



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΟΙΚΙΑΣ

ΠΑΝΑ ΝΤΑΝΙΕΛ ΠΕΤΡΟΥΤ 7391

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΧΟΙΝΑΣ , ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2021

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα πραγματοποιηθεί η μελέτη μιας διώροφης οικίας καθώς και η σύνταξη της υπεύθυνης δήλωσης εγκαταστάτη .

Στο πρώτο κεφάλαιο " Εισαγωγή " θα παρουσιαστούν κάποια βασικά πράγματα που πρέπει να γνωρίζει ο ηλεκτρολόγος πριν ασχοληθεί με την εγκατάσταση , όπως τους κινδύνους στις ηλεκτρικής εγκατάστασης και την προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας . Γίνετε αναφορά και για το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 που πρέπει να τηρηθεί κατά την σχεδίαση της ηλεκτρικής εγκατάστασης .

Στο δεύτερο κεφάλαιο " Ηλεκτρολογικό εξοπλισμό " θα παρουσιαστή ο βασικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στις εγκατάστασης , αυτό είναι : αγωγοί & καλώδια , ασφάλειες χαμηλής τάσης ( ασφάλειες τήξης και μικροαυτοματοι ) , διακόπτες διαφορικού ρεύματος , ραγοδιακοπτες , ηλεκτρικοί πίνακες και γείωσης .

Στο τρίτο κεφάλαιο " Εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση (ΕΗΕ) " θα παρουσιαστούν κάποια βασικά πράγματα που αφορούν την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση , αυτά είναι : ηλεκτρική παροχή ΔΕΗ , κύρια ηλεκτρική γραμμή μετρητή ΔΕΗ – γενικού πίνακα ΕΗΕ , κυκλώματα διακλάδωσης , ΕΗΕ ισχυρών και ασθενών ρευμάτων , βήματα για τη σύνταξη μελέτες ΕΗΕ , μέρη μιας ΕΗΕ , υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις εκτός εδάφους , υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης και υπεύθυνη δήλωση εγκαταστάτη .

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνουν αναλυτική υπολογισμοί και έλεγχο πτώσης τάσης καθώς και η σύνταξη της υπεύθυνης δήλωσης εγκαταστάτη και παρουσίαση των μονογραμμικών πινάκων και της κάτοψης της οικίας .

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενικά .....	1
1.2 Κίνδυνοι στις ηλεκτρικές εγκατάστασης.....	2
1.3 Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας.....	2
1.4 Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	7
2.1 Γενικά.....	7
2.2 Αγωγοί & καλώδια.....	7
2.2.1 Γενικά.....	7
2.2.2 Μονωτικά καλωδίων.....	8
2.2.3 Επεξήγηση συμβολών.....	9
2.2.4 Εγκατάσταση καλωδίων.....	10
2.2.5 Επιλογή των καλωδίων.....	12
2.3 Ασφάλειες χαμηλής τάσης.....	14
2.3.1 Γενικά.....	14
2.3.2.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη ασφάλειας τήξης.....	14
2.3.2.3 Τύποι ασφαλειών.....	14
2.3.2.4 Κατηγορίες λειτουργίας ασφαλειών.....	15
2.3.3 Μικροαυτόνομοι.....	17
2.3.3.1 Γενικά.....	17
2.3.3.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη μικροαυτόματου.....	18
2.3.3.3 Χαρακτηριστικές πτώσης.....	18
2.4 Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ).....	19
2.4.1 Γενικά.....	19
2.4.2 Χαρακτηριστικά ΔΔΡ.....	20

2.4.3 Τύποι ΔΔΡ.....	20
2.5 Ραγοδιακόπτες.....	22
2.6 Ηλεκτρικοί πίνακες.....	23
2.7 Γειώσεις.....	25
2.7.1 Γενικά.....	25
2.7.2 Συστήματα γειώσεων.....	25
2.7.2.1 Γενικά.....	25
2.7.2.2 Σύστημα TN.....	26
2.7.2.3 Σύστημα TN-S.....	26
2.7.2.4 Σύστημα TN-C.....	27
2.7.2.5 Σύστημα TN-C-S.....	27
2.7.2.6 Σύστημα TT.....	28
2.7.2.7 Σύστημα IT.....	30
2.7.3 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης.....	31
2.7.3.1 Γειωτής ράβδου.....	31
2.7.3.2 Γειωτής ταινίας.....	31
2.7.3.3 Γειωτής πλάκας.....	31
2.7.3.4 Γειωτής ακτινικός.....	31
2.7.3.5 Γειωτής πλέγματος.....	31
2.7.3.6 Θεμελιακή γείωση.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΕΗΕ).....	32
3.1 Ηλεκτρική παροχή ΔΕΗ.....	32
3.2 Κύρια ηλεκτρική γραμμή μετρητή ΔΕΗ – γενικού πίνακα ΕΗΕ.....	35
3.3 Κυκλώματα διακλάδωσης.....	36
3.4.1 Γενικά.....	36
3.4.2 Γραμμή φωτισμού.....	37
3.4.3 Γραμμή ρευματοδοτών.....	37
3.4.4 Γραμμές βασικών λευκών οικιακών συσκευών.....	37

3.4 ΕΗΕ ισχυρών και ασθενών ρευμάτων.....	38
3.5 Βήματα για τη σύνταξη μελέτες ΕΗΕ.....	38
3.6 Μέρη μιας ΕΗΕ.....	39
3.7 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις εκτός εδάφους.....	40
3.8 Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης.....	42
3.8.1 Γενικά.....	42
3.8.2 Υπολογισμός πτώσης τάσης σε απλή γραμμή με ένα φορτίο και μία τροφοδότηση.....	43
3.8.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης σε γραμμή με πολλά φορτία και μία τροφοδότηση.....	44
3.9 ΥΠΕΥΘΗΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ.....	46
3.9.1 Γενικά.....	46
3.9.2 Έγγραφα που συνοδεύουν την νέα ΥΔΕ.....	46
3.9.2.1 Γενικά.....	46
3.9.2.2 Βασικό έντυπο της νέας ΥΔΕ.....	47
3.9.2.3 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ HD 384.....	47
3.9.2.4 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΚΕΗΕ.....	47
3.9.2.5 Έκθεση παράδοσης εγκατάστασης.....	48
3.9.2.6 Έντυπο περί Προαιρετικής Εγκατάστασης ΔΔΡ.....	48
3.9.2.7 Μονογραμμικό σχέδιο εγκατάστασης (εγκατάσταση σε κάτοψη και πίνακας).....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΥΔΕ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	49
4.1 Υπολογισμοί.....	49
4.1.1 Παροχή.....	49
4.1.2 Ισόγειο.....	50
4.1.2.1 Γραμμή κουζίνας.....	50
4.1.2.2 Γραμμή θερμοσίφωνα.....	51
4.1.2.3 Γραμμή πλυντηρίου ρούχων.....	52
4.1.2.4 Γραμμή πλυντηρίου πιάτων.....	52

4.1.2.5 Γραμμή ψυγείου.....	53
4.1.2.6 Γραμμή απορροφητήρα.....	53
4.1.2.7 Γραμμές ρευματοδοτών.....	54
4.1.2.7 Γραμμές φωτισμού.....	55
4.1.2.8 Τροφοδότηση υποπινάκα ορόφου.....	56
4.1.3 Γραμμές ορόφου.....	57
4.1.3.1 Γραμμή θερμοσίφωνα.....	57
4.1.3.2 Γραμμές ρευματοδοτών.....	58
4.1.3.3 Γραμμές φωτισμού.....	59
4.2 ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ (ΥΔΕ).....	60
4.2.1 Βασικό έντυπο της νέας ΥΔΕ.....	60
4.2.2 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ HD 384.....	61
4.2.3 Έκθεση παράδοσης εγκατάστασης.....	63
4.2.4 Μονογραμμικά σχέδια.....	65
4.2.4.1 Μονογραμμικό γενικού πίνακα.....	65
4.2.4.2 Μονογραμμικό υποπινάκα ορόφου.....	66
4.2.4.3 Μονογραμμικό ισογείου.....	67
4.2.4.4 Μονογραμμικό ορόφου.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Ηλεκτρική εγκατάσταση (ΗΕ) είναι ένα σύνολο ηλεκτρολογικών υλικών που έχουν κατάλληλα επιλεγμένα χαρακτηριστικά και συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους, ώστε να επιτελούν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Η ηλεκτρική εγκατάσταση (ΗΕ) που απαιτείται για την παραλαβή, διανομή και χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας στο εσωτερικό του κτίριου ονομάζεται εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση (ΕΗΕ) και είναι ιδιοκτησία του καταναλωτή .

Η ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που μελετώνται και υλοποιούνται από τον ηλεκτρολόγο μηχανικό πρέπει να είναι ασφαλής, οικονομική, εύκολη στην χρήση και να συμφωνούν με τα αντίστοιχα πρότυπα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων της κατηγορίας που ανήκει η εγκατάσταση .

Για κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να προσδιορίζονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά

- η προβλεπόμενη χρησιμοποίηση της εγκατάστασης, η εν γένει δομή της και οι τροφοδοτήσεις της
- οι εξωτερικές επιδράσεις στις οποίες προβλέπεται να εκτίθεται
- η συμβατότητα του υλικού της
- η δυνατότητα συντήρησής της
- οι εφεδρικές τροφοδοτήσεις αν υπάρχουν.

Η τροφοδότηση ενός καταναλωτή μπορεί να γίνει από τα δίκτυα διανομής της επιχείρησης ηλεκτρισμού . Η τάση τροφοδοσίας προσδιορίζεται από την μελέτη που θα γίνει . Για εγκατεστημένη ισχύ μέχρι 135 kVA , η τροφοδότηση γίνεται απευθείας από το δίκτυο της χαμηλής τάσης (230/400V). Από 135 kVA και πάνω γίνεται από το δίκτυο μέσης τάσης ( 15 kV ή 20kV) . Από 5 MVA - 10MVA και πάνω μπορεί να συμφέρει η σύνδεση στο δίκτυο μεταφοράς 150 kV . Ο καταναλωτής μπορεί να είναι και αυτοπαραγωγός και να παράγει με δικές του εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και να είναι παραλληλισμένος στον πίνακά του με το δίκτυο χαμηλής , μέσης η υψηλής τάσης . Σαν εφεδρική τροφοδότηση , όταν διακοπεί η παροχή από το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιούν ζεύγη ντιζελογεννητριών η συσσωρευτών μετατροπέων που συνδέονται αυτόματα στο δίκτυο του καταναλωτή . Η εφεδρική τροφοδοσία μπορεί να είναι αδιάλειπτη ( UPS , Uninterruptable Power Supply ) σε περιπτώσεις τηλεπικοινωνιών , υπολογιστών , νοσοκομείων , κλπ .

## 1.2 Κίνδυνοι στις ηλεκτρικές εγκατάστασης

Οι εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων που απειλούν τους ανθρώπους, τις συσκευές και τα περιουσιακά στοιχεία.

Οι σημαντικοί κίνδυνοι που αφορούν τους ανθρώπους είναι δυο :

- Επικίνδυνα ρεύματα τάξης μεγέθους άνω των 50mA που ρέουν μέσα από το ανθρώπινο σώμα ( ηλεκτροπληξία ), αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες, ακόμα και τον θάνατο.
- Εγκαύματα στο σώμα λόγω επίδρασης του ηλεκτρικού τόξου. Αυτό εμφανίζεται συνήθως σε ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ισχύος υψηλής τάσης, αλλά και σε μικρότερη έκταση στη μέση και χαμηλή τάση.

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι που αφορούν στις συσκευές είναι :

- Η πυρκαγιά λόγω υπερφόρτισης αγωγών όταν δεν είναι κατάλληλα διαστασιολογημένοι και προστατευμένοι.
- Η πυρκαγιά ή έκρηξη λόγω υπερυψωμένης θερμοκρασίας λειτουργίας.
- Η πυρκαγιά λόγω κατεστραμμένης μόνωσης.
- Οι εκρήξεις σε ατμόσφαιρα εκρηκτικών μιγμάτων λόγω σπινθήρων. Σπινθήρες έχουμε τόσο σε επαφές ηλεκτρικών κυκλωμάτων όσο και σε κινητήρες ή όταν τρίβονται δύο μέταλλα.
- Η πυρκαγιά που προκαλείται από ηλεκτρικό τόξο σε βραχυκυκλώματα ή και στην ομαλή λειτουργία.
- Η δυναμική καταπόνηση σε βραχυκυκλώματα.
- Η ηλεκτροχημική διάβρωση.

## 1.3 Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας

Ηλεκτροπληξία μπορεί να επέλθει όταν ο άνθρωπος έρθει σε επαφή με δύο μεταλλικά η αγωγίμα μέρη έστω το α) και το β) που έχουν διαφορά δυναμικού, τάση ως προς γη. Αυτά είναι κυρίως :

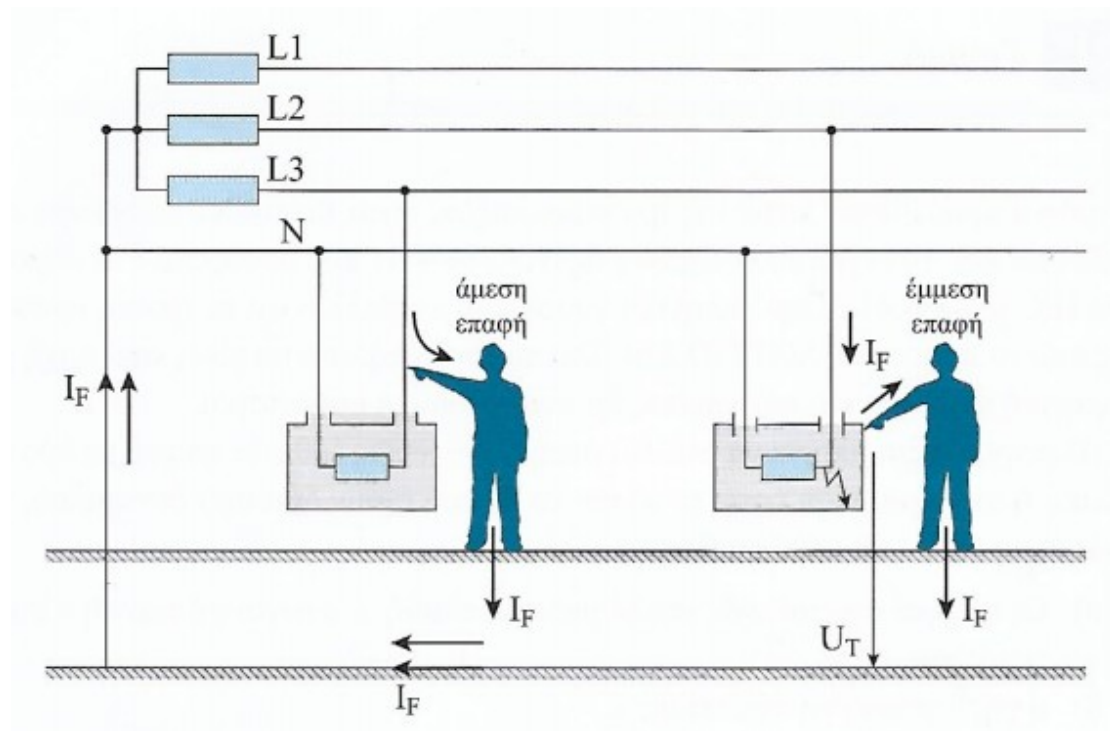
1. α) Οι ενεργοί αγωγοί ενός κυκλώματος, δηλαδή οι αγωγοί φάσεων ή ουδέτερου και  
β) η γη, ή γειωμένα αντικείμενα.
2. α) Εκτεθειμένα, προσβάσιμα μεταλλικά μέρη, όπως τα μεταλλικά κελύφη συσκευών, πχ το χαλύβδινο περίβλημα μιας ηλεκτρικής κουζίνας ή η εστία της, που έχουν βραχυκυκλωθεί με έναν ενεργό αγωγό και  
β) η γη, ή γειωμένα αντικείμενα.

Ηλεκτροπληξία δηλαδή μπορεί να επέλθει με άμεση ή έμμεση επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα. Άμεση επαφή έχουμε όταν ακουμπήσει κανείς ηλεκτροφόρο αγωγό ενώ στέκεται στο έδαφος. Έμμεση επαφή έχουμε όταν λόγω



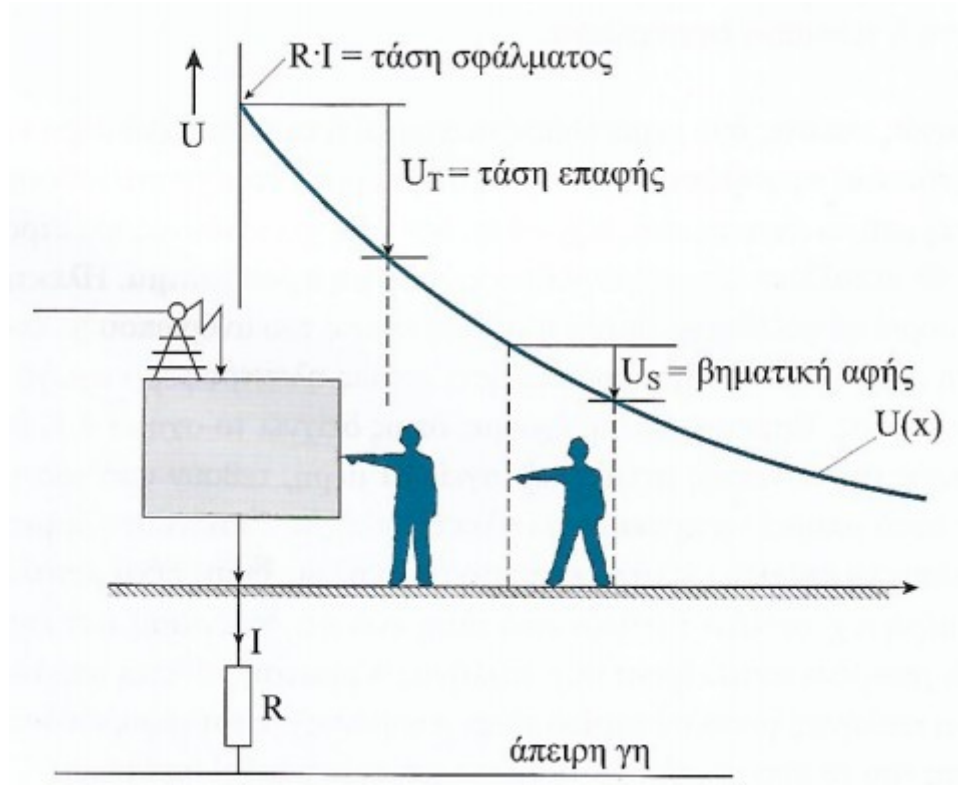
καταστροφής της μόνωσης μεταλλικά αγείωτα μέρη τεθούν υπό τάση . Επικίνδυνη έμμεση επαφή μπορεί επίσης να επέλθει αν λόγω κατεστραμμένης μόνωσης ξένα μεταλλικά προσβάσιμα μέρη πχ σωλήνες τεθούν υπό τάση ενώ κοντά βρίσκονται μεταλλικά αντικείμενα γειωμένα ( πχ σωλήνας θέρμανσης τίθεται υπό τάση 230 V και σωλήνας φυσικού αερίου είναι γειωμένος ) . Έτσι γεφυρώνοντας κανείς με το σώμα του τα δύο μεταλλικά τμήματα μπορεί να τεθεί υπό τάση .

Μία άλλη περίπτωση ηλεκτροπληξίας με έμμεση επαφή μπορεί να προκύψει όταν μετά από σφάλμα σε εγκατάσταση τα ρεύματα που ρέουν στη γη επάγουν μεγάλες πτώσεις τάσης στο έδαφος . Έτσι ένα άτομο που πατάει στο έδαφος υποβάλλεται σε μία τάση μεταξύ των ποδιών του , την βηματική τάση .



Εικόνα 1.1 : Ηλεκτροπληξία με άμεση και έμμεση επαφή ,

$U_T$  = τάση επαφής  $I_F$  = ρεύμα σφάλματος



Εικόνα 1.2 : Κατανομή του δυναμικού μετά από υπερπήδηση ΥΤ σε γειωμένο ΜΣ. Δημιουργία τάσεις επαφής  $U_T$  και βηματικές τάσεις  $U_S$  .

Τα μέτρα που εφαρμόζονται διεθνώς κατά της ηλεκτροπληξίας κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες Α , Β , Γ .

Α. Αποφυγή της τάσης εξασφαλίζεται με τα εξής μέσα :

- Ισχυρή μόνωση .
- Φράγματα ή περιβλήματα .
- Εμπόδια
- Χωροθέτηση σε απρόσιτη θέση .
- Χώρους με μη αγώγιμο δάπεδο .
- Χώρους με ισοδυναμικές συνδέσεις .
- Αγείωτα συστήματα ( γαλβανική απομόνωση )

Β. Χρήση πολύ χαμηλών τάσεων . Εδώ μιλάμε για τάσεις λειτουργίας με εξασφαλισμένη τιμή αρκετά κάτω από 50V ΕΡ ή 120V ΣΡ . Οι τιμές αυτές πρέπει να εξασφαλίζονται και σε ανώμαλες καταστάσεις .

Γ. Ταχεία απόζευξη επικίνδυνων τάσεων .

Με εφαρμογή σε ουδετερωμένα δίκτυα και σε μη γειωμένα δίκτυα . Η απόζευξη επιτυγχάνεται με ασφάλειες , μικροαυτόματους και διακόπτες διαφορικού ρεύματος .

## 1.4 Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

Το πρότυπο/κανονισμός του ΕΛΟΤ HD 384 περιλαμβάνει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά τη μελέτη, την κατασκευή, την επιθεώρηση και τη συντήρηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Οι απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να ικανοποιούν οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αποσκοπούν στην ασφαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων με την προϋπόθεση της ορθής χρησιμοποίησής τους. Ειδικότερα οι απαιτήσεις αυτές αποβλέπουν στην αποφυγή των κινδύνων που θα ήταν δυνατόν να εμφανισθούν για ανθρώπους και ζώα στην περιοχή εγκαταστάσεων. Η τήρηση των απαιτήσεων του κανονισμού δεν εξασφαλίζει σε όλες τις περιπτώσεις την ικανοποιητική λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης, αλλά την ασφαλή λειτουργία της για ανθρώπους, ζώα και εξοπλισμούς.

Τα μέρη του προτύπου είναι τα ακόλουθα :

- Μέρος 1<sup>ο</sup>: Σκοπός, πεδίο εφαρμογής.
- Μέρος 2<sup>ο</sup>: Ορισμοί των τεχνικών όρων που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο.
- Μέρος 3<sup>ο</sup>: Προσδιορισμός των γενικών χαρακτηριστικών των εγκαταστάσεων.
- Μέρος 4<sup>ο</sup>: Μέτρα προστασίας για ασφάλεια (προστασία έναντι ηλεκτροπληξίας, πυρκαγιάς κλπ)
- Μέρος 5<sup>ο</sup>: Επιλογή και εγκατάσταση ηλεκτρολογικού υλικού (ηλεκτρικές γραμμές, όργανα προστασίας και ελέγχου, γειώσεις και αγωγοί προστασίας, τροφοδοτήσεις για συστήματα ασφαλείας κλπ)
- Μέρος 6<sup>ο</sup>: Έλεγχος εγκαταστάσεων.
- Μέρος 7<sup>ο</sup>: Εγκαταστάσεις σε χώρους με ειδικές απαιτήσεις.

Εφαρμόζεται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις :

- Των κτιρίων που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες.
- Των κτιρίων εμπορικής χρήσης.
- Των κτιρίων που είναι στη διάθεση του κοινού.
- Των κτιρίων και λοιπών κατασκευών βιομηχανικής ή βιοτεχνικής χρήσης.
- Των εγκαταστάσεων των γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων.
- Των προκατασκευασμένων ή προσωρινών κτισμάτων των παραπάνω χρήσεων.
- Των τροχόσπιτων και των χώρων οργανωμένης κατασκήνωσης.
- Των εργοταξίων κατασκευής έργων, των εγκαταστάσεων πανηγύρεων και παρόμοιων προσωρινών εγκαταστάσεων.
- Των λιμένων εξυπηρέτησης σκαφών αναψυχής.

Δεν καλύπτει :

- Κυκλώματα τροφοδοτούμενα με εναλλασσόμενο ρεύμα με ονομαστική τάση μέχρι και 1000V και τα τροφοδοτούμενα με συνεχές ρεύμα με ονομαστική τάση μέχρι και 1500V.

- Κυκλώματα εκτός από τις εσωτερικές συρματώσεις των ηλεκτρικών συσκευών που λειτουργούν με ονομαστικές τάσεις που υπερβαίνουν τα 1000V εναλλασσόμενου ρεύματος και προέρχονται από μια ηλεκτρική εγκατάσταση ονομαστικής τάσης κάτω των 1000V εναλλασσόμενου ρεύματος ( πχ κυκλώματα λυχνιών εκκενώσεων )
- Όλες τις καλωδιώσεις και τις ηλεκτρικές γραμμές που καλύπτονται από πρότυπα σχετικά με τις συσκευές κατανάλωσης .
- Όλες τος ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών που βρίσκονται έξω από τα κτίρια .
- Τις σταθερές ηλεκτρικές γραμμές που χρησιμεύουν για τηλεπικοινωνία , σήμανση , χειρισμούς και τα παρόμοια ( με εξαίρεση τις εσωτερικές συρματώσεις των συσκευών ) .
- Τις επεκτάσεις ή τροποποιήσεις των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που έχουν κατασκευασθεί σύμφωνα με κανονισμούς που ίσχυαν πριν από την έκδοση της παρούσας έκδοσης .

