι διακόπτες είναι αλέ-ρετούρ ακραίοι και οι υπόλοιποι μεσαίοι.



**Διακόπτες διπλοί εναλλαγής ή διπλοί αλερετούρ:** ελέγχουν δυο φωτιστικά σημεία ή δυο ομάδες φωτιστικών σημείων από δυο διαφορετικές θέσεις.



Οι διακόπτες ελέγχου των φωτιστικών σημείων συνδέονται πάντα στη φάση και ποτέ στο ουδέτερο του κυκλώματος τροφοδοσίας των φωτιστικών σημείων.



**Εικόνα 2.5.2.1:** Απεικόνιση διασυνδέσεων διαφόρων διακοπών με φωτιστικά

Ο έλεγχος της έντασης φωτισμού γίνεται μέσω ειδικών διακοπών τοίχου και λέγονται **ρυθμιστές έντασης φωτισμού ή Ντίμερ.**

**Αυτόματοι διακόπτες φωτισμού κλιμακοστασίων:** Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο φωτισμού των κλιμακοστασίων, τοποθετούνται στους πίνακες των κλιμακοστασίων και ενεργοποιούνται από διάφορα σημεία με απλούς διακόπτες ή ανιχνευτές κίνησης.

**Χρονοδιακόπτες:** Είναι μηχανισμοί διακοπών που ενεργοποιούνται αυτόματα και συνδέουν ή διακόπτουν κατόπιν προγραμματισμένης λειτουργίας, κυκλώματα φωτισμού ή άλλων συσκευών, όπως ηλεκτρικούς κινητήρες, συστήματα εξαερισμού, εγκαταστάσεις ηλεκτρικής θέρμανσης κ.λπ. Εμφανίζονται ως αναλογικοί ή ψηφιακοί, με διάφορα χρονικά προγράμματα σε ωριαία, ημερήσια ή εβδομαδιαία βάση.

Η εκλογή των διακοπών γίνεται με βάση την ισχύ του κυκλώματος που ελέγχουν, έτσι ώστε η λειτουργία τους να παρέχει ασφάλεια μέχρι τη μέγιστη τιμή ρεύματος και μέγιστη τάση για τις οποίες έχουν κατασκευαστεί.

## 2.6 ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ

### 2.6.1 Γενικά

Ασφάλεια ονομάζουμε την διάταξη που προορίζεται να διακόπτει αυτόματα ένα κύκλωμα, όταν η έντασή του ξεπεράσει μία ορισμένη τιμή (ονομαστική ένταση) λόγω βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτωσης.

Αυτό γίνεται είτε με το λιώσιμο ενός λεπτού σύρματος **-ασφάλειες τήξεως-** είτε με την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη **-αυτόματες ασφάλειες (ή μικροαυτόματοι)**.

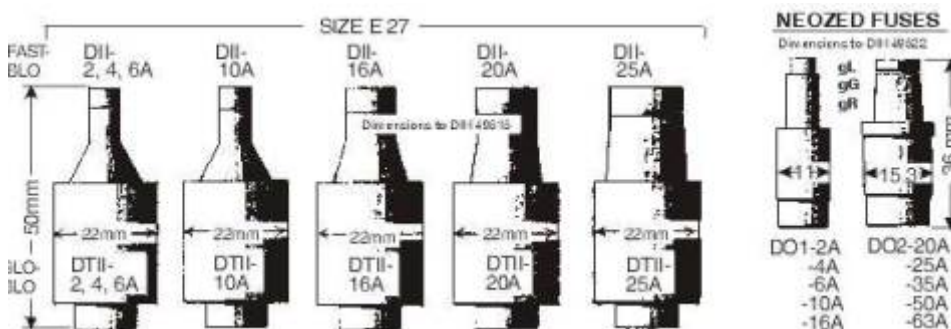
Η ασφάλεια μπαίνει πάντα στον αγωγό της φάσεως και στην αρχή του κυκλώματος, που προστατεύει, μετά τους διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί στον αγωγό της γειώσεως και στον ουδέτερο.

### 2.6.2 Ασφάλειες Τήξεως

Οι ασφάλειες τήξεως, ανάλογα την κατασκευή τους, διακρίνονται σε **βιδωτές**, **κυλινδρικές** και **μαχαιρωτές**.

#### Βιδωτές ασφάλειες (κλασικά φυσίγγια):

Χρησιμοποιούνται στις ΕΗΕ και υπάρχουν σε δύο τύπους τις **D** ή **DIAZED** και τις **Do** ή **NEOZED** που έχουν μικρότερες διαστάσεις.



Εικόνα 2.6.2.1: Βιδωτές ασφάλειες

Η όλη διάταξη μιας ασφάλειας, αποτελείται από τα εξής μέρη:

- ✓ Το φυσίγγι (ασφάλεια), που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα (τηκτό) και ένα ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο, ο οποίος πέφτει, όταν η

ασφάλεια καεί.

- ✓ Την βάση της ασφάλειας ή ασφαλειοθήκη. Είναι το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και μέσα σ' αυτό τοποθετείται το φυσίγγι.
- ✓ Την μήτρα. Είναι μικρό πορσελάνινο εξάρτημα που τοποθετείται στο βάθος της ασφαλειοθήκης και εξασφαλίζει ότι δεν θα τοποθετηθεί, από λάθος, μεγαλύτερη ασφάλεια από την κατάλληλη για την γραμμή.
- ✓ Το πώμα. Είναι πορσελάνινο, βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγι. Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί, για να φαίνεται αν έχει καεί το φυσίγγι.

Κάθε φυσίγγι χαρακτηρίζεται από το ονομαστικό ρεύμα του, που καθορίζει έως πόσα Ampere μπορούν να περάσουν από το τηκτό του. Τα ονομαστικά ρεύματα έχουν τυποποιημένες τιμές: 6A , 10A , 16A , 20A , 25A , 35A , 40A , 50A , 63A ,80A , 100A . Για κάθε μέγεθος υπάρχει και ένα χαρακτηριστικό χρώμα πάνω στον ενδεικτικό δίσκο.

### Κυλινδρικές:

Έχουν σώμα κυλινδρικό και οι δύο βάσεις του είναι από αγωγίμο υλικό για να γίνεται η ηλεκτρική επαφή και η στήριξη.

Οι κυλινδρικές ασφάλειες τήξεως τοποθετούνται σε ασφαλειοθήκες που επιτρέπουν ασφάλιση - απασφάλιση κυκλώματος χωρίς κίνδυνο για το χειριστή. Γι' αυτό και θεωρούνται από πολλούς, προτιμότερη λύση από τις ασφάλειες (DO) Neozed - (D) Diazed (κλασσικά φυσίγγια).

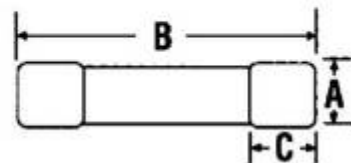
**Εικόνα 2.6.2.2:** Κυλινδρικές ασφάλειες



Οι κυλινδρικές ασφάλειες τήξεως εμφανίζονται στο εμπόριο με δύο αριθμούς. Ο πρώτος αριθμός δηλώνει τη **διάμετρο** της ασφάλειας και ο δεύτερος δηλώνει το **μήκος** της. Και οι δύο αριθμοί εκφράζονται σε **mm (χιλιοστά)**.

## Dimensions (mm)

Fuse Size	A	B	C
8 x 31	8.5	31.5	6.3
10 x 38	10.3	38	10.5
14 x 51	14.3	51	13.8
22 x 58	22.2	58	16.2



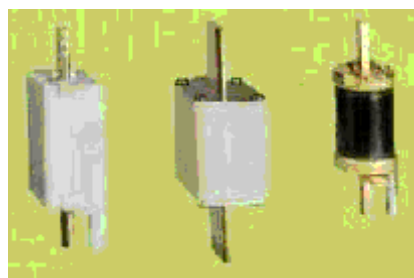
**Εικόνα 2.6.2.3:** Διαστάσεις κυλινδρικών ασφαλειών

Χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις ρεύματος, όπως σε πίνακες υποσταθμών και σε πίνακες διανομής της ΔΕΗ. Επίσης, κυλινδρικές ασφάλειες μικρού μεγέθους, χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών συσκευών.

### Μαχαιρωτές :

Έχουν σώμα μορφής ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Στην πάνω και κάτω βάση του έχουν από ένα έλασμα (λεπίδα). Τα δύο αυτά ελάσματα, κουμπώνουν σε αντίστοιχες διπλές ελατηριωτές μεταλλικές λάμες, που βρίσκονται στην βάση της ασφάλειας. Έτσι γίνεται η στήριξη της ασφάλειας και ταυτόχρονα η ηλεκτρική επαφή. Για την τοποθέτηση ή αφαίρεση των μαχαιρωτών ασφαλειών από την βάση τους, χρησιμοποιείται ειδική μονωτική λαβή .

Μαχαιρωτές ασφάλειες υπάρχουν, σε τυποποιημένα μεγέθη, από 6 έως και 1000 A, αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται για μεγάλες εντάσεις (άνω των 30 A).



**Εικόνα 2.6.2.4:** Μαχαιρωτές ασφαλείες

### Ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξης

Ανάλογα με την ταχύτητα που διακόπτουν την τροφοδοσία, διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών:

Τις ασφάλειες **ταχείας τήξης** (τύπος L) και τις ασφάλειες **βραδείας τήξης** (τύπος G). Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ασφάλειες ταχείας τήξης, ενώ οι βραδείας τήξης

χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων ή σε συνεργασία με ασφάλειες ταχείας τήξης. Οι ασφάλειες ταχείας τήξης χρησιμοποιούνται κυρίως στις εγκαταστάσεις φωτισμού.

Τα φυσίγγια των ασφαλειών βραδείας τήξης έχουν κόκκινα γράμματα ενώ τα φυσίγγια των ασφαλειών ταχείας διακρίνονται από τα μαύρα γράμματα.

### Κωδικοποίηση ασφαλειών τήξης

Στο διεθνές πρότυπο **IEC 60269** περιλαμβάνονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των ασφαλειών τήξης τα οποία κωδικοποιούνται (πάνω στο σώμα της ασφάλειας) με δύο γράμματα, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Ασφάλειες τήξης			
1 <sup>ο</sup> γράμμα	Τρόπος προστασίας των γραμμών της εγκατάστασης	<b>g</b>	Πλήρης προστασία σε όλα τα ρεύματα (γενικής χρήσεως & ταχείας προστασίας)
		<b>a</b>	Προστασία σε βραχυκυκλώματα (μερική & βραδεία)
2 <sup>ο</sup> γράμμα	Τύπος κυκλώματος / εξοπλισμού που προστατεύεται	<b>G</b>	Γραμμές και καλώδια γενικής χρήσης (οικιακές γραμμές)
		<b>M</b>	Κινητήρες (θερμικά)
		<b>R,S</b>	Rectifiers, Ημιαγωγοί
		<b>B</b>	Εγκαταστάσεις σε ορυχεία
		<b>Tr</b>	Μετασχηματιστές
		<b>D</b>	Κινητήρες (Βόρεια Αμερική) – χρονοκαθυστερήση λειτουργίας ασφάλειας
		<b>N</b>	Γραμμές γενικής χρήσης (Βόρεια Αμερική)
<b>PV</b>	Φωτοβολταϊκά συστήματα		

Παρατηρήσεις επί του παραπάνω πίνακα: Το γράμμα **G** αντικατέστησε το γράμμα **L**. Ο χαρακτηρισμός **gG** που βλέπουμε στις ασφάλειες του ηλεκτρικού πίνακα αντιστοιχεί σε πλήρη προστασία των γραμμών αυτών που είναι για γενική χρήση (συνηθισμένες οικιακές γραμμές). Οι ασφάλειες τύπου **aM** χρησιμοποιούνται σε γραμμές κινητήρων.

Κατά την εφαρμογή των πρωτοκόλλων ελέγχου κατά ΚΕΗΕ αλλά και σε εγκαταστάσεις προ του 1955, χρησιμοποιήθηκαν ασφαλιστικές διατάξεις σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα. Σημειώνονται οι αντιστοιχίες τους σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των ασφαλειών κατά **ΕΛΟΤ EN 60269** (Ασφάλειες χαμηλής τάσης) και του **ΕΛΟΤ EN 60898** (Ηλεκτρικά εξαρτήματα - Διακόπτες κυκλώματος για προστασία από υπερένταση για οικιακή και παρόμοιες εγκαταστάσεις) (πηγή βιβλίο Σαλευρή - Χαντζησοφianού, «Νέα Υ.Δ.Ε. και Πρωτόκολλα Ελέγχου Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων»)

Χαρακτ.	Περιγραφή	Αντιστοιχία	Θερμική διάταξη	Ηλεκτρομαγνητική διάταξη
<b>A</b>	Δημιουργία της Siemens δεν τυποποιήθηκε ποτέ. Χρησιμοποιήθηκε για προστασία συσκευών ημιαγωγών.		1,13+1,45	2+3
<b>R</b>	Δημιουργία της Moeller χαρακτηρισμένη ως «παχεία».	<b>Z</b>	1,05+1,2(30°C)	2+3
<b>S</b>	Δημιουργία της Moeller δεν τυποποιήθηκε ποτέ. Κυρίως για προστασία μετασχηματιστών και κινητήρων	<b>D</b>	1,05+1,2(20°C) 1,05+1,3(30°C)	13+17
<b>H</b>	Κυρίως για «Οικιακή χρήση» και χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1977.	<b>L, B</b>	1,05+2,1(<4A) 1,5+1,9(6+10A) 1,4+1,75(12+25A) 1,3+1,6(12+25A)	2+3
<b>L</b>	Χαρακτηρισμένη για προστασία γενικά κυκλωμάτων φωτισμού. Χρησιμοποιήθηκε μέχρι τη δεκαετία 1990. Λόγω του τρόπου βιδώματος των αγωγών στο σώμα της χρησιμοποιείται ακόμα.	<b>B</b>	1,05+2,1(<4A) 1,5+1,9(6+10A) 1,4+1,75(12+25A) 1,3+1,6(12+25A)	3,5+5
<b>U</b>	Γνωστή ως «Universal». Χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1993 κυρίως από την ABB, Moeller και Schrack στην Αυστρία. Ήταν ο πρόδρομος της HG.	<b>C</b>	1,05+2,1(<4A) 1,5+1,9(6+10A) 1,4+1,75(12+25A) 1,3+1,6(12+25A)	5,5+12
<b>U</b>	Δεύτερη και εναλλακτική επιλογή της «Universal».	<b>G</b>	1,05+1,35	6+10
<b>G</b>	Χαρακτηρίστηκε ως «Γενικής Εφαρμογής» κυρίως για προστασία εξοπλισμού ξεπερασμένη ως προς την χρήση της.	<b>C</b>	1,05+1,35	6+10

Πίνακας 2.6.2-1: Αντιστοιχίες χαρακτηριστικών παλαιών ασφαλιστικών διατάξεων.

Τέλος οι ασφάλειες τήξεως δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για λειτουργικό χειρισμό με βάση την παράγραφο 537.5.3 του ΕΛΟΤ HD 384. Εκτός από τους βασικούς σκοπούς προστασίας για τους οποίους εγκαθίστανται μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν διατάξεις απομόνωσης με βάση την παράγραφο 537.2.4 του προτύπου.



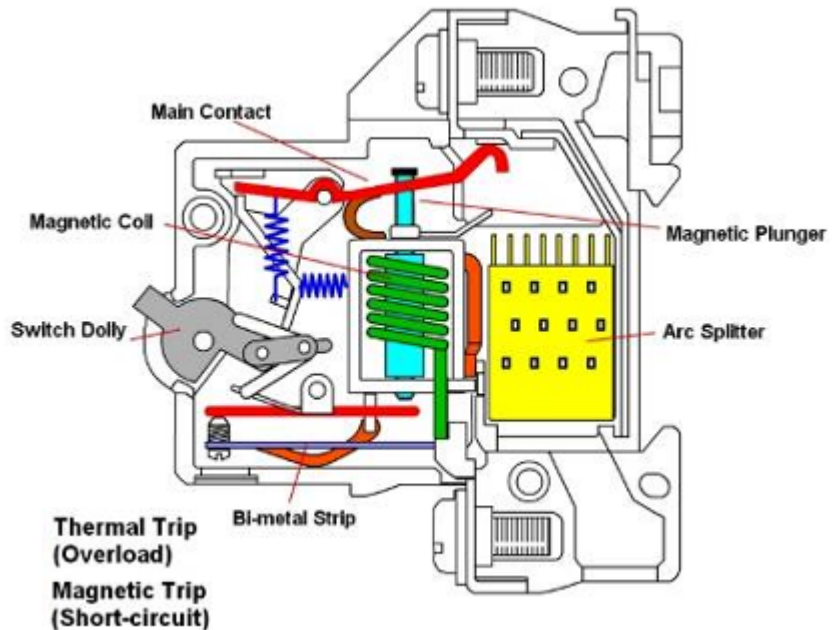
### 2.6.3 Αυτόματες Ασφάλειες (Μικροαυτόματοι)

Οι αυτόματες ασφάλειες έχουν διαφορετική κατασκευή από τις ασφάλειες τήξεως, αλλά και αυτές, διακόπτουν την τροφοδοσία σε περίπτωση υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος, με παρόμοιο τρόπο. Μετά την διακοπή όμως, δεν χρειάζεται να τις αντικαταστήσουμε, αλλά απλώς να σηκώσουμε το χειριστήριο και να αποκατασταθεί η τροφοδοσία (εφόσον πρώτα επισκευάσουμε ή απομονώσουμε την συσκευή που προκάλεσε το βραχυκύκλωμα).

Αποτελούνται από ένα ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο (ρελέ) και από ένα διμεταλλικό στοιχείο (θερμικό). Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο κάνει διακοπή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος πολύ γρήγορα (εκατοστά ή και χιλιοστά του δευτερολέπτου), ενώ το διμεταλλικό διακόπτει σε περίπτωση υπερεντάσεως με καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων ή και λεπτών, ανάλογα με την υπερένταση.

**Εικόνα 2.6.3.1:**

Μηχανισμός Αυτόματης ασφάλειας



Στην **αυτόματη ασφάλεια** σε κατάσταση υπερέντασης (**overload**) – γίνεται ενεργοποίηση θερμικού στοιχείου, ενώ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος (**short - circuit**) - ενεργοποίηση ακαριαίου στοιχείου. Το ηλεκτρικό τόξο, κατά το άνοιγμα της επαφής στο βραχυκύκλωμα, “μεταφέρεται” στο φλογοκρύπτη (**κίτρινο στοιχείο** ασφάλειας).

Οι αυτόματες ασφάλειες διακρίνονται σε :

**Μονοπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν πάντα τον αγωγό της **φάσης**, ενός **μονοφασικού** ηλεκτρικού κυκλώματος, για παροχή ισχύος όχι μεγαλύτερη από 1,5 kW.

**Διπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τη **φάση** και τον **ουδέτερο**, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος για παροχή ισχύος μεγαλύτερη από 1,5 kW

**Μονοπολικές +N:** Προστατεύουν και διακόπτουν μόνο τη **φάση** και διακόπτουν χωρίς να προστατεύουν τον **ουδέτερο**, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος.

**Τριπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις**, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.

**Τετραπολικές:** Προστατεύουν και διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι **οι τρεις φάσεις** και ο **ουδέτερος**, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.

Οι αυτόματες ασφάλειες κατασκευάζονται, με ικανότητα διακοπής (ή αλλιώς με αντοχή σε ρεύμα βραχυκύκλωσης) 3kA, 6kA και 10kA (10.000A). Σε μερικές περιπτώσεις κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες με ικανότητα διακοπής μέχρι και 25kA.

Ένα άλλο στοιχείο των αυτόματων ασφαλειών είναι οι χαρακτηριστικές καμπύλες που εκφράζουν το χρόνο ενεργοποίησης του μηχανισμού διακοπής της ασφάλειας από τη στιγμή που θα εμφανιστεί το βραχυκύκλωμα, συναρτήσει αυτού του ρεύματος. Έτσι για κάθε ικανότητα διακοπής έχουμε τρεις χαρακτηριστικούς τύπους ασφαλειών που προσδιορίζονται με τα γράμματα "B", "C", "D" και αναφέρονται σε μια περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης που είναι πολλαπλάσια του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας  $I_N$  της ασφάλειας :

Χαρακτηριστική καμπύλη	"B"	"C"	"D"
Περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης	$3 \div 5 I_N$	$5 \div 10 I_N$	$10 \div 20 I_N$

Οι αυτόματες ασφάλειες στερεώνονται στην ράγα του πίνακα διανομής, από μία για κάθε μερικό κύκλωμα. Αντέχουν για 20.000 ζεύξεις - αποζεύξεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως διακόπτες των κυκλωμάτων, αλλά για περιορισμένο αριθμό χρήσεων.



Επειδή υπάρχει η μικρή πιθανότητα να κολλήσουν και να μην παρέχουν προστασία για πολύ μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλώματος (3000 A και πάνω), πρέπει να τοποθετούμε ως γενική ασφάλεια του πίνακα μία ασφάλεια τήξεως και όχι αυτόματη ασφάλεια

## 2.7 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΔΙΑΦΥΓΗΣ (Δ.Δ)

Με τους διακόπτες διαφυγής επιτυγχάνεται η απόξευση του τμήματος της εγκατάστασης όπου εμφανίζεται τάσης επαφής μεγαλύτερη από 50 V, κάτι που μπορεί να συμβεί όταν υπάρξει βλάβη της μόνωσης, σε πολύ μικρό χρόνο.

Διακρίνουμε τους **Διαφορικούς Διακόπτες Τάσεως (Δ.Δ.Τ)** και τους **Διαφορικούς Διακόπτες Εντάσεως (Δ.Δ.Ε.)** (ή ρελέ προστασίας ή διαφυγής ή αντιηλεκτροπληξιακοί ή αυτόματοι διαφορικοί διακόπτες). Ο Δ.Δ.Τ. πλέον χρησιμοποιείται σπάνια.

Κατασκευάζονται ως διπολικοί για μονοφασικές παροχές ή τετραπολικοί για τριφασικές παροχές.

### 2.7.1 Διαφορικός διακόπτης εντάσεως (ΔΔΕ) (αντιηλεκτροπληξιακός)

Είναι συσκευή που αυτόματα προκαλεί διακοπή του ρεύματος, όταν συμβεί για οποιοδήποτε λόγο διαρροή. Επομένως προστατεύει αποτελεσματικά και από ηλεκτροπληξία, δεδομένου ότι η ηλεκτροπληξία είναι μία διαρροή ρεύματος προς την γη, δια μέσου του ανθρώπινου σώματος.

Οι ΔΔΕ χρησιμοποιούνται πολύ συχνά καθώς εγκαθίστανται εύκολα και είναι αποτελεσματικοί. Λέγονται επίσης και Διαφορικοί γιατί η λειτουργία τους βασίζεται στη σύγκριση των εντάσεων που διαρρέουν τους τροφοδοτικούς αγωγούς.



**Εικόνα 2.7.1.1:** Δ.Δ.Ε. διπολικός και τετραπολικός

Ο διακόπτης αυτός, συγκρίνει συνεχώς την ένταση στον αγωγό της φάσεως με την ένταση στον ουδέτερο αγωγό (στο μονοφασικό ρεύμα). Όταν η διαφορά των εντάσεων αυτών γίνει μεγαλύτερη από 30 mA (δηλαδή επικίνδυνη), τότε μέσω ενός ρελαί ανοίγουν οι επαφές του διακόπτη και γίνεται διακοπή. Αντίστοιχη είναι και η λειτουργία των τριφασικών διαφορικών διακοπών εντάσεως.

Για να είναι αποτελεσματική η λειτουργία ενός τέτοιου διακόπτη ΔΔΕ πρέπει αυτός να βρίσκεται στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Για τον λόγο αυτό τοποθετείται

στην αρχή του πίνακα διανομής μίας ΕΗΕ αμέσως μετά τον γενικό διακόπτη και την γενική ασφάλεια (ή τρεις γενικές ασφάλειες στο τριφασικό) και έτσι προστατεύει και το μεγαλύτερο μέρος του πίνακα.

Οι ΔΔΕ έχουν μέσο όρο ζωής 20.000 ζεύξεις-αποζεύξεις και η ευαισθησία τους είναι συνήθως 30 mA με χρόνο απόζευξης 0,2 sec. Η ονομαστική τους ένταση λειτουργίας, δηλαδή το φορτίο σε A που μπορούν να διακόπτουν χωρίς πρόβλημα, είναι 40A ή 63A. Όταν τα φορτία είναι μεγαλύτερα, τότε μπορούμε να τοποθετήσουμε δύο ή περισσότερους και ο καθένας να προστατεύει μία ομάδα κυκλωμάτων.

Οι ΔΔΕ διαθέτουν και ένα μπουτόν test το οποίο επιτρέπει τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνεται συχνά (κάθε μήνα) για να είναι ο διακόπτης πάντοτε σε ετοιμότητα.

Στις εγκαταστάσεις που διαθέτουν ΔΔΕ πρέπει να προσέχουμε, ώστε να μην γίνεται πουθενά μετά τον διακόπτη σύνδεση του ουδέτερου με τον αγωγό γειώσεως, επειδή έτσι ο ΔΔΕ θα προκαλεί διακοπή.

#### Παρατηρήσεις

Ο Δ.Δ.Ε. δεν καλύπτει την περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτωσης γι' αυτό πρέπει να προηγούνται πάντα ασφάλειες.

Τα ρελέ προστασίας δεν μπορούν να προστατέψουν από ηλεκτροπληξία το άνθρωπο αν ακουμπήσει ταυτόχρονα φάση και ουδέτερο.

## 2.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

### 2.8.1 Γενικά

Οι πίνακες χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση και τον έλεγχο λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς και για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορα κυκλώματα.

Οι πίνακες διακρίνονται σε:

- Γενικοί Πίνακες Διανομής
- Πίνακες Φωτισμού
- Πίνακες Κίνησης

Στο εσωτερικό των πινάκων βρίσκονται τα όργανα προστασίας και ελέγχου των κυκλωμάτων που αυτοί τροφοδοτούν (διακόπτες φορτίου, αυτόματες ασφάλειες, ραγοδιακόπτες, αυτόματοι διακόπτες φορτίου, ρελέ ισχύος όργανα μέτρησης κ.α)

Ο πίνακας διανομής τοποθετείται μετά το κιβώτιο του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και στην πιο προσιτή θέση του κτιρίου για να μπορούμε να διακόπτουμε εύκολα την παροχή σε περίπτωση κινδύνου ή ανωμαλίας.

Στις εσωτερικές (οικιακές) εγκαταστάσεις χρησιμοποιούμε κατά κύριο λόγο χωνευτούς πλαστικούς ή μεταλλικούς πίνακες.

Σε βιοτεχνικούς ή βιομηχανικούς χώρους χρησιμοποιούμε κατά κύριο λόγο εξωτερικούς πλαστικούς ή μεταλλικούς πίνακες αυξημένης προστασίας.

Το μέγεθος των πινάκων εξαρτάται:

- Από την ισχύ της παροχής
- Από τον αριθμό των επιμέρους κυκλωμάτων.
- Το είδος των πινάκων εξαρτάται:
- Από το βαθμό προστασίας
- Από το περιβάλλον που θα τον τοποθετήσουμε

## 2.8.2 Θέση γενικού διακόπτη, γενικών ασφαλειών και Δ.Δ.Ρ στο γενικό πίνακα

Πρώτος στη σειρά συνδέεται ο Γενικός Διακόπτης.

Μετά το Γενικό Διακόπτη τοποθετούμε και συνδέουμε τις Γενικές Ασφάλειες.

*Παρατήρηση:* Αυτή η σειρά δεν ισχύει στη Γερμανία όπου οι γενικές ασφάλειες προηγούνται του γενικού διακόπτη. Αυτή η διαφορά πολλές φορές έχει προκαλέσει σύγχυση και διαφωνίες στον ελληνικό χώρο απ' αυτούς που σπούδασαν ή εργάστηκαν στην Γερμανία. Γι' αυτό το λόγο οι γερμανικοί ασφαλειοδιακόπτες που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά έχουν συνδέσει τους διακόπτες με τους κάλυκες και όχι με τις μήτρες των ασφαλειών αφού στη Γερμανία οι διακόπτες έπονται των ασφαλειών. Επομένως ο Έλληνας ηλεκτρολόγος πριν χρησιμοποιήσει το γερμανικό ασφαλειοδιακόπτη, θα πρέπει να αλλάξει τη συνδεσμολογία του, ώστε ο διακόπτης να συνδέεται με τις μήτρες και όχι με τους κάλυκες των ασφαλειών.

Μετά τις γενικές ασφάλειες συνδέεται ο Ηλεκτρονόμος (Ρελέ) Διαφυγής Έντασης (διαφορικής προστασίας).

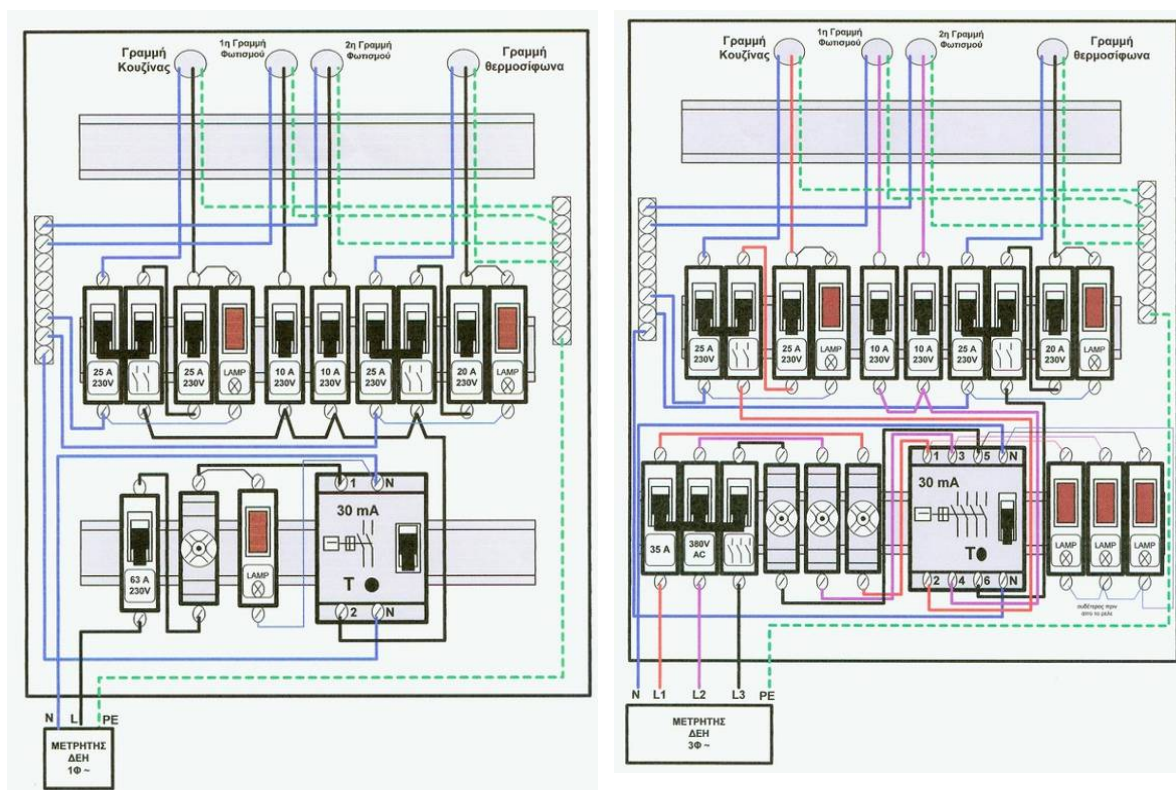
Στο άρθρο 531.2 (παρ. 531.2.1.4 και 531.2.1.5) του κανονισμού (ΕΛΟΤ HD 384) ρητά επιβάλλεται η ασφάλιση του ρελέ που μπορεί να γίνει μόνο με την πρόταξη των ασφαλειών. Άλλωστε θα ήταν αδύνατος ο διαχωρισμός μεγάλης εγκατάστασης σε περισσότερα του ενός ρελέ αν το τοποθετήσουμε πριν από τις γενικές ασφάλειες.

Πέρα από αυτό, η ασφάλεια του ρελέ πρέπει να είναι για ένταση το πολύ ίση με την ένταση αυτού και όχι με μεγαλύτερη όπως συμβαίνει με τις ασφάλειες των μετρητών της ΔΕΗ οι οποίες πολλές φορές είναι μεγαλύτερες από την γενική ασφάλεια του καταναλωτή.

(Πηγή ΕΛΟΤ HD 384 και άρθρο καθηγητή Μιλτιάδη Κάπου στο ιστολόγιο electrology - ηλεκτρολογία και εκπαίδευση.)



Εικόνα 2.8.2.1: Ηλεκτρικός πίνακας



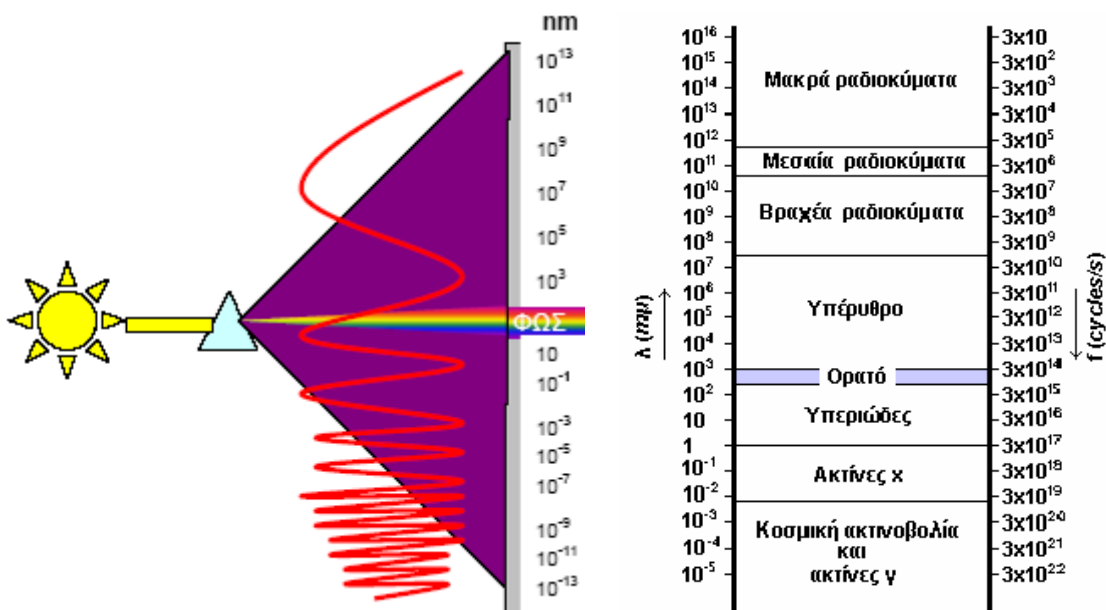
Εικόνα 2.8.2.2: Μονοφασικός πίνακας με 2 γραμμές φωτισμού κουζίνα και θερμοσίφωνα, και Τριφασικός πίνακας με 2 γραμμές φωτισμού, κουζίνα και θερμοσίφωνα

## 2.9 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

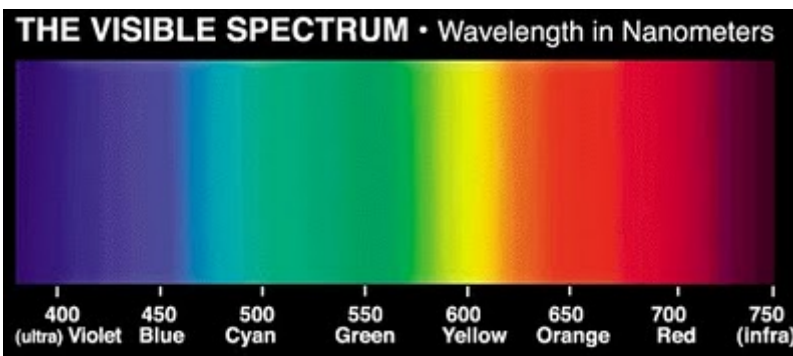
### 2.9.1 Ορισμός

Το φως είναι το ορατό τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το οποίο αποτελείται από παλλόμενα quanta ενέργειας. Δηλ. το φως συμπεριφέρεται και ως δέσμη σωματιδίων και ως κύμα που διαδίδεται στον χώρο.

Το φως είναι μία ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Οι γνωστές ηλεκτρομαγνητικές κυμάνσεις (η ηλεκτρομαγνητικό φάσμα) περιλαμβάνουν ακτινοβολίες με μήκος κύματος από  $10^{-11}$  mm (κοσμικές ακτίνες) μέχρι  $10^7$  mm (ραδιοφωνικά κύματα) .



**Εικόνα 2.9.1.1:** Το φάσμα των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών με τα διαφορετικά μήκη κύματος και την μικρή περιοχή με τις φωτεινές ακτίνες



**Εικόνα 2.9.1.2:** Τα χρώματα της ίριδας

Παρατηρούμε ότι το ορατό φως αναλύεται σε επιμέρους ζώνες ακτινοβολιών που κάθε



μια αντιστοιχεί σε κάποιο βασικό χρώμα.

Από όλο το πεδίο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μόνο μια μικρή μπάντα μεταξύ των υπερύθρων και των υπεριωδών είναι ορατή από το ανθρώπινο μάτι. Αυτές οι φωτεινές ή ορατές ακτίνες προκαλούν και την διέγερση του αισθητηρίου της όρασης (περιλαμβάνονται σε μήκος κύματος μεταξύ 780 και 380nm (1 nanometro= 1 δισεκατομμυριοστό του μέτρου)

### 2.9.2 Ιδιότητες και χαρακτηριστικά του φωτός

Το φως, είτε φυσικό είτε τεχνητό, έχει κάποια χαρακτηριστικά και κάποιες ιδιότητες. Κυρίως στον τεχνητό φωτισμό επιδιώκουμε να κατορθώσουμε να εκμεταλλευτούμε, να ελέγξουμε, να κοντρολάρουμε αυτές τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του φωτός.

#### 1)ΤΟ ΦΩΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΤΑΙ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΑΤΑΙ.

Ανάλογα με την απόχρωση της επιφάνειας ένα μέρος θα απορροφηθεί και το υπόλοιπο θα αντανάκλασθεί. Όσο πιο σκούρες είναι οι επιφάνειες τόσο πιο γρήγορη και η απορρόφηση. Τούτο αποκτά σημασία όταν επιλέγουμε τα χρώματα των τοίχων και της οροφής. Το ίδιο δωμάτιο βαμμένο γκρι απαιτεί διπλάσιο περίπου φωτισμό απ'ότι βαμμένο άσπρο.

#### 2) ΤΟ ΦΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΣΚΙΕΣ.

Το φως προσπίπτοντας σε κάποιο αντικείμενο δεν “στρίβει” ούτε το παρακάμπτει αλλά (εκτός από την αντανάκλαση – απορρόφηση) δημιουργεί πίσω από αυτό σκιές ανάλογα με το που βρίσκεται η φωτεινή πηγή, τι υπάρχει στο φόντο κλπ. Η σημασία αυτής της ιδιότητας φαίνεται όταν έχουμε να φωτίσουμε ασύμμετρους χώρους, ή χώρους με εσοχές.

#### 3) ΤΟ ΦΩΣ -ΑΥΤΟ ΚΑΘΑΥΤΟ- ΕΙΝΑΙ ΑΟΡΑΤΟ.

Το φως γίνεται αντιληπτό όταν προσπίπτει σε αντικείμενα. Η επιτρεπόμενη φωτεινή ροή φωτίζει τις επιφάνειες, ανακλάται λίγο ή πολύ και έτσι γίνονται ορατές λαμπρότητες. Κατά συνέπεια ό,τι συλλαμβάνει το μάτι μας και βλέπουμε γύρω μας είναι αντανάκλασεις. Επομένως το πώς θα φαίνεται ο χώρος που μας περιβάλλει εξαρτάται από το πώς θα τον φωτίσουμε.

#### 4) ΤΟ ΦΩΣ ΔΙΑΘΛΑΤΑΙ.

Καθώς περνάνε από τη μια ουσία στην άλλη οι φωτεινές ακτίνες παθαίνουν «διάθλαση» δηλ. λυγίζουν. Η ιδιότητα αυτή βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στον έλεγχο της κατεύθυνσης του φωτισμού, στην εστίασή του, στην κατασκευή αντιθαμβωτικών αξεσουάρ κλπ.

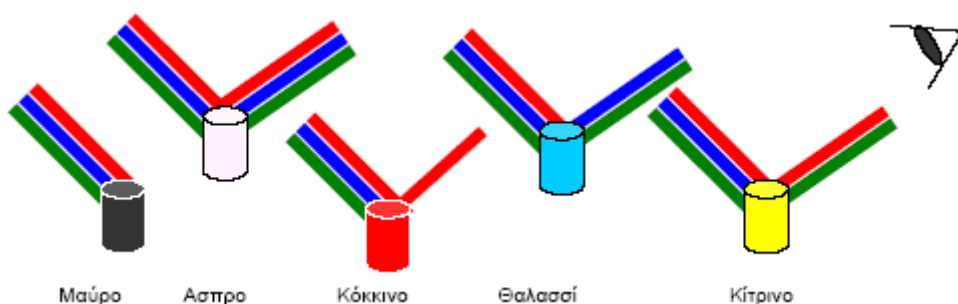
Με την διάθλαση του φωτός εξηγούνται και οι περίεργοι «αντικατοπτρισμοί» στην έρημο, όπου αντανακλώμενες φωτεινές ακτίνες από πχ. ένα δένδρο διαθλώνται περνώντας μέσα από διαφορετικής θερμοκρασίας αέριες μάζες και προβάλλουν μια εικόνα εκεί που δεν υπάρχει.

### 5) ΤΟ ΦΩΣ ΕΙΝΑΙ ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟ

Το φως φαίνεται άσπρο αλλά στην πραγματικότητα οι ακτίνες του είναι χρωματιστές (κόκκινο,πορτοκαλί,κίτρινο,κιτρινοπράσινο,πράσινο,πρασινόμπλε,μπλέ,ιώδες). Τα τρία βασικά χρώματα είναι κόκκινο, πράσινο, μπλέ. (RGB).

