

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1254

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:
ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΝΕΣΤΟΡΙΔΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΔΡ. ΑΝΤΡΕΑΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ

ΠΑΤΡΑ ΜΑΙΟΣ 2012

«αφιερωμένο στη μητέρα μου και σε όσους πολεμούν να
κερδίσουν τη ζωή και να νικήσουν τον καρκίνο»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αυτή η εργασία αποτελεί ένα οδηγό για την μελέτη και τη σχεδίαση της ηλεκτρικής εγκατάστασης μίας κατοικίας, καθώς επίσης και των υλικών που χρειάζονται. Πιο συγκεκριμένα ξεκινάω περιγράφοντας τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό που χρειαζόμαστε (καλώδια, πίνακες, ασφάλειες κλπ.) με πίνακες επιλογής των κατάλληλων υλικών σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384. Συνεχίζω με τα βασικά βήματα που χρειάζεται να κάνει ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός για να συντάξει μία πλήρη μελέτη μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τέλος εστιάζω σε μία συγκεκριμένη κατοικία και υπολογίζω τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ και τον ακριβή αριθμό υλικών που χρειαζόμαστε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης είναι απαραίτητη για κάθε κατοικία γιατί μας δείχνει τι υλικά χρειάζονται και πως πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε να γίνει μια ασφαλής και άρτια για τον χρήστη κατοικία. Στο πρώτο κεφάλαιο κάνω περιγραφή του βασικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού ο οποίος είναι απαραίτητος σε όλες τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις όπως ο ηλεκτρολογικός πίνακας, τα όργανα προστασίας σε υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα (π.χ. ασφάλειες τήξης, μικροαυτόματοι, ΔΔΕ, ηλεκτρονόμοι), οι αγωγοί και τα καλώδια, οι διακόπτες τοίχου, οι ρευματοδότες, οι σωλήνες και τα κανάλια των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τέλος οι συσκευές καταναλώσεων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο δείχνω τα βασικά βήματα μελέτης μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Ξεκινάω με τα συστήματα τροφοδοσίας και τη γείωση εγκατάστασης, τις ισοδυναμικές συνδέσεις και τον υπολογισμό της διατομής των αγωγών για την κάθε μια γραμμή καταναλώσεων ξεχωριστά. Επίσης αναφέρομαι στην κατασκευή, τη διαμόρφωση και τη δομή του πίνακα διανομής και για το πώς θα εγκατασταθούν οι διατάξεις προστασίας, απομόνωσης, διακοπής και χειρισμού σε αυτόν. Τέλος αναφέρομαι στον έλεγχο της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Στο τρίτο κεφάλαιο υπολογίζω την εγκατεστημένη ισχύ σε μια συγκεκριμένη κατοικία. Κατασκευάζω το σχέδιο της κατοικίας και τους πίνακες των φορτίων των γραμμών των καταναλώσεων, τον τελικό πίνακα των γραμμών και το μονογραμμικό σχέδιο του ηλεκτρολογικού πίνακα, επίσης τον πίνακα των ρευμάτων, των διατομών και των οργάνων προστασίας και τέλος τον πίνακα κατανομής των γραμμών στις φάσεις.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | Σελίδα |
|---|--------|
| Πρόλογος | 2 |
| Περίληψη | 3 |
| Περιεχόμενα | 4 |
| Κεφάλαιο 1: περιγραφή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού | 7 |
| 1.1 Ηλεκτρολογικοί πίνακες | 7 |
| 1.2 Όργανα προστασίας σε υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα | 8 |
| I. ασφάλειες τήξης | 8 |
| II. διακόπτες (γενικά) | 11 |
| III. μικροαυτόματος | 12 |
| IV. διακόπτης διαφυγής έντασης (ΔΔΕ) | 14 |
| V. ηλεκτρονόμοι | 16 |
| 1.3 Αγωγοί και καλώδια | 21 |
| I. Πίνακας 1: μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε A) εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοίχιων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών | 23 |
| II. Πίνακας 2: μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε A) ηλεκτρικών γραμμών στον αέρα | 24 |
| III. Πίνακας 3: μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε A) καλωδίων στο έδαφος | 26 |
| IV. Πίνακας A1: συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C | 27 |
| V. Πίνακας A2: συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετική από 20°C | 28 |
| VI. Πίνακας A3: συντελεστές διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση εδάφους διαφορετικής από 2,5 Km/W | 28 |
| VII. Θερμοκρασία περιβάλλοντος | 29 |
| VIII. Θερμική αντίσταση εδάφους | 29 |
| IX. Ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων | 29 |

| | |
|--|----|
| X. Πλήθος φορτισμένων αγωγών σε ένα κύκλωμα | 30 |
| XI. Διατομές αγωγών | 30 |
| XII. Διακριτά χρώματα μονώσεων | 33 |
| XIII. Συμβολισμός καλωδίων | 33 |
| XIV. Τρόποι εγκατάστασης ηλεκτρικών γραμμών | 35 |
| 1.4 Σωλήνες και κανάλια Ε.Η.Ε | 37 |
| 1.5 Διακόπτες τοίχου | 37 |
| 1.6 Ρευματοδότες- ρευματολήπτες | 38 |
| 1.7 Συσσκευές και μηχανές καταναλώσεως | 38 |
| Κεφάλαιο 2: μελέτη- σχεδίαση- κατασκευή εγκατάστασης | 39 |
| 2.1 Βασικά μέρη μιας ΕΗΕ | 41 |
| 2.2 Βασικά βήματα μελέτης μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης | 41 |
| 2.3 Συστήματα τροφοδοσίας και γείωση εγκατάστασης | 43 |
| 2.4 Ισοδυναμικές συνδέσεις | 44 |
| 2.5 Υπολογισμός διατομής αγωγών των επιμέρους κυκλωμάτων | 45 |
| 2.6 Γραμμή μαγειρείου | 45 |
| 2.7 Γραμμή ηλεκτρικού θερμοσίφωνα | 46 |
| 2.8 Γραμμές φωτισμού | 47 |
| 2.9 Γραμμή ρευματοδοτών | 47 |
| 2.10 Γραμμή θερμοσυσσωρευτών | 48 |
| 2.11 Διατομή ουδέτερου αγωγού | 49 |
| 2.12 Διατομή αγωγών προστασίας | 49 |
| 2.13 Διατομή αγωγών γείωσης | 49 |
| 2.14 Διατομή αγωγών ισοδυναμικών συνδέσεων | 50 |
| 2.15 Μελέτη και σχεδίαση του πίνακα διανομής | 50 |
| 2.16 Διατάξεις προστασίας | 50 |
| 2.17 Διατάξεις απομόνωσης, διακοπής, χειρισμού | 52 |
| 2.18 Διαμόρφωση και δομή του πίνακα διανομής | 54 |
| 2.19 Κατασκευή του πίνακα διανομής | 55 |
| 2.20 Κατασκευή του δικτύου ηλεκτρικών γραμμών | 56 |
| 2.21 Εγκατάσταση του δικτύου σωληνώσεων | 56 |
| 2.22 Εγκατάσταση αγωγών και καλωδίων | 58 |
| 2.23 Εγκατάσταση υλικών και συσκευών- Συνδεσμολογίες | 60 |

| | |
|---|----|
| 2.24 Έλεγχος ηλεκτρικής εγκατάστασης | 61 |
| 2.25 Οπτικός έλεγχος | 62 |
| 2.26 Υπεύθυνη δήλωση εγκαταστάτη | 65 |
| Κεφάλαιο 3: Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος | 65 |
| 3.1 Σχέδιο κατοικίας | 66 |
| 3.2 Πίνακας φορτίων των επιμέρους δωματίων | 67 |
| 3.3 Πίνακας φορτίων φωτισμού- πριζών | 68 |
| 3.4 Πίνακας ιδιαίτερων γραμμών | 68 |
| 3.5 Πίνακας γραμμών φωτισμού | 68 |
| 3.6 Πίνακας γραμμών πριζών | 69 |
| 3.7 Τελικός πίνακας γραμμών | 69 |
| 3.8 Πίνακας ρευμάτων | 70 |
| 3.9 Πίνακας διατομών | 71 |
| 3.10 Πίνακας οργάνων προστασίας | 72 |
| 3.11 Πίνακας κατανομών των γραμμών στις φάσεις | 73 |
| 3.12 Μονογραμμικό σχέδιο ηλεκτρικού πίνακα | 74 |
| Βιβλιογραφία | 75 |

Κεφάλαιο 1:Περιγραφή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού

1.1 Πίνακες

Από το μετρητή της ΔΕΗ ξεκινά η κύρια γραμμή ή η γραμμή μετρητή-πίνακα που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στο Γενικό Πίνακα Διανομής της εγκατάστασης στον οποίο βρίσκονται τα απαραίτητα για τη λειτουργία, τον έλεγχο και την προστασία όργανα.

Μέσω ζυγών διακλαδώσεων και κατάλληλων ακροδεκτών η κύρια γραμμή διακλαδίζεται σε δευτερεύουσες γραμμές (κυκλώματα διακλαδώσεως) οι οποίες είτε συνδέονται άμεσα με τις συσκευές καταναλώσεως, είτε ιδίως σε μεγάλες εγκαταστάσεις τροφοδοτούν Υποπίνακες για την εξυπηρέτηση ομαδοποιημένων καταναλώσεων.

Σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ (μικρή ή μεγάλη) και το είδος των κυκλωμάτων (μονοφασικά ή τριφασικά) οι ηλεκτρικοί πίνακες διαχωρίζονται σε μονοφασικούς ή τριφασικούς. Οι τριφασικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για να περιορίσουμε την διατομή της γενικής γραμμής.

Όταν συναρμολογείται ένας ηλεκτρικός πίνακας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω οδηγίες (οι οποίες ισχύουν και για μονοφασικούς και για τριφασικούς ηλεκτρικούς πίνακες) :

- δεν διακόπτουμε τον αγωγό γείωσης
- στις καταναλώσεις άνω των 1, 5 KW χρησιμοποιούνται διπολικοί διακόπτες
- η γενική ασφάλεια είναι τήξεως, ενώ οι μερικές μικροαυτόματοι
- στις γενικές ασφάλειες τήξης η είσοδος γίνεται στον ακροδέκτη που καταλήγει στη μήτρα

Στη περίπτωση όμως τριφασικού πίνακα πρέπει να περιέχει:

- Γενικό τριπολικό διακόπτη διακοπής και των τριών φάσεων της τροφοδοσίας του πίνακα από το δίκτυο.
- Τρεις γενικές ασφάλειες τήξεως ,μια για κάθε φάση
- Διπολικούς διακόπτες για τα επιμέρους μονοφασικά κυκλώματα ισχύος
- Μερικές ασφάλειες (μικροαυτόματοι) των επιμέρους κυκλωμάτων (ασφάλειες τήξεως για εγκαταστάσεις κίνησης)
- Τριπολικούς διακόπτες για τα επιμέρους τριφασικά κυκλώματα.

Τα χρησιμοποιούμενα είδη ηλεκτρικών πινάκων είναι:

1.Γενικός πίνακας ή πίνακας διανομής

Είναι πάντοτε τριφασικός, χρησιμοποιείται για διανομή σε πίνακες φωτισμού ή κινήσεως και ευρίσκεται μετά το μετρητή στην είσοδο του κτηρίου.

Τύποι πινάκων διανομής:

α)Τυποποιημένοι χαλύβδινοι πίνακες. Το ηλεκτρολογικό υλικό για την προστασία και για τον έλεγχο της εγκατάστασης προσαρμόζεται και συναρμολογείται πάνω σε τυποποιημένη ράγια. Χρησιμοποιούνται για οικιακούς ή για μικρούς καταναλωτές και είναι είτε χωνευτοί είτε επιτοίχιοι .

β)Στεγανοί πίνακες κιβωτίων. Πολλά κιβώτια από πλαστικό ή αλουμίνιο το ένα δίπλα στο άλλο όπου κάθε κιβώτιο προορίζεται για συγκεκριμένη λειτουργία. Χρησιμοποιούνται σε χώρους που απαιτείται στεγανότητα και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

γ)Πίνακες πεδίου. Ντουλάπες η μία πάνω στην άλλη από χαλυβδοελάσματα. Στηρίζονται στο έδαφος, είναι προσπελάσιμες και από την μπροστά και από την πίσω πλευρά και χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και γενικά σε μεγάλους καταναλωτές άνω των 630 Α(όπως νοσοκομεία, πανεπιστήμια).

2.Πίνακες φωτισμού

Είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί ανάλογα με την ισχύ της εγκατάστασης και το είδος των φορτίων και τροφοδοτεί κυκλώματα φωτισμού κυρίως.

3.Πίνακες κινήσεως

Είναι συνήθως τριφασικοί και κυρίως τροφοδοτούν κυκλώματα κινήσεως.

1.2 Όργανα προστασίας σε υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη χαμηλή τάση

Τα όργανα προστασίας χαμηλής τάσης ανοίγουν ένα κύκλωμα, όταν το ρεύμα υπερβεί μία τιμή σε ένα καθορισμένο χρόνο και μάλιστα αυτόματα. Έχουμε τα εξής μέσα προστασίας:

-ασφάλειες τήξης (λέγονται και απλά ασφάλειες).

-αυτόματους διακόπτες (μικροαυτόματους γραμμών, αυτόματους προστασίας συσκευών, διακόπτες ισχύος, αυτόματους κινητήρων).

Κάθε γραμμή, καλώδιο ή συσκευή κατανάλωσης (όχι κινητήρας) μπορεί να προστατεύεται μέσω ασφαλειών τόσο έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως όσο και έναντι ρευμάτων υπερφορτίσεως. Στους κανονισμούς για λόγους απλουστεύσεως γίνεται δεκτό ότι η ένταση των ασφαλειών λαμβάνεται το πολύ ίση προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση του προστατευομένου αγωγού.

i)Ασφάλειες τήξης

Οι ασφάλειες τήξης τοποθετούνται στην αρχή της γραμμής ή του καλωδίου που πρόκειται να προστατεύσουν. Όταν κατά τη διαδρομή της γραμμής η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ελαττώνεται από κάποιο σημείο και μετά, είτε επειδή μειώθηκε η διατομή, είτε επειδή χρησιμοποιήθηκαν αγωγοί της ίδιας μεν διατομής αλλά που ανήκουν σε άλλη ομάδα, τότε στο σημείο αυτό πρέπει να παρεμβάλλεται ασφάλεια με ονομαστική ένταση που να αντιστοιχεί στη νέα μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών.

| Διατομή αγωγών[mm ²] | Μέγιστο ρεύμα γραμμής [A] | Ασφάλεια [A] |
|----------------------------------|---------------------------|--------------|
| 1 | 11 | 6 |
| 1.5 | 14 | 10 |
| 2.5 | 20 | 16 |
| 4 | 25 | 20 |
| 6 | 33 | 25 |
| 10 | 43 | 35 |
| 16 | 60 | 50 |
| 25 | 83 | 80 |
| 35 | 100 | 100 |
| 50 | 127 | 125 |

Εκλέγονται σύμφωνα με τα εξής στοιχεία:

- 1) ονομαστική τάση, π.χ.220/380V ,
- 2) η ονομαστική ένταση, η οποία είναι η μέγιστη τιμή του ρεύματος για να μην καταπονηθεί η μόνωση του αγωγού,
- 3) οι χαρακτηριστικές καμπύλες χρόνου τήξεως –έντασης από τις οποίες προκύπτουν οι χρόνοι στους οποίους επέρχεται η τήξη του τηκτού για διάφορες τιμές υπερέντασης ,
- 4) την ικανότητα διακοπής, δηλαδή το μέγιστο ρεύμα που μπορούν να διακόψουν υπό ορισμένη τάση χωρίς βλάβη.

Με κριτήριο τη λειτουργική τους συμπεριφορά οι ασφάλειες διακρίνονται σε κατηγορίες που χαρακτηρίζονται από δύο γράμματα.

Το πρώτο γράμμα συμβολίζει τη χαρακτηριστική χρόνου – έντασης για την οποία προορίζονται να προσφέρουν προστασία και είναι:

- **g** (general fuses), πλήρης προστασία, δηλ. ικανές να διακόπτουν ρεύματα από τη μικρότερη τιμή για την οποία τήκεται η ασφάλεια μέχρι την ονομαστική ικανότητα διακοπής. Με άλλα λόγια παρέχουν προστασία τόσο έναντι υπερφορτίσεων όσο και έναντι βραχυκυκλωμάτων.

- **a** (accompanied fuses), μερική προστασία, δηλ. ικανές να διακόπτουν ρεύματα με τιμές μόνο πάνω από ένα καθορισμένο πολλαπλάσιο της ονομαστικής έντασης. Με άλλα λόγια παρέχουν προστασία μόνο έναντι βραχυκυκλωμάτων.

Το δεύτερο γράμμα συμβολίζει το στοιχείο της εγκατάστασης στο οποίο προσφέρουν προστασία και μπορεί να είναι:

L (κατά IEC G)= γραμμές (Lines), M= κινητήρες (motor), S= διακόπτες (Switch), R= ανορθωτές (Rectifier).

Οι τύποι των ασφαλειών τήξης είναι:

- **οι κοχλιωτές ή βιδωτές**, οι οποίες αποτελούνται από :

- 1) την ασφαλειοθήκη
- 2) τη μήτρα προσαρμογής
- 3) το πώμα
- 4) το φυσίγγιο

Διακρίνονται σε:

A) diazed ή τύπου D, οι οποίες έχουν ονομαστική ένταση έως και 200 A και ικανότητα ρεύματος διακοπής 50 KA.

B) Neozed ή τύπου DO, οι οποίες έχουν διαστάσεις μικρότερες από εκείνες του τύπου D. Έχουν ονομαστική ένταση έως και 200 A και ικανότητα ρεύματος διακοπής έως και 25 KA.

- **μαχαιρωτές ή τύπου NH** ή χαμηλής τάσεως υψηλής ικανότητας διακοπής. Αποτελούνται από το σώμα κατασκευασμένο από πορσελάνη μέσα στο οποίο υπάρχει το τηκτό σε άμμο για τη σβέση του τόξου. Φέρει δυο μεταλλικά στελέχη τα οποία αποτελούν τους ακροδέκτες της. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές που απαιτούν τυποποιημένες ονομαστικές εντάσεις μεγαλύτερες από εκείνες των κοχλιωτών ασφαλειών. Υπάρχουν σε διάφορα τυποποιημένα μεγέθη σε σχέση με τις διαστάσεις τους όπως φαίνονται στο παρακάτω πίνακα

| Τυποποιημένα μεγέθη μαχαιρωτών ασφαλειών | |
|--|-------------------------------------|
| Μέγεθος | Ονομαστική ένταση σε [A] από –μέχρι |
| 00 | 6-100 |
| 0 | 6-160 |
| 1 | 80-250 |
| 2 | 200-400 |
| 3 | 315-630 |
| 4 | 500-1000 |
| 4 ^α | 500-1250 |

Επομένως εκτός από την ονομαστική ένταση πρέπει να προσδιορίζεται και το μέγεθος. Έχουν επίσης μεγαλύτερη ικανότητα διακοπής από εκείνης των κοχλιωτών ασφαλειών (50-100 KA).

- **Μικρές γυάλινες τύπου G.** Χρησιμοποιούνται για την προστασία συσκευών μικρής ισχύος και το τηκτό βρίσκεται μέσα σε γυάλινο σωλήνα.

ii) Οι διακόπτες

Οι διακόπτες είναι όργανα τα οποία μπορούν να ανοίγουν ή να κλείνουν ένα ή περισσότερα κυκλώματα αφού τους δοθεί μια εντολή λειτουργίας.

Υπάρχει μεγάλη σύγχυση στη διάκριση των διακοπών λόγω του ότι υπάρχουν πολλά είδη διακοπών, τα οποία συνδυάζονται μεταξύ τους προκειμένου να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη λειτουργία ή εφαρμογή.

Γενικά μπορούμε να τους διακρίνουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

A) διακόπτες ελέγχου ή εντολών, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για έλεγχο σε άλλα όργανα

A1) με μοχλίσκο

A2) περιστροφικοί

A3) με κουμπί

A4) με πλωτήρα (φλοτεροδιακόπτες)

B) διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για ζεύξη ή απόζευξη.

B1) αποζεύκτες, λειτουργούν υπό αμελητέα τάση ή ρεύμα.

B2) διακόπτες φορτίου, οι οποίοι συνδέουν ή αποσυνδέουν φορτία σε ομαλή λειτουργία (όχι βραχυκυκλώματα) μηχανικά ή ηλεκτρομαγνητικά.

B3) διακόπτες ισχύος ή αυτόματοι διακόπτες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για προστασία αφού ανοίγουν ή κλείνουν κυκλώματα σε συνθήκες σφαλμάτων.

B4) διακόπτες εκκίνησης κινητήρων. Ειδική κατηγορία διακοπών φορτίου για εκκίνηση, σταμάτημα ή αλλαγής φοράς κινητήρων, όπου μπορεί να είναι πολλαπλάσια του ονομαστικού.

Οι συνηθέστερες ανεπιθύμητες καταστάσεις που επιβαρύνουν τα κυκλώματα μιας εγκατάστασης είναι η υπερφόρτιση και το βραχυκύκλωμα.

- **Υπερφόρτιση** ενός κυκλώματος υπάρχει όταν το ρεύμα που διέρχεται από αυτό έχει τιμή μεγαλύτερη από αυτή για την οποία το κύκλωμα έχει σχεδιαστεί. Υπερφόρτιση μπορεί να προκληθεί από τη κακή κατάσταση μιας συσκευής ή από τη χρήση μιας συσκευής με ισχύ μεγαλύτερη από αυτή που το κύκλωμα μπορεί να προσφέρει.