Δεν εφαρμόζεται :

- Στις εγκαταστάσεις έλξης .
- Στις εγκαταστάσεις αυτοκινήτων και τα ρυμουλκούμενων οχημάτων ( με εξαίρεση τα τροχόσπιτα ) .
- Στις εγκαταστάσεις πλοίων .
- Στις εγκαταστάσεις αεροσκαφών .
- Στις εγκαταστάσεις φωτισμού δημόσιων οδών και πλατειών και τις εγκαταστάσεις φωτισμού λιμένων και δημόσιων παραλιακών περιοχών .
- Στις εγκαταστάσεις ηλεκτρικών φρακτών .
- Στις εγκαταστάσεις αλεξικεραύμων και γενικά αντικεραυνικής προστασίας κτιρίων .
- Στις εγκαταστάσεις που προορίζονται για δημόσια διανομή ηλεκτρικής ενέργειας .
- Στις εγκαταστάσεις παραγωγής και μεταφοράς .

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

### 2.1 Γενικά

Το υλικό πρέπει να επιλέγεται και να εγκαθίσταται κατά τρόπο ώστε:

- Να εξασφαλίζεται η τήρηση των μέτρων προστασίας .
- Να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης για την προβλεπόμενη χρήση, υπό την επίδραση των αναμενόμενων εξωτερικών συνθηκών.

Κάθε υλικό πρέπει να είναι σύμφωνο με το αντίστοιχο Πρότυπο ΕΛΟΤ, ή το αντίστοιχο Εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό Πρότυπο(EN/HD) , που ισχύει κατά τον χρόνο κατά τον οποίο συνάπτεται η σύμβαση για την κατασκευή της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν Ελληνικά ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα κάθε υλικό πρέπει να συμμορφώνεται με τα αντίστοιχα Διεθνή Πρότυπα IEC και ISO που ισχύουν γί αυτό.

Σε όσες περιπτώσεις δεν υπάρχει για κάποιο υλικό Πρότυπο ΕΛΟΤ ή Ευρωπαϊκό Πρότυπο ή Διεθνή Πρότυπα ISO/IEC, το υπόψη υλικό πρέπει να επιλέγεται κατόπιν ειδικής συμφωνίας μεταξύ του υπευθύνου για το σχεδιασμό/ μελέτη της εγκατάστασης και του εγκαταστάτη. Πάντως, ο υπεύθυνος για το σχεδιασμό ή τη μελέτη της εγκατάστασης θα πρέπει να βεβαιώσει ότι η χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου υλικού παρέχει τον ίδιο βαθμό ασφαλείας που παρέχουν και τα υπόλοιπα υλικά, που είναι σύμφωνα με τα Πρότυπα.

### 2.2 Αγωγοί & καλώδια

#### 2.2.1 Γενικά

Αγωγοί ονομάζονται αγωγίμα σύρματα γυμνά η μονωμένα μέσα από τα οποία περνά το ηλεκτρικό ρεύμα.

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

Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και σπάνια από αλουμίνιο . Γίνεται χρήση αλουμινίου σαν αγωγού σε καλώδια διατομών συνήθως άνω των 35mm<sup>2</sup> . Πλεονέκτηματα του αλουμινίου σε σχέση με το χαλκό είναι η χαμηλή τιμή του καλωδίου και το μικρότερο βάρος . Μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι ότι δεν συγκολλάται με μαλακή κόλληση χαμηλού σημείου τήξης πχ κασιτεροκόλληση , και ότι διαβρώνεται ευκολότερα λόγω ηλεκτροχημικών δράσεων . Ωστόσο επειδή οι ακροδέκτες των καλωδίων συνήθως συμπιέζονται η πρέπει να συμπιέζονται πάνω στους αγωγούς , η ικανότητα συγκόλλησης δεν παίζει σημαντικό ρόλο .

Η διατομή των αγωγών είναι στρόγγυλη . Για πολυπολικά καλώδια μεγάλων διατομών ( >35mm<sup>2</sup>) χρησιμοποιούνται και διατομές κυκλικού τομέα ( τριγωνικές , χαρακτηρίζονται με S ) . Όσον αφορά την ευκαμψία έχουμε αγωγούς οι οποίοι χαρακτηρίζονται κατά IEC 60 228 ως εξής .

- Μονόκλωνους ( U ) , πολύκλωνους ( R ) .
- Υψηλής ευκαμψίας πολύκλωνους ( K ) , υπερυψηλής ευκαμψίας ( F ) .

Αγωγούς υψηλής και υπερυψηλής ευκαμψίας χρησιμοποιούμε σε καλώδια για συγκολλήσεις , για κινητές συσκευές , γεραμούς κλπ , εκεί που το καλώδιο υπόκειται σε συνεχείς κάμψεις .

## 2.2.2 Μονωτικά καλωδίων

Το μονωτικό και το πάχος του προσδιορίζει την ηλεκτρική αντοχή του καλωδίου σε τάση αλλά και την επιτρεπόμενη ένταση του ρεύματος φόρτισης του αγωγού .

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας στην οποία αντέχει το μονωτικό . Σε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος πχ σε φούρνους και σε φωτιστικά γίνεται χρήση ειδικών μονωτικών όπως ελαστικού σιλικόνης η οξικού βινυλαιθυλίου (EVA) που αντέχουν συνεχώς σε υψηλές θερμοκρασίες( >90οC) .

Με μικρές εξαιρέσεις , σε εγκαταστάσεις γίνεται χρήση καλωδίων με τα μονωτικά του πιο κάτω πίνακα με τους κωδικούς κατά HD 361.S2 όπου μέσα σε παρένθεση αναφέρεται μία κατά VDE 0250 κωδική σημασία που ακολουθείται από πολλούς και στην Ελλάδα .

Στη χαμηλή τάση σε παλιές εγκαταστάσεις ισχύος μπορεί να συναντά κανείς σπάνια καλώδια με μόνωση χαρτιού με παχύρρευστη μάζα .

Από αυτά τα μονωτικά του πίνακα το PVC χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για μόνιμες ή όχι εγκαταστάσεις κάτω από κανονικές συνθήκες .

Εκτός από την κύρια μόνωση έχουμε και την εξωτερική μόνωση ή μανδύα που γίνεται συνήθως από PVC ή από πολυχλωροπρένιο ή από πολυαιθυλένιο ή από χλωροπρένιο .

Πινάκας 2.1

Μονωτικά καλωδίων χαμηλής τάσης	Συνεχώς/βραχέως επιτρεπόμενες θερμοκρασίες
Πολυβινυλοχλωρίδιο PVC , V : (Y)	70°/170°C
Ελαστικό σιλικόνης , S : (2G)	180°/350°C
Ελαστικό μείγμα, R : (3G)	60°/200°C
Ελαστικό οξικού βινυλαιθυλίου , EVA, E : (4G)	120°/250°C
Ελαστικό αιθυλενίου-προπυλενίου , EPR , B2 : (3G)	90°/250°C
Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο , XLPE : (2X)	90°/250°C

Το χρώμα της μόνωσης των αγωγών είναι :

Αγωγοί φάσεων : οποιοδήποτε χρώμα εκτός από κίτρινο-πράσινο και ανοιχτό μπλε .  
Συνήθως χρησιμοποιούνται καφέ-μαύρο , η μαύρο με αριθμούς .

Ουδέτερος αγωγός : ανοιχτό μπλε .

Αγωγός γείωσης : κίτρινο-πράσινο.

Απαγορεύεται η χρήση κίτρινοπράσινου αγωγού σε φάσεις .

Το μπλε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για φάση εφόσον δεν υπάρχει ουδέτερος .

### 2.2.3 Επεξήγηση συμβολών

Πινάκας 2.2 Επεξήγηση συμβολών

	<u>H 05 R R</u> - <u>F 4 G 2,5 mm<sup>2</sup></u> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
1 . Πρότυπο	H: Εξαρμονισμένο με πρότυπα Ευρωπαϊκής Ένωσης (CENELEC) A: Εγκεκριμένο εθνικό πρότυπο J: IEC
2 . Τάση λειτουργίας	03: 300V φασική τάση , 300V πολική τάση 05: 300V φασική τάση , 500V πολική τάση 07: 450V φασική τάση , 750V πολική τάση 10: 600V φασική τάση , 1000V πολική τάση
3 . Υλικό μόνωσης	V: Πολυβυνιλοχλωρίδιο ( PVC ) R: Συνθετικό ελαστομερές S: Σιλικονούχο ελαστικό Z: Χωρίς αλογόνο
4 . Υλικό μανδύα	V: Πολυβυνιλοχλωρίδιο ( PVC ) R: Συνθετικό ελαστομερές N: Ελαστικό χλωροπρενίου J: Πεπλεγμένες ίνες γυαλιού T: Πεπλεγμένες ίνες υφάσματος
5 . Ειδικά χαρακτηριστικά περιβλήματος	H: Πλακέ με δυνατότητα εύκολου διαχωρισμού μονωμένων αγωγών H2: Πλακέ χωρίς δυνατότητα εύκολου διαχωρισμού μονωμένων αγωγών D5: Με κορδόνια κενών
6 . Περιγραφή συρμάτων αγωγών	U: Μονόκλωνοι R: Πολύκλωνοι K: Λεπτοπολύκλωνοι για μόνιμες εγκαταστάσεις F: Λεπτοπολύκλωνοι για κινούμενες/φορητές συσκευές H: Τριχοειδείς λεπτοπολύκλωνοι

	Υ: Σύρματα πούλιες ( πχ καλώδιο σύνδεσης με ακουστικό τηλεφώνου )
7 . Νούμερο μονωμένων αγωγών	Αριθμητική περιγραφή μονωμενων αγωγών καλωδίου
8 . Ύπαρξη αγωγού προστασίας	G: ένας από τους μονωμένους αγωγούς του καλωδίου είναι προστασίας ( πρασινοκίτρινος ) X: δεν υπάρχει αγωγός προστασίας
9 . Διατομή αγωγού	Μετρούμενη διατομή αγωγού
10 . Μονάδα μέτρησης διατομής	mm <sup>2</sup>
11 . Κωδικός χρώματος περιβλήματος	Συνήθως σε κωδικούς παραγγελίας , παρά επάνω σε αγωγούς BK: Μαύρο BN: Καφέ RD: Κόκκινο BU: Μπλε YE: Κίτρινο GNYE: Πρασινοκίτρινο ( γείωση )

Πινάκας 2.3 Σύγκριση νέου τύπου με παλιός τύπος

Νέος τύπος (CENELEC)	Παλιός τύπος (VDE)
H07V-K	NYAF
H07V-U	NYA(re)
H07V-R	NYA(rm)
A05VV-U	NYM(re)
A05VV-R	NYM(rm)
H05VV-F	NYMHY
H03VV-F	NYLHY(rd)
H03VH-H	NYFAZ
H05RR-F	NMH
H07RN-F	NSHou
J1VV-U	NYY(re)
J1VV-R	NYY(rm)
J1VV-S	NYY(sm)
A05VVH3-U	NYIFY

## 2.2.4 Εγκατάσταση καλωδίων

Η εγκατάσταση των καλωδίων μπορεί να γίνει ως εξής :

- Πάνω στον τοίχο μέσα σε σωλήνες .
- Πάνω στον τοίχο κατευθείαν με στηρίγματα .
- Μέσα στο επίχρισμα απευθείας ή σε σωλήνα.



- Πάνω στον τοίχο με σχάρες .
- Πάνω στο δάπεδο με κατάλληλη μηχανική προστασία .
- Εναέρια , με στήριξη ή όχι σε χαλύβδινο συρματόσχοινο .
- Στο έδαφος , σε σωλήνες πλαστικούς ή καλύτερα τσιμεντοσωλήνες .
- Στο νερό ελεύθερα , πχ υποβρύχιες αντλίες .

Στης ΕΗΕ κατοικιών και καταστημάτων συνήθως τα καλώδια που χρησιμοποιούνται δεν έχουν ισχυρή μηχανική αντοχή και η αγωγοί που χρησιμοποιούνται για τα κυκλώματα διακλαδώσεις με απλή μόνωση δεν θεωρούνται ασφαλής για αποφυγή της ηλεκτροπληξίας και πρέπει να τοποθετούνται σε προστατευτική σωλήνες . Έκτος από προστασία η σωλήνες προσφέρουν και εύκολη τοποθέτηση - αφαίρεση συρματώσεων .

Πινάκας 2.4 Επιλογή σωλήνων ανάλογα με το πλήθος των αγωγών

Διατομή αγωγών σε mm <sup>2</sup>	Εσωτερική διάμετρος σωλήνων σε mm	
	Ορατοί σωλήνες	Χωνευτοί σωλήνες
1 x 1	9	11
1 x 1,5	9	11
1 x 2,5	9	11
1 x 4	11	11
1 x 6	11	11
1 x 10	11	11
1 x 16	13,5	13,5
2 x 1	9	11
2 x 1,5	11	13,5
2 x 2,5	13,5	16
2 x 4	13,5	16
2 x 6	16	16
2 x 10	23	23
2 x 16	23	23
3 x 1	11	11
3 x 1,5	13,5	16
3 x 2,5	13,5	16
π.χ. → 3 x 4	επιλογή → 16	23
3 x 6	16	23
3 x 10	23	23
3 x 16	29	29
4 x 1	13,5	13,5
4 x 1,5	13,5	16
4 x 2,5	16	16
4 x 4	16	23
4 x 6	23	23
4 x 10	29	29
4 x 16	29	29
5 x 1	13,5	13,5
6 μέχρι 7 x 1	16	16
8 μέχρι 12 x 1	23	23
5 μέχρι 7 x 1,5	16	16
8 μέχρι 12 x 1,5	23	23

## 2.2.5 Επιλογή των καλωδίων

Τα καλώδια επιλέγονται με βάση τις ομαλές συνθήκες λειτουργίας , κυρίως το ρεύμα αλλά και άλλα κριτήρια πχ περιβάλλον , καθώς και τις συνθήκες που διαμορφώνονται στα σφάλματα . Επιγραμματικά τα κριτήρια επιλογής είναι :

### Μηχανική καταπόνηση

Δυνάμεις που δρουν κατά την εγκατάσταση του καλωδίου πχ σε χαντάκια ή σε σωλήνες προσδιορίζουν τη απαιτούμενη μηχανική τος ενίσχυση . Μηχανικές ταλαντώσεις ή συνεχής κίνηση ή κάμψη του καλωδίου πρέπει να ληφθεί υπόψη . Η μηχανική καταπόνηση και οι απαιτήσεις κατά την εγκατάσταση του καλωδίου προσδιορίζουν αν πρέπει πω να υπάρχουν μηχανικές ενισχύσεις με ταινίες ή χαλύβδινα σύρματα . Για τον ευκολότερο χειρισμό των καλωδίων κατά την εγκατάσταση χρησιμοποιούμε διατομές κάτω των 120 mm<sup>2</sup> , έτσι αν το ρεύμα επιβάλλει μεγαλύτερη διατομή επιλέγουμε ανά φάση δύο η περισσότερα μονόκλιωνα καλώδια .

### Περιβάλλον

Νερό , υγρασία , χρώμα , ηλιακή ακτινοβολία , μύκητες , μπορούν να καταπονήσουν το καλώδιο υπερβολικά.

Συνήθως οι επιλογές καλωδίων σε σχέση με τις απαιτήσεις περιβάλλοντος είναι οι εξής :

Τάση 230/400V

- Καλώδια JIVV-12 κατά IEC 60502 ή ELOT 843 ή κατά VDE 0271 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε περιβάλλοντα υψηλών απαιτήσεων όπως χρώμα , νερό .
- Καλώδια H05VV-R ή A05VV-R κατά CENELE ή NYM κατά VDE 0259 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση στον αέρα , μέσα ή πάνω στο σουβά . Εάν είναι μονόκλινοι μονωμένοι αγωγοί με απλή μόνωση τύπου H05V-U1 ή NYA τότε πρέπει για λόγους προστασίας να μπουν σε προστατευτικό σωλήνα. Αυτό επειδή απλή μόνωση δεν θεωρείται ασφαλής μόνωση για αποφυγή ηλεκτροπληξίας .  
Πεπλατυσμένα καλώδια επιτρέπονται μόνο μέσα σε σουβά ή σε κοιλοότητες του τοίχου , όχι όμως πίσω από γυψοσανίδες . Τα πεπλατυσμένα καλώδια δεν επιτρέπεται να εγκαθίστανται σε δέσμες όλα μαζί , δηλαδή όχι το ένα πάνω στο άλλο .
- Καλώδια H05VV-F H05RN-F είναι κατάλληλα για εύκαμπτες συνδέσεις , μπαλαντέζες κλπ .

Τάση 12/20 Kv

- Καλώδια δικτυωμένου πολυαιθυλενίου N2XSΥ κατά VDE 273 ή XLPE κατά IEC 60502 .

### **Ρεύμα σε ομαλή λειτουργία , θερμική καταπόνηση**

Η διατομή των καλωδίων επιλέγεται έτσι ώστε η θερμοκρασία της μόνωσης να μην υπερβεί ένα όριο .

### **Ρεύμα και διάρκεια σε σφάλματα , θερμική καταπόνηση**

Η διατομή των καλωδίων επιλέγεται έτσι ώστε να μην υπερθερμανθεί η μόνωση του καλωδίου κατά τη διάρκεια των βραχυκυκλωμάτων .

### **Πτώση τάσης**

Η πτώση τάσης πρέπει συνήθως να περιορισθεί γενικά στο 4% . Ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης , μπορεί να επιβάλλεται ακόμα μικρότερη πτώση τάσης πχ 3% σε κινητήρες .

### **Ενεργειακή κατανάλωση**

Σε ενεργοβόρες βιομηχανίες όπου τα δίκτυα είναι συνεχώς υπό φορτίο , τότε η ενεργειακή κατανάλωση μπορεί να είναι σημαντικός παράγων κόστους . Πχ 5 % πτώση τάσης σημαίνει ότι πληρώνουμε για τις απώλειες 5% του συνολικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας . Συνεπώς θα πρέπει να ελεγχθεί και η ενεργειακή κατανάλωση κατά την επιλογή της διατομής .

### **Οικονομικά βέλτιστη διατομή**

Το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης είναι ίσο με το κόστος της εγκατάστασης και το κόστος της ενέργειας , Αυξάνοντας την διατομή . αυξάνουμε το κόστος της εγκατάστασης αλλά μειώνουμε το κόστος λειτουργίας . Η διατομή που έχει το μικρότερο συνολικό κόστος λέγεται οικονομικά βέλτιστη διατομή .

### **Προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας**

Ο κανονισμός HD 384 για την ασφάλεια κατά της ηλεκτροπληξίας προβλέπει τη διακοπή της τροφοδοσίας σε χρόνους 0,2 sec έως 0,4 sec. Οι χρόνοι αυτοί επιτυγχάνονται εφόσον το ρεύμα που βραχυκυκλώματος είναι αρκετά μεγάλο . Συνεπώς , το καλώδιο δεν πρέπει να προβάλλει μεγάλη αντίσταση , δηλαδή η διατομή του καλωδίου πρέπει να ελεγχθεί ώστε να είναι αρκετά μεγάλη .

### **Ελάχιστη διατομή**

Για λόγους μηχανικής αντοχής και λειτουργικούς οι διάφοροι κανονισμοί αναφέρονται σε ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές πχ 1,5mm<sup>2</sup> για μόνιμες εγκαταστάσεις .

## **2.3 Ασφάλειες χαμηλής τάσης**

### **2.3.1 Γενικά**

Τα όργανα προστασίας χαμηλής τάσης ανοίγουν ένα κύκλωμα όταν το ρεύμα υπερβεί μία τιμή σε ένα καθορισμένο χρόνο . Υπάρχουν τα εξής μέσα προστασίας :

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

### **2.3.2 Ασφάλειες τήξης**

#### **2.3.2.1 Γενικά**

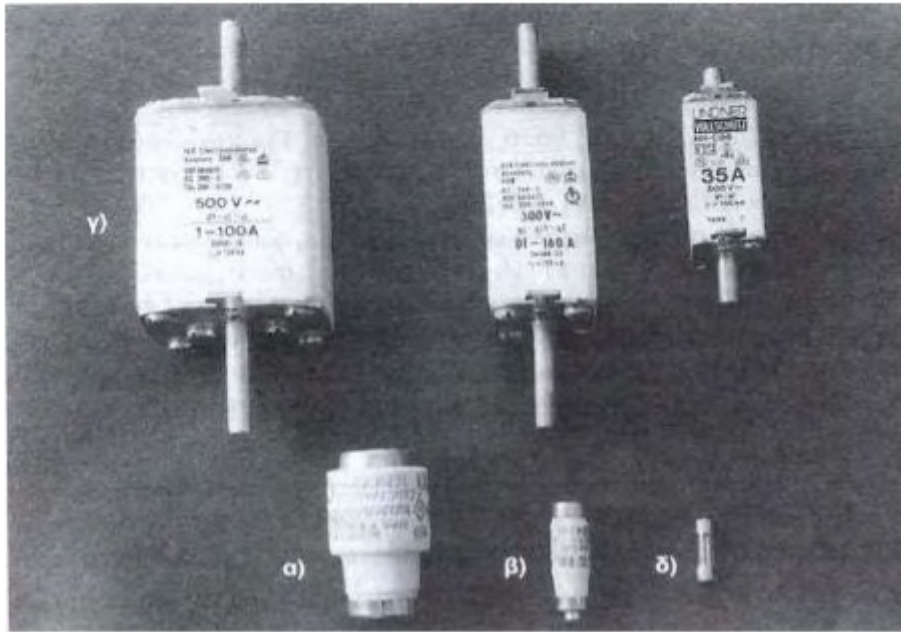
Στις ασφάλειες τήξης η διακοπή ενός κυκλώματος προκαλείται από την τήξη ενός χάλκινου ή αργυρού σύρματος ή ταινίας μέσα σε σκόνη χαλαζία . Σε αντιδιαστολή με τους μηχανικούς διακόπτες οι ασφάλειες εισάγουν μετά την τήξη τους μια μεγάλη ωμική αντίσταση στο κύκλωμα . Αυτή η αντίσταση προκαλεί μια μείωση του ρεύματος βραχυκύκλωσης . Για χαμηλά ρεύματα ( <20 A ) μπορεί να χρησιμοποιούνται χάλκινα σύρματα . Για υψηλότερα ρεύματα έχουμε και αγωγούς (τηκτά) από άργυρο . Αυτό γίνεται για να μειωθούν οι απώλειες ισχύος στην αντίσταση του τηκτού .

#### **2.3.2.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη ασφάλειας τήξης**

- Ονομαστική τάση
- Ονομαστική ισχύς ή ρεύμα διακοπής ( αυτό προσδιορίζει κυρίως τον τύπο της ασφάλειας ) . Υπάρχουν τύποι D , DO, NH με μέγιστα ρεύματα διακοπής 50 kA, 25 kA και 100 kA αντίστοιχα .
- Χαρακτηριστικές χρόνου – ρεύματος . Αντί της χαρακτηριστικής ή μαζί με την χαρακτηριστική μπορεί να δίνονται και το μικρό και το μεγάλο ρεύμα δοκιμής . Το μικρό ρεύμα δεν λιώνει την ασφάλεια σε ορισμένο χρόνο που είναι συνήθως μία ώρα . Το μεγάλο ρεύμα λιώνει την ασφάλεια μέσα σε ορισμένο χρόνο ( συνήθως 1 ώρα ) .

#### **2.3.2.3 Τύποι ασφαλειών**

- Ασφάλειες D , είναι μεγάλες βιδωτές . Λέγονται και diazed – ασφάλεις .
- Ασφάλειες DO , είναι μικρές βιδωτές . Λέγονται και neozed – ασφάλεις .
- Ασφάλειες NH ή HRC-Fuses ή HBC-Fuses , είναι η μαχαιρωτές .
- Ασφάλεις G , είναι οι μικροασφάλειες σε κυλινδρικό γυάλινο σωλήνα για συσκευές .



Εικόνα 2.1

- α) Βιδωτές ασφάλειες μεγάλες DIAZED, D-system
- β) Βιδωτές ασφάλειες μικρές NEOZED, D0-system
- γ) Μαχαιρωτές ασφάλειες χαμηλής τάσης υψηλής ισχύος NH
- δ) Μικροασφάλειες σε γυάλινο κύλινδρο, τυπου G

#### 2.3.2.4 Κατηγορίες λειτουργίας ασφαλειών

Κατασκευάζονται ασφάλειες για διάφορες κατηγορίες χρήσης που χαρακτηρίζονται από δύο γράμματα .

Το πρώτο γράμμα :

- g = πλήρης προστασία σε όλη την περιοχή ρευμάτων
- a = μερική προστασία , μόνο σε υψηλά ρεύματα ( χρήσιμες σε κινητήρες λόγω των υψηλών ρευμάτων εκκίνησης )

Το δεύτερο γράμμα χαρακτηρίζει το υπό προστασία αντικείμενο .