Η ιδιότητα αυτή του φωτός ( η ανακάλυψή της οφείλεται στον Νεύτωνα) είναι ίσως η πιο σημαντική επειδή σε συνδυασμό με την αντανάκλαση αποτελεί τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τα χρώματα. Έτσι όταν ένα αντικείμενο περιλουσθεί με άσπρο φως (που περιέχει δηλ. τα 3 βασικά) τότε απορροφά ένα μέρος και το υπόλοιπο το αντανακλά. Τα μάτια μας συλλαμβάνουν μόνο το ανακλώμενο, και το οποίο το αντιλαμβανόμαστε σαν ένα συγκεκριμένο χρώμα.

Αν ,λοιπόν, το αντικείμενο απορροφά όλη την ακτινοβολία φαίνεται μαύρο, αν την αντανακλά όλη φαίνεται άσπρο, αν απορροφά όλη εκτός από την κόκκινη φαίνεται κόκκινο, αν απορροφά όλη εκτός από μπλε και πράσινη φαίνεται θαλασσί, αν απορροφά όλη εκτός από κόκκινη και πράσινη φαίνεται κίτρινο κ.ο.κ.



Η σπουδαιότητα αυτής της ιδιότητας έγκειται στο ότι : Τα χρώματα και τα χρωματιστά αντικείμενα φαίνονται σωστά μόνον όταν τα αντίστοιχα χρώματά τους περιέχονται στο φάσμα του φωτός που τα φωτίζει.

(κύρια πηγή άρθρο «Φως και Τεχνητός Φωτισμός» του Κώστα Μάθιου)

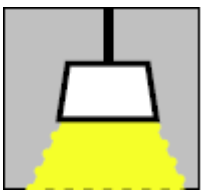
### 2.9.3 Μέθοδοι και Τρόποι τεχνητού φωτισμού

Για να καλυφθούν οι ανάγκες τεχνητού φωτισμού αξιοποιούνται κυρίως οι παρακάτω μέθοδοι φωτισμού:

- ΓΕΝΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Είναι ο βασικός φωτισμός του χώρου που πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και οπτική άνεση. Πρέπει να είναι διάχυτος, ομοιόμορφος και ισοκατανεμημένος. Όλα τα ακολουθούντα είδη φωτισμών είναι συμπληρωματικοί φωτισμοί του Γενικού.
- ΤΟΠΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Είναι ο περιορισμένα διάχυτος φωτισμός μιας θέσεως «εργασίας» εν ευρεία έννοια.
- ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ - ΘΕΑΤΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Είναι ο έντονα κατευθυνόμενος φωτισμός για να τονίσουμε κάποιο σημείο ή να δημιουργήσουμε εφέ.
- ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Είναι ο απαλός, χαμηλός, ζεστός φωτισμός για δημιουργία «ατμόσφαιρας»
- ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ. Είναι ο φωτισμός από φωτιστικά με έντονο διακοσμητικό χαρακτήρα που δημιουργούν φωτοσκιάσεις κλπ.
- ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ. Είναι ο φωτισμός εκτάκτου ανάγκης που λειτουργεί όταν κοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα, και ο φωτισμός σκαλοπατιών, σκοτεινών αιθουσών κινηματοθεάτρων, ο προειδοποιητικός φωτισμός για κάποιο κίνδυνο κλπ.

Ο τρόπος φωτισμού ενός χώρου διακρίνεται με βάση τη διανομή της φωτεινής ροής προς τα πάνω και προς τα κάτω σε σχέση με οριζόντιο επίπεδο.

**Άμεσος (direct) φωτισμός:** Στον άμεσο φωτισμό όλο το φως κατευθύνεται, προς την φωτιζόμενη επιφάνεια. Το 90-100% της φωτεινής ροής των πηγών στέλνεται άμεσα προς τα κάτω και 0-10% προς τα πάνω στο επίπεδο εργασίας.

Πλεονεκτήματα:	Μειονεκτήματα:	
Μικρό κόστος εγκατάστασης.	Μεγάλη θάμβωση και κατοπτρισμός.	
Μεγάλος βαθμός αποδόσεως	Έντονες σκιές.	
Μικρό κόστος συντηρήσεως.		

Δεν είναι καλαίσθητος

**Ημιάμεσος (semi-direct) φωτισμός:** Ένα μεγάλο ποσοστό του φωτός κατευθύνεται προς τα κάτω (60-90%) το άλλο προς τα πάνω.

Πλεονεκτήματα:

Μειονεκτήματα:

Ωραία εμφάνιση

Μικρή απόδοση αν οι τοίχοι και η οροφή έχουν χρώμα σκοτεινό

Ασθενέστερες σκιές.

Μικρή δαπάνη εγκαταστάσεως.



**Έμμεσος φωτισμός (indirect) :** Είναι το αντίθετο του άμεσου. Το 90-100% της φωτεινής ροής στέλνεται προς την οροφή και 0-10% προς τα κάτω, με ανάκλιση επιστρέφει στο επίπεδο εργασίας.

Πλεονεκτήματα:

Μειονεκτήματα:

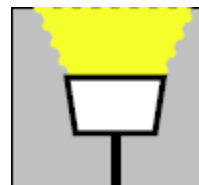
Δεν έχουμε καθόλου σκιές.

Μειονεκτήματα:

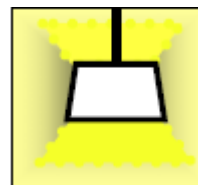
Δεν έχουμε θάμβωση.

Μεγάλη δαπάνη και συντηρήσεως εγκαταστάσεως

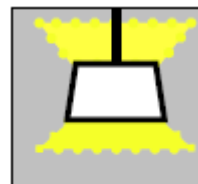
Είναι αντιοικονομικός στα σκοτεινά χρώματα.

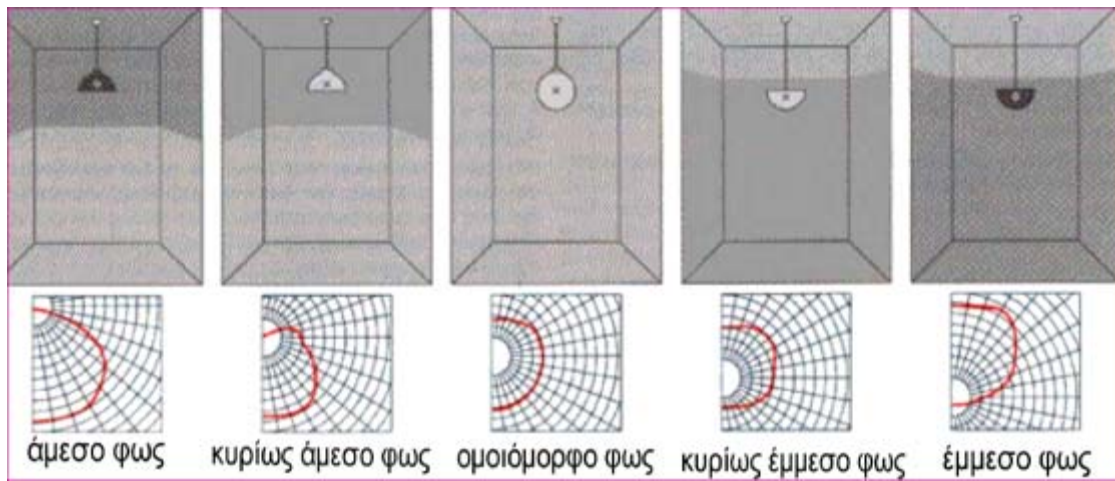


**Ομοιόμορφος - Συμμετρικός φωτισμός (:** Το 40-60% της φωτεινής ροής προς τα πάνω και το 40-60% προς τα κάτω.



**Ημιέμμεσος φωτισμός (semi-direct):** Εδώ το μεγαλύτερο μέρος του φωτός κατευθύνεται προς τα πάνω. Το 60-90% της φωτεινής ροής προς τα πάνω και το 10-40% προς τα κάτω.





**Εικόνα 2.9.3.1:** Φωτισμός χώρου και απεικόνιση σε διάγραμμα

(κύρια πηγή άρθρο «Φως και Τεχνητός Φωτισμός» του Κώστα Μάθιου)

#### 2.9.4 Ορολογία Φωτισμού – Βασικά Φωτομετρικά μεγέθη

- **Φωτεινή ροή ή Φωτεινή ισχύς (Luminous flux  $\Phi$ ):** Το σύνολο της ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μια πηγή φωτός ή αντανακλάται από μία επιφάνεια. Συμβολίζεται με γράμμα  $\Phi$  και μετριέται σε **lumen (lm)**.
- **Φωτεινή απόδοση λαμπτήρων (Luminous efficacy  $\eta$ ):** Είναι η η φωτεινή ροή μιάς πηγής σε σχέση με την καταναλισκόμενη ενέργεια. Εκφράζεται σε **lumens / Watt (lm/W)**
- **Φωτεινή Ένταση (Luminous intensity  $I$ ):** Είναι η ποσότητα της φωτεινής ροής που ακτινοβολεί προς μια ορισμένη κατεύθυνση. Μονάδα μέτρησης **candela (cd)**  
Ο τρόπος κατανομής της φωτεινής έντασης λαμπτήρων και φωτιστικών (με ανακλαστήρα) απεικονίζεται με διαγράμμα-τα αποκαλούμενα «πολικά διαγράμματα» ή «ισομετρικές καμπύλες» ή «φωτομετρικές καμπύλες», και δίδονται από τούς κατασκευαστές. Συμβολίζεται με το γράμμα  $I$  και μονάδα μέτρησης είναι η **candela (Cd)**.
- **Λαμπρότητα ή φωτεινότητα (Luminance  $L$ ):** Είναι η λαμπρότητα μιάς φωτιζόμενης (ετερόφωτης) ή μιάς φωτεινής (αυτόφωτης) πηγής ,όπως γίνεται αντιληπτή από το «μέσο μάτι». Η λαμπρότητα αποτελεί σημαντικό κριτήριο της οπτικής ποιότητας ενός φωτιζόμενου χώρου. Συμβολίζεται με το γράμμα  $L$ . Ορίζεται ως το πηλίκο  $L = I/S$  όπου  $I$  η ένταση της φωτεινής πηγής και  $S$  η επιφάνειά της  
Μονάδα μέτρησης το  $\text{nit} = \text{cd}/\text{m}^2$  και για τους λαμπτήρες το  $\text{stilb} = \text{cd}/\text{cm}^2$ .
- **Θάμβωση (Glare,  $G$ ).** Θάμβωση δημιουργείται όταν οι συνθήκες ορατότητας είναι τέτοιες ώστε κάποιος να αισθάνεται ενόχληση και μείωση της ικανότητας να διακρίνει αντικείμενα εξαιτίας της μη κατάλληλης κατανομής της λαμπρότητας ή εξαιτίας υπερβολικών αντιθέσεων λαμπρότητας. Η θάμβωση παρουσιάζεται με τρεις μορφές:
  - a. την απόλυτη θάμβωση (dazzle), η οποία οφείλεται σε υπερβολικά μεγάλη λαμπρότητα μέσα στο οπτικό πεδίο (τιμές μεγαλύτερες από  $10.000 \text{ cd}/\text{m}^2$ ).
  - b. την ψυχολογική θάμβωση ή θάμβωση ενόχλησης (psychological glare, discomfort glare), κατά την οποία δημιουργείται μία δυσφορία στον εργαζόμενο και μία έλλειψη άνεσης.
  - c. τη φυσιολογική θάμβωση ή θάμβωση ανικανότητας (physiological glare, disability glare), η οποία όπως και η απόλυτη θάμβωση συνδέεται με τη

δημιουργία ενός ομοιόμορφου πέπλου φωτός σε όλο το οπτικό πεδίο, το οποίο μειώνει την αντίθεση λαμπρότητας μεταξύ ενός αντικείμενου και του περιβάλλοντός του. Αντιστοιχεί λοιπόν σε μια πρόσθετη λαμπρότητα (ισοδύναμη λαμπρότητα πέπλου – Veiling Equivalent Luminance ( $L_{seq}$ )), που επικάθεται στο οπτικό πεδίο μειώνοντας την αντίθεση λαμπρότητας. Το ποσοστό κατά το οποίο πρέπει να αυξηθεί ο φωτισμός του περιβάλλοντος για να γίνει ένα αντικείμενο ορατό και πάλι ορίζεται ως προσαύξηση κατωφλίου της λαμπρότητας του περιβάλλοντος (Threshold Increment, TI).

- **Μέσος Φωτισμός επιφανεΐας - Ισχύς Φωτισμού Illuminance E ):** Συμβολΐζεται με το γράμμα E και ΐναι η ποσότητα της φωτεινής ροής που εκπεμπόμενη από μία φωτεινή πηγή πέφτει πάνω σε μία επιφάνεια. Μονάδα μέτρησης το lux = lumen/m<sup>2</sup> σε οριζόντιες( $E_h$ ) ή κάθετες ( $E_v$ ) επιφάνειες. Το μέγεθος αυτό μπορούμε να το μετρήσουμε με το λουξόμετρο.
- **Ανακλαστικότητα (Reflectance ρ ).** Εκφράζεται σε ποσοστό % και δείχνει πόση ΐναι η αντανακλώμενη από μια επιφάνεια φωτεινή ροή. Σημαντικότερη παράμετρος στον υπολογισμό φωτισμού εσωτερικών χώρων. Οι σκούρες επιφάνειες απαιτούν υψηλότερη και οι ανοικτές χαμηλότερη στάθμη Μέσου φωτισμού (E), για να ΐχουν την ΐδια εντύπωση φωτεινότητας (L). Υπάρχουν πίνακες που δείχνουν την ανακλαστικότητα των περισσοτέρων υλικών και χρωμάτων. Πχ. λευκός τοΐχος 80% , Αλουμΐνιο 50%, γυαλί 4%(διαπερατότητα), κλπ. Ο συντελεστής ανάκλασης του φωτός σε ΐνα χώρο παΐζει σημαντικό ρόλο επηρεάζοντας τη φωτεινότητά του.

Συντελεστής ανάκλασης τοΐχων $r_w$		Συντελεστής ανάκλασης οροφής $r_c$	
0,1	Για σκούρα χρώματα	0,3	Για μέσα χρώματα
0,3	Για μέσα χρώματα	0,5	Για ανοικτά χρώματα
0,5	Για ανοικτά χρώματα	0,7	Για πολύ ανοικτά ΐως λευκά χρώματα

**Πίνακας 2.9.4-1:** Συντελεστές ανάκλασης τοΐχων και οροφής

- **Ομοιομορφΐα (Uniformity g ).** Αφορά ή / και την Φωτεινότητα ή / και τον Μέσο φωτισμό και αποτελεί στοιχείο ποιότητας. Δείχνει το πώς κατανέμονται αυτά τα μεγέθη. ΐναι ο λόγος του Ελάχιστου προς τον Μέσο Φωτισμό ενός χώρου  $g_1 = E_{min} / E$  και σε ορισμένες εφαρμογές  $g_2 = E_{min} / E_{max}$  , ή ο λόγος Φωτεινοτήτων  $U_0 = L_{min} / L$  (για φωτισμό δρόμων).

- **Θερμοκρασία Χρώματος Φωτός** (Color Temperature  $T_c$ ). Υποδηλώνει τον τόνο την χροιά που έχει το φως μιάς φωτεινής πηγής. Εκφράζεται σε βαθμούς Kelvin (Η κλίμακα Kelvin αρχίζει από το απόλυτο μηδέν  $0\text{ K} = -273\text{ }^\circ\text{C}$ ). Για πρακτικούς λόγους υπάρχουν 3 κατηγορίες φωτός

α) Θερμό λευκό WW μέχρι  $3300\text{ }^\circ\text{K}$

β) Ουδέτερο λευκό NW  $3300\text{-}5000\text{ }^\circ\text{K}$  και

γ) Ψυχρό ημέρας λευκό DW  $5000\text{ }^\circ\text{K}$  και άνω.

Ανάλογα με το χρώμα που εκπέμπουν οι λαμπτήρες κατά την λειτουργία τους διακρίνονται σε ψυχρούς λαμπτήρες (με το φάσμα τους πλούσιο σε κυανή ακτινοβολία) και σε θερμούς (με το φάσμα τους πλούσιο σε ερυθρές ακτινοβολίες). Ανάλογα με το χρώμα που εκπέμπει κάθε λαμπτήρας δημιουργεί θερμή ή ψυχρή εντύπωση αντίστοιχα.

- **Χρωματική Απόδοση** (Color Rendering CR) ΔΕΙΚΤΗΣ  $R_a$ . Οι τεχνητές φωτεινές πηγές δεν έχουν την ίδια επίδραση πάνω στην χρωματική όψη ενός αντικειμένου (επειδή δεν έχουν το ίδιο φάσμα). Ανάλογα με το πόσο καλά αποδίδουν τα χρώματα διακρίνονται σε κατηγορίες CR:

**1A** ( $R_a=90\text{-}100\%$ ) - πολύ καλή απόδοση χρωμάτων, **1B** ( $R_a=80\text{-}90\%$ ), **2A** ( $R_a=70\text{-}80\%$ ), **2B** ( $R_a=60\text{-}70\%$ ), **3** ( $R_a=40\text{-}60\%$ ), **4** ( $R_a=20\text{-}40\%$ ) -κακή απόδοση χρωμάτων.

Πχ. λαμπτ. ιωδίου 1A λαμπτ. πυρακτώσεως 1A , λαμπτ. νατρίου 4, λαμπτ. HQI 1B κλπ. Ο φωτισμός από λαμπτήρες πυράκτωσης αποδίδει άριστα τα χρώματα των αντικειμένων (δείκτης  $R_a=100$ )

Οι διαφορετικοί συνδυασμοί της θερμοκρασίας χρώματος και του δείκτη χρωματικής απόδοσης δίνουν διαφορετικό φωτιστικό αποτέλεσμα.



**Πίνακας 2.9.4-2:** Παραδείγματα Συνδυασμού θερμοκρασίας χρώματος και δείκτη χρωματικής απόδοσης

Επιθυμητή ποιότητα φωτός	Ελάχιστος δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	Συνιστώμενη θερμοκρασία χρώματος Tc σε °K	Παραδείγματα εφαρμογών
Καλύτερη δυνατή	90	6500 – 7400	Βιομηχανίες υφασμάτων, τυπογραφία, γραφικές τέχνες.
	90	4000	Μουσεία, χώροι ιατρικών εξετάσεων.
Καλή	80	4000	Κατοικίες, σχολεία, γραφεία, μεγάλα καταστήματα.
	80	3000	Καταστήματα τροφίμων, αίθουσες συνεδρίων, χώροι υποδοχής.
Μέση	60	—	Διάδρομοι, σκάλες, μηχανουργεία.
Καμιά	—	—	Βαριά βιομηχανία, αποθήκες, χώροι στάθμευσης.

- **Συντελεστής Απόδοσης Φωτιστικού (Light output ratio Lor).** Δείχνει τι ποσοστό από την φωτεινή ροή του λαμπτήρα που έχει τοποθετηθεί στο φωτιστικό εκπέμπεται στο περιβάλλον. Σημαντικότητας παράγων στην επιλογή των φωτιστικών δείχνει ότι την διαφορά στον φωτισμό δεν την κάνουν οι λαμπτήρες, αλλά τα φωτιστικά (η οπτική και η καθαρότητα του ανακλαστήρα). Πχ. χονδρικά προκειμένου να διαλέξουμε ανάμεσα στο A και το B φωτιστικό αν έχουν το  $A=Lor=70\%$  και το  $B=Lor=68\%$  συγκρίνουμε περίπου ισοδύναμα. Αν όμως το  $B=Lor=34,7\%$  τότε απαιτούνται δύο B για να έχουμε ίδιο φωτισμό.
- **Συντελεστής συντήρησης μ (Maintenance Factor).** Ο συντελεστής συντήρησης είναι ο λόγος της φωτεινής απόδοσης σε lumens του συστήματος φωτισμού προς τα αρχικά lumens που απέδιδε. Είναι συνδυασμός του βαθμού ρύπανσης του χώρου στον οποίο βρίσκεται το φωτιστικό σώμα και της περιόδου καθαρισμού του, Κάθε φωτιστικό σώμα δέχεται ρύπανση η οποία μπορεί να είναι ελαφρά, μέση ή υψηλή. Επιπρόσθετα, η κατάσταση του φωτιστικού σώματος δεν εξαρτάται μόνο από τη ρύπανση του χώρου αλλά και από τη συχνότητα καθαρισμού του φωτιστικού σώματος. Έτσι η κάθε κατηγορία ρύπανσης υποδιαιρείται σε τρεις υποκατηγορίες A, B, ή C, που αντιστοιχούν στον καθαρισμό φωτιστικού σώματος μία φορά κάθε ένα, δύο, ή τρία έτη αντίστοιχα. Οι τιμές των κατηγοριών διαφέρουν για κάθε τύπο φωτιστικού σώματος.

– Φωτομετρικές καμπύλες

Όλες οι τιμές της φωτεινής έντασης που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις παράγουν ένα φωτομετρικό στερεό. Τέμνοντας το φωτεινό στερεό σε ένα ή περισσότερα επίπεδα, παίρνουμε τις φωτομετρικές καμπύλες οι τιμές των οποίων αναφέρονται σε καντέλες ανά 1000 lm. Γενικά οι Φωτομετρικές καμπύλες εμφανίζονται σε δύο κάθετα επίπεδα που περνάνε από το οπτικό κέντρο του φωτιστικού. Για τα φωτιστικά εσωτερικού χώρου και οδικού φωτισμού οι φωτομετρικές καμπύλες αναπαρίστανται σε πολικές συντεταγμένες. Για τους προβολείς οι φωτομετρικές καμπύλες αναπαρίστανται σε καρτεσιανές συντεταγμένες.

**• ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ**

Κλάση	Φωτισμός (lx)			
A	2000	1000	500	300
B		2000	1000	500
C			2000	1000
D				2000
E				

**Διάγραμμα περιορισμού λαμπρότητας**  
 Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της άμεσης θάμβωσης που παράγεται από κάθε φωτιστικό. Οι τιμές λαμπρότητας για τις δύο καμπύλες (εγκάρσια=συνεχής γραμμή, διαμήκης=διακεκομμένη γραμμή) σχεδιάζεται σε σχέση με έναν παρατηρητή που βλέπει το φωτιστικό από μία γωνία 45° έως 85°. Οι τιμές είναι σε λογαριθμική κλίμακα. Οι καμπύλες περιορισμού καθορίζουν την περιοχή στην οποία η λαμπρότητα του φωτιστικού δεν μπορεί να θεωρηθεί ως θάμβωση. Κάθε καμπύλη αναφέρεται σε μια μέση τιμή φωτισμού στο επίπεδο εργασίας και χωρίζεται σε 5 κατηγορίες κατά CIE: εάν η καμπύλη λαμπρότητας βρίσκεται στα αριστερά των καμπυλών περιορισμού, η θάμβωση είναι αποδεκτή.

**Κωνικό διάγραμμα**  
 Δίνει ενδεικτικές τιμές του φωτισμού και το άνοιγμα της δέσμης φωτιστικών με κυκλική διατομή (τύπου downlight ή spot). Τα κωνικά διαγράμματα δεν υφίστανται για επιμήκη φωτιστικά φθορισμού.

**Πολικό διάγραμμα**  
 Στο διάγραμμα αυτό απεικονίζονται οι τιμές που έχουν μετρηθεί στα επίπεδα C0-C180 και C90-C270 (εγκάρσια και κατα μήκος των αξόνων του φωτιστικού). Το κέντρο του διαγράμματος αντιστοιχεί στο μέσον του φωτιστικού.

**Καρτεσιανό διάγραμμα**  
 Επειδή στους προβολείς η δέσμη φωτός είναι στενότερη, οι πολικές συντεταγμένες δε δίνουν επαρκώς λεπτομερείς τιμές. Γι' αυτό το λόγο η καμπύλη κατανομής αναπαρίστανται καλύτερα με καρτεσιανές συντεταγμένες.



Εικόνα 2.9.4.1: Διαγράμματα – Φωτομετρικές καμπύλες (από Petridis lightning)

Πίνακας 2.9.4-3: Συγκεντρωτικό Τυπολόγιο φωτομετρίας

Μέγεθος	Τύπος	Μονάδες
Μέτρο στερεάς γωνίας	$\Omega = S / R^2$	Sterad ή sr
Ένταση φωτεινής σημειακής πηγής (ομοιόμορφη εκπομπή)	$I = \Phi / \omega$	candela ή cd
Ολική φωτεινή ροή σημειακής πηγής (ομοιόμορφη εκπομπή)	$\Phi_{ολ} = 4\pi I$	lumen ή lm
Φωτισμός επιφάνειας από παράλληλη δέσμη	$E = \Phi \text{ συν}\varphi / S$	Lux ή $\text{lm}/\text{m}^2$
Φωτισμός στοιχειώδους επιφάνειας από σημειακή πηγή	$E = I \text{ συν}\varphi / R^2$	Lux ή $\text{cd}/\text{m}^2$
Λαμπρότητα επιφάνειας	$L = I / S \text{ συν}\varphi$	$\text{cd} / \text{m}^2$
Απόδοση φωτεινής πηγής	$a = \Phi / P$	lumen /watt

### 2.9.5 Απαιτούμενος Φωτισμός ανάλογα με την ηλικία

Με το πέρασμα του χρόνου, την κόπωση των μυών και λόγω σκληρύνσεως του κρυσταλλώδους φακού το μάτι χάνει μέρος από την αποτελεσματικότητά του. Η απαιτούμενη για κάθε δραστηριότητα ποσότητα φωτισμού Ε διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία των ατόμων. Αν πάρουμε σαν αναφορά τις απαιτήσεις ενός ατόμου 40 ετών παρατηρούμε τη διαφοροποίηση αυτή στο παρακάτω πίνακα:

Ελάχιστες απαιτήσεις σε φωτισμό ανάλογα με την ηλικία των ατόμων που ζουν και εργάζονται μέσα σε δωμάτιο 10μ<sup>2</sup> που φωτίζεται με λαμπτήρες πυράκτωσης.

Για ηλικία 40 ετών : 100 Watt

Για ηλικία 10 ετών : 30 Watt

Για ηλικία 20 ετών : 50 Watt

Για ηλικία 30 ετών : 65 Watt

Για ηλικία 50 ετών : 200 Watt

Για ηλικία 60 ετών : 500 Watt

Ένα άτομο 60 χρονών χρειάζεται 15πλάσιο φως από ένα παιδί 10 ετών για την ανάγνωση ενός βιβλίου. Τα παραπάνω αποδεικνύουν το πόσο σημαντικό είναι να γνωρίζει ο μελετητής του φωτισμού την ηλικία των εργαζομένων ή αυτών που ζουν σε ένα χώρο. Σε μεγάλης ηλικίας άτομα, ο φτωχός φωτισμός γίνεται αιτία απογοήτευσης.

### 2.9.6 Απαιτούμενος Φωτισμός σε Lux ανάλογα με την εργασία και τον χώρο

Για κάθε δραστηριότητα χρειάζεται και, η κατάλληλη ποσότητα φωτισμού σε Lux. Το ανθρώπινο μάτι αποκτά την μέγιστη οξύτητα οράσεως σε στάθμες φωτισμού από 10.000 έως 20.000 Lux. Η πραγματοποίηση μιας τόσο υψηλής στάθμης φωτισμού σε χώρους εργασίας θεωρείται αντισυμβατική. Η πλειοψηφία των ανθρώπων θεωρεί σαν οικονομική στάθμη φωτισμού για εργασία σε εσωτερικό χώρο εκείνη που βρίσκεται μεταξύ 1.000 και 2.000 Lux.

Η ελάχιστη στάθμη φωτισμού που επιτρέπει, χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια, την αναγνώριση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ανθρώπινου προσώπου είναι της τάξεως των 100 έως 200 Lux.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα επίπεδα έντασης φωτισμού ανά κατηγορία εργασίας (σύμφωνα με το F.A. Party)

Lux	Εργασία
1200	Πολύ δύσκολες εργασίες, μεγάλης διάρκειας, όπως λεπτό ράψιμο και κόψιμο, δύσκολη γραφική δουλειά
500-1200	Δύσκολες και μεγάλης διάρκειας εργασίας, όπως διάβασμα χειρογράφων, τυπογραφικών δοκιμίων, λεπτοδουλειά σε μηχανές
240-600	Μέτρια δύσκολες και μεγάλης διάρκειας εργασίας, όπως γραφική δουλειά, διάβασμα, ράψιμο
120-240	Εργασίες μέτρια δυσκολίας και μεγάλης διάρκειας στο γραφείο και στο εργοστάσιο ή μικρής διάρκειας διάβασμα ή εργασία γραφείου
60-120	Εργασίες που δεν απαιτούν συνεχή παρακολούθηση και διάκριση λεπτομερειών ή μικρών αντιθέσεων
10-60	Φωτισμός που δεν επιτρέπει μια καθαρή οπτική αντίληψη, επαρκής για την παρατήρηση μεγάλων όγκων.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν κατοχυρωμένα νομοθετικά αποδεκτά επίπεδα φωτισμού, αλλά μόνο προδιαγραφές ως προς τα χαρακτηριστικά του τεχνητού φωτισμού στους χώρους εργασίας, τη διάταξη των θέσεων εργασίας και προτεινόμενες αντιθέσεις λαμπρότητας.

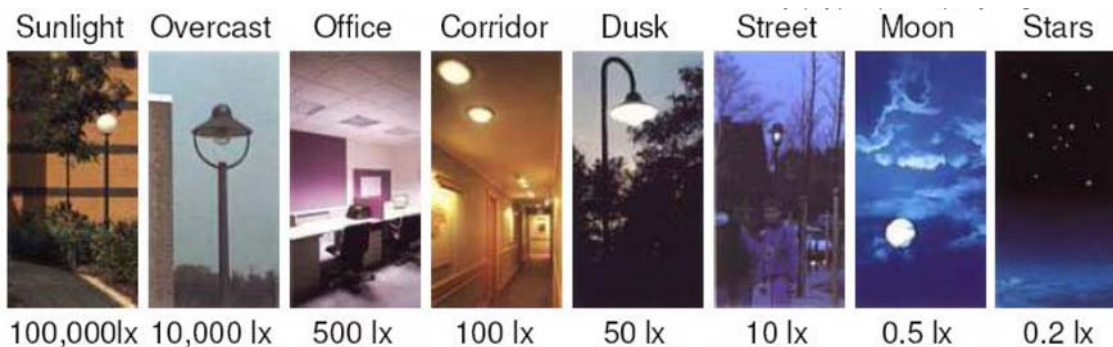
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα όρια έντασης φωτισμού (σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού).

Lux	Είδος Εργασίας / χώρου
150	Διάδρομοι
150-200	Αποθήκες
300-400	Απλή κατεργασία
300-500	Εργασία με Η/Υ
500	Εργασία γραφείου
500-700	Συναρμολόγηση
1500 και επάνω	Εργασίες ακριβείας

Τιμές φωτισμού στο περιβάλλον:

Με καλοκαιρινή ηλιοφάνεια

- στον ανοικτό χώρο 100.000 lux
- στη σκιά δένδρου 10.000 lux
- στο εσωτερικό δωματίου 500-2.000 lux
- Με πανσέληνο στο ύπαιθρο 0,5 lux



**Εικόνα 2.9.6.1:** Τυπικές τιμές τεχνητού και φυσικού φωτισμού

### 2.9.7 Είδη Λαμπτήρων

Σήμερα διατίθεται στην αγορά μεγάλη ποικιλία λαμπτήρων, για διαφορετικές εφαρμογές. Στη συνέχεια περιγράφονται οι πιο κοινές κατηγορίες.

#### Λαμπτήρες πυράκτωσης

- Τυπικός λαμπτήρας Βολφραμίου

Κοινοί λαμπτήρες, Γενικής χρήσης

Καθρέπτου

- Λαμπτήρες Αλογόνου Βολφραμίου

Γραμμικής Τάσης

Πολύ χαμηλής Τάσης

#### Λαμπτήρες Φθορισμού

- Γραμμικοί Λαμπτήρες Φθορισμού

διαμέτρου 38mm (T12)

διαμέτρου 26mm (T8)

διαμέτρου 16mm (T5)

- Συμπαγείς Λαμπτήρες Φθορισμού

Ολοκληρωμένοι (με στραγγαλιστικό)

Συμπαγείς (χωρίς στραγγαλιστικό)

- Λαμπτήρες Επαγωγής

#### Άλλοι Λαμπτήρες Εκκένωσης

- Λαμπτήρες Μεταλλικών Αλογονιδίων

- Υψηλής Πίεσης Λαμπτήρες Υδραργύρου Κοινοί

- Υψηλής Πίεσης Λαμπτήρες Νατρίου Κοινοί "Λευκού Νατρίου"

- Χαμηλής Πίεσης Λαμπτήρες Νατρίου

### Άλλοι Λαμπτήρες

Δίοδος εκπομπής φωτός LEDES (Light-Emitting Diodes)

Οπτικές ίνες

## 2.9.8 Αρχές λειτουργίας λαμπτήρων

### - Λαμπτήρες πυρακτώσεως:

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στο φαινόμενο της θέρμανσης μεταλλικού νήματος (από βολφράμιο) με την βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος, με απουσία οξυγόνου. Το νήμα αναπτύσσει υψηλή θερμοκρασία και ακτινοβολεί φως. Παράλληλα παράγεται και θερμότητα, η οποία είναι ανεπιθύμητη (απώλειες). Γενικά στους λαμπτήρες πυρακτώσεως, μόνο ποσοστό 10-20% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια (φως).

Τυπικός λαμπτήρας βολφραμίου: Λαμπτήρας πυράκτωσης, στον οποίο το νήμα της είναι από βολφράμιο.

Λαμπτήρας αλογόνου βολφραμίου: Περιέχει και στοιχεία αλογόνων ή ενώσεις αλογόνων.



Στους λαμπτήρες πυρακτώσεως κατατάσσονται και οι λαμπτήρες ιωδίου (αλογόνου). Περιέχουν μικρή ποσότητα ιωδίου (ή βρωμίου) και το γυαλί τους είναι από χαλαζία. Έτσι αναπτύσσουν πολύ υψηλότερη θερμοκρασία νήματος και το φως που παράγεται είναι πιο λευκό και διαυγές. Η διάρκεια ζωής τους είναι 2000 ώρες και έχουν μεγαλύτερη φωτιστική απόδοση από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως.





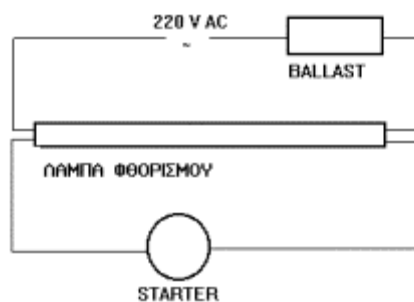
**Εικόνα 2.9.8.1:** Λαμπτήρες ιωδίου διαφόρων τύπων της PHILIPS και OSRAM

### - Λαμπτήρες φθορισμού

Αποτελείται από ένα στεγανό γυάλινο σωλήνα, με εσωτερική επικάλυψη από φθορίζουσες ουσίες και πλήρωση με ευγενή αέρια και μικρή ποσότητα ατμών υδραργύρου. Μια ηλεκτρική εκκένωση μέσα στο σωλήνα διεγείρει τα άτομα υδραργύρου, τα οποία εκπέμπουν ακτινοβολία κυρίως στο υπεριώδες φάσμα συχνοτήτων. Αυτή η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπεται σε ορατό φως από την φθορίζουσα ουσία στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα.

Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι διαθέσιμοι σε διάφορες διαμέτρους, με πλήρωση διαφορετικών ευγενών αερίων και με διάφορες φθορίζουσες ουσίες. Το χρώμα της φωτεινής δέσμης ενός λαμπτήρα φθορισμού καθορίζεται από το είδος της φθορίζουσας επικάλυψης του σωλήνα, η οποία καθορίζει επίσης το δείκτη χρωματικής απόδοσης του λαμπτήρα.

Για να λειτουργήσουν χρειάζονται ένα στραγγαλιστικό πηνίο (ballast) και έναν εκκινήτη (starter) σε κατάλληλη συνδεσμολογία.



Γραμμικός λαμπτήρας φθορισμού (ή σωληνοειδής): Λαμπτήρας φθορισμού ευθείας σωληνοειδούς μορφής που φέρει από ένα ζεύγος ακίδων για ηλεκτρική τροφοδοσία σε κάθε άκρο του.

Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού (CFL): Λαμπτήρας φθορισμού ενός άκρου με κυρτό σωλήνα εκκένωσης μικρής διαμέτρου, περίπου 10-16 mm, ο οποίος αποτελεί μία πολύ συμπαγή μονάδα.



**Εικόνα 2.9.8.2:** Λαμπτήρες φθορισμού τύπου <Kompakt> της PHILIPS

Λαμπτήρας επαγωγής: Συμπαγής λαμπτήρας φθορισμού άνευ ηλεκτροδίου, όπου η εκκένωση προκαλείται από υψηλής συχνότητας ενεργειακή ροή.

Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (περίπου 10.000 ώρες) , εφ' όσον δεν τους ανοιγοκλείνουμε συχνά , οπότε μειώνεται πολύ η διάρκεια ζωής τους. Η απόδοσή τους είναι υψηλή, περίπου 85%. Μειονέκτημά τους είναι η κακή απόδοση των χρωμάτων (ψυχρό φως) και το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς τους.



- **Λαμπτήρας εκκένωσης:**

Λαμπτήρας στον οποίο το φως παράγεται από ηλεκτρική εκκένωση μέσω ενός αερίου, ατμού μετάλλων ή μίγματος αερίων και ατμών. Όλοι οι λαμπτήρες εκκένωσης απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη στο ηλεκτρικό τους κύκλωμα, για τον έλεγχο του ρεύματος στον λαμπτήρα.

- **Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης** (ονομάζεται επίσης **MBF**):

Λαμπτήρας εκκένωσης υψηλής έντασης στον οποίο το φως παράγεται από ηλεκτρική εκκένωση μέσα σε ατμούς υδραργύρου που βρίσκονται σε υψηλότερη πίεση απ' ό,τι στους λαμπτήρες φθορισμού. Όπως στους λαμπτήρες φθορισμού, ο arc σωλήνας έχει πλήρωση με αργό και μικρή ποσότητα υδραργύρου. Μία φθορίζουσα επίστρωση στο εσωτερικό του εξωτερικού κελύφους μετατρέπει τα μεγάλα μήκους κύματος υπεριώδη ακτινοβολία σε ορατό φως. Όταν ενεργοποιείται ο λαμπτήρας, αρχικά δημιουργείται ένα τόξο χαμηλής πίεσης και παράγεται αμυδρό φως. Βαθμιαία, καθώς ο λαμπτήρας θερμαίνεται, αυξάνεται η πίεση των ατμών υδραργύρου δημιουργείται ένα τόξο υψηλής πίεσης και εκπέμπεται περισσότερο φως. Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει ο λαμπτήρας στην πλήρη εκπομπή φωτός είναι περίπου 5 λεπτά.

Έχουν μεγάλη φωτιστική απόδοση ,αλλά το φως πού δίνουν παραμορφώνει έντονα τα χρώματα (λείπει το κόκκινο χρώμα από το φάσμα της ακτινοβολίας τους). Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό δρόμων, εργοστασίων, αποθηκών, υπαίθριων βιομηχανικών εγκαταστάσεων κλπ.

Για καλύτερα φωτιστικά αποτελέσματα (εμπλουτισμός του φάσματος) υπάρχουν οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου μικτού φωτισμού, οι οποίοι έχουν επιπλέον και ένα νήμα πυρακτώσεως από βολφράμιο, το οποίο διορθώνει αρκετά το χρώμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και επιπλέον αντικαθιστά το ballast , αλλά φυσικά μειώνει την απόδοση. Οι λαμπτήρες μικτού φωτισμού αντικαθιστούν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως στον δημοτικό φωτισμό, στον φωτισμό μεγάλων χώρων κλπ.

#### - Λαμπτήρες ατμών νατρίου

Λαμπτήρας εκκένωσης υψηλής έντασης, στον οποίο το φως παράγεται από ηλεκτρική εκκένωση μέσα σε ατμούς νατρίου σε υψηλή πίεση. Διακρίνονται σε λαμπτήρες χαμηλής πίεσεως και υψηλής πίεσεως.

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσεως έχουν την μεγαλύτερη απόδοση απ' όλα τα είδη λαμπτήρων εκκενώσεως (περίπου τριπλάσια απ' ότι οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου). Εκπέμπουν μονοχρωματικό κίτρινο φως ,για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μόνο για φωτισμό αυτοκινητοδρόμων , διασταυρώσεων ,ή όπου δεν ενδιαφέρει η σωστή απόδοση των χρωμάτων.

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσεως δίνουν φως χρυσόλευκο και έχουν μικρότερη απόδοση (περίπου διπλάσια των λαμπτήρων υδραργύρου). Χρησιμοποιούνται εκεί όπου μας ενοχλεί το μονοχρωματικό κίτρινο φως των λαμπτήρων χαμηλής πίεσεως ή αντικαθιστούν τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, όταν θέλουμε υψηλότερες αποδόσεις.

#### - Δίοδος εκπομπής φωτός LEDS (Light-Emitting Diodes)

Είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος σε κατάσταση πόλωσης, εκπέμπει μικρό τμήμα του φωτεινού φάσματος σε μία κατεύθυνση. Το χρώμα του εκπεμπόμενου φωτός εξαρτάται από τη σύνθεση και την κατάσταση του υλικού του ημιαγωγού. Μπορεί να είναι υπέρυθρο, ορατό ή να προσεγγίζει το υπεριώδες. Η διάρκεια ζωής των LED υπολογίζεται στις 100.000 h. Πέρα από την μεγάλη διάρκεια ζωής στα πλεονεκτήματα

των LED περιλαμβάνονται η μικρή κατανάλωση, η αντοχή τους σε κραδασμούς, δεν έχουν υδράργυρο ή άλλα επιβλαβή στοιχεία, προσαρμόζονται εύκολα, είναι μικρά σε μέγεθος, έχουν χαμηλό κόστος παραγωγής κ.α. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της LED είναι η άμεση παραγωγή φωτός.



### - Οπτικές ίνες

Οι οπτικές ίνες εισάγουν ακτίνες φωτός στο ένα άκρο τους και τις μεταφέρουν στο άλλο άκρο χωρίς απώλεια ενέργειας. Η φυσική ιδιότητα του φωτός (ενέργεια ακτινοβολίας που ταξιδεύει ως ηλεκτρομαγνητικό κύμα) να κινείται σε ευθεία γραμμή και να αλλάζει κατεύθυνση με ανάκλαση και διάθλαση είναι η βασική αρχή λειτουργίας ενός συστήματος φωτισμού με οπτικές ίνες.