- **Βραχυκύκλωμα** έχουμε στην περίπτωση άμεσης επαφής δύο σημείων ενός κυκλώματος που έχουν μεταξύ τους διαφορετικό δυναμικό (π.χ. επαφή της φάσης με τον ουδέτερο στην περίπτωση μιας γραμμής τροφοδοσίας AC ρεύματος.) Στο βραχυκύκλωμα το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα φτάνει σε πολύ μεγάλες τιμές.

Συνέπεια αυτών των ανεπιθύμητων καταστάσεων είναι η μείωση του χρόνου ζωής της εγκατάστασης, η καταστροφή συσκευών ή μηχανημάτων, ενώ μπορεί να προκληθεί μέχρι και ολική καταστροφή της εγκατάστασης από πυρκαγιά λόγω υπερθέρμανσης.

Η προστασία των αγωγών από υπερεντάσεις μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μικροαυτόματων διακοπών οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι τόσο με θερμικό στοιχείο για την προστασία από υπερφορτίσεις όσο και με μαγνητικό στοιχείο για την προστασία έναντι βραχυκυκλωμάτων.

iii) μικροαυτόματοι διακόπτες

Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά:

1) Η ονομαστική τιμή έντασης του ρεύματος: καθορίζει τη μέγιστη επιτρεπτή τιμή του ρεύματος μέχρι την οποία ο μικροαυτόματος δεν ενεργοποιείται.

2) Η χαρακτηριστική καμπύλη ρεύματος- χρόνου: καθορίζει τη συμπεριφορά του σε περίπτωση υπερφόρτισης και βραχυκυκλώματος.

Κάθε μικροαυτόματος περιέχει:

A) κυρίως διακόπτη: επαφές, θάλαμος σβέσης τόξου

B) θερμικό στοιχείο, το οποίο είναι ένα διμεταλλικό στοιχείο. Τα δύο επαπτόμενα μέταλλα έχουν διαφορετικό θερμικό συντελεστή. Υπό την επίδραση αυξημένης θερμοκρασίας, λόγω

σφάλματος, διαστέλλονται με διαφορετικό ρυθμό με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να σταματήσει η επαφή τους. Το θερμικό στοιχείο ενεργοποιείται όταν έχουμε υπερφόρτιση.

Γ) Το μαγνητικό στοιχείο: είναι ένας ηλεκτρομαγνήτης. Όταν το ρεύμα ξεπεράσει μία κρίσιμη τιμή λόγω σφάλματος, ο οπλισμός του ηλεκτρομαγνήτη έλκεται με αποτέλεσμα να ανοίξουν οι επαφές του. Το μαγνητικό στοιχείο ενεργοποιείται όταν έχουμε βραχυκύκλωμα.

- χαρακτηριστικές λειτουργίας: η συμπεριφορά ενός μικροαυτόματου διακόπτη ισχύος περιγράφεται από τις **χαρακτηριστικές λειτουργίας ρεύματος- χρόνου οι οποίες είναι:**

1) χαρακτηριστική B: καλύπτουν ανάγκες προστασίας γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα ωμικών φορτίων και γραμμών φωτισμού

2) χαρακτηριστική C :καλύπτουν ανάγκες προστασίας γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα κυκλώματα με ωμικά και ελαφρώς επαγωγικά φορτία.

3) χαρακτηριστική D : καλύπτουν ανάγκες προστασίας γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα φορτία ισχυρά επαγωγικά και φορτία με υψηλά ρεύματα εκκίνησης.

4) χαρακτηριστική K: είναι κατάλληλοι για την προστασία καλωδίων και εξοπλισμού. Εξαιτίας της αργής αντίδρασης του μαγνητικού στοιχείου, επιτυγχάνεται προστασία κυκλωμάτων τροφοδοσίας κινητήρων, λαμπτήρων χαμηλής τάσης, ηλεκτρονικών μπάλαστ, κλιματιστικών, μετασχηματιστών, κ.λ.π.

5) χαρακτηριστική Z: είναι κατάλληλοι για την προστασία διατάξεων ημιαγωγών και κυκλωμάτων μετασχηματισμού τάσης.

Οι μικροαυτόματοι μπαίνουν πάντα μετά τις ασφάλειες τήξης γιατί:

1) οι μικροαυτόματοι είναι ταχύτεροι (10 φορές) στη διακοπή της γραμμής, όταν παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα, από τις ασφάλειες τήξης. Για τον λόγο αυτό τους χρησιμοποιούμε στη μερική προστασία και σαν γενικές ασφάλειες τήξης, έτσι σε περίπτωση βλάβης θα πέσει πρώτα ο μικροαυτόματος της γραμμής που έχει βλάβη και δεν θα νεκρωθεί όλος ο πίνακας και συνεπώς όλη η εγκατάσταση με τις ανάλογες συνέπειες.

2) οι ασφάλειες τήξης κρίνονται ως αντιοικονομικές λόγω του ότι αντικαθίστανται (το φυσίγγιο), όταν δημιουργηθεί κάποιο σφάλμα, ενώ οι μικροαυτόματοι επαναοπλίζονται.

| Χαρακτηριστικές λειτουργίες | Θερμικό στοιχείο | | Χρόνος απόζευξης | Ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---|---------------------------|------------------|
| | Ρεύματα δοκιμών | | | Αντοχή μαγνητικού στοιχείου σε υπερένταση | Ελάχιστο σημείο απόζευξης | Χρόνος απόζευξης |
| | Ρεύμα μη ενεργοποίησης | Ρεύμα ενεργοποίησης | | | | |
| B | 1,13 In | | > 1h | 3 In | | > 0,1 s |
| | | 1,45 In | < 1h | | 5 In | < 0,1 s |
| < C | 1,13 In | | > 1h | 5 In | | > 0,1 s |
| | | 1,45 In | < 1h | | 10 In | < 0,1 s |
| D | 1,13 In | | > 1h | 10 In | | > 0,1 s |
| | | 1,45 In | < 1h | | 14 In | < 0,1 s |
| | | | | | | |
| K | 1,05 In | | > 2h | 8 In | | > 0,2 s |
| | | 1,2 In | < 2h | | 12 In | < 0,2 s |
| Z | 1,05 In | | > 1h | | | |
| | | 1,2 In | < 1h | | | |
| | 1,05 In | | > 2h | 2 In | | > 0,2 s |
| | | 1,2 In | < 2h | | 3 In | < 0,2 s |

Οι μικροαυτόματοι τοποθετούνται στο πίνακα διανομής και είναι σχεδιασμένοι για στήριξη σε ράγα. Διακρίνονται σε μονοπολικούς και τριπολικούς Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες διατάξεις που μανδαλώνονται στο πλάι τους:

- A) βοηθητική επαφή για σήμανση διακοπής του ουδέτερου
- B) βοηθητική επαφή για σήμανση απόζευξης λόγω υπερφόρτισης, διαρροής προς τη γη και βραχυκύκλωμα.
- Γ) βοηθητική επαφή για διάταξη πηνίου έλλειψης τάσης.
- Δ) βοηθητική επαφή για εξ' αποστάσεως απόζευξη του μικροαυτόματου.

iv) Διακόπτης Διαφυγής Έντασης

Ο ΔΔΕ βασίζεται στη σύγκριση των ρευμάτων των τροφοδοτικών αγωγών. Βασικό στοιχείο του ΔΔΕ είναι ο μετασχηματιστής έντασης. Ο αγωγός της φάσης και ο ουδέτερος (όχι όμως και ο αγωγός προστασίας) περνούν από ένα μαγνητικό δακτύλιο και αποτελούν το πρωτεύον τύλιγμα του μ/σ έντασης. Ο δακτύλιος φέρει το δευτερεύον τύλιγμα του μ/σ έντασης.

- Χωρίς σφάλμα προς τη γη μετά το ΔΔΕ ισχύει $I_a = I_n$ και άρα δεν αναπτύσσεται μαγνητική ροή στο δακτύλιο

- Με σφάλμα I_δ στη γη μετά το ΔΔΕ ισχύει $I_a = I_n + I_\delta$ και αναπτύσσεται μαγνητική ροή στο δακτύλιο η οποία επάγει τάση στο δευτερεύον και αν το ρεύμα I_δ υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή προκαλεί το άνοιγμα των πόλων του ΔΔΕ .

- Για συμμετρικό ή ασύμμετρο τριφασικό φορτίο χωρίς σφάλμα προς τη γη μετά το ΔΔΕ ισχύει: $I_a + I_b + I_c = I_n$ και άρα δεν αναπτύσσεται μαγνητική ροή στο δακτύλιο

- Για συμμετρικό ή ασύμμετρο τριφασικό φορτίο με σφάλμα I_δ προς τη γη ισχύει: $I_a + I_b + I_c = I_n + I_\delta$ και αναπτύσσεται μαγνητική ροή στο δακτύλιο η οποία επάγει τάση στο δευτερεύον όταν το I_δ υπερβεί μια ορισμένη τιμή προκαλεί άνοιγμα των πόλων ου ΔΔΕ.

Συνίσταται ο μηνιαίος έλεγχος του ΔΔΕ, ιδιαίτερα μετά από καταιγίδα. Ο έλεγχος γίνεται με πίεση του κουμπιού ελέγχου P όπου γεφυρώνεται η μία φάση και ο ουδέτερος με μία αντίσταση R και προκαλείται ασυμμετρία των ρευμάτων (το οποίο είναι εικονικό σφάλμα και δεν υπάρχει διαρροή προς τη γη.

Επειδή ο ΔΔΕ προστατεύει τις συσκευές αλλά και ολόκληρο το τμήμα της εγκατάστασης μετά από αυτόν, πρέπει να τοποθετείται στο γενικό πίνακα της εγκατάστασης.

- Ο αγωγός της άμεσης γείωσης δεν περνά από τον ΔΔΕ

- Ο ιδιαίτερος αγωγός προστασίας της ουδετέρωσης δεν συνδέεται στο ΔΔΕ.

Σε εγκαταστάσεις με πολλά κυκλώματα δεν πρέπει να τοποθετείται ένας μόνο ΔΔΕ μεγάλης ονομαστικής έντασης, αλλά πρέπει να σχηματίζονται ομάδες κυκλωμάτων και κάθε μάδα να προστατεύεται με δικό της ΔΔΕ. Για να γίνει ορθή σύνδεση των ΔΔΕ πρέπει να γίνει διαχωρισμός των ουδέτερων κάθε αναχώρησης, αλλιώς με κοινό ουδέτερο προκαλείται πτώση του ΔΔΕ χωρίς να υπάρχει πρόβλημα.

Ο ΔΔΕ προκαλεί απόζευξη του τμήματος που προστατεύει ακόμα και όταν το ρεύμα προς τη γη είναι πολύ μικρότερο του ρεύματος λειτουργίας και δεν μπορεί να προκαλέσει τήξη των ασφαλειών ή πτώση των μικροαυτομάτων. Όμως έχει αποδειχθεί ότι ρεύματα προς τη γη και με μικρές εντάσεις συνδέονται συχνά με ηλεκτρικό τόξο και αν δεν διακοπούν σε μικρό χρόνο προκαλούν τοπική υπερθέρμανση με πιθανό αποτέλεσμα την πυρκαγιά. Οι ΔΔΕ διακόπτουν τέτοια ρεύματα προς τη γη άρα προστατεύουν και έναντι πυρκαγιάς.

Οι ΔΔΕ γενικά δεν προστατεύουν σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, όμως έχουν αναπτυχθεί ΔΔΕ που είναι επιπλέον εφοδιασμένοι με ηλεκτρομαγνητικά και θερμικά στοιχεία που προστατεύουν και σε περίπτωση υπερφορτίσεως και βραχυκυκλώματος.

v) Ηλεκτρονόμοι

Για τον έλεγχο της τροφοδότησης ενός φορτίου από μια ηλεκτρική εγκατάσταση παρεμβάλουμε μεταξύ του φορτίου και της τροφοδοσίας ένα σύστημα χειρισμού και ελέγχου της ροής ισχύος. Για να επιτευχθεί ο σωστός έλεγχος το σύστημα χειρισμού περιλαμβάνει ένα ή περισσότερους ηλεκτρονόμους. Οι ηλεκτρονόμοι είναι διακόπτες- συσκευές οι οποίοι ανοίγουν και κλείνουν όποτε τους δοθεί η εντολή (αποκατάσταση ή διακοπή της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμά τους. Η επικρατέστερη ονομασία των ηλεκτρονόμων είναι ρελέ ή και τηλεχειριζόμενοι διακόπτες. Για τον σχεδιασμό ενός συστήματος ελέγχου χρησιμοποιούνται πολλοί ηλεκτρονόμοι σε συνδυασμό με διακόπτες, λυχνίες και άλλα στοιχεία.

Οι ηλεκτρονόμοι αποτελούνται από:

- **το μαγνήτη:** μαγνητικό κύκλωμα από σιδηροελάσματα, που μόλις βρεθεί σε μαγνητικό πεδίο γίνεται ηλεκτρομαγνήτης.
- **το πηνίο:** που όταν τροφοδοτηθεί με ρεύμα δημιουργεί γύρω του ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.
- **τον οπλισμό:** που αποτελεί το κινητό τμήμα του ηλεκτρομαγνήτη και κινείται προς το μαγνήτη όταν βρεθεί υπό την επίδραση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου του πηνίου.
- **οι κινητές επαφές:** είναι επαφές μηχανικά συνδεδεμένες με τον οπλισμό του ηλεκτρομαγνήτη και όταν ο οπλισμός κινείται η κίνηση μεταφέρεται στις κινητές επαφές, οι οποίες κινούμενες ενώνονται με τις σταθερές επαφές.
- **οι σταθερές επαφές:** είναι οι σταθεροί ακροδέκτες μέσω των οποίων θα διέλθει το ρεύμα του φορτίου που πρόκειται να συνδέσει ο ηλεκτρονόμος. Οι επαφές είναι συνήθως χάλκινες με επικάλυψη από άργυρο για να μην φθείρονται εύκολα.

Λειτουργία ηλεκτρονόμων:

Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα (ενεργοποιημένος ο ηλεκτρονόμος), άρα στον οπλισμό ασκείται ηλεκτρομαγνητική δύναμη και ο οπλισμός είναι κοντά στο σταθερό πυρήνα. Τότε οι κινητές επαφές είναι κολλημένες στις επάνω σταθερές επαφές. Αν το φορτίο είναι συνδεδεμένο σε αυτές τις επαφές τότε διαρρέεται από ρεύμα. Αν διακόψουμε την τροφοδοσία του πηνίου θα πάψει να υφίσταται το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (ηλεκτρονόμος αποδιεγερμένος). Ο οπλισμός δεν έχει λόγο να βρίσκεται κολλημένος πάνω στο μαγνήτη. Επομένως με την επίδραση της δύναμης ενός ελατηρίου, ο οπλισμός επανέρχεται στην αρχική του θέση με συνέπεια την απομάκρυνση των κινητών από τις σταθερές επαφές και τελικό αποτέλεσμα τη διακοπή της σύνδεσης του φορτίου.

Όσον αφορά το ηλεκτρικό κύκλωμα των ηλεκτρονόμων αποτελείται από δύο κυκλώματα τα οποία είναι ηλεκτρικά ανεξάρτητα μεταξύ τους τα οποία είναι: α) το κύκλωμα ισχύος και β) το βοηθητικό κύκλωμα.

- **Κύκλωμα ισχύος:** είναι το κύκλωμα μέσω των κινητών και σταθερών επαφών, που αποτελούν τις κύριες επαφές και συνδέουν τα διάφορα φορτία στην τάση ισχύος. Τα ζεύγη των κύριων επαφών μπορεί να είναι τρία ή περισσότερα και συμβολίζονται ως: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 ή A1-A2, B1-B2, C1-C2 ή L1-T1, L2-T2, L3-T3 ή R-U, S-V, T-W.

- **Βοηθητικό κύκλωμα:** είναι το κύκλωμα που τροφοδοτεί το πηνίο του ηλεκτρονόμου ώστε να μπορούν οι κύριες επαφές να συνδέσουν τα φορτία. Η τάση τροφοδοσίας των φορτίων είναι εν γένει ανεξάρτητη από τη τάση τροφοδοσίας του πηνίου. Ανάλογα με την κατασκευή του το πηνίο μπορεί να τροφοδοτείται με τάση 380 V, 220V καθώς επίσης και από 110V, 42V, 24V, 12V αλλά ακόμα και από συνεχή τάση. Επομένως υπάρχει η δυνατότητα να πετύχουμε ασφάλεια του χειριστή, αφού ο χειρισμός του ηλεκτρονόμου γίνεται από το βοηθητικό κύκλωμα μέσω μικρών διακοπών για κυκλώματα ελέγχου.

- **Βοηθητικές επαφές:** κατά την κίνηση του οπλισμού, εκτός από τις κύριες επαφές, ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται και κάποιες άλλες επαφές. Είναι κατασκευασμένες για μικρά ρεύματα (λίγων A) και χρησιμοποιούνται για διακοπή και αποκατάσταση βοηθητικών κυκλωμάτων ελέγχου (π.χ. αυτοσυγκράτηση ηλεκτρονόμου, ενδεικτικές λυχνίες, σειρήνες κ.α.).

Τα είδη των βοηθητικών επαφών είναι:

1) Επαφές ηρεμίας ή κανονικά κλειστές επαφές (normally closed, NC)

Όταν διεγερθεί ο ηλεκτρονόμος, διακόπτουν την λειτουργία του κυκλώματος στο οποίο βρίσκονται συνδεδεμένες.

2) Επαφές εργασίας ή κανονικά ανοικτές (normally open, NO)

Όταν διεγερθεί ο ηλεκτρονόμος, αποκαθιστούν την τροφοδοσία του κυκλώματος στο οποίο βρίσκονται συνδεδεμένες.

3) Επαφή μεταγωγική ή διπλής ενέργειας:

Ανάλογα με την ενεργοποίηση ή όχι του ηλεκτρονόμου συνδέει και ένα διαφορετικό κύκλωμα. Έχει τρία άκρα και αποτελείται ουσιαστικά από μία ηρεμίας και μία εργασίας.

4) Καθυστερημένες επαφές ON DELAY

Αλλάζουν κατάσταση ένα χρονικό διάστημα (ρυθμισμένο) μετά την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου ισχύος.

5) Καθυστερημένες επαφές OFF DELAY

Με την ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου ισχύος αλλάζουν αμέσως κατάσταση και με την απενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου ισχύος επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση μετά από ένα χρονικό διάστημα το οποίο είναι ρυθμισμένο.

- Οι ηλεκτρονόμοι φέρουν ονομασίες με αρχικό γράμμα το K (K1, K20, KM).

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος διακρίνονται:

A) με κριτήριο το ρεύμα, σε ηλεκτρονόμους συνεχούς ρεύματος και εναλλασσόμενου ρεύματος.

B) με κριτήριο το φορτίο, σε ηλεκτρονόμους κινητήρων (εκκίνηση, πέδηση, αναστροφή κ.α.), πυκνωτών κ.α.

Βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι:

A) μικρής ισχύος (< 1KW)

B) φέρουν μόνο βοηθητικές και μικρής αντοχής επαφές

Γ) χρησιμοποιούνται κυρίως για να δίνουν εντολές, για να πολλαπλασιάσουν τις βοηθητικές επαφές, για να αλλάξουν την τάση χειρισμού του πηνίου άλλων ηλεκτρονόμων ισχύος κ.λπ.

Το κύκλωμα αυτοματισμού σχεδιάζεται ξεχωριστά από το κύκλωμα ισχύος σε κατάσταση ηρεμίας (ηλεκτρονόμος αποδιεγερμένος) .

Ένας ηλεκτρονόμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ζεύξη και απόζευξη διαφόρων ειδών φορτίων (π.χ. αντιστάσεις, πυκνωτές, κινητήρες κ.λπ.). Για παράδειγμα σε επαγωγικά φορτία τα ρεύματα κατά τη ζεύξη είναι μεγάλα. Επομένως οι καταπονήσεις που υφίστανται οι επαφές ενός ηλεκτρονόμου είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από το είδος του φορτίου. Για αυτό ανάλογα με τις καταπονήσεις έχουμε διάφορες κατηγορίες χρήσεις.

Τα όργανα χειρισμού σε κυκλώματα ελέγχου μπορεί να είναι, εκτός από τις βοηθητικές επαφές που ήδη αναφέραμε, κάποιος από τους παρακάτω διακόπτες εντολών που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των βοηθητικών κυκλωμάτων:

A) διακόπτες επαφής διάρκειας: απλοί, μεταγωγικοί, μοχλίσκου, περιστροφικοί, με κλειδί, κ.α.

B) διακόπτες στιγμιαίας επαφής (μπουτόν, Push- button): διακόπτουν ή αποκαθιστούν τη συνέχεια ενός κυκλώματος στιγμιαία (μη μόνιμες επαφές), σε αντιδιαστολή με τους διακόπτες της κατηγορίας (A), που κάνουν μόνιμη σύνδεση ή αποσύνδεση. Έτσι πιέζοντας ένα μπουτόν εκκίνησης (start) συνδέουμε ένα κύκλωμα. Όταν πάσουμε να το πιέσουμε, σταματάει και η σύνδεση. Το αντίστροφο συμβαίνει με το μπουτόν στάσης (stop). Η αρχή λειτουργίας του είναι απλή. Με την πίεση του χεριού πιέζεται ένα έμβολο το οποίο ανοίγει ή κλείνει μια επαφή. Θα μπορούσαμε να τα ονομάσουμε "χειροκίνητους ηλεκτρονόμους". Η

ποικιλία τους είναι μεγάλη π.χ. start, stop, start-stop, μπουτόν με πίεση, με περιστροφή, με κλειδί κ.α.