- G = γενική χρήση
- L = γραμμές , καλώδια
- M = θερμικά ( πχ κινητήρες )
- R = ημιαγωγοί
- B = εγκαταστάσεις ορυχείων
- Tr = μετασχηματιστές

Παραδείγματα των πιο συνηθισμένων κατηγοριών λειτουργίας :

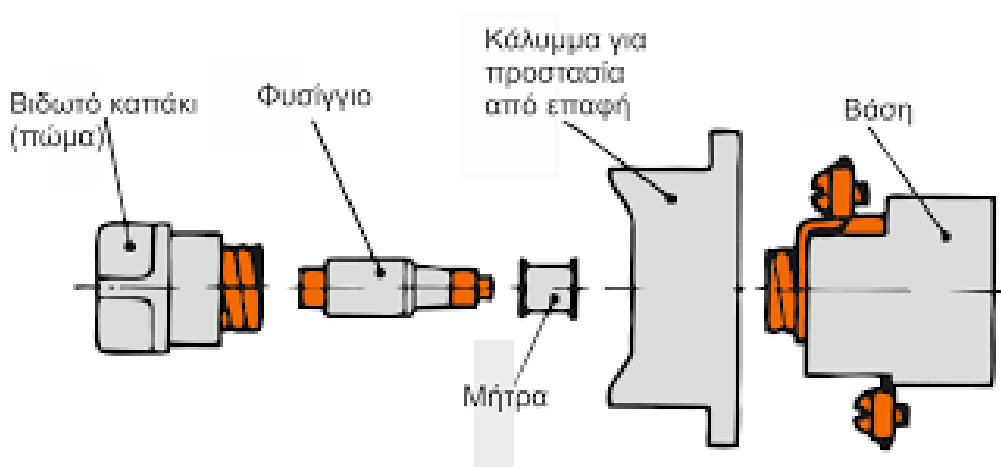
- gG = πλήρης προστασία στη γενική χρήση
- gL = Πλήρης προστασία για γραμμές
- aM =Μερική προστασία σε υψηλά ρεύματα για κινητήρες

Στις συνήθεις ΕΗΕ κτιρίων όπου τα αναμενόμενα ρεύματα σφάλματος δεν ξεπερνούν τα 50 kA χρησιμοποιούνται βιδωτές ασφάλειες τύπου D και D0 .

Διακρίνονται από τα έξης μέρη:

- Το φυσίγγι που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα και ένα ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο ο οποίος πέφτει όταν καεί η ασφάλεια . Κάθε φυσίγγι χαρακτηρίζεται από το ονομαστικό ρεύμα τής ασφάλειας . Η ονομαστικές τυποποιημένες τιμές είναι 6A , 10A , 16A , 20A , 25A , 35A , 40A , 50A , 63A , 80A , 100A . Για κάθε τυποποιημένη τιμή υπάρχει και ένα χαρακτηριστικό χρώματα πάνω στον ενδεικτικό δίσκο .
- Την βάση της ασφάλειας που είναι το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και μέσα σε αυτό τοποθετείται το φυσίγγι .
- Την μήτρα που είναι ένα πορσελάνινο εξάρτημα που τοποθετείται στο βάθος τής ασφαλειοθήκης και εξασφαλίζει ότι δεν τοποθετείται μεγαλύτερη τιμής ασφάλειας.
- Το πώμα που είναι πορσελάνινο και βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγι . Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί για να φαίνεται αν έχει καεί το φυσίγγι .

Εικόνα 2.2



## 2.3.3 Μικροαυτόνομοι

### 2.3.3.1 Γενικά

Οι μικροαυτόνομοι χρησιμοποιούνται στην αναχώρηση γραμμών για την προστασία τους σε παρατεταμένα υπερένταση και βραχυκύκλωμα . Τα τυποποιημένα ρεύματα τους είναι από 4 έως 63 A , κατασκευάζονται σε μονοπολική ή τριφασική μορφή για 230/400 V και διακόπτουν τα ίδια περίπου ρεύματα για τάσεις 60-110 V DC . Ο χειρισμός τους είναι στο κλείσιμο χειροκίνητος ενώ το άνοιγμα γίνεται αυτόματα μέσω εντολής από το θερμικό ή το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο .

Εικόνα 2.3 , μικροαυτόματος .



Αποτελούνται από 2 μέρη :

- Το θερμικό στοιχείο που προστατεύει από υπερφόρτιση , είναι ένα διμεταλλικό έλασμα το οποίο κάμπτεται και παρασύρει το μηχανισμό απόζευξης του μικροαυτομάτου όταν μέσα από το σώμα του διέρχεται μεγαλύτερη ένταση ρεύματος από την ονομαστική . Οι χρόνοι διέγερσης μπορούν να είναι από δευτερόλεπτα έως λεπτά ανάλογα με το ρεύμα .
- Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο που προστατεύει από βραχυκύκλωση , είναι ένας ηλεκτρομαγνήτης (πηνίο) που είναι συνδεδεμένος σε σειρά με το κύκλωμα ισχύος και στο εσωτερικό του είναι συνδεδεμένος με τον μηχανισμό απόζευξης του μικροαυτομάτου έτσι ώστε σε συνθήκες βραχυκυκλώματος να τραβήξει το κινούμενο μέρος του μηχανισμού και να διακόψει σχεδόν ακαριαία (10-100ms ) την τροφοδοσία .

### 2.3.3.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη μικροαυτόματου

- Η ονομαστική τάση πχ 230/400V , 50Hz ή 60V DC .
- Το ονομαστικό ρεύμα  $I_N$  πχ 63 A .
- Το μικρό και μεγάλο ρεύμα δοκιμής . Ισχύουν οι ίδιοι ορισμοί όπως στις ασφάλειες. Αυτά αφορούν κυρίως το θερμικό στοιχείο .
- Την ικανότητα διακοπής σε σφάλμα πχ 6000 A ,  $\cos\phi=0,4$  . Οι μικροαυτόματοι είναι χωρισμένοι σε τρεις ομάδες I , II , III με αντίστοιχες ικανότητες διακοπής 3,6 και 10 κΑ.
- Η κλάση περιορισμού ροής ρεύματος . Είναι οι κλάσεις 1, 2 και 3 και αντιστοιχούν στην ικανότητα του διακόπτη να αντέξει σε μεγάλο μεταβατικό ρεύμα για μεγάλο χρόνο . Συγκεκριμένα το γινόμενο  $I_2 t$  είναι το κριτήριο για την ένταξη σε μία κλάση . Οι κλάσεις 1 ,2 ,3 αντιστοιχούν σε μικρές , μεσαίες και υψηλές απαιτήσεις.
- Οι χαρακτηριστικές ρεύματος – χρόνου .

Η ικανότητα διακοπής σε μικροαυτόματος είναι συνήθως 6000 A και η κλάση περιορισμού ρεύματος πρέπει να είναι 3 για διακόπτες μέχρι 25 A . Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο είναι ρυθμισμένο να δίνει πτώση σε ρεύματα μεταξύ 3,5-5 του ονομαστικού σε χρόνους μικρότερους των 100 ms . Το θερμικό μέρος της χαρακτηριστικής των μικροαυτόματων καθορίζεται από το μικρό ρεύμα και το μεγάλο ρεύμα δοκιμής και από τα ενδιάμεσα σημεία .

Λόγο της περιορισμένης ικανότητας διακοπής ρεύματος βραχυκύκλωσης συνιστάτε πχ στο ηλεκτρικό πινάκα της ΕΗΕ να είναι ασφάλεια τήξης .

### 2.3.3.3 Χαρακτηριστικές πτώσης

Η σχέση ρεύματος πτώσης σκανδαλισμού και χρόνου λέγεται χαρακτηριστική . Η χαρακτηριστική ενός μικροαυτόματου κυμαίνεται σε ορισμένα όρια ανοχής , δηλαδή δύο μικροαυτόματοι ακόμα και του ίδιου κατασκευαστή δεν έχουν ίδιες χαρακτηριστικές . Οι χαρακτηριστικές ονομάζονται A, B, C, D, K και διαφέρουν στο ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο . Οι χαρακτηριστικές διευκολύνουν την προστασία καθότι οι συνθήκες λειτουργίας και οι συσκευές που τροφοδοτούνται από τη γραμμή μπορούν να παρουσιάζουν διαφορετικά μεγάλα ρεύματα εκκίνησης πχ κινητήρες.

Οι χαρακτηριστικές διακρίνονται σε:

- A , Έχει προβλεφθεί για γραμμές που τροφοδοτούν ημιαγωγούς .
- B , Είναι μια γενική χαρακτηριστική για κυκλώματα κατοικιών , γραφείων όπου δεν τροφοδοτούνται κινητήρες .
- C , Αυτή έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης όπως κινητήρες , φωτιστικά ισχύος .
- D , Αυτή έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με πολύ υψηλά κροθτικά ρεύματα όπως μετασχηματιστές ισχύος , πηνία , πυκνωτές .



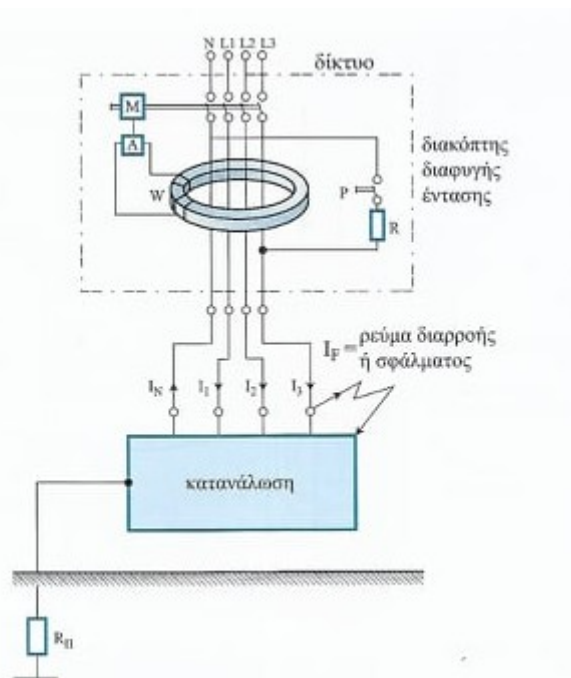
- Κ , Αυτή η χαρακτηριστική αντιστοιχεί στο εθνικό γερμανικό πρότυπο DIN EN 608998 και χρησιμοποιείται αντί της χαρακτηριστικής D . Η διαφορά έγκειται στην έκταση των θερμικών και ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων .

## 2.4 Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ)

### 2.4.1 Γενικά

Οι ΔΔΡ χρησιμοποιούνται για την προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας ή και κατά της πυρκαγιάς κατά HD 384.4 . Ο ΔΔΡ παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη , εικόνα 2.4 . Αν αυτό υπερβεί μία τιμή , συνήθως 30 mA τότε αποζεύγει το κύκλωμα σε άλλες της φάσεις και στον ουδέτερο σε 0,2 sec περίπου . Η εφαρμογή του ως μέσο προστασίας είναι υποχρεωτική στην Ελλάδα από το Σεπτέμβριο 2006 .

Εικόνα 2.4



Ο ΔΔΡ έχει σαν βασικό στοιχείο έναν αθροιστικό μετασχηματιστή ρεύματος τύπου δακτυλίου . Στο πρωτεύον περνούν τα ρεύματα των φάσεων και του ουδέτερου . Στο δευτερεύον περνά ένα ρεύμα ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των τεσσάρων ρευμάτων εφόσον έχουμε συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος . Αν δεν υπάρχει διαρροή τότε το άθροισμα των ρευμάτων είναι μηδέν γιατί το ρεύμα των τριών φάσεων επιστρέφει μέσω του ουδετέρου . Το δευτερεύον του ΜΣ έντασης δεν έχει ρεύμα ,  $I_1 + I_2 + I_3 - I_N = 0$  .




Αν υπάρχει σφάλμα ως προς γη , το άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και ουδετέρου είναι ίσο με το ρεύμα σφάλματος  $I_F$  ,  $I_1 + I_2 + I_3 - I_N = I_F$  .

Η υλοποίηση του ΔΔΡ γίνεται με μόνιμο μαγνήτη , το ζύγωμα έλκεται και κρατά τις επαφές όταν δεν υπάρχει διαφορικό ρεύμα ενώ για διαφορικό ρεύμα διάφορο του μηδενός ακυρώνεται η ροή του μόνιμου μαγνήτη . Το σύστημα λειτουργεί όταν το ρεύμα είναι ημιτονοειδές σε ένα εύρος συχνοτήτων . Στην περίπτωση όπου τροφοδοτούνται συσκευές με ηλεκτρονικά ισχύος το ρεύμα δεν είναι ημιτονοειδές , για αυτό έχουν κατασκευαστή πιο πολλή τύποι ΔΔΡ ανάλογα με το ρεύμα που τραβάνε τα φορτία.


## 2.4.2 Χαρακτηριστικά ΔΔΡ

- Το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα  $I_{\Delta N}$  : Είναι το ρεύμα στο οποίο αναφέρονται οι χρόνοι απόζευξης . Για  $I_F = I_{\Delta N}$  ο χρόνος απόζευξης είναι της τάξης των 0,1 sec .
- Το ονομαστικό ρεύμα  $I_N$  είναι το ρεύμα φάσεων στο οποίο αντέχουν συνεχώς .
- Το διαφορικό ρεύμα στο οποίο αντιδρούν





































## 2.4.3 Τύποι ΔΔΡ

1. Τύπου AC  (50Hz) : Για κοινά εναλλασσόμενα δίκτυα (IEC/EN61008/61009). Είναι ο παλιός ξεπερασμένος ΔΔΡ ο οποίος ήταν κατασκευασμένος για τον εντοπισμό καθαρά ημιτονικών εναλλασσόμενων ρευμάτων σφάλματος . Αυτός ο τύπος δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται πλέον σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Διαπιστώθηκε ότι στις σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις με αρκετές ηλεκτρονικές συσκευές , σε περίπτωση σφάλματος προς γη ο αθροιστικός μετασχηματιστής λόγω του ηλεκτρομαγνητικού κορεσμού του αδρανοποιείται και δεν ανιχνεύει τις μη ημιτονικές διαρροές και σφάλματα .
2. Τύπου A  (50Hz) : Για δίκτυα εναλλασσόμενου ρεύματος με συνεχή συνιστώσα όπου επικάθονται αιχμές ( παλμοί ) ρεύματος πχ από έναυση λαμπτήρων φθορισμού , από ακτινογραφικά μηχανήματα , από ηλεκτρονικά ισχύος ( IEC/EN 61008/61009 ) . Το συνεχές ρεύμα νοείται ότι είναι χωρίς κυμάτωση , δηλαδή ότι δεν έχει εναλλασσόμενη συνιστώσα αν έχει αυτή δεν υπερβαίνει το 10% της συνεχούς συνιστώσας.
3. Τύπου F  (1kHz) : Τα τελευταία χρόνια στις οικιακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ηλεκτρικές συσκευές με κινητήρες ( πχ κλιματιστικά ) , που περιλαμβάνουν μονοφασικούς αντιστροφής για να φτάσουν σε υψηλότερα επίπεδα αποδοτικότητας μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας . Αυτές οι σύγχρονες ηλεκτρικές συσκευές έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής των κινητήρων τους . Η ρύθμιση αυτή γίνεται με κατάλληλες ηλεκτρονικές πλακέτες οι οποίες παρεμβαίνουν στη συχνότητα τροφοδοσίας των κινητήρων και μεταβάλλοντάς , συνήθως από 10-1000

Hz , επιτυγχάνουν τη διαρκή ρύθμιση των στροφών της συσκευής . Η παρέμβαση αυτή πολύ συχνά έχει ως αποτέλεσμα τη διάχυση ρευμάτων εύρους συχνοτήτων 10-1000 Hz στην εγκατάσταση .Οι συχνότητες αυτές οι οποίες χαρακτηρίζονται ως μεικτές συχνότητες δημιουργούν μία μεταβάλλουσα γύρω από τη θεωρητική ημιτονοειδή καμπύλη του ρεύματος λειτουργίας . Οι συχνότητες αυτές μπορούν να παρουσιαστούν και σε άλλες συσκευές , όπως : οι driver των LED , τα μπαλαστ των φωτιστικών , τα διμερ , οι οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ . Η κατηγορία ΔΔΡ τύπου F ενδείκνυται για τον εντοπισμό ημιτονοειδών εναλλασσόμενων , παλμικών , μεικτών , αρμονικών ρευμάτων , σφάλματος και διαρροής συχνοτήτων μέχρι 1 kHz .

4. Τύπου B  (2 kHz – 100 kHz) : Κατάλληλοι για κυκλώματα οδήγησης κινητήρων με μεταβλητή συχνότητα ( drivers ) . Η οικογένεια των ΔΔΡ τύπου B ενδείκνυται για τον εντοπισμό ημιτονοειδών εναλλασσόμενων , παλμικών , παλμικών με DC με ή χωρίς κυμάτωση συνιστώσα ρεύματος  $I > 6mA$  , αρμονικών ρευμάτων σφάλματος και διαρροής , συχνοτήτων από 2 kHz μέχρι 100kHz .

Εικόνα 2.5 Τύποι ΔΔΡ

Κυματο- μορφή Ρεύματος	Περιπτώσεις λειτουργίας ΔΔΡ σε σχέση με την κατηγορία αυτών				Ρεύμα Ενεργοποίησης
	AC	A	F	B	
					0,5 μέχρι 1,0 I <sub>δλ</sub>
	—				0,35 μέχρι 1,4 I <sub>δλ</sub>
	—				Καθυστέρηση ρεύματος: 90° 0,35 μέχρι 1,4 I <sub>δλ</sub>
	—				Καθυστέρηση ρεύματος: 135° 0,11 μέχρι 1,4 I <sub>δλ</sub>
	—				max 1,4 I <sub>δλ</sub> + 6mA
	—	—			max 1,4 I <sub>δλ</sub> + 10mA
	—	—			0,5 μέχρι 1,4 I <sub>δλ</sub>
	—	—	—		0,5 μέχρι 2,0 I <sub>δλ</sub>
					
					
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 150Hz 0,5 μέχρι 2,4 I <sub>δλ</sub>
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 400Hz 0,5 μέχρι 6 I <sub>δλ</sub>
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 1000Hz 0,5 μέχρι 14 I <sub>δλ</sub>

## 2.5 Ραγοδιακόπτες

Οι διακόπτες είναι μηχανισμοί που διακόπτουν ή εξασφαλίζουν τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία τροφοδοτούν πολλαπλές ηλεκτρικές καταναλώσεις ή σε μεμονωμένες ηλεκτρικές καταναλώσεις μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης .

Εικόνα 2.6 ραγοδιακόπτης



Ο ραγοδιακόπτης χρησιμοποιητε στους ηλεκτρικούς πίνακες ως γενικός ή μερικός διακόπτης , δηλαδή μπορεί να ελέγχει ολόκληρη την εγκατάσταση τοποθετημένος στην αρχή της ή ένα συγκεκριμένο κύκλωμα της εγκατάστασης πχ ηλεκτρικός θερμοσίφωνας . Οι ραγοδιακόπτες έχουν μικρές διαστάσεις , μεγάλη αντοχή και τοποθετούνται πολύ εύκολα με μανδάλωση πάνω σε ράγα του ηλεκτρικού πίνακα .

Χαρακτηριστικά διακόπτη

- Ονομαστική τάση λειτουργίας : Είναι η τάση στην οποία αντέχει να παραμένει ανοικτός ο διακόπτης σε κανονικές συνθήκες .
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας : Είναι το ρεύμα το οποίο αντέχει ο διακόπτης να διέρχεται από επαφές του όταν είναι κλειστός σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας .

- Ικανότητα διακοπής ρεύματος : Ορίζεται ως το μεγαλύτερο ρεύμα το οποίο μπορεί να διακόψει χωρίς να καταστραφεί .
- Αριθμός πόλων :
  - Μονοπολικούς : Διακόπτουν μόνον έναν αγωγό και αυτοί είναι η φάση ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος .
  - Διπολικούς : Διακόπτουν δύο αγωγούς και αυτοί είναι η φάση και ο ουδέτερος ενός μονοφασικού κυκλώματος . Χρησιμοποιούνται στη τροφοδοσία ηλεκτρικών καταναλώσεων με ισχύ μεγαλύτερη του 1.5KW πχ ηλεκτρικές κουζίνες .
  - Τριπολικούς : Διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος .
  - Τετραπολικούς : Διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις και ο ουδέτερος ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος .

Οι διακόπτες τοποθετούνται πάντοτε πριν από τις ασφάλειες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και συνήθως εκλέγονται μεγαλύτεροι σε Αμπερ κατά ένα νούμερο . Ποτέ δεν τοποθετείται διακόπτης στον αγωγό γείωσης και ποτε μονοπολικός διακόπτης μόνο στον ουδετερο .

## 2.6 Ηλεκτρικοί πίνακες

Οι ηλεκτρικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προς τα ηλεκτρικά φορτία , καθώς και για τους χειρισμούς ελέγχου και λειτουργίας των φορτίων της εγκατάστασης . Η τοποθέτηση ενός ηλεκτρικού πίνακα πρέπει να τοποθετείται σε κεντρικό σημείο του χώρου ώστε να παρέχεται η δυνατότητα τής εύκολης χρήσης του . Οι ηλεκτρικοί πίνακες περιέχουν τα μέσα προστασίας , μέσα ελέγχου , ενδεικτικές λυχνίες ( σημάνσεις ) και γενικότερα ότι είναι αναγκαίο για την προστασία , λειτουργία και έλεγχο των κυκλωμάτων που τροφοδοτούν . Σε οικιακούς και μικρούς καταναλωτές συνηθίζονται η χαλύβδινοι εντοιχιζόμενοι ή επιτείχιοι πίνακες με σύστημα ράγας . Στις ράγες προσαρμόζονται ( κουμπώνουν ) τα διάφορα υλικά .

Εικόνα 2.6 εντοιχιζόμενο πίνακα



Σε μικρούς καταναλωτές αρκεί η τοποθέτηση μόνο ενός πίνακα . Όταν έχουμε όμως πολλά σημεία κατανάλωσης εκτεταμένα σε διάφορους χώρους μπορεί να έχουμε πολλούς πίνακες για λόγους λειτουργικότητας χώρου και εύκολου χειρισμού . Υπάρχει ένας κεντρικός πίνακας που τροφοδοτεί πολλούς υποπίνακες . Συνήθως ομαδοποιούμε τις καταναλώσεις ανά χώρο ή και ανά είδος κατανάλωσης (φωτισμός , κίνηση) και εξυπηρετούμε κάθε τέτοια ομάδα από ένα υποπίνακα . Σε μία δώροφη κατοικία μπορεί να έχουμε ένα πίνακα ανά όροφο και ένα στο λεβητοστάσιο . Σε βιομηχανικούς καταναλωτές η ομαδοποίηση μπορεί να γίνει σε πίνακες κίνηση , φωτισμού ή γενικών λειτουργιών .

Ο βασικός εξοπλισμός ενός ηλεκτρικού πίνακα είναι : Ο γενικός διακόπτης , οι γενικές ασφάλειες τήξης , ο διακόπτης διαφυγής ρεύματος ( ΔΔΡ ) , οι ενδεικτικές λυχνίες , οι ζυγοί (μπάρες) διακλάδωσης των αγωγών φάσεων – ουδετέρου – γείωσης και τα μέσα προστασίας και λειτουργίας των κυκλωμάτων διακλάδωσης .

Η επιλογή πίνακα γίνεται με τα εξής κριτήρια :

- Ισχύς παροχής : Αυτή δίνεται σε Ampere ή KVA και προσδιορίζει το μέγεθος της υποδοχής των καλωδίων , των διακοπών και του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού . Συνεπώς προσδιορίζει και τις διαστάσεις του πίνακα και των ακροδεκτών .
- Πλήθος εισερχόμενων και εξερχόμενων κυκλωμάτων και ισχύς τους .
- Βαθμός προστασίας : Αυτός προσδιορίζει την καταλληλότητα του πίνακα σε σκόνη , νερό και υγρασία .
- Μηχανικές και περιβαλλοντολογικές συνθήκες : Αυτές προσδιορίζουν το υλικό του πίνακα .

## **2.7 Γειώσεις**

### **2.7.1 Γενικά**

Γείωση είναι η ένωση ενός σημείου ενός κυκλώματος ή ενός ξένου προς το κύκλωμα μεταλλικού αντικειμένου με μια εγκατάσταση γείωσης προς τη Γη .

Υπάρχουν τριών ειδών γειώσεις ανάλογα με τη χρήση τους .

- Γείωση λειτουργίας : Η γείωση ενός τμήματος της εγκατάστασης το οποίο ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας. Η γείωση λειτουργίας μπορεί να μην περιλαμβάνει άλλες αντιστάσεις, εκτός της αντίστασης γείωσης και της αντίστασης του αγωγού γείωσης ή να περιλαμβάνει πρόσθετες ωμικές, επαγωγικές ή χωρητικές αντιστάσεις. Ανοικτές γειώσεις δεν μπορούν να θεωρούνται γειώσεις λειτουργίας.
- Γείωση προστασίας : Η χωρίς παρεμβολή άλλων αντιστάσεων (πλην της αντίστασης γείωσης και της αντίστασης του αγωγού γείωσης) γείωση ενός αγώγιμου τμήματος της εγκατάστασης που δεν ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας για την προστασία ατόμων και ζώων έναντι υψηλών τάσεων επαφής.
- Γείωση του συστήματος της αντικεραυνικής προστασίας : Είναι η ανοικτή ή η συνεχής γείωση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας . Αυτές οι γειώσεις διοχετεύουν το ρεύμα των κεραυνών προς τη Γη . Ανοικτές γειώσεις μειώνουν την ηλεκτροχημική διάβρωση .

### **2.7.2 Συστήματα γειώσεων**

#### **2.7.2.1 Γενικά**

Προκειμένου να μελετηθούν τα μέτρα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας που θα εφαρμοσθούν στην εγκατάσταση, θα πρέπει να προσδιορισθεί το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων που εφαρμόζεται στο σύστημα τροφοδότησης της εγκατάστασης. Για λόγους απλοποίησης και τυποποίησης χρησιμοποιείται η ακόλουθη κωδικοποίηση. Κάθε σύστημα σύνδεσης των γειώσεων συμβολίζεται με δύο γράμματα, που η σημασία τους εξηγείται αμέσως παρακάτω. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν ακόμη ένα ή δύο γράμματα.

Το πρώτο γράμμα αφορά τη σχέση του συστήματος τροφοδότησης με τη γη.

- T = άμεση σύνδεση του ουδετέρου με τη γη,
- I = όλα τα ενεργά μέρη απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής.