Ένα τυπικό σύστημα φωτισμού με οπτικές ίνες συνήθως αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Μια ειδική συσκευή με την φωτεινή πηγή (λαμπτήρα)
- Μια δεσμίδα οπτικών ινών (συμβατή με την συσκευή και τον εξοπλισμό της)
- Τερματικά φωτιστικά σώματα (σταθερά, κινητά, διακοσμητικά)

Η οπτική ίνα είναι η δεσμίδα που προσαρμόζεται στην συσκευή φωτισμού για να μεταφέρει το φως που παράγει αυτή,

Οι οπτικές ανάλογα με τον τρόπο που φωτίζουν είναι 2 ειδών :

A) Σημειακού φωτισμού όπου το φως εισέρχεται από την συσκευή στην ίνα και εξέρχεται κατευθυνόμενο σαν σποτ από το τέλος της ίνας (POINT-LIGHT ή END-LIGHT). Αυτές οι οπτικές ίνες είναι καλυμμένες με αδιαφανές υλικό και καταλήγουν σε κάποιο φακό ή κάποιο φωτιστικό σαν αυτά που περιγράφονται κατωτέρω.

B) Πλάγιου φωτισμού όπου το φως εισέρχεται από την συσκευή στην ίνα και εξέρχεται συνεχώς από τα τοιχώματα καθόλο το μήκος της ίνας σαν νέον (FULL-LIGHT ή SIDE-LIGHT). Αυτές οι οπτικές ίνες επικαλύπτονται από διάφανο υλικό διότι ο σκοπός είναι να μη παγιδεύουν πλήρως τις συνεχείς ανακλάσεις αλλά να διαφεύγει κάποιο φως και να φωτίζει όλο το μήκος τους. Σε αυτή την περίπτωση μάλιστα το τέλος της ίνας μπορεί

ή να είναι ελεύθερο, ή για -καλλίτερη απόδοση και μικρή επιμήκυνση της ίνας- να επιστρέφει και να ξαναενώνεται στην συσκευή (εισαγωγή φωτός και από τα δύο άκρα από την ίδια συσκευή), ή -για να διπλασιάσουμε το μήκος της ίνας- να καταλήγει και να δέχεται φως από δεύτερη συσκευή (εισαγωγή φωτός από δύο συσκευές και από τα δύο άκρα σε διπλάσιου μήκους συνεχή ίνα). Ευνόητο είναι ότι στην τελευταία αυτή περίπτωση μπορούμε και να “πολλαπλασιάσουμε” (χρησιμοποιώντας περισσότερες της μιάς ίνες) το συνολικό μήκος της ίνας, χρησιμοποιώντας 3η και 4η κλπ συσκευές όπου η κάθε ίνα ξεκινάει από την μία συσκευή και καταλήγει στην δεύτερη από την οποία ξεκινάει η επόμενη ίνα για να καταλήξει στην τρίτη συσκευή κ.ο.κ.

Κατασκευάζονται από αγωγούς γυαλιού, πυριτίου ή ειδικές πλαστικές ύλες.

Πλεονεκτήματα: δεν απαιτούν ιδιαίτερη συντήρηση, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, άριστη χρωματική απόδοση, δυνατότητα αυξομείωσης της έντασης φωτισμού, η απουσία ηλεκτρικού ρεύματος που παρέχει αυτόματα στεγανότητα στην οπτική ίνα και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια στο φωτισμό εξωτερικών χώρων και στο φωτισμό υδάτινου στοιχείου. Αποτελούν πλέον την πιο διαδεδομένη λύση φωτισμού προθηκών μουσείων με ευαίσθητα στην υπεριώδη και υπέρυθη ακτινοβολία εκθέματα, εξαιτίας του φιλτραρίσματος των ιδιαίτερος βλαπτικών ακτινοβολιών στην περιοχή της πρωτεύουσας εκπομπής φωτός.



Πίνακας 2.9.8-1: Σύγκριση χαρακτηριστικών βασικών τύπων λαμπτήρων

	Τύπος λαμπτήρα	Διάρκεια ζωής ώρες	Φωτεινή απόδοση Lm/W	Εφαρμογές
	Πυρακτώσεως	1000	10-20	Κατοικίες καταστήματα
	Πυρακτώσεως αλογόνου	2000	Έως 25	Κατοικίες καταστήματα
	Φθορισμού	7500- 10000	25-80	Γραφεία, σχολεία, βιομηχανία
	Συμπαγείς Φθορισμού	6000- 10000	40-50	Κατοικίες καταστήματα
	Εκκένωσης	5000- 20000	40-125	Βιομηχανία, εξωτερικοί χώροι

## 2.10 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ

### 2.10.1 Γενικά

Τα Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη ή Ηλεκτρογεννήτριες χρησιμοποιούνται ως εφεδρική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση διακοπής ηλεκτροδότησης του δικτύου ΔΕΗ ή ακόμα και ως κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση μη ύπαρξης δικτύου ΔΕΗ ή ανεπάρκειας αυτού.

Η χρήση τους είναι αναγκαία όταν θέλουμε να εξασφαλίσουμε την απρόσκοπτη και συνεχή λειτουργία κρίσιμων εγκαταστάσεων σε 24ωρη βάση έναντι διακοπών ηλεκτροδότησης από την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ).

Ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος αποτελείται από:

- κινητήρα
- γεννήτρια
- σύστημα ψύξης
- σύστημα εκκίνησης (μίζα) με συσσωρευτή (μπαταρία) και διάταξη φόρτισης
- πίνακα αυτοματισμού και ελέγχου
- δεξαμενή καυσίμου
- βάση έδρασης

Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) διακρίνονται ανάλογα:

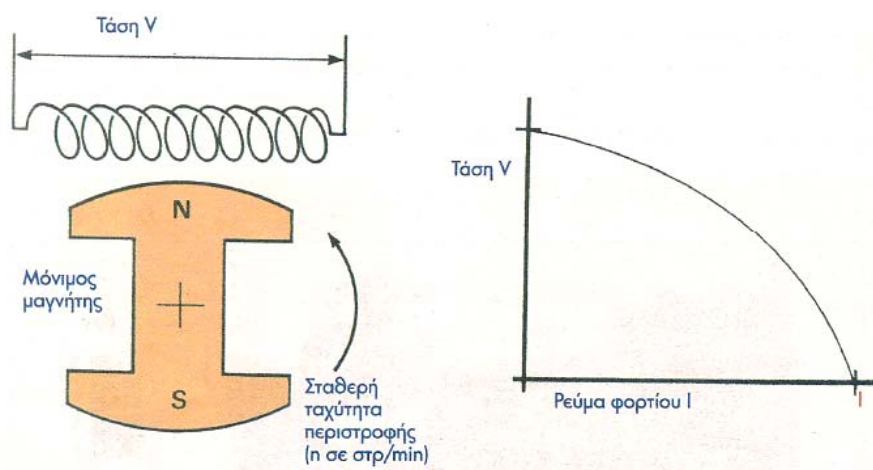
- με την τάση εξόδου: σε μονοφασικά και τριφασικά.
- με το σύστημα ψύξης: σε αερόψυκτα και υδρόψυκτα.
- με το είδος κινητήρα: σε πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα.
- με το κέλυφος σε: ανοιχτού τύπου (τοποθετούνται μόνο σε εσωτερικό χώρο) και με ηχομονωτικό κάλυμμα (τοποθετούνται σε εσωτερικό χώρο ή και στην ύπαιθρο).
- με τον αυτοματισμό εκκίνησης: σε χειροκίνητης λειτουργίας και αυτόματης λειτουργίας.
- με την βάση έδρασης σε: σταθερά και τροχήλατα.

Εάν θέλουμε να ανταπεξέλθουμε σε διακοπές ρεύματος μεγάλου χρονικού διαστήματος που δεν μπορούν να καλύψουν οι μπαταρίες του UPS θα πρέπει να συνδυάσουμε στο σύστημα μας και ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος σύμφωνα με το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα.

## 2.10.2 Γεννήτρια

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

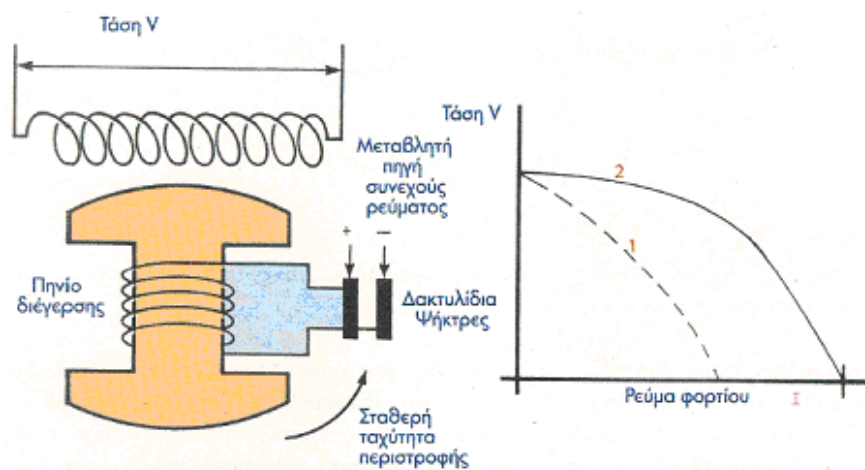
Η πιο απλή μορφή γεννήτριας φαίνεται στη παρακάτω Εικόνα 2.10.2.1 και αποτελείται από έναν αγωγό σε μορφή πηνίου (επαγωγικό τύλιγμα ή τύλιγμα τυμπάνου) και ένα μόνιμο μαγνήτη (διέγερση), ο οποίος περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα. Στον αγωγό, λόγω του φαινομένου της επαγωγής, παράγεται ηλεκτρεγερτική 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**.



**Εικόνα 2.10.2.1:** 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 μεταβάλλεται αντίστοιχα και η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Για να μπορούμε να μεταβάλουμε το μαγνητικό πεδίο, αντί για μόνιμο μαγνήτη χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνήτη, δηλαδή 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 (Εικόνα 2.10.2.2 καμπύλη 2) ενώ με την σταθερή ένταση του πεδίου έχουμε την καμπύλη 1. Επομένως, για τη σταθεροποίηση της τάσης, χρειάζεται εξωτερική μεταβλητή πηγή συνεχούς ρεύματος.





**Εικόνα 2.10.2.2:** 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 πολύ 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.

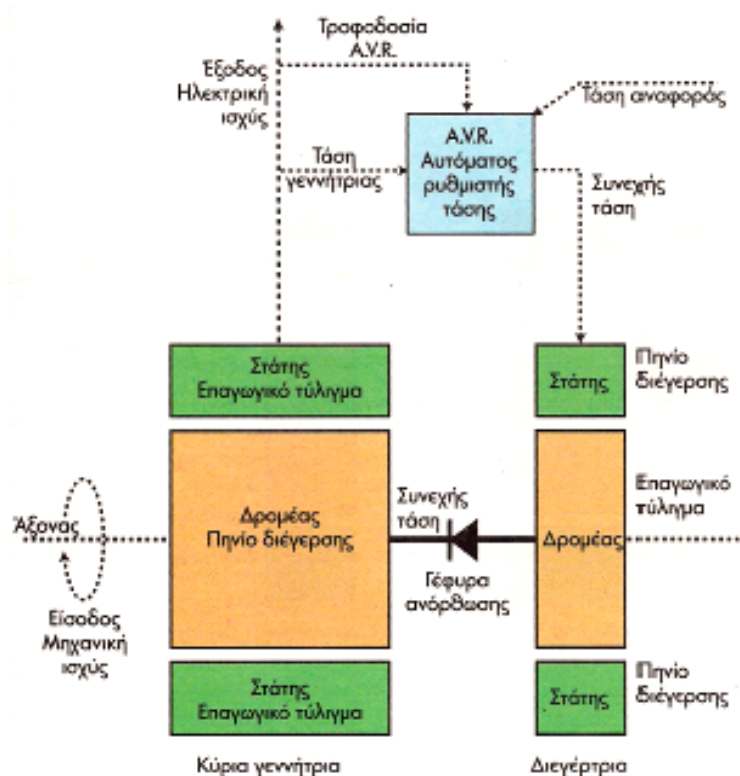
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Για την αποφυγή των ψηκτρών στους εναλλακτήρες, χρησιμοποιείται μια δεύτερη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, η οποία τροφοδοτεί τη διέγερση της κύριας γεννήτριας. Η γεννήτρια αυτή ονομάζεται διεγέρτρια, είναι μικρής ισχύος και ο δρομέας της τοποθετείται στον ίδιο άξονα με αυτόν της κύριας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

Το τύλιγμα πεδίου της διέγερσης βρίσκεται στο στάτη ενώ το τύλιγμα τυμπάνου (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.

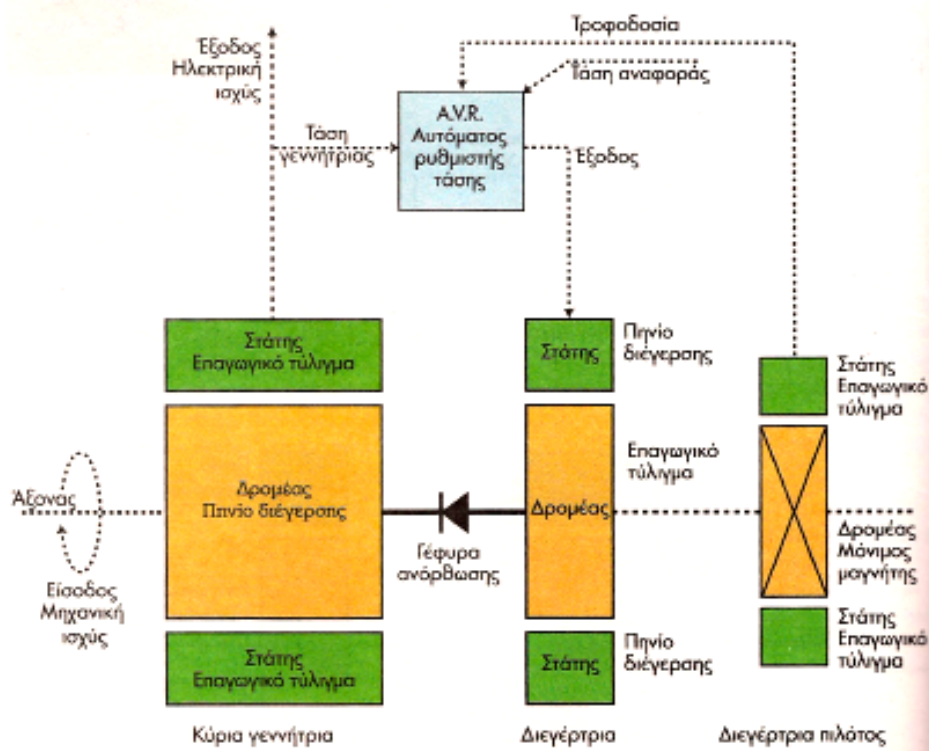
Η τροφοδοσία του τυλίγματος πεδίου της διεγέρτριας γίνεται:

-από την κύρια γεννήτρια, οπότε χαρακτηρίζεται ως αυτοδιεγειρόμενη (Εικόνα 2.10.2.3)

-από ανεξάρτητη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με διέγερση από μόνιμους μαγνήτες που βρίσκονται στο δρομέα (Εικόνα 2.10.2.4). 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.



Εικόνα 2.10.2.3: Γεννήτρια αυτοδιεγειρόμενη



Εικόνα 2.10.2.4 : Γεννήτρια με ανεξάρτητη διέγερση

Οι γεννήτριες των οποίων το τύλιγμα πεδίου περιστρέφεται, δηλαδή βρίσκεται στο δρομέα, χαρακτηρίζονται ως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου (roating field) ή εσωτερικών πόλων, π.χ. η γεννήτρια της Εικόνα 2.10.2.2.. 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 στην Εικόνα 2.10.2.3.

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

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 σχέση:

$$f = n P / 120 \text{ (Hz)}$$

Όπου P: ο αριθμός των πόλων του μαγνητικού πεδίου

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.

### 2.10.3 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 δεν μεταβάλλεται. Η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα διατηρείται σταθερή, για να έχουμε την κατάλληλη συχνότητα (Hz). Επομένως, μπορούμε να μεταβάλλουμε 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 την 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. 230/400V), εκτός από τις περιπτώσεις που έχουμε επιβολή ή αφαίρεση σημαντικών φορτίων, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη στιγμιαία απόκλιση.

#### 2.10.4 Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης

Παρακάτω εξετάζεται η συνδυασμένη λειτουργία της γεννήτριας και του συστήματος ελέγχου, στην περίπτωση που η γεννήτρια είναι περιστρεφόμενου πεδίου, χωρίς ψήκτρες και αυτοδιεγερόμενη.

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 φτάσει στην ονομαστική του ταχύτητα, επάγεται στο επαγωγικό τυλίγμα 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. 230/400V), 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 αυτόν τον τρόπο 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 και η ένταση του μαγνητικού πεδίου της κύριας γεννήτριας, με αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης της στο επαγωγικό τύλιγμα.

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%)

### 2.10.5 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 110 έως 660V, πχ. 230/400 V, ή μέση από 2400 έως 4160V.
- Αριθμός φάσεων. Πχ. μία (1) ή τρεις (3).
- Ισχύς. Είναι το πιο κρίσιμο χαρακτηριστικό για την επιλογή 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 που 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 συνολική 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 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 θα είναι έως 8 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική, με σταθερή τάση.

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 εκκίνησή 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:

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

Υπερθέρμανση έχουμε όταν ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία των τυλιγμάτων (τύμπανου, πεδίου), που καθορίζεται από την κατηγορία μόνωσης και έχει

ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η 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 οι 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

### 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	Συντελεστές μείωσης ισχύος
1500	0.97
2000	0.94
2500	0.91

### 2.10.6 Κινητήρας

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 του 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 Η/Ζ 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

### 2.10.7 Σύστημα εκκίνησης κινητήρα

Είναι το σύστημα που περιστρέφει το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα μέχρι να φτάσει 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 το 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 δεν λειτουργεί.

### 2.10.8 Σύστημα Ψύξης

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης ψύχονται με αέρα (αερόψυκτες) ή με νερό (υδρόψυκτες). Οι κινητήρες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται κυρίως στα H/Z 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.

### 2.10.9 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 δεν λειτουργούν σωστά. Για να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα, ο κινητήρας εξοπλίζεται με ρυθμιστή ταχύτητας (κυβερνήτη-governor). 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** (drop) ταχύτητας και **ισόχρονη** (isochronous).

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

$$\Pi_r = [(n_0 - n_N) \times 100] / n_N \quad \%$$

(Όπου  $n_0$  η ταχύτητα του κινητήρα χωρίς φορτίο και  $n_N$  με πλήρες φορτίο).

Στην ισόχρονη λειτουργία, οι ρυθμιστές ταχύτητας διατηρούν την ταχύτητα σταθερή για κάθε φορτίο (από 0 έως το πλήρες φορτίο), δηλαδή η πτώση ταχύτητας είναι 0.

Στη λειτουργία με πτώση οι ρυθμιστές ταχύτητας επιτρέπουν πτώση της ταχύτητας συνήθως 3 έως 4% (π.χ. εάν η ταχύτητα είναι 1545 στρ/min και η συχνότητα 51,5 Hz, με πτώση 3% στο πλήρες φορτίο η ταχύτητα πέφτει στις 1500 στρ/min). 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.

#### 2.10.10 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 την τροφοδότηση του ηλεκτρικού φορτίου, ενώ το υπόλοιπο καλύπτει τις απώλειες της 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:

$$N = P / \eta \text{ (kW)}$$

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

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

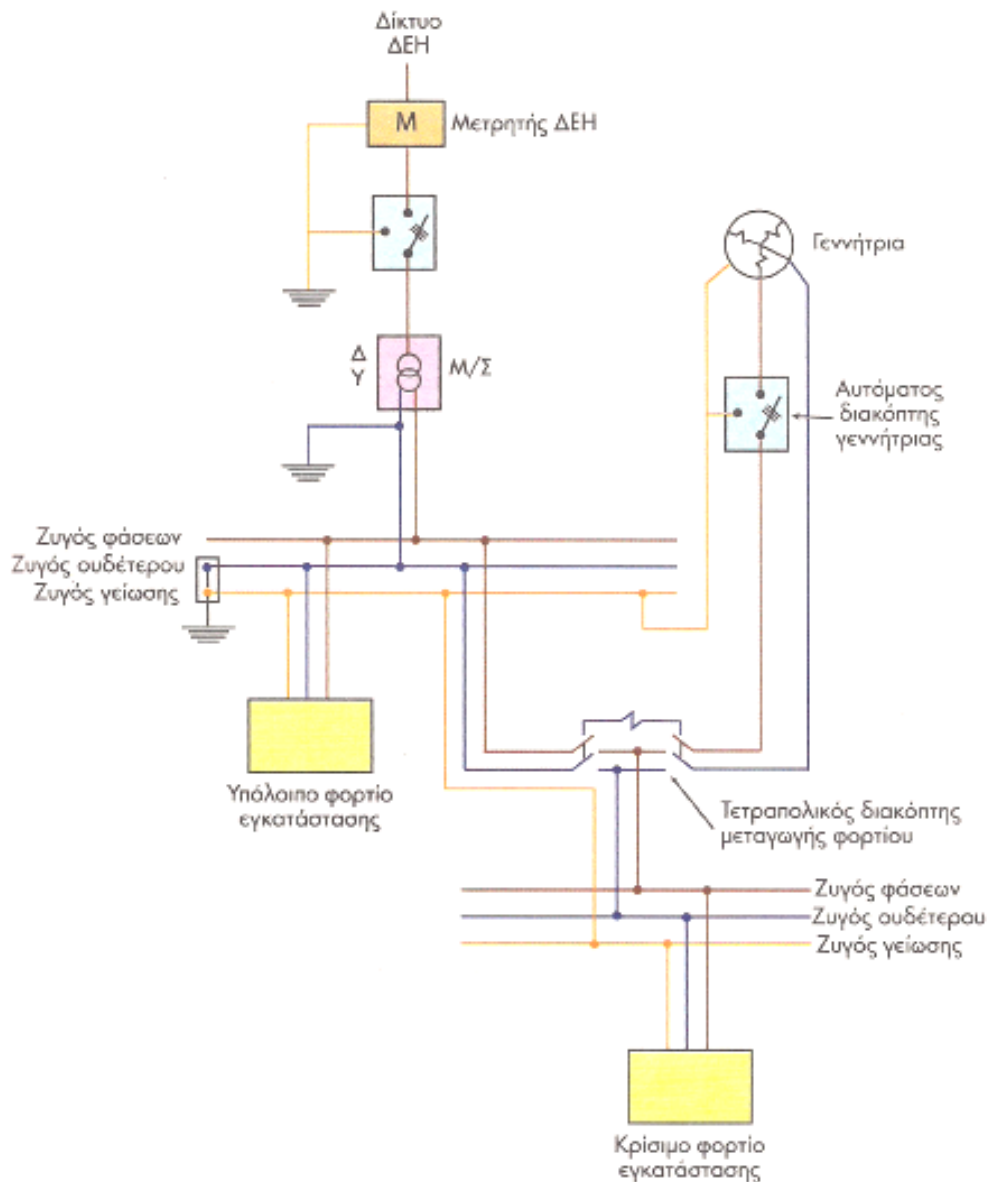
Ο πίνακας έχει μορφή ερμαρίου (ντουλαπιού), κατασκευάζεται από χαλυβδόφυλλα, διαθέτει πόρτα επιθεώρησης και περιέχει τα όργανα τις συσκευές και τις διατάξεις που είναι απαραίτητα για την προστασία και για την χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία του Η/Ζ.

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.
  - Χαμηλή πίεση λαδιού. Όταν η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία λαδιού και

τη σειράνα.

- Υψηλή θερμοκρασία νερού του συστήματος ψύξης του κινητήρα. Όταν η θερμοκρασία λαδιού είναι υψηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία υπερτάχυνσης και τη σειράνα.
- Κύκλωμα αυτοματισμού που αποτελείται από:
  - Τα ρυθμιζόμενα χρονικά για την εκκίνηση και το σταμάτημα του Η/Ζ 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 Η/Ζ. 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 της γεννήτριας.



Εικόνα 2.10.11.1 : Κύκλωμα ισχύος – μεταγωγής φορτίου

### 2.10.12 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.

### 2.10.13 Ισχύς και φόρτιση Η/Ζ

Η ισχύς που αναφέρεται στα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών Η/Ζ συνοδεύεται και με χαρακτηρισμό ο οποίος καθορίζει τον τρόπο και το χρόνο φόρτισης του Η/Ζ, 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 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 μία ώρα ανά 12ώρες λειτουργίας και οι συνολικές ώρες υπερφόρτισης το χρόνο δεν πρέπει να ξεπερνούν τις 25.

Επομένως, εάν το Η/Ζ με κύρια μορφή 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.

### 2.10.14 Τρόποι λειτουργίας Η/Ζ

Στα Η/Ζ διακρίνουμε δύο τρόπους λειτουργίας:

- **Χειροκίνητη**

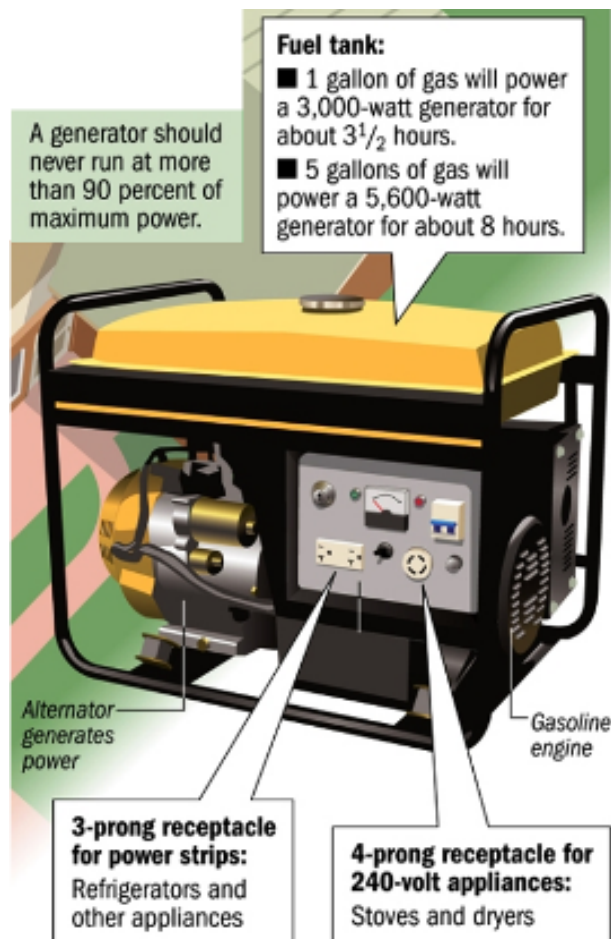
Στη χειροκίνητη λειτουργία, η εκκίνηση του Η/Ζ και η μεταγωγή του φορτίου από την κύρια πηγή (δίκτυο της ΔΕΗ) στο Η/Ζ γίνεται από τον υπεύθυνο τεχνικό με κατάλληλο χειρισμό. Η μεταγωγή του ηλεκτρικού φορτίου γίνεται αφού ο τεχνικός διαπιστώσει από τα όργανα ότι η τάση και η συχνότητα της γεννήτριας έχουν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

[Πηγή: Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Β' Τεύχος ΒΙΒΛΙΟ Τ.Ε.Ε.]



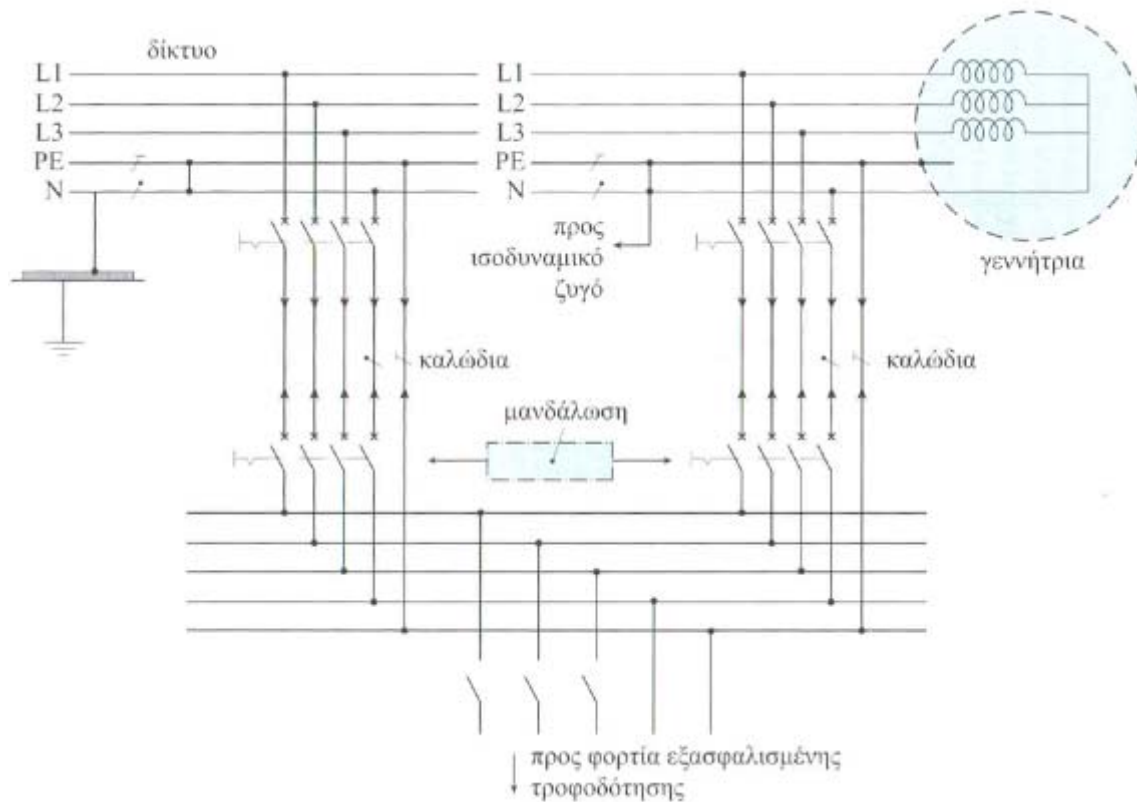
Εικόνα 2.10.14.1: Γεννήτρια βενζίνης, ανοιχτού τύπου



**2.10.15 Συνδεσμολογία Η/Ζ με πίνακα εφεδρείας**

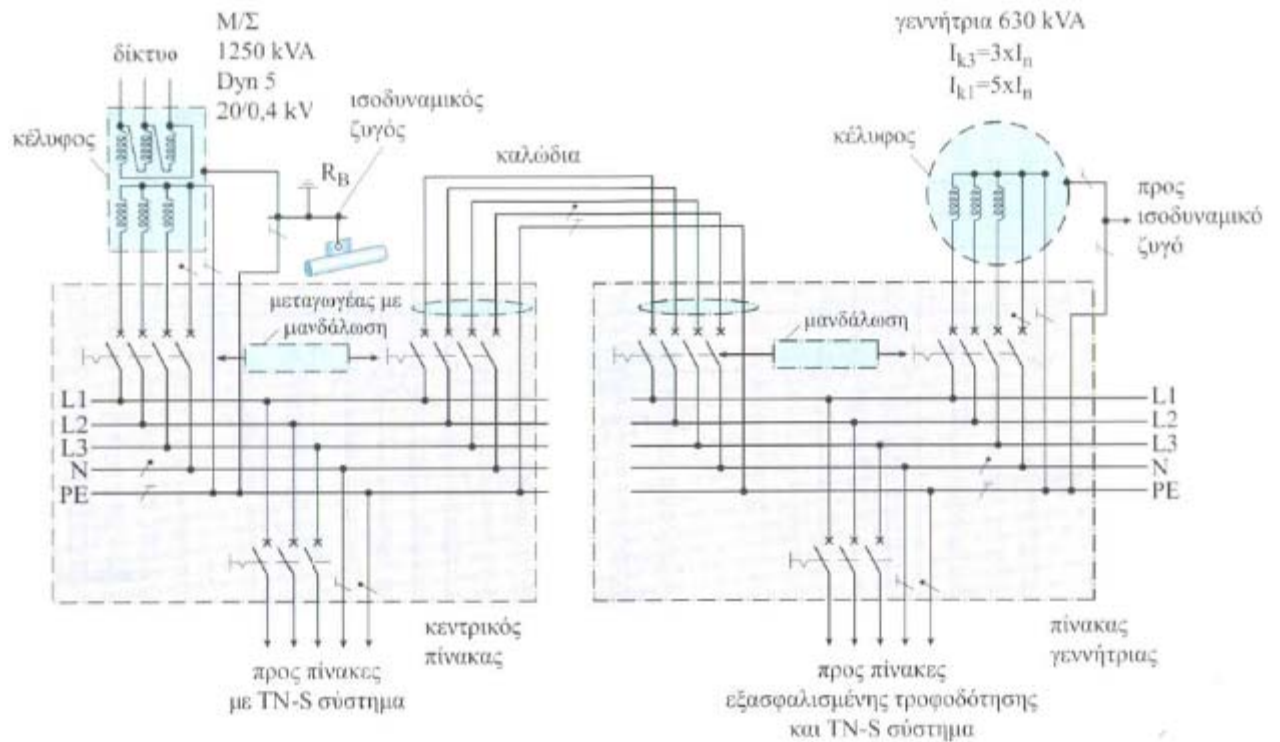
Το ζεύγος συνδέεται με τον πίνακα των φορτιών εφεδρείας με ένα μεταγωγικό διακόπτη αυτόματο ή χειροκίνητο, όταν λείπει η κύρια τροφοδότηση.

Η σύνδεση φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και χρησιμοποιεί 4-πολικό διακόπτη (3 φάσεις και ουδέτερος). Ο αγωγός προστασίας PE δεν διακόπτεται. Είναι συνδεδεμένος με τον ουδέτερο της γεννήτριας και γειωμένος στο κοινό ζυγό ισοδυναμικής γείωσης.



**Εικόνα 2.10.15.1: Μεταγωγή φορτίου από δίκτυο σε γεννήτρια**

Η επόμενη εικόνα δείχνει τη συνδεσμολογία όπου χρησιμοποιούνται για ασφάλεια δύο διακόπτες μεταγωγής. Σε χαμηλές ισχύς μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει μεταγωγικούς διακόπτες 3 θέσεων (I, 0, II), όπου για να μεταβεί κανείς από το δίκτυο I στη γεννήτρια II πρέπει να περάσει από την κενή θέση.



Εικόνα 2.10.15.2: Μεταγωγή εξασφαλισμένων φορτίων από δίκτυο σε γεννήτρια

### 2.10.16 Εκκίνηση κινητήρων με Η/Ζ

Όπως αναπτύσσεται παρακάτω, η απαιτούμενη ισχύς του Η/Ζ πρέπει να είναι πολλαπλάσια της ισχύος του κινητήρα.

Κατά την εκκίνηση ενός κινητήρα σε ένα δίκτυο απαιτείται η τάση να μη βυθίζεται υπέρμετρα για δύο λόγους. Πρώτον για να μπορεί άνετα να ξεκινήσει ο κινητήρας και δεύτερον για να μην παρενοχληθεί σε βαθμό απαράδεκτο ο λοιπός εξοπλισμός. Π.χ. σε πτώσεις τάσης 20% υπάρχει κίνδυνος να σταματήσουν κινητήρες που ήδη λειτουργούν ή να μην εκκινεί ο υπό εκκίνηση κινητήρας στο δίκτυο. Έτσι, η πτώση τάσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη ενός ορίου, 15% συνήθως. Εξάιρεση από τα παραπάνω είναι η περίπτωση όπου ο κινητήρας συνδέεται μέσω inverter στο δίκτυο.

Πίνακας 2.10.16-1: Δεδομένα μικρών Η/Ζ

Ντηζελογεννήτριες 1500 RPM, 50 Hz, 400/230 V, $\cos\phi=0,8$						
Ισχύς kVA ( $\cos\phi=0,8$ )	kW	Κυβισμός (L)	Κύλινδροι	Κατανάλωση στα $\frac{3}{4}$ του φορτίου (L/h)	Διαστάσεις Μ×Π×Υ (cm <sup>3</sup> )	Μικτή μάζα (kg)
20	16	2,9	4L	3,6	148×78×124	760
30	24	2,9	4L	5,2	146×78×124	800
40	32	3,9	4L	7,8	189×99×142	885
45	36	3,9	4L	8,5	189×69×142	900
60	48	3,9	4L	11,8	189×69×142	990
70	56	4,5	4L	13,2	191×69×142	1020
80	64	4,5	4L	14,8	191×69×142	1075
100	80	4,5	4L	17,2	191×69×142	1195
110	88	6,8	6L	18,9	191×69×142	1195
120	96	6,8	6L	19,5	241×90×174	1435
130	104	6,8	6L	21,1	241×90×174	1435
150	120	6,8	6L	26,5	241×90×174	1435
165	132	6,8	6L	29,1	241×90×174	1435
180	144	6,8	6L	30	241×95×175	1650
200	160	6,8	6L	30	242×95×175	1650

Υπάρχουν διαθέσιμα λογισμικά για εκκινήσεις κινητήρων όπου μπορεί κανείς για διάφορα μεγέθη Η/Ζ να προσομοιώσει την εκκίνηση σε οποιοδήποτε δίκτυο και μετά να επιλέξει το κατάλληλο Η/Ζ. Τα λογισμικά π.χ. NEPLAN, PTI, Power-station λαμβάνουν υπόψη τα δεδομένα του δικτύου και των κινητήρων στη στάσιμη και μεταβατική κατάσταση. Έτσι, πρέπει κανείς να γνωρίζει τις μεταβατικές αντιδράσεις των κινητήρων, καθώς και το σύστημα ελέγχου του Η/Ζ.

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα λογισμικά και πρέπει να γίνει μια ασφαλής εκτίμηση του απαιτούμενου Η/Ζ, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω Πίνακας 2.10.16-2 έχοντας υπόψη ότι ένα ζεύγος ονομαστικής ισχύος  $S_N$  μπορεί να δώσει περιοδικά, δηλαδή κατά τη διάρκεια μιας εκκίνησης τριπλάσια φαινόμενη ισχύ  $3xS_N$ , όπου η τάση δεν πέφτει κάτω από 15%. Σύμφωνα με τον πίνακα για εκκίνηση αστέρα-τριγώνου, η απαιτούμενη φαινόμενη ισχύς του Η/Ζ σε kVA είναι 2,5-3 φορές η ισχύς του κινητήρα σε kW ενώ για κατευθείαν εκκινήσεις απαιτούνται παροδικά από το Η/Ζ ισχύς 7,5-10 φορές μεγαλύτερες. Ο πίνακας λαμβάνει υπόψη φορτίο αντλίας ή ανεμιστήρα και θεωρεί ότι η πτώση τάσης στα καλώδια υπό κανονικές συνθήκες είναι 2% ενώ κατά την εκκίνηση η τάση στους πόλους του κινητήρα δεν υπερβαίνει το 15%. Οι ισχύς του πίνακα απαιτούνται μόνο παροδικά, για χρόνους μερικών sec περίπου. Οι τιμές του πίνακα είναι προς την ασφαλή πλευρά. Ίσως μια πιο επακριβής προσομοίωση οδηγούσε σε ελαφρά μειωμένη ισχύ.

Εάν κατά την εκκίνηση του κινητήρα υπάρχουν και άλλα φορτία συνδεδεμένα στο ζεύγος τότε πρέπει στην τιμή του πίνακα να προστεθούν και τα λοιπά φορτία

**Πίνακας 2.10.16-2: Παροδικά απαιτούμενη ισχύς από το Η/Ζ για την εκκίνηση κινητήρων.**

Κινητήρας		Απαιτούμενη ισχύς Η/Ζ					
		Κατευθείαν εκκίνηση		Αστέρας-τρίγωνο		Δακτυλιοφόρος	
kW	HP	kVA	kW	kVA	kW	kVA	kW
0,37	0,5	2,97	2,23				
0,55	0,75	5	3,75				
0,75	1	6,23	4,76				
1,1	1,5	10,4	7,8				
1,5	2	14	10,5				
2,2	3	19,34	14,12				
3	4	28	20,44				
4	5,5	39,2	23,52	12,67	5,7		
5,5	7,5	58,7	38,16	18,8	5,4		
7,5	10	78,6	51,1	25,2	11,3		
11	15	103	48,4	33,9	15,25		
15	20	150	66	48,3	21,72	40,2	20,1
18,5	25	166	74,7	54,5	24,5	47,1	23,7
22	30	190	85,5	62,8	28,25	54,6	27,3
30	40	285	119,7	91,4	41,1	76,2	38,1
37	50	322,2	131,2	104,3	46,9	94,8	47,4
45	60	369	140	119,2	53,6	113,6	56,3
55	75	532	159,7	170,6	76,8	137	68,3
75	100	706	212	226	101,8	181	90,5
90	125	915	275	291	131	216	108
110	150	1111	333	353	159	262	131
132	175	1318	395	419	185	310	155
150	200	1524	458	482	217	350	175

(πηγή παραγράφων 2.10.15 και 2.10.16 Βιβλίο «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών» - Ντοκόπουλου)

## 2.11 ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (UPS)

### 2.11.1 Γενικά

Τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (Uninterruptible Power Supply - U.P.S.) χρησιμοποιούνται ως εφεδρική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση διακοπής ηλεκτροδότησης του δικτύου ΔΕΗ ή σε αυξομειώσεις της τάσης αυτής.

Η χρήση τους είναι αναγκαία όταν θέλουμε να εξασφαλίσουμε την απρόσκοπτη, συνεχή λειτουργία κρίσιμων εγκαταστάσεων που δουλεύουν σε πραγματικό χρόνο και ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών (π.χ. υπολογιστών, τηλεπικοινωνιακού υλικού, παραγωγικών διαδικασιών κλπ) έναντι διακοπών ηλεκτροδότησης από την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Με τη χρήση UPS το τροφοδοτούμενο φορτίο δεν θα αντιληφθεί καθόλου την διακοπή της κύριας πηγής τροφοδοσίας, σε αντίθεση με την χρήση ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους που θέλει μερικά δευτερόλεπτα μέχρι να τροφοδοτήσει το φορτίο.