Γ) επαφές οργάνων ελέγχου: η μεταβολή μεγεθών όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η στάθμη υγρών, η κίνηση κ.α. μπορούν να γίνουν εντολές χειρισμού. Χρησιμοποιούνται λοιπόν επαφές που ενεργοποιούνται από μεταβολή της θερμοκρασίας (θερμοστάτες, θερμικά), της πίεσεως (πιεζοστάτες), της στάθμης υγρών (φλοτεροδιακόπτες), της κινήσεως (οριοδιακόπτες ή τερματικοί διακόπτες ή διακόπτες θέσεως) , του χρόνου (χρονικοί μηχανισμοί, χρονοδιακόπτες, προγραμματιζόμενοι διακόπτες), του φωτισμού (φωτοκύτταρα), της τάσεως (ηλεκτρονικά ρελέ επιτήρησης τάσεως, ασυμμετρίας τάσεων, διαδοχής φάσεων).

Ο χειρισμός των ηλεκτρονόμων γίνεται με τους εξής τρόπους:

1) με διακόπτη επαφής διάρκειας: στην περίπτωση αυτή ο ίδιος ο διακόπτης παίζει το ρόλο του start και του stop και μένει συνεχώς στη θέση του.

2) με μπουτόν: στη περίπτωση αυτή χρειαζόμαστε ένα μπουτόν εκκίνησης (start) και ένα μπουτόν στάσης (stop) σε σειρά με το πηνίο. Πιέζοντας το μπουτόν start, κλείνει κύκλωμα και ενεργοποιείται το πηνίο. Μόλις όμως παύσουμε να το πιέζουμε, διακόπτεται ταυτόχρονα το κύκλωμα.

3) με μπουτόν και αυτοσυγκράτηση: για να κρατήσουμε το πηνίο ενεργοποιημένο ακόμα και αν παύσουμε να πιέζουμε το μπουτόν start χρησιμοποιούμε μία βοηθητική επαφή NO του ηλεκτρονόμου K1 (πρόκειται για την πρώτη βοηθητική ανοιχτή επαφή 13-14, η οποία υπάρχει πάντα σε ένα ηλεκτρονόμο και χρησιμοποιείται για την αυτοσυγκράτησή του), την οποία και συνδέουμε παράλληλα με το μπουτόν start ώστε όταν πιέζουμε το μπουτόν start και ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος η επαφή αυτή κλείνει. Έτσι ακόμα και αν παύσουμε να πιέζουμε το μπουτόν start (και επομένως ανοίξει η επαφή του) το βοηθητικό κύκλωμα παραμένει κλειστό μέσω της βοηθητικής επαφής και το πηνίο συνεχίζει να τροφοδοτείται. Έτσι επιτυγχάνεται αυτοσυγκράτηση του ηλεκτρονόμου. Αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα το οποίο ουσιαστικά έχει μνήμη λέγεται κύκλωμα αυτοσυγκράτησης.

4) για χειρισμούς από δύο ή περισσότερα διαφορετικά σημεία: πρέπει να συνδέσουμε όλα τα start παράλληλα και όλα τα stop σε σειρά.

5) με επαφή οργάνου ελέγχου: στη περίπτωση αυτή η επαφή του οργάνου ελέγχου (π.χ. θερμικό, φωτοκύτταρο, πιεζοστάτης κ.λπ.) συνδέεται συνήθως σαν διακόπτης γενικού stop ή σαν διακόπτης start για την ενεργοποίηση.

Μανδάλωση ηλεκτρονόμων : σε περίπτωση που έχουμε δύο ή περισσότερους ηλεκτρονόμους ισχύος οι οποίοι δεν επιτρέπεται για κάποιο λόγο να εργαστούν ταυτόχρονα, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της μανδάλωσης μηχανικής ή ηλεκτρικής.

A) η μηχανική μανδάλωση μπορεί να γίνει μόνο για δύο ηλεκτρονόμους χρησιμοποιώντας ένα ειδικό μηχανικό εξάρτημα που συνδέεται εξωτερικά σε ειδικές υποδοχές.

B) η ηλεκτρική μανδάλωση μπορεί να γίνει στην περίπτωση δύο ή και περισσότερων ηλεκτρονόμων, συνδέοντας σε σειρά με το πηνίο του ενός ηλεκτρονόμου μία κλειστή επαφή NC του άλλου ηλεκτρονόμου.

Θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερέντασης:

Οι θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερέντασης είναι τριπολικοί ηλεκτρονόμοι οι οποίοι εγκαθίστανται σε κυκλώματα ελέγχου κινητήρων με σκοπό την προστασία αυτών από πιθανή υπερθέρμανση. Λέγονται και θερμικά κινητήρων. Τα θερμικά κινητήρων έχουν ένα διμεταλλικό έλασμα ανά φάση το οποίο θερμαίνεται ανάλογα με το ρεύμα του κινητήρα και ανοίγουν (υπερένταση) με αποτέλεσμα την απόζευξη του ηλεκτρονόμου με μηχανικό πλέον τρόπο. Τα θερμικά διαθέτουν δύο ενσωματωμένες βοηθητικές επαφές, 95-96 και 97-98 για χρήση σε διαφορετικά κυκλώματα (έλεγχος, σήμανση). Έτσι αλλάζει η θέση των βοηθητικών επαφών του ηλεκτρονόμου, με τη βοήθεια των οποίων επεμβαίνουμε στο βοηθητικό κύκλωμα που ελέγχει τον κινητήρα και διακόπτουμε την τροφοδοσία του. Τα θερμικά κινητήρων είναι εφοδιασμένα με ρυθμισμένη κλίμακα σε A, ενώ η κατάλληλη ρύθμιση πρέπει να αναφέρεται στο ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα.

Ειδικοί τύποι ηλεκτρονόμων :

- 1) ηλεκτρονόμοι ελέγχου δικτύων συνεχούς ρεύματος
- 2) ηλεκτρονόμοι ζεύξης πυκνωτών για αντιστάθμιση άεργου ισχύος
- 3) ηλεκτρονόμοι συσσωρευτών.

Βοηθητικά εξαρτήματα:

- πρόσθετες βοηθητικές επαφές
- πνευματικά χρονικά
- χρονικά αστέρα- τριγώνου
- αντιπαρασιτικά πηνίων
- θερμικούς ηλεκτρονόμους υπερέντασης
- περιοριστές υπέρτασης.

1.3.Αγωγοί και καλώδια

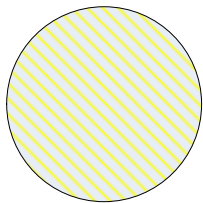
Αγωγός ονομάζεται το αγωγίμο σύρμα γυμνό ή μονωμένο όταν έχει μονωτικό περίβλημα, που διοχετεύει ηλεκτρικό ρεύμα. Κατασκευάζεται από χαλκό ή αλουμίνιο και τα κράματά τους.

| | |
|--|---|
| ΧΑΛΚΟΣ (οικιακές εγκαταστάσεις) | ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ (δίκτυο ΔΕΗ) |
| Ειδική αντίσταση | Ειδική αντίσταση |
| Πυκνότητα $\epsilon=8,92 \text{ kg/dm}^3$ | Πυκνότητα, $\epsilon=2,7 \text{ kg/dm}^3$ |
| Θερμικός συντελεστής $3,92 \cdot 10^{-3} \text{ k}^{-1}$ | Θερμικός συντελεστής $4 \cdot 10^{-3} \text{ k}^{-1}$ |
| Ακριβότερο | Φθηνότερο |

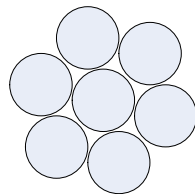
Οι αγωγοί διακρίνονται ως:

Α)Μονόκλωνοι: λιγότερο εύκαμπτοι και με διατομή μέχρι 16mm^2 .

Β)Πολύκλωνοι ή λεπτοπολύκλωνοι: περισσότερο εύκαμπτοι και με διατομή άνω των 16mm^2 .



$$S = \pi \cdot d^2 / 4$$



$$S = (\pi \cdot d^2 / 4) \cdot n$$

Καλώδιο είναι κάθε απλός μονωμένος αγωγός ή σύστημα τέτοιων αγωγών με κοινή προστατευτική επένδυση (ελαστική, μεταλλική, πλαστική κ.α.) ,η οποία προστατεύει τους αγωγούς από μηχανικές καταπονήσεις και άλλες επιδράσεις όπως η υγρασία.

Τα καλώδια διακρίνονται σε:

1)Μονοπολικά: ένας μονωμένος αγωγός

2)πολυπολικά: πολύ μονωμένοι αγωγοί(διπολικοί, τριπολικοί, τετραπολικοί, κ.α.)

| Μονωτικό υλικό | Τάση αντοχής (kV) | Μέγιστη συνεχώς επιτρεπόμενη θερμοκρασία | Μέγιστη θερμοκρασία σε βραχυκύκλωμα |
|-----------------------------|-------------------|--|-------------------------------------|
| Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) | 6/10 | 70°C | 170°C |
| Αιθυλένιο προπυλένιο E P R | 132 | 90°C | 250°C |
| X L P E | 159 | 90°C | 250°C |

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384 το μέγιστο ρεύμα που επιτρέπεται να μεταφέρεται συνεχώς από ένα αγωγό υπό καθορισμένες συνθήκες, πρέπει να έχει τέτοια τιμή, ώστε η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του αγωγού να μην υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή που δίνεται στο πίνακα.

Για τους μονωμένους αγωγούς και για τα καλώδια χωρίς οπλισμό η απαίτηση της προηγούμενης παραγράφου θεωρείται ότι ικανοποιείται αν η τιμή του ρεύματος δεν υπερβαίνει εκείνη που δίνεται από τον πίνακα 1 μέχρι τον 3, που παρέχουν τις τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος ανάλογα με το υλικό μόνωσης και με τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης. Οι τιμές αυτών των πινάκων πρέπει να διορθώνονται, αν αυτό απαιτείται, πολλαπλασιασμένες από τους συντελεστές των πινάκων A1 μέχρι A3

I.Πίνακας 1

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)

Εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχείων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών

Μόνωση από PVC, EPR, XLPE

| Μόνωση | Πλήθος φορτισμένων αγωγών | Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|---|-------------|------|--------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | | Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα | | | Πολυπολικό καλώδιο | | | | | |
| | | εντοιχισμένοι | επιτοιχείοι | | γυμνοί | | Σε σωλήνα | | | |
| | | | | | εντοιχισμένοι | επιτοιχείοι | εντοιχισμένοι | επιτοιχείοι | εντοιχισμένοι | επιτοιχείοι |
| 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 | | | | | | | | |
| | mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Χαλκός | 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 | 2 | 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 | 25630 | 288 | - | 323 | 371 |
| | 240 | 207 | 227 | 252 | 273 | 0 | 338 | - | 382 | 439 |
| | 200 | 237 | 261 | 289 | 313 | 344 | 387 | - | 440 | 508 |

II. Πίνακας 2

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

| μόνωση | Πλήθος φορτισμένων αγωγών | Πολυπολικά καλώδια | Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν | | | | | | | |
|------------|---------------------------|--------------------|---|-------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| | | | 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 | 7 | 5 | | | | |
| EPR ή XLPE | 2 | 3 | 8 | - | - | - | - | - | - | |
| | 3 | 2 | 7 | 6 | 9 | 8 | | | | |
| Στήλες | | | | | | | | | | |
| | mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Χαλκός | 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 |
| αλουμί ο | 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 | 39747 | 315 | 363 | 395 | 407 | 447 | 515 |
| | 240 | 330 | 380 | 0 | 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 |

III. Πίνακας 3

Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) καλωδίων τοποθετημένων στο έδαφος
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

| Αγωγός | mm ² | Μόνωση | | | |
|-----------|-----------------|---------------------------|-----|------------|-----|
| | | PVC | | EPR ή XLPE | |
| | | Πλήθος φορτισμένων 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 | |

IV. Πίνακας Α1

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C.
Εφαρμόζονται για την διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που
δίνονται στους πίνακες 1 και 2.

| 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 |

V. Πίνακας A2

Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία εδάφους διαφορετική από 20°C
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που
δίνονται στον πίνακα 3

| 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 |

VI. Πίνακας A3

Συντελεστές διόρθωσης για ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους διαφορετική από 2,5
K.m/W
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που
δίνονται στον πίνακα 3

| Ειδική θερμική αντίσταση σε K.m/W | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|--------------------------------------|------|------|------|-----|------|
| Συντελεστής διόρθωσης | 1,18 | 1,10 | 1,05 | 1 | 0,96 |

VII. Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Η τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ,που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι εκείνη του μέσου που περιβάλλει την ηλεκτρική γραμμή, όταν δεν κυκλοφορεί ρεύμα.

Οι πίνακες 1 και 2 βασίζονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C και ο πίνακας 3 βασίζεται σε θερμοκρασία εδάφους 20°C.

Όταν η θερμοκρασία είναι διαφορετική από τους 30°C πρέπει οι τιμές των πινάκων 1 και 2 να διορθώνονται πολλαπλασιασμένες με τις τιμές του πίνακα A1 και οι τιμές του πίνακα 3 με τους συντελεστές του πίνακα A2.εντούτοις για τα υπόγεια καλώδια είναι δεκτό να μην εφαρμόζεται αυτή η διόρθωση, αν η θερμοκρασία εδάφους υπερβαίνει τους 25°C μόνο για λίγες εβδομάδες το χρόνο.

Οι συντελεστές διόρθωσης των πινάκων A1 και A2 δεν λαμβάνουν υπόψη την ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας της ηλιακής ή άλλης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Αν η ηλεκτρική γραμμή δέχεται τέτοια ακτινοβολία, το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60287.

VIII. Θερμική αντίσταση εδάφους

Ο πίνακας 3 ισχύει για ειδική θερμική αντίσταση του εδάφους 2,5 K.m/W.

Αν η ειδική θερμική αντίσταση εδάφους στην εξεταζόμενη περιοχή είναι υψηλότερη από αυτή την τιμή πρέπει:

- 1.είτε να αντικατασταθεί το υλικό του εδάφους στην άμεση γειτονιά προς το καλώδιο, με χρήση καταλληλότερου υλικού
- 2.είτε η τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος του καλωδίου να μειωθεί βάσει των συντελεστών του πίνακα A3.

Σημείωση: οι τιμές του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους πίνακες αυτού του τμήματος ισχύουν για διαδρομές μέσα ή σε μικρή απόσταση από κτίρια.

IX. Ομάδες περισσότερων από ένα κυκλωμάτων

Στην περίπτωση ομάδων περισσότερων από ένα κυκλωμάτων πρέπει να χρησιμοποιούνται συντελεστές μείωσης λόγω ομαδοποίησης. Οι συντελεστές αυτοί ισχύουν υπό την προϋπόθεση ότι οι αγωγοί ή τα καλώδια έχουν την ίδια μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας.

Σε ομάδες μονωμένων αγωγών ή καλωδίων που έχουν διαφορετικές μέγιστες θερμοκρασίες λειτουργίας πρέπει να λαμβάνεται για όλους τους μονωμένους αγωγούς ή τα καλώδια η χαμηλότερη τιμή που ισχύει για ένα από τους μονωμένους αγωγούς ή τα καλώδια της ομάδας.

Αν ένας αγωγός ή καλώδιο είναι γνωστό ότι δεν πρόκειται να διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερο από το 30% του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματός του, δεν λαμβάνεται υπόψη στον ορισμό του συντελεστή μείωσης λόγω ομαδοποίησης.

X. Πλήθος φορτισμένων αγωγών σε ένα κύκλωμα

Το πλήθος των αγωγών που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε ένα κύκλωμα προκειμένου να καθοριστεί το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα, είναι εκείνο των αγωγών που διαρρέονται από ρεύμα φορτίου.

Σε πολυφασικά κυκλώματα, όταν μπορεί να θεωρηθεί ότι οι αγωγοί διαρρέονται από εξισορροπημένα ρεύματα τότε ο αντίστοιχος ουδέτερος αγωγός δεν χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη, εκτός από την περίπτωση στην οποία ο ουδέτερος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη μείωση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς των φάσεων, εκεί ο ουδέτερος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο καθορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος .

Σημείωση: τέτοια ρεύματα είναι δυνατόν να προκαλούνται για παράδειγμα από ένα αρμονικό ρεύμα στα τριφασικά κυκλώματα.

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται μόνο για προστασία δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι αγωγοί PEN πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με τον ίδιο τρόπο όπως και οι ουδέτεροι αγωγοί.

XI. Διατομές αγωγών

Οι αγωγοί φάσεων στα κυκλώματα εναλλασσόμενου ρεύματος και επίσης όλοι οι ενεργοί αγωγοί στα κυκλώματα συνεχούς ρεύματος πρέπει να έχουν διατομή ίση με αυτή που δίνεται στο παρακάτω πίνακα, με κριτήριο τη μηχανική αντοχή.

| Είδος ηλεκτρικής γραμμής | | Χρήση του κυκλώματος | Αγωγοί | |
|--------------------------|----------------------------|--|---------------------|----------------------------------|
| | | | Υλικό | Διατομή mm ² |
| Μόνιμες εγκαταστάσεις | Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια | Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού | Χαλκός Αλουμίνιο | 1,5 16 (1) |
| | | Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης | Χαλκός | 0,50 (2) |
| | 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 (3) |
| | | Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές | Χαλκός | 0,75 |

Σημειώσεις :1. οι συνδετήρες που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμαστεί και να είναι εγκεκριμένοι για αυτή τη χρήση.

2. για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικό εξοπλισμό επιτρέπονται αγωγοί διατομής 0,1 mm².

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, όπως και μονοφασικά κυκλώματα τριών αγωγών, αν η διατομή των αγωγών των φάσεων είναι μικρότερη ή ίση με 16 mm² για τους αγωγούς χαλκού ή 25 mm² για τους αγωγούς αλουμινίου.

Στα πολυφασικά κυκλώματα με αγωγούς φάσεων που έχουν διατομή μεγαλύτερη από 16 mm² για αγωγούς χαλκού ή 25 mm² για αγωγούς αλουμινίου, ο ουδέτερος αγωγός επιτρέπεται να έχει μικρότερη διατομή από την διατομή των αγωγών των φάσεων αν πληρούνται ταυτοχρόνως οι ακόλουθες συνθήκες :

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 των φάσεων.

β) ο ουδέτερος αγωγός προστατεύεται από υπερεντάσεις σύμφωνα με τους κανόνες τις παραγράφου 473.3.2 του ΕΛΟΤ HD 384.

γ) η διατομή του ουδέτερου αγωγού είναι τουλάχιστον 16 mm² για αγωγούς χαλκού ή 25 mm² για αγωγούς αλουμινίου.

Με κριτήριο την εξασφάλιση της θερμικής αντοχής σε θερμικές καταπονήσεις βασίζεται πρώτον στη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία της μόνωσης του αγωγού, σε συνδυασμό όμως και με άλλους παράγοντες όπως το είδος και τον τρόπο εγκατάστασης των αγωγών, την θερμοκρασία περιβάλλοντος, το είδος του φορτίου που θα τροφοδοτήσουν κ.α. Ο προσδιορισμός της διατομής με κριτήριο τη θερμική αντοχή έχει κωδικοποιηθεί στους κανονισμούς ως εξής:

Οι αγωγοί κατατάσσονται σε τρεις ομάδες με βάση το είδος ή τον τρόπο εγκατάστασης αυτών σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

| Διατομή [mm ²] | Μέγιστο ρεύμα [A] | | |
|----------------------------|-------------------|---------|---------|
| | Ομάδα 1 | Ομάδα 2 | Ομάδα 3 |
| 0,75 | - | 15 | 7 |
| 1 | 11 | 18 | 9 |
| 1,5 | 15 | 22 | 10 |
| 2,5 | 20 | 31 | 15 |
| 4 | 25 | 41 | 20 |
| 6 | 33 | 54 | 26 |
| 10 | 43 | 70 | 35 |
| 16 | 60 | 96 | 48 |
| 25 | 83 | 128 | 65 |
| 35 | 100 | 153 | 78 |
| 50 | 127 | 197 | 100 |
| 70 | 147 | 234 | - |
| 95 | 181 | 287 | - |
| 120 | 208 | 336 | - |
| 150 | 238 | 383 | - |
| 185 | 266 | 435 | - |
| 240 | 310 | 515 | - |

ΟΜΑΔΑ 1: τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή καλώδιο σε ορατή ή χωνευτή εγκατάσταση

ΟΜΑΔΑ 2: μονοπολικά καλώδια ή μονοπολικοί αγωγοί σε ορατές εγκαταστάσεις εφόσον το μεταξύ τους διάστημα δεν είναι μικρότερο από την εξωτερική τους διάμετρο.

ΟΜΑΔΑ 3: σειρίδες των τριών το πολύ αγωγών σε ορατή εγκατάσταση και γραμμές προσαγωγής σε κινητές ή

φορητές συσκευές.

XII. Διακριτά χρώματα μονώσεων:

Ο αγωγός προστασίας(γείωση) είναι με λωρίδες από κίτρινο και πράσινο ,ο αγωγός ουδέτερου με μπλε και οι αγωγοί των φάσεων με καφέ, μαύρο και κόκκινο.



Αγωγός ουδέτερου



Αγωγός προστασίας



Αγωγοί φάσεων

Τυποποιημένες τιμές διατομής αγωγών και καλωδίων [mm²]

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-----|---|-----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.7 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 400 | 500 |
|-----|---|-----|---|-----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Οι αγωγοί και τα καλώδια που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τυποποιημένα τόσο ως προς το μέγεθος της διατομής τους όσο και προς τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά και τη χρήση για την οποία προορίζονται. Μέχρι πρόσφατα τα καλώδια που υπήρχαν στο εμπόριο ακολουθούσαν τα γερμανικά πρότυπα V D E . Τώρα υπάρχουν αγωγοί και καλώδια εναρμονισμένα κατά C E N E L E C .

XIII. Συμβολισμός καλωδίων:

Οι κωδικοί τύποι δείχνουν την τυποποίηση που έχει χρησιμοποιηθεί, το είδος του μανδύα, τη μόνωση, το είδος και τον αριθμό των αγωγών και άλλες κατασκευαστικές ιδιομορφίες, π.χ.