Το δεύτερο γράμμα αφορά τη σχέση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών της εγκατάστασης προς τη γη:

- T = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδέτερου του συστήματος τροφοδότησης.
- N = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης
- Η άμεση σύνδεση έχει την έννοια ότι δεν παρεμβάλλεται καμία ηθελημένη αντίσταση. Στην περίπτωση της άμεσης σύνδεσης προς τη γη, η μόνη αντίσταση που υπάρχει είναι η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου γείωσης.
- Τα επόμενα γράμματα (αν υπάρχουν) αφορούν τη σχέση του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας.
- S = η προστασία εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγωγό προστασίας διαφορετικό από τον ουδέτερο.
- C = οι λειτουργίες ουδέτερου και προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό (αγωγό PEN).

Τα συστήματα συνδέσεων γειώσεων που συναντάμε είναι τα παρακάτω:

- Σύστημα TN (TN-S , TN- C , TN – C -S)
- Σύστημα TT
- Σύστημα IT

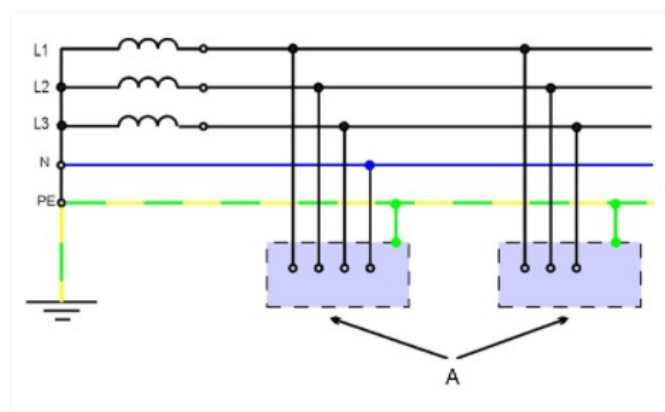
### 2.7.2.2 Σύστημα TN

Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN, έχουν τον ουδέτερο άμεσα γειωμένο, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με τον ουδέτερο μέσω του αγωγού προστασίας. Διακρίνονται τρεις ειδικότερες μορφές συνδεσμολογίας του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN, ανάλογα με τη σχέση του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας.

### 2.7.2.3 Σύστημα TN-S

Στο σύστημα TN-S ο ουδέτερος (N) και ο αγωγός προστασίας (PE) είναι χωριστοί σ' ολόκληρο το σύστημα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Εικόνα 2.7 , Σύστημα TN-S

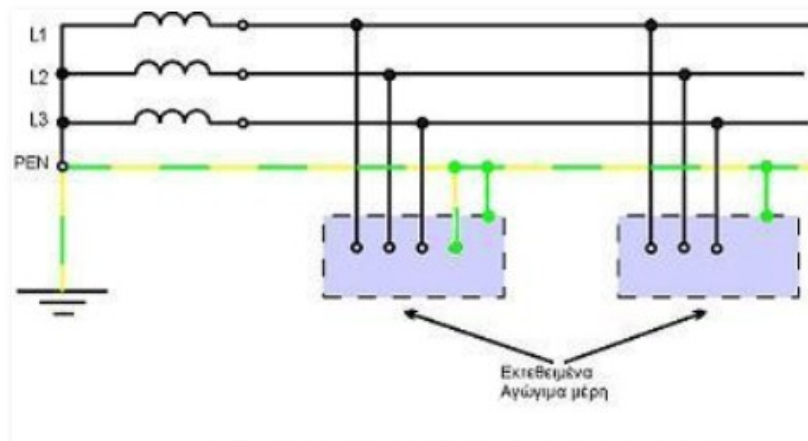




### 2.7.2.4 Σύστημα TN-C

Στο σύστημα TN-C οι λειτουργίες ουδετέρου και αγωγού προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό σε ολόκληρο το σύστημα (αγωγός PEN), όπως στο παρακάτω σχήμα:

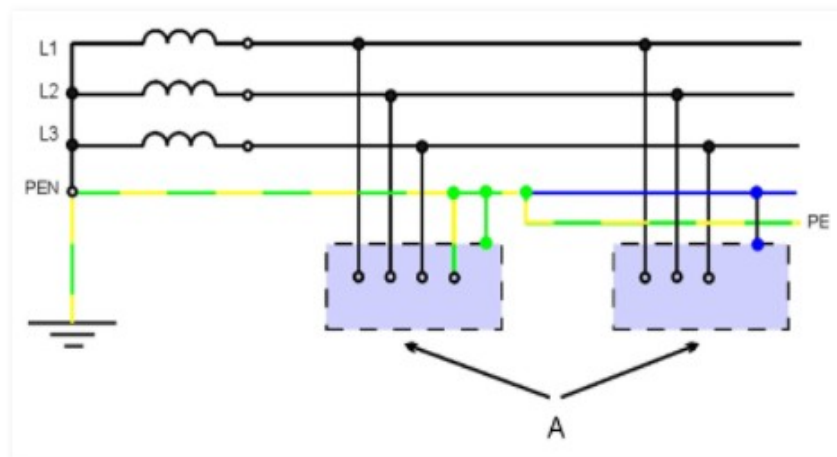
Εικόνα 2.8 , Σύστημα TN-C



### 2.7.2.5 Σύστημα TN-C-S

Στο Σύστημα TN-C-S οι λειτουργίες ουδετέρου και αγωγού προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό PEN σε ένα μέρος του συστήματος, ενώ στο υπόλοιπο μέρος οι αγωγοί N και PE είναι χωριστοί, όπως στο σχήμα παρακάτω:

Εικόνα 2.9 , Σύστημα TN-C-S

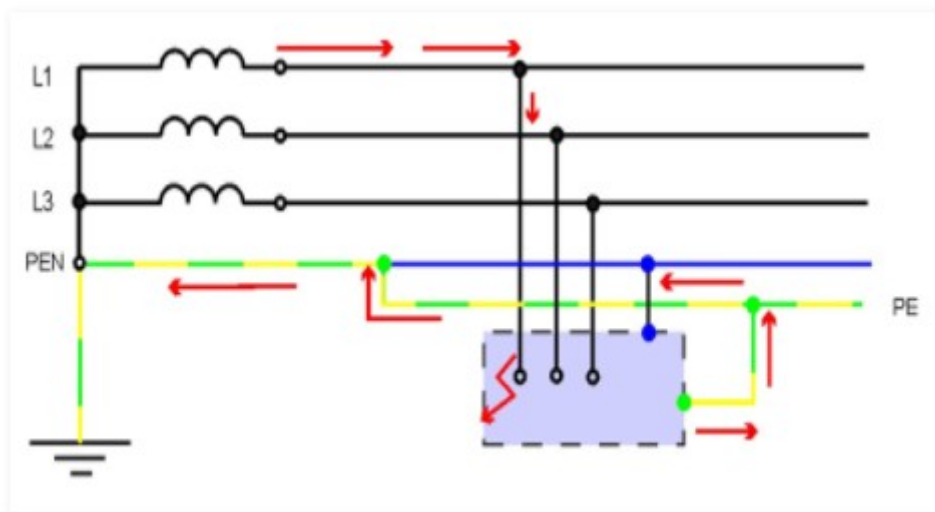


Σημειώνεται ότι στην περίπτωση εγκαταστάσεων που τροφοδοτούνται από ένα δημόσιο δίκτυο Διανομής, η πιο συνηθισμένη περίπτωση εφαρμογής του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN είναι η ακόλουθη:

- Στο δίκτυο Διανομής χρησιμοποιείται σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-C. Ο ουδέτερος είναι συγχρόνως και αγωγός προστασίας. Τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη του δικτύου συνδέονται προς αυτό τον αγωγό.
- Στις εγκαταστάσεις εφαρμόζεται σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN-S. Ο αγωγός προστασίας είναι χωριστός από τον ουδέτερο.

Επίσης σημειώνεται ότι χαρακτηριστικό του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN είναι ότι, σε περίπτωση σφάλματος της μόνωσης μεταξύ μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, ο βρόχος σφάλματος (δηλ. ο αγώγιμος δρόμος μέσω του οποίου κυκλοφορεί το ρεύμα του σφάλματος) αποτελείται αποκλειστικά από αγωγούς (τους ενεργούς αγωγούς και τον αγωγό προστασίας). Έτσι κάθε ρεύμα πλήρους (δηλ. χωρίς αντίσταση) σφάλματος μεταξύ φάσης και ενός εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας γίνεται ρεύμα στερεού βραχυκυκλώματος μεταξύ φάσης και ουδετέρου. Αυτό παριστάνεται στο παρακάτω σχήμα:

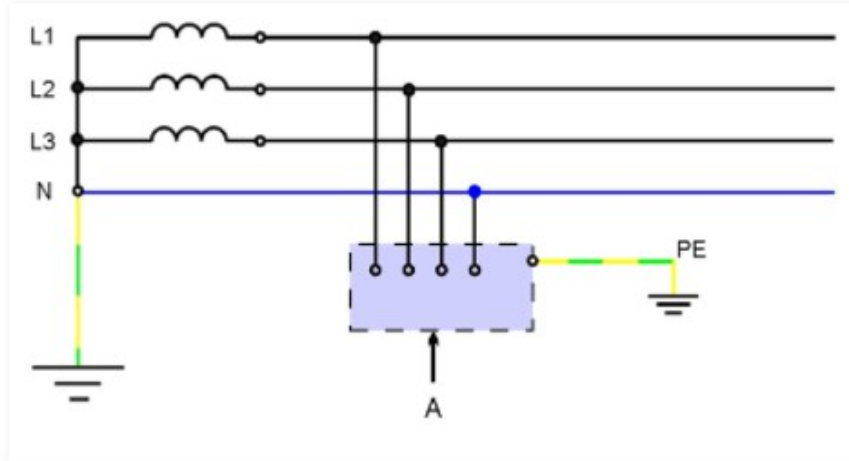
Εικόνα 2.10 Βρόχος σφάλματος TN.



### 2.7.2.6 Σύστημα TT

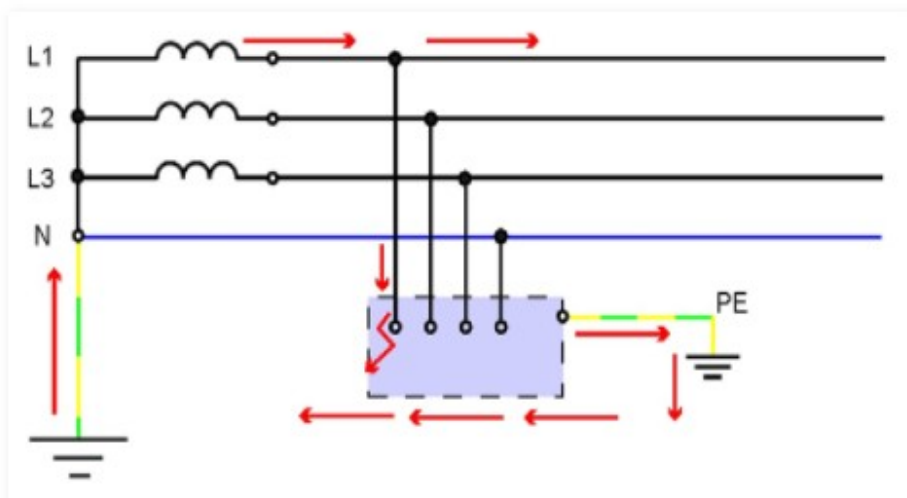
Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT, έχουν τον ουδέτερο άμεσα συνδεδεμένο προς τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με ηλεκτρόδια γείωσης ηλεκτρικώς ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης.

Εικόνα 2.11 , Σύστημα TT



Σημειώνεται ότι στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT, σε περίπτωση σφάλματος της μόνωσης μεταξύ μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγώγιμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, ο βρόχος σφάλματος, εκτός από τους αγωγούς (ενεργοί αγωγοί και αγωγός προστασίας) περιλαμβάνει και ένα μέρος διαδρομής εντός της γης. Επειδή παρεμβάλλονται οι αντιστάσεις γείωσης, το ρεύμα σφάλματος μεταξύ φάσης και εκτεθειμένων αγώγιμων μερών είναι μικρότερο από το ρεύμα βραχυκυκλώματος στο οποίο παρεμβάλλονται μόνο αγωγοί (όπως συμβαίνει στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN). Πάντως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι και στην περίπτωση του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TT είναι δυνατό να εμφανισθούν ρεύματα βραχυκυκλώματος προς τη γη που έχουν μεγάλη τιμή, όπως π.χ. όταν η γείωση γίνεται με σύνδεση προς ένα εκτεταμένο μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης.

Εικόνα 2.12 Βρόχος σφάλματος TT



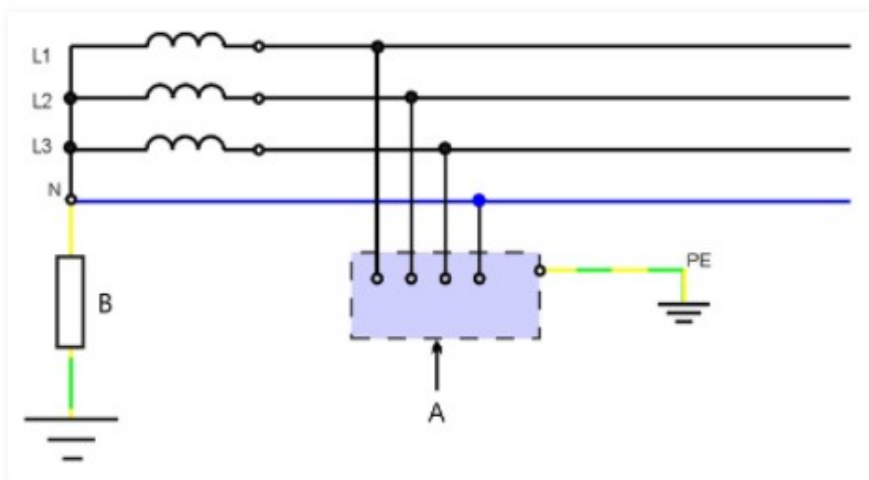
### 2.7.2.7 Σύστημα IT

Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT εφαρμόζεται μόνο σε εγκαταστάσεις που το σύστημα τροφοδότησής τους ανήκει στον ίδιο φορέα, στον οποίο ανήκει και η εγκατάσταση, δηλαδή εφαρμόζεται:

- Είτε στην περίπτωση ιδιοπαραγωγής .
- Είτε σε περίπτωση τροφοδότησης από ένα υποσταθμό υποβιβασμού της τάσης που ανήκει στον ίδιο φορέα στον οποίο ανήκει και η εγκατάσταση.

Στα συστήματα τροφοδότησης στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, όλα τα ενεργά μέρη είναι μονωμένα προς τη γη, ή ένα σημείο συνδέεται με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης μεγάλης τιμής, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης είναι γειωμένα. Αν γειώνεται ένα σημείο του συστήματος τροφοδότησης, αυτό μπορεί να είναι είτε ο ουδέτερος κόμβος, είτε ένας τεχνητός ουδέτερος που δημιουργείται από μια διάταξη τριών ίσων σύνθετων αντιστάσεων μεγάλης τιμής. Ο ουδέτερος μπορεί να διανέμεται ή όχι.

Εικόνα 2.13 , Σύστημα IT



Σημειώνεται ότι στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT, στην περίπτωση ενός σφάλματος της μόνωσης μεταξύ μιας φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή του αγωγού προστασίας, το ρεύμα σφάλματος κυκλοφορεί μέσω των χωρητικοτήτων των αγωγών του συστήματος τροφοδότησης και της εγκατάστασης προς τη γη, αν το σύστημα τροφοδότησης είναι πλήρως μονωμένο προς τη γη, ή και μέσω της σύνθετης αντίστασης, αν το σύστημα συνδέεται με τη γη με μια τέτοια αντίσταση. Εξαιτίας της απουσίας γείωσης του συστήματος τροφοδότησης ή της μεγάλης τιμής της σύνθετης αντίστασης γείωσης του συστήματος, το ρεύμα σφάλματος είναι τόσο μικρό, ώστε να μην προκαλεί την εμφάνιση επικίνδυνης τάσης επαφής. Επικίνδυνη τάση επαφής είναι δυνατόν να εμφανισθεί στην περίπτωση ενός δεύτερου σφάλματος μιας άλλης φάσης ή του ουδετέρου.

## **2.7.3 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης**

### **2.7.3.1 Γειωτής ράβδου**

Αυτός ο γειωτής είναι ένας σωλήνας ονομαστικής διαμέτρου μεγαλύτερης της μίας ίντσας ή μία ράβδος στρόγγυλη ή προφίλ από γαλβανισμένο χάλυβα . Η ράβδος καρφώνεται κατακόρυφα ή λοξά πχ 20° ως προς την κατακόρυφο στο έδαφος σε βάθος , πχ 2,5m με σφυρί χεριού ή με μηχανικό σφυρί . Το κάτω μέρος διαμορφώνεται σαν ακίδα για να οδηγείται καλύτερα το έδαφος . Η αντίσταση είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του βάθους.

### **2.7.3.2 Γειωτής ταινίας**

Ταινία ή συρματοσόχοινο τοποθετείται σε χαντάκι βάθους 0,7-1,0 m , για να υπάρχει υγρό έδαφος . Η ταινία μπορεί να είναι χάλυβας γαλβανισμένος ή επιμολυβδωμένος ή επιχαλκωμένος διαστάσεων 40x4 mm<sup>2</sup> . Χρησιμοποιούνται επίσης χάλκινες ταινίες . Η ταινία μπορεί να τοποθετηθεί ευθύγραμμα ή κυκλικά γύρω από την εγκατάσταση . Η τελευταία γείωση λέγεται γειωτής βρόχου . Η αντίσταση είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του μήκους . Για το ίδιο μήκος ταινίας ο ευθύγραμμος γειωτής έχει μικρότερη αντίσταση από το κυκλικό . Μια περίπτωση του γειωτή ταινία είναι η θεμελιακή γείωση.

### **2.7.3.3 Γειωτής πλάκας**

Πλάκα μορφής παραλληλογράμμου πχ 0,5x0,5 m<sup>2</sup> , ενταφιάζεται στο έδαφος με την επιφάνειά της κατακόρυφη . Το πάνω μέρος της βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο του 1,0 m . Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι γαλβανισμένος , επιχαλκωμένος ή επιμολυβδωμένος χάλυβας με πάχος μεγαλύτερο των 3mm ή χαλκός ή μόλυβδος με πάχος μεγαλύτερο των 2mm .

### **2.7.3.4 Γειωτής ακτινικός**

Ταινίες ή ράβδοι διαμορφώνονται υπό μορφή αστέρα με πολλές ακτίνες . Ο αστέρας βρίσκεται σε οριζόντια θέση ενταφιασμένος σε βάθος τουλάχιστον 0,8 m . Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι όμοια όπως στον γειωτή ταινίας .

### **2.7.3.5 Γειωτής πλέγματος**

Πλέγμα από ταινίες ή αγωγός κυκλικής ή άλλης διατομής με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους 0,7-2,0 m τοποθετείται οριζόντια σε βάθος 0,5-1,0 m . Το πλεονέκτημα των γειωτών πλέγματος είναι ότι οι βηματικές τάσεις στο έδαφος , επάνω από το πλήμα είναι αμελητέες . Προφανώς ανοίγματα μεγαλύτερα από 0,7 m έχουν μεγαλύτερες βηματικές τάσεις απο πλέγματα με ανοίγματα 0,5 m .

### **2.7.3.6 Θεμελιακή γείωση**

Η χρήση της θεμελιακής γείωσης στην Ελλάδα είναι υποχρεωτική να γίνει σε όλα τα νέα κτίρια κατά τη διάρκεια της θεμελίωσης του κτιρίου σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Η θεμελιακή γείωση είναι ένας γειωτής ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτιρίων μέσα στο σκυρόδεμα . Η τοποθέτηση γίνεται στη βάση των εξωτερικών τοίχων και είναι ένας κλειστός βρόχος . Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρό όλο το έτος συνήθως , ο θεμελιακός γειωτής έχει σχετικά χαμηλή αντίσταση γείωσης , κάτω από 1Ω.

Ο αγωγός του γειωτή μπορεί να είναι :

- Ταινίες γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστων διαστάσεων 30mm x 3,5mm ή 25mm x 4mm .
- Βέργα γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστη διαμέτρου 10 mm .

Το χαλύβδινο ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο περιμετρικό θεμέλιο του κτιρίου . Σε περιπτώσεις που υπάρχει μόνωση κατά της υγρασίας , πρέπει το ηλεκτρόδιο να τοποθετηθεί προς την πλευρά του εδάφους . Για μεγάλες διαστάσεις των κτιρίων (>10m) συνιστώνται και εγκάρσιες συνδέσεις του περιμετρικού γειωτή , έτσι ώστε κανένα σημείο του υπογείου να μην απέχει πάνω από 10m από τον γειωτή . Ο γειωτής πρέπει να περιβάλλεται παντού από δομημένο συμπυκνωμένο σκυρόδεμα . Τοποθετείται σε ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 5cm (συνήθως 6-10cm) , γιατί αλλιώς διαβρώνεται . Μετά από την εσκαφή των θεμελίων κατασκευάζεται μία στρώση από σκυρόδεμα πάχους 6-10 cm . Εκεί επάνω τοποθετείται ή μία ταινία με την πλατιά της πλευρά όρθια ή μία χαλύβδινη βέργα κυκλικής διατομής . Ακολούθως τοποθετείται ο οπλισμός των θεμελίων και ακόλουθος εκχέεται , γειμίζοντας με σκυρόδεμα όλο το θεμέλιο . Η όρθια τοποθέτηση της ταινίας εξασφαλίζει μία άνεση στην τοποθέτηση , η ταινία λυγίζει καλύτερα στις γωνίες του κτιρίου . Η τοποθέτηση του γειωτή μέσα στο σκυρόδεμα στη βάση των θεμελίων εξασφαλίζει αντοχή στη διάβρωση και στις μηχανικές καταπονήσεις . Επιπλέον ο γειωτής είναι σε υγρό έδαφος όπου η αγωγιμότητα είναι μεγάλη , συνιστάται να συνδέεται στον γειωτή ο οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

#### (ΕΗΕ)

##### 3.1 Ηλεκτρική παροχή ΔΕΗ

Η μόνιμη παροχή ή ρευματοδότηση ή ηλεκτροδότηση μιας ΕΗΕ είναι το καλώδιο που αναχωρεί από το δίκτυο διανομής της ΔΕΗ και καταλήγει στο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή . Εκτός από το καλώδιο της παροχής η ΔΕΗ τοποθετεί το κιβώτιο , τη μετρητική διάταξη και την ασφάλεια τήξης ή τον μικροαυτόματο για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα . Σε κάθε

κτίριο ή τμήμα κτιρίου πρέπει να προβλέπεται ειδικά διαμορφωμένος χώρος για την τοποθέτηση του μετρητή ή των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας . Το καλώδιο της παροχής πρέπει να προστατεύεται από μηχανικές καταπονήσεις όταν αυτό δεν διαθέτει κατάλληλο χαλύβδινο σπλισμό . Η όδευση του καλωδίου παροχής , εάν δηλαδή θα είναι εναέρια ή υπόγεια , καθώς και η θέση των μετρητών στο χώρο του κτιρίου , υποδεικνύεται από την ΔΕΗ σε συνεργασία με τον μηχανικό και ιδιοκτήτη του κτιρίου .

Οι ηλεκτρικές παροχές διακρίνονται σε μονοφασικές και τριφασικές . Οι μονοφασικές παροχές εξυπηρετούν μονοφασικές καταναλώσεις με μικρή ισχύ (πχ κατοικίες) και οι οποίες τροφοδοτούνται από το δίκτυο χαμηλής τάσης με φασική τάση ενεργού τιμής 230V και συχνότητας 50Hz . Οι τριφασικές παροχές εξυπηρετούν καταναλώσεις μεγάλης ισχύος με τριφασικά ή και μονοφασικά φορτία (πχ εμπορικές , βιοτεχνικές και βιομηχανικές μονάδες , μεγάλες σύγχρονες κατοικίες) . Το καλώδιο παροχής της ΔΕΗ είναι συγκεντρικό τύπου Butyl neoprene (BN) κατάλληλης διατομής και είναι διπολικό (φάση και ουδέτερος) για μονοφασική παροχή και τετραπολικό (τρεις φάσεις και ουδέτερος) για τριφασική παροχή .

Ακολουθούν τεχνικοί όροι προκειμένου να γνωρίζει ο μελετητής μηχανικός την τεχνική ορολογία που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ σε θέματα ηλεκτρικής τροφοδότησης καταναλωτών .

**Εγκατεστημένη ισχύς (kVA) :** Είναι το σύνολο της ονομαστικής ισχύος (kVA) των συσκευών και μηχανημάτων του καταναλωτή . Η ονομαστική ισχύς αναγράφεται στην πινακίδα της ηλεκτρικής συσκευής και είναι η ισχύς που μπορεί να αποδίδει συνεχώς η συσκευή , χωρίς προβλήματα υπερφόρτισης . Αντί της φαινόμενης ισχύος , στην πινακίδα μιας συσκευής μπορεί να αναγράφεται η πραγματική ισχύς (W ,kW) και ο συντελεστής ισχύος (cosφ) . Από τα δύο αυτά μεγέθη υπολογίζεται η ονομαστική φαινόμενη ισχύς της συσκευής. Η ΔΕΗ πρέπει να γνωρίζει τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης .

**Συμφωνημένη ισχύς (kVA) :** Είναι η ανώτατη φαινόμενη ισχύς (kVA) που δικαιούται να απορροφά καταναλωτής από τη ΔΕΗ με το συντελεστή ισχύος που του προσδιορίζεται και οφείλει να τον διατηρεί στις τιμές που του καθορίζονται (ελάχιστη τιμή  $\cos\phi=0,85$ ) . Η συμφωνημένη ισχύς αναφέρεται και στο συμβόλαιο παροχής που υπογράφει ο καταναλωτής με τη ΔΕΗ και είναι η ισχύς με βάση την οποία υπολογίζεται η διατομή των αγωγών της παροχής της ΕΗΕ.