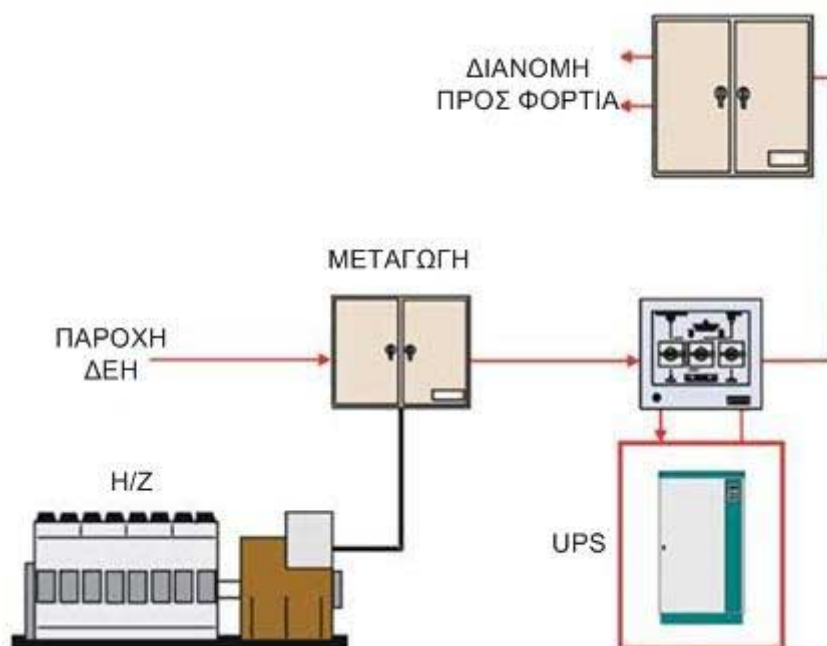
**Εικόνα 2.11.1.1:** Τυπικό ups



Τα UPS συνήθως χρησιμοποιούνται για την προστασία ηλεκτρονικών υπολογιστών, server, τηλεφωνικών κέντρων κ.α, στους οποίους ο απότομος τερματισμός θα μπορούσε να προκαλέσει ζημιές, απώλεια δεδομένων ή και καταστροφή υποσυστημάτων. Τα UPS διαφέρουν σε μέγεθος, από κάποια μικρά που μπορούν να υποστηρίξουν έναν οικιακό υπολογιστή (400VA) έως πολύ μεγάλου μεγέθους με δυνατότητα να τροφοδοτήσουν ολόκληρους server (Με ισχύ π.χ 800 KVA).

Οι συσκευές αδιάλειπτης παροχής ρεύματος γνωστά ως UPS (Uninterrupted Power Supply) πρέπει να εξασφαλίζουν την σωστή παροχή ρεύματος στον υπολογιστή μας

είτε υπάρχει τάση στο δίκτυο είτε όχι. Αυτό το πετυχαίνουν με την χρησιμοποίηση φίλτρων σταθεροποίησης της τάσης και μπαταριών που τροφοδοτούν με τάση τον υπολογιστή για κάποιο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 2.11.1.2: Σχηματικό διάγραμμα UPS - HZ

## 2.11.2 Προστασία από προβλήματα

Τα UPS προστατεύουν τις συνδεδεμένες σε αυτά συσκευές από τα εξής προβλήματα:

**Διακοπή Ρεύματος:** Πλήρης απώλεια τάσης που μπορεί να προκαλέσει βλάβες σε εξοπλισμό ιδίως όταν συνοδεύεται από χαμηλές ή υψηλές τάσεις.

**Στιγμιαία χαμηλή τάση:** Προκαλεί τρεμόπαιγμα στα φώτα και, ορισμένες φορές, επανεκκίνηση σε υπολογιστικά συστήματα.

**Στιγμιαία υψηλή τάση:** Προκαλεί φθορά και ζημιές στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

**Υπόταση:** Χαμηλή τάση ηλεκτρικού ρεύματος (κάτω από 210 V). Υπερθερμαίνει τους ηλεκτροκινητήρες.

**Υπέρταση:** Υψηλή τάση ηλεκτρικού ρεύματος (άνω των 260 V). Μπορεί να καταστρέψει τους λαμπτήρες και προκαλεί ζημιές σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό

### 2.11.3 Τεχνολογία

Ένα UPS αποτελείται από τρία κύρια μέρη ένα ανορθωτή-φορτιστή (Charger), ένα συσσωρευτή και έναν αντιστροφέα (Inverter). Ο αντιστροφέας τροφοδοτεί το φορτίο μετά την πτώση του δικτύου όσο υπάρχει φορτίο στο συσσωρευτή. Για διάρκεια μεγαλύτερη από αυτή που επιτρέπει ο συσσωρευτής χρειάζεται ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

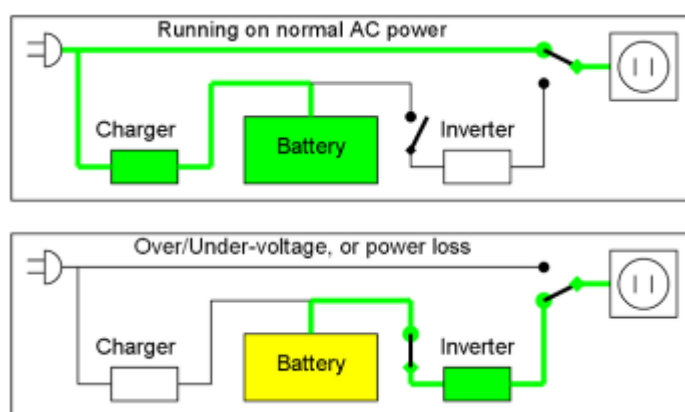
Τα UPS, ανάλογα με την τεχνολογία τους, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- On line
- Line interactive και
- Stand-by

#### Stand-By ή Offline UPS

Τα Standby UPS χρησιμοποιούνται κυρίως σε απλές οικιακές εφαρμογές και για τροφοδοσία υπολογιστών Desktop. Αυτού του είδους τα UPS έχουν τις βασικές δυνατότητες, όπως προστασία από υπερτάσεις και διακοπές ρεύματος.

Ο διακόπτης μεταγωγής (Static Switch) που βρίσκεται στην έξοδο χρησιμοποιεί ως κύρια επιλογή τροφοδοσίας την φιλτραρισμένη τάση της ΔΕΗ. Σε περίπτωση απώλεια της τάσης από την ΔΕΗ γίνεται αυτόματη μεταγωγή της τροφοδοσίας στον αντιστροφέα (Inverter) και την μπαταρία. Ο αντιστροφέας βρίσκεται σε διαρκή κατάσταση αναμονής για αυτό και η συγκεκριμένη τοπολογία ονομάζεται stand-by.



**Εικόνα 2.11.3.1:** Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας Stand-by UPS. (Στην πάνω εικόνα λειτουργία με ρεύμα από το κεντρικό δίκτυο, στην κάτω σε περίπτωση διακοπής ρεύματος).

### Line-interactive UPS

Η διάταξη Line Interactive χρησιμοποιείται κυρίως από μικρομεσαίες επιχειρήσεις, για τροφοδοσία: Η/Υ, δικτυακού εξοπλισμού (Network), διακομιστών (Servers), οπτικοακουστικών μέσων, φωτισμού ασφαλείας κλπ.

Στην συγκεκριμένη τοπολογία ο αντιστροφέας (Inverter) τροφοδοτεί διαρκώς την έξοδο του UPS ενώ φροντίζει επιπλέον για την φόρτιση των μπαταριών. Σε περίπτωση απώλειας της τάσης της ΔΕΗ ο μεταγωγικός διακόπτης (Transfer Switch) ανοίγει και ο αντιστροφέας τροφοδοτείται από την μπαταρία. Η συγκεκριμένη διάταξη σε σύγκριση με τα Standby UPS εξασφαλίζει μικρότερο χρόνο μεταγωγής και επιπλέον φιλτράρισμα της τάσης αφού πάντοτε τροφοδοτεί την κατανάλωση μέσω του αντιστροφέα (Inverter).

### Διπλής Μετατροπής/Online UPS

Τα συγκεκριμένα UPS είναι κατάλληλα για χρήση σε ηλεκτρικά μονωμένους χώρους ή σε μηχανήματα ευαίσθητα σε διακυμάνσεις τάσεως. Αν και αρχικά έβρισκαν εφαρμογή σε εγκαταστάσεις των 10 KVA και άνω, η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιτρέψει την χρήση τους σε μικρότερα συστήματα ισχύος 500 W ή και λιγότερο. Η συγκεκριμένη κατηγορία UPS είναι η καταλληλότερη σε περιβάλλοντα με ηλεκτρικό "θόρυβο", όπως σε ένα εργοτάξιο, η για μεγάλες εγκαταστάσεις όπως δίκτυα servers.

Σε κανονική λειτουργία ο ανορθωτής (Rectifier) που βρίσκεται στην είσοδο εξασφαλίζει την φόρτιση των μπαταριών και παρέχει συνεχής τάση (DC) στον αντιστροφέα (Inverter), ο οποίος τροφοδοτεί με την σειρά του την κατανάλωση. Σε περίπτωση απώλειας της τάσης από την ΔΕΗ ο αντιστροφέας (Inverter) τροφοδοτείται από την μπαταρία. Η διάταξη λόγω της διπλής μετατροπής της τάσης από εναλλασσόμενη σε συνεχής (AC/DC) και αντίστροφα (DC/AC) εξασφαλίζει την πλήρη απομόνωση από ηλεκτρικές διαταραχές που προέρχονται από την ΔΕΗ καθώς και τον μηδενικό χρόνο διακοπής.

#### **2.11.4 Λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά**

Είναι δυνατός ο παραλληλισμός των UPS. Αυτός επιβάλλεται συνήθως όταν η διακύμανση του φορτίου είναι μεγάλη. Η περιοχή καλής ενεργειακής απόδοσης των UPS είναι από 50-100% της ονομαστικής τους ισχύος. Έτσι, αν οι διακυμάνσεις είναι μεγαλύτερες μπορεί κανείς να καταφύγει σε παράλληλη λειτουργία UPS για να καλύψει αποδοτικά όλο το εύρος λειτουργίας.



Λόγω της άριστης ποιότητας της τάσης, τα UPS χρησιμοποιούνται όπως είδαμε και για on line (συνεχή) τροφοδότηση φορτίων. Ένα πλεονέκτημα τους είναι η δυνατότητα υπερφόρτισης 150% σε 5 sec και 123% σε 10 sec. Έτσι, σε εκκινήσεις κινητήρων υπάρχει σχετική άνεση. Π.χ. εάν υποθέσουμε ότι ένας ασύγχρονος κινητήρας έχει 7-πλάσιο ρεύμα εκκίνησης και 5 sec χρόνο εκκίνησης, τότε ένα UPS μπορεί άνετα να ξεκινήσει κινητήρα με ονομαστικό ρεύμα ίσο με 21% του ονομαστικού ρεύματος του UPS όταν αυτό δεν τροφοδοτεί άλλα φορτία. Στην περίπτωση μονοφασικής υπερφόρτισης τα όρια του UPS είναι 170% για 5 sec, αντί του 150% για τριφασική υπερφόρτιση

Τα UPS προσφέρονται συνήθως σε μονάδες μέχρι και 500 kVA.

(πηγή παραγράφου Ντοκόπουλος «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών»)

### 2.11.5 Σύνδεση με συσκευές

Καθώς τα UPS προορίζονται κυρίως για χρήση σε υπολογιστικά συστήματα, έχουν εξόδους τροφοδοσίας γνωστές ως IEC, οι οποίες χρησιμοποιούνται από όλους τους υπολογιστές και μερικά τηλεφωνικά κέντρα.

Διασύνδεση με τον χρήστη: Τα περισσότερα UPS έχουν ενδείξεις ή LED τα οποία ενημερώνουν τον χρήστη για την κατάστασή τους, το πόσο φορτισμένη είναι η μπαταρία τους και άλλα.

Επικοινωνία με τον υπολογιστή: Μερικά UPS έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν με τον συνδεδεμένο υπολογιστή, έτσι ώστε να τερματίζουν τη λειτουργία του αυτόματα, ενώ μερικά, πιο εξελιγμένα, έχουν δυνατότητα ελέγχου της κατάστασής τους μέσω του υπολογιστή, με πληροφορίες όπως η τάση του δικτύου και η συχνότητά του. Ορισμένα UPS σχεδιασμένα για servers έχουν την δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου μέσω δικτύου. Τα UPS συνδέονται με τον υπολογιστή μέσω σειριακής θύρας RS-232 , θύρας USB ή καρτα SNMP.

### 2.11.6 Επιλογή UPS

Όσον αφορά στην επιλογή συσσωρευτών: Οι συσσωρευτές Μολύβδου κλειστού τύπου χρησιμοποιούνται στο 95% των απλών εφαρμογών UPS δηλαδή σε κτιριακές εγκαταστάσεις ενώ οι συσσωρευτές Νικελίου – Καδμίου χρησιμοποιούνται κυρίως σε

βιομηχανικές εφαρμογές, όπου συνήθως οι συνθήκες είναι πιο απαιτητικές και δύσκολες.

Ένα από τα βασικότερα σημεία είναι τα όρια ανοχής στην είσοδο του UPS. Κάθε σύστημα UPS έχει συγκεκριμένες ανοχές τάσης εισόδου (Input Voltage Tolerance). Αυτό σημαίνει ότι σε κάποια πιθανά «βυθίσματα» της τάσης κάποια UPS έχουν την δυνατότητα να την «ανεχτούν» και τελικά να τη σταθεροποιήσουν και άλλα UPS να μην μπορούν να την ανεχτούν αναγκάζοντας τον μετατροπέα DC/AC του UPS να «γυρίσει» την έξοδο του UPS στις μπαταρίες, με αποτέλεσμα να τις εξαντλεί ακόμη και σε περιπτώσεις που δεν θα ήταν αναγκαίο. Εκτός αυτού όμως, μια τέτοια λειτουργία, όταν δεν είναι απαραίτητη, σημαίνει όχι μόνο την φθορά των ηλεκτρονικών μερών του UPS λόγω των συχνών εμφανίσεων ή απωλειών ρεύματος στα κυκλώματα αλλά και την δραματική αύξηση του κόστους συντήρησης του UPS λόγω της καταπόνησης των συσσωρευτών του και των πολλών κύκλων φόρτισης και εκφόρτισής τους (Τα ζητούμενα επίπεδα των ορίων ανοχής της τάσης εισόδου των UPS για κάθε εφαρμογή σας αλλά κυρίως για τις πιο κρίσιμες πρέπει να είναι υψηλά (σε κάποια μηχανήματα μάλιστα τα όρια ανοχής της τάσης στην είσοδο φτάνουν και στο  $\pm 25\%$ ). Ο γενικός κανόνας που ισχύει σε αυτήν την περίπτωση είναι πως όσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο των ορίων ανοχής στην είσοδο τόσο καλύτερα! Άρα με ένα UPS με χαμηλή ανοχή τάσης εισόδου ή εάν το UPS βρίσκεται σε ένα πολύ κακό δίκτυο (συχνές απώλειες ρεύματος, black outs) καλό θα είναι να επιλέγονται συσσωρευτές με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να έχουμε κατά νου ότι το κόστος συντήρησης των UPS θα αυξηθεί έως και 30%.

Άλλος σημαντικός παράγοντας επιλογής ups είναι ο χρόνος ο οποίος θέλουμε το ups να υποστηρίζει τα φορτία.

(πηγή: άρθρο από internet εταιρείας nigico – power electronics από τον Νομικό Δημήτρη)

Και τέλος το σύνολο των φορτίων για τα οποία θέλουμε να έχουν αυτονομία. Επομένως αθροίζουμε όλα τα WATT των συσκευών και τα διαιρούμε με το συν φ της εγκατάστασης (π.χ. 0,8) για να βρούμε τα VA που πρέπει να έχει το UPS και προσθέτουμε ένα 20-30% επί πλέον για περιθώρια ασφαλείας. Παράδειγμα για κατανάλωση 450VA ή 360W χρειαζόμαστε  $UPS\ 450VA \times 20\% = 540VA$  και επιλέγουμε το αμέσως επόμενο σε πιο κοντινό σε ισχύ (VA) από τον κατάλογο UPS.

## 2.12 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

### 2.12.1 Γενικά

Στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις εκτός από τα κυκλώματα φωτισμού, υπάρχουν και τα κυκλώματα ασθενών ρευμάτων. Στα κυκλώματα αυτά οι εντάσεις των ρευμάτων είναι μερικά μιλιαμπέρ και οι τάσεις μικρότερες από 50V.

Τα κυκλώματα αυτά εκτός από τις τηλεφωνικές γραμμές, τροφοδοτούνται από το δίκτυο της ΔΕΗ με την παρεμβολή μετασχηματιστών μικρής ισχύος για τον υποβιβασμό της τάσης. Οι τηλεφωνικές γραμμές τροφοδοτούνται με συνεχές ρεύμα από το δίκτυο του ΟΤΕ.

Στις εγκαταστάσεις των ασθενών ρευμάτων χρησιμοποιούνται αγωγοί με πλαστική μόνωση και μικρότερη επιτρεπόμενη διατομή  $0,5\text{mm}^2$  που τοποθετούνται σε πλαστικούς σωλήνες. Οι αγωγοί αυτοί προστατεύονται με ειδικές ασφάλειες ασθενών ρευμάτων που τοποθετούνται στο δευτερεύον τύλιγμα των μετασχηματιστών.

Οι εγκαταστάσεις των ασθενών ρευμάτων περιλαμβάνουν τα κυκλώματα των ηλεκτρικών κουδουνιών, θυροτηλεφώνων, θυροτηλεόρασης, κεραιών τηλεόρασης, τηλεφώνων, υπολογιστών κλπ.

### 2.12.2 Καλώδια δικτύων ασθενών ρευμάτων

#### A) Ομοαξονικά καλώδια:

Στην απλούστερη δομή τους τα ομοαξονικά καλώδια αποτελούνται από έναν κεντρικό χάλκινο αγωγό, μονόκλωνο ή πολύκλωνο, μονωμένο από ένα στρώμα μόνωσης πολυμερούς υλικού, τον εξωτερικό περιφερειακό αγωγό αποτελούμενο από μεταλλικό πλέγμα συρματιδίων και /ή μεταλλική ταινία (από Cu ή Al), και την εξωτερική προστατευτική επένδυση (συνήθως πολυαιθυλένιο ή PVC). Με αυτή τη δομή, το ομοαξονικό καλώδιο αποτελεί έναν κυλινδρικό κυματοδηγό ο οποίος 'εγκλωβίζει' το ηλεκτρομαγνητικό κύμα που περιέχει την πληροφορία και το μεταφέρει.

Αν και τα ομοαξονικά καλώδια μπορούν να υποστηρίξουν τη μετάδοση σημάτων υψηλής συχνότητας σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 100 m, το υψηλό κόστος τους και η δυσκολία στην εγκατάστασή τους, τα έχουν σχεδόν αποκλείσει από τα δίκτυα δεδομένων και έχουν περιορίσει τη χρήση τους κυρίως σε εφαρμογές μεταφοράς

εικόνας (TV, CCTV).

## **B) Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών:**

Η συστροφή στα τηλεπικοινωνιακά καλώδια εφαρμόστηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1880 στα τηλεγραφικά καλώδια προκειμένου να περιοριστεί η επίδραση από γειτνιάζοντες αγωγούς ηλεκτρικής τροφοδοσίας των TRAM και αργότερα της παράλληλης όδευσης καλωδίων ηλεκτροδότησης. Τα ρεύματα εξ' επαγωγής που δημιουργούνται εξαιτίας των γειτονικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων «αλληλοεξουδετερώνονται» σε κάθε συστροφή με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο εισαγόμενος ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος στο τηλεπικοινωνιακό καλώδιο. Για τις εφαρμογές του τηλεγράφου αρκούσαν 4 συστροφές ανά km. Στη σημερινή εποχή η συστροφή με το να περιορίζει το θόρυβο κάνει εφικτούς υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.

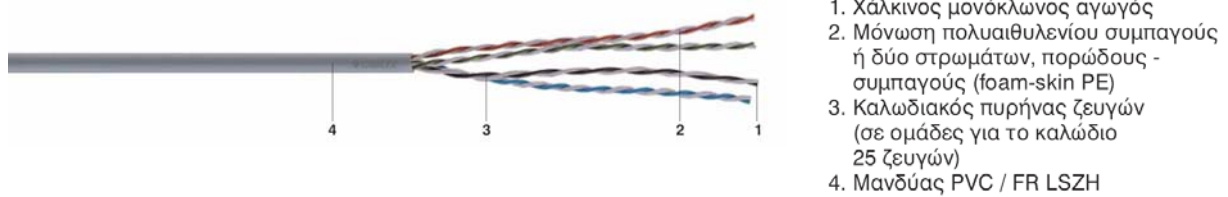
Τα καλώδια αυτά αποτελούνται από χάλκινους αγωγούς, μονωμένους με πολυμερές (πολυαιθυλένιο) οι οποίοι ανά δύο συστρέφονται σε ζεύγη.

Δύο ή περισσότερα ζεύγη (συνήθως 25ζευγα) συστρέφονται μεταξύ τους για τη δημιουργία του καλωδίου. Ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι θωράκισης, τα καλώδια αυτής της κατηγορίας αναφέρονται ως **UTP** (Unshielded Twisted Pair) για καλώδια χωρίς θωράκιση, ως **STP** (Shielded Twisted Pair) ή **FTP** (Foiled Twisted Pair) για καλώδια με θωράκιση μεταλλικής ταινίας (συνήθως αλουμινίου), ως **SFTP** (Shielded Foiled Twisted Pair) για καλώδια διπλής θωράκισης (μεταλλικής ταινίας και πλέγματος χάλκινων συρμάτων) ή ως **ISTP** (Individual Shielded Twisted Pair) για καλώδια με ατομική θωράκιση μεταλλικής ταινίας σε κάθε ένα ζεύγος του καλωδίου. Εξωτερικά τα καλώδια αυτά καλύπτονται από θερμοπλαστικό υλικό (PVC) ενώ σε περιπτώσεις που χρειάζεται η λήψη μέτρων έναντι πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται ειδικά βραδύκαυστα υλικά, μη τοξικά και ελεύθερα αλογόνων (FR LSZH).

Ο δείκτης **AWG (American Wire Gauge)** καθορίζει την ποιότητα του χαλκού των συνεστραμμένων ζευγών. Όσο υψηλότερο ο δείκτης AWG τόσο λεπτότερη η διατομή του κάθε αγωγού εντός κάθε ζεύγους άρα και μικρότερο το εύρος ζώνης (σε Mhz) που μπορεί να μεταφέρει το καλώδιο. Σε cat5 καλώδια έχουμε συνήθως 22-24AWG. Στην πράξη η πιο χρήσιμη κατηγοριοποίηση καλωδίων είναι αυτή σε UTP/STP που ακολουθεί.

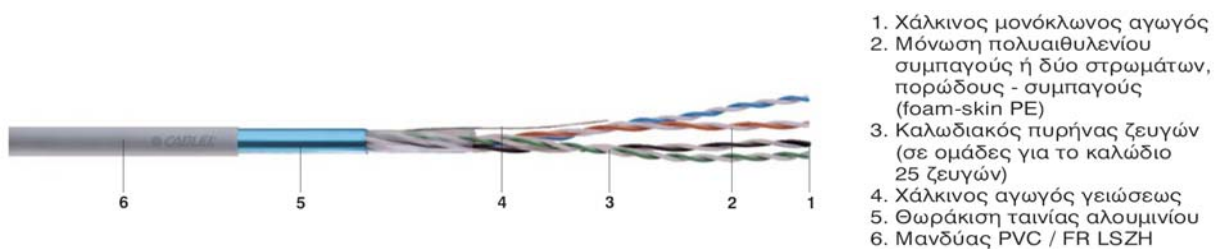
**UTP Unshielded twisted pair - Καλώδιο συστρεφόμενου ζεύγους άνευ θωράκισης:** είναι τα απλούστερα που υπάρχουν και δεν διαθέτουν πρόσθετη εξωτερική μόνωση θωράκιση. Υπάρχουν σε πολύζευγα και τα πλέον διαδεδομένα είναι

τα 25ζευγα (50αγωγοί) και τα 4ζευγα (8 αγωγοί). Τα πρώτα χρησιμοποιούνται κυρίως για τηλεφωνικές διασυνδέσεις μεταξύ ορόφων κτηρίων ή μεταξύ διαφορετικών κτηρίων ενώ τα 4ζευγα για εσωτερική δομημένη καλωδίωση για δίκτυα υπολογιστών. Οι χρωματισμοί είναι συγκεκριμένοι και διευκολύνουν τον εγκαταστάτη. Οι συστροφές είναι σημαντικές για τον περιορισμό των παρεμβολών συνεπώς κατά την εφαρμογή στο patch panel / ακροδέκτη θα πρέπει να αποσυστρέφονται κατά το ελάχιστο μήκος.



**Εικόνα 2.12.2.1:** Καλώδιο UTP CAT 5e διατομής 4 – 25 x 2 x 24 AWG (της CABLE)

**Foiled Twisted Pair (FTP) και Shielded twisted pair (STP) - Καλώδιο συστρεφόμενου ζεύγους με θωράκιση:** Πρόκειται για τύπους συγγενικούς που διαθέτουν μεταλλικό περίβλημα από αλουμινόφυλλο για προστασία από εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Τα FTP διαθέτουν ένα εξωτερικό τέτοιο μεταλλικό μανδύα για όλα τα ζεύγη ενώ τα STP έχουν επιπλέον μεταλλικό μανδύα και για κάθε ζεύγος ξεχωριστά. Ενδείκνυνται για εγκαταστάσεις σε εργοστασιακούς χώρους πλησίον κινητήρων με ισχυρά ρεύματα (ισχυρά μαγνητικά ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία) ή και σε νοσοκομειακές εγκαταστάσεις για περιορισμό Η/Μ θορύβου. Προφανώς απαιτείται γείωση του μανδύα προκειμένου να λειτουργήσει η θωράκιση.



**Εικόνα 2.12.2.2:** Καλώδιο FTP CAT 5e διατομής 4 – 25 x 2 x 24 AWG (της CABLE)

Τα πρότυπα που προδιαγράφουν τις ιδιότητες των καλωδίων αυτών, είναι τα πρότυπα της δομημένης καλωδίωσης (ISO/IEC 11801, EN 50173, TIA/EIA 5 68B). Σύμφωνα με τα πρότυπα αυτά, τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών χωρίζονται σε κατηγορίες (ή

κλάσεις) ανάλογα με την αντίστοιχη κατηγορία του δικτύου που καλούνται να υλοποιήσουν. Οι κατηγορίες αναφέρονται σχετικά με το παρεχόμενο εύρος ζώνης και τον διαθέσιμο ρυθμό μετάδοσης. Έχουμε τις ακόλουθες κατηγορίες καλωδίων:

Κατηγορία Καλωδίου	Εύρος Φάσματος Συχνοτήτων (MHz)	Κατάλληλο για Χρήση
1	-	Απλή χρήση
2	1	Τηλεφωνική καλωδίωση
3	16	Τηλεφωνική καλωδίωση, 10Base-T
4	20	Token-Ring, 10Base-T
5	100	100Base-TX, 10Base-T
<b>5e</b>	<b>100</b>	1000Base-T, 100Base-TX
6	250	1000Base-T, 100Base-TX
6a*	500	10GBase-T
7	600	

**Πίνακας 2.12.2-1: Κατηγορίες καλωδίων δεδομένων**

- **Κατηγορία 5e (κλάση D): συχνότητες έως 100 MHz**
- **Κατηγορία 6 (κλάση E): συχνότητες έως 250 MHz**
- **Κατηγορία 7 (κλάση F): συχνότητες έως 600 Mhz**

Τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών τερματίζονται εύκολα σε απλούς συνδετήρες **RJ45** (όμοιους με τους RJ11 των κοινών τηλεφωνικών καλωδίων) και έχουν επικρατήσει λόγω του χαμηλού κόστους τους και της ευκολίας στην εγκατάστασή τους. Βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι υποστηρίζουν τη μετάδοση δεδομένων σε μέγιστη απόσταση περίπου 100 μέτρων.

### Γ) Καλώδια οπτικών ινών:

Τα καλώδια οπτικών ινών είναι τα καλώδια τηλεπικοινωνιών στα οποία το μέσο μετάδοσης δεν είναι μεταλλικοί αγωγοί αλλά υάλινοι οπτικοί κυματοδηγοί όπου τα μονοχρωματικά οπτικά ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται εξαιτίας του φαινομένου «ολικής ανάκλασης». Τα οπτικά ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από τις μονόχρωματικές πηγές φωτός όπως Leds, Lasers κ.λπ.

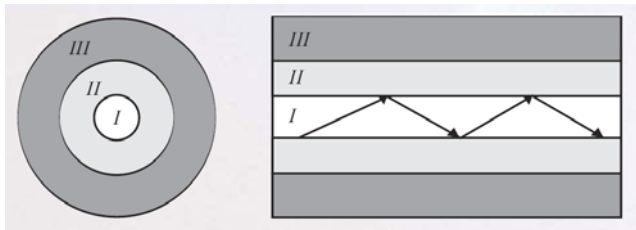
Τα καλώδια οπτικών ινών είναι τα πιο προηγμένα τηλεπικοινωνιακά μέσα ενσύρματης μετάδοσης και χρησιμοποιούνται σε όλα τα σύγχρονα συστήματα τηλεπικοινωνιών δεδομένου ότι προσφέρουν ένα πολύ μεγάλο εύρος ζώνης, υψηλούς ρυθμούς

μετάδοσης και απόλυτη ανοσία ενάντια στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές παρέχοντας έτσι ασφαλή και γρήγορη μετάδοση χωρίς περιορισμούς απόστασης.

### Δομή - λειτουργία οπτικών ινών

Οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες είναι κυρίως υάλινες (υπάρχουν και πλαστικές με πολύ περιορισμένη εφαρμογή}, έχουν κυλινδρική μορφή και κατασκευάζονται από τρία ομόκεντρα στρώματα:

I. Πυρήνας ινών (fiber core) από πυρίτιο ( $\text{SiO}_2$ ) με προσμίξεις  $\text{GeO}_2$ . Είναι η περιοχή όπου κυρίως διαδίδεται το οπτικό σήμα με διαδοχικές ολικές ανακλάσεις στην διαχωριστική επιφάνεια των περιοχών I & II. Η συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης του φωτός μέσα στην ίνα (κρίσιμη γωνία) αλλά και η σχέση δεικτών διάθλασης των περιοχών I & II ( $n_I > n_{II}$ ) είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για να συμβούν ολικές ανακλάσεις και διάδοση.



II. Περίβλημα ίνας (cladding) από καθαρό πυρίτιο ( $\text{SiO}_2$ ).

III. Πρωτεύουσα επικάλυψη (coating) από συνθετικό ακρυλικό υλικό. Αυτό το στρώμα παρέχει μηχανική προστασία στα υάλινα στρώματα I & II.

Στις οπτικές ίνες που απαρτίζουν ένα οπτικό καλώδιο, ουσιαστικά υπάρχει και ένα τέταρτο, εξωτερικό, στρώμα που είναι το έγχρωμο μελάνι που εφαρμόζεται για την αναγνώριση των ινών.

### Τύποι οπτικών ινών

Με την πάροδο των ετών έχουν αναπτυχθεί πολλοί τύποι οπτικών ινών που ο κάθε ένας υποστηρίζει τις ιδιαίτερες απαιτήσεις διάφορων τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών. Οι οπτικές ίνες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν υποστηρίζουν έναν ή πολλούς ρυθμούς μετάδοσης:

1. μονότροπες (single-mode) οπτικές ίνες
2. πολύτροπες (multi-mode) οπτικές ίνες.

Για όλους τους τύπους των οπτικών ινών υπάρχουν διεθνή πρότυπα στα οποία προδιαγράφονται τα χαρακτηριστικά μετάδοσης καθώς και τα γεωμετρικά, μηχανικά και άλλα χαρακτηριστικά αυτών.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΜΟΝΟΤΡΟΠΕΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ (SINGLE-MODE)				ΠΟΛΥΤΡΟΠΕΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ (MULTI-MODE)		
	Standard step index	Low water peak	Non-zero Dispersion Shifted	Bending loss insensitive	Graded index 50/125 OM2	Graded index 50/125 OM3	Graded index 62.5/125
Πρότυπο	ITU-T G.652B	ITU-T G.652D	ITU-T G.655C	ITU-T G.657	ITU-T G.651	ISO/IEC 11801	IEC 60793-2
Διάμετρος πυρήνα	9μm	9μm	9μm	9μm	50μm	50μm	62.5μm
Διάμετρος περιβλήματος	125μm	125μm	125μm	125μm	125μm	125μm	125μm
Απόσβεση στα 850nm	NA	NA	NA	NA	2.5 dB/km	2.3 dB/km	2.7 dB/km
Απόσβεση στα 1300nm	NA	NA	NA	NA	0.7 dB/km	0.6 dB/km	0.7 dB/km
Απόσβεση στα 1310nm	0.35 dB/km	0.35 dB/km	0.40 dB/km	0.35 dB/km	NA	NA	NA
Απόσβεση στα 1383nm	NA	0.32 dB/km	0.40 dB/km	0.33 dB/km	NA	NA	NA
Απόσβεση στα 1550nm	0.20 dB/km	0.20 dB/km	0.22 dB/km	0.20 dB/km	NA	NA	NA
Απόσβεση στα 1625nm	NA	0.23 dB/km	0.24 dB/km	0.24 dB/km	NA	NA	NA
Χρωματική διασπορά 1285 1330 nm	< 3.5 ps/(nm.km)	< 3.5 ps/(nm.km)	NA	< 3.5 ps/(nm.km)	NA	NA	NA
Χρωματική διασπορά 1550 nm	< 18 ps/(nm.km)	< 18 ps/(nm.km)	NA	< 18 ps/(nm.km)	NA	NA	NA
Χρωματική διασπορά 1530 1565 nm	NA	NA	2.6-6.0	NA	NA	NA	NA
Χρωματική διασπορά 1565 1625 nm	NA	NA	4.0 8.9	NA	NA	NA	NA
Εύρος ζώνης στα 850nm	NA	NA	NA	NA	500 Mhz.km	1500 Mhz.km	200 Mhz.km
Εύρος ζώνης στα 1300nm	NA	NA	NA	NA	500 Mhz.km	500 Mhz.km	500 Mhz.km

Πίνακας 2.12.2-2 : Βασικά χαρακτηριστικά κυριότερων τύπων οπτικών ινών.

(πηγή: κατάλογος καλωδίων της CABLE Ελληνικά καλώδια)

Τύπος καλωδίου	Κόστος	Εγκατάσταση	Χωρητικότητα	Εύρος	Ηλεκτρομαγνητική Ευαισθησία
<b>Ομοαξονικό Thinnet</b>	<STP	Φθηνή / Εύκολη	10Mbps τυπική	185 m	< UTP
<b>Ομοαξονικό Thicknet</b>	>STP <Οπτική ίνα	Εύκολη	10Mbps τυπική	500 m	< UTP
<b>STP</b>	>UTP < Thicknet	Αρκετά εύκολη	16Mbps τυπική μέχρι 500Mps	100 m τυπική	< UTP
<b>UTP</b>	<<...	Φθηνή / Εύκολη	10Mbps τυπική μέχρι 100Mbps	100 m τυπική	>> ...
<b>Οπτική ίνα</b>	>>...	Ακριβή / Δύσκολη	100Mbps τυπική μέχρι 200,000 Mbps	Δεκάδες km	Αναίσθητη

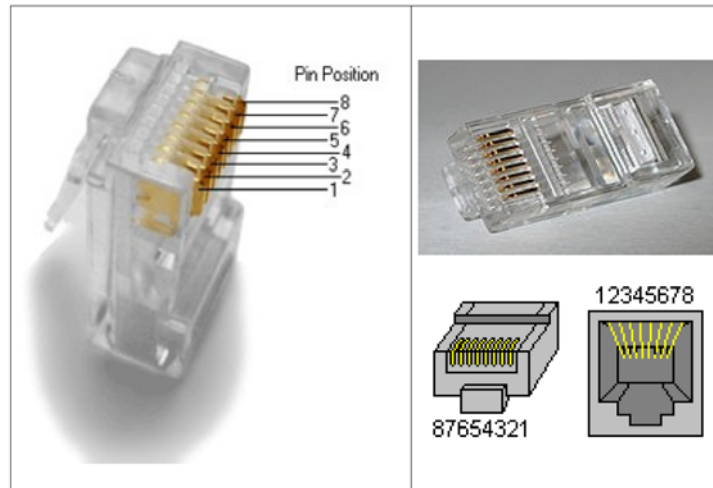
Πίνακας 2.12.2-3: Συγκριτικός πίνακας καλωδίων



### 2.12.3 Ακροδέκτες καλωδίων (RJ45) και τηλεπικοινωνιακές παροχές (πρίζες)

Οι αρσενικοί ακροδέκτες / τερματισμοί των καλωδίων δικτύου είναι τυποποιημένοι και ονομάζονται RJ45 (Registered Jack). Υπάρχουν δύο πρότυπα αναφορικά με τον αντιστοίχιση των αγωγών των ζευγών στους 8 ακροδέκτες T568A ή T568B.

**Εικόνα 2.12.3.1:** Ακροδέκτης RJ-45 με 8 pin.



Η πρίζα είναι το εξάρτημα στο οποίο καταλήγει το οριζόντιο δίκτυο της δομημένης καλωδίωσης στη θέση εργασίας. Είναι κατάλληλη να δεχτεί φωνή και δεδομένα (voice and data) με υποδοχή RJ45 κατά την προδιαγραφή ISO 8877 αλλά έχει και δυνατότητα σύνδεσης κάθε είδους τερματικού, με την χρήση ειδικών adapters όπως Balloon, RS232 κ.λ.π.

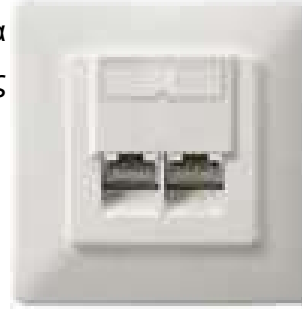
Ανάλογα με τον τύπο του καλωδίου που καταλήγει σε αυτές διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Πρίζα RJ45, UTP 8 επαφών όπου τερματίζουν καλώδια UTP 4 ζευγών
- Πρίζα RJ45, FTP 9 επαφών όπου τερματίζουν καλώδια FTP 4 ζευγών μαζί με την θωράκισή τους.
- Πρίζα RJ45, STP 9 επαφών όπου τερματίζουν καλώδια STP 4 ζευγών μαζί με την θωράκισή τους σε ξεχωριστή επαφή ώστε να υπάρχει συνέχεια.

Ο ελάχιστος αριθμός τηλεπικοινωνιακών πριζών είναι και δυο ανά θέση εργασίας (1voice + 1data) και επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των γραφειακών χώρων (τηλέφωνο, υπολογιστής, εκτυπωτής, fax). Για περιπτώσεις χώρων ειδικής χρήσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να τοποθετηθούν περισσότερες εκτιμώμενες κατά περίπτωση.

Σε διπλή πρίζα η δεξιά παροχή χρησιμοποιείται τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για σύνδεση δεδομένων και η αριστερή (Α) τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για τηλεφωνική σύνδεση, με δυνατότητα όμως χρησιμοποίησης αμφοτέρων των παροχών μόνο για δεδομένα ή μόνο για τηλεφωνική σύνδεση αναλόγως των αναγκών.

Οι τηλεπικοινωνιακές πρίζες μπορούν να έχουν κλείστρα ασφαλείας για προστασία από τις σκόνες, ειδική υποδοχή για πινακίδα αρίθμησης και χρωματικής κωδικοποίησης καλυμμένη με πλαστική ζελατίνη.



**Εικόνα 2.12.3.2:** Επίτοιχη Διπλή Πρίζα Δικτύου CAT 5e UTP

#### 2.12.4 Κατανομητής

Οι κατανομητές (rack) είναι χωνευτά ή επίτοιχα ερμάρια (ντουλάπια) ορθογωνίου σχήματος όπου γίνεται ο τερματισμός και η διασύνδεση των αγωγών του τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Διακρίνουμε τον κεντρικό κατανομητή και τους ενδιάμεσους κατανομητές ορόφου. Κριτήριο για τον αριθμό των ενδιάμεσων κατανομητών είναι η απόσταση κατανομητή από πρίζα να μην υπερβαίνει τα 90 m.

Στον χώρο που βρίσκεται ο κεντρικός κατανομητής συνυπάρχουν το τηλεφωνικό κέντρο, ο server καθώς και τυχόν συστήματα συναγερμού, πυρανίχνευσης, ήχου κλπ. Στον χώρο αυτό δεν θα πρέπει να εγκαθίστανται συσκευές ισχυρών ρευμάτων όπως UPS οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάζουν το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Ένας κεντρικός κατανομητής αποτελείται από τα παρακάτω:

1. Μεταλλικό ικρίωμα με διαστάσεις επαρκείς για τη στέγαση των στοιχείων, που προορίζονται να αναρτηθούν σ' αυτό και με δυνατότητα ασφάλισης.
2. Σύνθετα πλαίσια μεικτονόμησης (modular patch panels) για τον τερματισμό της οριζόντιας καλωδίωσης.

Τα καλώδια από το τηλεφωνικό κέντρο καταλήγουν σε διαφορετική μετώπη μεικτονόμησης από τις πρίζες τηλεφώνων. Οι δύο μετώπες ενώνονται μεταξύ τους με τα καλώδια μεικτονόμησης (patch cords).

Ανάμεσα στις δύο μετώπες για να διευκολύνεται η διέλευση των καλωδίων

μεικτονόμησης μπορεί να τοποθετηθεί μία μετώπη διευθέτησης.