H05V-U1.5 το H= τυποποίηση κατά C E N E L E C , 05= ονομαστική φασική τάση/ πολική τάση 300/500V ,V= μόνωση μανδύα PVC ,U= ένας αγωγός,1.5= διατομή 1.5 mm².

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Νέος τύπος C E N E L E C | Παλαιός τύπος V D E |
| H07V-K | N Y A F |
| H07V-U | N Y A (re) |
| H07V-R | N Y A (r m) |
| A05VV-U | N Y M (re) |
| A05VV-R | N Y M (r m) |
| H05VV-F | N Y M H Y |
| H03VV-F | N Y L H Y (rd) |
| H03VH-H | N Y F A Z |
| H05RR-F | N M H |
| H07RN-F | N S H o u |
| J1W-U | N Y Y (re) |
| J1W-R | N Y Y (r m) |
| J1W-S | N Y Y (s m) |
| A05VVH3-U | N Y I F Y |

Κώδικας συμβολισμού κατά C E N E L E C , I E C , ΕΛΟΤ αγωγών και καλωδίων χαμηλής τάσης:

| Ομάδα χαρακτηριστικών | Περιγραφή | Τιμές |
|------------------------------|-------------------------|---|
| Γενικά χαρακτηριστικά | Συσχετισμός με πρότυπα | H: E .E ,A :C E N E L E C , J: I E C |
| | Ονομαστική τάση (Vφ/Vπ) | 03:300/300V,05:300/500V, 07:450/750V ,1:600/1000V |
| Προστασία και διάταξη αγωγών | Υλικό μόνωσης | V:PVC ,R: ελαστομερές, S:σιλικόνη |
| | Υλικό μανδύα | V:PVC, R: ελαστομερές, N: νεοπρένιο |
| | κατασκευή | H: πλακέ ανοιγόμενο, H2: πλακέ μη ανοιγόμενο, D:με κορδόνια κενών |
| Στοιχεία αγωγών | κλώνοι | U:μονόκλωνος, R:πολύκλωνος,K: λεπτοπολύκλωνος |
| | Αριθμός αγωγών | 1,2,3,4,5,6 |
| | Αγωγός προστασίας | X: χωρίς G:με αγωγό προστασίας |

| | | |
|--------------------|---------|--|
| | διατομή | Σε mm ² |
| Εξωτερική εμφάνιση | χρώμα | B K: μαύρο, B N: καφέ, RD: κόκκινο, BU:μπλε, YE: κίτρινο |

Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων κατασκευάζονται από χάλκινους αγωγούς δύσκαμπτους (μονόκλωνους ή πολύκλωνους)όταν προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση ή εύκαμπτους (λεπτοπολύκλωνους) όταν προορίζονται για εγκαταστάσεις όπου απαιτείται κινητικότητα των καλωδίων. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλο πλήθος τύπων καλωδίων, για τους οποίους περισσότερες πληροφορίες παρέχουν οι κατάλογοι των βιομηχανιών παραγωγής τους.

XIV. Τρόποι εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών

Ο τρόπος εγκατάστασης πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384,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.

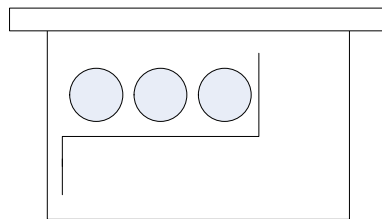
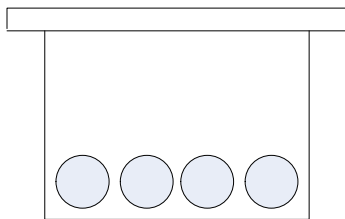
Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης ηλεκτρικών γραμμών ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων.

| 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 (1) | πολυπολικά | + | + | + | + | 0 | + |
| | μονοπολικά | 0 | + | + | + | 0 | + |
| +: επιτρέπεται -: δεν επιτρέπεται 0: δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη (1): περιλαμβάνονται και τα οπλισμένα καλώδια | | | | | | | |

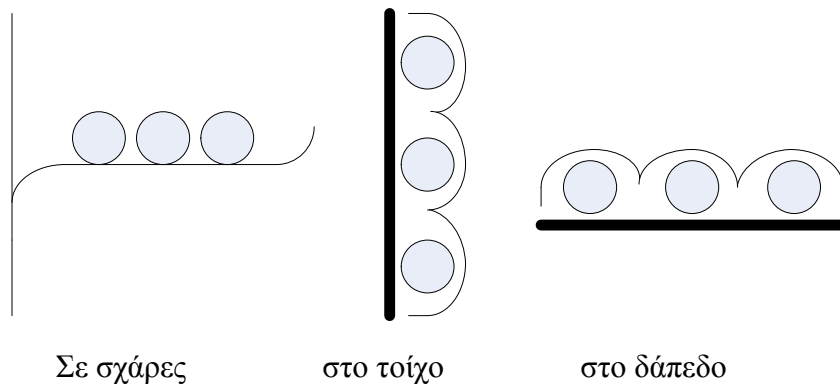
Ανάλογα με τη θέση εγκατάστασης, οι ηλεκτρικές γραμμές μπορούν να εγκαθίστανται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

| Θέσεις | Τρόπος εγκατάστασης | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|---|--------------|----------------|
| | Χωρίς στερέωση | Απευθείας στερέωση | Μέσα σε σωλήνα | Μέσα σε οχετό | μέσα σε κανάλι | πάνω σε φορέα καλωδίων ή βραχιόνες ή εσχάρες καλωδίων | σε μονωτήρες | με φέρον σύρμα |
| Κοιλότητες του κτηρίου | + | 0 | + | - | + | + | - | - |
| Αυλάκια καλωδίων | + | + | + | + | + | + | - | - |
| Θαμμένα στο έδαφος | + | 0 | + | - | + | 0 | - | - |
| Χωνευτά, ενσωματωμένα στη κατασκευή | + | + | + | + | + | 0 | - | - |
| Ορατά | - | + | + | + | + | + | + | - |
| Εναέρια | - | - | 0 | 0 | - | + | + | + |

+: επιτρέπεται
 -: δεν επιτρέπεται
 0: δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στη πράξη



σε κανάλια στο δάπεδο με αφαιρούμενο καπάκι με ή χωρίς στερέωση



1.4) Σωλήνες και κανάλια εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Για λόγους προστασίας οι αγωγοί και τα καλώδια των ΕΗΕ τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες οι οποίοι διακρίνονται στα παρακάτω είδη:

1) χωνευτοί ,2) ορατοί ,3) μεταλλικοί (χαλυβδοσωλήνες), 4) πλαστικοί βαρέως ή ελαφρού τύπου, 5) άκαμπτοι ,6) καμπτόμενοι, 7) εύκαμπτοι

Οι σωλήνες Bergmann έχουν εσωτερική μόνωση από χαρτί εμποτισμένο με μονωτική ουσία και είναι οπλισμένοι με επιμολυβδομένο σιδηροελασματικό μανδύα.

Για την ένωση των σωλήνων, την αλλαγή κατεύθυνσης ή την διακλάδωση χρησιμοποιούνται επιπλέον εξαρτήματα όπως κουτιά, σύνδεσμοι κ.α.

Σε πολλές περιπτώσεις για την ηλεκτρική εγκατάσταση δεν χρησιμοποιούνται οι τοίχοι αλλά τα δάπεδα ή και οι οροφές με την χρήση καναλιών ή καλωδιόδρομων σε διάφορους τύπους όπως, α) κλειστά πλαστικά κανάλια, β) κανάλια εγκατάστασης τα οποία ενσωματώνουν το διακοπτικό υλικό, γ) ανοιχτά πλαστικά κανάλια, δ) κλειστά επιδαπέδια κανάλια από σκληρό PVC, ε) σχάρες και διάτρητα κανάλια.

1.5) Διακόπτες τοίχου

Χρησιμοποιούνται σαν διακόπτες φωτισμού για τον έλεγχο ενός ή περισσότερων φωτιστικών σημείων. Με κριτήριο την χρήση τους διακρίνονται σε διακόπτες :

A) απλούς ,B) διαδοχής και Γ) εναλλαγής

Επίσης με κριτήριο τον τρόπο εγκατάστασης διακρίνονται σε εξωτερικούς και χωνευτούς, με κριτήριο τον τρόπο εγκατάστασης σε κοινούς και στεγανούς και τέλος με κριτήριο την

κατασκευή συναντάμε συνήθως διακόπτες πλήκτρου ή περιστροφικούς ή με μοχλίσκο κ.α. σε τόση ποικιλία που καλύπτουν όλες τις αισθητικές απαιτήσεις.

1.6) Ρευματοδότες- ρευματολήπτες

Από διάφορα σημεία στα οποία καταλήγουν οι αγωγοί των κυκλωμάτων διακλαδώσεως μπορούμε να τροφοδοτήσουμε συσκευές. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τους ρευματοδότες (πρίζες) που φέρουν κατάλληλες υποδοχές, στις οποίες καταλήγουν τα άκρα των αγωγών L1,N, PE και στις οποίες εφαρμόζονται οι ακροδέκτες του ρευματολήπτη (φίς). Υπάρχουν διάφοροι τύποι ρευματοδοτών όπως :εξωτερικοί ή χωνευτοί, απλοί ή στεγανοί (με ή χωρίς ελατηριωτό εμπρόσθιο κάλυμμα), ρευματοδότες και ρευματολήπτες σούκο (Schuko), πολλαπλοί ρευματοδότες (πολύπριζα) ,πολλαπλοί ρευματολήπτες (πολλαπλό φίς) και τέλος βιομηχανικοί τριφασικοί ρευματολήπτες (L1, L2, L3, PE).

1.7) Συσκευές και μηχανές καταναλώσεως.

Για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών οι καταναλωτές χρησιμοποιούν συσκευές και μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κατάλληλης μορφής ενέργεια ανάλογα με την εφαρμογή.

Με κριτήριο την δυνατότητα μετακίνησης αυτών διακρίνονται σε:

A)Μόνιμες: σταθερές ή κινητές

B)Φορητές

Με κριτήριο την μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος διακρίνονται σε:

A)Σε φωτιστικές, οι οποίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή(λάμπες πυρακτώσεως, φθορισμού, ατμών Na χαμηλής πίεσεως, ατμών Na υψηλής πίεσεως, ατμών Hg υψηλής πίεσεως, σωλήνες φωτεινών επιγραφών.

B)Σε θερμικές, οι οποίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμότητα μέσω αντιστατών(ηλεκτρική κουζίνα, ηλεκτρικός θερμοσίφωνα, βραστήρας, ηλεκτρικό σίδερο κ.α.)

Γ)Μηχανές κινήσεως, οι οποίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική, όπως μηχανές AC, μηχανές DC, ψυγεία, πλυντήρια κ.α.

Κεφάλαιο 2: Μελέτη –σχεδίαση- κατασκευή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Το ζήτημα της μελέτης και σχεδίασης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης χαμηλής τάσης είναι μία αρκετά σύνθετη διαδικασία, κατά την οποία πλήθος παραγόντων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Με τον όρο ηλεκτρική εγκατάσταση εννοούμε, ένα σύνολο ηλεκτρολογικών υλικών, τα οποία έχουν κατάλληλα χαρακτηριστικά και συνδέονται με κατάλληλο τρόπο μεταξύ τους, ώστε να μπορούν να επιτελούν ένα συγκεκριμένο σκοπό.

Από τον ορισμό και μόνο της ηλεκτρικής εγκατάστασης, ως πρωταρχικό βήμα σχεδιασμού προκύπτει η ανάγκη καθορισμού κάθε φορά, του σκοπού τον οποίο η εγκατάσταση θα επιτελέσει. Ο καθορισμός του σκοπού της εγκατάστασης είναι κρίσιμος παράγοντας γιατί επηρεάζει άμεσα όλη την φιλοσοφία σχεδίασης αλλά και κατασκευής της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Προφανώς με διαφορετικό τρόπο θα σχεδιαστούν και θα υλοποιηθούν τα κυκλώματα φωτισμού που σκοπό έχουν την εξυπηρέτηση μίας βιομηχανικής παραγωγικής μονάδας σε σχέση με αυτά που θα εξυπηρετήσουν ένα κτήριο γραφείων ή μία κατοικία.

Για να προκύψει η τελική διαμόρφωση της εγκατάστασης, πλήθος παραγόντων θα πρέπει να καθοριστούν. Όπως αναφέρεται στο τμήμα 300 του ΕΛΟΤ HD 384, για κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να προσδιορίζονται τα εξής:

- η προβλεπόμενη χρησιμοποίηση της εγκατάστασης
- οι τροφοδοτήσεις της και γενικότερα η δομή της
- οι εξωτερικές επιδράσεις στις οποίες πρόκειται η εγκατάσταση να βρεθεί εκτεθειμένη
- η συμβατότητα του υλικού της
- η δυνατότητα συντήρησής της
- οι ενδεχόμενες εφεδρικές τροφοδοτήσεις

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη μελέτη και τη σχεδίαση μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης, έτσι ώστε να γίνει κατάλληλη επιλογή μέτρων προστασίας αλλά και η κατάλληλη επιλογή του ηλεκτρολογικού υλικού που θα συνθέσει την εγκατάσταση.

Σε κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιδράσεις των εξωτερικών παραγόντων, έτσι ώστε να γίνει κατάλληλη επιλογή του ηλεκτρολογικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί (ΕΛΟΤ HD 384 320.1).

Τόσο στο στάδιο της μελέτης όσο και σε αυτό της κατασκευής, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε η νέα ηλεκτρική εγκατάσταση που πρόκειται να υλοποιηθεί, αφενός να είναι συμβατή με το σύστημα τροφοδότησης και αφετέρου να μην επηρεάζει με τη λειτουργία της

αλλά και να μην επηρεάζεται από τις γειτονικές ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις (ΕΛΟΤ HD 384 331.1.1).

Μέσω της μελέτης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης μιας μονοκατοικίας θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε το ζήτημα της μελέτης, σχεδίασης αλλά και υλοποίησης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης χαμηλής τάσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πρότυπα που αφορούν στην κατασκευή και επιλογή των υλικών που θα συνθέσουν την εγκατάσταση, ισχύουν και για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης μεγαλύτερης κλίμακας όπως π.χ. κτίρια γραφείων, βιοτεχνικές- βιομηχανικές εγκαταστάσεις κ.α., οπότε μέσω της συγκεκριμένης μελέτης μπορούν να τεθούν οι βασικοί άξονες προσέγγισης του προβλήματος της μελέτης, σχεδίασης και υλοποίησης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης χαμηλής τάσης γενικότερα.

Για τη συγκεκριμένη μελέτη ακολουθούνται κανόνες μελέτης, σχεδίασης και κατασκευής όπως αυτοί προκύπτουν από τη συνηθισμένη πρακτική, αλλά και από τις απαιτήσεις που επιβάλλει το πρότυπο για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ΕΛΟΤ HD 384.

Το πρόβλημα της ηλεκτρικής εγκατάστασης μιας κατοικίας γίνεται τόσο δυσκολότερο, όσο οι ανάγκες στο χώρο μίας σύγχρονης κατοικίας γίνονται πιο σύνθετες. Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για άνεση και καλύτερη ποιότητα ζωής, συνεπάγονται την επιπλέον χρήση μηχανημάτων και συσκευών, μετατρέποντας έτσι το πρόβλημα της ηλεκτρικής εγκατάστασης μιας κατοικίας από μία σχετικά απλή διαδικασία που ήταν στο παρελθόν, σε ένα ζήτημα που απαιτεί πλέον επιστάμενη μελέτη και σωστό σχεδιασμό.

Εννοείται ότι σε αυτή τη διαδικασία ο ιδιοκτήτης της κατοικίας και χρήστης της εγκατάστασης που θα κατασκευαστεί, δεν πρέπει να είναι αμέτοχος. Πρώτος αυτός θα διατυπώσει τις ιδιαίτερες ανάγκες οι οποίες επιθυμεί να καλύπτονται από την ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού του και στη συνέχεια ο τεχνικός θα αναλάβει να τις υλοποιήσει. Με βάση αυτή την πρακτική προκύπτουν δύο βασικά πλεονεκτήματα. Αφενός ο ιδιοκτήτης με την βοήθεια του τεχνικού συνειδητοποιεί ποιες είναι οι ελάχιστες ανάγκες της ηλεκτρικής εγκατάστασης της κατοικίας του και αντιλαμβάνεται με ποιο τρόπο οι επιπλέον απαιτήσεις του θα υλοποιηθούν και αφετέρου αποφεύγονται οι εκ των υστέρων τροποποιήσεις και αλλαγές που συνήθως προκύπτουν στο σχεδιασμό της εγκατάστασης.

Στις περιπτώσεις κατασκευής τυπικών κατοικιών (π.χ. διαμερίσματα πολυκατοικιών, συγκροτήματα κατοικιών κ.λπ.) όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα συμμετοχής του ιδιοκτήτη στο προκαταρκτικό αυτό σχεδιασμό, η ευθύνη ανήκει αποκλειστικά στο μελετητή, ο οποίος θα πρέπει να σχεδιάσει μία ηλεκτρική εγκατάσταση που να καλύπτει τουλάχιστον τις ελάχιστες απαιτήσεις μιας σύγχρονης κατοικίας.

Είναι αυτονόητο ότι η ηλεκτρική εγκατάσταση μίας σύγχρονης κατοικίας, εκτός από τη λειτουργικότητα, τη μέγιστη ασφάλεια και την εργονομία που θα πρέπει να παρέχει, πρέπει επίσης να επιτυγχάνεται οικονομία και επιπλέον να χαρακτηρίζεται από αισθητική.

2.1) Βασικά μέρη μίας Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Μία 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. και καταλήγει στο πίνακα διανομής (μονοφασικός ή τριφασικός) και λέγεται « γραμμή μετρητή-πίνακα».

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

- είτε μία μόνο συσκευή κατανάλωσης
- είτε περισσότερες από μία συσκευές κατανάλωσης
- είτε έναν άλλο πίνακα, που ονομάζεται «δευτερεύον πίνακας» ή υποπίνακας.

Ανεξάρτητες ή ευθείες γραμμές, είναι εκείνες που η καθεμία τροφοδοτεί μία μόνο συσκευή κατανάλωσης, π.χ. 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. θερμοσυσσωρευτές.

Οι 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. Π.χ. σε ένα τριώροφο κτήριο από κάθε υποπίνακα θα ξεκινούν γραμμές για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης του ίδιου ορόφου.

2.2) Βασικά βήματα μελέτης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Το πρώτο βήμα της μελέτης είναι ο καθορισμός των διάφορων καταναλώσεων που θα πρέπει να τροφοδοτεί η ηλεκτρική εγκατάσταση που θα σχεδιαστεί. Τα διάφορα σημεία (π.χ. πρίζες, φωτιστικά σημεία, συσκευές, σημεία χειρισμού της εγκατάστασης κ.λπ.), σημειώνονται σε μία κάτοψη του χώρου της κατοικίας.

Κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση θα πρέπει να αποτελείται από περισσότερα του ενός ανεξάρτητα μεταξύ τους κυκλώματα, μέσω των οποίων θα γίνεται η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προς τις καταναλώσεις. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η απομόνωση ενός πιθανού σφάλματος σε ένα μόνο μέρος της εγκατάστασης καθώς και ο περιορισμός των επιδράσεων αυτού του σφάλματος στα υπόλοιπα ανεξάρτητα κυκλώματα.

Έτσι λοιπόν τα ανεξάρτητα κυκλώματα τα οποία θα συνθέσουν τη συγκεκριμένη εγκατάσταση είναι:

- τρεις ανεξάρτητες γραμμές φωτισμού για την τροφοδότηση των φωτιστικών σημείων της κατοικίας.
- Πέντε ανεξάρτητες γραμμές τροφοδοσίας σούκο ρευματοδοτών για την τροφοδοσία των πριζών όλων των δωματίων, εκτός αυτής που προορίζεται για την τροφοδότηση του ηλεκτρικού πλυντηρίου.
- Μία ανεξάρτητη μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας για την τροφοδότηση μέσω ρευματοδότη (σούκο) του ηλεκτρικού πλυντηρίου.
- Μία ανεξάρτητη γραμμή τροφοδοσίας του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα.
- Μια ανεξάρτητη μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας του ηλεκτρικού μαγειρείου.
- Έξι ανεξάρτητες γραμμές τροφοδότησης των σωμάτων θερμοσυσσωρευτών. Ειδικά για τα κυκλώματα τροφοδότησης των θερμοσυσσωρευτών προβλέπεται και αυτοματισμός λειτουργίας για τις ώρες ισχύος του μειωμένου τιμολογίου.

Παρατηρήσεις :

1. Η πρόβλεψη ύπαρξης τουλάχιστον τεσσάρων ανεξάρτητων γραμμών φωτισμού καθώς και πέντε ανεξάρτητων γραμμών ρευματοδοτών, στοχεύει στην εξασφάλιση της ύπαρξης φωτισμού και της δυνατότητας τροφοδότησης φορητών συσκευών ακόμη και στην περίπτωση εμφάνισης σφάλματος σε ένα από τα κυκλώματα φωτισμού ή ρευματοδοτών.
2. Στον εξωτερικό χώρο ενός κτηρίου θα πρέπει να εγκαθίσταται επαρκής αριθμός ρευματοδοτών, έτσι ώστε να αποφεύγεται η χρήση διακλαδωτήρων κ.λπ. σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384 471.2.3.
3. Τα κυκλώματα τα οποία τροφοδοτούν φορτία τα οποία βρίσκονται στον εξωτερικό χώρο ενός κτηρίου, θα πρέπει να προστατεύονται με διακόπτη διαρροής έντασης με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα $I_{\Delta n}$ μικρότερο ή το πολύ ίσο με 30 mA. Αυτό ισχύει και για τις γραμμές ρευματοδοτών (ανεξάρτητα αν αυτοί βρίσκονται στον εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο ενός κτηρίου), μέσω των οποίων πρόκειται να τροφοδοτηθούν συσκευές που θα βρίσκονται στο εξωτερικό του κτηρίου. Εναλλακτικά για την προστασία έναντι έμμεσης επαφής, τα κυκλώματα αυτά μπορούν να τροφοδοτούνται μέσω μετασχηματιστή απομόνωσης προστασίας ή αλλιώς να εφαρμόζεται συμπληρωματική μόνωση (ΕΛΟΤ HD384 413.1.3.9).
4. Στην περίπτωση ύπαρξης στην εγκατάσταση κυκλωμάτων που θα τροφοδοτούν κινητήρες, θα πρέπει σύμφωνα με το άρθρο 465.3 του ΕΛΟΤ HD384, να υπάρχει

πρόβλεψη στη σχεδίαση και τη κατασκευή του αυτόματου συστήματος ελέγχου, έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η αυτόματη επανεκκίνησή του, αν αυτός έχει σταματήσει εξαιτίας μείωσης ή διακοπής της τάσης τροφοδοσίας του. Επίσης όταν φορά περιστροφής του κινητήρα σχετίζεται με ζητήματα ασφάλειας, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή της αναστροφής της φοράς περιστροφής του κινητήρα.