**Συντελεστής ταυτοχρονισμού :** Εκφράζει το ποσοστό των φορτίων που είναι ενεργοποιημένα την ίδια χρονική στιγμή στην εγκατάσταση . Είναι μικρότερος την μονάδας και είναι διαφορετικός για κάθε είδος καταναλωτή . Ο συντελεστής ταυτοχρονισμού μιας ΕΗΕ προσδιορίζεται επακριβώς μόνο εάν γνωρίζουμε τα χρονικά διαστήματα λειτουργίας κάθε μιας συσκευής της εγκατάστασης , κάτι που βεβαίως σπάνια συμβαίνει . Συνήθως λαμβάνονται εμπειρικές τιμές οι οποίες έχουν επιβεβαιωθεί στην πράξη .

Το μέγεθος της ηλεκτρικής παροχής επιλέγεται από τον μελετητή μηχανικό της εγκατάστασης ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης . Στον πίνακα 3.1 δίνεται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των τυποποιημένων μονοφασικών και τριφασικών παροχών χαμηλής τάσης . Στο κιβώτιο του μετρητή , εκτός από το μετρητή τοποθετούνται και γενικές ασφάλειες τήξης ή μικροαυτόματοι για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα . Η προστασία του μετρητή από υπερφορτίσεις εξασφαλίζεται από τις γενικές ασφάλειες του κεντρικού πίνακα διανομής.

Πίνακα 3.1 Παροχές

<i>Είδος παροχής Νο</i>	<i>Μέγεθος παροχής Αριθμός Νο</i>	<i>Ισχύς παροχής (Σ1 σε KVA)</i>	<i>Τύπος Μετρητή</i>	<i>Καλώδιο παροχής Τ.Χ.</i>	<i>Γραμμή Μετρητή-Πίνακα Τ.Χ.</i>	<i>Ασφάλεια Μετρητή</i>	<i>Ασφάλεια Πίνακα</i>
<i>Μονο-φασική</i>	<i>0</i>	<i>8</i>	<i>10/40 15/60</i>	<i>2Χ6</i>	<i>3x10</i>	<i>35A ή 40A μικρ/τη</i>	<i>35A</i>
<i>-//-</i>	<i>05</i>	<i>12</i>	<i>15/60</i>	<i>2Χ16</i>	<i>3x16</i>	<i>63A ή 63A μικρ.</i>	<i>50A</i>
<i>Τριφασική</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>3Χ10/40 3Χ10/60</i>	<i>4Χ6</i>	<i>5x10</i>	<i>3Χ32A 3Χ32A μικρ.</i>	<i>3Χ25A</i>
<i>-//-</i>	<i>2</i>	<i>25</i>	<i>3Χ10/40 3Χ10/60</i>	<i>4Χ6</i>	<i>5x10</i>	<i>3Χ35A ή 3Χ40A μικρ.</i>	<i>3Χ35A</i>
<i>-//-</i>	<i>3</i>	<i>35</i>	<i>3Χ20/60 3Χ10/60</i>	<i>4Χ16</i>	<i>5x16</i>	<i>3Χ63A ή 3Χ63A μικρ.</i>	<i>3Χ50A</i>
<i>-//-</i>	<i>4</i>	<i>55</i>	<i>3Χ50/100 3Χ20/100</i>	<i>4Χ25</i>	<i>3x25+16 +16</i>	<i>3Χ100A</i>	<i>3Χ80A</i>
<i>-//-</i>	<i>5</i>	<i>85</i>	<i>3Χ1.5/6</i>	<i>4Χ50</i>	<i>3x50+25 +25</i>	<i>3Χ160A</i>	<i>3Χ125A</i>

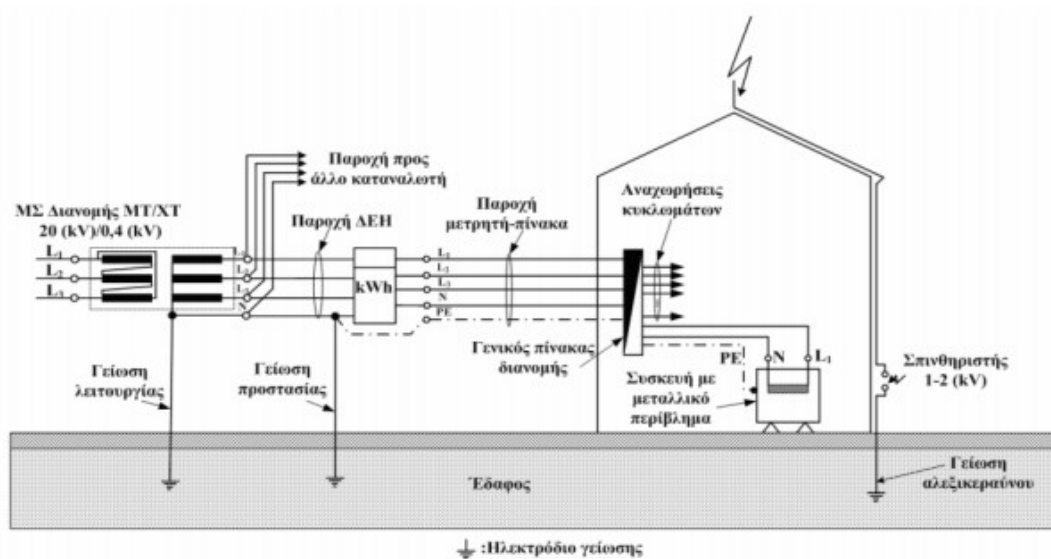


			3X1/6				
-//-	6	135	3X1.5/6 3X1/6	Μονοπολ. 95Cu	3x120+70+70	3X250A	3X200A
-//-	7	250	3X1.5/6 3X1/6	Μονοπολ. 150Cu	3x240+120+120	3X400A	3X350A

### 3.2 Κύρια ηλεκτρική γραμμή μετρητή ΔΕΗ – γενικού πίνακα ΕΗΕ

Η μορφή του δικτύου που χρησιμοποιείται σήμερα από τη ΔΕΗ για την τροφοδοσία καταναλωτών χαμηλής τάσης στην Ελληνική επικράτεια ( εκτός από κάποιες περιοχές της Αττικής , όπου εφαρμόζεται η άμεση γείωση ) είναι το ουδετερογειωμένο δίκτυο TN-S. Σε ένα δίκτυο TN-S ο ουδέτερος γειώνεται στον υποσταθμό του καταναλωτή και πριν από τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή και από το σημείο γείωσης αναχωρούν ξεχωριστοί αγωγοί ουδέτερου και προστασίας . Στην εικόνα 3.1 παρουσιάζεται σχηματική διάταξη δικτύου χαμηλής τάσης TN-S.

Εικόνα 3.1



Η γραμμή μετρητή-πίνακα προστατεύεται μόνο από βραχυκυκλώματα από μικροαυτόματο ή ασφάλειες του μετρητή . Η προστασία από υπερφόρτιση

εξασφαλίζεται από τις γενικές ασφάλειες του γενικού πίνακα διανομής της εγκατάστασης.

Η κύρια γραμμή μετρητή-γενικού πίνακα και τα εξαρτήματα της υπολογίζονται βάσει της μέγιστης έντασης ρεύματος της γραμμής . Εάν είναι γνωστή η συμφωνημένη ισχύς (S) και η τάση (V) του καταναλωτή , τότε η μέγιστη ένταση της κύριας γραμμής μετρητή-πίνακα για μονοφασικό και τριφασικό καταναλωτή είναι:

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

Και

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} V}$$

Είναι προφανές ότι η μέγιστη ένταση της κύριας γραμμής μετρητή-πίνακα , με βάση την οποία θα επιλέγεται και η διατομή των αγωγών του καλωδίου , εξαρτάται από τη μέγιστη δυνατή ισχύ που ο καταναλωτής θα απαιτήσει από το δίκτυο της ΔΕΗ . Στην μέγιστη αυτή ισχύ , η οποία ονομάζεται και μέγιστη ισχύς ζήτησης της εγκατάστασης πρέπει να προβλέπεται και τυχόν μελλοντική αύξηση της εγκαταστημένης ισχύος . Σε ΕΗΕ με εκτεταμένα εσωτερικά δίκτυα (βιομηχανικές , εμπορικές εγκαταστάσεις) τα ηλεκτρικά φορτία ομαδοποιούνται σε φορτία κίνησης , φορτία φωτισμού και φορτία ρευματοδοτών , τα οποία τροφοδοτούνται από υποπίνακες που συνδέονται μέσω παροχών από το γενικό πίνακα . Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η γνώση της μέγιστης έντασης ζήτησης της παροχής υποπίνακα , προκειμένου να επιλέγεται η διατομή των αγωγών της παροχής τους.

Η μέγιστη αναμενόμενη ένταση ρεύματος παροχής υποπίνακα μπορεί να προκύψει από το άθροισμα των μέγιστων εντάσεων των κυκλωμάτων διακλάδωσης του υποπίνακα επί ένα συντελεστή ταυτοχρονισμού , αφού τα κυκλώματα διακλάδωσης δεν λειτουργούν ποτέ όλα μαζί ταυτόχρονα . Εάν όμως , ο υποπίνακας τροφοδοτεί διαφορετικά φορτία , τότε ο συντελεστής ταυτοχρονισμού είναι διαφορετικός για τις διάφορες κατηγορίες φορτίων . Στην περίπτωση αυτή , τα φορτία του υποπίνακα ομαδοποιούνται και σε κάθε είδος φορτίου εφαρμόζεται ο αντίστοιχος συντελεστής. Το άθροισμα των αντίστοιχων ισχύων ζήτησης των κυκλωμάτων διακλάδωσης ισούνται με τη μέγιστη αναμενόμενη ισχύ ζήτησης του υποπίνακα , από την οποία προκύπτει η ένταση γραμμής του υποπίνακα.

### **3.3 Κυκλώματα διακλάδωσης**

#### **3.4.1 Γενικά**

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι οι γραμμές τροφοδότησης , μέσω των οποίων γίνεται η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προς τις καταναλώσεις . Οι γραμμές τροφοδότησης αναχωρούν από τον πίνακα και καταλήγουν στα φορτία της εγκατάστασης . Τα ηλεκτρικά φορτία μιας κατοικίας

είναι του φωτισμού , των ρευματοδοτών , των φορητών και σταθερών οικιακών συσκευών .

### **3.4.2 Γραμμή φωτισμού**

Η ελάχιστη διατομή των αγωγών της γραμμής φωτισμού είναι  $1,5\text{mm}^2$  . Πρακτικά σε μια γραμμή συνδέονται μέχρι και 8 φωτιστικά σώματα , βέβαια τα πάντα εξαρτώνται από το φορτίο που θέλουμε να συνδέσουμε , πχ με τους χαμηλής κατανάλωσης λαμπτήρες (όπως οι λαμπτήρες led) μπορούν να μπουν περισσότερα από 8 φωτιστικά σώματα σε μια γραμμή . Για φωτιστικά σημεία που δεν γνωρίζουμε την ισχύ τους μπορούμε να πάρουμε για απλό φωτιστικό σημείο 100W και για πολύφωτο 200W . Σωστό θα ήταν να μην υπολογίζεται η κάθε γραμμή στο όριο του φορτίου της αλλά πάντα να αντέχει σε περισσότερο φορτίο από αυτό που έχουμε υπολογίσει γιατί μελλοντικοί χρήστες της εγκατάστασης μπορεί να χρησιμοποιήσουν διαφορετικά φωτιστικά στις γραμμές φωτισμού . Λόγω της πιθανής περίπτωσης βλάβης σε μια γραμμή πρέπει να μπουν τουλάχιστον 2 γραμμές φωτισμού σε μια εγκατάσταση .

### **3.4.3 Γραμμή ρευματοδοτών**

Η ελάχιστη διατομή των αγωγών της γραμμής των ρευματοδοτών είναι  $2,5\text{mm}^2$  . Επιτρέπεται να μπουν φωτιστικά με ρευματοδότες σε μια γραμμή μονό αν η διατομή των αγωγών είναι ίση η μεγαλύτερη των  $2,5\text{mm}^2$  . Σε γραμμή ενισχυμένων ρευματοδοτών πρακτικά συνδέονται μέχρι και 5 ρευματοδότες , ο κάθε ρευματοδότης υπολογίζεται στα 500W. Σε γραμμή μαζί με φωτιστικά οι ρευματοδότες υπολογίζονται στα 200W οι πρώτοι 3 και στα 100W οι υπόλοιπη . Λόγω της πιθανής περίπτωσης βλάβης σε μια γραμμή πρέπει να μπουν τουλάχιστον 2 γραμμές ρευματοδοτών σε μια εγκατάσταση .

### **3.4.4 Γραμμές βασικών λευκών οικιακών συσκευών**

Κάθε λευκή οικιακή συσκευή (κουζίνα , πλυντήρια , θερμοσίφωνα) θα πρέπει να έχει ξεχωριστή γραμμή στον πίνακα διανομής εφόσον η ισχύ τους είναι μεγαλύτερη των 1,5KW . Ο τύπος και η διατομή του αγωγού , ο μικροαυτόματος ή ο διακόπτης που απαιτούνται για την τροφοδοσία των οικιακών συσκευών , εξαρτάται από τις προδιαγραφές της συσκευής.

Η οικιακές συσκευές είναι :

- Η κουζίνα που συνδέεται απευθείας στον πίνακα με ξεχωριστή γραμμή , ελάχιστη διατομή είναι τα  $6\text{mm}^2$  και υπολογίζεται γύρο στα 6KW .
- Ο θερμοσίφωνα που συνδέεται απευθείας στον πίνακα με ξεχωριστή γραμμή , ελάχιστη διατομή είναι τα  $4\text{mm}^2$  και υπολογίζεται στα 4KW .
- Το πλυντήριο πιάτων και ρούχων συνδέεται με φικ στον μοναδικό ρευματοδότη της γραμμής με διατομή  $2,5\text{mm}^2$  .
- Το ψυγείο συνδέεται με φικ σε ρευματοδότη αλλά δεν απαιτείται ξεχωριστή γραμμή . Πάντως διευκολύνει η τροφοδότηση του από ξεχωριστή γραμμή

κατά τη διάρκεια πολύωρων αποψύξεων διότι δεν απενεργοποιείται μαζί του μια ολόκληρη γραμμή ρευματοδοτών την κουζίνας .

- Ο απορροφητήρας συνήθως τροφοδοτείται με φως από αποκλειστική γραμμή του πίνακα που καταλήγει σε ρευματοδότη ή συνδέεται σε γραμμή με μικρό αριθμό ρευματοδοτών .

### **3.4 ΕΗΕ ισχυρών και ασθενών ρευμάτων**

Οι ΕΗΕ ισχυρών ρευμάτων υλοποιούνται σε κτίρια ή τμήματα κτιρίων , τα οποία προορίζονται για κατοικία , εργασία ή παραμονή ατόμων . Με την υλοποίησή τους εξασφαλίζεται η δυνατότητα τεχνητού φωτισμού και η δυνατότητα λήψης ηλεκτρικής ενέργειας στις θέσεις κατανάλωσης (φορτία) . Στις εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων , η ένταση ρεύματος που διαρρέει τα διάφορα κυκλώματα της ηλεκτρικής εγκατάστασης μπορεί σε συνθήκες σφάλματος να αποκτήσει υψηλή τιμή και να καταστεί επικίνδυνη για πρόσωπα ή πράγματα . Σε συνθήκες σφάλματος πρέπει να αποκλείεται η εμφάνιση υψηλών τάσεων επαφής σε μεταλλικά περιβλήματα συσκευών με τα οποία με τα οποία μπορεί να έρθει κανείς σε επαφή . Για το λόγο αυτό , η μελέτη και η κατασκευή των ΕΗΕ πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και των εκάστοτε μελλοντικών συμπληρώσεων ή τροποποιήσεων τους.

Οι ΕΗΕ ασθενών ρευμάτων και ειδικότερα το τμήμα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας πληροφοριών , που παλαιότερα χαρακτηρίζονταν ως τηλεφωνικές , κτιρίων ή τμημάτων κτιρίων πρέπει να σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται το απόρρητο της επικοινωνίας και η προστασία των ατόμων από επικίνδυνες τάσεις επαφής . Η κατασκευή των εγκαταστάσεων ασθενών ρευμάτων γίνεται σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό εσωτερικών τηλεφωνικών δικτύων(ΦΕΚ 773/Β/1983) και τον ισχύοντα κανονισμό τοποθέτησης και συντήρησης δευτερευουσών τηλεφωνικών εγκαταστάσεων ( ΦΕΚ 269/Β/1971) και τις εκάστοτε τροποποιήσεις τους .

### **3.5 Βήματα για τη σύνταξη μελέτες ΕΗΕ**

Πριν από τη μελέτη ΕΗΕ κτιρίου πρέπει να συγκεντρωθούν όλες οι αναγκαίες πληροφορίες που αφορούν στις συνθήκες λειτουργίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης και οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σύνταξη της μελέτης . Οι πληροφορίες αυτές είναι:

- Η κατηγορία του χώρου , όπου πρόκειται να πραγματοποιηθεί η ΕΗΕ ( πχ χώροι ξηροί , υγροί κλπ. )
- Η ισχύς της εγκατάστασης , η οποία προσδιορίζεται από το σύνολο και το είδος των συσκευών ή μηχανημάτων , των φωτιστικών σημείων και ρευματοδοτών , λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή ταυτοχρονισμού της εγκατάστασης . Επίσης πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για μελλοντική επέκταση της ηλεκτρικής ισχύος της εγκατάστασης .

- Η θέση του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας , ώστε να προσδιοριστεί η πορεία της γραμμής ( παροχή ) από τον μετρητή έως το γενικό πίνακα διανομής της ΕΗΕ.
- Τα σχέδια των κατόψεων , των πλάγιων όψεων και των χαρακτηριστικών τομών του κτιρίου με κατάλληλη κλίμακα ( συνήθως 1:50 ή 1:100 ) . Στις κατόψεις σχεδιάζεται η ΕΗΕ με τη θέση των φωτιστικών σημείων , των ρευματοδοτών , των ηλεκτρικών γραμμών , του γενικού πίνακα και των υποπινάκων ( εάν υπάρχουν ) κλπ . Το εσωτερικό ύψος του χώρου του κτιρίου λαμβάνεται από τις χαρακτηριστικές τομές.
- Οι συνθήκες λειτουργίας της ΕΗΕ (πχ θερμοκρασία περιβάλλοντος , υψόμετρο , υγρασία κλπ) , οι οποίες λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαστασιολόγηση και εκλογή του ηλεκτρολογικού υλικού της εγκατάστασης .

Η μελέτη μιας ΕΗΕ περιλαμβάνει :

- Τη σύνταξη τεύχους υπολογισμών , όπου παρατίθενται αναλυτικοί υπολογισμοί για τη διαστασιολόγηση και εκλογή του προτεινόμενου ηλεκτρολογικού υλικού της ΕΗΕ ( διατομές καλωδίων , διάμετροι σωληνώσεων , μέσων προστασίας και ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης κλπ.)
- Τη σύνταξη των ηλεκτρολογικών σχεδίων των κυκλωμάτων της ΕΗΕ στις κατόψεις του κτιρίου , καθώς και την παράθεση των μονογραμμικών διαγραμμάτων των ηλεκτρικών πινάκων της ΕΗΕ .
- Τη σύνταξη τεχνικής περιγραφής των ηλεκτρολογικών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της ΕΗΕ , καθώς και την περιγραφή των αναγκαίων κατασκευαστικών λεπτομερειών της ΕΗΕ , όταν αυτό απαιτείται .

### 3.6 Μέρη μιας ΕΗΕ

Κάθε ΕΗΕ κτιρίου αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη :

- Την κύρια γραμμή ( ονομάζεται και παροχή) , δηλαδή τη γραμμή που αναχωρεί από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και καταλήγει στον πίνακα διανομής της εγκατάστασης , όταν πρόκειται για οικιακό καταναλωτή.
- Το γενικό πίνακα και τους υποπίνακες διανομής , εάν υπάρχουν.
- Τα ηλεκτρικά φορτία ( λέγονται και καταναλώσεις ) , όπως οι ηλεκτρικές μηχανές και οι συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας , τα οποία τροφοδοτούνται από τους πίνακες με τα κυκλώματα διακλάδωσης .
- Τις διατάξεις γείωσης προστασίας της εγκατάστασης .

### 3.7 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις εκτός εδάφους

Τα όσα αναφέρονται στη συνέχεια είναι βάση ΕΛΟΤ HD 384 και αφορούν καλώδια τάσεων μέχρι 1000 (V) για ΕΡ ή 1400 (V) για ΣΡ. Το επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς φόρτισης ενός αγωγού ή καλωδίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$I = I_0 \cdot f_{\theta} \cdot f_n \quad \text{σχέση(3.1)}$$

Οπου

- $I_0$  είναι το όριο του ρεύματος φόρτισης ή η ένταση αναφοράς (πίνακα 3.2) για συγκεκριμένη διατομή των αγωγών του καλωδίου και ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30 °C .
- $f_{\theta}$  είναι ο συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος (πίνακας 3.3), όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι διαφορετική από 30 °C .
- $f_n$  είναι ο συντελεστής πλήθους κυκλωμάτων , δηλαδή όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερα από ένα πολυπολικά καλώδια σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Η σχέση 3.1 χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μέγιστης επιτρεπτής φόρτισης ενός καλωδίου με ανώτατο όριο φόρτισης ρεύματος  $I_0$ , όταν οι συντελεστές θερμοκρασίας ( $f_{\theta}$ ) και πλήθους κυκλωμάτων ( $f_n$ ) είναι  $< 1,0$ . Εάν, τώρα, είναι γνωστή η ονομαστική ένταση ρεύματος ενός καλωδίου,  $I_b$ , και ζητείται να επιλεγεί η κατάλληλη διατομή των αγωγών του καλωδίου, τότε η διατομή επιλέγεται με βάση την ένταση ρεύματος:

$$I b' = \frac{I_b}{f_{\theta} f_n} \quad (3.2)$$

Από τους πίνακες του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 επιλέγεται διατομή με ικανότητα μεταφοράς ρεύματος  $I_0 \geq I_b'$  .

Πίνακας 3.2 Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχιων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο						
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	
				Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο			
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
		Στήλες								
Χαλκός	mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	

Πίνακα 3.3 Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30 °C . Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνεται στον πίνακα 3.2

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

### 3.8 Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης

#### 3.8.1 Γενικά

Η πτώση τάσης είναι η διαφορά των ενεργών τιμών των τάσεων στο μετρητή και στο φορτίο. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384,525, η αποδεκτή πτώση τάσης σε μια γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να είναι  $\leq 4\%$  της ονομαστικής τάσης τροφοδότησης της εγκατάστασης. Σε δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ 400 (V) / 230 (V) η φασική πτώση τάσης είναι 9,2 (V) και η πολική πτώση τάσης 16 (V). Ο έλεγχος πτώσης τάσης στα κυκλώματα διακλάδωσης ΕΗΕ γίνεται από το σημείο παροχέτευσης της ΔΕΗ, π.χ. το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, έως το πιο δυσμενές φορτίο. Το κύκλωμα διακλάδωσης με το δυσμενέστερο φορτίο είναι αυτό που παρουσιάζει το μεγαλύτερο γινόμενο μήκους επί ρεύματος φορτίου του κυκλώματος.

Ο περιορισμός της πτώσης τάσης επιβάλλεται για λόγους λειτουργικούς και ενεργειακής κατανάλωσης.



Μεγάλη πτώση τάσης σημαίνει μικρή τάση λειτουργίας των φορτίων, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει λειτουργικά προβλήματα σε φορτία κίνησης, φωτισμού, ηλεκτρονικών διατάξεων και κυκλωμάτων ελέγχου. Για παράδειγμα, η ροπή που αναπτύσσουν οι κινητήρες είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της τάσης λειτουργίας τους. Επομένως, μείωση της τάσης στον κινητήρα, έχει ως αποτέλεσμα μείωση της ροπής εκκίνησης, αλλά και μείωση της ροπής πλήρους φορτίου. Όσον αφορά στην ενεργειακή κατανάλωση της γραμμής, η ισχύς απωλειών στις γραμμές μεταφοράς είναι ανάλογη της πτώσης τάσης στη γραμμή. Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι, για τη σωστή επιλογή της διατομής των αγωγών μιας γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. κυκλώματα διακλάδωσης, γραμμή παροχής κλπ.) πρέπει να ικανοποιούνται δύο βασικά κριτήρια. (α) Οι αγωγοί να διαρρέονται συνεχώς από ένταση ρεύματος, η οποία δεν θα ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπτή ένταση ρεύματος που αντέχουν, ώστε η αναπτυσσόμενη θερμότητα να μη προκαλέσει καταστροφή της μόνωσης των αγωγών. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της γραμμής. (β) Η επιλεγούσα διατομή των αγωγών της γραμμής να μην προκαλεί πτώση τάσης μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τιμή. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει αφενός την καλή και οικονομική λειτουργία των γραμμών και αφετέρου την καλή λειτουργία των φορτίων της εγκατάστασης.