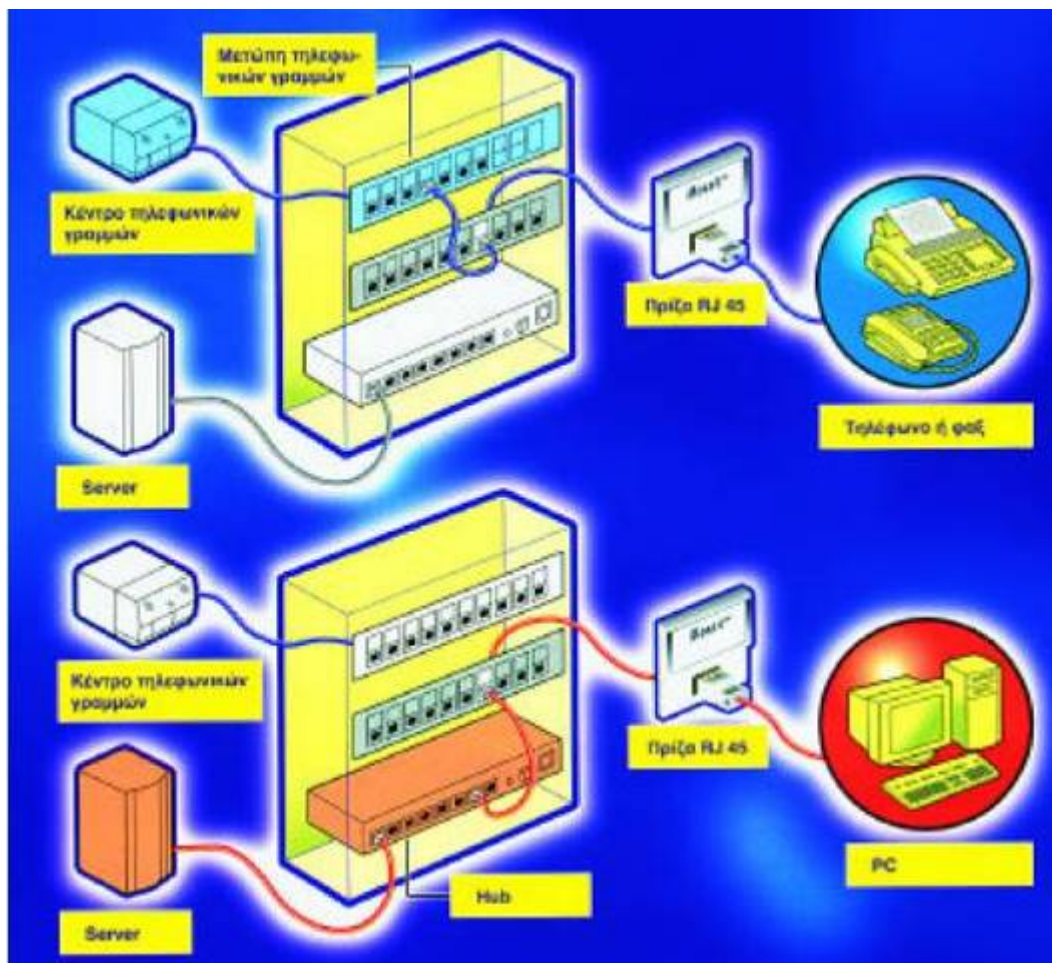
3. Από τον κεντρικό εξυπηρετητή (server) το καλώδιο καταλήγει σε μία θύρα του συγκεντρωτή (hub) που βρίσκεται στο κάτω μέρος του κατανεμητή.

Όλα τα καλώδια από τις πρίζες υπολογιστών καταλήγουν σε μία μετώπη μεικτονόμησης (patch panel)

Οι υπόλοιπες θύρες του hub ενώνονται με τη μετώπη μεικτονόμησης (patch panel) μέσω των καλωδίων μεικτονόμησης (patch cords).

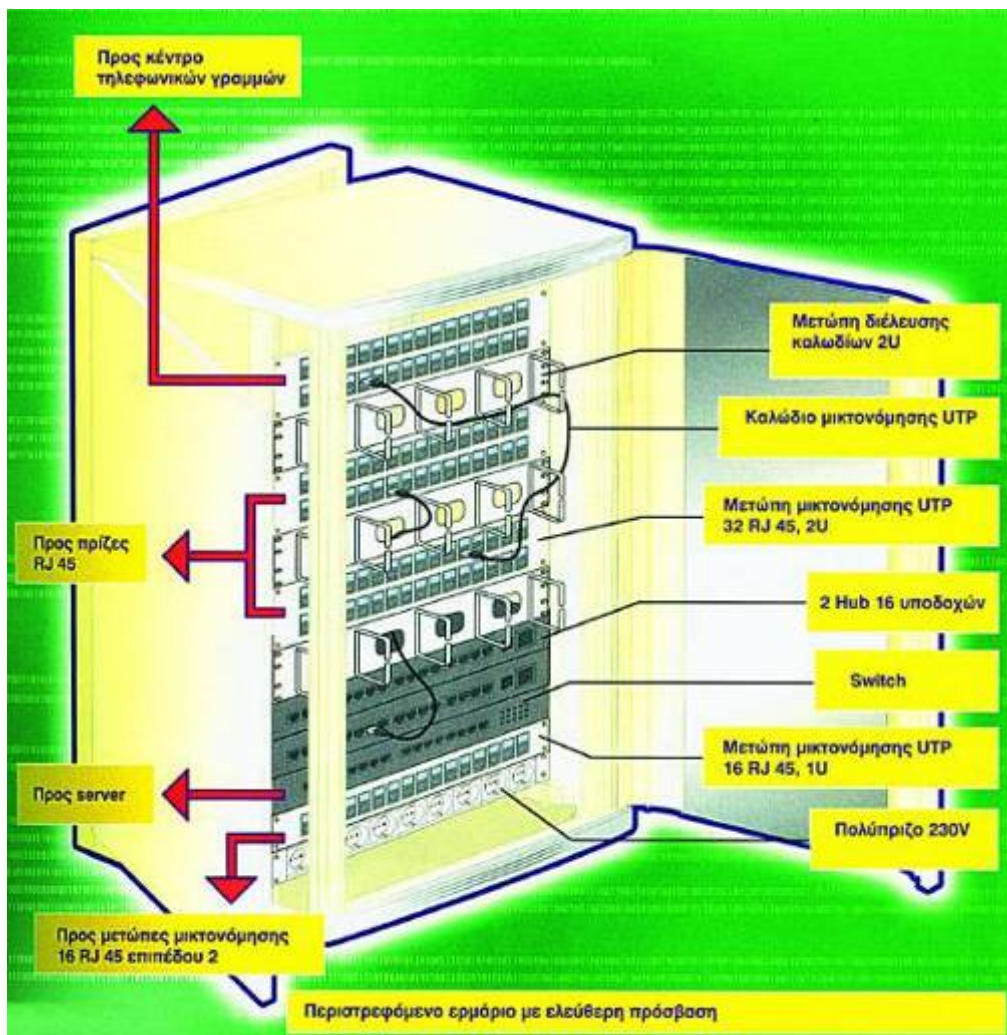
Ανάμεσα στο hub και τη μετώπη μεικτονόμησης για να διευκολύνεται η διέλευση των καλωδίων μεικτονόμησης μπορεί να τοποθετηθεί μία μετώπη διευθέτησης.

4. Οπτικό κατανεμητή για τη σύνδεση της κατακόρυφης καλωδίωσης (οπτικών ινών)
5. Οριολωρίδες για τον τερματισμό πολύζευγων UTP κάθετων καλωδίων.



**Εικόνα 2.12.4.1:** Διαφορετικές μετώπες μεικτονόμησης για τις εφαρμογές voice (τηλέφωνα) και data (υπολογιστές)

**Εικόνα 2.12.4.2:** Επίτοιχη καμπίνα δικτύου 19" από λαμαρίνα και με ανοιγόμενα τμήματα εύκολης πρόσβασης.



**Εικόνα 2.12.4.3:** Διάταξη κεντρικού κατανομής

Ο ενδιάμεσος κατανομής είναι το σημείο τερματισμού της οριζόντιας καλωδίωσης

του κάθε ορόφου. Τοποθετείται σε κεντρικό σημείο του ορόφου και συνδέεται με κατακόρυφη καλωδίωση (καλωδίωση κορμού) με τον κεντρικό κατανεμητή του κτιρίου. Στον ενδιάμεσο κατανεμητή γίνονται οι μεικτονομήσεις (διασυνδέσεις) μεταξύ οριζόντιας και κατακόρυφης καλωδίωσης.

Οι οριολωρίδες είναι εξαρτήματα τερματισμού καλωδίων, συνήθως των τηλεφωνικών, με τον τρόπο της ταχείας σφηνωτής σύνδεσης. Από την μία πλευρά των οριολωρίδων τερματίζουν τα καλώδια και από την άλλη αναχωρούν.



**Εικόνα 2.12.4.4:** Οριολωρίδα

Εναλλακτικά των οριολωρίδων χρησιμοποιούνται τα patch panel. Οι μετώπες μεικτονόμησης είναι εξαρτήματα στα οποία καταλήγουν τα καλώδια του οριζοντίου και κατακόρυφου δικτύου. Διακρίνονται σε μετώπες μεικτονόμησης καλωδίων χαλκού οι οποίες περιέχουν συνήθως 16, 24 ή 48 θέσεις από πρίζες RJ45 και σε μετώπες μεικτονόμησης καλωδίων οπτικών ινών.



**Εικόνα 2.12.4.5:** Patch Panel 24-port Color – μετώπη μεικτονόμησης καλωδίων χαλκού.

Ο συγκεντρωτής (hub) είναι μία ενεργή κομβική συσκευή που βοηθάει στην επέκταση ενός τοπικού δικτύου υπολογιστών με τη χρήση καλωδίωσης. Η συσκευή αυτή έχει συγκεκριμένο αριθμό θυρών (π.χ. 8, 16) στις οποίες μπορούν να συνδεθούν ισόποσες συσκευές περιφερειακών, όπως server, υπολογιστές, εκτυπωτές. Π.χ. ο υπολογιστής συνδέεται μέσω καλωδίου συνεστραμμένων ζευγών με ακροδέκτη τύπου RJ45 σε μία θύρα (είσοδος) του hub.

Το hub παραλαμβάνει το πακέτο δεδομένων που φτάνει στη θύρα εισόδου, το αναπαράγει και το στέλνει στις υπόλοιπες θύρες, για να μπορέσουν να το παραλάβουν οι λοιπές συνδεδεμένες συσκευές πάλι μέσω ακροδέκτη τύπου RJ45 και καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών. Το hub τροφοδοτείται στην πίσω πλευρά του από το δίκτυο μέσω μετασχηματιστή και στη μπροστινή του πλευρά φέρει ενδεικτικά led.

Εικόνα 2.12.4.6: Hub



Γενικά ένα σύστημα δομημένης καλωδίωσης χρησιμοποιεί μια τοπολογία αστέρα για το δίκτυο υπολογιστών με τους σταθμούς εργασίας τοποθετημένους γύρω από το hub.

Η συσκευή switch λειτουργεί όπως το hub με μόνη διαφορά ότι επιλέγει σε ποιά θύρα θα προωθήσει τα δεδομένα και επομένως δεν μειώνεται η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων όπως στο hub.

Ο δρομολογητής router μας συνδέει με άλλα τοπικά δίκτυα ή με το διαδίκτυο. Τοποθετείται στον κεντρικό κατανομητή μεταξύ της μετώπης μεικτονόμησης-patch panel και του hub ή μεταξύ της μετώπης μεικτονόμησης και του server-κεντρικός εξυπηρετητής.

Μια μονάδα rack, U (ή RU) είναι μια μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το ύψος του εξοπλισμού που προορίζεται για την τοποθέτηση σε rack 19" ή 23". Η 19" (48,26 εκατοστά) ή 23" (58,42 cm ) διάσταση αναφέρεται στο πλάτος του εξοπλισμού στερέωσης του πλαισίου στο ράφι, δηλαδή στο πλάτος του εξοπλισμού που μπορεί να τοποθετηθεί μέσα στο rack). Μία μονάδα rack U είναι 1,75 ίντσες (44,45 mm) ύψος.

Το μέγεθος του rack περιγράφεται συχνά ως αριθμός σε "U". Για παράδειγμα, μία μονάδα rack συχνά αναφέρεται ως "1U", 2 μονάδες rack ως "2U" και ούτω καθεξής.

ΠΛΗΘΟΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΖΕΥΓΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΩΝ		
	ΜΗΚΟΣ (Μ)	ΥΨΟΣ (Μ)	ΒΑΘΟΣ (Μ)
10	0,50	0,40	0,10
20	0,50	0,40	0,10
30	0,70	0,40	0,10
40	0,70	0,40	0,10
50	0,90	0,70	0,10
60-100	1,00	0,80	0,10

**Πίνακας 2.12.4-1:** Διαστάσεις κατανεμητών ανάλογα με το πλήθος εισερχόμενων ζευγών καλωδίων.

### 2.12.5 Δομή καλωδίωσης

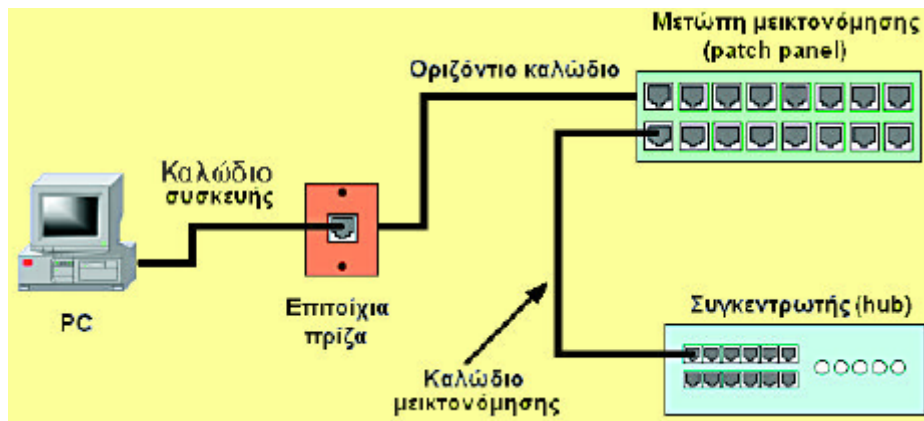
Η κάθε μια από αυτές τις διαδρομές των καλωδίων, μαζί με τα εξαρτήματα τερματισμού των απολήξεων του καλωδίου στα δυο του άκρα, δηλαδή την πρίζα και το patch panel ονομάζεται basic link. Το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος της διαδρομής basic link είναι 90 μέτρα. Ενδέχεται σε περιπτώσεις μεγάλων κτιρίων να υπάρχουν περισσότεροι του ενός κατανεμητές ορόφου όταν οι αποστάσεις των διαφόρων διαδρομών δεν μπορούν με άλλο τρόπο να γίνουν μικρότερες των 90 μέτρων. Οι ενδιάμεσοι αυτοί κατανεμητές ορόφων, συνδέονται σε διάταξη αστέρος με έναν κεντρικό κατανεμητή κτιρίου .

Οριζόντια καλωδίωση: Είναι το τμήμα του δικτύου που συνδέει τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες των χώρων εργασίας, με τους κατανεμητές ορόφου.

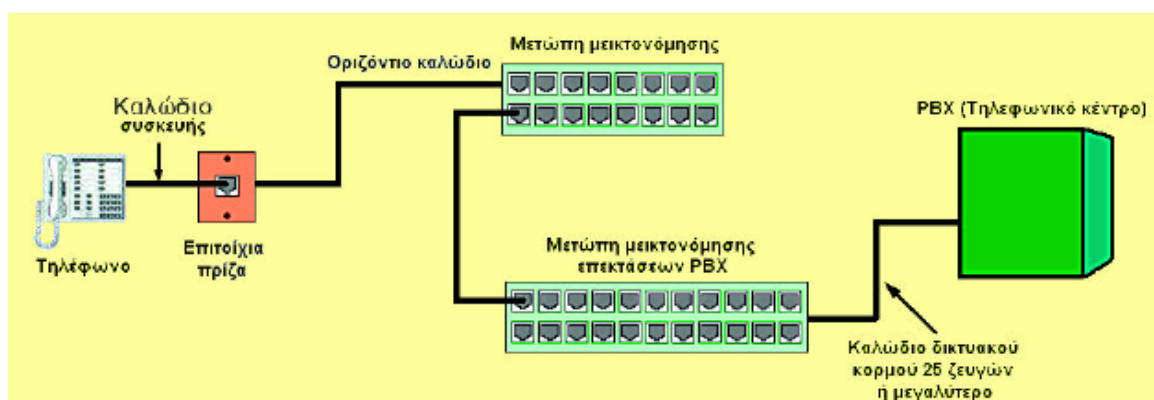
Το μέγιστο μήκος καλωδίου από πρίζα ως μετώπη κατανεμητή είναι 90m.

Το μέγιστο μήκος καλωδίου από υπολογιστή μέχρι το hub είναι 100m.

Επομένως το μήκος του καλωδίου από τον υπολογιστή μέχρι την πρίζα και του καλωδίου μεικτονόμησης μέσα στον κατανεμητή (από patch panel ως hub) θα πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο από 10m.



Εικόνα 2.12.5.1: Οριζόντια καλωδίωση μεταφοράς δεδομένων



Εικόνα 2.12.5.2: Οριζόντια καλωδίωση μεταφοράς τηλεφωνίας ή fax

Στην οριζόντια καλωδίωση χρησιμοποιούμε συνήθως καλώδια UTP 4 Z cat 5 ή cat 6.

Κατακόρυφη καλωδίωση: Η κατακόρυφη καλωδίωση προορίζεται να παρέχει διασυνδέσεις μεταξύ κατανεμητών ορόφων, χώρου τηλεπικοινωνιακών συσκευών και σημείου εισαγωγής στο κτίριο.

Στην οριζόντια καλωδίωση χρησιμοποιούμε συνήθως καλώδια UTP ή STP 25 ζευγών 24 AWG (~0.5mm) cat 5 ή cat 6 ή καλώδια οπτικών ινών για μεγαλύτερες αποστάσεις ή όταν υπάρχουν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Η μείξη καλωδίων διαφορετικού τύπου στην ίδια καλωδίωση πρέπει να αποφεύγεται. Αν π.χ στην οριζόντια καλωδίωση έχουμε UTP τότε και θα πρέπει να αποφύγουμε να συνεχίζουμε στην κατακόρυφη με STP.

Θέση εργασίας: Τα στοιχεία που αποτελούν τη θέση εργασίας, εκτείνονται από το τέλος της οριζόντιας καλωδίωσης, που είναι η πρίζα, ως τον εξοπλισμό της θέσης εργασίας, που μπορεί να είναι οποιοσδήποτε τύπος συσκευών, όπως τηλέφωνα, τερματικά και υπολογιστές. Το μέγιστο μήκος του καλωδίου της θέσης εργασίας έχει καθοριστεί στα



3μ. Όμως το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί αρκεί να μην καταστρατηγείται ο περιορισμός για μέγιστη απόσταση 100μ. (μήκος καλωδίου από την πρίζα ως τη συσκευή+ μήκος καλωδίου πρίζας-κατανεμητή ορόφου+ μήκος καλωδίου μεικτονόμησης) και να έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το οριζόντιο καλώδιο.

### 2.12.6 Δομικά μέρη τοπικού δικτύου υπολογιστών (LAN)

Ένα δίκτυο υπολογιστών αποκαλείται και LAN (Local Area Network) και αποτελείται από τις ακόλουθες κατηγορίες υλικού:

Βασικά μηχανήματα χρηστών (ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, συσκευές fax κλπ.). Είναι τα μηχανήματα που χρησιμοποιούν το δίκτυο για την ανάκτηση, αποθήκευση, επεξεργασία και αποστολή των δεδομένων.

Βοηθητικά μηχανήματα διασυνδέσεων, διακομιστών κλπ (hubs, repeaters, routers, switches, modems κλπ.). Είναι τα ενεργά ηλεκτρονικά μηχανήματα που εκτελούν τις λειτουργίες ελέγχου, ενίσχυσης, διαμόρφωσης, πολυπλεξίας, μετατροπής κλπ των σημάτων που περιέχουν την πληροφορία.

Υλικά ζεύξεων (καλώδια, πρίζες, συνδετήρες, πλαίσια μεικτονόμησης - patch panels). Είναι τα παθητικά υλικά που προσφέρουν το φυσικό μέσο για την μετάδοση των σημάτων που περιέχουν την πληροφορία. Τα καλώδια μπορεί να είναι είτε καλώδια χάλκινων αγωγών είτε καλώδια οπτικών ινών.

### 2.12.7 Πρωτόκολλο επικοινωνίας

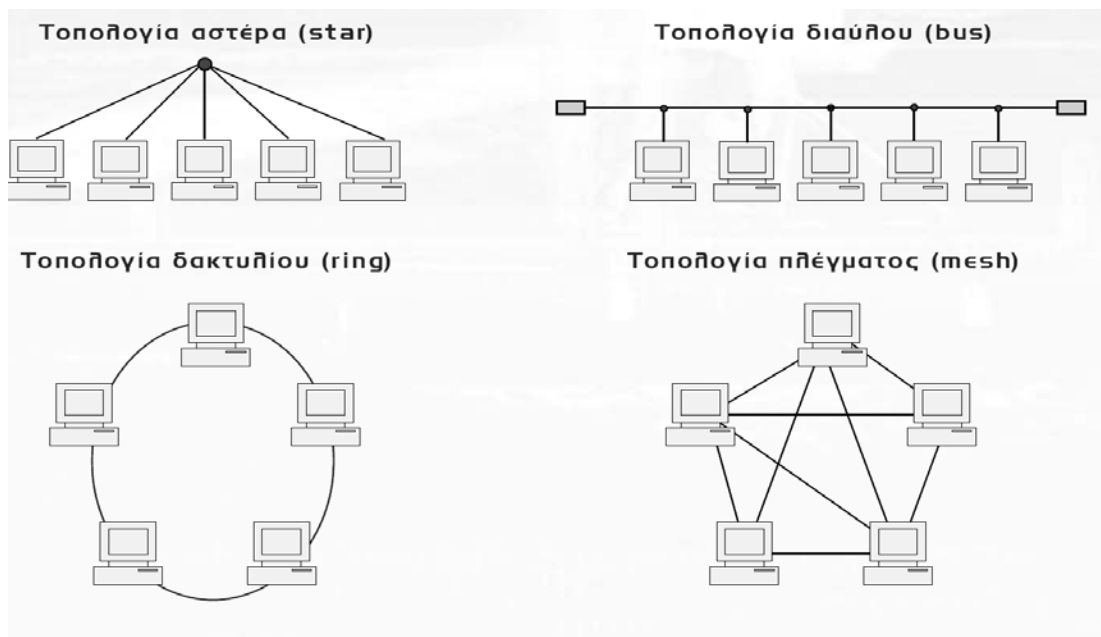
Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι το σύνολο των κανόνων και διαδικασιών με τα οποία προδιαγράφεται ο τρόπος πρόσβασης των υπολογιστών - μελών του δικτύου στο κοινό μέσο μετάδοσης.

Το πιο δημοφιλές πρωτόκολλο επικοινωνίας στα τοπικά δίκτυα LAN είναι το Ethernet και περιγράφεται στο πρότυπο IEEE 802. Υπάρχουν και άλλα πρωτόκολλα που περιγράφονται στο πρότυπο IEEE 802 (π.χ. πρωτόκολλο Token ring, πρωτόκολλο ασύρματου τοπικού δικτύου) αλλά και άλλα πρωτόκολλα εκτός του προτύπου IEEE 802 (πρωτόκολλο AppleTalk της Apple) που όμως δεν είναι τόσο διαδεδομένα όσο το Ethernet. Διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες Ethernet ανάλογα με την ταχύτητα μετάδοσης που υποστηρίζουν: Ethernet 10Mbps, Fast Ethernet 100Mbps, Ethernet

iGbps.

### 2.12.8 Τοπολογία δικτύων

Ο τρόπος που διατάσσονται στον χώρο τα βασικά μηχανήματα των χρηστών, κυρίως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, και τα βοηθητικά μηχανήματα διασυνδέσεων αλλά και ο τρόπος που αυτά συνδέονται μεταξύ τους με το φυσικό μέσο μετάδοσης (καλώδιο), ονομάζονται τοπολογία του δικτύου. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι τοπολογίας:



Εικόνα 2.12.8.1 : Βασικοί τύποι τοπολογίας δικτύων

## 2.13 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ

### 2.13.1 Περιγραφή συστήματος

Το σύστημα ασφαλείας εξασφαλίζει:

- ✓ Την προστασία του χώρου από είσοδο, βανδαλισμούς και καταστροφές από εξωτερικούς παράγοντες.
- ✓ Τον έλεγχο και προστασία των εσωτερικών χώρων.
- ✓ Την παρακολούθηση των χώρων με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV).
- ✓ Τον έλεγχο της κυκλοφορίας εντός του χώρου.

Η εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας περιλαμβάνει :

- ✓ Το πίνακα ελέγχου.
- ✓ Το πληκτρολόγιο χειρισμού και ελέγχου.
- ✓ Τα αισθητήρια.
- ✓ Τις ηλεκτρικές σειρήνες
- ✓ Το δίκτυο τροφοδοσίας

Το σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV) συνδυάζεται με το σύστημα ασφαλείας, έτσι ώστε εάν δοθεί συναγερμός για παραβίαση κάποιας εισόδου ή από τα κομβία, το ένα τουλάχιστον monitor να μπορεί να προβάλει αυτόματα την εικόνα που προέρχεται από την αντίστοιχη κάμερα και συγχρόνως θα εγγράφεται η εικόνα της σε κατάλληλο μέσο αποθήκευσης (DVR).

### 2.13.2 Συμβατικό σύστημα συναγερμού

Το είδος των συσκευών που τοποθετούνται διαλέγονται ανάλογα με τις απαιτήσεις της υπό προστασίας εγκατάστασης. Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός συμβατικού συστήματος συναγερμού είναι τα ακόλουθα:

Τα μεγέθη του πίνακα ελέγχου είναι 6 ζωνών, 8 ζωνών, 16 ζωνών, 32 ζωνών, 40 ζωνών και 48 ζωνών. Ανεξαρτήτου μεγέθους, οι ζώνες μπορούν να ομαδοποιηθούν

από μία έως οκτώ ανεξάρτητες ομάδες (partitions), ενώ η χρήση του συστήματος συναγερμού μπορεί να γίνει από έναν έως ενενήντα εννιά (99) χρήστες, οι οποίοι έχουν πρόσβαση σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των οκτώ (8) partitions.

Ο πίνακας ελέγχου διαθέτει τροφοδοτικό και επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, ώστε να εξασφαλίζεται η ανεξαρτησία του συστήματος από τυχόν διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Στέλνεται αναφορά στο Κέντρο Παρακολούθησης όταν υπάρξει διακοπή ρεύματος ή πτώση τάσης των μπαταριών. Όταν κατά την όπλιση/αφόπλιση του συστήματος συναγερμού ανιχνευτεί διακοπή ρεύματος ή πτώση τάσης των μπαταριών, υπάρχει ηχητική ειδοποίηση προς τον χρήστη μέσω του πληκτρολογίου.

Είναι δυνατός ο προγραμματισμός για αυτόματη όπλιση του συστήματος σε προκαθορισμένη ώρα κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

Υπάρχει δυνατότητα αυτόματης παράκαμψης των ζωνών ακολουθίας (Radar) όταν το σύστημα τίθεται σε λειτουργία. Με αυτή τη δυνατότητα, ενώ το σύστημα είναι οπλισμένο, μπορούν να κινούνται άνθρωποι στο χώρο χωρίς να ενεργοποιείται το σύστημα (Χρήση για οικίες).

Είναι δυνατός ο αυτο-έλεγχος καλής λειτουργίας του συστήματος, στέλνοντας σήμα επικοινωνίας στο Κέντρο Παρακολούθησης ανά προγραμματισμένη χρονική περίοδο. Υπάρχουν βοηθητικές έξοδοι, οι οποίες μπορούν να προγραμματιστούν για την ενεργοποίηση ρελαί, LED, κλπ.

Ο χρήστης ειδοποιείται μέσω πληκτρολογίου για τυχόν προβλήματα που αντιμετωπίζει το σύστημα όπως π.χ. πρόβλημα επικοινωνίας με το Κέντρο Παρακολούθησης, πρόβλημα σε επέκταση του συστήματος, πρόβλημα πληκτρολογίων, πρόβλημα που δημιουργείται όταν κάποια συσκευή «τραβήξει» παραπάνω ρεύμα από το επιτρεπτό, κλπ.

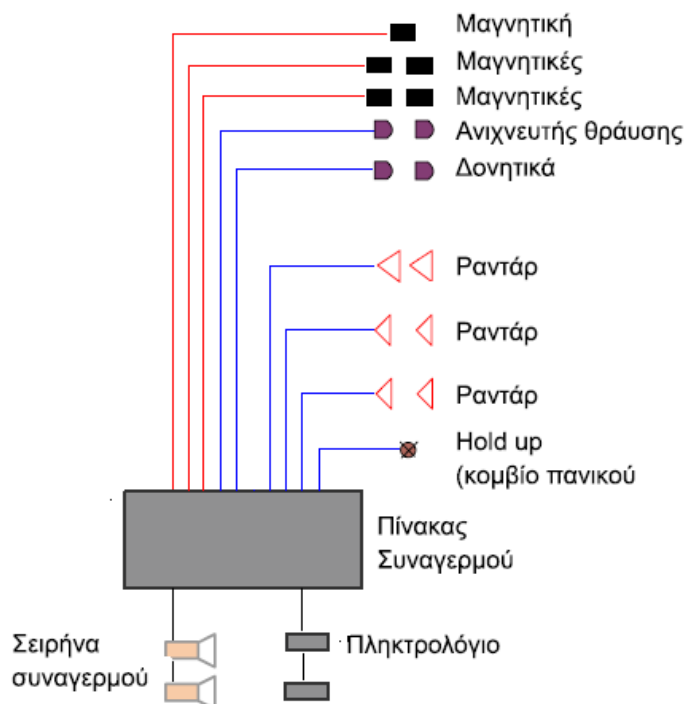
Ο πίνακας ελέγχου διαθέτει σύστημα αντιβανδαλισμού μέσω του οποίου υπάρχει ηχητική προειδοποίηση αλλά και ενημέρωση με αναφορά του Κέντρου Παρακολούθησης.

Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης ικανού αριθμού συμβάντων στην μνήμη του πίνακα ελέγχου μαζί με την ημερομηνία και την ώρα τους, τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν/καταχωρηθούν ως ιστορικό αρχείο ανά πελάτη μέσω modem.

Τα πληκτρολόγια του συστήματος συναγερμού έχουν πλήκτρα πανικού για άμεση ειδοποίηση του Κέντρου Παρακολούθησης σε έκτακτη ανάγκη όπως φωτιάς, ιατρικής

ανάγκης και ληστείας. Δυνατότητα επίβλεψης κατάστασης των καλωδίων των σειρήνων. Παρακολούθηση τάσης και κατανάλωσης της τηλεφωνικής γραμμής ώστε όταν παρουσιαστεί πρόβλημα, να στέλνεται αναφορά στο Κέντρο Παρακολούθησης.

**Εικόνα 2.13.2.1** : Σχηματική απεικόνιση συμβατικού συστήματος συναγερμού



### 2.13.3 Διευθυνσιοδοτημένο σύστημα συναγερμού

Το διευθυνσιοδοτημένο σύστημα συναγερμού δύο καλωδίων, είναι η αρμόζουσα επιλογή για εμπορικές και οικιακές εφαρμογές όπου απαιτείται εκτεταμένη καλωδίωση, ενώ παρέχει τη δυνατότητα ελεύθερης καλωδίωσης που δίνει στο χρήστη ευελιξία για προσθήκες και επανατοποθετήσεις. Το σύστημα δύναται να κλιμακωθεί έτσι ώστε να είναι προσαρμόσιμο στις εκάστοτε απαιτήσεις της εφαρμογής.

Το δίκτυο δέχεται μόνο διευθυνσιοδοτημένες συσκευές, ενώ το μέγεθος του πίνακα ελέγχου φτάνει τους τρεις (3) βρόχους με 192 διευθυνσιοδοτημένες συσκευές ως ανώτατο όριο. Το μέγιστο μήκος ανά βρόχο είναι τρία (3) χιλιόμετρα.

Το διευθυνσιοδοτημένο σύστημα αναγνωρίζει την ακριβή τοποθεσία της συσκευής που θα παρουσιάσει πρόβλημα ή θα δώσει συναγερμό λόγο της προηγμένης ψηφιακής επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών και του πίνακα ελέγχου, ενώ εξοικονομεί χρόνο στο προσωπικό ασφαλείας αλλά και στο προσωπικό συντήρησης.

Ως σύστημα δύο καλωδίων, η εγκατάστασή του γίνεται με μειωμένη καλωδίωση συγκριτικά με ένα συμβατικό παραδοσιακό σύστημα συναγερμού, ενώ μειώνει κατά 50% τα σημεία τερματισμού καθώς και την πιθανότητα προβλημάτων καλωδίωσης.

## 2.13.4 Βασικές μονάδες συστήματος ασφαλείας

### A. Κεντρική μονάδα – πίνακας ελέγχου

Ο κεντρικός πίνακας του συναγερμού αποτελεί την καρδιά του συστήματος. Μπορεί να είναι ενσύρματος, ασύρματος ή υβριδικός, να υποστηρίζει δηλαδή τόσο ενσύρματους όσο και ασύρματους αισθητήρες. Η περίπτωση του υβριδικού συστήματος δίνει τη δυνατότητα χρήσης ασύρματων αισθητήρων σε σημεία του χώρου τα οποία δεν έχουν προβλεφτεί, όπως συνήθως ο αισθητήρας ανίχνευσης πυρκαγιάς σε σημεία του ταβανιού.

**Εικόνα 2.13.4.1:** Εσωτερικό τμήμα κέντρου συναγερμού 16 ζωνών – επεκτάσιμο ως 32 ζώνες (τύπος PARADOX S7000)



Ο πίνακας συναγερμού περιέχει μπαταρία ή οποία του δίνει αυτονομία σε περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο πίνακας συναγερμού μπορεί να έχει τη δυνατότητα να ελέγχει και ηλεκτρικές συσκευές κάτω από ορισμένες συνθήκες. Για παράδειγμα να ανάβει φώτα του χώρου στην περίπτωση συναγερμού.

Στον κεντρικό πίνακα συνήθως εμπεριέχονται και οι τηλεπικοινωνιακές μονάδες του συναγερμού. Βασικά χαρακτηριστικά του πίνακα είναι ο αριθμός των διαφορετικών περιοχών που μπορεί να σπλίζει και να αφοπλίζει με διαφορετικούς κωδικούς (partitioning) καθώς και ο αριθμός ζωνών που υποστηρίζει.

Ενδεικτικά αναφέρεται ο πίνακας τύπου NX-8 της CADDX 8 ζωνών, με δυνατότητα επέκτασης μέχρι και 48 καλωδιακές ή ασύρματες ζώνες, σε συνδυασμό με ασύρματο δέκτη, 8 κωδικοί χρήστη + κωδικό απειλής, μπορεί να δεχτεί μέχρι 24 πληκτρολόγια, 8 για κάθε υποσύστημα, μνήμη 512 γεγονότων, κατανάλωση 66mA.

Επεξήγηση ζώνης συναγερμού: Η ζώνη αποτελείται από έναν αριθμό σημείων ελέγχου. Αν ένας από αυτούς διεγερθεί, ο κεντρικός πίνακας αναγνωρίζει ότι η συγκεκριμένη ζώνη έχει δώσει συναγερμό. Η ζώνη μπορεί να περιλαμβάνει πολλούς

αισθητήρες (π.χ. όλες οι πόρτες και τα παράθυρα μπορούν να τοποθετηθούν σε μία ζώνη και να χαρακτηριστούν ως ζώνη περιμέτρου χώρου) ή μπορεί να περιλαμβάνει έναν μόνο αισθητήρα (π.χ. ζώνη «κεντρικές εισοδοί χώρου», ζώνη «πόρτα γκαράζ»). Στην δεύτερη περίπτωση η διακριτική ικανότητα του συστήματος συναγερμού είναι μεγαλύτερη και το σύστημα μπορεί να μας ενημερώνει αναλυτικά για οτιδήποτε παραβιάζεται στον χώρο.

Στην περίπτωση των ενσύρματων συναγερμών οι ζώνες είναι καλωδιακές. Όσες ανεξάρτητες ζώνες θέλουμε να υποστηρίξει η εγκατάσταση τόσες ανεξάρτητες καλωδιακές γραμμές θα πρέπει να ξεκινάνε από το κέντρο του συναγερμού και να διατρέχουν τους χώρους. Οι ασύρματοι συναγερμοί έχουν συνήθως περισσότερες ζώνες από τους ενσύρματους και επομένως μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα. Η αύξηση του αριθμού των ζωνών στον ενσύρματο συναγερμό συνοδεύεται με ταυτόχρονη αύξηση της καλωδίωσης και επομένως του κόστους εγκατάστασης.

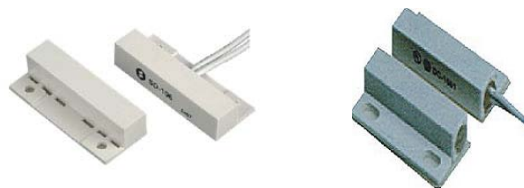
## **B. Αισθητήρες**

Οι αισθητήρες είναι οι μονάδες που τοποθετούνται σε διάφορα σημεία του χώρου με σκοπό να εντοπίσουν εισβολή ή παραβίαση.

Βασικοί αισθητήρες σε ένα σύστημα συναγερμού είναι οι μαγνητικές επαφές, οι αισθητήρες κίνησης υπερέυθρου και οι αισθητήρες θραύσης κρυστάλλων. Επιπλέον υπάρχουν αισθητήρες ανίχνευσης διαρροής αερίου, πυρκαγιάς διαρροής νερού κ.α.

### Μαγνητικές επαφές ή «παγίδες»

Η μαγνητική επαφή ανιχνεύει παράνομο άνοιγμα πόρτας ή παραθύρου και αποτελείται από : μαγνητικό ηλεκτρονόμο, ο οποίος τοποθετείται στο πλαίσιο της πόρτας ή του παραθύρου και σταθερό μαγνήτη, ο οποίος τοποθετείται στο κινούμενο φύλλο της πόρτας ή του παραθύρου. Ο μαγνητικός ηλεκτρονόμος και ο μαγνήτης μπορούν να τοποθετηθούν είτε κολλητοί, είτε βιδωτοί ανάλογα με τον τύπο του παραθύρου ή της πόρτας και τους κανόνες της αισθητικής.



**Εικόνα 2.13.4.2:** Μαγνητικές επαφές

Τοποθετούνται κατά τρόπο ώστε όταν το παράθυρο ή η πόρτα είναι κλειστά τα δύο

τμήματα να βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Το άνοιγμα του παραθύρου ή της πόρτας διαχωρίζει τα δυο τμήματα και προκαλεί σήμα συναγερμού.

Υπάρχουν διαφορετικές μαγνητικές επαφές για διαφορετικά είδη θυρών και παραθύρων. Μια βασική διάκριση τους έχει να κάνει με το εάν είναι ορατές στο παράθυρο ή την πόρτα μετά την τοποθέτησή τους ή όχι. Οι μη ορατές παγίδες έχουν περισσότερο κόστος τοποθέτησης ωστόσο το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα είναι σαφώς καλύτερο. Για τέλειο αισθητικό αποτέλεσμα προτείνεται η τοποθέτηση του συστήματος ασφαλείας πριν από το τελευταίο βήσιμο.

Οι μαγνητικές επαφές είναι δυνατό να δημιουργούν μια ψεύτικη αίσθηση ασφάλειας. Εάν το παράθυρό της είναι κλειδωμένο ο εισβολέας μπορεί να σπάσει το γυαλί και να εισέλθει χωρίς να διεγερθούν οι μαγνητικές επαφές. Επομένως θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αισθητήρες θραύσης κρυστάλλων και ανιχνευτές κίνησης.

#### Αισθητήρες κίνησης (Ανιχνευτής τύπου Παθητικών Υπερύθρων)

Τοποθετούνται στους βασικούς χώρους διέλευσης του χώρου. Ανιχνεύουν την μετακίνηση ανθρώπων στο χώρο και όταν ο συναγερμός είναι οπλισμένος δίνουν σήμα για συναγερμό. Σε μία εγκατάσταση συστήματος συναγερμού υπάρχει η δυνατότητα οπλισμού όλων των περιμετρικών ανοιγμάτων (πόρτες παράθυρα) με αφοπλισμένους τους αισθητήρες κίνησης. Με τον τρόπο αυτό ακόμα και αν υπάρχει κίνηση στο εσωτερικό του χώρου υπάρχει η μέγιστη προστασία χωρίς οι αισθητήρες κίνησης να δίνουν εσφαλμένα συναγερμό.



**Εικόνα 2.13.4.3:** Ανιχνευτές κίνησης (radar)

Η τροφοδοσία και μεταφορά σήματος συναγερμού στον κεντρικό πίνακα γίνεται από το ίδιο διπολικό καλώδιο.

Ο ανιχνευτής αποτελείται από τον αισθητήρα τετραπλού στοιχείου, και από δύο ανεξάρτητους ενισχυτές επεξεργασίας σημάτων.

Το οπτικό σύστημα του ανιχνευτή διαιρεί τον χώρο σε ζώνες προστασίας. Ένας αισθητήρας τετραπλού στοιχείου (Quad) μετρά την ποσότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας κάθε ζώνης. Όταν παραβιαστούν μία ή περισσότερες ζώνες, δίδεται σήμα



συναγερμού.

Στην πράξη δύο αισθητήρες παθητικών υπέρυθρων συνδέονται σε ένα κοινό οπτικό σύστημα. Πρέπει και οι δύο αισθητήρες να ανιχνεύουν κίνηση την ίδια στιγμή για να δοθεί σήμα συναγερμού. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας εξαλείφονται οι ψευδοσυναγερμοί που οφείλονται στον ηλεκτρονικό "θόρυβο" κάθε καναλιού, στις κάθε είδους παρεμβολές, καθώς και στην παρουσία μικρών ζώων.

Ο αισθητήρας δεν ενεργοποιείται από ακτινοβολία ορατού φωτός ή αργή μεταβολή της θερμοκρασίας του χώρου.

Ο ανιχνευτής δεν εκπέμπει κανένα είδος ακτινοβολίας και γι' αυτό δεν υπάρχει περιορισμός γι' αυτόν τον λόγο στον αριθμό των ανιχνευτών που τοποθετούνται στον ίδιο χώρο.

Εκλογή του κατάλληλου χώρου τοποθέτησης: Ο ανιχνευτής παθητικών υπέρυθρων διεγείρεται από την μεταβολή της ενέργειας στον προστατευόμενο χώρο που παρατηρείται, όταν άτομο μετακινείται μέσα σ' αυτόν. Η καταλληλότερη θέση είναι εκείνη για την οποία το άτομο θα περάσει εγκάρσια από την δέσμη. Ο ανιχνευτής έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει κίνηση ακόμα και ακριβώς κάτω από την θέση που βρίσκεται τοποθετημένος, ώστε να μην δημιουργούνται «νεκρές ζώνες επιτήρησης».