2.3) Σύστημα τροφοδοσίας και γείωση εγκατάστασης

Η εγκατάσταση θα τροφοδοτηθεί από το δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με το έγγραφο εναρμόνισης HD της CENELEC “ Nominal Voltages for Low Voltage Public Electricity Supply Systems “, αλλά και το πρότυπο ΕΛΟΤ 1263.1, η τάση του δημόσιου δικτύου διανομής χαμηλής τάσης είναι 230/400 V με όρια διακύμανσης 10% (207 V ως 253V φασική τάση και 360 V ως 440 V πολική τάση).

Η γραμμή τροφοδοσίας της εγκατάστασης (παροχή) θα είναι τριφασική. Από το μετρητή της ηλεκτρικής εγκατάστασης μέχρι τον κύριο πίνακα διανομής, θα εγκατασταθεί πενταπολικό καλώδιο (3φ+N+PE).

Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων που εφαρμόζεται στη γεωγραφική περιοχή που βρίσκεται η εγκατάσταση ,είναι το TN-S με γειωμένο τον ουδέτερο αγωγό. πρόκειται δηλαδή για τη μέθοδο που καλείται ουδετέρωση (με εξαίρεση ορισμένες περιοχές της Αττικής όπου εφαρμόζεται το σύστημα άμεσης γείωσης TT).

Ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται στο σημείο εισόδου του καλωδίου παροχής στην κτιριακή εγκατάσταση (εντός του μετρητή ενέργειας). Η εργασία αυτή εκτελείται από εξουσιοδοτημένα συνεργεία της εταιρίας παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας, κατά το στάδιο της εγκατάστασης του μετρητή. Υποχρέωση από πλευράς καταναλωτή, είναι η εγκατάσταση και η αναμονή στο χώρο εγκατάστασης του μετρητή, τόσο του καλωδίου τροφοδοσίας όσο και του αγωγού γείωσης.

Η μέθοδος γείωσης που θα εφαρμοστεί στην εγκατάσταση είναι η θεμελιακή γείωση, καθώς αυτή όπως επί λέξει αναφέρεται στο Φ.Ε.Κ. 470/5 Μαρτίου 2004, «...πρέπει να εφαρμόζεται ως βασική μέθοδος προστασίας και λειτουργίας, όπου αυτό απαιτείται, σε όλες τις νέες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που οι απαιτήσεις γείωσης δεν καλύπτονται από τη θεμελιακή γείωση, τότε μπορούν να χρησιμοποιούνται, συμπληρωματικά και άλλες μέθοδοι γείωσης...». Από τη διάταξη της θεμελιακής γείωσης θα αναχωρεί ο αγωγός γείωσης, ο οποίος θα καταλήγει στον κύριο ακροδέκτη γείωσης.

Με τον όρο αγωγός γείωσης εννοείται ο αγωγός ο οποίος συνδέει το ηλεκτρόδιο γείωσης με τον κύριο ακροδέκτη γείωσης ή τον κύριο ζυγό γείωσης σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD384 202.04.07.

Ο κύριος ακροδέκτης γείωσης ή ο κύριος ζυγός γείωσης είναι ένα κομβικό σημείο στο οποίο συνδέονται οι αγωγοί γείωσης, οι αγωγοί προστασίας, οι αγωγοί ισοδυναμικής σύνδεσης και οι αγωγοί της γείωσης λειτουργίας εφόσον υπάρχουν (ΕΛΟΤ HD384 202.04.08).

Το σημείο εγκατάστασης του κύριου ακροδέκτη γείωσης βρίσκεται συνήθως πλησίον του χώρου που πρόκειται να εγκατασταθεί ο μετρητής ή οι μετρητές εφόσον πρόκειται για πολυκατοικία.

Από το κύριο ακροδέκτη γείωσης ή κύριο αγωγό γείωσης, θα αναχωρεί ο αγωγός προστασίας PE προς τον κύριο πίνακα και τους υποπίνακες διανομής εφόσον υπάρχουν. Ο αγωγός προστασίας PE, θα πρέπει να μπορεί με τη χρήση εργαλείου να αποσυνδεθεί από τον κύριο ακροδέκτη γείωσης, για την εκτέλεση ελέγχων και μετρήσεων (ΕΛΟΤ HD384 543.3.3).

Σύμφωνα με την παράγραφο 413.1.2 του πρότυπου ΕΛΟΤ HD384, για την προστασία έναντι έμμεσης επαφής, όλα τα εκτεθειμένα αγωγήμα μέρη της εγκατάστασης, θα πρέπει να συνδεθούν με τη γη μέσω των αγωγών προστασίας PE και υπό τις ειδικές συνθήκες που επιβάλλει το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-S με γειωμένο τον ουδέτερο αγωγό. Τα διαφορετικά μεταξύ τους αγωγήμα μέρη με τα οποία είναι δυνατόν να υπάρξει ταυτόχρονη επαφή θα πρέπει να γειώνονται μέσω του ίδιου ηλεκτροδίου γείωσης.

Επειδή μία διάταξη γείωσης αποτελείται από περισσότερα του ενός τμήματα, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μην έρχονται σε επαφή ανόμοια μέταλλα τα οποία α μπορούσαν να σχηματίσουν ηλεκτρολυτικό ζεύγος εκτός και αν λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αποφυγή της διάβρωσης εξαιτίας αυτής της επαφής (ΕΛΟΤ HD384 522.5.2).

2.4) Ισοδυναμικές συνδέσεις

Με βάση τη παράγραφο 413.1.2.1 του ΕΛΟΤ HD384 και ανεξάρτητα από το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων του δικτύου τροφοδοσίας, θα πρέπει να υπάρχει μία κύρια ισοδυναμική σύνδεση σε κάθε κτήριο. Ο αγωγός της κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης θα πρέπει να συνδέεται στο κύριο ακροδέκτη γείωσης (κύριο ακροδέκτη γείωσης ή μπάρα γείωσης ή ισοδυναμική μπάρα) όπου συνδέονται επίσης ο κύριος αγωγός προστασίας και ο κύριος αγωγός γείωσης. Μέσω της ισοδυναμικής σύνδεσης, θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους όλα τα ξένα αγωγήμα στοιχεία, όπως οι μεταλλικές σωληνώσεις κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού, τα μεταλλικά δομικά στοιχεία του κτηρίου και ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος εφόσον είναι δυνατόν, ο μεταλλικός μανδύας του καλωδίου τροφοδοσίας (αν

υπάρχει) και ο μεταλλικός μανδύας του καλωδίου τηλεπικοινωνίας (αν υπάρχει και κατόπιν άδειας του αρμόδιου φορέα).

Επιπλέον σύμφωνα με την παράγραφο 701.413.1.6 του ΕΛΟΤ HD384, στο χώρο του λουτρού θα πρέπει να κατασκευαστεί συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση.

2.5) Υπολογισμός διατομής αγωγών των επιμέρους κυκλωμάτων

Εφόσον πρόκειται για την ηλεκτρική εγκατάσταση ενός τυπικού διαμερίσματος, οι αγωγοί των ηλεκτρικών γραμμών οι οποίοι θα είναι χάλκινοι με μόνωση PVC, θα τοποθετηθούν για καθεμία εντός ξεχωριστού εντοιχισμένου ηλεκτρολογικού σωλήνα. Η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος της εγκατάστασης θεωρείται ίση με 30°C.

Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές των ενεργών αγωγών.

Μετά την επιλογή της διατομής των αγωγών τροφοδοσίας, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος του κατά πόσο ικανοποιείται το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης πτώσης τάσης κατά μήκος της γραμμής.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384 τμήμα 525, η αποδεκτή πτώση τάσης σε μία γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να είναι μικρότερη έως ίση του 4% της ονομαστικής τάσης. Αυτό σημαίνει ότι για μία μονοφασική γραμμή τροφοδοσίας με ονομαστική τιμή τάσης 230V, η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης κατά μήκος της γραμμής είναι 9,2V και συνεπώς στο τέρμα της γραμμής επιτρέπεται να μετράμε τουλάχιστον 220,8V, ενώ για μία τριφασική γραμμή η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι 16V και στο τέλος της γραμμής θα πρέπει μεταξύ των φάσεων να μετράμε 384V με όρια ανοχής ±10% και για τις δύο περιπτώσεις.

2.6) Γραμμή μαγειρείου

Εφόσον είναι γνωστή η συσκευή την οποία ο ιδιοκτήτης θα χρησιμοποιήσει, γίνεται υπολογισμός του απαιτούμενου από τη συσκευή ρεύματος κανονικής λειτουργίας, με βάση τα τεχνικά της χαρακτηριστικά.

Έστω ότι το μονοφασικό μαγειρείο (δηλ. ηλεκτρική κουζίνα) το οποίο α χρησιμοποιηθεί έχει συνολική ισχύ 8 KW. Η ισχύς μίας μονοφασικής συσκευής δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

Στην πράξη ποτέ ένα μαγειρείο δεν λειτουργεί σε πλήρη ισχύ, υπάρχει δηλαδή ετεροχρονισμός μεταξύ των διαφόρων λειτουργιών του ή με άλλα λόγια ποτέ όλες οι εστίες, ο

φούρνος, τα θερμαντικά στοιχεία για την πυρόλυση και όποια άλλη θερμαντική διάταξη με την οποία είναι εφοδιασμένη η συσκευή δεν λειτουργούν ταυτόχρονα όλες μαζί. Μπορεί συνεπώς να ληφθεί υπόψη όπως προβλέπεται και από το τμήμα 311 του ΕΛΟΤ HD384, ένας συντελεστής ετεροχρονισμού, για να γίνει μία προσαρμοσμένη στις πραγματικές συνθήκες εκτίμηση της απαιτούμενης ικανότητας μεταφοράς ρεύματος των αγωγών της γραμμής τροφοδοσίας της συσκευής.

Έστω ότι για την προκείμενη περίπτωση θεωρούμε συντελεστή ετεροχρονισμού ίσο με 0,8. Επίσης θεωρούμε ότι ο συντελεστής ισχύος της συσκευής είναι ίσος με τη μονάδα (συνφ=1). Με βάση όσα αναφέρθηκαν η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$P' = U \times I \times 1,6 \quad I = P \times 0,8 / U[V] \quad I = 8000 \times 0,8 [W] / U[V] = 27,8 [A]$$

Από τον πίνακα 1 σελ.23 βλέπουμε ότι για δύο ενεργούς χάλκινους αγωγούς εντός εντοιχισμένου σωλήνα, προκύπτει ότι η διατομή των 6 mm² έχει την ικανότητα μεταφοράς του ρεύματος που υπολογίστηκε από την παραπάνω σχέση και συνεπώς είναι κατάλληλη για την κατασκευή της γραμμής τροφοδοσίας του συγκεκριμένου ηλεκτρικού μαγειρείου.

Στις περιπτώσεις που δεν είναι γνωστή η συνολική ισχύς της συσκευής που θα χρησιμοποιηθεί, η πρόβλεψη για διατομή 6 mm² των αγωγών για τη γραμμή τροφοδοσίας θεωρείται ικανοποιητική, καθώς σε συνδυασμό και με το συντελεστή ετεροχρονισμού καλύπτει τη πλειοψηφία των σύγχρονων ηλεκτρικών μαγειρείων που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

Η διάταξη προστασίας έναντι υπερέντασης της γραμμής τροφοδοσίας θα είναι μικροαυτόματος διακόπτης με ονομαστική τιμή ρεύματος 25 A.

2.7) Γραμμή ηλεκτρικού θερμοσίφωνα

Η μέθοδος για τον υπολογισμό της διατομής των αγωγών για την γραμμή τροφοδοσίας του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, είναι ανάλογη με αυτή που περιγράφηκε για τη περίπτωση του ηλεκτρικού μαγειρείου.

Υποθέτοντας ότι ισχύς της συσκευής είναι 4,5 KW και θεωρώντας συνφ=1 (η συσκευή περιλαμβάνει μόνο το θερμαντικό στοιχείο το οποίο είναι η ωμική αντίσταση), από τη σχέση $P=U \times I \times \text{συνφ}$ προκύπτει ότι το ρεύμα του φορτίου της συσκευής είναι $I = 19,57 \text{ A}$. Από τον πίνακα 1 σελ.23 για δύο ενεργούς χάλκινους αγωγούς με μόνωση PVC εντός εντοιχισμένου ηλεκτρολογικού σωλήνα, προκύπτει ότι η κατάλληλη διατομή για την κατασκευή της γραμμής τροφοδοσίας του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα είναι τα 4 mm².

Ακόμη και στις περιπτώσεις συσκευών χαμηλότερης ισχύος από αυτή του συγκεκριμένου ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, είναι σκόπιμο η γραμμή τροφοδότησης του κύριου θερμοσίφωνα της εγκατάστασης να κατασκευάζεται από αγωγούς διατομής 4 mm², καθώς έτσι καλύπτεται και το ενδεχόμενο μελλοντικής αλλαγής της συσκευής, χωρίς να απαιτείται επέμβαση και μετατροπή της γραμμής τροφοδοσίας.

Η διάταξη προστασίας έναντι υπερέντασης της γραμμής τροφοδοσίας θα είναι μικροαυτόματος διακόπτης με ονομαστική τιμή ρεύματος 20 A.

2.8) Γραμμές φωτισμού

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή χάλκινων αγωγών για την τροφοδοσία κυκλωμάτων φωτισμού είναι 1,5 mm². Για τη συγκεκριμένη διατομή και για την εγκατάσταση τριών ενεργών αγωγών μόνωσης PVC εντός εντοιχισμένου ηλεκτρολογικού σωλήνα, από τον πίνακα 1 σελ.23 προκύπτει μέγιστη ικανότητα μεταφοράς ρεύματος I_z ίση με 13,5 A.

Η ονομαστική τιμή ρεύματος I_n της διάταξης προστασίας της γραμμής έναντι υπερέντασης, θα πρέπει να είναι μικρότερη έως ίση της τιμής του I_z για την περίπτωση των μικροαυτόματων διακοπών και μικρότερη έως ίση του $0,9I_z$ για την περίπτωση των τηκτών ασφαλειών. Τόσο στη περίπτωση επιλογής μικροαυτόματου διακόπτη όσο και στη περίπτωση τηκτής ασφάλειας ως μέσο προστασίας της γραμμής έναντι υπερέντασης, η τυποποιημένη ονομαστική τιμή έντασης είναι 10 A.

Θεωρώντας λοιπόν ως μέγιστη τιμή έντασης λειτουργίας τα 10 A (δηλ. την επιλεχθείσα ονομαστική τιμή κανονικής λειτουργίας του μέσου προστασίας), προκύπτει ότι η γραμμή του φωτισμού θα μπορεί απρόσκοπτα να καλύψει φορτίο $230V \times 10 A = 2300 W$, τιμή που θεωρείται ικανοποιητική για ένα κύκλωμα φωτισμού σ μία τυπική κατοικία.

Παρατήρηση: θεωρήθηκαν τρεις ενεργοί αγωγοί για τα κυκλώματα φωτισμού, για να συμπεριληφθεί και η περίπτωση κυκλωμάτων (π.χ. αλε-ρετούρ) στα οποία απαιτείται η διέλευση και δεύτερου ενεργού αγωγού της ίδιας φάσης μέσα από το σωλήνα, για την υλοποίησή τους.

2.9) Γραμμή ρευματοδοτών

Οι ρευματοδότες που θα χρησιμοποιηθούν για την τροφοδότηση των συσκευών και των φορητών μηχανημάτων της εγκατάστασης θα είναι σούκο.

Στους ρευματοδότες σούκο η συνήθεις ένταση κανονικής λειτουργίας είναι 16 A. Από τον πίνακα 1 σελ.23 προκύπτει ότι η ελάχιστη διατομή, η οποία να μπορεί να καλύψει το ονομαστικό φορτίο ενός ρευματοδότη τύπου σούκο, για δύο φορτισμένους χάλκινους

αγωγούς μόνωσης PVC και εγκατάσταση εντός εντοιχισμένου σωλήνα, είναι αυτή των 2,5 mm² η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της γραμμής τροφοδοσίας των ρευματοδοτών.

Στην κάθε γραμμή, προβλέπεται η εγκατάσταση παραπάνω του ενός ρευματοδότη. Λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη ετεροχρονισμού στη λειτουργία των καταναλώσεων που θα τροφοδοτούνται από τους ρευματοδότες της ίδιας γραμμής (δεν θα λειτουργούν ταυτόχρονα και στην ονομαστική ισχύ τους όλες μαζί οι τροφοδοτούμενες καταναλώσεις), η διατομή των 2,5 mm² κρίνεται ικανοποιητική για την κατασκευή της γραμμής τροφοδοσίας των ρευματοδοτών.

Ειδικά για την τροφοδότηση του πλυντηρίου ρούχων, θα προβλεφθεί ξεχωριστή γραμμή με ένα ρευματοδότη τύπου σούκο καθώς η συγκεκριμένη συσκευή είναι αρκετά μεγάλης ισχύος. Πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση το ΕΛΟΤ HD384 463.1 και επειδή η συσκευή περιλαμβάνει και θερμαντικά στοιχεία, θα πρέπει να προβλέπεται και διάταξη διακοπής της τροφοδοσίας της. Επειδή η γραμμή τροφοδοσίας του πλυντηρίου δεν είναι μόνιμη σε όλη τη διαδρομή της, δεν υπάρχει ανάγκη εγκατάστασης διάταξης διακοπής στο πίνακα διανομής, καθώς τη λειτουργία αυτή μπορεί να την επιτελεί ο συνδυασμός ρευματοδότη- ρευματολήπτη σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD384 537.3.1.

Επίσης θα πρέπει να προβλέπονται ανεξάρτητες γραμμές ρευματοδοτών, για την τροφοδότηση των κλιματιστικών σωμάτων.

2.10) Γραμμή θερμοσυσσωρευτών

Οι θερμοσυσσωρευτές είναι σώματα ηλεκτρικής θέρμανσης, τα οποία αποθηκεύουν θερμότητα κατά τη χρονική διάρκεια της φόρτισής τους και την αποδίδουν το υπόλοιπο 24ωρο. Διαθέτουν θερμαντικά στοιχεία μεγάλης ισχύος και συνεπώς απαιτούν ανεξάρτητη γραμμή για την τροφοδότησή τους.

Το κύκλωμα ισχύος ενός σώματος θερμοσυσσωρευτή μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε από μονοφασική ή από τριφασική γραμμή τροφοδοσίας.

Ισοκατανέμοντας τα θερμαντικά στοιχεία στις τρεις φάσεις μίας τριφασικής γραμμής τροφοδοσίας (3φ+N), με διατομή χάλκινων αγωγών 2,5 mm² οι οποίοι είναι τοποθετημένοι εντός εντοιχισμένου ηλεκτρολογικού σωλήνα και ασφαρίζονται με μικροαυτόματο διακόπτη 16 A, μπορούμε να καλύψουμε την τροφοδότηση σωμάτων συνολικής ισχύος $3 \times 230V \times 16A = 11KW$, τα οποία για μονοφασική τροφοδότηση θα απαιτούσαν διατομή αγωγών 16 mm².

Εξαιτίας του ότι πρόκειται για συσκευές μεγάλης ισχύος, συμφέρει οικονομικά η φόρτισή τους να γίνεται κατά τις ώρες ισχύος του μειωμένου τιμολογίου χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Για το λόγο αυτό πρέπει να προβλεφθεί η υλοποίηση κυκλώματος αυτοματισμού, το οποίο θα ελέγχει την τροφοδοσία των θερμοσυσσωρευτών ώστε η φόρτισή τους να γίνεται τις κατάλληλες ώρες.

2.11) Διατομή ουδέτερου αγωγού

Η διατομή του ουδέτερου αγωγού θα είναι υποχρεωτικά η ίδια με τη διατομή των φάσεων στα μονοφασικά κυκλώματα (για όλες τις διατομές) καθώς και στα τριφασικά κυκλώματα αφού στην εγκατάσταση την οποία κάνουμε τη μελέτη της η διατομή των χάλκινων αγωγών όλων των τριφασικών γραμμών τροφοδοσίας είναι μικρότερη των 16 mm².

Επίσης στον ουδέτερο αγωγό της παροχής της εγκατάστασης (σύστημα TN-S), δεν θα εγκατασταθεί διάταξη προστασίας έναντι υπερεντάσεων αφού η διατομή του ουδέτερου αγωγού θα είναι ίση με τη διατομή των αγωγών των φάσεων (ΕΛΟΤ HD384 473.3.2.1).

2.12) Διατομή αγωγών προστασίας

Ο αγωγός προστασίας, ο οποίος συμβολίζεται με PE, προορίζεται για την ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών που περιλαμβάνονται σε μία εγκατάσταση, με σημεία όπως: τον κύριο ακροδέκτη γείωσης ή άλλα ξένα αγωγίμα στοιχεία ή το ηλεκτρόδιο γείωσης ή το γειωμένο σημείο της πηγής τροφοδοσίας ή ένα γειωμένο ουδέτερο κόμβο σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD384 202.4.5.