### 3.8.2 Υπολογισμός πτώσης τάσης σε απλή γραμμή με ένα φορτίο και μία τροφοδότηση

Η πτώση τάσης εκφράζεται συνήθως ως εκατοστιαία πτώση τάσης και ορίζεται από τη σχέση:

$$\Delta u \% = \frac{\Delta u}{U} 100 \quad (3.3)$$

Όπου ο λόγος  $\Delta u/U$  εκφράζει την ανηγμένη τιμή της πτώσης τάσης ως προς την ονομαστική τάση του δικτύου της ΔΕΗ. Ο λόγος  $\Delta u/U$  για μονοφασικό με φασική τάση και τριφασικό κύκλωμα με πολική τάση είναι:

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2l\Psi'P}{U^2} = \frac{2l\Psi' I \cos\varphi}{U} \quad (3.4)$$

και

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{l\Psi'P}{U^2} = \frac{\sqrt{3}l\Psi' I \cos\varphi}{U} \quad (3.5)$$

αντίστοιχα .

$$\Psi' = R' + X' \tan\varphi \quad (3.6)$$

Για χαμηλή τάση και για διατομές  $S \leq 16 \text{ mm}^2$  ισχύει  $\Psi' \approx R'$

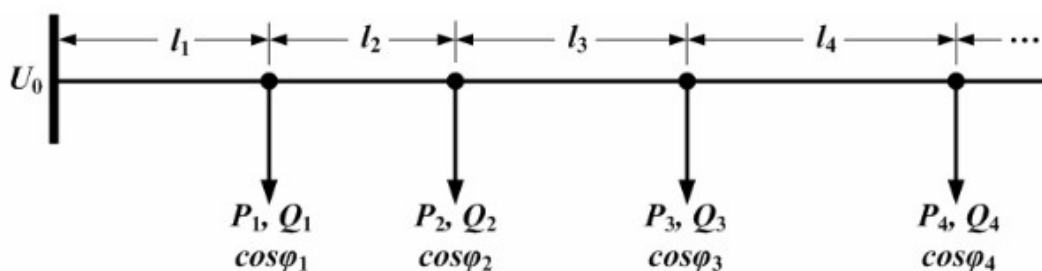
$$R' = \frac{1}{kS} \quad (3.7)$$

Όπου:  $l$  είναι το μήκος της γραμμής σε (m) ,  $P$  είναι η ισχύς σε (W) της μιας φάσης και των τριών φάσεων αντίστοιχα ,  $U$  είναι η φασική και η πολική τάση της γραμμής σε (V) αντίστοιχα ,  $I$  είναι η ένταση γραμμής σε (A) ,  $\Psi'$  είναι η ισοδύναμη αντίσταση ανά μονάδα μήκους ,  $R'$  ωμική αντίσταση ανά μονάδα μήκους ( $\Omega/m$ ) ,  $X'$  είναι η αντίδραση ανά μονάδα μήκους ,  $\kappa$  είναι η αγωγιμότητα στην θερμοκρασία λειτουργίας και  $S$  η διατομή.

### 3.8.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης σε γραμμή με πολλά φορτία και μία τροφοδότηση

Σε γραμμές διανομής με τροφοδότηση από ένα σημείο, στην οποία συνδέονται σε συγκεκριμένα σημεία φορτία (σχήμα 3.1), η πτώση τάσης στη γραμμή διανομής υπολογίζεται από τις παρακάτω σχέσεις.

σχήμα 3.1



Για μονοφασικό σύστημα:

$$\frac{\Delta u}{U} = 2 \frac{\Psi_1' P_1' l_1' + \Psi_2' P_2' l_2' + \Psi_3' P_3' l_3' + \Psi_4' P_4' l_4'}{U^2} \quad (3.8)$$

Για τριφασικό σύστημα:

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{\Psi_1' P_1' l_1' + \Psi_2' P_2' l_2' + \Psi_3' P_3' l_3' + \Psi_4' P_4' l_4'}{U^2} \quad (3.9)$$

Όπου:  $P_1' = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$

$$P_2' = P_2 + P_3 + P_4 + \dots$$

$$P_3' = P_3 + P_4 + P_5 + \dots$$

$$P_4' = P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + \dots$$

Είναι οι πραγματικές ισχείς που μεταφέρουν τα τμήματα της γραμμής μήκους  $l_1, l_2, l_3, l_4, \dots$  αντίστοιχα

$$Q1' = Q1 + Q2 + Q3 + \dots$$

$$Q2' = Q2 + Q3 + Q4 + \dots$$

$$Q3' = Q3 + Q4 + Q5 + \dots$$

$$Q4' = Q4 + Q5 + Q6 + \dots$$

Είναι οι άεργες ισχείς που μεταφέρουν τα τμήματα της γραμμής μήκους  $l_1, l_2, l_3, l_4$ , αντίστοιχα και  $\Psi_1', \Psi_2', \Psi_3', \Psi_4'$  είναι οι αντιστάσεις που αντιστοιχούν στα φορτία  $(P_1', Q_1'), (P_2', Q_2'), (P_3', Q_3'), (P_4', Q_4')$ .

Εάν η γραμμή διανομής έχει σταθερή διατομή, τότε ισχύει :

$$\Psi_1' \approx \Psi_2' \approx \Psi_3' \approx \Psi_4' \approx \Psi_m = R' + X' \tan \phi_m \quad (3.10)$$

Και

$$\cos \phi_m = \frac{P_1 \cos \phi_1 + P_2 \cos \phi_2 + P_3 \cos \phi_3 + P_4 \cos \phi_4 + \dots}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots} \quad (3.11)$$

Όπου  $\cos \phi_m$  είναι ο μέσος συντελεστής ισχύος

Τα κυκλώματα διακλάδωσης (π.χ. φωτισμού, ρευματοδοτών, ανεξάρτητων γραμμών κλπ.) μιας ΕΗΕ έχουν ενιαία διατομή και μάλιστα μικρότερη από 16 mm<sup>2</sup>.

Επομένως, ισχύει:  $\Psi' \approx R'$

Και η εξίσωση 3.8 γίνεται

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U^2} (l_1 P_1' + l_2 P_2' + l_3 P_3' + l_4 P_4' + \dots) \quad (3.11)$$

Εάν αντί των ισχύων θεωρηθούν οι εντάσεις των φορτίων, η εξ.(3.11) παίρνει τη μορφή:

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U} (l_1 I_1' + l_2 I_2' + l_3 I_3' + l_4 I_4' + \dots) \quad (3.12)$$

Όπου:

$$I_1' = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$I_2' = I_2 + I_3 + I_4 + \dots$$

$$I_3' = I_3 + I_4 + I_5 + \dots$$

$$I_4' = I_4 + I_5 + I_6 + \dots$$

είναι οι εντάσεις ρεύματος που μεταφέρουν τα τμήματα της γραμμής μήκους  $l_1, l_2, l_3, l_4, \dots$  αντίστοιχα και  $\cos \phi_m$  είναι ο μέσος συντελεστής ισχύος των φορτίων .

## **3.9 ΥΠΕΥΘΗΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ**

### **3.9.1 Γενικά**

Το 1965 ψηφίζεται ο νόμος 4483/1965 «Περί καταργήσεως του υποχρεωτικού ελέγχου των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και άλλων τινών διατάξεων» ο οποίος δίνει την ευθύνη της ασφαλούς λειτουργίας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στους ηλεκτρολόγους και καθιέρωσε την υπεύθυνη δήλωση εγκαταστάτη, η οποία ήταν βασισμένη στο κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ). Με το ΦΕΚ Β 470/2004 «Αντικατάσταση του ισχύοντος κανονισμού εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και άλλες διατάξεις» του 2004 ο ΚΕΗΕ αντικαταστάθηκε από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, ο οποίος είναι εναρμονισμένος με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Η ΥΔΕ όμως παράμεινε η ίδια και δεν προσαρμόστηκε στο καινούργιο πρότυπο. Τελικά με το ΦΕΚ Β 844 (16-05-2011) νομοθετήθηκε η αντικατάσταση της παλιάς ΥΔΕ με μία νέα ΥΔΕ, η οποία προσαρμόστηκε στους νέους κανονισμούς.

Η νέα ΥΔΕ διαφέρει αρκετά από την παλαιά ΥΔΕ. Καλύπτει όλες τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που βασίζονται και στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και στον ΚΕΗΕ, βελτιώνοντας την ασφάλεια και την ποιότητα των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Η νέα ΥΔΕ είναι επίσημο κρατικό έγγραφο του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) και είναι υποχρεωτική σε περιπτώσεις όπως: νέα σύνδεση για παροχή ρεύματος από το δίκτυο διανομής, αλλαγή ονόματος στο λογαριασμό ηλεκτρικού ρεύματος και τροποποίηση ή επέκταση ή επανέλεγχο της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Στην νέα ΥΔΕ δηλώνεται ότι η ηλεκτρική εγκατάσταση κατασκευάστηκε με βάση την ισχύουσα νομοθεσία, ότι ελέγχθηκε από τον υπογράφο με βάση την ισχύουσα νομοθεσία και ότι παραδίδεται στον χρήστη της ηλεκτρικής εγκατάστασης παρέχοντας την προβλεπόμενη ασφάλεια. Ο χρήστης της ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι υποχρεωμένος να λαμβάνει γνώση και να υπογράφει το πρωτόκολλο ελέγχου και την έκθεση παράδοσης της ΥΔΕ (έγγραφα που συνοδεύουν την ΥΔΕ) που έχει συντάξει ο υπεύθυνος ηλεκτρολόγος, να ζητά την διενέργεια επανελέγχου της εγκατάστασης του. Σε περίπτωση σοβαρών αλλαγών ή προσθηκών στην εγκατάστασή του θα πρέπει να καταθέτει νέα ΥΔΕ στον διαχειριστή του δικτύου διανομής.

### **3.9.2 Έγγραφα που συνοδεύουν την νέα ΥΔΕ**

#### **3.9.2.1 Γενικά**

Η νέα ΥΔΕ αποτελείται από 4 βασικά έγγραφα: το βασικό έντυπο, τα πρωτόκολλα ελέγχου, την έκθεση παράδοσης της εγκατάστασης και τα μονογραμμικά σχέδια της εγκατάστασης (εγκατάστασης και πίνακας). Στις 27/12/2019 δημοσιεύθηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως η ΚΥΑ με Αρ.: 130414 (ΦΕΚ Β' 4825/24-12-2019), σχετική με την «Εγκατάσταση Διατάξεων Διαφορικού Ρεύματος», η οποία τροποποιεί το Άρθρο 1 της ΥΑ ΦΑ' 50/12081/642/2006 «Θέματα Ασφάλειας των

Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ε.Η.Ε). Καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος και κατασκευής θεμελιακής γείωσης» και θεσμοθετείται ένα νέο έντυπο, το «Έντυπο περί Προαιρετικής Εγκατάστασης ΔΔΡ με διαφορικό ρεύμα λειτουργίας που δεν υπερβαίνει τα 30mA (ΕΠΕΔΔΡ)». Έκτος από το νέο έγγραφο επισημάνετε ότι με την δημοσίευση της παραπάνω ΚΥΑ τροποποιείται και η ΥΔΕ, στην πρώτη σελίδα της στα σημεία 4, 6 & 7 τα οποία προσαρμόζονται στις απαιτήσεις της παραπάνω ΚΥΑ, καθώς επίσης και κάποια σημεία της Έκθεσης Παράδοσης και των Πρωτοκόλλων Ελέγχου σχετικά με την περιγραφή των βεβαιώσεων αναγγελίας και της ομάδας της επαγγελματικής άδειας.

### **3.9.2.2 Βασικό έντυπο της νέας ΥΔΕ**

Υπογράφοντας αυτό το έντυπο ο ηλεκτρολόγος αναλαμβάνει την ευθύνη ότι όλα τα στοιχεία και τα αποτελέσματα των ελέγχων είναι σωστά και ότι η εγκατάσταση παραδίδεται με βάσει τους τρέχοντες κανονισμούς. Ακόμα , δεσμεύεται ότι θα διατηρήσει σε προσωπικό του αρχείο την ΥΔΕ ως τον επόμενο επανέλεγχό της , ενώ θα ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή χρήστη της εγκατάστασης ότι σε περίπτωση που δεν κατατεθεί η ΥΔΕ εντός του έτους , τότε παύει να ισχύει . Επίσης, οφείλει να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή χρήστη της εγκατάστασης τότε πρέπει να γίνει ο επόμενος επανέλεγχος και ότι σε περίπτωση αλλαγών στην εγκατάσταση θα πρέπει να δημιουργηθεί νέα ΥΔΕ .

### **3.9.2.3 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ HD 384**

Σε αυτό το έντυπο θα πρέπει να είναι συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα του ελέγχου ή επανελέγχου με βάση το βασικό έντυπο. Επιβάλλεται να εκδίδεται από τον ηλεκτρολόγο αριθμός πρωτοκόλλου . Ο οπτικός έλεγχος συγκεντρώνει 12 επιμέρους ελέγχους για τους οποίους απαιτούνται γνώσεις του ΕΛΟΤ HD 384 και της νομοθεσίας . Ακόμα , σε αυτό το έντυπο εμφανίζονται και κάποιες μετρήσεις , όπως : συνέχεια αγωγών προστασίας και αντίσταση γείωσης. Περιέχει ακόμα καταγραφή των οργάνων και των στοιχείων τους που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις. Τέλος , υπάρχει και υποχρέωση παραλαβής του (υπογραφή) από τον ιδιοκτήτη ή τον χρήστη της εγκατάστασης.

### **3.9.2.4 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΚΕΗΕ**

Έχει παρόμοια δομή με το έντυπο πρωτοκόλλου ελέγχου κατά ΕΛΟΤ HD 384 . Σε αυτό το έντυπο θα πρέπει να είναι συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα του επανελέγχου με βάση το βασικό έντυπο. Δηλαδή προβλέπεται να χρησιμοποιείται μόνο για επανελέγχους . Επιβάλλεται να εκδίδεται από τον ηλεκτρολόγο αριθμός πρωτοκόλλου . Ο οπτικός έλεγχος συγκεντρώνει 12 επιμέρους ελέγχους για τους οποίους απαιτούνται γνώσεις του ΚΕΗΕ και της νομοθεσίας . Ακόμα σε αυτό το έντυπο εμφανίζονται και κάποιες μετρήσεις , όπως ; συνέχεια αγωγών προστασίας και αντίσταση γείωσης . Προτείνεται να χρησιμοποιηθούν για τις μετρήσεις οι μέθοδοι που προβλέπει ο ΕΛΟΤ HD 384 . Περιέχει ακόμα καταγραφή των οργάνων

και των στοιχείων τους που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις . Τέλος υπάρχει και υποχρέωση παραλαβής του (υπογραφή) από τον ιδιοκτήτη ή τον χρήστη της εγκατάστασης .

### **3.9.2.5 Έκθεση παράδοσης εγκατάστασης**

Στην έκθεση παράδοσης εγκατάστασης γίνεται καταγραφή όλων των σταθερών ηλεκτρολογικών υλικών και σταθερών ηλεκτρικών συσκευών της εγκατάστασης , καθώς και ο υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος . Τέλος , υπάρχει και υποχρέωση παραλαβής του (υπογραφή) από τον ιδιοκτήτη ή τον χρήστη της εγκατάστασης.

### **3.9.2.6 Έντυπο περί Προαιρετικής Εγκατάστασης ΔΔΡ**

Χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο στις περιπτώσεις τερματικών γραμμών που τροφοδοτούν ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό σε βιομηχανικούς – βιοτεχνικούς, εμπορικούς, αποθηκευτικούς και λοιπούς επαγγελματικούς χώρους, εφόσον ισχύουν όλες οι προϋποθέσεις αναφορικά με τις τερματικές γραμμές, τους χώρους και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που περιγράφονται στα εδάφια α), β), γ), δ) και ε) της Παραγράφου 7 της δημοσίευσης ΚΥΑ με Αρ.: 130414 (ΦΕΚ Β' 4825/24-12-2019) . Εισάγονται δύο νέα έγγραφα που συνοδεύουν την ΥΔΕ τα οποία είναι: α) η μελέτη της Παρ. 7, εδάφιο ε) της ΚΥΑ και β) το «Έντυπο περί Προαιρετικής Εγκατάστασης ΔΔΡ με διαφορικό ρεύμα λειτουργίας που δεν υπερβαίνει τα 30mA (ΕΠΕΔΔΡ)». Έντυπα που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο στις περιπτώσεις που περιγράφονται στην Παρ. 7 της ΚΥΑ.

### **3.9.2.7 Μονογραμμικό σχέδιο εγκατάστασης (εγκατάσταση σε κάτοψη και πίνακας)**

Τα σχέδια περιλαμβάνουν μονογραμμικό διάγραμμα της εγκατάστασης σε κάτοψη και μονογραμμικό διάγραμμα του αντίστοιχου πίνακα ή πινάκων . Δεν υπάρχει χώρος για σχεδίαση της εγκατάστασης πάνω στα έντυπα , οπότε απαιτείται ξεχωριστό ηλεκτρολογικό σχέδιο . Τα σχέδια μπορεί είναι σχεδιασμένα είτε με υπολογιστή είτε με το χέρι , αρκεί να είναι σχεδιασμένα κατά CENELEC , σύμφωνα με την υπουργική απόφαση . Στην παράγραφο 2 του άρθρου 2 του νόμου 4483/1965 γίνεται αναφορά για δημιουργία υπομνήματος ( η απαίτηση αυτή υπάρχει και από τους κανονισμούς της CENELEC ) .

Στο περιεχόμενο του ηλεκτρολογικού σχεδίου επί της κάτοψης , σχεδιασμένο κατά CENELEC, που συνοδεύει την ΥΔΕ θα πρέπει να περιλαμβάνονται :

- Η θέση των σταθερών ηλεκτρικών συσκευών και κινητήρων .
- Η θέση των διακοπών , ρυθμιστών , ανιχνευτών , θερμοστατών . ρευματοδοτών και πινάκων , σε σχέση με το ακίνητο .
- Η διαδρομή των ηλεκτρικών γραμμών , εφόσον έχουν διατομή ίση ή μεγαλύτερη του 1,5mm<sup>2</sup> .

Στο μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα ή των πινάκων θα αναγράφονται :

- Οι διατομές των καλωδιώσεων των γραμμών .
- Τα μεγέθη του ηλεκτρολογικού υλικού ( ασφάλειες , διακόπτες , ΔΡΡ , κλπ )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΥΔΕ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### 4.1 Υπολογισμοί

##### 4.1.1 Παροχή

Πινάκας 4.1 Φόρτια της εγκατάστασης

Ισόγειο	
Κουζίνα	6000W
Θερμοσίφωνα	4000W
Πλυντήριο ρούχων	2800W
Πλυντήριο πιάτων	2800W
Απορροφητήρας	500W
Ψυγείο	500W
Γραμμή σούκο με 5 ρευματοδότες	$500 \times 5 = 2500W$
Γραμμή σούκο με 5 ρευματοδότες	$500 \times 5 = 2500W$
Γραμμή σούκο με 5 ρευματοδότες	$500 \times 5 = 2500W$
Γραμμή φωτισμού με 1 πολύφωτο και 3 άπλα φωτιστικά	$200 + 100 \times 3 = 500W$
Γραμμή φωτισμού με 5 άπλα φωτιστικά	$100 \times 5 = 500W$
Γραμμή φωτισμού με 1 πολύφωτο και 3 άπλα φωτιστικά	$200 + 100 \times 3 = 500W$
Σύνολο ισογείου	25600W
Όροφος	
Θερμοσίφωνα	4000W
Γραμμή σούκο με 4 ρευματοδότες	$500 \times 4 = 2000W$
Γραμμή σούκο με 5 ρευματοδότες	$500 \times 5 = 2500W$
Γραμμή σούκο με 4 ρευματοδότες	$500 \times 4 = 2000W$
Γραμμή σούκο με 5 ρευματοδότες	$500 \times 5 = 2500W$
Γραμμή φωτισμού με 1 πολύφωτο και 4 άπλα φωτιστικά	$200 + 100 \times 4 = 600W$
Γραμμή φωτισμού με 7 άπλα φωτιστικά	$100 \times 7 = 700W$
Σύνολο όροφου	14300W
Σύνολο εγκατάστασης	39900 W

Η παροχές και η διατομές των αγωγών - καλωδίων στις ΕΗΕ σπιτιών γενικά είναι στάνταρ , η μεγαλύτερη παροχή που δίνει η ΔΕΗ για εγκατάστασης σπιτιών είναι η τριφασική παροχή πο2 με ισχύ παροχής 25KVA (ισχύ μου μπορεί να τραβήξει ταυτόχρονα η εγκατάσταση) , αυτή θα διαλέξουμε για την παροχή της οικίας . Θα κάλυψη χωρίς κανένα πρόβλημα την εγκατάσταση μας ακόμα και σε ενδεχόμενη μελλοντική αύξηση των φορτίων .

Άρα από πίνακα 3.1 το καλώδιο παροχής γενικού πίνακα θα είναι 5x10mm<sup>2</sup> και γενικές ασφάλειες πίνακα 3x35A

Για τον έλεγχο της πτώσης τάσης περνούμε το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να τραβήξει η γραμμή 35A με cosφ=1 γιατί προσεγγιστικά όλα τα φορτία της εγκατάστασης είναι ωμικά .

Άρα Δv<sub>max</sub> μετρητή - πίνακα είναι (μονοφασική γιατί έχουμε μόνο μονοφασικά φόρτια):

$$R'(20^{\circ}\text{C}) = \frac{1}{kS} = \frac{1}{56 \cdot 10} = 1,78 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

Η αντίσταση που υπολογίσαμε είναι στους 20 C , κάλο θα ήταν να υπολογίσουμε την αντίσταση αγωγού στην θερμοκρασία αναφοράς της μόνωσης

$$R'(70^{\circ}\text{C}) = R'_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (\Theta_2 - \Theta_1)) = 1,78 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (70 - 20)) = 2,37 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$k = 56 \Omega^{-1} \cdot m \cdot m^{-2}$  Αγωγιμότητα αγωγού από χαλκό

$$l = 4 m$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \text{Icos}\phi}{U} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 2,37 \cdot 10^{-3} \cdot 35 \cdot 1}{230} = 0,0029 \text{ ή } 0,29\%$$

Για τον υπολογισμό των ρευμάτων φόρτισης θα πάρουμε ότι η κάθε γραμμή τοποθετείτε σε ξεχωριστή σωλήνα , άρα fn=1 και θερμοκρασία περιβάλλοντος 35 °C ως μέση θερμοκρασία στους καλοκαιρινούς μήνες , από πίνακα 3.3 fθ=0,94 .

## 4.1.2 Ισόγειο

### 4.1.2.1 Γραμμή κουζίνας

Για την κουζίνα θα πάρουμε συντελεστή ταυτοχρονισμού 0,8

$$P = 6000 \cdot 0,8 = 4800 W$$

$$I = \frac{P}{U \text{cos}\phi} = \frac{4800}{230} = 20,87 A$$

$$I' = \frac{I}{f\theta \text{fn}} = \frac{20,87}{0,94 \cdot 1} = 22,2 A$$



Από τον πίνακα 3.2 βλέπουμε ότι μπορούμε να πάρουμε 4mm<sup>2</sup> όμως ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή είναι 6mm<sup>2</sup>, άρα από πίνακα 3.2 I<sub>0</sub>=34A (στήλη 3)

$$I_{max} = I_0 \cdot f\theta \cdot fn = 34 \cdot 0,94 \cdot 1 = 31,96 \text{ A}$$

Για την επιλογή του μικροαυτοματου πρέπει I < μικροαυτοματος < I<sub>max</sub>, άρα διαλέγουμε μικροαυτοματος 25A.