Ο ανιχνευτής είναι πολύ αξιόπιστος έναντι ψευδοσυναγερμών, όμως καλό είναι να αποφεύγονται τα κάτωθι: η τοποθέτηση σε σημεία όπου το φώς του ήλιου πέφτει κάθετα ή επάνω από πηγές θερμότητας, η τοποθέτηση σε μη σταθερές επιφάνειες, η τοποθέτηση της καλωδίωσης κοντά σε αγωγούς υψηλής τάσης.

#### Ανιχνευτές θραύσης κρυστάλλων

Τοποθετούνται σε χώρους κοντά στα παράθυρα και σε ορισμένες περιπτώσεις επάνω στα παράθυρα. Οι απλοί ανιχνευτές θραύσης κρυστάλλων συχνά δίνουν εσφαλμένους συναγερμούς διότι επηρεάζονται από της κραδασμούς των γυάλινων επιφανειών από τη διέλευση π.χ. βαρέων οχημάτων. Οι καλύτεροι από τους ανιχνευτές λειτουργούν συνδυάζοντας στο εσωτερικό τους δύο αισθητήρες. Ο ένας ανιχνεύει τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην περίπτωση κραδασμού ή ανοίγματος του τζαμιού και ο δεύτερος αναλύει τον ήχο κατά την θραύση του κρυστάλλου προκειμένου να επιβεβαιώσει τον πρώτο αισθητήρα.

Ο ανιχνευτής θραύσης τζαμιών είναι σε θέση να ανιχνεύσει πολλαπλές συχνότητες μέσω ειδικού μικροεπεξεργαστή ο οποίος παρακολουθεί τα ηχητικά επίπεδα του

χώρου. Οι συχνότητες που λαμβάνει φιλτράρονται για να αποφεύγονται οι ψευδείς συναγερμοί.

### Πρόσθετοι αισθητήρες

Εκτός από τους παραπάνω βασικούς αισθητήρες παραβίασης υπάρχουν και άλλοι που μπορούν να συνδυαστούν με ένα σύστημα συναγερμού. Χαρακτηριστικότεροι από αυτούς είναι οι αισθητήρες ανίχνευσης καπνού, διαρροής φυσικού αερίου και διαρροής νερού στην κατοικία. Σε εξωτερικούς χώρους της κατοικίας τοποθετούνται συνήθως ανιχνευτές κίνησης υπερύθρου, μικροκυμματικοί ανιχνευτές ή οπτικές δέσμες (beams). Η τοποθέτηση ανιχνευτών σε εξωτερικούς χώρους πρέπει να γίνεται προσεκτικά και υπό συνθήκες διότι παράγοντες όπως μετακίνηση ζώων, χιόνι μετακίνηση φυτών από τον άνεμο είναι δυνατό να προκαλέσουν εσφαλμένους συναγερμούς.

## **Γ. Τηλεπικοινωνιακές μονάδες**

Ένα σύστημα ασφαλείας μπορεί να διαθέτει ή όχι μονάδα επικοινωνίας. Τα πιο απλά συστήματα συναγερμού δεν διαθέτουν μονάδα επικοινωνίας. Σε περίπτωση ενεργοποίησης του συναγερμού ηχεί η σειρήνα παρακινώντας τον εισβολέα να αποχωρήσει. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα ασφαλείας διαθέτουν μονάδες επικοινωνίας.

α. Μονάδα επικοινωνίας που συνδέεται στην σταθερή τηλεφωνική γραμμή. Δύο υποκατηγορίες τέτοιων μονάδων υπάρχουν στην αγορά. Αυτές που ενημερώνουν και συνεργάζονται μόνο με κέντρα λήψης σημάτων και αυτές οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να συνεργάζονται με κέντρα λήψης σημάτων αλλά ταυτόχρονα έχουν την ιδιότητα να ενημερώνουν με ηχητικά μηνύματα φωνής ή SMS σταθερής τηλεφωνίας άμεσα τον ιδιοκτήτη δίχως την αναγκαιότητα του κέντρου λήψης σημάτων.

β. Μονάδα επικοινωνίας που χρησιμοποιεί το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας και δεν έχει την ανάγκη σταθερής τηλεφωνικής γραμμής αλλά χρησιμοποιεί σύνδεση κινητού με συμβόλαιο ή προπληρωμένη κάρτα.

Στην αγορά κυκλοφορούν διάφορα συστήματα ενημέρωσης μέσω κινητού. Η πλειοψηφία αυτών παρέχουν τη δυνατότητα ενημέρωσης του ιδιοκτήτη μόνο για την ενεργοποίηση του συναγερμού δίχως να του παρέχει αναλυτική πληροφορία για την αιτία στην οποία οφείλεται ο συναγερμός.

Τα πλέον εξελιγμένα συστήματα έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνουν άμεσα με

αναλυτικά μηνύματα SMS τον ιδιοκτήτη τους για κάθε έναν από τους αισθητήρες που ενεργοποιείται καθώς και άλλα συμβάντα όπως διακοπή ή αποκατάσταση ρεύματος, ανίχνευση καπνού ή διαρροής νερού. Ορισμένα έχουν επιπλέον τη δυνατότητα να ενημερώνουν και κέντρο λήψης σημάτων (ενδεικτικά μονάδα JA-60GSM-JABLOTRON). Τα μηνύματα αυτά μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη και να γίνουν ακόμα πιο περιγραφικά. Για παράδειγμα αντί το σύστημα να αναφέρει π.χ. παραβίαση ζώνης 2 στο SMS μπορεί να αναφέρει παραβίαση κεντρικής πόρτας. Επίσης αντί να αναφέρει αφοπλισμός από χρήστη μπορεί να αναφέρει συγκεκριμένα τη ταυτότητα του ατόμου που το αφόπλισε, εφόσον το άτομο αυτό είναι ένας από τους χρήστες που έχουν δικαίωμα να οπλίζουν και να αφοπλίζουν το σύστημα συναγερμού

Σε κάθε περίπτωση η μονάδα κινητής τηλεφωνίας παρέχει πολύ μεγαλύτερη ασφάλεια για δύο λόγους. Συνήθως οι κλέφτες κόβουν την τηλεφωνική γραμμή με αποτέλεσμα ο συναγερμός να μην ενημερώσει τον ιδιοκτήτη αλλά ούτε και το κέντρο λήψης σημάτων. Το κέντρο λήψης σημάτων στην περίπτωση αυτή ενημερώνεται για την κομμένη τηλεφωνική γραμμή συνήθως με αρκετή καθυστέρηση όταν θα προσπαθήσει να εκτελέσει τον προγραμματισμένο περιοδικό έλεγχο. Η μονάδα κινητής τηλεφωνίας στέλνει ταχύτατα τα SMS σε περίπτωση εισβολής με αποτέλεσμα να μην δίνει καθόλου χρόνο στον εισβολέα να αντιδράσει ή να παραβιάσει το σύστημα επικοινωνίας του συναγερμού. Ο χρόνος αποκατάστασης κλίσης είναι μεγαλύτερος για ένα σύστημα με σταθερό τηλέφωνο. Εκτός από τις πιο παραπάνω συνηθισμένες βασικές μονάδες, υπάρχουν και άλλες οι οποίες για παράδειγμα χρησιμοποιούν σύνδεση ethernet ( ADSL, LAN ) ή συνδυασμό σταθερής και κινητής τηλεφωνίας.

#### **Δ. Πληκτρολόγια**

Τα πληκτρολόγια σε ένα συναγερμό είναι οι μονάδες από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να χειριστεί το σύστημα τοπικά. Στην οθόνη του πληκτρολογίου εμφανίζονται πληροφορίες που πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης για το συναγερμό του. Από το πληκτρολόγιο μπορεί να γίνει οπλισμός και αφοπλισμός του συναγερμού. Μπορεί να γίνει ενεργοποίηση απενεργοποίηση κάποιας ζώνης, να γίνει κλίση για βοήθεια και άλλες λειτουργίες.

Υπάρχουν τόσο ασύρματα όσο και ενσύρματα πληκτρολόγια. Χρησιμοποιώντας ασύρματα πληκτρολόγια μπορούμε να τα τοποθετήσουμε σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου χωρίς να υπάρχει το πρόβλημα της καλωδίωσης. Είναι σημαντικό οι θέσεις των

πληκτρολογίων να βολεύουν και να εξυπηρετούν τον χρήστη. Συνήθως οι βασικότερες θέσεις τοποθέτησης πληκτρολογίων είναι κοντά στις κύριες εισόδους, στην είσοδο του parking και στα υπνοδωμάτια.

**Εικόνα 2.13.4.4:** Πληκτρολόγιο για κεντρικό πίνακα (τύπου NX-8 της CADDX)



## Ε. Σειρήνες

Οι σειρήνες της συναγερμού είναι το σύστημα τοπικής ειδοποίησης για εισβολή. Υπάρχουν εξωτερικές και εσωτερικές σειρήνες. Συνήθως τοποθετείται από μία σε ένα σύστημα συναγερμού.

Η εξωτερική σειρήνα θα πρέπει να έχει ενσωματωμένη μπαταρία ώστε να σημάνει συναγερμό ακόμα και στην περίπτωση που κάποιος κόψει εσκεμμένα τα καλώδιά της. Η εξωτερική σειρήνα θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με αισθητήρες που καταλαβαίνουν πότε κάποιος προσπαθεί να την ανοίξει να την αποκολλήσει από τον τοίχο και αυτό γιατί αποτελούν έναν από της πρώτους στόχους του επίδοξου διαρρήκτη. Υπάρχουν ενσύρματες ή ασύρματες σειρήνες. Από της ασύρματες, κάποιες έχουν την ανάγκη τροφοδοσίας 220V ενώ λειτουργούν αυτόνομα με μπαταρία για διάστημα έως και πέντε χρόνων.



Οι εσωτερικές σειρήνες έχουν ως κύριο στόχο να σημάνουν συναγερμό στην περίπτωση που ο εισβολέας έχει κατορθώσει να εξουδετερώσει έγκαιρα την εξωτερική σειρήνα. Υπάρχουν ενσύρματες και ασύρματες εσωτερικές σειρήνες. Ένα πλεονέκτημα της ασύρματης εσωτερικής σειρήνας είναι ότι μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου αποπροσανατολίζοντας τον εισβολέα από το σημείο που μπορεί να είναι τοποθετημένος ο κεντρικός πίνακας συναγερμού.



### 2.13.5 Καλώδια συναγερμού

Μαγνητικές επαφές: για την καλωδίωση χρειαζόμαστε 2 καλώδια (ένα ζεύγος για κάθε ζώνη). Καλό θα είναι σε κάθε σημείο ελέγχου να πηγαίνει ένα καλώδιο 4\*0,22m. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να έχουμε τόσες ζώνες όσες τα ανοίγματα ή τα τζάμια ή πατζούρια.

Για τους ανιχνευτές κίνηση: το ύψος που θα πρέπει να τοποθετηθούν είναι 2-2,40μ το καλώδιο που χρειάζεται είναι 6\*0,22mm με θωράκιση ή χωρίς.

Το πληκτρολόγιο: θα πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στην πόρτα εισόδου και σε ύψος περίπου 1,50μ, το καλώδιο που χρειάζεται είναι 6\*0,22mm.

Σειρήνα εξωτερική αυτόνομη: Η αυτόνομη εξωτερική σειρήνα τοποθετείται σε εμφανές σημείο εξωτερικά του κτιρίου και σε μεγάλο ύψος για να αποφεύγονται οι βανδαλισμοί και να μπορεί να φαίνεται από μακριά. Το καλώδιο που χρειάζεται είναι 6\*0,22mm με ή χωρίς θωράκιση.

Κεντρική Μονάδα: Στην κεντρική μονάδα χρειάζονται τα εξής καλώδια: Τηλεφωνική γραμμή, Παροχή Ρεύματος δικτύου 220V, και όλα τα καλώδια από μαγνητικές επαφές, ανιχνευτές κίνησης (radar), πληκτρολόγιο -α και σειρήνες.

Τύπος	Διάσταση (αρ. αγωγών x διατομή, mm <sup>2</sup> )	Εξωτερική διάμετρος (προσεγγιστικά) (mm)	Βάρος καλωδίου (προσεγγιστικά) (kg/km)	Χρωματισμός αγωγών ανά ζεύγος
2 DAL 22	2x0.22	3.5±0.2	15	κίτρινο-πράσινο
4 DAL 22	4x0.22	4.0±0.2	22	άσπρο-κόκκινο
6 DAL 22	6x0.22	4.6±0.2	29	μπλε-πορτοκαλί
8 DAL 22	8x0.22	5.1±0.2	36	γκρι-καφέ
10 DAL 22	10x0.22	5.5±0.2	44	ροζ-μαύρο
2 DAL 50	2x0.50	4.3±0.2	22	
4 DAL 50	2x0.50+2x0.22	4.8±0.2	28	
6 DAL 50	2x0.50+4x0.22	5.9±0.2	38	
8 DAL 50	2x0.50+6x0.22	6.2±0.3	46	
2 DAL 75	2x0.75	5.2±0.2	30	
4 DAL 75	2x0.75+2x0.22	5.5±0.2	36	
6 DAL 75	2x0.75+4x0.22	5.9±0.2	44	
8 DAL 75	2x0.75+6x0.22	6.5±0.3	50	

**Πίνακας 2.13.5-1:** Χαρακτηριστικά καλωδίων συναγερμού τύπου DAL με ηλεκτρομαγνητική θωράκιση (από εταιρεία Δημουλά)

## 2.14 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΓΑΦΩΝΩΝ (ΗΛΕΚΤΡΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ)

### 2.14.1 Γενικά

Το ηλεκτροακουστικό σύστημα έχει σκοπό την μετάδοση μουσικής, ανακοινώσεων, μηνυμάτων ή αναγγελιών στους διάφορους χώρους.

Το ηλεκτροακουστικό σύστημα μπορεί να είναι κατάλληλο για τη μετάδοση προγραμμάτων μουσικής, γενικών ή ειδικών ανακοινώσεων, μηνυμάτων ή οδηγιών σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαγιάς ή πανικού.

Η εγκατάσταση μεγαφώνων περιλαμβάνει :

- ✓ Την κεντρική μονάδα ήχου - Ενισχυτές ισχύος
- ✓ Μεγάφωνα (οροφής, ψευδοροφής, επίτοιχα)
- ✓ Την καλωδίωση του συστήματος

### 2.14.2 Περιγραφή και προδιαγραφές εξοπλισμού

Οι ενισχυτές θα έχουν ενσωματωμένο μετασχηματιστή προσαρμογής για την επιλογή της τάσης τροφοδοσίας των μεγαφώνων. Οι ενισχυτές έχουν τη δυνατότητα τροφοδοσίας είτε από μπαταρίες με τάση 24 Vdc, είτε από το δίκτυο με τάση 220-230 V, 50Hz.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σύμφωνα με το πρότυπο IEC 268-3, και την ισχύ τους, είναι:

Ονομαστική ισχύς	150W, 250W
Τάση εξόδου για τροφοδοσία μεγαφώνων	100V, 70V, 50V
Τύπος ενισχυτή	Ισχύος
Απόκριση συχνότητας	60 Hz έως 18 kHz
Θερμοκρασία λειτουργίας	-10 έως +45°C

Τα μεγάφωνα είναι εφοδιασμένα με μετασχηματιστή προσαρμογής και είναι κατάλληλα για επίτοιχη τοποθέτηση ή για τοποθέτηση σε οροφή ή σε ψευδοροφή. Η ισχύς εισόδου μπορεί να είναι 6W, 12W ή 24Watt (ανάλογα τον προμηθευτή).



**Εικόνα 2.14.2.1:** Μεγάφωνα οροφής  
(σειρά LC4 – BOSCH)

Οι συσκευές θα είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένους κανονισμούς για συνεχή λειτουργία και μέγιστη αξιοπιστία, εύκολη συντήρηση και έλεγχο. Οι διατάξεις ασφαλείας πρέπει να είναι σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες της CE και των IEC.

Οι συσκευές και μηχανήματα που δεν τροφοδοτούνται με συνεχή τάση 24V, θα είναι κατάλληλες για τροφοδότηση με τάση 231V, 50Hz από σύστημα αδιαλείπτου λειτουργίας.

Το ηλεκτροακουστικό σύστημα θα είναι κατάλληλο για μετάδοση στερεοφωνικών ακουστικών σημάτων και ομιλίας με τη βοήθεια τράπεζας μίξης και ενισχυτή, μικροφώνων και μεγαφώνων.

Η διαφορά έντασης του ήχου για δύο [2] γειτονικές θέσεις δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 3dB για όλο το χώρο κάλυψης.

Η εγκατάσταση θα είναι σύμφωνη με τους παρακάτω κανόνες.

- Τους Γερμανικούς κανονισμούς DIN στην τελευταία έκδοσή τους.
- Τις τεχνικές οδηγίες για εγκατάσταση μηχανημάτων με τάση έως 1000V σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0101 και VDE 0108.

Οι δοκιμές θα περιλαμβάνουν έλεγχο της ακουστικής στάθμης, τυχόν παραμορφώσεις κλπ.

### 2.14.3 Καλώδια

Στη μεγαφωνική εγκατάσταση χρησιμοποιείται καλώδιο εύκαμπτο πολύκλωνο, πολυπολικό με θωράκιση κατάλληλης διατομής. Τα καλώδια ηχείων αποτελούνται από δύο αγωγούς οι οποίοι μεταφέρουν το θετικό σήμα υψηλής στάθμης από την έξοδο του ενισχυτή στην είσοδο του ηχείου και το αρνητικό σήμα πίσω, από τα ηχεία στον ενισχυτή. Ο ένας από του δύο αγωγούς φέρει συνήθως σήμανση βοηθώντας μας να γνωρίζουμε ποιος από τους δύο συνδέεται στη θετική ή αρνητική είσοδο των ηχείων και έξοδο του ενισχυτή. Τα καλώδια ηχείων μπορεί να είναι τερματισμένα με κάποιο τύπο ακροδέκτη (banana, spade, pin) ή να μην είναι τερματισμένα, τα αποκαλούμενα «γυμνά».

**Εικόνα 2.14.3.1:** Καλώδιο ηχείων μαύρο/κόκκινο και διαφανές καλώδιο με κόκκινη ριγα (από V.O.P. Cables).



ΑΓΩΓΟΙ x ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ mm <sup>2</sup>	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΑΤΩΝ x ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΕ mm	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ Ø mm	ΒΑΡΟΣ ΧΑΛΚΟΥ Kg/Km	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ Kg/Km
2x0.50	16x0.20	2.5x5	10	15
2x0.75	24x0.20	2.7x5.4	15	20
2x1	32x0.20	3.1x6.4	20	28
2x1.5	30x0.25	3.2x6.4	29	37
2x2.5	40x0.28	3.4x7.8	48	62
2x4	55x0.30	4.3x8.2	78	85

**Πίνακας 2.14.3-1:** τεχνικά χαρακτηριστικά για καλώδια ηχείων μαύρα / κόκκινα (από V.O.P. Cables)

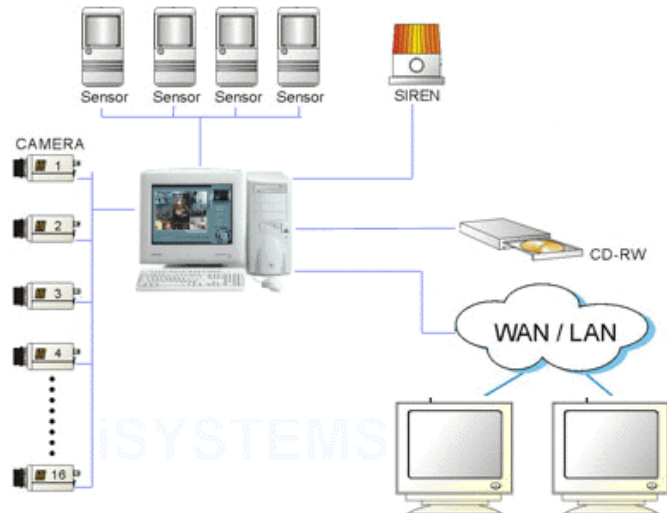


## 2.15 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ (C.C.T.V.)

### 2.15.1 Γενικά

Η εγκατάσταση του συστήματος C.C.T.V. έχει ως σκοπό τόσο την προστασία του χώρου από δολιοφθορά και κλοπή.

**Εικόνα 2.15.1.1:** Σύστημα Ψηφιακής Καταγραφής & Τηλε-Επίβλεψης



Η εγκατάσταση περιλαμβάνει:

- Τον κεντρικό ελεγκτή
- Σύστημα μεταγωγής τηλεοπτικών σημάτων (Video Switch Matrix System) καθώς και ψηφιακό σύστημα πολλαπλής καταγραφής (Digital Video Recorder)
- Κάμερες κατάλληλου τύπου
- Οθόνη
- Χειριστήριο (επιλογέα) της κάμερας του spot monitor.

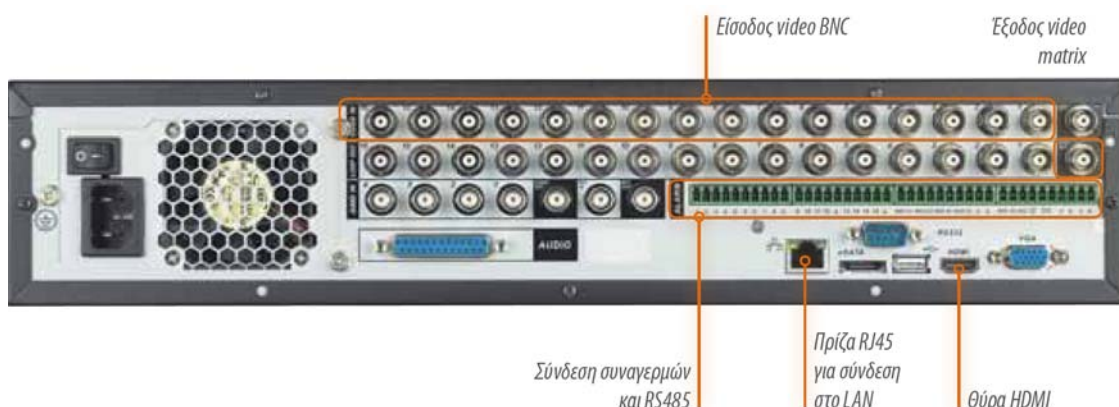
Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων αλλά και καμερών ανάλογα με τις ανάγκες και την εφαρμογή.

### Συστήματα Παρακολούθησης/Καταγραφής με DVR

Στα συστήματα αυτά το κέντρο είναι ένα DVR, ένα ειδικό μηχάνημα σχεδιασμένο και

κατασκευασμένο για αυτή τη δουλειά. Μπορούν να συνδεθούν 4, 8 ή 16 κάμερες ανά DVR και άπυρα DVR ανά σύστημα. Η παρακολούθηση και καταγραφή μπορεί να γίνει τοπικά (στον υπολογιστή) ή απομακρυσμένα (σε έναν άλλο υπολογιστή του δικτύου ή μέσω INTERNET). Υπάρχουν μοντέλα με την ίδια ποιότητα και αξιοπιστία χωρίς όμως την δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης / καταγραφής. Τα συστήματα αυτά αποτελούν την πιο αξιόπιστη λύση, δεν είναι όμως οικονομική η επέκτασή τους. Μπορούν να συνδυαστούν με συστήματα βασισμένα σε computer.

Τα DVR επιτρέπουν την ενεργοποίηση της καταγραφής σε συνέχεια ενός συναγερμού που προέρχεται από εξωτερικούς ή εσωτερικούς αισθητήρες ή ανιχνευτές κίνησης.



**Εικόνα 2.15.1.2:** Ψηφιακό καταγραφικό DVR 16 (της εταιρείας BTicino-group Legrand) και δυνατότητα επικοινωνίας με τοπικό LAN και internet και σύνδεσης με συναγερμό.

### Συστήματα Παρακολούθηση/Καταγραφής με computer

Στα συστήματα αυτά το κέντρο είναι ένας Η/Υ συγκεκριμένων προδιαγραφών εξοπλισμένος με ειδικές κάρτες. Υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης έως και 32 καμερών ανά υπολογιστή και σύνδεση απεριόριστων υπολογιστών ανά σύστημα. Η παρακολούθηση και καταγραφή μπορεί να γίνει τοπικά (στον υπολογιστή) ή απομακρυσμένα (σε έναν άλλο υπολογιστή του δικτύου ή μέσω internet). Διαθέτει μεγάλη ευελιξία, εύκολη και οικονομική επεκτασιμότητα, τεράστιες δυνατότητες παραμετροποίησης δυστυχώς όμως χαμηλότερη αξιοπιστία από τα συστήματα που βασίζονται σε DVR. Συνιστώνται σε εφαρμογές όπου υπάρχει τακτικός έλεγχος του εξοπλισμού και μεγάλη πιθανότητα επέκτασης

**Εικόνα 2.15.1.3:** NVR καταγραφικό τύπου PCbase για 4 κάμερες (100Fps) και 4 ήχους. Έξοδος VGA καθώς και Ethernet (Δικτυακό). Διαθέτει DVD-RW για την εξαγωγή των Events σε DVD η CD.



### Συστήματα IP

Ιδανική λύση για εφαρμογές όπου υπάρχει δίκτυο υπολογιστών με ελεύθερες θέσεις. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν το υπάρχον δίκτυο, δεν υπάρχει ανάγκη για νέα καλωδίωση. Έχουν τεράστια ευελιξία, μπορούν να λειτουργήσουν με computer και με DVR καθώς επίσης και χωρίς κάποιο εξειδικευμένο μηχάνημα, χρησιμοποιώντας δηλαδή τους υπολογιστές που υπάρχουν στο δίκτυο. Τα συστήματα αυτά αποτελούν την αιχμή της τεχνολογίας.

(πηγή ιστοσελίδα <http://www.cameragr.com/products.html>)

Ο πολυπλέκτης αποτελεί εύκολη και οικονομική λύση για παρακολούθηση πολλών καμερών.

**Εικόνα 2.15.1.4:** Πολυπλέκτης 4 καμερών



### **Τύποι καμερών**

Υπάρχουν πολλές κατηγορίες όπως σταθερών (fixed), των σταθερών τύπου θόλου (fixed dome), των PTZ (Pan-Tilt-Zoom) και φυσικά των PTZ θόλου (PTZ dome).

Κάμερες τύπου Θόλου (Dome). Σε αυτόν τον τύπο η κάμερα είναι ενσωματωμένη μέσα σε θόλο και επομένως είναι λιγότερο ευάλωτες σε βανδαλισμούς και οι διαρρήκτες δεν γνωρίζουν πού στοχεύει η κάμερα ώστε να την ελέγξουν. Όταν συνδυάζονται με κίνηση μπορούν να είναι πολύ ευέλικτες με εύρος οριζόντιας κίνησης 0-359° και εύρος κατακόρυφης κίνησης 0-90° σε μεταβαλλόμενες ταχύτητες που φτάνουν τις 120° ανά sec. Έτσι όπου αντί για την πλήρη κάλυψη χώρου θα χρειαζόντουσαν 4 σταθερές κάμερες αρκεί μία κάμερα DOME.

**Εικόνα 2.15.1.5:** Έγχρωμη κάμερα τύπου θόλου οροφής ημέρας-νυκτός με αισθητήρα, μονάδες υπέρυθρων LED, ελάχιστο φωτισμό λειτουργίας 1 Lux, μέγιστη απόσταση φωτισμού 15-30m. Τροφοδοσία DC 12V, κατανάλωση 380mA (IR on). Πλήρως αδιάβροχη (IP66). Διαστάσεις: Φ94x71mm.



**Εικόνα 2.15.1.6:** Πληκτρολόγιο με οθόνη LCD, με joystick απομακρυσμένου ελέγχου (RS485) έως 1000m, για κάμερες speed dome (της εταιρείας BTicino-group Legrand).



Πληκτρολόγιο με joystick για κάμερες SPEED DOME

#### Κάμερες υπέρυθρων (InfraRed).

**Εικόνα 2.15.1.7:** Έγχρωμη IR κάμερα υψηλής ανάλυσης, 36 μονάδες υπέρυθρων LED, λειτουργία σε φωτισμό 0,1 Lux, μεγάλη απόσταση φωτισμού (25-40 μέτρα σε εσωτερικό χώρο),. Τροφοδοσία DC 12V και κατανάλωση 450mA. Αδιάβροχη (IP67). Διαστάσεις: 82x171x80 mm.



**Εικόνα 2.15.1.8:** Δικτυακή κάμερα (IP - Internet Protocol)



## Κρυφές κάμερες

**Εικόνα 2.15.1.9:** Κρυφή κάμερα (της εταιρείας VSmart) με έγχρωμο αισθητήρα εικόνων 1/3" Sony CCD, Ανάλυση σε pixels: PAL:500(H)×582(V), Φακός: 3.7mm Taper Pinhole Lens, Ελάχιστος φωτισμός: 0.0005 Lux/F2.0, Τροφοδοσία: 12V DC / 150mA



### Επεξήγηση ορολογίας χαρακτηριστικών

Κάμερα PTZ (Pan Tilt Zoom): είναι μηχανοκίνητη κάμερα σε τρεις άξονες (οριζόντια, κάθετη, zoom). Πιο αργή από τις κάμερες τύπου SPEED DOME με αυτοματοποιημένη απλή διαδρομή: η κάμερα κινείται αυτόματα πάνω σε προκαθορισμένη διαδρομή σύμφωνα με ένα πρόγραμμα που επαναλαμβάνεται κυκλικά. η κίνηση γίνεται γραμμικά μεταξύ ενδιάμεσων προκαθορισμένων σημείων. Αυτοματοποιημένη σύνθετη διαδρομή: παρόμοια λειτουργία, αλλά η κίνηση ακολουθεί μια διαδρομή προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Μπορεί π.χ. να οριστεί η διαδρομή χειροκίνητα από τη θέση ελέγχου.

Κάμερα SPEED DOME Κάμερα μηχανοκίνητη, ικανή για πολύ γρήγορες κινήσεις. Μπορεί να αλλάξει θέση σε ελάχιστο χρονικό διάστημα και να ακολουθήσει την κίνηση οποιουδήποτε αντικειμένου / θέματος.

Κάμερα night and day: λειτουργεί ακόμα και τις νυχτερινές ώρες δηλαδή σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (π.χ. 0,1lux). Κατά τη διάρκεια της ημέρας παρέχει έγχρωμες εικόνες ενώ τη νύχτα ασπρόμαυρες. Ο φωτισμός της επιτηρούμενης περιοχής βελτιώνει πάντα την απόδοση κατά τις νυχτερινές ώρες και το σκοπό αυτό εξυπηρετούν τα LED IR που βρίσκονται τοποθετημένα στις κάμερες.

## Καλωδίωση CCTV

Κάθε κάμερα ανάλογα με την θέση τοποθέτησης θα συνδέεται προς την κεντρική μονάδα με καλώδιο τύπου RG59.

Κάθε κάμερα θα τροφοδοτείται επί πλέον με 220V μέσω ανεξάρτητου καλωδίου AO5VV-U 3x1,5mm<sup>2</sup> κατάλληλης διατομής.

Επιπλέον κάθε τηλεχειριζόμενη κάμερα θα οδηγείται από καλώδιο UTP 4”.

**ΜΕΡΟΣ Β:**  
**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**  
**Ε. Η. Ε. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ**

### 3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ε.Η.Ε ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

##### 3.1.1 Κανονισμοί

Για την εκπόνηση της μελέτης της εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων θα γίνει χρήση των παρακάτω κανονισμών και βιβλιογραφίας:

- α. Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"
- β. Το διάταγμα περί κατασκευής και λειτουργίας ηλεκτρικών εν γένει εγκαταστάσεων (ΦΕΚ 89 Α'/1912)
- γ. Ο Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ.)
- δ. Διεθνείς Κανονισμοί και Τυποποιήσεις όπως DIN, VDE, BS, NEMA, ISO κτλ.
- ε. Ι. Οικονομοπούλου «Θεωρητική και εφαρμοσμένη φωτοτεχνία»
- στ. Siemens "Electrical Installations Handbook"
- ζ. Οδηγίες και απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.
- η. Τους κανόνες της τέχνης και της εμπειρίας για εξαιρετική ποιότητα κατασκευής.
- θ. Τις οδηγίες του κατασκευαστή των διαφόρων συσκευών, μηχανημάτων και οργάνων.

##### 3.1.2 Εισαγωγή

Η ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων έχει ως σκοπό την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την ασφαλή και άνετη λειτουργία του καταστήματος κινητής τηλεφωνίας. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων και πρόκειται να κατασκευασθεί σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο **ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"** και τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.

##### Τροφοδοσία Δ.Ε.Η. – Μετρητής

Η τροφοδοσία θα γίνει από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. 230/400 V-50Hz. Η κεντρική τροφοδοσία του γενικού πίνακα θα προστατεύεται με αυτόματο διακόπτη ισχύος με θερμικό και μαγνητικό στοιχείο.

Οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις αρχίζουν από τον μετρητή της Δ.Ε.Η. και περιλαμβάνουν τον Γενικό Πίνακα, την εγκατάσταση φωτισμού, την εγκατάσταση κίνησης καθώς και όλες τις απαιτούμενες καλωδιώσεις, συρματώσεις και σωληνώσεις, τα πάσης φύσης φωτιστικά σώματα, τους ρευματοδότες, καθώς και τα απαραίτητα όργανα διακοπής, ασφάλισης, εκκίνησης, ζεύξης κλπ, που απαιτούνται για την ασφαλή λειτουργία των πάσης φύσης καταναλώσεων της εγκατάστασης.

### Πίνακας διανομής

Ο πίνακας διανομής θα είναι μεταλλικός προστασίας IP54. Θα φέρει ξεχωριστές μπάρες φάσεων, ουδέτερου και γείωσης. Μεταξύ των άλλων, ο πίνακας θα περιλαμβάνει:

- Γενικές ασφάλειες.
- Γενικό διακόπτη.
- Ηλεκτρονόμο διαφυγής 30mA.
- Αναχωρήσεις σύμφωνα με το μονογραμμικό σχέδιο.

Ο Γενικός Πίνακας θα τοποθετηθεί στο γραφείο στη θέση που φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο. Θα είναι μεταλλικός, με μεταλλική πόρτα και κλειδαριά, ώστε να είναι ασφαλισμένος. Θα έχει χωριστές μπάρες ουδέτερου και γείωσης. Θα φέρει τρεις ενδεικτικές λυχνίες και θα είναι εφοδιασμένος με ρελαί προστασίας.

### Καλωδιώσεις-Σωληνώσεις.

Οι παροχή του πίνακα θα γίνει με καλώδιο J1VV-R και όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή θα χρησιμοποιηθεί χαλυβδοσωλήνας.

Όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή και όχι στεγανή, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια H07V-U ή H07V-R μέσα σε εύκαμπτους πλαστικούς σωλήνες. Αντίστοιχα, όπου η εγκατάσταση είναι στεγανή (χωνευτή η ορατή) θα χρησιμοποιηθούν καλώδια A05VV-R ή A05VV-U ή H07V-U ή H07V-R.

Για εγκατάσταση ενσωματωμένη σε μπετόν τα καλώδια θα εγκατασταθούν σε εύκαμπτους πλαστικούς σωλήνες, ενδεικτικού τύπου HELIFLEX. Τα κουτιά ρευματοδοτών και καλωδιώσεων θα είναι όπως τα κουτιά που εγκαθίστανται στο μπετόν σύμφωνα με το VDE 0606.



Όπου γίνεται όδευση εντός δαπέδου θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες βαρέως τύπου ενδεικτικού τύπου CONFLEX.

Για εγκατάσταση σε τοίχους οπτοπλινθοδομής τα καλώδια θα εγκατασταθούν σε σωλήνες από άκαμπτο PVC. Θα χρησιμοποιηθούν εντοιχισμένα κουτιά διακλαδώσεων και ρευματοδοτών.

Τα μεγέθη των σωλήνων, ανάλογα με την διατομή του καλωδίου, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Καλώδια	Σωλήνας
3x1.5 mm	Φ 13.5mm
3x2.5 mm, 5x1.5 mm	Φ 16 mm
3x4 mm, 5x2.5 mm	Φ 21 η Φ 23mm
3x6 mm, 5x4 mm	Φ 21 η Φ 23mm
3x10 mm, 5x6 mm	Φ 29mm
3x16 mm, 5x10 mm	Φ 36mm

Για μεγαλύτερες διατομές καλωδίων θα χρησιμοποιηθούν γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες ή και υδραυλικοί πλαστικοί σωλήνες για διαδρομές στο έδαφος.

Οι οριζόντιες διαδρομές σωληνώσεων θα βρίσκονται κατά το δυνατόν σε ύψος μεγαλύτερο από 2.5 m.

Όπου υπάρχουν διαμορφωμένα τμήματα ψευδοροφής, από γυψοσανίδα, τα καλώδια θα οδεύουν εντός αυτής.

Γενικά το είδος και οι διατομές των καλωδίων φαίνονται στα αντίστοιχα μονογραμμικά διαγράμματα των ηλεκτρικών πινάκων.

Οι σωλήνες των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων οδεύουν σε αυστηρές ευθείες οριζόντιες και κατακόρυφες γραμμές εντός των οικοδομικών στοιχείων (τοίχοι, οροφές κτλ) και οι παρακάμψεις εμποδίων θα γίνουν με ομαλές καμπύλες χωρίς παραμορφώσεις και κακώσεις των σωλήνων, ανεξάρτητα από την τάση που εξυπηρετούν. Οι ενώσεις

(μούφες) καθώς και οι είσοδοι μέσα στα κουτιά διακλάδωσης θα είναι ελεύθερες, χωρίς επαφή γύψου.

Τα κουτιά διακλάδωσης είναι συνεχούς μόνωσης, οι δε οπές των εισόδων που δεν χρησιμοποιούνται, θα κλείνονται με πώμα (τάπες). Με τάπες επίσης θα εφοδιάζονται τα ελεύθερα άκρα των σωλήνων.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην διάταξη των καλωδίων παροχών των διαφόρων καταναλώσεων. Οι οδεύσεις θα γίνονται με τρόπο ώστε να είναι ευχερής ο έλεγχος των παροχών αλλά και η προσθήκη νέων καλωδίων παροχών για μελλοντικές ανάγκες του κτιρίου.

Οι αγωγοί των δικτύων προβλέπονται από χαλκό διατομής  $1,5\text{mm}^2$  για τα κυκλώματα φωτισμού και  $2,5\text{mm}^2$  για τα κυκλώματα ρευματοδοτών.

### Σχάρες

Οι σχάρες των καλωδίων όπου αυτές χρησιμοποιηθούν (π.χ. κεντρικές παροχές πινάκων) είναι μεταλλικές γαλβανισμένες εν θερμώ, συνοδεύονται από όλα τα εξαρτήματα τους (στηρίγματα, ταυ, κ.λ.π.) Τα καλώδια θα στερεωθούν πάνω σε αυτές αν απαιτείται και θα είναι ευθυγραμμισμένα. Σε κατακόρυφες διαδρομές τα καλώδια θα δεθούν.

Τα μεγέθη των σχαρών είναι τέτοια έτσι ώστε το βάρος των καλωδίων που θα τοποθετηθούν αρχικά να μην υπερβαίνει τα  $\frac{3}{4}$  του ονομαστικού φορτίου που μπορεί να μεταφέρει κάθε σχάρα. Το  $\frac{3}{4}$  ισχύει και για την κάλυψη του χώρου της σχάρας. Τα στηρίγματα θα έχουν την ικανότητα να φέρουν πρόσθετο βάρος 75Kg.

### Παρατηρήσεις

Οι ρευματοδότες θα φέρουν αγωγό γείωσης και θα τοποθετούνται σε ύψος 50 cm από το δάπεδο.

Οι διακόπτες θα τοποθετηθούν σε ύψος 80 cm από το δάπεδο.

Οι θέσεις και οι τύποι φωτιστικών σημείων δείχνονται στα σχέδια.

Όταν σε κάποιο χώρο η εγκατάσταση είναι στεγανή, αντίστοιχα στεγανοί θα είναι οι

ρευματοδότες, οι διακόπτες και τα φωτιστικά σώματα.

Όλες οι γραμμές θα φέρουν αγωγό γείωσης.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στα ξετρυπήματα τοίχων όπου κατά περίπτωση θα απαιτηθεί η συνεργασία με την επίβλεψη των οικοδομικών. Στα ξετρυπήματα θα χρησιμοποιούνται μικρά κομμάτια σωλήνων (μανσόν).

Σε περίπτωση που αγωγοί ισχυρών και ασθενών ρευμάτων οδεύουν παράλληλα ισχύουν τα παρακάτω:

- Αν οδεύουν σε σχάρες θα χρησιμοποιηθούν χωριστές σχάρες για τα ισχυρά και χωριστές για τα ασθενή.
- Αν οδεύουν σε τοίχο παράλληλα, τα καλώδια ισχυρών τοποθετούνται ψηλότερα και στην μεγαλύτερη δυνατή απόσταση.

### 3.1.3 Εγκατάσταση φωτισμού

Οι εγκαταστάσεις φωτισμού περιλαμβάνουν τα φωτιστικά σώματα και τους διακόπτες κάθε είδους, καθώς και τις σχετικές καλωδιώσεις και σωληνώσεις, οι οποίες θα είναι ανεξάρτητες από αυτές των ρευματοδοτών σε κάθε περίπτωση.

Τα κυκλώματα φωτισμού προβλέπονται μονοφασικά με αγωγούς  $1,5\text{mm}^2$  που ασφαρίζονται από μικροαυτόματους των 10A (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά στα μονογραμμικά διαγράμματα). Γενικά τα κυκλώματα φωτισμού θα είναι ανεξάρτητα από τα κυκλώματα ρευματοδοτών. Οι καλωδιώσεις των εγκαταστάσεων φωτισμού θα είναι ανεξάρτητες από αυτές των ρευματοδοτών.

Ο χειρισμός των φωτιστικών σωμάτων των διαφόρων χώρων θα γίνεται με τους εξής τρόπους:

- Για τον εμπορικό χώρο και το γραφείο με τη βοήθεια ραγοδιακοπών και χρονοδιακοπών που τοποθετούνται μέσα στον ηλεκτρικό πίνακα του καταστήματος.
- Για τους υπόλοιπους χώρους με την βοήθεια τοπικών διακόπτων (10A – 230V) απλούς 'κομμπατέρ' ή 'αλέ-ρετούρ', όπως φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο φωτισμού, που τοποθετούνται μέσα ή κοντά στον εξυπηρετούμενο χώρο, πάνω στους τοίχους.