Οι αγωγοί προστασίας όλων των επιμέρους κυκλωμάτων αλλά και της γραμμής τροφοδοσίας από το μετρητή ενέργειας μέχρι τον μέχρι τον πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα είναι κατασκευασμένοι από χαλκό και μπορούν να έχουν ελάχιστη διατομή ίση με αυτή των αγωγών των φάσεων.

2.13) Διατομή αγωγών γείωσης

Επειδή η μέθοδος γείωσης που θα χρησιμοποιηθεί στην εγκατάσταση είναι η θεμελιακή γείωση, συνεπάγεται ότι ένα τμήμα του αγωγού γείωσης (του αγωγού από τα θεμέλια μέχρι τον κύριο ακροδέκτη γείωσης) θα είναι θαμμένο στο έδαφος.

Στη περίπτωση αυτή και χωρίς να ληφθεί κάποιο πρόσθετο μέτρο προστασίας του αγωγού έναντι διάβρωσης, η ελάχιστη διατομή του χάλκινου αγωγού γείωσης θα είναι 25 mm².

2.14) Διατομή αγωγών ισοδυναμικών συνδέσεων

Ο αγωγός ισοδυναμικής σύνδεσης εξασφαλίζει μία ηλεκτρική σύνδεση, που διατηρεί στο ίδιο περίπου δυναμικό, τόσο όλα τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης όσο και τα ξένα αγωγή στοιχεία (ΕΛΟΤ HD384 202.04.09).

Η ελάχιστη διατομή που μπορεί να έχουν οι αγωγοί κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης θα πρέπει να είναι για την περίπτωση της κατοικίας που μελετάμε ίση με 6 mm².

Για την περίπτωση της συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης που θα υπάρχει στο χώρο του λουτρού, ο αγωγός με τον οποίο θα κατασκευαστεί η σύνδεση αυτή, πρέπει να έχει διατομή:

- τουλάχιστον ίση με τη μικρότερη από τις διατομές των επιμέρους αγωγών προστασίας PE, όταν πρόκειται για σύνδεση μεταξύ εκτεθειμένων αγωγίων μερών της ηλεκτρικής εγκατάστασης στον εν λόγω χώρο.
- Τουλάχιστον 4 mm² όταν πρόκειται για σύνδεση μεταξύ εκτεθειμένου αγωγίου μέρους και ξένου αγωγίου στοιχείου.

2.15) Μελέτη και σχεδίαση του πίνακα διανομής

Στον πίνακα διανομής περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά και υλοποιούνται όλες οι απαραίτητες συνδεσμολογίες για την λειτουργία, τον έλεγχο και την προστασία των επιμέρους κυκλωμάτων κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Κατά το στάδιο της σχεδίασης και της μελέτης του πίνακα διανομής, θα πρέπει να προσδιοριστούν όλες οι διατάξεις χειρισμού, ελέγχου, προστασίας, απομόνωσης και διακοπής, οι οποίες θα περιλαμβάνονται σε αυτόν, οι μεταξύ τους συνδεσμολογίες, καθώς επίσης και η διαμόρφωση, η δομή και εντέλει οι διαστάσεις του ίδιου του πίνακα.

2.16) Διατάξεις προστασίας

Για την προστασία έναντι υπερεντάσεων θα πρέπει να τοποθετηθούν κατάλληλες διατάξεις ανίχνευσης σε όλους τους αγωγούς των φάσεων (ΕΛΟΤ HD384 473.3.1.1). Οι διατάξεις αυτές θα πρέπει να διακόπτουν την τροφοδοσία στη φάση στην οποία εκδηλώνεται η υπερένταση, χωρίς να είναι υποχρεωτική η διακοπή και των άλλων φάσεων της γραμμής τροφοδοσίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται και να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα, στη περίπτωση που η διακοπή της τροφοδοσίας σε μία μόνο φάση μπορεί να συνεπάγεται προβλήματα όπως για παράδειγμα στην περίπτωση τροφοδότησης τριφασικών κινητήρων.

Για την προστασία των αγωγών των κυκλωμάτων της εγκατάστασης από υπερεντάσεις, θα χρησιμοποιηθούν διατάξεις που προστατεύουν από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα συγχρόνως (ΕΛΟΤ HD384 432.1) όπως για παράδειγμα:

- μικροαυτόματοι διακόπτες, οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι τόσο με θερμικό στοιχείο για την προστασία από υπερφορτίσεις όσο και με μαγνητικό στοιχείο για την προστασία έναντι βραχυκυκλωμάτων.
- Από τηκτές ασφάλειες τύπου "gG" σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60269-1

Ειδικότερα για τα κυκλώματα τροφοδοσίας των επιμέρους κυκλωμάτων θα χρησιμοποιηθούν μικροαυτόματοι διακόπτες, ενώ ως γενικό ασφαλιστικό μέσω προστασίας στα κυκλώματα των μικροαυτομάτων, θα προτάσσονται τηκτές ασφάλειες σαν εφεδρικό μέσο προστασίας (back up) σε μεγάλα ρεύματα βραχυκυκλωμάτων.

Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερφόρτισης και βραχυκυκλωμάτων, τοποθετούνται συνήθως στην αρχή ενός κυκλώματος τροφοδοσίας και εντός του πίνακα διανομής από όπου γίνεται και η διανομή στα επιμέρους κυκλώματα μίας εγκατάστασης. Στην περίπτωση που κατά μήκος μίας γραμμής τροφοδοσίας υπάρχει αλλαγή σε κάποιο από τα χαρακτηριστικά της (π.χ. αλλαγή διατομής ή είδους αγωγών, αλλαγή τρόπου εγκατάστασης, ή οποιαδήποτε άλλη αλλαγή έχει ως επίπτωση τη μείωση του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος), θα πρέπει οι διατάξεις προστασίας να τοποθετούνται στο σημείο που συμβαίνει αυτή η διαφοροποίηση (ΕΛΟΤ HD384 473.1.1 και 473.2.1). Στην κατοικία που κάνουμε μελέτη, η απλή σχετικά μορφή της εγκατάστασης βοηθά στο να αποφύγουμε αλλαγές των χαρακτηριστικών των γραμμών τροφοδοσίας κατά μήκος της διαδρομής τους, έτσι ώστε να μην απαιτείται η εγκατάσταση διατάξεων προστασίας έναντι υπερέντασης εκτός του κύριου πίνακα διανομής της εγκατάστασης.

Στην είσοδο του καλωδίου της παροχής τροφοδοσίας στο πίνακα διανομής, θα τοποθετηθεί τετραπολικός Διακόπτης Διαρροής Έντασης (Δ.Δ.Ε) με ονομαστική ένταση διαφορικού ρεύματος $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$, ο οποίος θα ελέγχει το σύνολο των κυκλωμάτων της εγκατάστασης.

Οι Δ.Δ.Ε. μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικό μέτρο προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας από έμμεση επαφή, ακόμα και στη περίπτωση που χρησιμοποιούνται διατάξεις έναντι υπερέντασης (π.χ. μικροαυτόματοι, ασφάλειες τήξης) για την αυτόματη διακοπή της τροφοδοσίας σε περίπτωση σφάλματος (ΕΛΟΤ HD384 413.1.3.7).

Επίσης η εγκατάσταση Δ.Δ.Ε είναι επιβεβλημένη εξαιτίας της ύπαρξης κυκλωμάτων που εκτείνονται εκτός του κτηρίου (ρευματοδότες στον εξωτερικό χώρο) αλλά και επειδή υπάρχει ρευματοδότης για την τροφοδότηση του πλυντηρίου εντός του χώρου του λουτρού.

Πρέπει να τονιστεί ότι οι διακόπτες διαρροής έντασης, δεν παρέχουν προστασία σε περίπτωση υπερφόρτισης ή βραχυκυκλώματος. Συνεπώς είναι φανερό, ότι η εγκατάσταση του Δ.Δ.Ε, προϋποθέτει την ύπαρξη προστασίας έναντι υπερεντάσεων στο κύκλωμα, με τηκτές ασφάλειες ή μικροαυτόματους διακόπτες, η ονομαστική τιμή ρεύματος των οποίων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τη μέγιστη ονομαστική τιμή που ορίζεται από τον κατασκευαστή τη διάταξης διαφορικού ρεύματος, λαμβάνοντας υπόψη εφόσον είναι επιθυμητό και το συντελεστή ετεροχρονισμού (ΕΛΟΤ HD384 531.2.1.4). Άρα ο Δ.Δ.Ε πρέπει να επιλεγθεί έτσι ώστε να έχει ονομαστική τιμή ρεύματος μεγαλύτερη ή το πολύ ίση με την ονομαστική τιμή έντασης των τηκτών ασφαλειών που θα αποτελούν το γενικό ασφαλιστικό μέσο προστασίας στην περίπτωση που εξετάζουμε

Σε περίπτωση που είναι εγκατεστημένοι σε σειρά περισσότεροι του ενός Δ.Δ.Ε, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση που εγκατασταθεί Δ.Δ.Ε τόσο στον κύριο πίνακα όσο και στους υποπίνακες μίας εγκατάστασης, για να επιτυγχάνεται επιλογική συνεργασία μεταξύ τους είναι δυνατή η χρήση Δ.Δ.Ε με χρονική καθυστέρηση η οποία δεν ξεπερνά το 1 sec (ΕΛΟΤ HD384 413.1.3.7).

2.17) Διατάξεις απομόνωσης, διακοπής, χειρισμού

Η ηλεκτρική εγκατάσταση που θα κατασκευαστεί, θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα διακοπής της τροφοδοσίας της καθώς επίσης και να προβλέπεται η πλήρης απομόνωσή της από το δίκτυο τροφοδοσίας (ΕΛΟΤ HD384 461.3). Η απαίτηση αυτή επιβάλλει την εγκατάσταση στο κεντρικό πίνακα διανομής γενικού μέσου διακοπής και απομόνωσης.

Οι διατάξεις απομόνωσης και διακοπής θα πρέπει να διακόπτουν και να απομονώνουν όλους τους ενεργούς αγωγούς της γραμμής τροφοδοσίας (ΕΛΟΤ HD384 462.1).

Ειδικά στο σύστημα TN-S ο ουδέτερος αγωγός, παρόλο που συμπεριλαμβάνεται στους ενεργούς αγωγούς, μπορεί να μην απομονώνεται και να μην διακόπτεται (ΕΛΟΤ HD384 461.2). Στον αγωγό προστασίας PE και ανεξάρτητα του συστήματος γείωσης δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση διάταξης απομόνωσης ή διακοπής (ΕΛΟΤ HD384 543.3.3).

Έτσι λοιπόν για την περίπτωση τροφοδότησης της οικιακής ηλεκτρικής εγκατάστασης της κατοικίας που μελετάμε, η οποία θα έχει τριφασική γραμμή τροφοδοσίας (3φ+N+PE), το γενικό μέσο διακοπής και απόζευξης θα είναι τριπολικό.

Η διακοπή της τροφοδοσίας του συνόλου ή ενός μέρους της εγκατάστασης πρέπει να γίνεται με διατάξεις οι οποίες να μπορούν να διακόψουν το ρεύμα που αντιστοιχεί στο πλήρες φορτίο των κυκλωμάτων που διακόπτονται.

Ως διατάξεις διακοπής θεωρούνται οι διακόπτες φορτίου, οι διακόπτες ισχύος, οι ηλεκτρονόμοι και για την περίπτωση μη μόνιμων γραμμών τροφοδοσίας η διακοπή μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση ρευματοδότη-ρευματολήπτη (ΕΛΟΤ HD384 537.3.1).

Ως διατάξεις απομόνωσης θεωρούνται οι αποζεύκτες, οι διακόπτες- αποζεύκτες, τα τηκτά των ασφαλειών, οι ασφαλειοαποζεύκτες και στην περίπτωση μη μόνιμων γραμμών τροφοδοσίας η απομόνωση μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση ρευματοδότη-ρευματολήπτη (ΕΛΟΤ HD384 537.2.4).

Διατάξεις διακοπής τροφοδοσίας θα πρέπει να προβλέπονται και στην περίπτωση επιμέρους κυκλωμάτων τροφοδότησης ηλεκτρικών συσκευών ή μηχανημάτων που φέρουν ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία ή περιστρεφόμενα μέρη (ΕΛΟΤ HD384 463.1). Σκοπός της διάταξης διακοπής είναι η εκτέλεση εργασιών συντήρησης χωρίς κινδύνους. Για το λόγω αυτό στα κυκλώματα τροφοδότησης των ηλεκτρικών θερμοσίφωνων και των ηλεκτρικών μαγειρείων πρέπει να εγκαθίσταται και διάταξη διακοπής και απομόνωσης της τροφοδοσίας.

Σε συσκευές και μηχανήματα για τα οποία απαιτείται η δυνατότητα λειτουργικού χειρισμού τους ανεξάρτητα από την υπόλοιπη εγκατάσταση, θα πρέπει να προβλέπονται κατάλληλες διατάξεις χειρισμού (ΕΛΟΤ HD384 465.1.3). Σε αυτή τη περίπτωση για παράδειγμα emπίπτουν συσκευές μιας τυποποιημένης οικιακής εγκατάστασης όπως: ο ηλεκτρικός θερμοσίφοντας, το ηλεκτρικό μαγειρείο, τα σώματα θερμοσυσσωρευτών κ.λπ.

Ο λειτουργικός χειρισμός μπορεί να γίνεται με τη χρήση διακοπών φορτίου, διακοπών ισχύος, ηλεκτρονόμων, διατάξεων ημιαγωγών και ρευματοδοτών-ρευματοληπτών ονομαστικής έντασης ρεύματος έως 16 A (ΕΛΟΤ HD384 537.5.2). Αντίθετα σύμφωνα με τη παράγραφο 537.5.3, απαγορεύεται ως διατάξεις λειτουργικού χειρισμού να χρησιμοποιούνται αποζεύκτες, ασφάλειες ή γέφυρες σύνδεσης.

- Παρατηρήσεις:

1) στα κυκλώματα μονοφασικού θερμοσίφωνου και του μονοφασικού ηλεκτρικού μαγειρείου, θα εγκατασταθεί διπολικός διακόπτης φορτίου ονομαστικής έντασης ίσης ή μεγαλύτερης του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας της συσκευής, ο οποίος θα επιτελεί τις λειτουργίες της διακοπής τροφοδοσίας, της απομόνωσης του κυκλώματος από την τροφοδοσία και του λειτουργικού χειρισμού, όπως επιβάλλεται από τις παραγράφους 465.1.3, 463.1, 462.1 του ΕΛΟΤ HD 384.

2) σύμφωνα με την παράγραφο 537.5.2, οι ηλεκτρονόμοι αποτελούν διατάξεις λειτουργικού χειρισμού μιας συσκευής ή μηχανήματος. Ο ηλεκτρονόμος θερμοσυσσωρευτή χρησιμοποιείται για το λειτουργικό χειρισμό αλλά και για τη διακοπή τροφοδοσίας σε

περίπτωση μηχανικής συντήρησης όπως επιβάλλεται από τις παραγράφους 465.1.3 και 463.1 του ΕΛΟΤ HD384.

2.18) Διαμόρφωση και δομή του πίνακα διανομής

Εφόσον η γραμμή τροφοδοσίας θα είναι τριφασική, θα πρέπει να γίνει κατανομή των προβλεπόμενων καταναλώσεων στις τρεις φάσεις της γραμμής τροφοδοσίας, έχοντας υπόψη μας ότι:

- πρέπει να επιδιώξουμε ομοιόμορφη κατά το δυνατόν φόρτιση των τριών φάσεων (L1, L2, L3).
- Οι τρεις ανεξάρτητες μεταξύ τους γραμμές φωτισμού, πρέπει να τροφοδοτούνται από διαφορετικές φάσεις, έτσι ώστε σε περίπτωση απώλειας μίας από τις τρεις φάσεις παροχής, να υπάρχει τουλάχιστον η δυνατότητα του μερικού φωτισμού της κατοικίας. Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για την περίπτωση των τριών ανεξάρτητων γραμμών τροφοδοσίας των ρευματοδοτών της εγκατάστασης.

Στο κύριο πίνακα καθώς και στους πιθανούς υποπίνακες διανομής κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να προβλέπονται διαφορετικές αναχωρήσεις για κάθε ένα από τα επιμέρους ανεξάρτητα κυκλώματα που συνθέτουν την εγκατάσταση, έτσι ώστε να διευκολύνονται οι χειρισμοί του κάθε κυκλώματος, καθώς και η διακοπή και αποκατάσταση της τροφοδοσίας του (ΕΛΟΤ HD 384 314.2).

Ο πίνακας διανομής θα είναι κατάλληλος για χωνευτή εγκατάσταση, με διάφανη πόρτα και βαθμό προστασίας IP40, ενώ στην πλάτη του πίνακα θα υπάρχουν στερεωμένες ράγες τυποποιημένης διατομής, πάνω στις οποίες θα γίνει η τοποθέτηση (κούμπωμα) των υλικών.

Εάν στον ίδιο πίνακα διανομής ή στο ίδιο ερμάριο ή κιβώτιο πρόκειται να εγκατασταθούν ηλεκτρολογικά υλικά τα οποία θα λειτουργούν υπό διαφορετικές συνθήκες κανονικής λειτουργίας (τροφοδοσία με διαφορετική τάση ή διαφορετικό τύπο ρεύματος), θα πρέπει να προβλέπεται διαχωρισμός (ξεχωριστά διαμερίσματα), μεταξύ των υλικών που έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας (ΕΛΟΤ HD 384 515.2). Στην προκειμένη περίπτωση δεν ισχύει κάτι τέτοιο, καθώς όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι κατάλληλα για εναλλασσόμενο ρεύμα AC και τάση λειτουργίας 230/400V και συνεπώς ο πίνακας διανομής της εγκατάστασης θα έχει ένα ενιαίο χώρο εντός του οποίου θα γίνει η τοποθέτηση των υλικών.

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, προκύπτει το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα διανομής της εγκατάστασης που φαίνεται παρακάτω. Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται όπως αυτά φαίνονται στο μονογραμμικό σχέδιο του πίνακα διανομής, θα

πρέπει να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για στήριξη σε ράγα τυποποιημένης διατομής και τοποθέτηση στο εσωτερικό του πίνακα.

Με δεδομένο ότι όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά έχουν τυποποιημένες διαστάσεις, με πλάτος πολλαπλάσιο των 18 mm που είναι η μέση διάσταση ενός στοιχείου για στήριξη σε τυποποιημένη ράγα από αυτά που κυκλοφορούν στο εμπόριο, γίνεται σύμφωνα με το μονογραμμικό σχέδιο, ο υπολογισμός του πίνακα διανομής. Έτσι λοιπόν προκύπτει ότι ο πίνακας διανομής που μπορεί να εξυπηρετήσει την συγκεκριμένη εγκατάσταση θα πρέπει να χωράει τουλάχιστον 54 στοιχεία και να είναι εντοιχισμένος (χωνευτός), τριών σειρών.

2.19) Κατασκευή του πίνακα διανομής

Με βάση το μονογραμμικό διάγραμμα θα γίνει η κατασκευή του πίνακα διανομής της εγκατάστασης.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα διαταχθούν το ένα δίπλα στο άλλο και θα στηριχθούν (κουμπωθούν) στις τρεις διαθέσιμες σειρές του πίνακα διανομής. Η διάταξη των υλικών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να διευκολύνεται η συνδεσμολογία μεταξύ τους στο εσωτερικό του πίνακα διανομής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις διατομές των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση των συνδέσεων αλλά και της κατανομής των καταναλώσεων σε κάθε μία από τις τρεις φάσεις, ώστε να αντέχουν το ρεύμα που πρόκειται να περάσει από τους αγωγούς αυτούς.

Όλα τα ηλεκτρολογικά υλικά θα πρέπει να εγκατασταθούν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι εύκολος ο χειρισμός τους, η συντήρησή τους και η πρόσβαση στις συνδέσεις τους (ΕΛΟΤ HD384 513).

Οι βάσεις των βιδωτών ασφαλειών θα πρέπει να συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο αγωγός τροφοδοσίας να συνδέεται στον ακροδέκτη της βάσης στον οποίο προσαρμόζεται και η μήτρα της ασφάλειας (ΕΛΟΤ HD 384 533.1.1). Με άλλα λόγια θα πρέπει, όταν το φυσίγγι της ασφάλειας μαζί με το πώμα έχουν αφαιρεθεί, το μεταλλικό σπείρωμα της βάσης επί του οποίου βιδώνει το πώμα να μην έχει δυναμικό.

Μεταξύ των ηλεκτρικά ανεξάρτητων κινητών επαφών μιας πολυπολικής διάταξης προστασίας ή διακοπής τροφοδοσίας, θα πρέπει να υπάρχει μηχανική μανδάλωση, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το γεγονός ότι όλες οι επαφές θα ανοίγουν ή θα κλείνουν ταυτόχρονα. Πρωτοπορία στο κλείσιμο ή καθυστέρηση στο άνοιγμα επιτρέπεται να έχουν μόνο οι επαφές που προορίζονται για τη ζεύξη ή την απόζευξη του ουδέτερου αγωγού (ΕΛΟΤ HD384 530.1).

Στη μπάρα γείωσης που υπάρχει στο εσωτερικό του πίνακα διανομής θα συνδεθεί ο αγωγός προστασίας PE που έρχεται από τον κύριο ακροδέκτη γείωσης. Από τη μπάρα γείωσης θα γίνει και η διανομή του αγωγού PE στα επιμέρους κυκλώματα της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Στη μπάρα του ουδέτερου αγωγού, η οποία πρέπει να είναι μονωμένη ως προς το μεταλλικό κέλυφος του πίνακα διανομής, θα συνδεθεί ο ουδέτερος αγωγός της γραμμής τροφοδοσίας μετά τη διέλευση του από το διακόπτη διαρροής έντασης ή τον αισθητήρα γενικότερα της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος. Από αυτή τη μπάρα θα γίνει και η διανομή του ουδέτερου αγωγού προς τις επιμέρους γραμμές τροφοδοσίας των καταναλώσεων της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

2.20) Κατασκευή του δικτύου ηλεκτρικών γραμμών

Ο εντοιχισμός των ηλεκτρολογικών σωλήνων μέσα στους οποίους θα τοποθετηθούν οι αγωγοί των γραμμών τροφοδοσίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης, όπως και των κουτιών διακλάδωσης και των κουτιών διακοπών, γίνεται όταν έχουν χτιστεί τα τούβλα στην οικοδομή και πριν από το στάδιο του σοβαντίσματος.

2.21) Εγκατάσταση δικτύου σωληνώσεων

Οι ηλεκτρολογικοί σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη διέλευση των αγωγών των κυκλωμάτων της εγκατάστασης πρέπει να είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50086-1 και ΕΛΟΤ EN 50086-2.

Πρόκειται για σωλήνες κατασκευασμένους από αυτοσβενούμενο PVC κατά κύριο λόγο διακρίνονται σε ευθύγραμμους άκαμπτους σωλήνες οι οποίοι είναι κατάλληλοι για τις ευθείες διαδρομές των ηλεκτρικών γραμμών και σε σπирάλ εύκαμπτους σωλήνες οι οποίοι χρησιμοποιούνται στα σημεία που οι ηλεκτρικές γραμμές αλλάζουν κατεύθυνση.

Οι ηλεκτρολογικοί σωλήνες ελαφρού τύπου, χαρακτηρίζονται από την εξωτερική τους διάμετρο και διατίθενται σε τυποποιημένες διαμέτρους Φ11, Φ13.5, Φ16, Φ23, Φ29 mm. Για εφαρμογές όπου απαιτείται επιπλέον προστασία των αγωγών έναντι των διαφόρων περιβαλλοντικών επιδράσεων, διατίθενται ενισχυμένοι ηλεκτρολογικοί σωλήνες βαρέως τύπου με εξωτερικές διαμέτρους Φ16, Φ20, Φ25, Φ32, Φ40, Φ50, Φ63 mm.

Η επιλογή της διαμέτρου του σωλήνα που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε κύκλωμα, θα πρέπει να γίνεται σε συνάρτηση με το πλήθος των αγωγών, τη διατομή τους, αλλά και με τη πορεία που θα ακολουθήσει η συγκεκριμένη γραμμή τροφοδοσίας. Προφανώς όσο μικρότερη είναι η διάμετρος του σωλήνα και όσο περισσότερες αλλαγές κατεύθυνσης περιλαμβάνει η διαδρομή της γραμμής, τόσο δυσκολότερα τοποθετούνται οι αγωγοί στο εσωτερικό του σωλήνα.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ 384, δεν προσδιορίζονται κριτήρια επιλογής της διαμέτρου των ηλεκτρολογικών σωλήνων.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο αριθμός των μονωμένων αγωγών (εμπειρικά προσδιορισμένος), που ανάλογα με τη διατομή τους μπορούν να τοποθετηθούν στους ηλεκτρολογικούς σωλήνες των διαφόρων τυποποιημένων διαμέτρων. Σε κάθε περίπτωση και ανάλογα με τις ιδιομορφίες που μπορεί να παρουσιάζει η διαδρομή κάθε γραμμής τροφοδοσίας, η διάμετρος του σωλήνα που επιλέγεται θα πρέπει να εξασφαλίζει την εύκολη τοποθέτηση (πέραςμα) και την αφαίρεση σε περίπτωση βλάβης των αγωγών, χωρίς ταυτόχρονα να φθείρεται η μόνωσή τους, καθώς και τον επαρκή αερισμό των αγωγών της ηλεκτρικής γραμμής.

| | | Ελαφρού τύπου | | | | | Βαρέως τύπου | | | |
|----------------------------|----------------|-----------------------------------|-------|------|------|------|--------------|------|------|------|
| | | Φ11 | Φ13,5 | Φ16 | Φ23 | Φ29 | Φ16 | Φ20 | Φ25 | Φ32 |
| | | Ελάχιστη εσωτερική διάμετρος [mm] | | | | | | | | |
| | | 9,5 | 12,4 | 14,9 | 21,3 | 26,9 | 12,4 | 16,4 | 21,2 | 27,6 |
| Αγωγοί | | Αριθμός αγωγών εντός σωλήνα | | | | | | | | |
| Διατομή [mm ²] | Διάμετρος [mm] | | | | | | | | | |
| 1,5 | 3,2 | 2 | 4 | 5 | 7 | 9 | 5 | 6 | 7 | 10 |
| 2,5 | 3,9 | | 2 | 4 | 6 | 8 | 4 | 5 | 6 | 9 |
| 4 | 4,4 | | | 3 | 5 | 7 | 3 | 4 | 5 | 8 |
| 6 | 5,2 | | | 2 | 4 | 6 | | 2 | 4 | 7 |
| 10 | 6,7 | | | | 3 | 5 | | 2 | 3 | 5 |
| 16 | 9,7 | | | | 1 | 2 | | | 1 | 2 |
| 25 | 10,9 | | | | | 2 | | | | 2 |

Ο συνηθέστερος τρόπος τοποθέτησης των αγωγών και καλωδίων μέσα σε ένα εντοιχισμένο ηλεκτρολογικό σωλήνα, είναι το τράβηγμα και πέραςμα των αγωγών με τη βοήθεια της «ατσαλίνας». Οι αγωγοί δένονται στο ένα άκρο της ατσαλίνας, η οποία διαπερνά από άκρο σε άκρο τον ηλεκτρολογικό σωλήνα και στη συνέχεια τραβώντας την, τοποθετούνται στο εσωτερικό του σωλήνα οι αγωγοί που είναι δεμένοι στο άκρο της.

Σε όλες τις περιπτώσεις που οι αγωγοί ενός κυκλώματος μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, τοποθετούνται στο εσωτερικό των σωλήνων τραβώντας τους με την ατσαλίνα, θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί κατάλληλα σημεία πρόσβασης στο δίκτυο σωλήνωσης του κυκλώματος,

για να μπορέσει να εκτελεστεί η εργασία εγκατάστασης των αγωγών (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.5).

Σημεία πρόσβασης στο εσωτερικό των ηλεκτρολογικών σωλήνων ενός κυκλώματος, αποτελούν τα κουτιά διακλάδωσης αλλά και τα κουτιά διακοπών. Στα κουτιά διακοπών τοποθετούνται και στερεώνονται ηλεκτρολογικά υλικά για χωνευτή εγκατάσταση όπως διακόπτες, ρευματοδότες κ.λπ. Τα κουτιά διακλάδωσης εγκαθίστανται κατά κύριο λόγο σε σημεία κατακόρυφα πάνω από τα κουτιά διακοπών, αλλά και σε οποίο άλλο σημείο της διαδρομής της ηλεκτρικής γραμμής απαιτείται να γίνει κάποια συνδεσμολογία μεταξύ των αγωγών. Για να διευκολυνθεί το πέρασμα των αγωγών με τράβηγμα, εγκαθίστανται σε πολλές περιπτώσεις επιπλέον κουτιά διακλάδωσης, απλά και μόνο για να αποτελέσουν ενδιάμεσο σταθμό για τη διαδικασία τοποθέτησης των αγωγών στο εσωτερικό των σωλήνων. Οι εντοιχισμένες αλλά και οι εξωτερικά επίτοιχα στερεωμένες ηλεκτρικές γραμμές, θα πρέπει να έχουν διαδρομή οριζόντια ή κατακόρυφη. Στην περίπτωση τοποθέτησης ηλεκτρικών γραμμών χωρίς σταθερή στερέωση σε διάκενα τοίχων, επιτρέπεται να ακολουθήσει η συντομότερη διαδρομή. Το ίδιο ισχύει και για ηλεκτρικές γραμμές εγκατεστημένες στην οροφή ή το δάπεδο (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.7).

Σε κάθε ηλεκτρολογικό σωλήνα ή κανάλι ή κανάλι ύδρευσης ή διαμέρισμα οχetőυ καλωδίων, θα πρέπει με βάση την παράγραφο 521.6.1 του ΕΛΟΤ HD 384 να εγκαθίστανται αγωγοί του ίδιου μόνο κυκλώματος. Το ίδιο ισχύει και για τους αγωγούς ενός πολυπολικού καλωδίου, οι οποίοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση του ίδιου κυκλώματος.

Επίσης όταν μέσα σε ηλεκτρολογικό σωλήνα εγκαθίστανται καλώδια τα οποία έχουν διαφορετικές μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας, ως οριακή θερμοκρασία αυτού του συνόλου καλωδίων θα πρέπει να θεωρείται η χαμηλότερη από τις επιτρεπόμενες μεταξύ των καλωδίων θερμοκρασία λειτουργίας. (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.1)

Στην περίπτωση ενδοδαπέδιας εγκατάστασης μιας γραμμής τροφοδοσίας, θα πρέπει να προβλέπεται κατάλληλη ενίσχυση σε σχέση με τη χρήση του δαπέδου, έτσι ώστε να αποφευχθούν ενδεχόμενες βλάβες που μπορεί να προκληθούν στην ηλεκτρική γραμμή (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.6).

2.22) Εγκατάσταση αγωγών και καλωδίων

Οι ηλεκτρικές γραμμές τροφοδοσίας των κυκλωμάτων μιας τυπικής ηλεκτρικής εγκατάστασης μπορούν να εγκατασταθούν με διάφορους τρόπους.

Κατά την εγκατάσταση μιας εντοιχισμένης ηλεκτρικής γραμμής, θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί το στάδιο εντοιχισμού του ηλεκτρολογικού σωλήνα, πριν αρχίσει η τοποθέτηση των μονωμένων αγωγών ή καλωδίων μέσα σε αυτόν (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1.1).

Ειδικά όταν πρόκειται για γραμμές τροφοδοσίας εναλλασσόμενου ρεύματος, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από μονοπολικά καλώδια ή μονωμένους αγωγούς εντός περιβλήματος από σιδηρομαγνητικό υλικό (π.χ. χαλυβδοσωλήνα για ενίσχυση των μηχανικών χαρακτηριστικών της γραμμής), θα πρέπει όλοι οι αγωγοί του κυκλώματος να περιέχονται στο ίδιο περίβλημα (ΕΛΟΤ HD 384 521.5). Με τον τρόπο αυτό, το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων όλων των αγωγών που περιβάλλονται από το μεταλλικό μανδύα είναι σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, ίσο με το μηδέν. Σε αντίθετη περίπτωση, ο μεταλλικός μανδύας βρίσκεται εντός του μη μηδενικού μαγνητικού πεδίου το οποίο δημιουργούν τα ρεύματα των αγωγών τους οποίους αυτός περιβάλλει, με αποτέλεσμα τα επαγωγικά φαινόμενα ενδεχομένως να οδηγήσουν σε ανάπτυξη υψηλής θερμοκρασίας ή και υπερβολικής πτώσης τάσης στη γραμμή τροφοδοσίας.

Η διαδικασία της εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών θα πρέπει να εκτελείται με τρόπο να μην προκληθεί βλάβη στους μανδύες και στις μονώσεις των καλωδίων ή των μονωμένων αγωγών (ΕΛΟΤ HD 384 522.8.1).

Γενικά οι ηλεκτρικές γραμμές δε επιτρέπεται να διαπερνούν τα φέροντα στοιχεία της κατασκευής ενός κτηρίου (κολώνες, δοκάρια κ.λπ.). Στις ειδικές περιπτώσεις που θα χρειαστεί αυτό να συμβεί θα πρέπει με βάση το πρότυπο ISO834, να εξασφαλίζεται ότι τα χαρακτηριστικά του φέροντος στοιχείου παραμένουν αμετάβλητα. Το πρότυπο ISO834, προδιαγράφει τα χαρακτηριστικά πυροπροστασίας ενός κτηρίου, αλλά και τις δοκιμές για τον προσδιορισμό του βαθμού πυραντίστασης των δομικών στοιχείων του.

Σύμφωνα με το άρθρο του ΕΛΟΤ HD 384, στην περίπτωση που μια ηλεκτρική γραμμή διαπεράσει στοιχεία κατασκευής του κτηρίου όπως δάπεδα, τοίχους, οροφές, τα ανοίγματα που δημιουργούνται για την διέλευση της ηλεκτρικής γραμμής, θα πρέπει να σφραγίζονται με τρόπο που να αποκαθίσταται ο βαθμός πυραντίστασης του στοιχείου πριν την επέμβαση.

Το άρθρο 521.7 του ΕΛΟΤ HD 384, αναφέρει ότι τα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια (A05VVH3-U 230/400 V, παλαιά ονομασία NYIFY), που χρησιμοποιούνται συνήθως για την τροφοδοσία κυκλωμάτων φωτισμού, θα πρέπει να εγκαθίστανται σε όλο το μήκος τους, μέσα ή κάτω από το επίχρισμα (σοβάς).

Σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από το αν καλύπτονται από επίχρισμα ή όχι, δεν επιτρέπεται η εγκατάστασή τους πάνω σε εύφλεκτα δομικά υλικά (π.χ. το ξύλο) όπως επίσης και σε γυψοσανίδες (εκτός και αν αυτές είναι στερεωμένες μόνο με σοβά) και σε καμία περίπτωση

δεν επιτρέπεται η στερέωση και εγκατάσταση των πεπλατυσμένων οικιακών καλωδίων πάνω στη μεταλλική ενίσχυση του επιχρίσματος (συρματόπλεγμα, μεταλλικό πλέγμα κ.λπ.).

Αυτού του είδους τα καλώδια επιτρέπεται να μη σοβατιστούν, μόνο αν εγκατασταθούν σε κοιλότητες από άκαυστο υλικό (όπως πέτρα, σκυρόδεμα κ.λπ.), της οροφής ή του τοίχου.

Ακόμη, τα πεπλατυσμένα οικιακά καλώδια δεν επιτρέπεται να ομαδοποιούνται σε δέσμες κατά μήκος της διαδρομής τους και για τη στήριξή τους θα πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά στήριξης που δεν θα τους καταστρέψουν τη μόνωση (π.χ. επίχρισμα γύψου, ειδικές καρφοβελόνες με μονωτικό περίβλημα κ.λπ.).

Οι γραμμές πυρανίχνευσης, συναγερμού σε περίπτωση πυρκαγιάς και εφεδρικού φωτισμού, θα πρέπει να εγκαθίστανται με τρόπο που να μένουν ανεπηρέαστες από τη λειτουργία ή και τη βλάβη άλλων γειτονικά εγκατεστημένων ηλεκτρικών γραμμών (ΕΛΟΤ HD 384 528.1.2).

Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της εντοιχισμένης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης της οικίας που μελετάμε θα είναι χάλκινοι, τύπου H07V-U (μονόκλωνοι) ή H07V-R (πολύκλωνοι) με μόνωση από PVC χωρίς εξωτερικό μανδύα και με ονομαστική τάση λειτουργίας 450/750V, με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 563.3. Στα κυκλώματα της εγκατάστασης ο ουδέτερος αγωγός θα έχει αποκλειστικά χρώμα μπλε και ο αγωγός προστασίας θα έχει χρώμα πρασινοκίτρινο, όπως επιβάλλεται από την παράγραφο 514.3.1 του πρότυπου ΕΛΟΤ 384. Για τους αγωγούς φάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν μονόχρωμοι αγωγοί κάθε άλλου χρωματισμού.

Το καλώδιο της παροχής από το μετρητή μέχρι τον κύριο πίνακα διανομής (στη περίπτωση που αυτό το τμήμα της εγκατάστασης δεν είναι εντοιχισμένο οπότε θα ίσχυαν τα προαναφερθέντα), θα είναι τύπου J1VV-R $5 \times 10 + 1.5 \text{mm}^2$ με μανδύα από PVC και πολύκλωνους χάλκινους αγωγούς με μόνωση PVC το οποίο θα ικανοποιεί το πρότυπο ΕΛΟΤ 843. Με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 308 S2, ο χρωματισμός των πόλων του καλωδίου θα είναι μπλε για τον ουδέτερο αγωγό, πρασινοκίτρινο για τον αγωγό προστασίας, γκρι, μαύρο και καφέ για τους αγωγούς των φάσεων.

2.23) Εγκατάσταση υλικών και συσκευών- Συνδεσμολογίες

Οι ηλεκτρικές συνδέσεις που θα πραγματοποιηθούν στην ηλεκτρική εγκατάσταση, είτε πρόκειται για σύνδεση ενός αγωγού με μία συσκευή είτε πρόκειται για συνδεσμολογίες μεταξύ αγωγών, θα πρέπει να κατασκευάζονται με τρόπο που αφενός να εξασφαλίζεται η μεγάλη διάρκεια ζωής τους και αφετέρου να έχουν επαρκή μηχανική αντοχή (ΕΛΟΤ HD 384 526.1). Οι συνδέσεις αυτές, με βάση το άρθρο 526.3 πρέπει να είναι προσπελάσιμες ώστε να

μπορεί να γίνει επιθεώρηση και συντήρηση των συνδέσεων αλλά και να εκτελεστούν δοκιμές.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μίας σύνδεσης, θα πρέπει να είναι κατάλληλα για το είδος του αγωγού αλλά και το πλήθος των αγωγών που πρόκειται να συνδεθούν μεταξύ τους (ΕΛΟΤ HD 384 526.2).

Κατά την εγκατάσταση ηλεκτρολογικών υλικών με κλάση μόνωσης II που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι έμμεσης επαφής, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη τοποθέτηση τη στερέωση και την καλωδίωσή τους, έτσι ώστε η μόνωσή τους να συνεχίσει να διατηρεί τα χαρακτηριστικά της (ΕΛΟΤ HD 384 413.2.9).

2.24) Έλεγχος της ηλεκτρικής εγκατάστασης

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να ακολουθήσει έλεγχος τόσο σε σχέση με την λειτουργία της, όσο και σε σχέση με το αν αυτή ικανοποιεί τις απαιτήσεις που ορίζονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Εκτός του αρχικού ελέγχου που θα πραγματοποιηθεί με την ολοκλήρωση της κατασκευής, θα πρέπει να πραγματοποιούνται, σε τακτά χρονικά διαστήματα και επανέλεγχοι της εγκατάστασης, για να διαπιστωθούν τυχόν φθορές που μπορεί να έχουν προκύψει με το πέρασμα του χρόνου.

Η συχνότητα των επανελέγχων μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, ορίζεται στο άρθρο 5 της απόφασης Φ.7.5/1816/88 (Φ.Ε.Κ. 470/Β 5 Μαρτίου 2004), όπου αναγράφεται ότι:

1. Με σκοπό την εξασφάλιση και τη διατήρηση της αξιοπιστίας και ασφάλειας των Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων, πρέπει να διενεργούνται αρχικός έλεγχος και επανέλεγχοι, σύμφωνα με τις αρχικές απαιτήσεις και τη μεθοδολογία του νέου πρότυπου.

2. Ο αρχικός έλεγχος πρέπει να πραγματοποιείται πριν από τη πρώτη ηλεκτροδότηση κάθε εγκατάστασης ή μετά από σοβαρή τροποποίησή της.

3. Ο επανέλεγχος θα πρέπει να διενεργείται σε χρονικά διαστήματα, ανάλογα με την εγκατάσταση, ως εξής:

- για κατοικίες και ανάλογους χώρους, τουλάχιστον κάθε (14) δεκατέσσερα χρόνια
- για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους που δεν έχουν εύφλεκτα υλικά, τουλάχιστον κάθε (7) εφτά χρόνια
- για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους με εύφλεκτα υλικά, τουλάχιστον κάθε (2) δύο χρόνια
- για χώρους ψυχαγωγίας και συνάθροισης κοινού, τουλάχιστον κάθε (1) ένα χρόνο

- για επαγγελματικές εγκαταστάσεις στο ύπαιθρο (μαρίνες, πισίνες, κάμπινγκ) τουλάχιστον κάθε (1) ένα χρόνο και σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης, πριν από την επανασύνδεση
- για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον προκύπτει αλλαγή χρήσης της εγκατάστασης
- για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον προκύπτει αλλαγή από θεομηνίες (πλημμύρες, σεισμούς)
- μετά από σοβαρά ατυχήματα ή συμβάντα (πυρκαγιά, ηλεκτροπληξία)
- μετά από καταγγελία φυσικών ή νομικών προσώπων

Σύμφωνα με το μέρος 6 του πρότυπου ΕΛΟΤ HD 384, ο έλεγχος μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο οπτική επιθεώρηση, όσο και εκτέλεση δοκιμών.

2.25) Οπτικός έλεγχος

Σκοπός της διενέργειας του οπτικού ελέγχου, είναι αφενός να διαπιστωθεί ότι το μόνιμα συνδεδεμένο ηλεκτρολογικό υλικό είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις ασφάλειας των αντίστοιχων προτύπων του υλικού και αφετέρου ότι αυτό έχει σωστά επιλεγεί και εγκατασταθεί, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή αλλά και σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 καθώς επίσης ότι δεν παρουσιάζει ορατές βλάβες που επιδρούν αρνητικά στην ασφάλεια.

Ο οπτικός έλεγχος πρέπει να προηγείται των δοκιμών, να πραγματοποιείται με ολόκληρη την εγκατάσταση εκτός τάσης και κατά την διενέργειά του να εξετάζονται:

- η μέθοδος προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας. Σε αυτή τη φάση οπτικού ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνεται και η μέτρηση των αποστάσεων που αφορούν στη προστασία με φράγματα ή περιβλήματα, με εμπόδια ή εγκατάσταση σε μη προσιτή θέση κ.λπ.
- η ύπαρξη πυροφραγμάτων ή άλλων διατάξεων για τη παρεμπόδιση και την εξάπλωση της πυρκαγιάς ή για την προστασία από θερμικές επιδράσεις
- η επιλογή των αγωγών σε σχέση με το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα, την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή και την πτώση τάσης
- η επιλογή και η ρύθμιση των διατάξεων προστασίας και επιτήρησης
- η ύπαρξη κατάλληλων διατάξεων απομόνωσης και διακοπής και η σωστή εγκατάστασή τους
- η επιλογή των κατάλληλων υλικών και μέσων προστασίας για τις προβλεπόμενες εξωτερικές επιδράσεις
- η δυνατότητα αναγνώρισης του ουδέτερου αγωγού και των αγωγών προστασίας

- η ύπαρξη σχεδίων, προειδοποιητικών πινακίδων και ανάλογων πληροφοριών
- η δυνατότητα αναγνώρισης των κυκλωμάτων, ασφαλειών, διακοπών, ακροδεκτών
- η επάρκεια των συνδέσεων των αγωγών
- η δυνατότητα πρόσβασης για την εκτέλεση χειρισμών και συντήρησης.

Δοκιμές

- Κατά τον έλεγχο μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, θα πρέπει να εκτελούνται οι επόμενες δοκιμές και κατά προτίμηση με την ακόλουθη σειρά:
- Δοκιμή εξακρίβωσης της συνέχειας των αγωγών προστασίας και των αγωγών κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης. Η δοκιμή αυτή σύμφωνα με το άρθρο 612.2 του ΕΛΟΤ HD 384, συνίσταται να γίνεται με πηγή συνεχούς ρεύματος με τάση από 4 έως 24 V ή με πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος και με ρεύμα τουλάχιστον 0,2 A.
- Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης μεταξύ κάθε ενεργού αγωγού της ηλεκτρικής εγκατάστασης και της γης. Η τιμή της τάσης δοκιμής και η αντίστοιχη ελάχιστη τιμή της αντίστασης μόνωσης που πρέπει να προκύψει, σε σχέση με την ονομαστική τιμή τάσης του υπό εξέταση κυκλώματος της εγκατάστασης, φαίνονται τον παρακάτω πίνακα:

| Ονομαστική τάση κυκλώματος | Τάση δοκιμής συνεχούς ρεύματος [V] | Ελάχιστη αντίσταση μόνωσης [MΩ] |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| SELV και PELV | 250 | 0,25 |
| Μέχρι 500V (εκτός των SELV και PELV) | 500 | 0,5 |
| Πάνω από 500 V | 1000 | 1,0 |

- Έλεγχος της αντίστασης μόνωσης των ενεργών αγωγών των κυκλωμάτων SELV και PELV καθώς και των ηλεκτρικά διαχωρισμένων κυκλωμάτων, ως προς τους ενεργούς αγωγούς άλλων κυκλωμάτων αλλά και της γης. Η δοκιμή θα πρέπει να γίνεται με τάση συνεχούς ρεύματος 250V και η αντίσταση μόνωσης να προκύπτει μεγαλύτερη των 0,25MΩ.
- Μέτρηση της αντίστασης δαπέδου και τοίχων

- Εξακρίβωση των συνθηκών προστασίας με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης, όπου θα πρέπει να εξεταστούν τα χαρακτηριστικά των διατάξεων προστασίας. Στα πλαίσια αυτή της φάσης δοκιμών θα πρέπει να γίνει:

A) μέτρηση της συνολικής αντίστασης γείωσης για τις περιπτώσεις που αυτό απαιτείται
 B) μέτρηση της αντίστασης των αγωγών προστασίας. Η δοκιμή αυτή πραγματοποιείται με την μέτρηση της αντίστασης μεταξύ του οποιουδήποτε εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους και του πλησιέστερου σημείου της κύριας ισοδυναμικής σύνδεσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι στους αγωγούς προστασίας περιλαμβάνονται και οι μεταλλικοί σωλήνες ή τα ξένα αγωγίμα στοιχεία που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν ως αγωγοί γείωσης. Η δοκιμή αυτή θα πρέπει να γίνεται με πηγή συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τάση από 4 ως 24 V και με ρεύμα τουλάχιστον 0,2 A. Η μετρούμενη αντίσταση R θα πρέπει να ικανοποιεί την ακόλουθη σχέση:

$$R \leq U_c / I_t$$

Όπου:

U_c [V] είναι η τάση επαφής (βλέπε πίνακα 6) που αναμένεται να εμφανιστεί στην περίπτωση σφάλματος, σε συνάρτηση με το χρόνο διακοπής που επιβάλλεται από το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων.

I_t [A] είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την ενεργοποίηση της διάταξης προστασίας.

Για παράδειγμα στην περίπτωση συστήματος TN με γειωμένο ουδέτερο και φασική τάση τροφοδοσίας 230V, ο χρόνος αυτόματης διακοπής της τροφοδοσίας με βάση τον πίνακα 6 θα πρέπει να είναι 0,4sec με αναμενόμενη τάση επαφής τα 105V. Αν η γραμμή προστατεύεται και από διακόπτη προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστική τιμή $I_{\delta n}=30mA$, τότε η μετρούμενη R θα πρέπει να έχει τιμή $R=105/0,03=3,5K\Omega$.

Πίνακας 6

Μέγιστοι χρόνοι αυτόματης διακοπής τροφοδοσίας και αναμενόμενες τάσεις επαφής σε περίπτωση σφάλματος μόνωσης στο σύστημα TN (σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384 413.1.3.4 και 612.6.4)

| Φασική τάση U_0 [V] | Μέγιστος χρόνος διακοπής [sec] | Αναμενόμενη τάση επαφής U_c [V] |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | 5 | 50 |
| 127 | 0.8 | 68 |
| 230 | 0.4 | 105 |
| 400 | 0.2 | 210 |
| >400 | 0.1 | 350 |

- έλεγχος της πολικότητας, για τις περιπτώσεις που απαγορεύεται η χρήση μονοπολικών διατάξεων διακοπής στον ουδέτερο αγωγό.

- δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής.

- δοκιμές λειτουργίας.

Στις περιπτώσεις που κάποια δοκιμή δίνει μη ικανοποιητικό αποτέλεσμα, πρέπει, μετά τον εντοπισμό της αιτίας και την πραγματοποίηση της σχετικής διόρθωσης, να επαναληφθούν τόσο αυτή η δοκιμή όσο και όλες οι προηγούμενες, των οποίων τα αποτελέσματα είναι δυνατόν να έχουν επηρεαστεί από την ανωμαλία που εντοπίστηκε ή από την διόρθωση που έγινε.

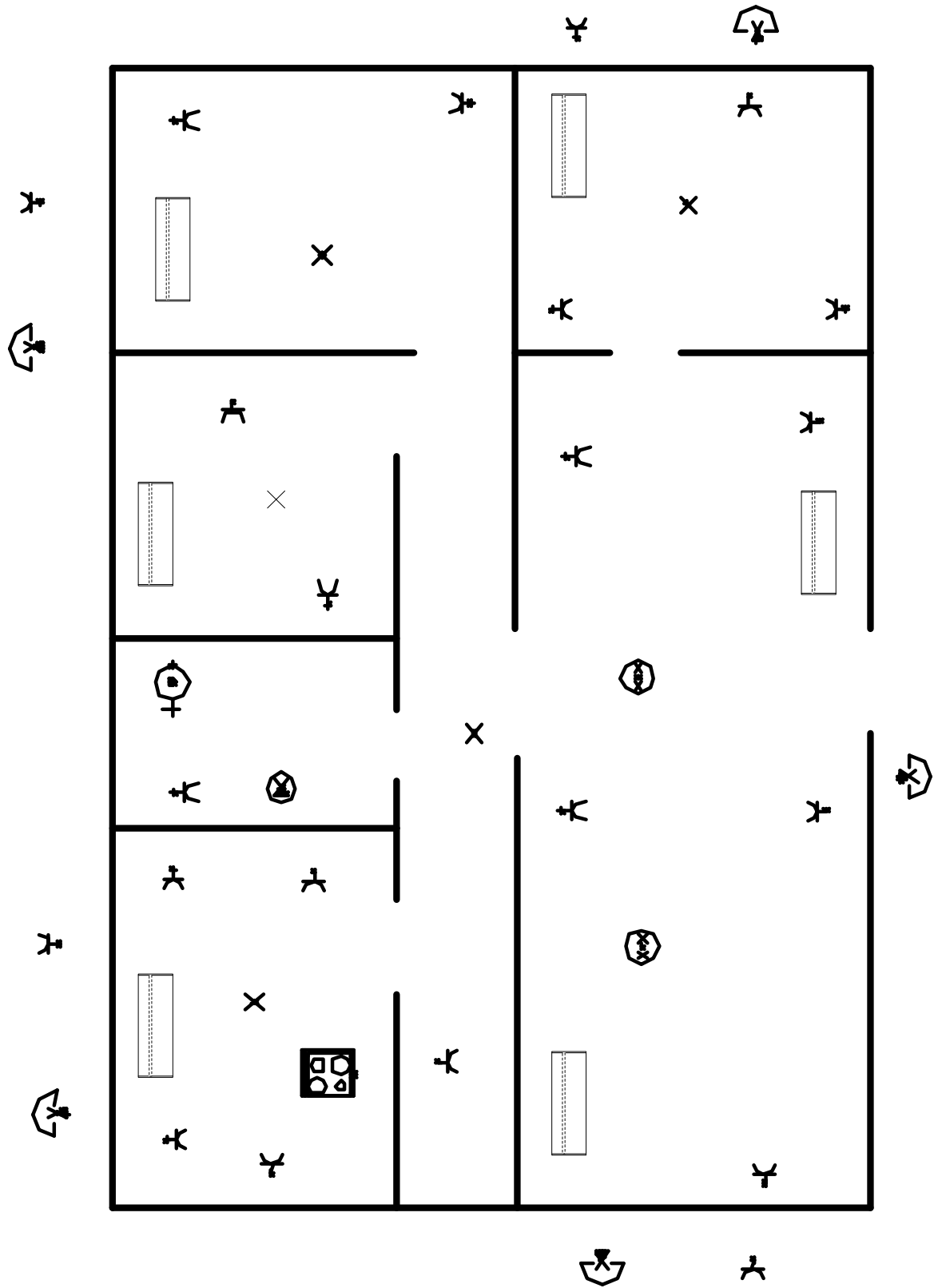
2.26) Υπεύθυνη δήλωση εγκαταστάτη Υ.Δ.Ε.

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής της εγκατάστασης και την εκτέλεση των απαιτούμενων ελέγχων και δοκιμών, για την ηλεκτροδότηση του ακίνητου από το δημόσιο δίκτυο διανομής απαιτείται η κατάθεση στην εταιρία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Δ.Ε.Η.), υπεύθυνης δήλωσης του εγκαταστάτη. Με την δήλωση αυτή ο εγκαταστάτης δηλώνει ότι η συγκεκριμένη εγκατάσταση έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με όσα απαιτούνται από τους ισχύοντες κανονισμούς και τα πρότυπα για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αυτού του είδους.

Η Υ.Δ.Ε. συνοδεύεται και από τα απαραίτητα σχέδια της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Σε μικρής έκτασης εγκαταστάσεις όπως αυτή μιας οικίας, γίνεται στην πρώτη σελίδα του εντύπου της δήλωσης σκαρίφημα της κάτοψης της εγκατάστασης, στο οποίο απεικονίζονται όλα τα σημεία της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Επιπλέον μπορεί να επισυναφθεί και το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα διανομής. Σε μεγαλύτερης έκτασης και συνθετότερες εγκαταστάσεις, η Υ.Δ.Ε. θα πρέπει να συνοδεύεται από αναλυτικά ηλεκτρολογικά σχέδια.

Κεφάλαιο 3: Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος

Το παρακάτω σχέδιο ανήκει στην κατοικία που θα κάνουμε τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος :



3.2 Πίνακας φορτίων των επιμέρους δωματίων

| Δωμάτια | Φορτία |
|---------------|--|
| Υπνοδωμάτιο Α | Φωτιστικό απλό 1 Σούκο 2 Θερμοσυσσωρευτής 1 |
| Υπνοδωμάτιο Β | Φωτιστικό απλό 1 Σούκο 2 Θερμοσυσσωρευτής 1 |
| Υπνοδωμάτιο Γ | Φωτιστικό απλό 1 Σούκο 3 Θερμοσυσσωρευτής 1 |
| Χώλ | Φωτιστικό απλό 1 Σούκο 1 |
| Σαλόνι | Πολύφωτο 2 Σούκο 5 Θερμοσυσσωρευτής 2 |
| Κουζίνα | Φωτιστικό απλό 1 Ηλεκτρική κουζίνα 1 Ψυγείο 1 άρα σούκο 1 Αποροφητήρας 1 άρα σούκο 1 Σούκο 2 Θερμοσυσσωρευτής 1 |
| Λουτρό | Φωτιστικό στεγανό 1 Πλυντήριο ρούχων άρα σούκο 1 Θερμοσίφωνα 1 |
| Βεράντα 1 | Φωτιστικό στεγανό 3 Σούκο 3 |
| Βεράντα 2 | Φωτιστικό στεγανό 1 |
| Βεράντα 3 | Φωτιστικό στεγανό 1 Σούκο 1 |

3.3 Πίνακας φορτίων φωτισμού-πριζών

| Φορτία | Αριθμός |
|------------------------|---------|
| Φωτιστικά απλά-στεγανά | 11 |
| Πολλαπλά φωτιστικά | 2 |
| Πρίζες σούκο | 22 |

3.4 Πίνακας ιδιαίτερων γραμμών

| α/α | Είδος φορτίου | Ισχύς γραμμής (W) |
|-----|-------------------------|-------------------|
| 1 | Ηλεκτρική κουζίνα | 8000 |
| 2 | Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας | 4000 |
| 3 | Ηλεκτρικό πλυντήριο | 2500 |
| 4 | Θερμοσυσσωρευτές | 2000 |

3.5 Πίνακας γραμμών φωτισμού

| Είδος φορτίου | 1 ^η γραμμή | 2 ^η γραμμή | 3 ^η γραμμή |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Απλά φωτιστικά | 5×100W=500W | 3×100W=300W | 3×100W=300W |
| Πολλαπλά φωτιστικά | – | 1×200W=200W | 1×200=200W |
| Σύνολο | 500W | 500W | 500W |

3.6 Πίνακας γραμμών πριζών

| Είδος φορτίου | 1 ^η γραμμή Α | 2 ^η γραμμή Β | 3 ^η γραμμή Γ | 4 ^η γραμμή Δ | 5 ^η γραμμή Ε |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Πρίζες μέχρι 3 | 3×200W=600W | 3×200W=600W | 3×200W=600W | 3×200W=600W | 3×200W=600W |
| Πρίζες άνω 3 | 1×100W=100W | 1×100W=100W | 2×100W=200W | 1×100W=100W | 2×100W=200W |
| Σύνολο | 700W | 700W | 800W | 700W | 800W |

3.7 Τελικός πίνακας γραμμών

| Είδος φορτίου | Απλά φωτιστικά | Πολλαπλά φωτιστικά | Πρίζες μέχρι 3 | Πρίζες άνω 3 | κουζίνα | Θερμοσί-φωνα | πλυντήριο | Σύνολο |
|------------------------|--|--------------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------|--------|
| 1 ^η γραμμή | 5×100=500W | - | - | - | - | - | - | 500W |
| 2 ^η γραμμή | 3×100=300W | 1×200=200W | - | - | - | - | - | 500W |
| 3 ^η γραμμή | 3×100=300W | 1×200=200W | - | - | - | - | - | 500W |
| 4 ^η γραμμή | - | - | 3×200=600W | 1×100=100W | - | - | - | 700W |
| 5 ^η γραμμή | - | - | 3×200=600W | 1×100=100W | - | - | - | 700W |
| 6 ^η γραμμή | - | - | 3×200=600W | 2×100=200W | - | - | - | 800W |
| 7 ^η γραμμή | - | - | 3×200=600W | 1×100=100W | - | - | - | 700W |
| 8 ^η γραμμή | - | - | 3×200=600W | 2×100=200W | - | - | - | 800W |
| 9 ^η γραμμή | - | - | - | - | 0,8×8000W=6400W | - | - | 6400W |
| 10 ^η γραμμή | - | - | - | - | - | 4000W | - | 4000W |
| 11 ^η γραμμή | - | - | - | - | - | - | 2500W | 2500W |
| Θερμοσυ | Έχουμε 6 θερμοσυσσωρευτές για τους οποίους χρησιμοποιούμε τρεις τριφασικές γραμμές που | | | | | | | 2000W |

| | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------|------------|-------|-------|-------|---|
| σσωρευτ ές | φέρουν από δύο συσκευές η κάθε μία. | | | | | | | 2000W 2000W 2000W 2000W 2000W |
| Γραμμή μετρητή- πίνακα | 11×100= 1100W | 2×200= 400W | 15×200= 3000W | 7×100=700W | 6400W | 4000W | 2500W | 0,6×30100=18 060W |

Για τη κεντρική γραμμή χρησιμοποιήθηκε συντελεστή ταυτοχρονισμού 0,6 και για τη γραμμή της ηλεκτρικής κουζίνας χρησιμοποιούμε συντελεστή ταυτοχρονισμού 0,8 (συντελεστής ταυτοχρονισμού σημαίνει ότι δεν θα δουλεύουν ταυτόχρονα όλα τα φορτία).

3.8 Πίνακας ρευμάτων

Το ρεύμα κάθε γραμμής βρίσκεται από τον παρακάτω τύπο:

$I_{\gamma} = P / V$, π.χ. το ρεύμα της 1^η γραμμής είναι $I=500/230=2,17$ A, έτσι φτιάχνουμε τον παρακάτω πίνακα:

| Γραμμές | 1 ^η | 2 ^η | 3 ^η | 4 ^η | 5 ^η | 6 ^η | 7 ^η | 8 ^η | 9 ^η | 10 ^η | 11 ^η | 12 ^η - 14 ^η * |
|------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---|
| Ρεύμα(A) | 2,17 | 2,17 | 2,17 | 3,04 | 3,04 | 3,47 | 3,04 | 3,47 | 27,8 | 17,4 | 10,9 | 5.78 |
| Γραμμή μετρητή- πίνακα | $I_{\gamma} = P / \sqrt{3} \times V \pi \times \cos \varphi \times n = 18060 / \sqrt{3} \times 400 \times 1 \times 1 = 26,06$ A , Όπου n είναι ο βαθμός απόδοσης, το cos φ είναι ίσο με τη μονάδα εφόσον δεν έχουμε κινητήρες. | | | | | | | | | | | |

*η 12^η γραμμή -14^η είναι οι τρεις τριφασικές γραμμές των θερμοσυσσωρευτών, οι οποίες είναι ίδιες.

3.9 Πίνακας διατομών

| | Μηχανική αντοχή (mm ²) | Θερμική αντοχή (mm ²) | Πτώση τάσης (mm ²) | Τροποποίηση λόγω εφεδρείας ή διατομής | Τελική διατομή (mm ²) |
|--|--|---|--------------------------------------|--|---|
| 1 ^η γραμμή | 1,5 | 1 | - | - | 1.5 |
| 2 ^η γραμμή | 1,5 | 1 | - | - | 1.5 |
| 3 ^η γραμμή | 1,5 | 1 | - | - | 1.5 |
| 4 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 5 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 6 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 7 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 8 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 9 ^η γραμμή | 6 | 6 | - | - | 6 |
| 10 ^η γραμμή | 4 | 2,5 | - | - | 4 |
| 11 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| 12 ^η -14 ^η γραμμή | 2,5 | 1 | - | - | 2.5 |
| Γραμμή μετρητή- πίνακα | - | - | - | - | 10 |

3.10 Πίνακας οργάνων προστασίας

| | Μικροαυτόματος [A] | Ασφάλεια τήξεως [A] | Διπολικός διακόπτης [A] | Απλός διακόπτης [A] | Διακόπτης διαρροής [A] |
|--|-----------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 ^η γραμμή | 10 | - | - | - | - |
| 2 ^η γραμμή | 10 | - | - | - | - |
| 3 ^η γραμμή | 10 | - | - | - | - |
| 4 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 5 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 6 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 7 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 8 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 9 ^η γραμμή | 25 | - | 45 | - | - |
| 10 ^η γραμμή | 20 | - | 45 | - | - |
| 11 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| 12 ^η -14 ^η γραμμή | 16 | - | - | - | - |
| Γραμμή μετρητή- πίνακα | - | 35 | - | 40 | 40/0,03 |

3.11 Πίνακας κατανομής των γραμμών στις φάσεις

| Φάσεις | L1 | L2 | L3 |
|-------------------------|--------|--------|-------|
| 1 ^η γραμμή | | | 500W |
| 2 ^η γραμμή | | | 500W |
| 3 ^η γραμμή | | 500W | |
| 4 ^η γραμμή | | | 700W |
| 5 ^η γραμμή | | | 700W |
| 6 ^η γραμμή | | 800W | |
| 7 ^η γραμμή | | | 700W |
| 8 ^η γραμμή | | 800W | |
| 9 ^η γραμμή | 6400W | | |
| 10 ^η γραμμή | | 4000W | |
| 11 ^η γραμμή | | | 2500W |
| 12 ^η γραμμή | | 4000W | |
| 13 ^η γραμμή | | 4000W | |
| 14 ^η γραμμή | | 4000W | |
| Συνολική ισχύς ανά φάση | 10400W | 10100W | 9600W |

Η ισχύς ανά φάση θα έπρεπε να είναι $30100W/3=10033,3 W$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πέτρος Ντοκόπουλος, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών

Νίκος Κιμουλάκης, Κτιριακές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Φίλιππος Δημόπουλος, Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Τόμος Α

Φίλιππος Δημόπουλος, Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Τόμος Β

Μαυσής Μόσχοβιτς, Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Ανδρέας Θεοχάρης, Σημειώσεις Παραδόσεων Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων και Αυτοματισμών