Έλεγχος πτώσης τάσης, ΔV πίνακα - κουζίνα:

$$R'(20^\circ\text{C}) = \frac{1}{kS} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 3 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$R' 70^\circ\text{C} = R' 20^\circ\text{C} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3}(\Theta 2 - \Theta 1)) = 3 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3}(70 - 20)) = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$l = 9,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2lR' I \cos\varphi}{U} = \frac{2 \cdot 9,5 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 20,87 \cdot 1}{230} = 0,0062 \text{ ή } 0,62\%$$

ΔV μετρητή - κουζίνα

$$\Delta V_{max} \text{ μετρητή} - \text{πίνακα} + \Delta V \text{ πίνακα} - \text{κουζίνα} = 0,29 + 0,62\% = 0,91\%$$

#### 4.1.2.2 Γραμμή θερμοσίφωνα

$$I = \frac{P}{U \cos\varphi} = \frac{4000}{230} = 17,39 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f\theta fn} = \frac{17,39}{0,94 \cdot 1} = 18,5 \text{ A}$$

Ελάχιστη διατομή 4mm<sup>2</sup>, πίνακα 3.2 I<sub>0</sub>=26A

$$I_{max} = I_0 \cdot f\theta \cdot fn = 26 \cdot 0,94 \cdot 1 = 24,44 \text{ A}$$

διαλέγουμε μικροαυτοματος 20A

Έλεγχος πτώσης τάσης, ΔV πίνακα - θερμοσίφωνα:

$$R'(20^\circ\text{C}) = \frac{1}{kS} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 4,46 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$R' 70^\circ\text{C} = R' 20^\circ\text{C} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3}(\Theta 2 - \Theta 1)) = 4,46 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3}(70 - 20)) = 4,82 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$l = 1,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2lR' I \cos\varphi}{U} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4,82 \cdot 10^{-3} \cdot 17,39 \cdot 1}{230} = 0,0011 \text{ ή } 0,11\%$$

ΔV μετρητή - θερμοσίφωνα

$$\Delta V_{max} \text{ μετρητή} - \text{πίνακα} + \Delta V \text{ πίνακα} - \text{θερμοσίφωνα} = 0,29 + 0,11\% = 0,40\%$$

#### 4.1.2.3 Γραμμή πλυντηρίου ρούχων

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2800}{230 \cdot 0,9} = 13,52 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f \theta f n} = \frac{13,52}{0,94 \cdot 1} = 14,38 \text{ A}$$

Από πίνακα 3.2 θα μπορούσαμε να πάρουμε και  $1,5 \text{ mm}^2$  όμως το πλυντήριο τροφοδοτείται με φως από αποκλειστική γραμμή με 1 ρευματοδότη με ελάχιστη διατομή  $2,5 \text{ mm}^2$ , πίνακα 3.2  $I_0 = 19,5 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f \theta \cdot f n = 19,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 18,33 \text{ A}$$

Διαλέγουμε μικροαυτοματος 16A

Έλεγχος πτώσης τάσης,  $\Delta V$  πίνακα - πλυντηρίου ρούχων:

$$R'(20^\circ\text{C}) = \frac{1}{kS} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 7,14 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$R' 70^\circ\text{C} = R' 20^\circ\text{C} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (\Theta 2 - \Theta 1)) = 7,14 \cdot 10^{-3} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (70 - 20)) = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2lR'I \cos \varphi}{U} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3} \cdot 13,52 \cdot 0,9}{230} = 0,0009 \text{ ή } 0,09\%$$

$\Delta V$  μετρητή - πλυντηρίου ρούχων

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή} - \text{πίνακα} + \Delta V \text{ πίνακα} - \text{πλυντηρίου ρούχων} = 0,29 + 0,09\% = 0,38\%$$

#### 4.1.2.4 Γραμμή πλυντηρίου πιάτων

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2800}{230 \cdot 0,9} = 13,52 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f \theta f n} = \frac{13,52}{0,94 \cdot 1} = 14,38 \text{ A}$$

Ελάχιστη διατομή  $2,5 \text{ mm}^2$ , πίνακα 3.2  $I_0 = 19,5 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f \theta \cdot f n = 19,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 18,33 \text{ A}$$

Διαλέγουμε μικροαυτοματος 16A

Έλεγχος πτώσης τάσης,  $\Delta V$  πίνακα - πλυντηρίου πιάτων :

$$R' 70^\circ\text{C} = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{m}$$

$$l = 6 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \cos\varphi}{U} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3} \cdot 13,52 \cdot 0,9}{230} = 0,0054 \text{ ή } 0,54\%$$

$\Delta V$  μετρητή - πλυντήριο πιάτων

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή - πινάκα} + \Delta V \text{ πινάκα - πλυντήριο πιάτων} = 0,29 + 0,54\% = 0,83\%$$

#### 4.1.2.5 Γραμμή ψυγείου

$$I = \frac{P}{U \cos\varphi} = \frac{500}{230} = 2,17 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f\theta \cdot fn} = \frac{2,17}{0,94 \cdot 1} = 2,31 \text{ A}$$

Η γραμμή του ψυγείου τροφοδοτείται από αποκλειστική γραμμή με 1 ρευματοδότη, άρα πινάκα 3.2  $I_0 = 19,5 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f\theta \cdot fn = 19,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 18,33 \text{ A}$$

Διαλέγουμε μικροαυτοματος 16A

Έλεγχος πτώσης τάσης,  $\Delta V$  πινάκα-ψυγείο:

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l = 8 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \cos\varphi}{U} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3} \cdot 2,17 \cdot 1}{230} = 0,0013 \text{ ή } 0,13\%$$

$\Delta V$  μετρητή - ψυγείο

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή - πινάκα} + \Delta V \text{ πινάκα - ψυγείο} = 0,29 + 0,13\% = 0,42\%$$

#### 4.1.2.6 Γραμμή απορροφητήρα

$$I = \frac{P}{U \cos\varphi} = \frac{500}{230} = 2,17 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f\theta \cdot fn} = \frac{2,17}{0,94 \cdot 1} = 2,31 \text{ A}$$

Η γραμμή του απορροφητήρα τροφοδοτείται από αποκλειστική γραμμή με 1 ρευματοδότη, άρα πινάκα 3.2  $I_0 = 19,5 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f\theta \cdot fn = 19,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 18,33 \text{ A}$$

Διαλέγουμε μικροαυτοματος 16A

Έλεγχος πτώσης τάσης,  $\Delta V$  πινάκα - απορροφητήρα:

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l=9,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2lR' \text{Icos}\varphi}{U} = \frac{2 \cdot 9,5 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3} \cdot 2,17 \cdot 1}{230} = 0,0015 \text{ ή } 0,15 \%$$

$\Delta V$  μετρητή - απορροφητήρα

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή - πινάκα} + \Delta V \text{ πινάκα} - \psi \text{υγείο} = 0,29 + 0,15\% = 0,44\%$$

#### 4.1.2.7 Γραμμές ρευματοδοτών

Στο ισόγειο έχουμε 3 γραμμές ρευματοδοτών με 5 ρευματοδότες η κάθε γραμμή, θα υπολογίσουμε μονό για μια γραμμή και έλεγχο πτώσης τάσης θα κάνουμε μονό στη γραμμή με το δυσμενέστερο φορτίο.

$$I = \frac{P}{U \text{cos}\varphi} = \frac{2500}{230} = 10,87 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f\theta \text{fn}} = \frac{10,87}{0,94 \cdot 1} = 11,56 \text{ A}$$

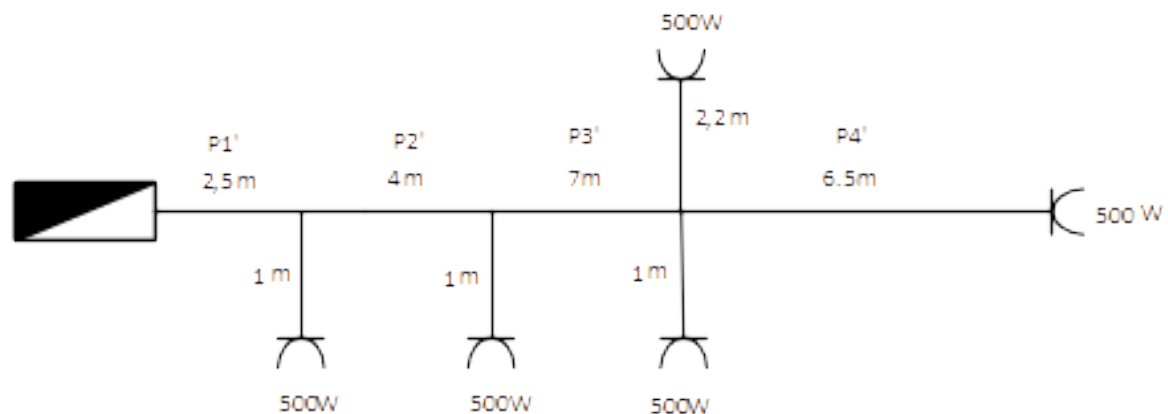
Ελάχιστη διατομή  $2,5 \text{ mm}^2$ , πινάκα 3.2  $I_0 = 19,5 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f\theta \cdot \text{fn} = 19,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 18,33 \text{ A}$$

Διαλεγουμε μικροαυτοματος 16A

Έλεγχος πτώσης τάσης,  $\Delta V$  πινάκα - δυσμενέστερο ρευματοδότη:

Σχεδιάγραμμα γραμμής με το δυσμενέστερο ρευματοδότη (20m από τον πινάκα)



$$R'_{70^\circ \text{C}} = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$P_1' = 500 + 500 + 1000 + 500 = 2500 \text{ W}$$

$$P_2' = 500 + 1000 + 500 = 2000 \text{ W}$$

$$P_3' = 1000 + 500 = 1500 \text{ W}$$

$$P_4' = 500 = 500 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U^2} (I_1 P_1' + I_2 P_2' + I_3 P_3' + I_4 P_4') = \frac{2 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3}}{230^2} (2,5 \cdot 2500 + 4 \cdot 2000 + 7 \cdot 1500 + 6,5 \cdot 500) \rightarrow 0,009 \text{ ή } 0,9\%$$

$\Delta V$  μετρητή – δυσμενέστερο ρευματοδότη

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή} - \text{πινάκα} + \Delta V \text{ πινάκα} - \text{δυσμενέστερο ρευματοδότη} = 0,29 + 0,9\% = 1,19\%$$

Άρα και στις 3 γραμμές  $3 \times 2,5 \text{mm}^2$  με μικροαυτοματο 16A .

#### 4.1.2.7 Γραμμές φωτισμού

Στο ισόγειο έχουμε 3 γραμμές φωτισμού που η κάθε μια φορτίζεται με 500W , θα υπολογίσουμε μονό για τη μια γραμμή και έλεγχο πτώσης τάσης θα κάνουμε στην γραμμή με το δυσμενέστερο φορτίο .

$$I = \frac{P}{U \cos \phi} = \frac{500}{230} = 2,17 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f \theta f n} = \frac{2,17}{0,94 \cdot 1} = 2,31 \text{ A}$$

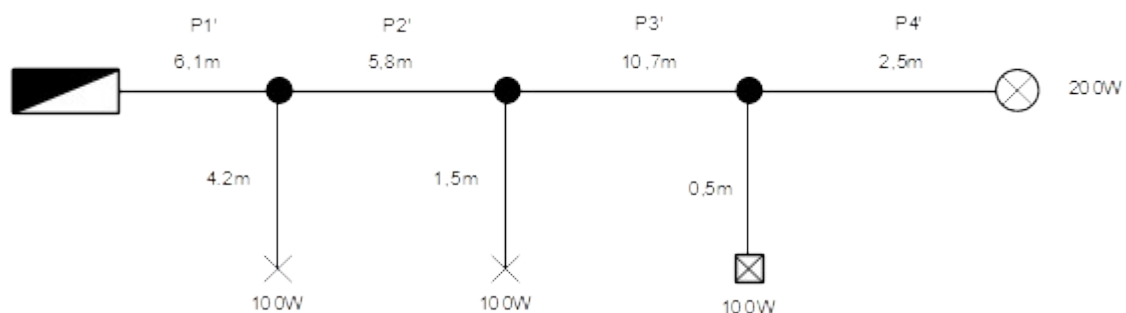
Ελάχιστη διατομή  $1,5 \text{mm}^2$  , πινάκα 3.2  $I_0 = 14,5 \text{A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f \theta \cdot f n = 14,5 \cdot 0,94 \cdot 1 = 13,63 \text{ A}$$

Διαλεγουμε μικροαυτοματος 10A

Έλεγχος πτώσης τάσης ,  $\Delta V$  πινάκα – δυσμενέστερο φωτιστικό:

Σχεδιάγραμμα γραμμής με το δυσμενέστερο φωτιστικό (25,1m από τον πινάκα)



$$R'(20^\circ\text{C}) = \frac{1}{kS} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,012 \frac{\Omega}{m}$$

$$R' 70^\circ\text{C} = R' 20^\circ\text{C} \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (\theta_2 - \theta_1)) = 0,012 \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} (70 - 20)) = 0,0144 \frac{\Omega}{m}$$

$$P_1' = 100 + 100 + 100 + 200 = 500 \text{ W}$$

$$P_2' = 100 + 100 + 200 = 400 \text{ W}$$

$$P_3' = 100 + 200 = 300 \text{ W}$$

$$P 4' = 200 = 200 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U^2} (I_1 P 1' + I_2 P 2' + I_3 P 3' + I_4 P 4') = \frac{2 \cdot 0,0144}{230^2} (6,1 \cdot 500 + 5,8 \cdot 400 + 10,7 \cdot 300 + 2,5 \cdot 200) \rightarrow 0,005 \text{ ή } 0,5\%$$

$\Delta V$  μετρητή – δυσμενέστερο φωτιστικό

$$\Delta V_{\max} \text{ μετρητή} - \text{πινάκα} + \Delta V \text{ πινάκα} - \text{δυσμενέστερο φωτιστικό} = 0,29 + 0,5\% = 0,79\%$$

Άρα και στις 3 γραμμές  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  με μικροαυτοματο 10A .

#### 4.1.2.8 Τροφοδότηση υποπίνακα ορόφου

Το συνολικό φορτίο του ορόφου είναι 14300W ο καταμερισμός γίνεται ως εξής :

- L1 , 2 γραμμές ρευματοδοτών των 2500W η κάθε μια , L1=5000W.
- L2 , 2 γραμμές ρευματοδοτών των 2000W η κάθε μια και μια γραμμή φωτισμού των 600W , L2=4600W
- L3 , γραμμή θερμοσίφωνα των 4000W και μια γραμμή φωτισμού των 700W , L2=4700W

Η πιο φορτισμένη φάση είναι η L1 , άρα

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{5000}{230} = 21,74 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I}{f \theta f n} = \frac{21,74}{0,94 \cdot 1} = 23,13 \text{ A}$$

Επειδή η τροφοδότηση είναι τριφασική θα πάρουμε 3 φορτιζόμενους αγωγούς ( της φάσης ) και από πίνακα 3.2 προκύπτει  $6 \text{ mm}^2$  με  $I_0 = 31 \text{ A}$

$$I_{\max} = I_0 \cdot f \theta \cdot f n = 31 \cdot 0,94 \cdot 1 = 29,14 \text{ A}$$

Διαλέγουμε ασφάλεια  $3 \times 25 \text{ A}$  , θα μας κάλυψη και σε ενδεχόμενη αύξηση των φορτιών γιατί δεν δουλεύουν όλα τα φορτία μαζί.

Για των έλεγχο της πτώσης τάσης θα υπολογίσουμε τώρα και στις 3 φάσης την πτώση τάση γιατί θα μας χρειαστεί μετά .

L1

$$R'_{70^\circ \text{C}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' I \cos \varphi}{U} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 21,74 \cdot 1}{230} = 0,0017 \text{ ή } 0,17\%$$

$\Delta V$  μετρητή - υποπινάκα =  $\Delta V$  μετρητή - γενικό πινάκα +  $\Delta V$  γενικό πινάκα - υποπινάκα = 0,29+0,17=0,46%

L2

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{4600}{230} = 20 \text{ A}$$

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \cos \varphi}{U} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 1}{230} = 0,00157 \text{ ή } 0,157\%$$

$\Delta V$  μετρητή - υποπινάκα =  $\Delta V$  μετρητή - γενικό πινάκα +  $\Delta V$  γενικό πινάκα - υποπινάκα = 0,29+0,157=0,447%

L3

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{4700}{230} = 20,4 \text{ A}$$

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \cos \varphi}{U} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 20,4 \cdot 1}{230} = 0,0016 \text{ ή } 0,16\%$$

$\Delta V$  μετρητή - υποπινάκα =  $\Delta V$  μετρητή - γενικό πινάκα +  $\Delta V$  γενικό πινάκα - υποπινάκα = 0,29+0,16=0,45%

### 4.1.3 Γραμμές ορόφου

#### 4.1.3.1 Γραμμή θερμοσίφωνα

Η υπολογισμοί για την διατομή και τον μικροαυτοματο έχουν γίνει , διατομή  $4\text{mm}^2$  και μικροαυτοματο  $20^A$

Έλεγχο της πτώσης τάσης (ανήκει στην φάση L3)

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{4000}{230} = 17,39 \text{ A}$$

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 4,82 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$l = 1,5 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2IR' \cos \varphi}{U} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4,82 \cdot 10^{-3} \cdot 17,39 \cdot 1}{230} = 0,0011 \text{ ή } 0,11\%$$

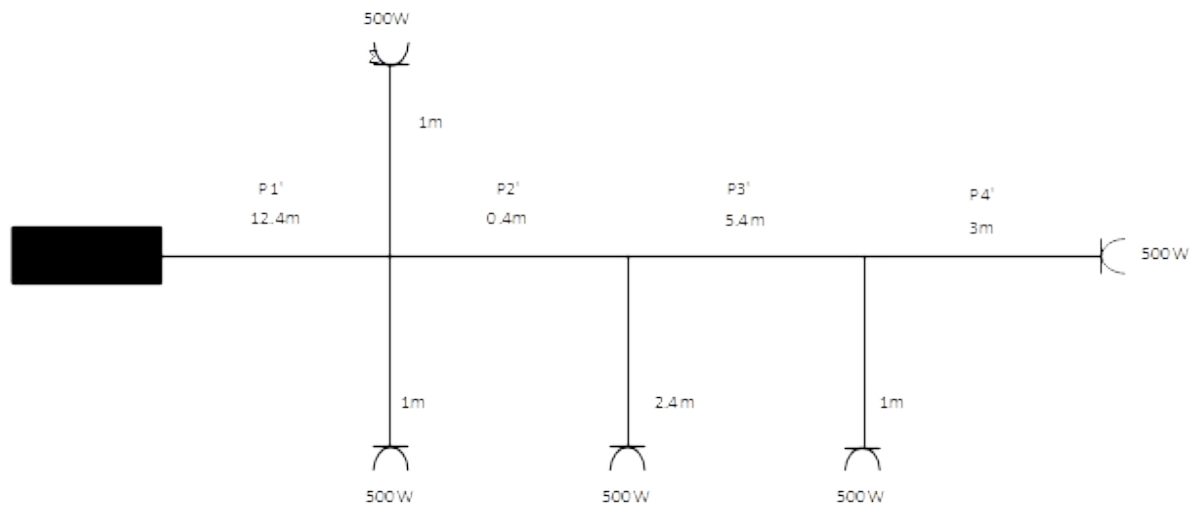
$\Delta V$  μετρητή - θερμοσίφωνα ορόφου =  $\Delta V$  μετρητή - υποπινακα +  $\Delta V$  υποπινακα - θερμοσίφωνα =  $0,45+0,11=0,55\%$

#### 4.1.3.2 Γραμμές ρευματοδοτών

Η υπολογισμοί έχουν γίνει διατομή,  $2,5\text{mm}^2$  και μικροαυτοματος 16A

Για τον έλεγχο της πτώσης τάσης θα κάνουμε στην γραμμή με το δυσμενέστερο ρευματοδότη .

Σχεδιάγραμμα γραμμής με το δυσμενέστερο ρευματοδότη ( ανήκει στην L1)



$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2500}{230} = 10,87 \text{ A}$$

$$R'_{70^\circ\text{C}} = 8,57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$P1' = 1000 + 500 + 500 + 500 = 2500 \text{ W}$$

$$P2' = 500 + 500 + 500 = 1500 \text{ W}$$

$$P3' = 500 + 500 = 1000 \text{ W}$$

$$P4' = 500 = 500 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U^2} (l_1 P1' + l_2 P2' + l_3 P3' + l_4 P4') = \frac{2 \cdot 8,57 \cdot 10^{-3}}{230^2} (12,4 \cdot 2500 + 0,4 \cdot 1500 + 5,4 \cdot 1000 + 3 \cdot 500) \rightarrow 0,0125 \text{ ή } 1,25 \%$$

$\Delta v$  μετρητή - ρευματοδότη ορόφου =  $\Delta v$  μετρητή - υποπινακα +  $\Delta V$  υποπινακα - ρευματοδότη =  $0,46+1,25=1,71\%$

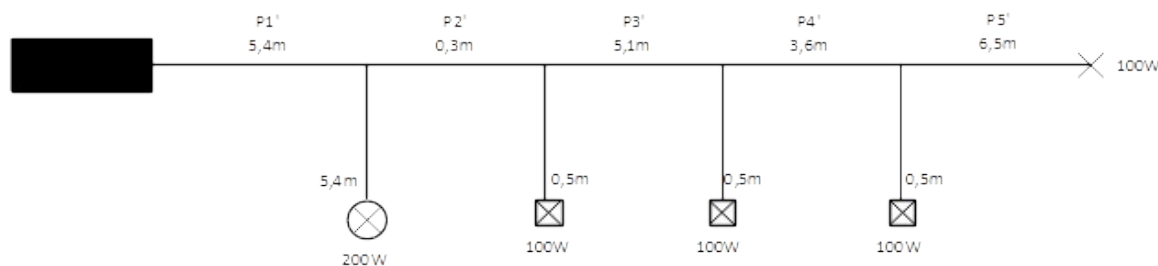


### 4.1.3.3 Γραμμές φωτισμού

Η υπολογισμοί έχουν γίνει, διατομή  $1,5\text{mm}^2$  και μικροαυτοματος 10A

Για τον έλεγχο της πτώσης τάσης θα κάνουμε στην γραμμή με το δυσμενέστερο φωτιστικό.

Σχεδιάγραμμα γραμμής με το δυσμενέστερο φωτιστικό ( ανήκει στην φάση L2 )



$$R'_{70^{\circ}\text{C}} = 0,0144 \frac{\Omega}{m}$$

$$P 1' = 200 + 100 + 100 + 100 + 100 = 600 \text{ W}$$

$$P 2' = 100 + 100 + 100 + 100 = 400 \text{ W}$$

$$P 3' = 100 + 100 + 100 = 300 \text{ W}$$

$$P 4' = 100 + 100 = 200 \text{ W}$$

$$P 5' = 100 = 100 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta u}{U} = \frac{2R'}{U^2} (l_1 P 1' + l_2 P 2' + l_3 P 3' + l_4 P 4' + l_5 P 4') \rightarrow$$

$$\frac{2 \cdot 0,0144}{230^2} (5,4 \cdot 600 + 0,3 \cdot 400 + 5,1 \cdot 300 + 3,6 \cdot 200 + 6,5 \cdot 100) = 0,0034 \text{ ή } 0,34 \%$$

$$\Delta V \text{ μετρητή - φωτιστικό ορόφου} = \Delta V \text{ μετρητή - υποπινακα} + \Delta V \text{ υποπινακα - φωτιστικό} = 0,447 + 0,34 = 0,787\%$$

## 4.2 ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ (ΥΔΕ)

### 4.2.1 Βασικό έντυπο της νέας ΥΔΕ

#### ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

Αφορά: Νέα εγκατάσταση  Τροποποίηση   
 Επέκταση  Επανελέγχο

Προς το Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. Περιοχή/Πρακτορείο  
**ΠΑΤΡΩΝ**

Ο υπογράφων ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης  
**ΠΑΝΑΝΤΑΝΙΕΛ ΠΕΤΡΟΥΤ**

δηλώνω υπεύθυνα, με γνώση των συνεπειών των νόμων για  
 νευδότη δηλώσει, ότι:

1 Διαθέτω άδεια/βεβαίωση αναγγελίας ηλεκτρολόγου  
 εγκαταστάτη, η οποία δεν έχει ανακληθεί.

2 Η περιγραφόμενη ηλεκτρική εγκατάσταση, παραδίδεται από  
 εμένα σήμερα, σε ασφαλή λειτουργία όπως αναλύεται και  
 περιγράφεται στα συνοδευτικά έγγραφα της ΥΔΕ.

3 Δίνω την εγγύηση σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 4483/  
 1965, όπως ισχύει κάθε φορά, ότι αυτή η ηλεκτρική εγκα-  
 τάσταση θα λειτουργήσει με ασφάλεια και απρόσκοπτα.

4 Έχουν εφαρμοστεί οι διατάξεις του άρθρου 1 της ΚΥΑ Φ  
 Α' 50/12081/642/26.7.2006 ως ισχύει και υποβάλλονται εφόσον  
 απαιτούνται η μελέτη της παραγράφου 7 του άρθρου 1 και το  
 Έντυπο περί Προαιρετικής Εγκατάστασης ΔΔΡ με  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{mA}$   
 (ΕΠΕΔΔΡ).

5 Έχουν εκτελεστεί οι ηλεκτρικές εργασίες που περιγρά-  
 φονται στη Δήλωση αυτή με βάση την υφιστάμενη νομοθεσία,  
 έχω ελέγξει την ηλεκτρική εγκατάσταση με βάση την  
 υφιστάμενη Νομοθεσία και την κρίνω ασφαλή και κατάλληλη  
 για χρήση. Τα αποτελέσματα του ελέγχου και των μετρήσεων  
 είναι σύμφωνα με την υφιστάμενη Νομοθεσία και αναλύονται  
 στο(α) αντίστοιχο(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου.

6 Έχω ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή χρήστη της ηλεκτρικής  
 εγκατάστασης: α) για την υποχρέωση επανελέγχου της, με βάση  
 την ισχύουσα νομοθεσία και β) για την υποχρέωση (όπου  
 εφαρμόζεται) της περίπτωσης δ) της παρ. 7 του άρθρου 1 της  
 Φ Α' 50/12081/642/26.7.2006, ως ισχύει.

7 Ένα ακριβές αντίγραφο της Δήλωσης αυτής μαζί με το/α  
 ηλεκτρολογικό/α σχέδιο/α, το/α πρωτόκολλο/α ελέγχου και την  
 έκθεση παράδοσης και, εφόσον απαιτείται, τη μελέτη της  
 παραγράφου 7 και το Έντυπο ΕΠΕΔΔΡ παραδίδονται στον  
 παραπάνω ιδιοκτήτη ή χρήστη, καθώς και τα  
 πρωτότυπα αυτών για το Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. τα οποία πρέπει να  
 κατατεθούν εντός ενός έτους από την έκδοσή τους και  
 αναλαμβάνω την ευθύνη της φύλαξης ενός αντιγράφου των  
 παραπάνω έως την ημερομηνία του επόμενου επανελέγχου.

#### Έγγραφα που συνοδεύουν την ΥΔΕ

1. Μονογραμμικό(ά) εγκατάστασης
2. Μονογραμμικό(ά) πίνακα(ων)
3. Πρωτόκολλο(α) ελέγχου (σελίδ 2)
4. Έκθεση παράδοσης (σελίδ 2)
- Εφόσον απαιτείται:**
5. Μελέτη της παρ. 7 του της Φ Α' 50/  
 12081/642/26.7.2006 ως ισχύει (σελίδ...) &
6. Έντυπο ΕΠΕΔΔΡ (σελίδ...)

#### Θεωρήθηκε

Αριθ. πρωτοκόλλου θεώρησης .....  
 (Άρθρο 2 παρ. 2 του Ν. 4483 1965, όπως ισχύει)

Τόπος ΠΑΤΡΑ Ημερ/νία 30/07/2021

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΠΟΒΟΛΗΣ 30/07/2021

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ:

Αριθ. παροχής εγκατάστασης: XXXXXXXX

Όνοματ. ιδιοκτήτη εγκατάστασης: XXXX ΨΨΨΨ

Όνοματ. χρήστη εγκατάστασης: XXXX ΨΨΨΨ

#### ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:

Δήμος ή Κοινότη.: ΠΑΤΡΑ

Περιοχή/Διαμέρισμα: XXXX

Οδός - Αριθ.: XX

Τ.Κ.: XX Όροφος: 1 Αρ. διαμερίσµ.: .....

Κατηγορία χώρου: ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Επόμενος επανελέγχος έως: 30/07/2035

Άρθρο 5 της ΥΑ Φ.7.5 1816/88 (ΦΕΚ Β' 470 2004)

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ:

Αριθμός άδειας/Βεβαίωσης Αναγγελίας: .....