- Στους υγρούς χώρους (WC, κουζίνα) θα χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα στεγανά, ενώ το σύνολο της εγκατάστασης θα ακολουθεί τους κανονισμούς για τέτοιους χώρους.

### 3.1.4 Επιλογή φωτιστικών σωμάτων

Η επιλογή των φωτιστικών των διαφόρων χώρων γίνεται καθαρά με λειτουργικά και αισθητικά κριτήρια. Αυτό σημαίνει ότι, αφ' ενός μεν, τα φωτιστικά σώματα θα είναι απολύτως εναρμονισμένα με το ύψος, την αισθητική του χώρου που εξυπηρετούν, αφ' ετέρου δε, θα καλύπτουν τις φωτιστικές ανάγκες των χώρων, όπως αυτές καθορίζονται πιο κάτω, με το ελάχιστο δυνατό κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

Η επιλογή του κατάλληλου φωτιστικού σώματος για κάθε χώρο γίνεται με βάση τους παρακάτω παράγοντες:

- Των φωτοτεχνικών χαρακτηριστικών του φωτιστικού σώματος σε συνδυασμό με τις φωτοτεχνικές απαιτήσεις του χώρου.
- Της εμφάνισης του φωτιστικού σε συνδυασμό με τις αισθητικές απαιτήσεις του χώρου.
- Του κόστους λειτουργίας του φωτιστικού.
- Της επίτευξης της μεγαλύτερης δυνατής ομοιομορφίας, για λόγους εύκολης συντήρησης, φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων.

Είναι σκόπιμο, για λόγους ελαχιστοποίησης του κόστους ανταλλακτικών και των εργατικών συντήρησης, να εγκατασταθούν όσον το δυνατόν λιγότεροι τύποι φωτιστικών σωμάτων και να υπάρξει τυποποίηση στα φωτιστικά και τα παρελκόμενα αυτών.

Όλα τα φωτιστικά σώματα θα είναι πλήρη με λυχνιολαβές (ντουί), λάμπες, συσκευές ανάμματος και διορθώσεως συνημίτονου (εφ' όσον απαιτείται), πλήρως συνδεσμολογημένα και με ακροδέκτες ("κλέμενες"), για την σύνδεση των γραμμών παροχής τους.

### 3.1.5 Τύποι Φωτιστικών Σωμάτων

Τα Φωτιστικά σώματα που θα χρησιμοποιηθούν στους διάφορους χώρους του καταστήματος θα είναι τα ακόλουθα:

#### **Φωτισμός εσωτερικών χώρων:**

Φωτιστικό Ψευδοροφής downlight.. Χρήση: κύριος χώρος καταστήματος, χώρος γραφείου, διάδρομος (χώροι με ψευδοροφή).

Πρόκειται για φωτιστικό σώμα ψευδοροφής downlight με δύο λαμπτήρες, 2Χ26W τύπου TC-D, με αντανακλαστήρα polycarbonate με επίστρωση αλουμινίου και αντιθαμβωτική προστασία, δακτύλιο από χυτοπρεσσαριστό αλουμίνιο, γυαλί προστασίας με σύστημα συγκράτησής του από την πατούρα για ευκολότερη αντικατάσταση των λαμπτήρων, με ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης, πυκνωτή διόρθωσης συντελεστή ισχύος, ενδεικτικών διαστάσεων DxY 250x148mm..

Φωτιστικό σώμα 2x36 W φθορισμού άμεσου φωτισμού κατάλληλο για τοποθέτηση σε ψευδοροφή ή οροφή. Χρήση: αποθήκη.

Φωτιστικό σώμα οροφής “σκαφάκι” στεγανού τύπου IP65, με δύο λαμπτήρες T26, 2x36 W, με σώμα και κάλυμμα σε polycarbonate, κατάλληλο για δυο λαμπτήρες 36W, με αντιθαμβωτική και αντιστατική προστασία, και με ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης, κατάλληλο για εγκατάσταση σε βιομηχανικούς χώρους, αποθήκες και σε χώρους με σκόνη και παροδικές εκτοξεύσεις νερού, ενδεικτικών διαστάσεων MxΠxY 655x235x140mm, πλήρες. Λαμπτήρας φθορισμού 36W/840, υψηλής απόδοσης, υψηλής διάρκειας ζωής, υψηλού δείκτη RA χρωματικής απόδοσης κατηγορίας 1B.

Φωτιστικό σώμα φθορισμού 1x18 W. Χρήση: WC, κουζινάκι.

Στεγανό φωτιστικό σώμα, με ένα λαμπτήρα T8, 18 W, πολλαπλών χρήσεων κατάλληλο για φωτισμό εσωτερικών χώρων για έπιπλα μπάνιου, για κουζίνα και για κρυφό φωτισμό ραφιών, με σώμα από ασάλινη λαμαρίνα, βαμμένη ηλεκτροστατικά σε χρώμα λευκό, κεφαλές με στρογγυλεμένες άκρες λευκού χρώματος, κάλυμμα από ημιδιαφανές methacrylate, με εκκινητή (starter) ενδεικτικών διαστάσεων MxΠxY 654x40x75mm..

Φωτιστικό σώμα τύπου spot. Χρήση: Φωτισμός βιτρίνας.

Φωτιστικό σώμα με σώμα μεταλλικό βαμμένο σε χρώμα titan, με έναν λαμπτήρα αλογονιδίων μεταλλικών ατμών (HIT) κεραμικού καυστήρα 50W, υψηλής απόδοσης,

μεγάλης διάρκειας ζωής, υψηλού δείκτη RA χρωματικής απόδοσης κατηγορίας 1A, με ανταυγαστήρα (ευρείας και συγκεντρωτικής δέσμης) αλουμινίου υψηλής καθαρότητας και απόδοσης, και με ηλεκτρονικό σύστημα έναυσης. Το φωτιστικό σώμα είναι κατάλληλο για τοποθέτηση σε ράγα η οποία θα είναι από διελασμένο αλουμίνιο.

### **Φωτισμός εξωτερικών χώρων**

Φωτιστικό σώμα τύπου προβολέα με λαμπτήρα 250W. Χρήση: Εξωτερικός φωτισμός

Φωτιστικό σώμα τύπου προβολέα εξωτερικού χώρου, με έναν λαμπτήρα HIT-DE, 250W, με ανταυγαστήρα ασύμμετρο από σφυρήλατο στιλπνό αλουμίνιο υψηλής καθαρότητας, σώμα από χυτοπρεσσαριστό κράμα αλουμινίου βαμμένο με πολυεστερική πούδρα, γυαλί προστασίας πυρίμαχο, λάστιχο στεγανοποίησης, βάση στήριξης από γαλβανισμένο ασάλι με βαθμονομημένο δίσκο σε μοίρες, λυχνιολαβή, βάση συστήματος έναυσης από γαλβανισμένο ασάλι, πυκνωτή διόρθωσης συντελεστή ισχύος, ενδεικτικών διαστάσεων ΜxΠxΥ 270x125x410mm, πλήρες.

### **Φωτισμός ασφαλείας**

Η μελέτη και η κατασκευή των εγκαταστάσεων φωτεινής σήμανσης θα καλύπτει όλους τους χώρους του καταστήματος, όπως επιβάλλουν οι κανονισμοί που ισχύουν.

Τα φωτιστικά σώματα ασφαλείας και σήμανσης των διαφόρων χώρων εντάσσονται στους γενικούς αισθητικούς κανόνες των χώρων αυτών και κατά συνέπεια θα είναι ανάλογης μορφής και καλαισθητής εμφάνισης.

Ο φωτισμός ασφαλείας, ο οποίος θα εξασφαλίζει τον απαιτούμενο στοιχειώδη φωτισμό σε περίπτωση βλάβης ή διακοπής της κύριας πηγής τροφοδοσίας, θα ταυτίζεται με τον φωτισμό σήμανσης. Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι αυτόνομα φωτιστικά με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ενσωματωμένες σε αυτά του τύπου του εγκεκριμένου από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Τα φωτιστικά αυτά θα είναι με λαμπτήρα φθορισμού ισχύος 18W και ενσωματωμένους συσσωρευτές Ni – Cd 90min, με την ένδειξη ΕΞΟΔΟΣ και βέλος που θα προσδιορίζει την κατεύθυνση εξόδου.

Η φόρτιση των συσσωρευτών του φωτισμού σήμανσης θα γίνεται με ανεξάρτητο κύκλωμα φωτισμού από τα υπόλοιπα, και θα τροφοδοτείται από τον κεντρικό πίνακα.

### 3.1.6 Εγκατάσταση κίνησης

Η εγκατάσταση κίνησης περιλαμβάνει τις τροφοδοτήσεις των διαφόρων μηχανημάτων και συσκευών του έργου (πχ μηχανήματα θέρμανσης - κλιματισμού, πυρόσβεσης, κλπ). Το δίκτυο της εγκατάστασης κίνησης θα είναι ακτινικό με ανεξάρτητη τροφοδοτική γραμμή για το κάθε μηχανήμα ή συσκευή.

Από τον μετρητή της ΔΕΗ θα τροφοδοτηθεί ο γενικός πίνακας του καταστήματος, ο οποίος θα τροφοδοτεί τις γραμμές της ηλεκτρικής εγκατάστασης του καταστήματος. Από αυτόν αναχωρούν γραμμές προς τους ακόλουθους πίνακες:

- Γραμμή προς πίνακα πυρανίχνευσης.
- Γραμμή προς πίνακα CCTV.
- Γραμμή προς πίνακα συναγερμού.

Η τροφοδότηση του πίνακα θα γίνει με καλώδιο τύπου J1VV-R (NYY).

Η τροφοδοσία των μηχανημάτων, ανεμιστήρων και συσκευών του καταστήματος, γίνεται από τον Γενικό Πίνακα μέσω καλωδίων τύπου A05VV-U ή J1VV-R (προς UPS).

### 3.1.7 Κατηγορίες ηλεκτρικών φορτίων

Το σύνολο των φορτίων υποδιαιρείται σε τρεις κατηγορίες:

- Τα κοινά φορτία (από ΔΕΗ).
- Τα φορτία απαραίτητης παροχής (από ΔΕΗ / ΗΖ).
- Τα φορτία αδιάλειπτης λειτουργίας (μέσω UPS).

Θα εγκατασταθεί ανεξάρτητο σύστημα διανομής για τα φορτία κανονικής παροχής (κοινά φορτία), για τα φορτία εκτάκτου ανάγκης (emergency), τα οποία σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής παροχής θα τροφοδοτούνται από γεννήτρια και για τα φορτία αδιάλειπτης λειτουργίας (συστήματα ασφαλείας, εγκαταστάσεις ασθενών ρευμάτων, κλπ), τα οποία θα τροφοδοτούνται από την γεννήτρια δια μέσου μονάδας αδιάλειπτης λειτουργίας (UPS).

Τα κοινά φορτία της εγκατάστασης περιλαμβάνουν τα φορτία εκείνα όπου όταν

διακοπεί η ηλεκτρική παροχή από την ΔΕΗ θα τίθενται εκτός λειτουργίας.

Τα φορτία απαραίτητης παροχής θα τροφοδοτούνται από το Η/Ζ. Τα φορτία αυτά περιλαμβάνουν όλα τα φορτία για την ομαλή λειτουργία του καταστήματος σε περίπτωση διακοπής της παροχής από την ΔΕΗ.

Τα Φορτία Αδιάλειπτης Λειτουργίας θα τροφοδοτούνται από την ΔΕΗ και σε περίπτωση διακοπής από το Η/Ζ, δια μέσου της μονάδας του UPS. Σε περίπτωση συνολικής διακοπής της ηλεκτρικής παροχής (ΔΕΗ και Η/Ζ), τα φορτία αυτά θα καλύπτονται από τις μπαταρίες της μονάδας του UPS για 20 λεπτά λειτουργίας.

### 3.1.8 Δίκτυα διανομής και εγκατάστασή τους

Το δίκτυο διανομής ξεκινάει από τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του καταστήματος και περιλαμβάνει τις καλωδιώσεις τροφοδότησης των υποπινάκων, τις γραμμές τροφοδοσίας προς όλες τις τελικές καταναλώσεις, δηλαδή προς τα φωτιστικά σώματα, ρευματοδότες, μηχανήματα κλιματισμού - θέρμανσης - αερισμού, θερμοσίφωνα, συσκευή στεγνώματος χεριών και κάθε άλλη συσκευή ή μηχανήμα που απαιτεί ηλεκτρική τροφοδοσία.

#### Οι καλωδιώσεις των δικτύων διανομής:

Παροχή πινάκα:	J1VV-R (NYY).
Τροφοδοσία φωτισμού:	A05VV-U (NYM).
Τροφοδοσία ρευματοδοτών:	A05VV-U (NYM).
Τροφοδοσία συσκευών:	A05VV-U (NYM).
Τροφοδοσία κινητήρων ή συσκευών μεγάλης ισχύος:	J1VV-R (NYY).

#### Ελάχιστες διατομές αγωγών:

Φωτισμού και τηλεχειρισμών:	1,5 mm <sup>2</sup>
Ρευματοδοτών και κινήσεως:	2,5 mm <sup>2</sup>



Τροφοδοσία θερμοσίφωνα : 4 mm<sup>2</sup>

Όταν περνάμε από μεγάλες σε μικρές διατομές, χρειάζεται προστασία των μικρών διατομών με ασφάλειες ή με αυτόματους διακόπτες.

Η εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Παροχή πινάκα: καλώδιο J1VV-R (NYY) πάνω σε σχάρες και όπου η εγκατάσταση είναι χωνευτή θα χρησιμοποιηθεί σωλήνας βαρέως τύπου.
- Γραμμές κυκλωμάτων μέσα σε ψευδοροφές: σε σχάρες από διάτρητη γαλβανισμένη λαμαρίνα και εκτός σχαρών εντός σπирάλ.
- Γραμμές κυκλωμάτων σε χωνευτή (γυψοσανίδες) ή ορατή εγκατάσταση σε τοίχους και οροφές: αγωγοί NYA ή NYM μέσα σε πλαστικούς σωλήνες.
- Γραμμές κυκλωμάτων σε οροφές: σε σχάρες από διάτρητη γαλβανισμένη λαμαρίνα και εκτός σχαρών εντός πλαστικών σωλήνων.

### 3.1.9 Ρευματοδότες

Οι εγκαταστάσεις ρευματοδοτών περιλαμβάνουν τους ρευματοδότες σε όλους σχεδόν τους χώρους, τις παροχές στις μικροσυσκευές, καθώς και τις απαραίτητες καλωδιώσεις.

Όλοι οι ρευματοδότες θα είναι τύπου ΣΟΥΚΟ, και θα τοποθετηθούν σε κατάλληλες θέσεις στον τοίχο. Προβλέπονται ξεχωριστά κουτιά για ισχυρά και ασθενή ρεύματα όπου και αν απαιτείται.

Κατά την μελέτη των κυκλωμάτων ρευματοδοτών λαμβάνονται υπ' όψιν τα παρακάτω:

- Κάθε κύκλωμα θα τροφοδοτείται με αγωγούς 3x2.5mm<sup>2</sup>.
- Στις θέσεις εργασίας, σε έπιπλα, στη θέση του Rack, του UPS θα τοποθετηθεί ο απαραίτητος αριθμός ρευματοδοτών ή πολύμπριζων 4 θέσεων με ενσωματωμένο φωτεινό διακόπτη.

- Οι ρευματοδότες θα τοποθετηθούν σε ύψος 50 cm από το τελικό δάπεδο. Οι ρευματοδότες πίσω από τα έπιπλα που διαθέτουν «πλάτη» θα τοποθετηθούν δεξιά ή αριστερά τους.

Προβλέπεται η εγκατάσταση των παρακάτω τύπων ρευματοδοτών

(α) Ρευματοδοτών τύπου SCHUKO απλών ή στεγανών για τους υγρούς χώρους, με πλευρικές επαφές γειώσεως 16A - 230 V για όλες τις γενικές χρήσεις.

(β) Για τους κοινούς ρευματοδότες προβλέπεται τουλάχιστον ένας ρευματοδότης ανά 30m<sup>2</sup> επιφάνειας, ομοιόμορφα κατανεμημένοι στους διάφορους χώρους. Επίσης ρευματοδότες H/Z – UPS θα προβλεφθούν σε όλους τους χώρους του καταστήματος. Για τη διάκριση του τύπου του κάθε ρευματοδότη ΔΕΗ-HZ-UPS, οι ρευματοδότες θα έχουν διαφορετικά χρώματα.

(γ) Στην θέση που προβλέπεται από το σχέδιο θα εγκατασταθεί στεγνωτήρας χεριών ο οποίος θα τροφοδοτείται με ξεχωριστό κύκλωμα.

### 3.1.10 Παράμετροι – Μέθοδοι και στοιχεία υπολογισμών

Οι διάμετροι των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν είναι σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384.

Για τον υπολογισμό των διατομών των διαφόρων παροχών λαμβάνονται τα διάφορα σημεία φωτισμού με την ισχύ των προβλεπόμενων λαμπτήρων, ο μονοφασικός ρευματοδότης με ισχύ 200 Watt και οι καταναλώσεις με την ισχύ των φορτίων που θα συνδεθούν σε αυτές.

Ο υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος των επί μέρους καταναλώσεων γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία κάθε μηχανήματος, συσκευής ή εγκατάστασης.

Ο υπολογισμός της ετεροχρονισμένης ισχύος γίνεται από τον τύπο:

$$P_{max} = P_i \times \Sigma.Z., \text{ όπου}$$

$P_{max}$  = Μέγιστη πιθανή ζήτηση ισχύς [Maximum demand]

$P_i$  = Εγκατεστημένη ισχύς (άθροισμα καταναλώσεων)

$\Sigma.Z.$  = Συντελεστής ζήτησης [demand factor].

Ο συντελεστής ζήτησης  $g$  θα ληφθεί για κάθε είδος κατανάλωσης όπως παρακάτω :

- Φωτισμός :  $g = 1,0$
- Ρευματοδότες:  $g = 0,8$
- Κλιματισμός:  $g = 1.0$
- Για φορτία κίνησης  $g = 0,6 - 1.0$

Για τους υπολογισμούς διατομής αγωγών λαμβάνεται ανεκτή πτώση τάσης:

- από γενικό πίνακα προς καταναλώσεις 4% για φωτισμό και κίνηση

Η μικρότερη επιτρεπτή διατομή αγωγών για φωτισμό είναι  $1,5\text{mm}^2$  και αντίστοιχα για ρευματοδότες όπως και για τροφοδοσία κινητήρων  $2,5\text{mm}^2$ .

Οι αγωγοί θα φορτίζονται με το 70% - 80% της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης.

Προβλέπεται εφεδρεία στις γραμμές του πίνακα της τάξης του 20% για μελλοντικές επεκτάσεις.

Μέγιστος αριθμός ρευματοδοτών ανά γραμμή τέσσερις (4).

### Παραδοχές Μελέτης φωτισμού

Η μελέτη φωτισμού έχει συνταχθεί βάσει των ειδικών απαιτήσεων των χώρων και των ακόλουθων παραμέτρων:

- α. Συντελεστής  $E_{\min}/E_{\max}$  (συνολική ομοιομορφία) μεγαλύτερος – ίσος του 0.4
- β. Συντελεστής  $E_{\min}/E_{\text{aver}}$  (ομοιομορφία) μεγαλύτερος – ίσος του 0.60

Για τους χώρους του καταστήματος έχουμε τις εξής κατηγορίες σταθμών φωτισμού:

ΧΩΡΟΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (LUX)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Εμπορικός χώρος	1000- 500 lux	Γενικός Φωτισμός
Γραφείο	500 -250 lux	Γενικός Φωτισμός
Αποθήκη, Διάδρομος	200	Γενικός Φωτισμός
W.C	200	Γενικός Φωτισμός

## 3.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

### 3.2.1 Κανονισμοί

Για την εκπόνηση της μελέτης των εγκαταστάσεων ασθενών ρευμάτων θα γίνει χρήση της κάτωθι βιβλιογραφίας και κανονισμών:

- α. Νέος κανονισμός Εσωτερικών Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων Οικοδομών ΦΕΚ Β΄ 773/30-12-1983
- β. ΦΕΚ Β΄ 269/8-4-1971 Περί Εγκρίσεως Κανονισμού Τοποθέτησης και Συντήρησης Δευτερευουσών εγκαταστάσεων
- γ. Κανονισμοί DIN και VDE (όπου δεν υπάρχουν αντίστοιχοι Ελληνικοί)

### 3.2.2 Εισαγωγή

Οι Εγκαταστάσεις Ασθενών Ρευμάτων του καταστήματος περιλαμβάνουν τις ακόλουθες επί μέρους εγκαταστάσεις:

- Εγκατάσταση Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ( DATA ).
- Εγκατάσταση Τηλεφώνων (VOICE).
- Εγκατάσταση Συστήματος ασφαλείας (Συναγερμός – CCTV)

### 3.2.3 Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών υπολογιστών (data)

Σκοπός της εγκατάστασης είναι η εξυπηρέτηση τόσο των σημερινών όσο και των μελλοντικών επικοινωνιακών αναγκών του καταστήματος.

Το εν λόγω δίκτυο αναπτύσσεται σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 11801 και των παρακάτω κριτηρίων:

- Κοινή δικτύωση για όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας
- Κεντρικός έλεγχος της εγκατάστασης
- Εύκολος εντοπισμός βλαβών

- Δίκτυο φιλικό προς τον χρήστη
- Εύκολη επέκταση και τροποποίηση του δικτύου
- Ποιοτική εμφάνιση της εγκατάστασης
- Ευελιξία διαχείρισης

Το καλωδιακό δίκτυο δεδομένων του καταστήματος θα είναι δομημένο (structured wiring), και θα βασίζεται στο αντίστοιχο πρότυπο τηλεπικοινωνιακής καλωδίωσης κτιρίων EIA/TIA-568B (ISO/IEC 11801) (Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association). Από άποψη χαρακτηριστικών μετάδοσης (Attenuation και Near End Cross Talk), η καλωδίωση θα ικανοποιεί την Κατηγορία 5 των επιπρόσθετων προδιαγραφών για καλωδίωση των EIA/TIA-568, έτσι ώστε να μπορεί να εξυπηρετηθεί άμεσα ή μελλοντικά μετάδοση στα 100Mbits/sec στην τοποθετημένη καλωδίωση συνεστραμμένων ζευγών.

Το σύστημα δομημένης καλωδίωσης αποτελούν:

- ✓ Η καλωδίωση
- ✓ Οι τηλεπικοινωνιακές παροχές / πρίζες
- ✓ Οι χώροι εγκατάστασης εξοπλισμού
- ✓ Η διαχείριση (administration tia/eia-606)

### 3.2.4 Καλωδίωση

Το οριζόντιο δίκτυο voice – data θα είναι τύπου αστέρα με κέντρο τον καταναμητή (RACK) και απολήξεις τις πρίζες. Σε καμιά περίπτωση το μήκος οριζοντίου δικτύου δεν θα υπερβαίνει τα 90 m. Θα κατασκευασθεί με καλώδια τύπου UTP 4” cat. 5. Σε κάθε διπλή πρίζα θα καταλήξουν 2 καλώδια του παραπάνω τύπου. Σε κάθε μονή πρίζα θα καταλήξει ένα καλώδιο του παραπάνω τύπου.

Η όδευση του οριζοντίου δικτύου θα γίνει επί ειδικής σχάρας. Οι καλωδιώσεις θα διανέμονται στους χώρους με χωνευτούς σωλήνες κατάλληλης διατομής (όταν πρόκειται για μεμονωμένες λήψεις ) ή με χωνευτά σε τοίχους κανάλια διατομής 50 x 100mm. Σε κάθε περίπτωση οι διατομές σωλήνων ή καναλιών θα έχουν διαθεσιμότητα τουλάχιστον 100% για μελλοντική επαύξηση. Στις απολήξεις των καλωδίων στις

λήψεις, θα προβλέπεται διαθέσιμο μήκος καλωδίου 2 m ώστε να υπάρχει η δυνατότητα μετακίνησης θέσης της λήψης.

Όλα τα δίκτυα (κατακόρυφα & οριζόντια), όπως και ο βασικός εξοπλισμός (κατανεμητές, διακλαδωτήρες, λήψεις κ.λ.π.) θα είναι επισκέψιμα και θεωρούνται σημεία επεμβάσεως σε περίπτωση βλαβών, αλλαγών κ.λ.π.

### 3.2.5 Πρίζες τηλεφώνων /data

Σε κατάλληλες θέσεις στο κατάστημα, όπως φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο, τοποθετούνται πρίζες για τηλεφωνικές συσκευές και Η/Υ.

Συγκεκριμένα προβλέπεται σε κάθε θέση εργασίας δύο πρίζες διπλές RJ45 κατά ISO 8877 - category 5. Μονές πρίζες προβλέπονται σε χώρους όπου δεν απαιτείται χρήση δικτύου voice ή data.

Η πρίζα είναι κατάλληλη να δεχθεί φωνή ή / και δεδομένα, με δυνατότητα διέλευσης υψίσυχνου σήματος 25 MHz, με ετικέτες για να είναι εύκολα διακριτό που συνδέεται “data terminal” ή “voice terminal”.

### 3.2.6 Κατανεμητής

Ο κατανεμητής θα είναι τύπου RACK 19” 2U, επίτοιχος και θα τοποθετηθεί στον χώρο του γραφείου του καταστήματος.

Ο κατανεμητής θα αποτελείται από:

- Το κιβώτιο του κατανεμητή με γυάλινη πόρτα και κλειδαριά
- Τα patch panels αναχωρούντων γραμμών τηλεφώνων / data
- Τα patch panels αφικνούμενων γραμμών τηλεφώνων
- Διαθέσιμο χώρο για ενεργό εξοπλισμό δικτύου data με ράφια

Οι μικτονομήσεις μεταξύ των παραπάνω καθώς και με τον ενεργό εξοπλισμό θα γίνουν με patch cords.

### 3.2.7 Εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας

Λόγω της ειδικής χρήσεως του καταστήματος θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα συστήματα ασφαλείας έναντι κλοπών κλπ. Στα Συστήματα Ασφαλείας του καταστήματος περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- α) Σύστημα συναγερμού
- β) Σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV)

### 3.2.8 Σύστημα συναγερμού

Για λόγους προστασίας από κλοπή όταν το κατάστημα δεν είναι σε λειτουργία, προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος συναγερμού.

Το σύστημα συναγερμού περιλαμβάνει:

- Πίνακα συναγερμού
- Πληκτρολόγιο ελέγχου συναγερμού
- Ανιχνευτές κίνησης
- Ανιχνευτές θραύσης γυαλιού
- Εγκατάσταση σειρήνας
- Μαγνητικές επαφές
- Καλωδιώσεις

Ο πίνακας του συμβατικού συστήματος ασφαλείας του καταστήματος θα εγκατασταθεί στον χώρο γραφείου. Από εκεί ελέγχεται η κατάσταση των παραβιάσιμων εξωτερικών ανοιγμάτων του κτιρίου όπως πόρτες, υαλοστάσια και θα σημαίνεται η παραβίαση τους.

Ανιχνευτές κίνησης καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους του καταστήματος.

Επιπλέον θα χρησιμοποιηθούν μαγνητικές επαφές στις θύρες καθώς και ανιχνευτές θραύσης τζαμιών.

Επίσης θα υπάρχει και μία σειρήνες συναγερμού, οι οποία θα τοποθετηθεί στο

εξωτερικό μέρος του καταστήματος και θα τροφοδοτείται κατευθείαν από τον πίνακα. Η σειρήνα διαθέτει δικό της συσσωρευτή για λειτουργία σε διακοπή ρεύματος.

Στην κεντρική είσοδο τοποθετήθηκε πληκτρολόγιο συναγερμού.

### **Καλωδίωση Συναγερμού**

Τα καλώδια θα οδεύουν εντός της ψευδοροφής μέσα σε πλαστικούς σωλήνες ενδεικτικού τύπου conflex και τα κατακόρυφα τμήματα αυτών εντός του τοίχου γυψοσανίδας.

Το καλώδιο για τις μαγνητικές επαφές είναι τύπου συναγερμού 4x0,22mm<sup>2</sup>. Τα καλώδια των υπολοίπων συσκευών είναι τύπου συναγερμού 6x0,22mm<sup>2</sup>.

### **3.2.9 Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV).**

Για την οπτική επιτήρηση της δραστηριότητας τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους του καταστήματος προβλέπεται η εγκατάσταση CCTV που περιλαμβάνει:

- την κεντρική μονάδα ελέγχου και λειτουργίας του συστήματος
- τους εικονολήπτες (cameras)
- την οθόνη παρακολούθησης (monitors) με τον απαραίτητο μεταγωγικό διακόπτη για χειροκίνητη επιλογή ή αυτόματη εναλλαγή.
- το hard disk εγγραφής και τη μονάδα back-up αποθήκευσης
- το χειριστήριο τηλεχειρισμών
- τις απαραίτητες καλωδιώσεις

Η εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης θα αρχίζει από την κεντρική μονάδα ελέγχου και λειτουργίας.

Και οι δύο είσοδοι του καταστήματος επιτηρούνται με σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (CCTV). Οι κάμερες έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλα σημεία ώστε να είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος της περιοχής της αντίστοιχης εισόδου ή πρόσβασης και



συγχρόνως να προστατεύονται από πιθανές δολιοφθορές. Επιτήρηση με κάμερα γίνεται επίσης στον εσωτερικό χώρο του καταστήματος.

Η παρακολούθηση και ο χειρισμός των καμερών θα γίνεται από το χώρο του γραφείου μέσω monitor (οθόνη ασφαλείας) και αντίστοιχης κονσόλας χειρισμού.

Οι εικόνες από το σύνολο των καμερών θα οδηγηθούν στην κεντρική μονάδα ελέγχου κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης video control matrix και θα προβάλλεται σε έγχρωμη οθόνη που θα βρίσκεται στον ίδιο χώρο. Με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η εποπτεία όλων των καμερών από το γραφείο. Το κέντρο ελέγχου θα περιλαμβάνει επίσης καταγραφικά μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας.

### **Καλωδίωση CCTV**

Κάθε κάμερα ανάλογα θα συνδέεται προς την κεντρική μονάδα με καλώδιο τύπου RG59 και επί πλέον θα τροφοδοτείται με 220V μέσω ανεξάρτητου καλωδίου AO5VV-U 3x1,5mm<sup>2</sup>.

#### **3.2.10 Εγκατάσταση μεγαφώνων**

Τα μεγάφωνα θα είναι ισχύος 10 W και θα είναι κατάλληλα για χωνευτή εγκατάσταση. Τα μεγάφωνα τοποθετούνται σε κατάλληλα σημεία εντός του εμπορικού χώρου.

Στο γραφείο θα τοποθετηθεί η κεντρική μονάδα ήχου. Η κεντρική μονάδα ήχου έχει την δυνατότητα να συνδεθεί με τον πίνακα πυρανίχνευσης για την αναγγελία μαγνητοφωνημένου μηνύματος σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Όλες οι ψηφιακές μικροφωνικές μονάδες θα συνδέονται σε σειρά (με βύσματα) με ένα και μόνο καλώδιο με την κεντρική μονάδα ελέγχου του μικροφωνικού συστήματος. Η κεντρική μονάδα θα είναι φορητού τύπου, επιτραπέζια, κατάλληλη για εν σειρά σύνδεση με ένα και μόνο καλώδιο μέχρι 4 μικροφώνων με ηλεκτρονικά κυκλώματα ψηφιοτεχνολογίας.

### 3.3 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ

Για την εξυπηρέτηση των εφεδρικών φορτίων του καταστήματος επιλέγεται η εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους ισχύος (συνεχούς λειτουργίας) 15,7 kVA βάσει των υπολογισμών της μελέτης.

Το Η/Ζ θα τοποθετείται σε παράπλευρο στεγασμένο εξωτερικό χώρο.

Τα φορτία του καταστήματος τα οποία θα τροφοδοτούνται από το Η/Ζ είναι τα εξής:

- Το 50% του φωτισμού του εμπορικού χώρου του καταστήματος
- Το 50% του φωτισμού του γραφείου
- Φωτισμός βιτρίνας
- Φωτεινές εξωτερικές επιγραφές
- Ρευματοδότες θέσεων εργασίας
- Παροχή UPS
- Παροχή ρολών ασφαλείας

Το Η/Ζ αποτελείται από πετρελαιοκινητήρα και γεννήτρια. Το συγκρότημα κινητήρα-γεννήτρια εδράζει μέσω ελαστικών αντικραδασμικών βάσεων επί ισχυρού χαλύβδινου πλαισίου (βάση του Η/Ζ) στο οποίο είναι ενσωματωμένη δεξαμενή καυσίμου για 12ωρη λειτουργία. Το Η/Ζ συνοδεύεται από συσσωρευτή η χωρητικότητας του οποίου επαρκεί για 10 προσπάθειες εκκινήσεως.



Επιλέγεται κλειστού τύπου (ηχομονωμένο) Η/Ζ (όπως φαίνεται στην αριστερή εικόνα)

Τεχνικά στοιχεία Η/Ζ (από PETROGEN):

- Ισχύς εφεδρικής λειτουργίας	17,5 KVA
- Ισχύς συνεχούς λειτουργίας	15,7 KVA
- Κατασκευαστής πετρελαιοκινητήρα	LOMBARDINI
- Στροφές	3000 σ.α.λ.
- Αριθμός και διάταξη κυλίνδρων	3 Εν Σειρά
- Σύστημα ψύξης	Υδροψυκτο
- Κατανάλωση καυσίμου σε πλήρες φορτίο	4 Λίτρα/Ωρα
- Κατασκευαστής γεννήτριας	LINZ
- Ρυθμιστής τάσεως γεννήτριας	Ηλεκτρονική
- Ρεύμα , Συχνότητα	3Φ, 230/400 V, 50 Hz
- Τάση συσσωρευτού	12V DC
- Χωρητικότητα ενσωματωμένης δεξαμενής καυσίμου	40 Λίτρα
- Διαστάσεις Μ Χ Π Χ Υ	1850 x 800 x 1300 mm
- Βάρος	530 kg

### 3.4 ΜΟΝΑΔΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (U.P.S.)

Προβλέπεται η εγκατάσταση κεντρικού συστήματος αδιάλειπτης λειτουργίας ισχύος 8KVA που θα απαρτίζεται από:

- ✓ Τα συγκροτήματα ανορθωτή - μετατροπέα (U.P.S.) &
- ✓ Την συστοιχία συσσωρευτών μολύβδου “κλειστού τύπου”

Το UPS θα τοποθετηθεί σε ξεχωριστό χώρο πλησίον του γενικού πίνακα εντός του χώρου αποθήκης, όπως φαίνεται στα σχετικά σχέδια.

Η συστοιχία των συσσωρευτών του συστήματος U.P.S. θα αποτελείται από ικανό αριθμό συσσωρευτών μολύβδου “κλειστού” τύπου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται αυτόνομη λειτουργία των παρακάτω φορτίων εγκατάστασης σε πλήρες φορτίο επί 20 λεπτά.

Τα φορτία του καταστήματος τα οποία θα τροφοδοτούνται από το UPS είναι τα εξής:

- Ρευματοδότες Η/Υ θέσεων εργασίας
- Παροχή rack
- Παροχή καμερών και του τροφοδοτικού τους
- Παροχή πίνακα συναγεμμού
- Παροχή πίνακα πυρανίχνευσης

**ΜΕΡΟΣ Γ:**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**  
**ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

## 4 ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

### 4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ

#### 4.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο **ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"**, χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

α) *Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εσωτερικών Εγκαταστάσεων*

β) *Κανονισμοί ΔΕΗ*

#### 4.1.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

**Βασικές σχέσεις:**

$$V = I \times R \quad (\text{νόμος του } \Omega\mu)$$

$$P = V \times I \quad (\text{ισχύς στο συνεχές ρεύμα})$$

$$P = V \times I \times \cos\phi \quad (\text{ισχύς στο εναλλασσόμενο μονοφασικό})$$

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \quad (\text{ισχύς στο τριφασικό})$$

Το  $\cos\phi$  (συνφ) εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών. Στους κινητήρες που λειτουργούν χωρίς φορτίο είναι χαμηλό (0,2 έως 0,4), στους κινητήρες που λειτουργούν με πλήρες φορτίο έχει τιμή 0,8 περίπου. Στους ωμικούς κινητήρες πλησιάζει την μονάδα.

**Πτώση τάσης  $u$  (V) με την επιτρεπτή τιμή αυτής:**

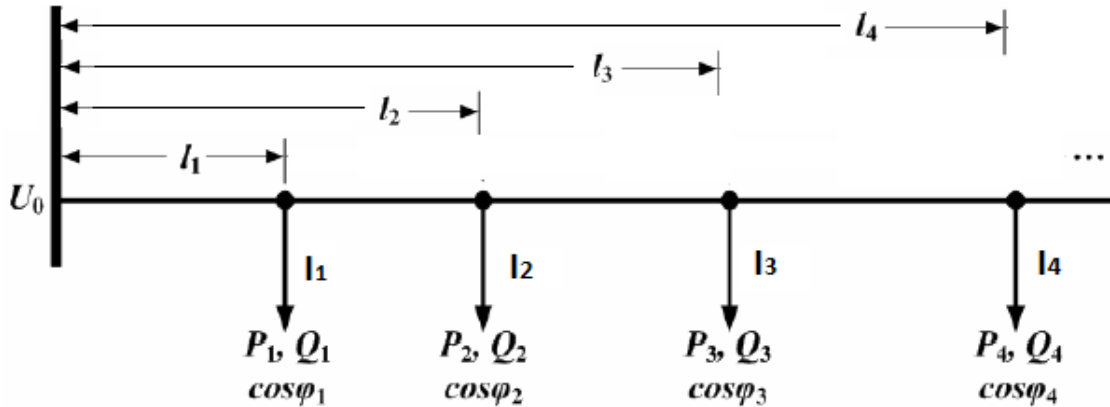
- Μονοφασικό

$$u = 2 \times \frac{\rho \times L \times I}{S} \quad (\text{Volts})$$

- Τριφασικό

$$u = \sqrt{3} \times \frac{\rho \times L \times I}{S} \text{ (Volts)}$$

Για διακλαδιζόμενη γραμμή :



$$u = 2 \times \frac{\rho \times \Sigma(L \times I)}{S} \text{ (Volts)}$$

- V: Τάση δικτύου σε Volt
- u: Πτώση τάσης σε Volt από την αρχή μέχρι το τέλος του κυκλώματος
- I: Ένταση ρεύματος σε A
- R: Αντίσταση σε Ωμ
- P: Ισχύς σε W
- ρ: ειδική ηλεκτρική αντίσταση χαλκού 0,0186 Ω mm<sup>2</sup>/m. στους 30°C (βλ. παρ. 2.3.1)
- cosφ: συντελεστής ισχύος
- S: Διατομή καλωδίου σε mm<sup>2</sup>
- L: Μήκος της γραμμής σε m

**Διατομή A (mm<sup>2</sup>)**

Επιλέγεται καλώδιο τέτοιο από τους πίνακες 52-K1 και 52-K2 (ΕΛΟΤ HD 384), ώστε το ρεύμα που περνάει από τη γραμμή να είναι μικρότερο από το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου και ταυτόχρονα η προκαλούμενη πτώση τάσης να μην ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια.

Για την εύρεση του επιτρεπόμενου ρεύματος λαμβάνονται υπόψη το είδος του καλωδίου, το μέσο όδευσης, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καλωδίου, και ο τρόπος διάταξης και λειτουργίας.

**Όργανα προστασίας**

Ο υπολογισμός γίνεται σε κάθε γραμμή με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους:

- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής.
- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής, και το μέγεθός του να είναι το αμέσως μικρότερο της επιτρεπόμενης έντασης του καλωδίου



**4.1.3 ΓΡΑΜΜΕΣ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ****ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΔΕΗ****Γραμμές φωτισμού**

**IΦ1** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 6 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{312 \text{ Watt}}$$

**IΦ3** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 6 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{312 \text{ Watt}}$$

**IΦ7** – Φωτισμός επίπλων με ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως 80 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 80 \text{ Watt} = \mathbf{320 \text{ Watt}}$$

**IΦ8** – Φωτισμός επίπλων με ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως 80 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 80 \text{ Watt} = \mathbf{320 \text{ Watt}}$$

**IΦ12** – Προβολείς με έναν λαμπτήρα ατμών υδραργύρου ισχύος 250 Watt

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 250 \text{ Watt} = \mathbf{500 \text{ Watt}}$$

**IΦ14** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{208 \text{ Watt}}$$

**IΦ15** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 2x26 Watt, επίτοιχο στεγανό φωτιστικό σώμα με ένα λαμπτήρα φθορισμού 18 Watt, φωτιστικό σώμα οροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 2x36 Watt

$$P = 3 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} + 3 \text{ τεμ.} \times 18 \text{ Watt} + 1 \text{ τεμ.} \times 2 \times 36 \text{ Watt} = \mathbf{282 \text{ Watt}}$$

**IΦ16** – Φωτιστικό ασφαλείας με ένα λαμπτήρα φθορισμού 18 Watt

$$P = 7 \text{ τεμ.} \times 18 \text{ Watt} = \mathbf{126 \text{ Watt}}$$

**Γραμμές ρευματοδοτών**

**IP5** – Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IP6** – Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IP8** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IP10** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

**IP12** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 3 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{600 \text{ Watt}}$$

**IP13** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IP14** – Ρευματοδότης στεγανός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

**IP16** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

### Γραμμές κίνησης

**IK1** – Παροχή στεγνωτήρα χειρός **2000 Watt**

**IK2** – Παροχή ηλεκτρικού θερμοσίφωνα **4000 Watt**

**IK7** – Παροχή κλιματιστικής μονάδας **360 Watt**

**IK8** – Παροχή κλιματιστικής μονάδας **360 Watt**

### ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΠΟ ΔΕΗ Ή Η/Ζ

#### Γραμμές φωτισμού

**IIΦ2** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 6 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{312 \text{ Watt}}$$

**IIΦ4** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 6 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{312 \text{ Watt}}$$

**IIΦ5** – Φωτισμός βιτρίνας με ένα φωτιστικό σώμα τύπου «σποτ» με έναν λαμπτήρα αλογονιδίων μεταλλικών ατμών (HIT) 50 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 50 \text{ Watt} = \mathbf{200 \text{ Watt}}$$

**IIΦ6** – Φωτισμός βιτρίνας με ένα φωτιστικό σώμα τύπου «σποτ» με έναν λαμπτήρα αλογονιδίων μεταλλικών ατμών (HIT) 50 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 50 \text{ Watt} = \mathbf{200 \text{ Watt}}$$

**IIΦ9** – Παροχή πλαϊνής φωτεινής επιγραφής 320 Watt

$$P = 1 \text{ τεμ.} \times 320 \text{ Watt} = \mathbf{320 \text{ Watt}}$$

**IIΦ10** – Παροχή κεντρικής φωτεινής επιγραφής 320 Watt

$$P = 1 \text{ τεμ.} \times 320 \text{ Watt} = \mathbf{320 \text{ Watt}}$$

**IIΦ11** – Παροχή φωτεινής επιγραφής 320 Watt

$$P = 1 \text{ τεμ.} \times 320 \text{ Watt} = \mathbf{320 \text{ Watt}}$$

**IIΦ13** – Φωτιστικό σώμα ψευδοροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 26 Watt

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 2 \times 26 \text{ Watt} = \mathbf{208 \text{ Watt}}$$

### Γραμμές ρευματοδοτών

**IIΡ1** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 3 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{600 \text{ Watt}}$$

### Γραμμές κίνησης

**IIΚ3** – Παροχή ηλεκτρικού ρολού ασφαλείας **400 Watt**

**IIΚ4** – Παροχή ηλεκτρικού ρολού ασφαλείας **400 Watt**

**IIΚ5** – Παροχή ηλεκτρικού ρολού ασφαλείας **400 Watt**

**IIIK6 – Παροχή ηλεκτρικού ρολού ασφαλείας 400 Watt****ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΠΟ ΔΕΗ Ή UPS - Η/Ζ****Γραμμές ρευματοδοτών**

**IIIIP2** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

**IIIIP3** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

**IIIIP4** – Ρευματοδότης απλός με γείωση 16A/250V, schuko

$$P = 2 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{400 \text{ Watt}}$$

**IIIIP7** – Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IIIIP9** - Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IIIIP11** - Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IIIIP15** - Παροχή πολύμπριζου 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**IIIIP17** - Παροχή Rack με πολύμπριζο 4 θέσεων

$$P = 4 \text{ τεμ.} \times 200 \text{ Watt} = \mathbf{800 \text{ Watt}}$$

**Γραμμές κίνησης**

**IIIK9** – Παροχή εξωτερικής κάμερας **40 Watt**

**IIIK10** – Παροχή εξωτερικής κάμερας **40 Watt**

**IIIK11** – Παροχή εξωτερικής κάμερας **40 Watt**

**IIIK12** – Παροχή κλειστού κυκλώματος καμερών (CCTV) **160 Watt**

**IIIK13** – Παροχή πίνακα συναγερμού **200 Watt**

**IIIK14** – Παροχή πίνακα πυρανίχνευσης **160 Watt**

#### 4.1.4 ΦΥΛΛΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΕΝΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Στα παρακάτω φύλλα υπολογισμού υπολογίζουμε την ένταση ρεύματος, επιλέγουμε διατομή και ασφάλεια, κάνουμε έλεγχο πτώσης τάσης και κάνουμε ισοκατανομή των φορτίων σε φάσεις. Η διαδικασία που ακολουθούμε είναι η εξής:

1. Για την γραμμή **ΙΦ.1** έχουμε ήδη υπολογίσει την εγκατεστημένη ισχύς **312 Watt**.
2. Μετατρέπουμε σε VA διαιρώντας με τον συντελεστή ισχύος της γραμμής  $\cos\phi=0,80$  (για ωμικές καταναλώσεις είναι  $\cos\phi=1$ ) :

$$P = 312 \text{ kW} / 0,8 = \mathbf{390 \text{ VA}}$$

3. Υπολογίζουμε την ένταση ρεύματος της γραμμής:

$$I_0 = P / V = 390 \text{ VA} / 230 \text{ V} = \mathbf{1,7 \text{ A}}$$

4. Για να επιλέξουμε διατομή καλωδίου διορθώνουμε την τιμή του ρεύματος διαιρώντας το ονομαστικό ρεύμα με τον συντελεστή διόρθωσης ομαδικής Σ.Δ. = 0,73 που βρίσκουμε από τον πίνακα ΕΛΟΤ 52-Ε4:

$$I' = I_0 / \Sigma.\Delta. = 1,7 / 0,73 = \mathbf{2,32 \text{ A}}$$

Επιλέγουμε διατομή **1,5 mm<sup>2</sup>** η οποία είναι η ελάχιστη επιτρεπτή για κυκλώματα φωτισμού. Επιλέγουμε ασφάλεια 10A.

5. Έπειτα ελέγχουμε την πτώση τάσης γραμμής. Βρίσκουμε το μήκος της γραμμής από το αντίστοιχο σχέδιο φωτισμού  $L = 17 \text{ m}$ . Η ειδική αντίσταση του χαλκού για 30°C είναι  $\rho = 0,0186 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ . Επομένως η πτώση τάσης  $u$  (V) (με την επιτρεπτή τιμή αυτής) είναι :

$$u = 2 \times \rho \times I' \times L / S = 2 \times 0,0186 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m} \times 2,32 \text{ A} \times 17\text{m} / 1,5 \text{ mm}^2 = \mathbf{0,98 \text{ V} < 9,2 \text{ V}}$$

= αποδεκτή τιμή.

Κάνουμε τα παραπάνω βήματα για όλες τις γραμμές του ηλεκτρικού πίνακα και συμπληρώνουμε τα παρακάτω υπολογιστικά φύλλα.

Τέλος κάνουμε ισοκατανομή των φορτίων στις φάσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι1 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΡΟΦ. ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΔΕΗ: ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ														
	Τμήμα Δικτύου	Αριθμός Φάσεων	Μήκος Γραμμής L (m)	Φορτίο Γραμμής P (VA)	CosΦ	Φορτίο Γραμμής P (kW)	Επιθ. Διατομή S (mm <sup>2</sup> )	Ένταση ρεύματος I <sub>0</sub> =P/230 (A)	Συντελεστής Διόρθωσης Σ.Δ. από ΕΛΟΤ πίν. 52-Ε4	Ένταση ρεύματος I'=I <sub>0</sub> /Σ.Δ. (A)	Ειδική Αντίσταση Χαλκού ρ (Ωmm <sup>2</sup> /m)	Πτώση Τάσης (<9,2V) u=2*ρ* I' * L / S (V)	Ασφάλεια (A)	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1	ΙΦ.1	R	17	390	0,8	0,31	1,5	1,70	0,73	2,32	0,0186	0,98	10
	2	ΙΦ.3	S	22	390	0,8	0,31	1,5	1,70	0,73	2,32	0,0186	1,27	10
	3	ΙΦ.7	T	22	400	0,8	0,32	1,5	1,74	0,73	2,38	0,0186	1,30	10
	4	ΙΦ.8	R	10	400	0,8	0,32	1,5	1,74	0,73	2,38	0,0186	0,59	10
	5	ΙΦ.12	S	*πιν.Ι.2	625	0,8	0,50	1,5	2,72	0,73	3,72	0,0186	*πιν.Ι.2	10
	6	ΙΦ.14	T	18	260	0,8	0,21	1,5	1,13	0,73	1,55	0,0186	0,69	10
	7	ΙΦ.15	R	*πιν.Ι.2	353	0,8	0,28	1,5	1,53	0,73	2,10	0,0186	*πιν.Ι.2	10
	8	ΙΦ.16	R	*πιν.Ι.2	158	0,8	0,13	1,5	0,68	0,73	0,94	0,0186	*πιν.Ι.2	10
ΡΕΥΜΑΤΟΛΟΓΕΣ	9	ΙΡ.5	R	14	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	1,24	16
	10	ΙΡ.6	R	18	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	1,60	16
	11	ΙΡ.8	S	*πιν.Ι.2	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	*πιν.Ι.2	16
	12	ΙΡ.10	T	*πιν.Ι.2	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	*πιν.Ι.2	16
	13	ΙΡ.12	R	*πιν.Ι.2	750	0,8	0,60	2,5	3,26	0,73	4,47	0,0186	*πιν.Ι.2	16
	14	ΙΡ.13	S	*πιν.Ι.2	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	*πιν.Ι.2	16
	15	ΙΡ.14	T	17	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,75	16
	16	ΙΡ.16	R	9	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,40	16
ΚΙΝΗΣΗ	17	ΙΚ.1	S	16	2500	0,8	2,00	2,5	10,87	0,73	14,89	0,0186	3,54	16
	18	ΙΚ.2	T	16	4000	1,0	4,00	4	17,39	0,73	23,82	0,0186	3,54	20
	19	ΙΚ.7	R	12	450	0,8	0,36	2,5	1,96	0,73	2,68	0,0186	0,48	16
	20	ΙΚ.8	R	17	450	0,8	0,36	2,5	1,96	0,73	2,68	0,0186	0,68	16
			R		5451		4,36							
			S		5515		4,41							
			T		5660		5,33							
			<b>ΣΥΝ.</b>		<b>16626</b>	0,81	<b>14,10</b>							

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι.2 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΚΛΑΔΙΖΟΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΡΟΦ. ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΔΕΗ: ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ																								
Τμήμα Δικτύου	Αριθμός Φάσεων	Μήκος Γραμμής	Φορτίο Γραμμής	Ένταση ρεύματος	Ένταση ρεύματος			I <sub>0</sub> =P/230		I' <sub>0</sub> =I <sub>0</sub> / Σ.Δ.				I <sub>0</sub> =P/230		I' <sub>0</sub> =I <sub>0</sub> / Σ.Δ.				I <sub>0</sub> =P/230		I' <sub>0</sub> =I <sub>0</sub> / Σ.Δ.		
		L1 (m)	P1 (VA)	I <sub>01</sub> (A)	I' <sub>01</sub> (A)	L2 (m)	P2 (VA)	I <sub>02</sub> (A)	I' <sub>02</sub> (A)	L3 (m)	P3 (VA)	I <sub>03</sub> (A)	I' <sub>03</sub> (A)	L4 (m)	P4 (VA)	I <sub>04</sub> (A)	I' <sub>04</sub> (A)	L5 (m)	P5 (VA)	I <sub>05</sub> (A)	I' <sub>05</sub> (A)			
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	<b>ΙΦ.12</b>	S	7	375	1,63	2,23	19	375	1,63	2,23														
	<b>ΙΦ.15</b>	R	5	90	0,39	0,54	6,5	65	0,28	0,39	8	65	0,28	0,39	9,5	65	0,28	0,39	12,5	22,5	0,10	0,13		
	<b>ΙΦ.16</b>	R	6	22,5	0,10	0,13	11	22,5	0,10	0,13	21	22,5	0,10	0,13	8	22,5	0,10	0,13	10,5	22,5	0,10	0,13		
ΡΕΥΜΑΤΟΔ.	<b>ΙΡ.8</b>	S	7	250	1,09	1,49	8	250	1,09	1,49	9,5	250	1,09	1,49	10,5	250	1,09	1,49						
	<b>ΙΡ.10</b>	T	15	250	1,09	1,49	20	250	1,09	1,49														
	<b>ΙΡ.12</b>	R	19,5	250	1,09	1,49	20,5	250	1,09	1,49	23,5	250	1,09	1,49										
	<b>ΙΡ.13</b>	S	9,5	250	1,09	1,49	8,5	250	1,09	1,49	10,5	250	1,09	1,49	11,5	250	1,09	1,49						

ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΠΙΝΑΚΑ Ι.2

		I <sub>0</sub> =P/230	I' <sub>0</sub> =I <sub>0</sub> / Σ.Δ.			I <sub>0</sub> =P/230	I' <sub>0</sub> =I <sub>0</sub> / Σ.Δ.	Συντελεστής Διόρθωσης	Σύνολο Σ(I' x L )	Ειδική Αντίσταση Χαλκού ρ (Ωmm <sup>2</sup> /m)	Επιθ. Διατομή S (mm <sup>2</sup> )	Πτώση Τάσης (<9,2V) u=2*ρ* Σ (I' * L)/S (V)	Ασφάλεια (A)
L6 (m)	P6 (VA)	I <sub>06</sub> (A)	I' <sub>06</sub> (A)	L7 (m)	P7 (VA)	I <sub>07</sub> (A)	I' <sub>07</sub> (A)	Σ.Δ. από ΕΛΟΤ πίν. 52-E4					
								0,73	58,07	0,0186	1,5	1,44	10
13,5	22,5	0,10	0,13	16,5	22,5	0,10	0,13	0,73	14,12	0,0186	1,5	0,35	10
11,5	22,5	0,10	0,13	12,5	22,5	0,10	0,13	0,73	9,11	0,0186	1,5	0,23	10
								0,73	52,11	0,0186	2,5	0,78	16
								0,73	52,11	0,0186	2,5	0,78	16
								0,73	94,55	0,0186	2,5	1,41	16
								0,73	59,56	0,0186	2,5	0,89	16



ΠΙΝΑΚΑΣ Π.1 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΡΟΦ. ΑΠΟ ΔΕΗ Ή Η/Ζ : ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ														
	Τμήμα Δικτύου	Αριθμός Φάσεων	Μήκος Γραμμής L (m)	Φορτίο Γραμμής P (VA)	CosΦ	Φορτίο Γραμμής P (kW)	Επιθ. Διατομή S (mm <sup>2</sup> )	Ένταση ρεύματος I <sub>0</sub> =P/230 (A)	Συντελεστής Διόρθωσης Σ.Δ από ΕΛΟΤ πίν. 52-Ε4	Ένταση ρεύματος I'=I <sub>0</sub> /Σ.Δ. (A)	Ειδική Αντίσταση Χαλκού ρ (Ωmm <sup>2</sup> /m)	Πτώση Τάσης (<9,2V) u=2*ρ* I' * L / S (V)	Ασφάλεια (A)	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1	ΠΦ.2	R	17	390	0,8	0,31	1,5	1,70	0,73	2,32	0,0186	0,98	10
	2	ΠΦ.4	S	23	390	0,8	0,31	1,5	1,70	0,73	2,32	0,0186	1,32	10
	3	ΠΦ.5	T	20	250	0,8	0,20	1,5	1,09	0,73	1,49	0,0186	0,74	10
	4	ΠΦ.6	S	25	250	0,8	0,20	1,5	1,09	0,73	1,49	0,0186	0,92	10
	5	ΠΦ.9	S	12	400	0,8	0,32	1,5	1,74	0,73	2,38	0,0186	0,71	10
	6	ΠΦ.10	T	15	400	0,8	0,32	1,5	1,74	0,73	2,38	0,0186	0,89	10
	7	ΠΦ.11	R	20	400	0,8	0,32	1,5	1,74	0,73	2,38	0,0186	1,18	10
	8	ΠΦ.13	S	18	260	0,8	0,21	1,5	1,13	0,73	1,55	0,0186	0,69	10
PE	9	ΠΡ.1	T	17	750	0,8	0,60	2,5	3,26	0,73	4,47	0,0186	1,13	16
ΚΙΝΗΣΗ	10	ΠΚ.3	R	11	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,49	16
	11	ΠΚ.4	S	21	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,93	16
	12	ΠΚ.5	T	20	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,89	16
	13	ΠΚ.6	R	24	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	1,06	16
			R		1790		1,43							
			S		1800		1,44							
			T		1900		1,52							
			<b>ΣΥΝ.</b>		<b>5490</b>	0,80	<b>4,39</b>							

ΠΙΝΑΚΑΣ III.1 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΡΟΦ. ΑΠΟ ΔΕΗ Ή UPS - Η/Ζ: ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ														
	Τμήμα Δικτύου	Φάση	Μήκος Γραμμής L (m)	Φορτίο Γραμμής P (VA)	CosΦ	Φορτίο Γραμμής P (kW)	Επιθ. Διατομή S (mm <sup>2</sup> )	Ένταση ρεύματος I <sub>ο</sub> =P/230 (A)	Συντελεστής Διόρθωσης Σ.Δ από ΕΛΟΤ πίν. 52-Ε4	Ένταση ρεύματος Γ'=I <sub>ο</sub> /Σ.Δ. (A)	Ειδική Αντίσταση Χαλκού ρ (Ωmm <sup>2</sup> /m)	Πτώση Τάσης (<9,2V) u=2*ρ* Γ' * L / S (V)	Ασφάλεια (A)	
ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	1	ΠΠ2	R	20	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,89	16
	2	ΠΠ3	S	20	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,89	16
	3	ΠΠ4	T	20	500	0,8	0,40	2,5	2,17	0,73	2,98	0,0186	0,89	16
	4	ΠΠ7	R	10	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	0,89	16
	5	ΠΠ9	S	15	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	1,33	16
	6	ΠΠ11	T	19	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	1,68	16
	7	ΠΠ15	R	8	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	0,71	16
	8	ΠΠ17	S	4	1000	0,8	0,80	2,5	4,35	0,73	5,96	0,0186	0,35	16
ΚΙΝΗΣΗ	9	ΠΚ9	T	12	50	0,8	0,04	1,5	0,22	0,73	0,30	0,0186	0,09	10
	10	ΠΚ10	T	12	50	0,8	0,04	1,5	0,22	0,73	0,30	0,0186	0,09	10
	11	ΠΚ11	T	24	50	0,8	0,04	1,5	0,22	0,73	0,30	0,0186	0,18	10
	12	ΠΚ12	T	7	200	0,8	0,16	1,5	0,87	0,73	1,19	0,0186	0,21	10
	13	ΠΚ13	T	7	250	0,8	0,20	1,5	1,09	0,73	1,49	0,0186	0,26	10
	14	ΠΚ14	T	8	200	0,8	0,16	1,5	0,87	0,73	1,19	0,0186	0,24	10
		R		2500		2,00								
		S		2500		2,00								
		T		2300		1,84								
		<b>ΣΥΝ.</b>		<b>7300</b>	<b>0,80</b>	<b>5,84</b>								

<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ II.1+III1 [ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ Η/Ζ]</b>					
<b>R</b>	4290		3,43		
<b>S</b>	4300		3,44		
<b>T</b>	4200		3,36		
<b>ΣΥΝ.</b>	<b>12790</b>	<b>VA</b>	<b>10,23</b>	<b>KW</b>	
<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ I1+II.1+III1 [ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΔΕΗ]</b>					
<b>R</b>	9741		7,79		
<b>S</b>	9815		7,85		
<b>T</b>	9860		8,69		
<b>ΣΥΝ.</b>	<b>29416</b>	<b>VA</b>	<b>24,33</b>	<b>KW</b>	

#### 4.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΠΙΝΑΚΑ

Για να υπολογιστεί το μέγιστο εμφανιζόμενο ρεύμα σε κάποιο ηλεκτρικό πίνακα βάσει του οποίου θα υπολογιστεί η διάταξη διακοπής και το τροφοδοτικό καλώδιο του πίνακα ακολουθείται στο παρακάτω φύλλο υπολογισμού η εξής διαδικασία :

Αναγράφονται όλα τα φορτία που θα τροφοδοτήσει ο πίνακας, η εγκατεστημένη ισχύς τους, οι συντελεστές ζήτησης τους και εκτελούνται οι αριθμητικές πράξεις, όπως αυτές αναγράφονται στο φύλλο υπολογισμού, ώστε να προκύψουν η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του πίνακα, ο συνολικός συντελεστής ζήτησης καθώς και η συνολική μέγιστη πιθανή ζήτηση ισχύος.

Αναγράφεται η εγκατεστημένη ισχύς ανά φάση, όπως υπολογίστηκαν από τους προηγούμενους πίνακες, και από την πιο βεβαρημένη φάση προκύπτει η μέγιστη εμφανιζόμενη ένταση του πίνακα. Η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται με τον συνολικό συντελεστή ζήτησης του πίνακα από όπου προκύπτει η πιθανή μέγιστη εμφανιζόμενη ένταση ρεύματος στον πίνακα.

Προσαυξάνεται η προηγούμενη τιμή ρεύματος λόγω εφεδρείας 20%.

Από το άθροισμα που προκύπτει επιλέγεται το διακοπτικό υλικό του πίνακα.

Από τον πίνακα ΕΛΟΤ 52-Ε1 λαμβάνουμε συντελεστή διόρθωσης ίσο με μονάδα. Έπειτα επιλέγουμε τη διατομή του παροχικού καλωδίου με βάση τον πίνακα ΕΛΟΤ 52-Κ1 θεωρώντας εντοιχισμένη όδευση εντός σωλήνα.

Στη συνέχεια για τη διατομή που επιλέξαμε κάνουμε έλεγχο πτώσης τάσης.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ					
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Ι					
		(1)	(2)	(3)	
A/A	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ P <sub>ΕΓΚ</sub> (VA)	(Σ.Ζ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΙΘΑΝΗ ΖΗΤΗΣΗ P <sub>ΖΗΤ</sub> (VA)	
1	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	2833	1,00	2833	
2	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΒΙΤΡΙΝΑΣ	500	1,00	500	
3	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΛΩΝ	400	1,00	400	
4	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	1825	1,00	1825	
5	ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	158	0,00	0	
6	ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	12500	0,80	10000	
7	RACK	1000	1,00	1000	
8	ΣΤΕΓΝΩΤΗΡΑΣ ΧΕΡΙΩΝ	2500	0,80	2000	
9	ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	4000	0,80	3200	
10	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ	900	1,00	900	
11	ΡΟΛΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	2000	0,00	0	
12	ΚΑΜΕΡΑ	150	1,00	150	
13	ΠΑΡΟΧΗ CCTV	200	1,00	200	
14	ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ	250	1,00	250	
15	ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ	200	1,00	200	
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>		<b>29.416</b>	<b>0,7975</b>	<b>23.458</b>	
<b>(β) ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΑΣΕΩΝ</b>		<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>			
<b>R</b>	<b>9741,0</b>	VA			
<b>S</b>	<b>9815,0</b>	VA			
<b>T</b>	<b>9860,0</b>	VA			
<b>A</b>	<b>ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΜΦΑΝΙΖΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ</b>	$\max(\beta)/U_{\phi} = 9.860/230 =$	42,87	A	
<b>B</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΖΗΤΗΣΕΩΣ</b>	$(3)/(1) = 23.458/29.416 =$	0,7975	A	
<b>Γ</b>	<b>ΕΝΤΑΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΖΗΤΗΣΕΩΣ ΓΙΑ ΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΑΣΕΩΝ</b>	$(3)/(3^{1/2} \cdot U_{\phi}) = 23.458/(3^{1/2} \times 400) =$	33,86	A	
<b>Δ</b>	<b>ΠΙΘΑΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΜΦΑΝ. ΕΝΤΑΣΗ</b>	$A \times B = 42,87 \times 0,7975 =$	34,19	A	
<b>E</b>	<b>ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ</b> (α) ΛΟΓΩ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ 20% : Δ x 20% = 34,19x20%	20%	6,84	A	
<b>ΣΤ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ = Δ + Ε = 34,19 + 6,84 =</b>		<b>41,02</b>	<b>A</b>	
<b>Z</b>	ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ	<b>ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 160Α ΜΕ ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΑ 63Α</b>		
		ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΚΑΛΩΔΙΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ 52-Κ1 ΓΙΑ ΕΝΤΟΙΧΙΣΜΕΝΗ ΟΔΕΥΣΗ ΕΝΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	<b>J1VV-R 5X16mm<sup>2</sup></b>		
		ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΠΙΝΑΚΑ ΑΠΟ :	<b>ΜΕΤΡΗΤΗ ΔΕΗ</b>		
<b>ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ</b>					
<b>H</b>	<b>Μήκος Γραμμής απο μετρητή ως πίνακα</b> L (m)	<b>Ένταση ρεύματος</b> I (A)	<b>Ειδική Αντίσταση Χαλκού</b> ρ (Ωmm <sup>2</sup> /m)	<b>Επιθ. Διατομή</b> S (mm <sup>2</sup> )	<b>Πτώση Τάσης (&lt;9,2V)</b> u=2*ρ* I * L / S (V)
	30	41,02	0,0186	16	<b>2,86</b>

#### 4.1.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ

Στη παραπάνω συγκεντρωτική λίστα καταναλωτών καθορίζονται οι καταναλωτές που θα τροφοδοτούνται από το Η/Ζ σε περίπτωση απουσίας της τάσης Δικτύου Δ.Ε.Η. Από την λίστα αυτή εξάγεται ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των καταναλωτών σε λειτουργία από το Η/Ζ και με ετεροχρονισμό μονάδα (1), είναι **10,23 kW**.

Η εγκατεστημένη ισχύς των καταναλωτών που θα τροφοδοτούνται από το Η/Ζ :	$Q = 10,23 \text{ kW}$
Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού, θεωρούμε ότι είναι :	$\eta = 1$
Ο συντελεστής ισχύος του Η/Ζ, που είναι :	$\cos\varphi = 0,80$
Ισχύς κινητήρα	$Q_k = 0,40 \text{ kW}$
Προσαυξήσεις απωλειών κινητήρων	$0,40 \times 25\% = 0,10 \text{ kW}$

Για λόγους επάρκειας χρησιμοποιήσαμε την εγκατεστημένη ισχύ και όχι την απορροφούμενη.

Θα πρέπει να εξεταστεί η χειρότερη περίπτωση φόρτισής του Η/Ζ που είναι, κατά την εκκίνηση του μεγαλύτερου σε ισχύ κινητήρα, με όλα τα άλλα φορτία / καταναλωτές που τροφοδοτούνται από αυτό σε λειτουργία.

Ο μεγαλύτερος σε ισχύ κινητήρας είναι **0,40 KW**. Χάριν των υπολογισμών για να έχουμε την δυσμενέστερη περίπτωση θεωρούμε ότι θα γίνει απ'ευθείας εκκίνηση έτσι κατά την εκκίνησή του βρίσκουμε, με γραμμική παρεμβολή, πως απαιτείται παραδοκική ισχύς από το Η/Ζ **2,48 KW** (Πιν.12.2 Π. Ντοκόπουλος «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών»).

Προσαυξήσεις απωλειών κινητήρων  $25\% = 0,1 \text{ KW}$

Συνεπώς :  $[(10,23 - 0,40) \text{ KW} + 2,48 \text{ KW} + 0,1 \text{ KW}] = 12,41 \text{ KWatt}$

και  $12,41 \text{ kW} / 0,8 = 15,51 \text{ KVA}$

Έτσι επιλέγεται Η/Ζ ισχύος **15,7 kVA**, συνεχούς λειτουργίας.

#### 4.1.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΖΕΥΓΟΥΣ, ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

##### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ και ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

Το ονομαστικό ρεύμα είναι:

$$I_N = 15,7\text{KVA} / \sqrt{3} \times 400\text{KV} = \mathbf{22,69\text{ A}}$$

$$I_N = I_o \times n_1 \times n_2 \times N$$

όπου

$$n_1 = 0,94 \text{ συντελεστής διόρθωσης για } \Theta = 35^\circ\text{C από πίνακα ΕΛΟΤ 52-Δ1}$$

$$n_2 = 0,80 \text{ συντελεστής διόρθωσης γεινίασης από πίνακα ΕΛΟΤ 52-Ε1}$$

$$N = \text{αριθμός καλωδίων ανά φάση}$$

$$I_N = I_o \times n_1 \times n_2 \times N \Rightarrow I_o = 22,69 / 0,94 \times 0,80 \times 1 = 22,69 / 0,752 = \mathbf{30,17\text{ A}}$$

Άρα από τον πίνακα ΕΛΟΤ 52-Κ1 για πολυπολικό καλώδιο **J1VV-R** και όδευση σε σωλήνα επιλέγω διατομή **5 x 10 mm<sup>2</sup>**

Για ονομαστικό ρεύμα 22,69 A, επιλέγεται αυτόματος διακόπτης ονομαστικής έντασης **32A**.

##### ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Για ρεύμα 30,17A, μήκος καλωδίου 11m και καλώδιο 10mm<sup>2</sup> η πτώση τάσης είναι :

$$u = 2 \times \rho \times I \times L / S = 2 \times 0,0186 \times 30,17 \times 11 / 10 = \mathbf{1,23\text{ Volts} < 9,2\text{ Volts}}$$

## 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ

### Φωτισμός κυρίου χώρου καταστήματος

Ο φωτισμός  $E = 500$  ως  $1000$  lux για εσωτερικό εμπορικού καταστήματος είναι ικανοποιητικός.

Επιλέγουμε χρήση φωτιστικού σώματος με 2 λαμπτήρες φθορισμού με συντελεστή απόδοσης  $\eta = 60\%$  και λαμπτήρα φωτισμού  $26$  W, φωτεινής ροής  $2400$  lumen.

Έχουμε μήκος χώρου  $10,20$  m και πλάτος  $8,4$  m (εμβαδόν  $A = 85,68$  m<sup>2</sup>).

Ενεργό ύψος  $h =$  ολικό ύψος - ύψος ανάρτησης φωτιστικού σώματος - ύψος επιφάνειας εργασίας =  $H - H_{\text{φσ}} - H_{\text{εργ}} = 3 - 0 - 0,8 = 2,20$  m

Υπολογίζουμε τον δείκτη χώρου:

$$k = (2M + 8\pi) / (10xh) = (2 \times 10,2 + 8 \times 8,4) / (10 \times 2,2) = 3,98$$

Για οροφή ανοιχτού χρώματος από πίνακες έχουμε  $0,5$  συντελεστή ανάκλασης, για τοίχους με ανοιχτό χρώμα από πίνακες έχουμε  $0,5$  συντελεστή ανάκλασης και για μέσο βαθμό ρύπανσης των φωτιστικών και τακτικό προβλεπόμενο καθαρισμό λαμβάνουμε, από πίνακες προμηθευτή τον συντελεστή συντήρησης  $D = 1,0$ .

Η απαιτούμενη φωτεινή ισχύς για  $E = 800$  lux είναι:

$$\Phi = (E \times A \times D) / \eta = (800 \times 85,68 \times 1,0) / 0,6 = 114.240 \text{ lumen}$$

Κάθε φωτιστικό σώμα έχει 2 λαμπτήρες  $2.400$  lumen ο καθένας, δηλαδή συνολική  $4.800$  lumen. Άρα απαιτούμενος αριθμός λαμπτήρων:

$$N = \Phi / \Phi_{\lambda} = 114.240 / 2.400 = 48 \text{ τεμ. λαμπτήρες}$$

Και απαιτούμενος αριθμός φωτιστικών σωμάτων:  $N_{\text{φσ}} = N / 2 = 24$  τεμ.

Βάσει των παραπάνω τοποθετούνται 48 λαμπτήρες για τον φωτισμό του κυρίως χώρου. Η απόδοση της εγκατάστασης είναι:

$$E = (N_{\lambda} \times \Phi_{\lambda} \times \eta) / (A \times D) = (48 \times 2.400 \times 0,6) / (85,68 \times 1,0) = 807 \text{ lux}$$

Οι παραπάνω φωτοτεχνικοί υπολογισμοί γίνονται και για τους υπόλοιπους χώρους του καταστήματος και συγκεντρώνονται στα φύλλα υπολογισμών που ακολουθούν.



**Α. ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ - ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΥΡΙΟΥ ΧΩΡΟΥ**

**1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΟΥ**

ΧΡΗΣΗ	ΚΥΡΙΟΣ ΧΩΡΟΣ					
ΜΗΚΟΣ	M			10,20	m	
ΠΛΑΤΟΣ	Π			8,40	m	
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	A	= MxΠ =	=10,20x8,4=	85,68	m <sup>2</sup>	
ΥΨΟΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	H			3,00	m	
ΥΨΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	h <sub>εργ</sub>			0,80	m	
ΕΝΕΡΓΟ ΥΨΟΣ (H - H <sub>φσ</sub> - H <sub>εργ</sub> )	h	= H-H <sub>φσ</sub> -H <sub>εργ</sub> =	=3-0-0,8=	2,20	m	
ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΟΥ	k	= (2xM+8xΠ) / (10xh) =	=(2x10,2+8x8,4)/(10x2,2)=	3,98		
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΟΡΟΦΗΣ	rc			0,5	0,7-0,5-0,3	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΙΧΩΝ	rw			0,5	0,5-0,3-0,1	
<b>ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ</b>	<b>E</b>	<b>500-1000</b>		<b>800</b>	<b>lux</b>	<b>ΠΙΝΑΚΕΣ</b>

**2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ					
ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΜΕΣΟΣ					
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	2xPL- 26W					
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ρ			26	watt	ΚΑΤ/ΤΗΣ
ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	Φλ			2.400	lumen	ΚΑΤ/ΤΗΣ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΑΝΑ Φ.Σ.	v			2	τεμ.	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	D			1,00		ΠΙΝΑΚΕΣ
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	n			0,6		ΠΙΝΑΚΕΣ
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	Φ	= (ExAxD) / n =	=(800x85,68x1,00)/0,6=	114.240	lumen	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	N	= Φ/Φλ =	=114.240/2.400=	48	τεμ.	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤ. ΣΩΜΑΤΩΝ	N <sub>φσ</sub>	= N/v =	=48/2=	24	τεμ.	
ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	Nλ			48	τεμ.	
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</b>	<b>E</b>	<b>= (NλxΦλxη) / (AxD)=</b>	<b>=(48x2.400x0,6)/(85,68x1,00)=</b>	<b>807</b>	<b>LUX</b>	<b>ΔΕΚΤΟ</b>
ΙΣΧΥΣ ΕΓΚ/ΣΗΣ	P	= Nλxρ =	=48x26=	1.248	watt	

## B. ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ - ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΓΡΑΦΕΙΟΥ

## 1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΧΡΗΣΗ	ΓΡΑΦΕΙΟ				
ΜΗΚΟΣ	M			4,20	m
ΠΛΑΤΟΣ	Π			2,70	m
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	A	= MxΠ =	=4,2x2,7=	11,34	m <sup>2</sup>
ΥΨΟΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	H			3,00	m
ΥΨΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	h <sub>εργ</sub>			0,80	m
ΕΝΕΡΓΟ ΥΨΟΣ (H - H <sub>φσ</sub> - H <sub>εργ</sub> )	h	= H-H <sub>φσ</sub> -H <sub>εργ</sub> =	=3-0-0,8=	2,20	m
ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΟΥ	k	= (2xM+8xΠ) / (10xh) =	=(2x4,20+8x2,70)/(10x2,2)=	1,36	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΟΡΟΦΗΣ	rc			0,5	0,7-0,5-0,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΙΧΩΝ	rw			0,3	0,5-0,3-0,1
ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	E	250-500		500	lux ΠΙΝΑΚΕΣ

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ					
ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΜΕΣΟΣ					
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	2xPL- 26W					
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	p			26	watt	ΚΑΤ/ΤΗΣ
ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	Φλ			2.400	lumen	ΚΑΤ/ΤΗΣ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΑΝΑ Φ.Σ.	v			2	τεμ.	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	D			3,50		ΠΙΝΑΚΕΣ
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	n			0,6		ΠΙΝΑΚΕΣ
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	Φ	= (ExAxD) / n =	=(500x11,34x3,50)/0,6=	33.075	lumen	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	N	= Φ/Φλ =	=33.075/2.400=	14	τεμ.	
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤ. ΣΩΜΑΤΩΝ	N <sub>φσ</sub>	= N/v =	=14/2=	7	τεμ.	
ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	N <sub>λ</sub>			16	τεμ.	
ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	E	= (N <sub>λ</sub> xΦ <sub>λ</sub> xn) / (AxD)=	=(16x2.400x0,6)/(11,34x3,50)=	580	LUX	ΔΕΚΤΟ
ΙΣΧΥΣ ΕΓΚ/ΣΗΣ	P	= N <sub>λ</sub> xp =	=16x26=	416	watt	

## Γ. ΦΩΤΕΙΝΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ - ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΗΣ

## 1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΧΡΗΣΗ	ΑΠΟΘΗΚΗ				
ΜΗΚΟΣ	M			3,80	m
ΠΛΑΤΟΣ	Π			2,50	m
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	A	= MxΠ =	=3,80x2,50=	9,50	m <sup>2</sup>
ΥΨΟΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	H			3,00	m
ΥΨΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	h <sub>εργ</sub>			0,00	m
ΕΝΕΡΓΟ ΥΨΟΣ (H - H <sub>φσ</sub> - H <sub>εργ</sub> )	h	= H-H <sub>φσ</sub> -H <sub>εργ</sub> =	=3-0-0=	3,00	m
ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΩΡΟΥ	k	= (2xM+8xΠ) / (10xh) =	=(2x3,80+8x2,50)/(10x3)=	0,92	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΟΡΟΦΗΣ	rc			0,5	0,7-0,5-0,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΙΧΩΝ	rw			0,3	0,5-0,3-0,1
<b>ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ</b>	<b>E</b>	<b>150-200</b>		<b>200</b>	<b>lux</b>

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ				
ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	ΑΜΕΣΟΣ				
ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ΣΚΑΦΑΚΙ ΟΡΟΦΗΣ 2x36W				
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ρ			36	watt
ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	Φλ			4.800	lumen
ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΑΝΑ Φ.Σ.	v			2	τεμ.
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	D			3,50	ΠΙΝΑΚΕΣ
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	n			0,6	ΠΙΝΑΚΕΣ
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	Φ	= (E <sub>x</sub> A <sub>x</sub> D) / n =	=(200x9,50x3,50)/0,6=	11.083	lumen
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	N	= Φ/Φλ =	=11.083/4.800=	2	τεμ.
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤ. ΣΩΜΑΤΩΝ	N <sub>φσ</sub>	= N/v =	=2/2=	1	τεμ.
ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΜΕΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	N <sub>λ</sub>			2	τεμ.
<b>ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ</b>	<b>E</b>	<b>= (N<sub>λ</sub>xΦλxη) / (AxD)=</b>	<b>=(2x4.800x0,6)/(9,50x3,50)=</b>	<b>173</b>	<b>LUX</b>
ΙΣΧΥΣ ΕΓΚ/ΣΗΣ	P	= N <sub>λ</sub> xρ =	=2x36=	72	watt

ΔΕΚΤΟ

**ΜΕΡΟΣ Δ:**  
**ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ**

## 5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"
- [2] Βιβλίο «Νέα Υ.Δ.Ε. και Πρωτόκολλα Ελέγχου Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων» των Σαλευρή – Χαντζησοφianού
- [3] Ιστοσελίδα: <http://www.shenh.gr/shenh/elektrismos/131-elektrismos.html>
- [4] Ιστοσελίδα: <http://ehe-greece.blogspot.gr/> - πληροφορίες για πίνακες
- [5] Ιστοσελίδα: <http://el.wikipedia.org/wiki/Καλώδιο> άρθρο «Καλώδιο» - στοιχεία για είδη καλωδίων
- [6] Ιστοσελίδα:  
[http://www.netwar.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=66&Itemid=86](http://www.netwar.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=86) άρθρο «Υποδομή Καλωδιώσεων»
- [7] Ιστοσελίδα: <http://13epal-esp-thess.thess.sch.gr/fuse.htm> σημειώσεις από 13<sup>ο</sup> ΕΣΠΕΡΙΝΟ ΕΠΑΛ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
- [8] Ιστοσελίδα: <http://ehe-greece.blogspot.gr/2012/02/66-electrology.html> άρθρο καθηγητή Μιλτιάδη Κάπου «Θέση Γενικού διακόπτη, Γενικών ασφαλειών και ΔΔΡ στο γενικό πίνακα»
- [9] Άρθρο «Φως και Τεχνητός Φωτισμός» του Κώστα Μαθιό - Σύμβουλο Φωτισμού του LUCARTE
- [10] Άρθρο «Φωτισμός με οπτικές ίνες» του Κώστα Μαθιό Σύμβουλο Φωτισμού του LUCARTE
- [11] Σημειώσεις φωτοτεχνίας και διαγράμματα από εταιρεία «Petridis lightning»
- [12] Ιστοσελίδα: <http://www.greekarchitects.gr/> - άρθρο «Φωτισμός ανάδειξης με συστήματα οπτικών ινών Θεόδωρος Δ. Κοντορήγας BSc MBA MSc Ειδικός Σύμβουλος - Μελετητής Αρχιτεκτονικού Φωτισμού».
- [13] Ιστοσελίδα:  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/texnitos\\_fotismos\\_lamptires.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos_lamptires.htm) άρθρο: τεχνητός φωτισμός
- [14] Ιστοσελίδα: <http://www.tmltd.gr/electrical/ups.htm> άρθρο: «Συστήματα

αδιάλειπτης παροχής ισχύος - U.P.S.»

- [15] Βιβλίο Τ.Ε.Ε «Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Β Τεύχος» – Στοιχεία για Η/Ζ
- [16] Ιστοσελίδα: <http://el.wikipedia.org/wiki/UPS> άρθρο: «UPS»
- [17] Ιστοσελίδα: <http://sinagermos.wordpress.com/> άρθρο «Επιλέγοντας UPS»
- [18] Βιβλίο «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών» του Ντοκόπουλου – λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά ups
- [19] Άρθρο «επιλογή ups» Ιστοσελίδας της εταιρείας «nigico – power electronics» από τον Νομικό Δημήτρη
- [20] Βιβλίο «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις» Β' ΕΠΑΛ.
- [21] Βιβλίο «Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις» Τόμος Πρώτος Αντωνίου Κ. Φακάρου Ηλεκτρολόγου – Μηχανολόγου Ε.Μ.Π.
- [22] Κατάλογος καλωδίων της «CABLE Ελληνικά καλώδια»
- [23] Ημερίδα ΕΛΕΜ Ε.Μ.Π.– 16/12/2009 Παρουσίαση: «Δομημένη καλωδίωση στις πολυκατοικίες» του Μιχάλη Παιγνιγιάννη
- [24] Ιστοσελίδα: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rack\\_unit](http://en.wikipedia.org/wiki/Rack_unit) - άρθρο για RACK UNIT
- [25] Ιστοσελίδα: <http://www.elinco.gr> - πληροφορίες για συστήματα συναγερμού.
- [26] Ιστοσελίδα: <http://www.smartalarm.gr> - καλωδιώσεις συναγερμού
- [27] Ιστοσελίδα: <http://www.jablotron.gr/alarms.html> - πληροφορίες για συστήματα συναγερμού.
- [28] Κατάλογος εταιρείας: «Γ.ΠΑΡΠΑΝΕΛΑΣ Α.Ε - V.O.P. Cables» - τεχν. χαρακ. για καλώδια μεγαφωνικής εγκατάστασης
- [29] Ιστοσελίδα: <http://www.cameragr.com/products.html> - πληροφορίες για σύστημα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης.
- [30] Ιστοσελίδα: <http://oem.gr/main/index.php/diktiaka/3656-diktyakes-kameres> - πληροφορίες για δικτυακές κάμερες (IP)
- [31] Βιβλίο Τ.Ε.Ε «Ειδικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Α' Τεύχος» – Στοιχεία δομημένης καλωδίωσης και φωτοτεχνίας.