Ειδικότητα: ..... Ομάδα Κατηγορία: .....

Ημερομηνία έκδοσης/Χορήγησης: .....

Όριο ισχύος άδειας σε KW: .....

Τύπος & Αριθ. Φορολ. στοιχείου (ΠΠΥΠ ή ΑΠΥ) .....

#### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τάση (V)/Φάσεις(η)/Συχνότη. (Hz)/dc ή ac 400/3/50/AC

Συν. εγκατ. ενεργός/φανόμενη ισχύς: ..... KW/ ..... KVA

Εγκατεστημένη ισχύς (KW): 39,9

Φωτισμού 2.8 Συσκευών 37.1 Κίνησης .....

Συνολ. εγκατεσ/νη ισχύς παραγωγικής διαδικασίας: ..... KW

(όπου εφαρμόζεται)

Ισχύς μεγαλύτερου κινητήρα ..... KW (εάν υπάρχει)

Ηλεκτροδότηση πίνακα ανελκυστήρα: ΝΑΙ  ΟΧΙ

Γραμ. γενικ. πίν.-Μετρητή(πλήθος x διατ. αγωγών) 5x10 mm<sup>2</sup>

Γεν. ασφάλεια ή Αυτόμ. διακόπτης ισχύος γεν. Πίνακα 35 A

Σύστ. σύνδεσης γείωσης: (Άμηση) TT  (Ουδέτση) TN  IT

ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ (Συμπληρώνεται εφόσον υπάρχει)		
ΕΙΔΟΣ	Τάση (V)	Ισχύς (KW)
Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (εφεδρική χρήση)		
Μεταγωγικός διακόπτης :	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
Φωτοβολταϊκή μονάδα		
Προστ. έναντι νησιδοποίησης :	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
Κατά .....		
Άλλος τύπος .....		
Προστασία απόςευξης :	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	

Ο δηλών ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης

(Σφραγίδα, υπογραφή)

Τόπος ΠΑΤΡΑ Ημερ/νία 30/07/2021

## 4.2.2 Πρωτόκολλο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ HD 384

### Πρωτόκολλο Ελέγχου Ηλεκτρικής Εγκατάστασης κατά ΕΛΟΤ HD 384

Σελίδα 1 από 2

<b>Πρωτόκολλο ελέγχου Νο</b> ..... με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 & την Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006, ως ισχύει		<b>Ιδιοκτήτης</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Χρήστης</b> <input checked="" type="checkbox"/> .....		<b>Αρ. παροχής:</b> ..... <b>Διεύθυνση:</b> .....									
<b>Αρχικός έλεγχος</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Επανελέγχος</b> <input type="checkbox"/>		<b>Ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης</b> ΠΑΝΑ ΝΤΑΝΙΕΛ ΠΕΤΡΟΥΤ		<b>Αριθ. άδειας/βεβ. αναγγελίας:</b> ..... <b>Κατηγορία/Ομάδα:</b> ..... <b>Ειδικότητα:</b> .....									
<b>Κατηγορία Εγκατάστασης</b> ΟΙΚΙΑ		Αιτία ελέγχου: Τροποποίηση <input type="checkbox"/> Επέκταση <input type="checkbox"/> Αλλαγή κατηγορίας <input type="checkbox"/>											
<b>Ονομαστική τάση:</b> 400 (V)		<b>Δίκτυο τροφοδοσίας:</b> TT-Σύστημα <input type="checkbox"/> TN-Σύστημα <input checked="" type="checkbox"/> IT-Σύστημα <input type="checkbox"/>											
<b>1. Οπτικός έλεγχος:</b> καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>		καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>		καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>									
1.1. Μέτρα προστασίας από ηλεκτροπληξία <input checked="" type="checkbox"/>		1.5. Όργανα διακοπής & απομόνωσης <input checked="" type="checkbox"/>		1.9. Κύρια & συμπληρ. ισοδυναμικές συνδέσεις <input checked="" type="checkbox"/>									
1.2. Μέτρα προστασίας από πυρκαγιά <input checked="" type="checkbox"/>		1.6. Επιλογή υλικού βάσει εξωτερικών επιδράσεων <input checked="" type="checkbox"/>		1.10. Σχέδια, διαγράμματα, πινακίδα δοκιμής RCD <input checked="" type="checkbox"/>									
1.3. Επιλογή διατομών αγωγών <input checked="" type="checkbox"/>		1.7. Αναγνώριση αγωγών N & PE <input checked="" type="checkbox"/>		1.11. Επάρκεια συνδέσεων αγωγών <input checked="" type="checkbox"/>									
1.4. Επιλογή & ρύθμιση των διατάξεων προστασίας <input checked="" type="checkbox"/>		1.8. Δυνατότητα αναγνώρισης κυκλωμάτων <input checked="" type="checkbox"/>		1.12. Δυνατότητα πρόσβασης & χειρισμών <input checked="" type="checkbox"/>									
<b>Παρατηρήσεις:</b> .....													
<b>2. Δοκιμές:</b> καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>		καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>		καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>									
2.1. Έλεγχοι, δοκιμές πολικότητας <input checked="" type="checkbox"/>		2.3. Κατεύθυνση φοράς των 3φ κυκλήρων <input type="checkbox"/>		2.5. Δοκιμές λειτουργίας <input checked="" type="checkbox"/>									
2.2. Δοκιμές λειτουργίας διατάξεων διαφορικού ρεύματος <input checked="" type="checkbox"/>		2.4. Κατεύθυνση πείδου φοράς 3φ πριζών <input type="checkbox"/>		2.6. Δοκιμές διακοπής & απομόνωσης <input checked="" type="checkbox"/>									
<b>Παρατηρήσεις:</b> .....													
<b>3. Μετρήσεις:</b> καλά <input checked="" type="checkbox"/> όχι <input type="checkbox"/>		<b>Παρατηρήσεις:</b> .....											
3.1. Συνέχεια αγωγών προστασίας & συνδέσεις κύριας και συμπληρ. ισοδυναμικής συνδ. <input checked="" type="checkbox"/>		3.5. Αντίσταση γείωσης ... Ω Είδος γείωσης: θεμελιακή <input checked="" type="checkbox"/> ράβδος ηλεκτρόδιο <input type="checkbox"/> (άλλο) ..... <input type="checkbox"/>											
<b>Παρατηρήσεις:</b> .....													
Αρ. Ηλεκτρικού Κυκλώματος	Χώρος /Τμήμα εγκατάστασης, Χρήση	Γραμμή τροφοδοσίας/ καλώδιο		3.2 Αντίσταση μόνωσης R <sub>ω</sub> (MΩ)		Διάταξη προστασίας από υπερένταση		3.3 Διάταξη διαφορικού ρεύματος (RCD)			3.4 Βρόγχος σφάλμ.	Απόκλιση	
		Τύπος καλωδίου	Αριθ. Δοκιμών	Διασπ. σφάλμ. (mm <sup>2</sup> )	Με κατανομιές	Χωρίς κατανομιές	Είδος/ Χαρακτηριστική	I <sub>n</sub> (A)	Ονομαστικό ρεύμα I <sub>n</sub> (A) & τύπος	I <sub>Δ</sub> (mA)	I <sub>Δmax</sub> (mA)		U <sub>Δmax</sub> (V)
-	(ΙΣΟΓΕΙΟ)												
1	ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΟΧΗΣ	HO7V-R	5	10			NEOZED	35	40A F	30			
2	ΓΡΑΜΜΗ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	HO7V-U	3	6			MCB B	25					
3	ΓΡΑΜΜΗ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ	HO7V-U	3	4			MCB B	20					
4	ΓΡΑΜΜΗ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ ΡΟΥΧΩΝ	HO7V-U	3	2,5			MCB B	16					
5	ΓΡΑΜΜΗ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ ΠΙΑΤΩΝ	HO7V-U	3	2,5			MCB B	16					
6	ΓΡΑΜΜΗ ΨΥΓΕΙΟΥ	HO7V-U	3	2,5			MCB B	16					
7	ΓΡΑΜΜΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑ	HO7V-U	3	2,5			MCB B	16					
8	ΓΡΑΜΜΗ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ 1	HO7V-U	3	2,5			MCB B	16					
Χρησιμοποιηθέντα όργανα μετρήσεων		Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός		Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός					
<b>Αποτελέσματα:</b> Δεν διαπιστώθηκαν ελλείψεις /σφάλματα <input type="checkbox"/> Διαπιστώθηκαν ελλείψεις/ σφάλματα <input type="checkbox"/>		Ημερομηνία επικάλυψης επικέτας ελέγχου στον κεντρικό πίνακα διανομής 30/07/2021					<b>Επόμενος επανελέγχος έως</b> 30/07/2035						
Η ηλεκτρική εγκατάσταση αυτή, κατά τον χρόνο ελέγχου, ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 & της Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006, ως ισχύει <b>ναι</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>όχι</b> <input type="checkbox"/>													
Ο ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης						Ο παραλαμβάνων το πρωτόκολλο ελέγχου ιδιοκτήτης ή χρήστης							
(Σφραγίδα, Υπογραφή)						(Όνομα, Υπογραφή)							
Τόπος ΠΑΤΡΑ Ημερ/νία 30/07/2021						Τόπος ΠΑΤΡΑ Ημερ/νία 30/07/2021							



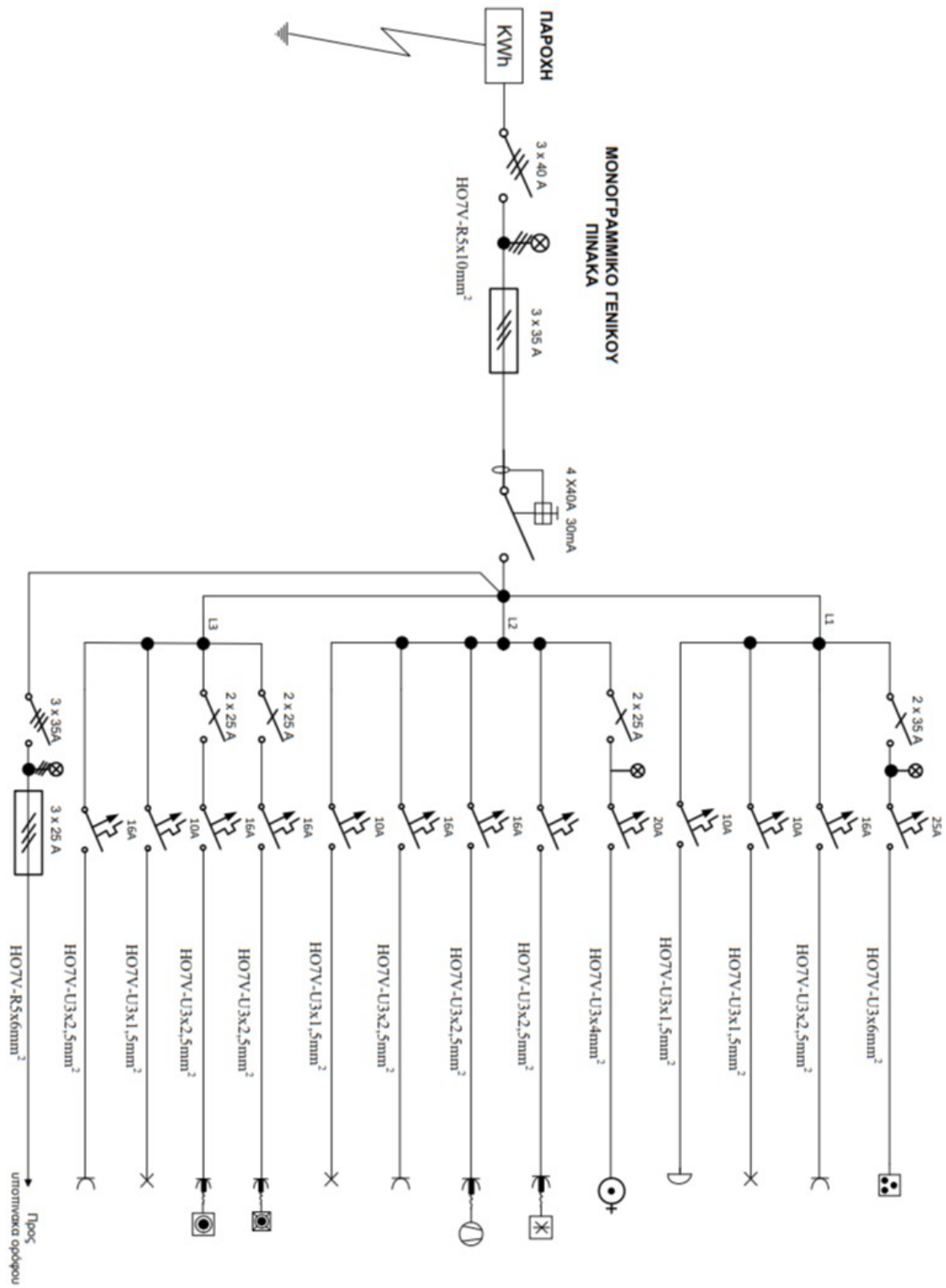




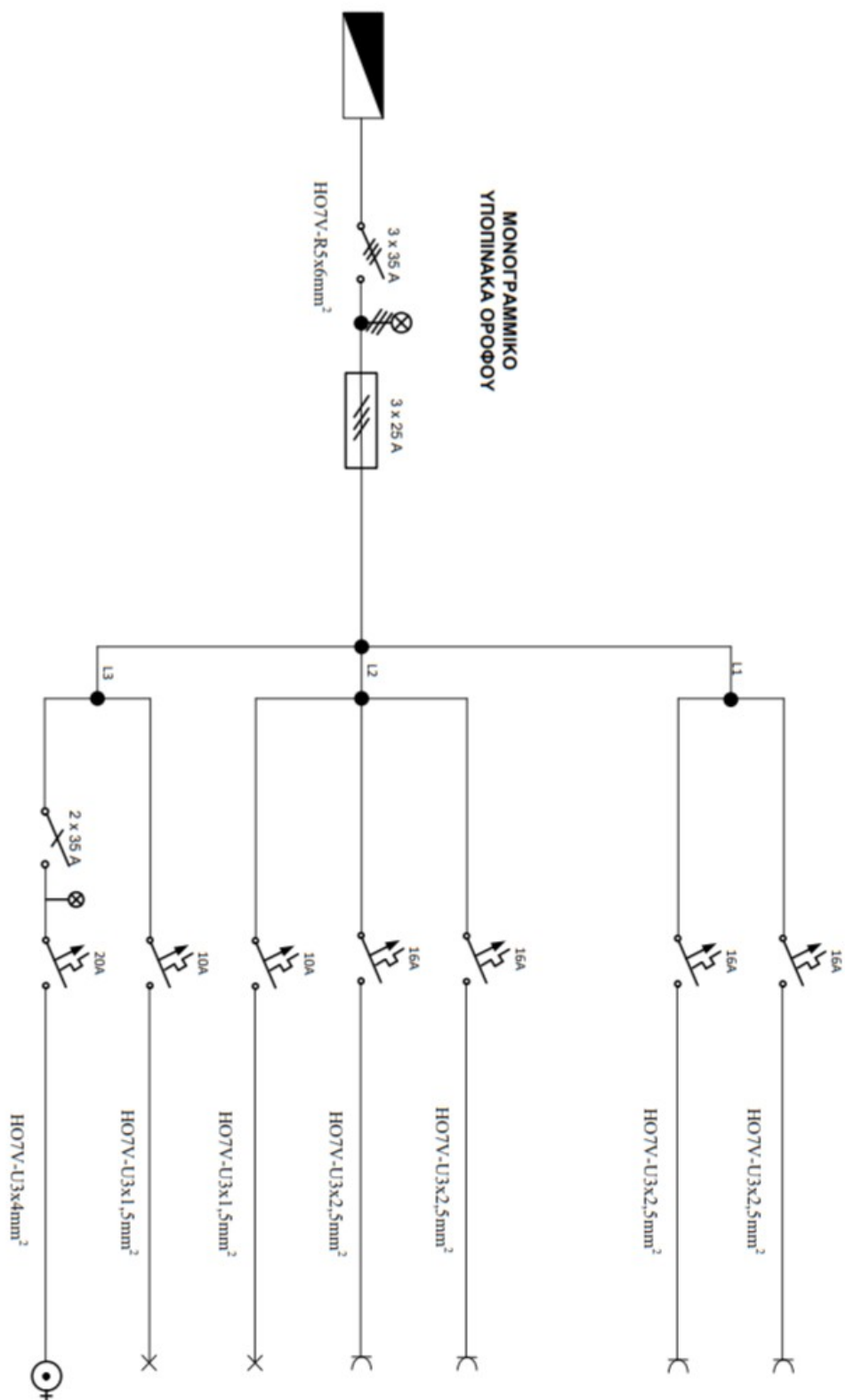


## 4.2.4 Μονογραμμικά σχέδια

### 4.2.4.1 Μονογραμμικό γενικού πινάκα

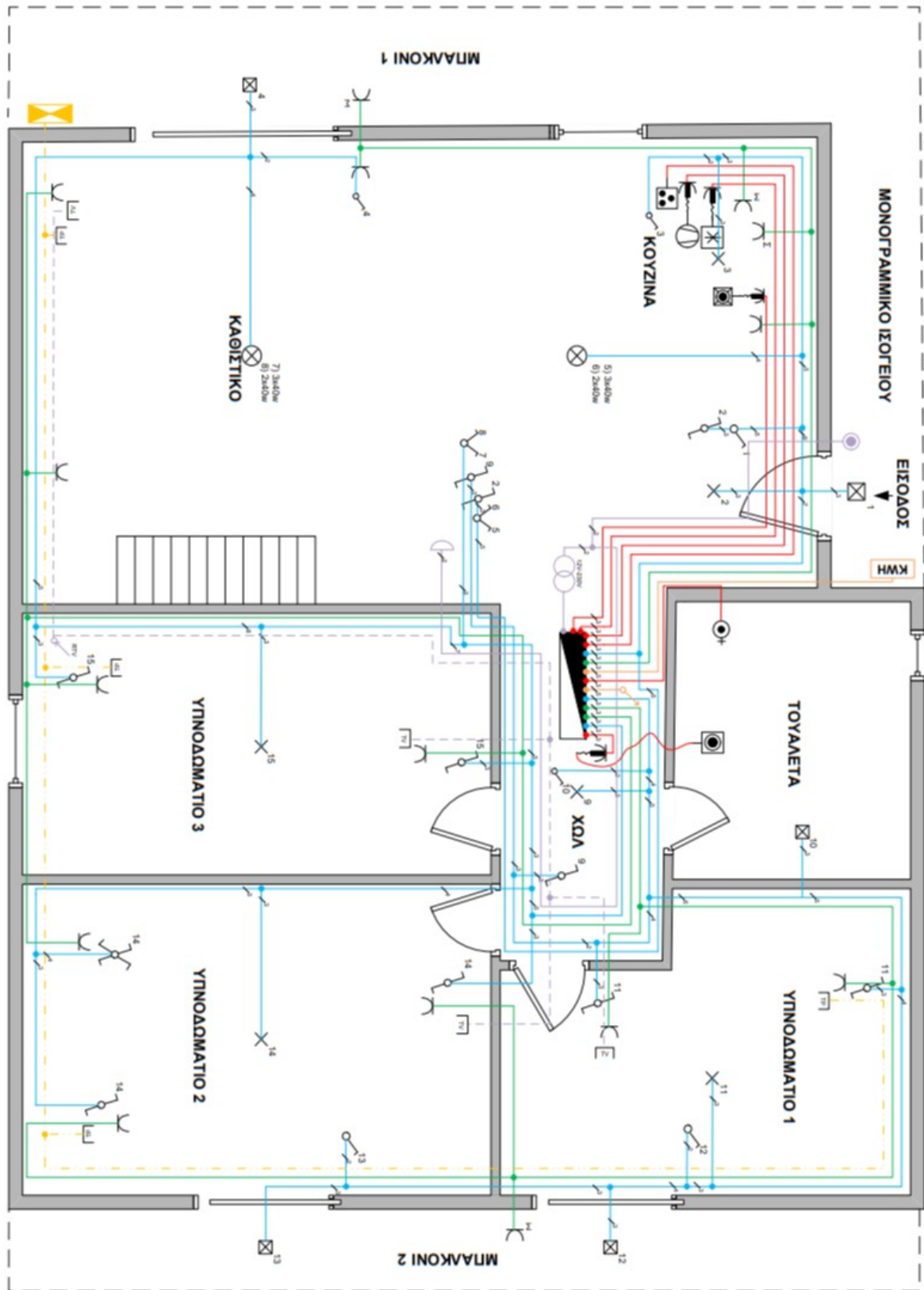


#### 4.2.4.2 Μονογραμμικό υποπινάκα ορόφου

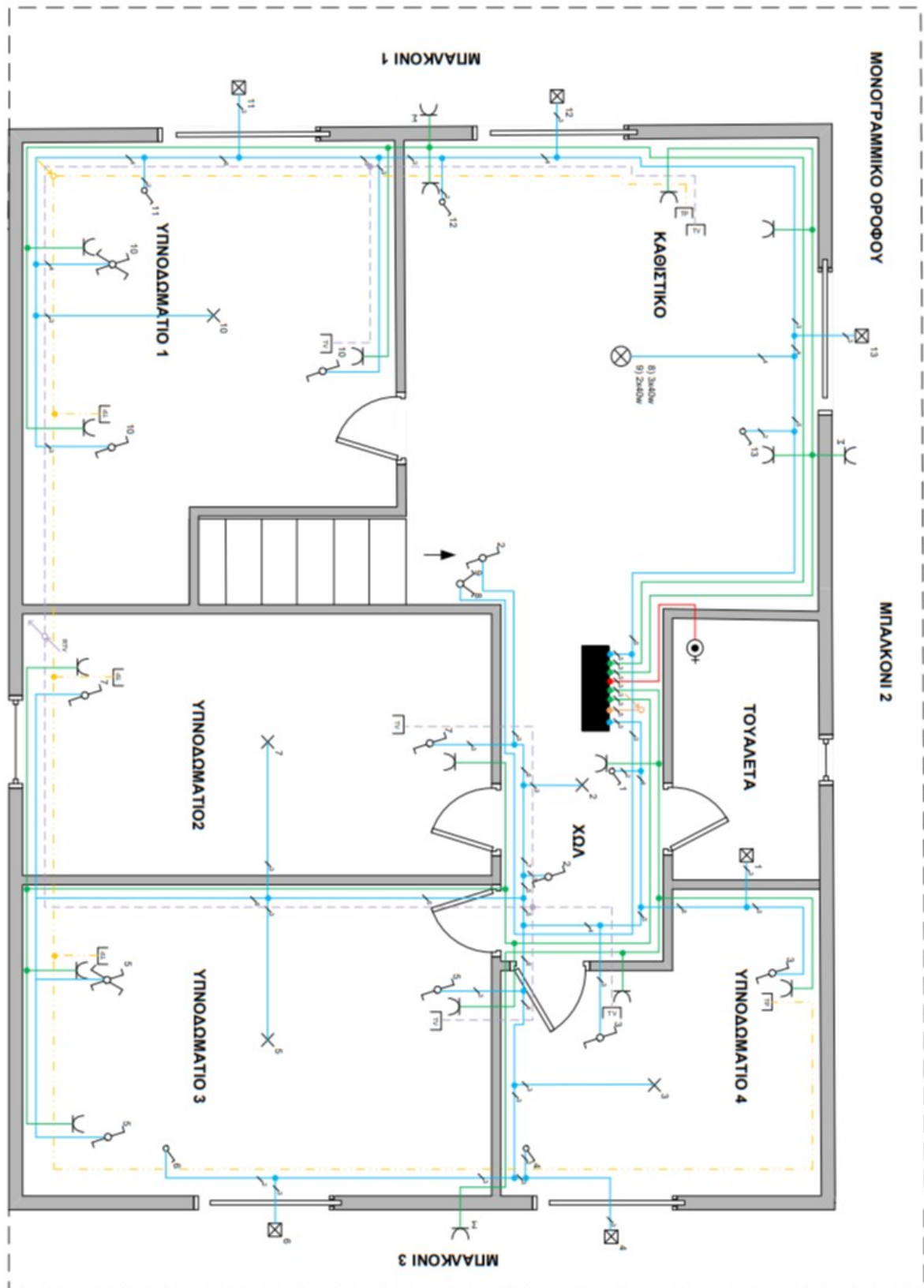




### 4.2.4.3 Μονογραμμικό ισογείου



#### 4.2.4.4 Μονογραμμικό ορόφου



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ HD 384
2. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών , Πέτρος Ντοκόπουλος , εκδόσεις ΖΗΤΗ
3. Τεχνικό σχέδιο για ηλεκτρολόγους & μηχανικούς , Παναγής Βοβός & Ευάγγελος Τοπάλης , εκδόσεις ΖΗΤΗ
4. Ενότητα 6 η. «Ηλεκτροτεχνία Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», Τμήμα Μηχανολόγων Π.Θ., Γ. Περαντζάκης
5. [http://michanikos365.blogspot.com/2019/10/blog-post\\_60.html](http://michanikos365.blogspot.com/2019/10/blog-post_60.html)
6. Σχεδιασμός και μελέτη εφαρμογής ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων βιομηχανίας παράγωγης ειδών ζαχαροπλαστικής , Μάριος Αγαπακης , διπλωματική εργασία πανεπιστήμιο Θεσσαλίας τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών
7. Ηλεκτρολογική μελέτη διώροφης κατοικίας με υπόγειο , Πισσαρης Χρηστός , Πτυχιακή εργασία τει δυτικής Ελλάδας σχόλη τεχνολογικών εφαρμογών τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών ΤΕ
8. Ολοκληρωμένη μελέτη και σχεδίαση ηλεκτρικής εγκατάστασης αυτόνομης ηλεκτροδότησης οικίας με χρήση ΑΠΕ , Λέκκας Χρήστος , διπλωματική εργασία Πολυτεχνείο Κρήτης σχόλη ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών