



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

“ΠΛΗΡΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ”

Επιβλέπων Καθηγητής: Καμινάρης Σταύρος
Σπουδαστής: Παρθενόπουλος Γεώργιος ΑΜ: 32775

ΑΙΓΑΛΕΩ

Απρίλιος – 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	ii
Περιεχόμενα	iii
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο “Η ΓΕΙΩΣΗ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ 1000V”	1
1.1 Γενικά περί γειώσεων	1
1.1.1 Μέθοδοι προστασίας στις συνήθεις κτιριακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις	2
1.1.2 Πρακτικές μέθοδοι ελέγχου της γείωσης	6
1.1.3 Γείωση υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ εσωτερικού χώρου	7
1.1.3.1 Γείωση ουδέτερου κόμβου	7
1.1.3.2 Γείωση μεταλλικών τμημάτων χαμηλής τάσης	9
1.1.3.3 Γείωση μεταλλικών τμημάτων υψηλής τάσης	10
1.2 Γενικοί πίνακες και υποπίνακες χαμηλής τάσης	10
1.2.1 Γενικός πίνακας και υποπίνακες σε εγκαταστάσεις φωτισμού	10
1.3 Τύποι παροχής μέσης τάσης της ΔΕΗ και υποσταθμοί μέσης τάσης των πελατών της ΔΕΗ	11
1.3.1 Διακόπτες και ασφάλειες	11
1.3.2 Πίνακες μέσης τάσης του δικτύου της ΔΕΗ και των καταναλωτών	13
1.3.2.1 Πίνακες του δικτύου μέσης τάσης της ΔΕΗ	13
1.3.2.2 Τύποι παροχής μέσης τάσης και υποσταθμοί καταναλωτών	15
2^ο Κεφάλαιο “Η ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ 3ΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ”	19
2.1 Γενικά	19
2.1.1 Υπολογισμός της ολικής σύνθετης αντίστασης ανά φάση	22
2.1.2 Υπολογισμός εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης	24
2.1.3 Υπολογισμός του κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης	24
2.1.4 Υπολογισμός του ρεύματος διακοπής (I _a) και της ισχύος διακοπής (P _a)	24
3^ο Κεφάλαιο “ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ”	25
3.1 Υπολογισμός των ζυγών	25
3.2 Επιλογή του εξοπλισμού μέσης τάσης και αποστάσεις μόνωσης σε πίνακες υποσταθμών μέσης τάσης	30
3.2.1 Η επιλογή των διακοπών	30
3.2.2 Η επιλογή των ασφαλειών	30
3.2.3 Οι αποστάσεις μόνωσης και προστασίας	31
3.3 Υπολογισμός του υποσταθμού μέσης τάσης	32
3.3.1 Η επιλογή του μετασχηματιστή	32
3.3.2 Παραλληλισμός μετασχηματιστών	33
3.3.3 Υπολογισμός γενικού πίνακα χαμηλής τάσης	33
4^ο Κεφάλαιο “ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ΕΝΕ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ”	36
4.1 Υπολογισμός της διατομής αγωγών για ένα φορτίο	36
4.2 Υπολογισμός της διατομής αγωγών παροχής πολλών φορτίων με τη βοήθεια της πτώσης τάσης	38
5^ο Κεφάλαιο “ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟ”	41
5.1 Γενική περιγραφή στρατοπέδου	41
5.2 Υπολογισμός διατομής αγωγών	42
5.3 Υπολογισμός υποσταθμού	51
5.4 Κτίριο ηλεκτρικού υποσταθμού	53
6^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟΥ”	54
6.1 Υπολογισμός πινάκων στο κτίριο του διοικητηρίου	54
6.1.1 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του γενικού πίνακα κτιρίου	54

6.1.2	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα λεβητοστασίου.....	55
6.1.3	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού υπογείου.....	56
6.1.4	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού ισογείου.....	57
6.1.5	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Α ορόφου.....	58
6.1.6	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Β ορόφου.....	59
6.1.7	Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Γ ορόφου.....	60
6.2	Μελέτη γραμμών πίνακα -εύρεση απορροφούμενης ισχύς.....	61
Βιβλιογραφία.....		70
Παράρτημα 1.....		1
Παράρτημα 2.....		2

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι, να γίνει μια μελέτη των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων ενός στρατοπέδου. Στη μελέτη αυτή εφαρμόστηκε το γενικό πλαίσιο μελετών που ισχύει αλλά επιπλέον τηρήθηκαν οι ειδικοί κανόνες που διέπουν τις στρατιωτικές εγκαταστάσεις.

Είναι αναμφισβήτητο γεγονός ότι η ηλεκτρολογική μελέτη αποτελεί την απαρχή για κάθε ηλεκτρολογική εγκατάσταση. Η μελέτη αυτή πρέπει να είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη με απώτερο στόχο το καλύτερο έργο, λαμβάνοντας υπόψη και τις οικονομικές συνιστώσες που σε κάθε εποχή υποδεικνύουν το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η εργασία αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στο θεωρητικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο για την εκπόνηση της μελέτης και την επιστημονική τεκμηρίωση της. Το δεύτερο μέρος της ηλεκτρολογικής μελέτης αποτελείται από το υπολογιστικό τμήμα.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“Η ΓΕΙΩΣΗ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ ΜΕΧΡΙ 1000V AC”

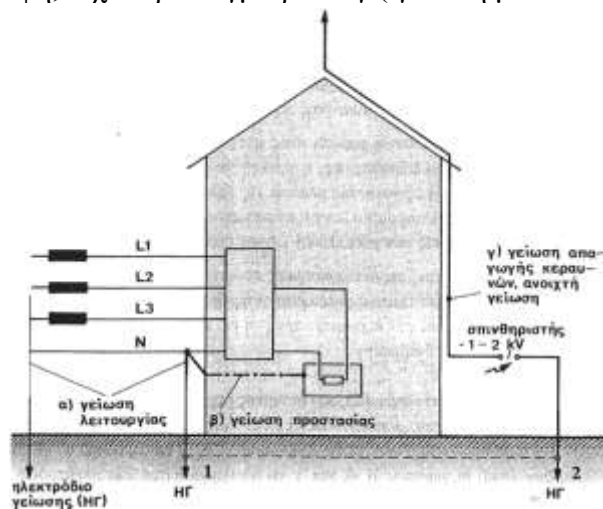
1.1 Γενικά περί γειώσεων

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

Εγκατάσταση γείωσης είναι ένα ή περισσότερα συνδεδεμένα ηλεκτρόδια γείωσης. Η γείωση μπορεί να είναι συνεχής ή να διακόπτεται παρεμβάλλοντας ένα διάκενο σπινθηριστή, οπότε μιλάμε για ανοιχτή γείωση. Η τελευταία συνιστάται, όχι όμως κατά κανόνα, σε εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων.

Στις συνήθεις κτιριακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις διακρίνει κανείς δύο ξεχωριστές γειώσεις : τη γείωση λειτουργίας και τη γείωση προστασίας (ή γείωση μεταλλικών). Όταν υπάρχει προστασία από τους κεραυνούς, τότε υπάρχει ιδιαίτερη γείωση για το αλεξικέραυνο. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση εφεδρικής ρευματοδότησης μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, καθώς και όταν γενικά απαιτείται γείωση, που δε σχετίζεται με τη γείωση μεταλλικών της ηλεκτρικής εγκατάστασης (γείωση αντιστατικού δαπέδου χειρουργείων, γείωση ηλεκτρονόμου διαφυγής έντασης).

Η διαφορά μεταξύ γείωσης λειτουργίας και γείωσης προστασίας φαίνεται στα παραδείγματα του σχήματος 1.1-1. Η γείωση λειτουργίας είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του κυκλώματος, π.χ. παράδειγμα α και γ (γείωση του κόμβου του μετασχηματιστή), ενώ η γείωση προστασίας (ή γείωση μεταλλικών) αποσκοπεί στην προστασία του ανθρώπου από διαρροή ρεύματος προς το μεταλλικό περίβλημα μιας ηλεκτρικής συσκευής, με το οποίο έρχεται αυτός σε επαφή, π.χ. παράδειγμα β και γ (γείωση μεταλλικών του μετασχηματιστή).



Σχήμα 1.1-1: Παράδειγμα γείωσης λειτουργίας και γείωσης προστασίας (ή γείωσης μεταλλικών)

1.1.1 Μέθοδοι προστασίας στις συνήθεις κτιριακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις

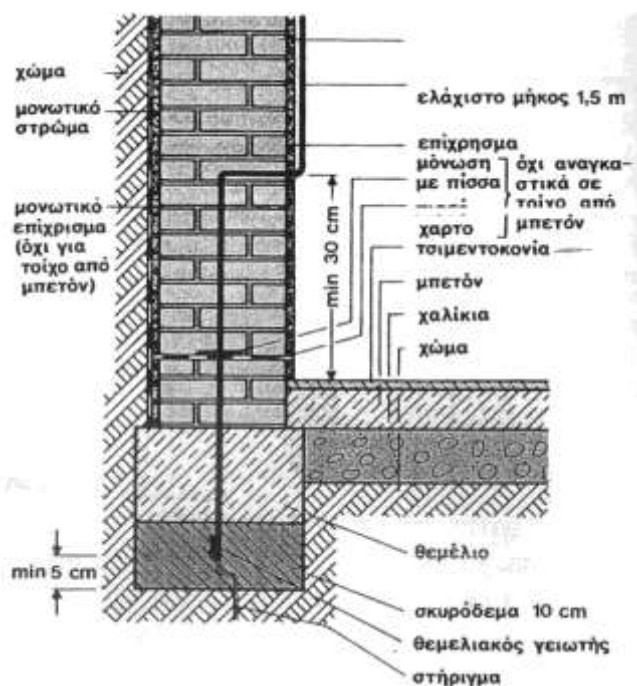
Η γείωση προστασίας σε κτιριακές εγκαταστάσεις γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους:

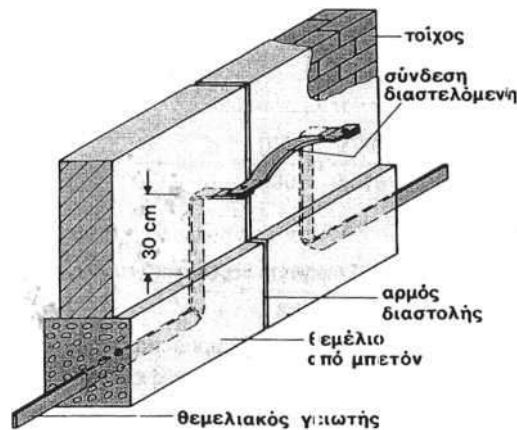
- Με ηλεκτρόδιο γείωσης (άμεση γείωση)
- Με ουδετέρωση (γείωση στον ουδέτερο του δικτύου όταν ο ουδέτερος του δικτύου είναι γειωμένος).
- Με ηλεκτρονόμο διαφυγής.

Η γείωση στους σωλήνες νερού είναι επίσης ένα είδος γείωσης με ηλεκτρόδιο. Θα πρέπει ωστόσο να αποφεύγεται, τόσο για τα γαλβανικά φαινόμενα, που προκαλεί στους σωλήνες ύδρευσης, όσο και για το λόγο χρησιμοποίησης πλαστικών σωλήνων στο δίκτυο ύδρευσης. Σε περίπτωση όμως που γίνεται εφαρμογή της θα πρέπει η σύνδεση να γίνεται μετά το μετρητή νερού.

Η θεμελιακή γείωση καθίσταται υποχρεωτική σε όλες τις νεοαναγειρόμενες εκ θεμελίων οικοδομές. Σκοπός της κατασκευής της γείωσης είναι η προστασία των ανθρώπων από ηλεκτροπληξία εξ' επαφής.

Η θεμελιακή γείωση εφαρμόζεται ως βασική γείωση προστασίας και λειτουργίας. 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. Τιμές των 2Ω ή μικρότερες δεν είναι σπάνιες, ενώ σε συνήθεις πασσαλογειωτές έχουμε περί τα 30Ω .

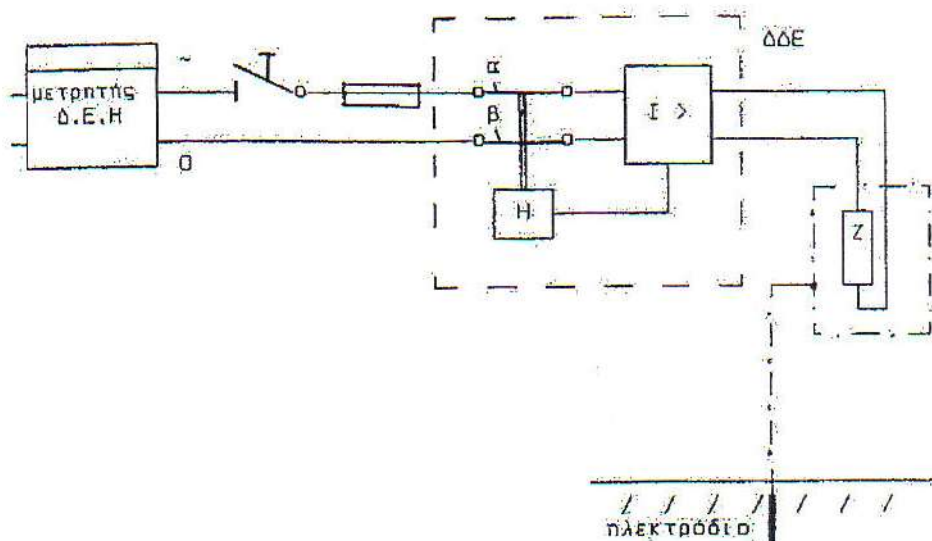




Σχήμα 1.1.1-1: Λεπτομέρειες θεμελιακής γείωσης

Η προστασία με διακόπτες διαφυγής (τάσης έντασης) επιτυγχάνεται γενικά με άμεση απόζευξη της εγκατάστασης (ή μέρους της, που προστατεύεται από το διακόπτη διαφυγής), σε τιμή της τάσης επαφής μικρότερη από 50V.

Οι διπολικοί χρησιμοποιούνται σε μονοφασικές παροχές τάσης και προκαλούν ζεύξη-απόζευξη τόσο στη φάση, όσο και στον ουδέτερο. Οι τετραπολικοί έχουν εφαρμογή σε τριφασικές παροχές (ζεύξη-απόζευξη των τριών φάσεων και του ουδέτερου). Στο σχήμα 1.1.1-2 δίνεται απλοποιημένα η μέθοδος σύνδεσης του διπολικού διακόπτη διαφυγής έντασης. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση ουδετέρωσης, η γείωση του ουδέτερου γίνεται πριν το διακόπτη διαφυγής έντασης (π.χ στο κιβώτιο παροχής τάσης που τοποθετεί η Δ.Ε.Η σε μια κατοικία).



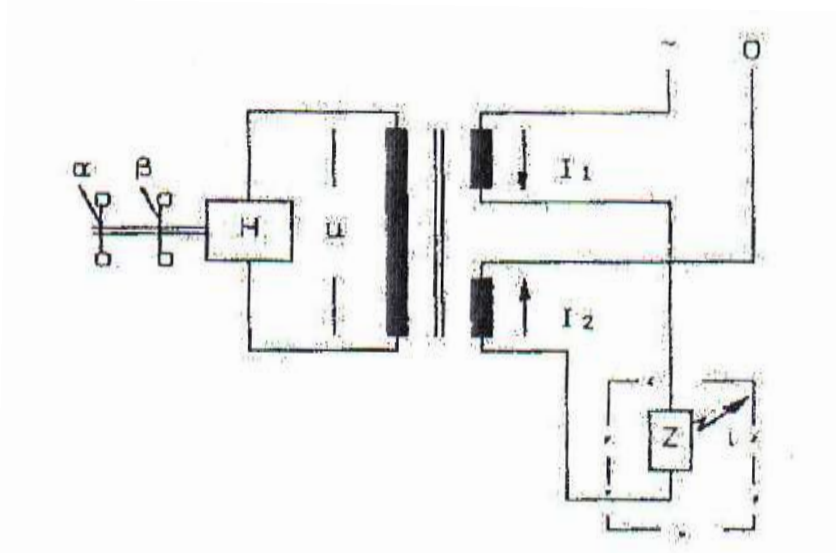
Σχήμα 1.1.1-2: Σύνδεση του διακόπτη διαφυγής έντασης σε περίπτωση που η εγκατάσταση έχει ηλεκτρόδιο γείωσης (ή όταν η γείωση έχει γίνει στο δίκτυο ύδρευσης).

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα ο διακόπτης διαφυγής ρεύματος έχει ένα στοιχείο υπερέντασης ($I>$). Το στοιχείο αυτό προκαλεί, σε περίπτωση διαρροής ρεύματος της τάξης των 30mA, τη διέγερση ενός ηλεκτρομαγνήτη (H), που ανοίγει κατά την έλξη του σιδηροπυρήνα του τις επαφές α και β, με αποτέλεσμα τη διακοπή της τάσης προς την εγκατάσταση (φορτίο Z).

Ο παραπάνω ηλεκτρομαγνήτης είναι ένα είδος ηλεκτρονόμου. Το στοιχείο υπερέντασης βασίζει τη λειτουργία του στη διαφορετική τιμή του ρεύματος στον αγωγό φάσης ως προς εκείνη στον αγωγό ουδετέρου κατά την εκδήλωση της διαρροής. Πρόκειται για ένα μετασχηματιστή (σχήμα 1.1.1-3), όπου η διαφορά:

$$\Delta I = I_1 - I_2 \quad (1.1.1-1)$$

Από το ρεύμα διαρροής i προς το μεταλλικό περίβλημα μιας συσκευής, παράγει μια τάση θ στο δευτερεύον του μετασχηματιστή, λόγω της οποίας τίθεται αυτομάτως σε λειτουργία ο ηλεκτρονόμος H, με αποτέλεσμα να ανοίξουν οι επαφές α και β.



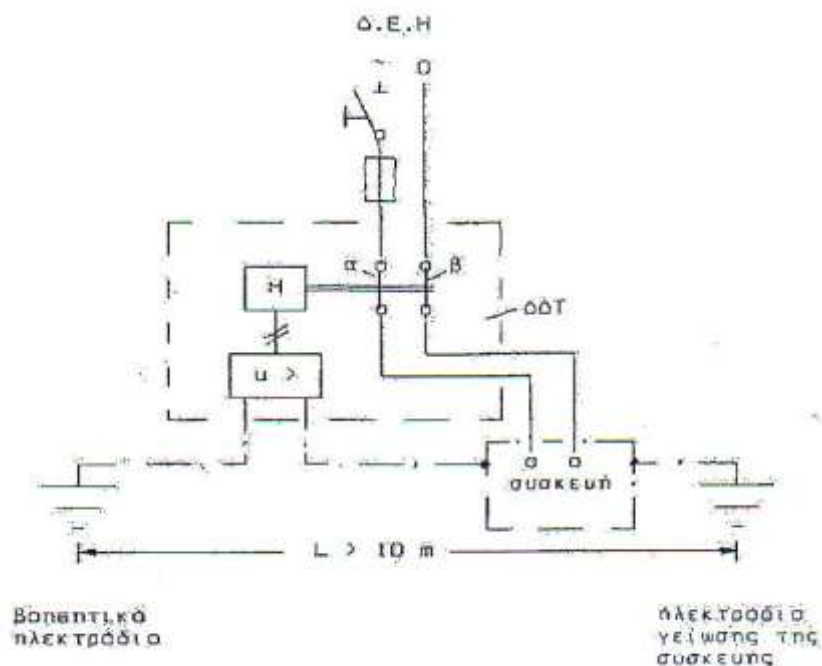
Σχήμα 1.1.1-3: Επεξήγηση της λειτουργίας του στοιχείου υπερέντασης του διακόπτη διαφυγής έντασης

Ο διακόπτης διαφυγής τάσης περιλαμβάνει ένα στοιχείο υπερέντασης (πηνίο) και έναν ηλεκτρονόμο (ηλεκτρομαγνήτης όπως και στην περίπτωση του διακόπτη διαφυγής έντασης),

που διακόπτει το κύκλωμα σε περίπτωση υπέρτασης (σχήμα 1.1.1-4). Για τη λειτουργία του διακόπτη διαφυγής τάσης χρειάζεται, εκτός από τη γείωση μεταλλικών, ένα βοηθητικό ηλεκτρόδιο. Ο αγωγός προς το βοηθητικό ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι μονωμένος μέχρι το ηλεκτρόδιο αυτό, ώστε να μη βραχυκυκλώνεται το πηνίο υπέρτασης. Η διατομή του παραπάνω αγωγού είναι τουλάχιστον $2,5\text{mm}^2$.

Για τους ίδιους λόγους είναι επίσης μονωμένος και ο αγωγός γείωσης του ηλεκτροδίου της γείωσης μεταλλικών. Ο διακόπτης διαφυγής τάσης πρέπει να λειτουργεί για τάση στο στοιχείο υπέρτασης (διαφορά δυναμικού μεταξύ των γειώσεων) μικρότερη από 50V. Ως βοηθητικό ηλεκτρόδιο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται το δίκτυο ύδρευσης, εκτός εάν είναι απολύτως βέβαιο ότι δε βραχυκυκλώνεται το πηνίο υπέρτασης από γειώσεις μεταλλικών προς το δίκτυο ύδρευσης. Ως βοηθητικό ηλεκτρόδιο μπορεί να χρησιμοποιείται μια μεταλλική ράβδος ηλεκτροδίων γείωσης, εμπορίου (π.χ. $12,5\text{mm}^2$ και μήκους 1,5m) ή ισοδύναμο ηλεκτρόδιο από γαλβανισμένο σωλήνα. Όταν στο διακόπτη διαφυγής τάσης συνδέονται πολλές συσκευές, μια εκ των οποίων είναι συνδεδεμένη με τη γείωση προστασίας, τότε η διατομή κάθε αγωγού προστασίας πρέπει να είναι τουλάχιστον η μισή από τη διατομή του αγωγού φάσης της μεγαλύτερης σε ισχύ προστατευόμενης συσκευής.

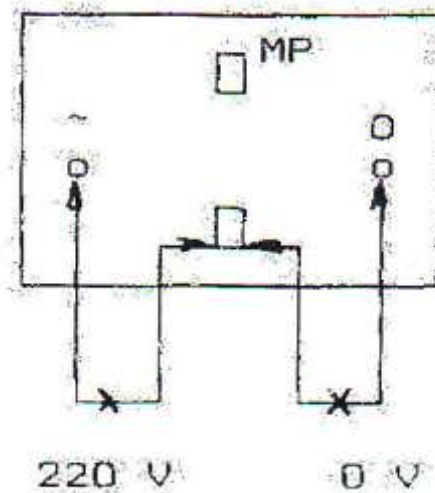
Η συνύπαρξη της άμεσης γείωσης με την ουδετέρωση σε μια εγκατάσταση απαγορεύεται. Η χρήση διακόπτη διαφυγής, όταν υπάρχει άμεση γείωση, είναι γενικά επιτρεπτή. Στην περίπτωση της ουδετέρωσης, όπου ο αγωγός γείωσης της εγκατάστασης συνδέεται με τον ουδέτερο του δικτύου, τοποθετείται διακόπτης διαφυγής έντασης. Η χρησιμοποίηση του διακόπτη διαφυγής τάσης προϋποθέτει ηλεκτρόδιο γείωσης των μεταλλικών μερών



Σχήμα 1.1.1-4: Σύνδεση του διακόπτη διαφυγής τάσης (ΔΔΤ)

1.1.2 Πρακτικές μέθοδοι ελέγχου της γείωσης

Η μέτρηση της αντίστασης γείωσης γίνεται πρακτικά με δύο μεθόδους: η μέθοδος του βολτόμετρου (ή του λαμπτήρα) κατά το σχήμα 1.1.2-1 και η μέθοδος του ουδέτερου (σχήμα 1.1.2-2). Οι πρακτικές αυτές μετρήσεις, που δε μπορούν βέβαια να υποκαταστήσουν τις μετρήσεις της αντίστασης γείωσης, είναι ένα κριτήριο ύπαρξης της γείωσης.

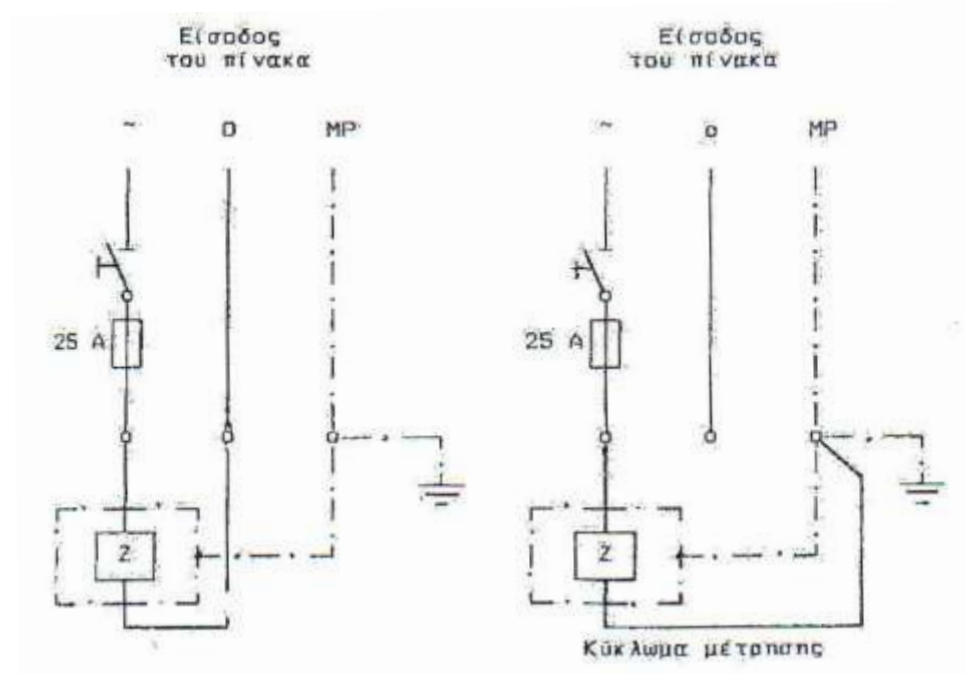


Σχήμα 1.1.2-1: Έλεγχος της γείωσης σε ένα ρευματοδότη, με σύγκριση της τάσης μεταξύ φάσης και ουδέτερου, ως προς εκείνη μεταξύ φάσης και γης.

Η μέθοδος του βολτομέτρου (ή λαμπτήρα) γίνεται σε ένα ρευματοδότη της εγκατάστασης. Η μέτρηση βασίζεται στην προϋπόθεση ότι ο ουδέτερος και η γείωση του δικτύου συνδέονται μεταξύ τους. Έτσι η τάση μεταξύ φάσης και ουδέτερου σε ένα ρευματοδότη έχει την ίδια τιμή με εκείνη μεταξύ φάσης και γείωσης, ενώ η τάση μεταξύ ουδέτερου και γης έχει μηδενική τιμή. Η μέτρηση γίνεται με ένα βολτόμετρο. Όταν αντί του βολτόμετρου χρησιμοποιείται ένας λαμπτήρας των 220V, η φωτεινότητα του λαμπτήρα πρέπει να είναι η ίδια κατά τη σύνδεσή του μεταξύ φάσης και γης, ως προς εκείνη μεταξύ φάσης και ουδέτερου. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμόζεται σε προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης.

Η μέθοδος του ουδέτερου πραγματοποιείται στον πίνακα. Βασίζεται στον έλεγχο της εγκατάστασης, όταν αφαιρεθεί ο αγωγός ουδέτερου από τον ακροδέκτη του στον πίνακα και συνδεθεί στον ακροδέκτη του αγωγού της γείωσης. Πρόκειται ουσιαστικά για μια ένδειξη ύπαρξης της γείωσης. Στο σχήμα 1.1.3-2 δίνεται απλοποιημένα η διαδικασία που ακολουθείται σε ένα πίνακα, του οποίου η γενική ασφάλεια είναι 25A.

Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό, αφαιρείται ο αγωγός ουδέτερου της όλης εγκατάστασης από το σημείο σύνδεσής του στον πίνακα και συνδέεται στον ακροδέκτη του αγωγού γείωσης του πίνακα. Στη συνέχεια κλείνει κανείς το διακόπτη. Η λειτουργία του κυκλώματος σημαίνει ότι υπάρχει γείωση.



Σχήμα 1.1.2-2: Πρακτική μέθοδος ελέγχου της γείωσης Z: φορτίο της αναχώρησης.

1.1.3 Γείωση υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ εσωτερικού χώρου

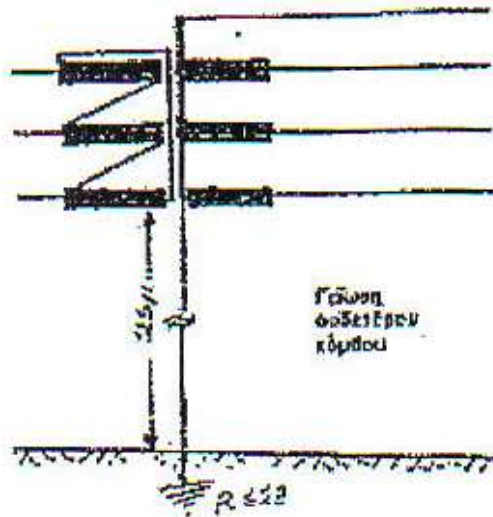
Κατά την κατασκευή υποσταθμού (Μέσης τάσης – χαμηλής τάσης) πρέπει να κατασκευάζονται οι παρακάτω γειώσεις:

1.1.3.1 Γείωση ουδέτερου κόμβου

Γειώνουμε πάντοτε τον ουδέτερο κόμβο στην έξοδο του μετασχηματιστή υποβιβασμού της τάσης. Αυτή η γείωση, είναι γείωση λειτουργίας και ταυτόχρονα συντελεί στη λειτουργία της γείωσης, προστασίας πρέπει να γίνεται με τους παρακάτω περιορισμούς:

- Ο αγωγός γείωσης από τον ουδέτερο μέχρι το ηλεκτρόδιο γείωσης, θα είναι υποχρεωτικά μονωμένος, και η μόνωσή του θα είναι κατάλληλη να αντέχει μέσα στο έδαφος όπου τοποθετείται το μεγαλύτερο μήκος του.

- Το πλησιέστερο στο μετασχηματιστή ηλεκτρόδιο γείωσης του κόμβου πρέπει να απέχει το λιγότερο 25m (σχήμα 1.1.4.1-1) από το μετασχηματιστή. Η ίδια απόσταση πρέπει να τηρείται ανάμεσα στη γείωση του ουδετέρου και τη γείωση των μεταλλικών τμημάτων της εγκατάστασης. Τα γειωμένα μεταλλικά τμήματα πρέπει να απέχουν 25m από τη γείωση του ουδετέρου, ώστε να μην υπάρχει αλληλεπίδραση ηλεκτρικών πεδίων.
- Ο αγωγός γείωσης του ουδετέρου κόμβου, πρέπει να έχει διατομή ανάλογη με τους ενεργούς αγωγούς, και ποτέ μικρότερη από 13km². Ο παρακάτω πίνακας δίνει τη μικρότερη διατομή του αγωγού γείωσης του ουδετέρου κόμβου σε σχέση με την ισχύ του μετασχηματιστή.
- Η αντίσταση γείωσης του ουδετέρου κόμβου, πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο μικρή και να μην ξεπερνάει σε καμιά περίπτωση τα 2Ω.



Σχήμα 1.1.3.1-1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΟΥ ΓΕΙΩΣΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΚΟΜΒΟΥ

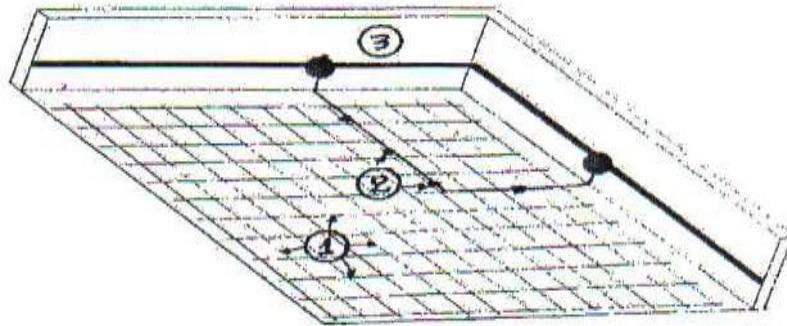
Ισχύς Μ/Σ σε ΚVA	Διατομή αγωγού γείωσης κόμβου σε km ²
100	35
160	35
240	35
320	50
400	50
630	70
800	70
1000	95
1600	120

Πίνακας 1.1.3.1-1

1.1.3.2 Γείωση μεταλλικών τμημάτων χαμηλής τάσης

Για τη γείωση των μεταλλικών τμημάτων χαμηλής τάσης μετασχηματιστή έχουμε τους παρακάτω περιορισμούς:

- Στη γείωση πρέπει να συνδέονται όλα τα μεταλλικά τμήματα του υποσταθμού (ικριώματα, μετασχηματιστής, πίνακες, σχάρες, πλαίσια θυρών κ.λπ.).
- Το ηλεκτρόδιο γείωσης πρέπει να απέχει περισσότερο από 25m τόσο από το ηλεκτρόδιο γείωσης του ουδέτερου κόμβου, όσο και το ηλεκτρόδιο γείωσης των μεταλλικών τμημάτων που βρίσκονται στην πλευρά υψηλής τάσης.



Σχήμα 1.1.3.2-1: Γείωση δαπέδου Υ/Σ

- 1: Πλέγμα δαπέδου
- 2: Σύνδεση πλέγματος
- 3: Περιφερειακή λάμα

- Περιφερειακά στον τοίχο του διαμερίσματος του μετασχηματιστή και σε ύψος 0,5m από το δάπεδο τοποθετείται χάλκινη λάμα 30x3mm πάνω στην οποία συνδέονται ισοδυναμικά όλα τα μεταλλικά τμήματα που βρίσκονται στον τοίχο ή στο δάπεδο. Αν το δάπεδο είναι μεγάλο (πάνω από 40m²) συνδέονται ισοδυναμικά και άλλες λάμες χαλκού τοποθετημένες στο δάπεδο ώστε να αποκλεισθεί το ενδεχόμενο εμφάνισης επικίνδυνης τάσης βηματισμού μέσα στο χώρο του υποσταθμού. Αντί για τις λάμες του δαπέδου πολλές φορές χρησιμοποιούμε δομικό πλέγμα μέσα στο δάπεδο το οποίο συνδέουμε με τη γείωση (σχήμα 1.1.3.2-1) όπως στα χειρουργεία. Μπορούμε επίσης όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν, να κατασκευάσουμε τον κόμβο γείωσης (τρίγωνο) της γείωσης των μεταλλικών μερών μέσα στον ίδιο χώρο του μετασχηματιστή.
- Σε κατάλληλο σημείο του χώρου, και προς την πλευρά της άφιξης της υψηλής τάσης αφήνουμε διαμορφωμένο ακροδέκτη στον οποίο η Δ.Ε.Η. μπορεί αν θέλει να συνδέσει την περιφερειακή λάμα του χώρου της υψηλής τάσης (Μέσης Τάσης).

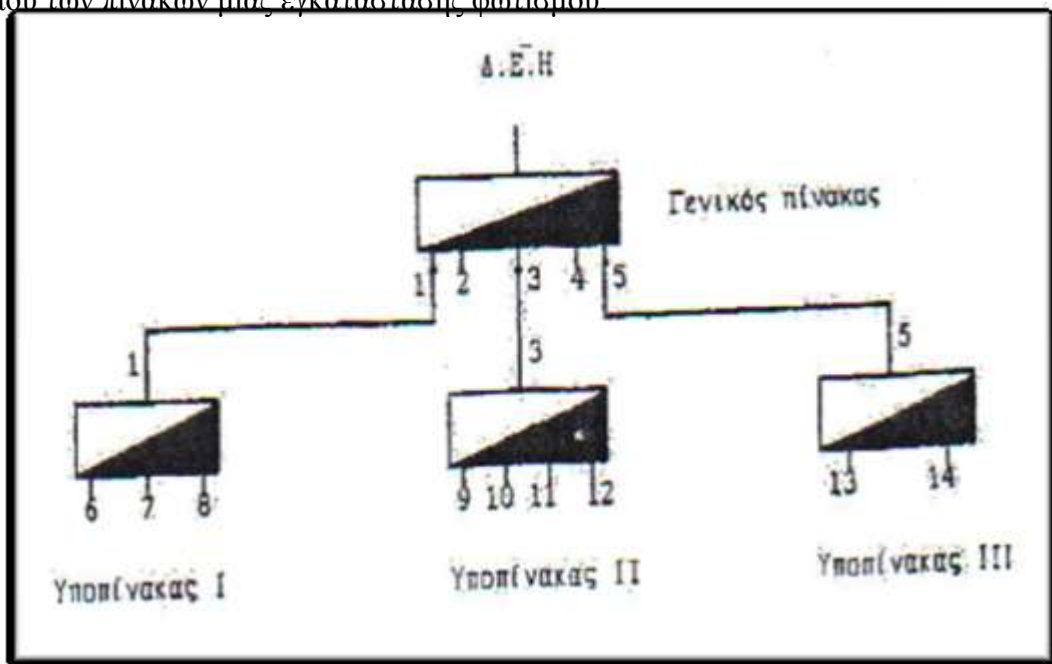
1.1.3.3 Γείωση μεταλλικών τμημάτων υψηλής τάσης

Τα μεταλλικά τμήματα του υποσταθμού που βρίσκονται στο χώρο της υψηλής τάσης (Μέσης τάσης) γειώνονται και τα μεταλλικά τμήματα στην πλευρά της χαμηλής τάσης. Για τη γείωση του υποσταθμού δε χρησιμοποιείται ποτέ το δίκτυο ύδρευσης. Στη γείωση αυτή συνδέονται οι κυψέλες (πεδία) των οργάνων άφιξης της μέτρησης, της αναχώρησης, καθώς και το μεταλλικό περίβλημα του αγωγού της Δ.Ε.Η. Η Δ.Ε.Η. δικαιούται κατά την κρίση της να συνδέσει ή όχι την περιφερειακή λάμα γείωσης του χώρου άφιξης με την αντίστοιχη λάμα του χώρου της χαμηλής τάσης. Και εδώ ισχύουν όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την κατασκευή της γείωσης μέσα στον υποσταθμό ή έξω απ' αυτόν. Η εργασία κατασκευής της γείωσης του χώρου υψηλής τάσης, γίνεται από την ίδια τη Δ.Ε.Η. Όλες οι γειώσεις του υποσταθμού, μετά την αποπεράτωσή τους πρέπει να ελέγχονται με τη διενέργεια των απαραίτητων μετρήσεων.

1.2 Γενικοί πίνακες και υποπίνακες χαμηλής τάσης

1.2.1 Γενικός πίνακας και υποπίνακες σε εγκαταστάσεις φωτισμού

Σε περιπτώσεις που μια εγκατάσταση χώρου με εγκαταστάσεις κίνησης (π.χ. λεβητοστάσιο, μηχανοστάσιο, ανελκυστήρα) καθώς και όταν αυτή αποτελείται από περισσότερους ορόφους τότε επιβάλλεται η εγκατάσταση ενός πίνακα ανά εγκατάσταση κίνησης (στο χώρο των μηχανημάτων), καθώς και ανά όροφο. Από όλους τους πίνακες της εγκατάστασης ένας είναι ο γενικός πίνακας, μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση με το δίκτυο της Δ.Ε.Η και στον οποίο συνδέονται οι άλλοι πίνακες. Οι υπόλοιποι πίνακες της εγκατάστασης ρευματοδοτούνται από το γενικό πίνακα και ονομάζονται υποπίνακες. Κάθε υποπίνακας δηλαδή είναι μια αναχώρηση του γενικού πίνακα. Στο σχήμα 1.2.1-1 δίνεται ένα παράδειγμα μονογραμμικού σχεδίου των πινάκων μιας εγκατάστασης φωτισμού



Σχήμα 1.2.1-1: Παράδειγμα μονογραμμικού σχεδίου των πινάκων μιας εγκατάστασης φωτισμού. Από 1 έως 14 αναχωρήσεις των πινάκων.

Η μέθοδος αυτή διαχωρισμού της εγκατάστασης μέσω του γενικού πίνακα και των υποπινάκων του, επιτρέπει την απομόνωση μέρους της εγκατάστασης από το γενικό διακόπτη του αντίστοιχου υποπίνακα, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται κανείς σε εργασίες συντήρησης και επισκευών, χωρίς να χρειάζεται γενική διακοπή του ρεύματος της εγκατάστασης.





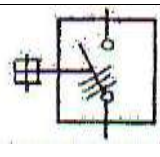

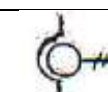
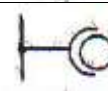

Ο διαχωρισμός εγκαταστάσεων φωτισμού μεγάλης έκτασης (π.χ. φωτισμός ανά όροφο σε ένα ξενοδοχείο), μέσω υποπινάκων πρέπει να γίνεται με μεγάλη σχολαστικότητα, ώστε να μη διαταράσσεται η λειτουργία μέρους της εγκατάστασης φωτισμού, από τη συντήρηση ή την αναζήτηση βλαβών σε ένα άλλο τμήμα.

Σχετικά με την πραγματοποίηση των διαφόρων γραμμών της εγκατάστασης επισημαίνεται ως γενικός κανόνας, ανεξαρτήτου του μεγέθους της εγκατάστασης, ότι σε ένα σωλήνα προστασίας τοποθετούνται μόνο καλώδια της ίδιας γραμμής. Έτσι, αποφεύγονται τυχόν διαρροές ρεύματος από τη μια στην άλλη, οι εργασίες συντήρησης και επισκευών σε μια γραμμή (π.χ. συνδέσεις σε ένα κουτί διακλάδωσης) γίνονται υπό συνθήκες ασφαλείας, όταν έχει προηγηθεί απομόνωση της γραμμής από το σχετικό πίνακα.

1.3 Τύποι παροχής μέσης τάσης της ΔΕΗ και υποσταθμοί μέσης τάσης των πελατών της ΔΕΗ

1.3.1 Διακόπτες και ασφάλειες

Η ανάγκη για χειρισμούς και για προστασία των χειριστών και της εγκατάστασης, οδήγησε σε ορισμένα βασικά είδη διακοπών (σχήμα 1.4.1-1), που χρησιμοποιούνται στους πίνακες (κυψέλες) της Δ.Ε.Η., καθώς και σε εκείνους των καταναλωτών μέσης τάσης. Από το σκοπό που εξυπηρετεί ένας διακόπτης ανάλογα με το είδος του, διαπιστώνεται ότι οι διακόπτες ισχύος και οι διακόπτες φορτίου είναι μέσα χειρισμού μιας εγκατάστασης υπό φορτίο ενώ οι αποζεύκτες και οι γειωτές δε μπορούν να χειρίζονται υπό φορτίο γιατί δε διαθέτουν ισχύ διακοπής.

Είδος εξοπλισμού	Σύμβολο	Σκοπός χρησιμοποίησης
Τριπολικός αποζεύκτης		Απομονώνει από την παροχή ένα κύκλωμα που έχει ήδη τεθεί εκτός τάσης (δεν έχει ισχύ διακοπής)
Τριπολικός γειωτής		Γειώνει ένα κύκλωμα μετά την απόζευξη (δεν έχει ισχύ διακοπής)
Τριπολικός διακόπτης φορτίου		Μπορεί να χειρίζεται κανείς ένα φορτίο με ισχύ μέχρι την ονομαστική ισχύ (ή ισχύ διακοπής) του διακόπτη αυτού
Ασφάλεια μέσης τάσης		Προστασία από το βραχυκύκλωμα
Τριπολικός διακόπτης ισχύος (ή αυτόματος διακόπτης)		Εκτός απ' το χειρισμό ενός φορτίου, ανάλογα με το ονομαστικό ρεύμα του διακόπτη, προστατεύει την εγκατάσταση απ' το βραχυκύκλωμα
Μονοπολικό ακροκιβώτιο		Για τις συνδέσεις καλωδίων στους πίνακες
Μετασχηματιστής έντασης		Για την παροχή τάσης σε κυκλώματα χειρισμών και προστασίας
Μετασχηματιστής τάσης		
Φωτεινή ένδειξη ύπαρξης της μέσης τάσης:		

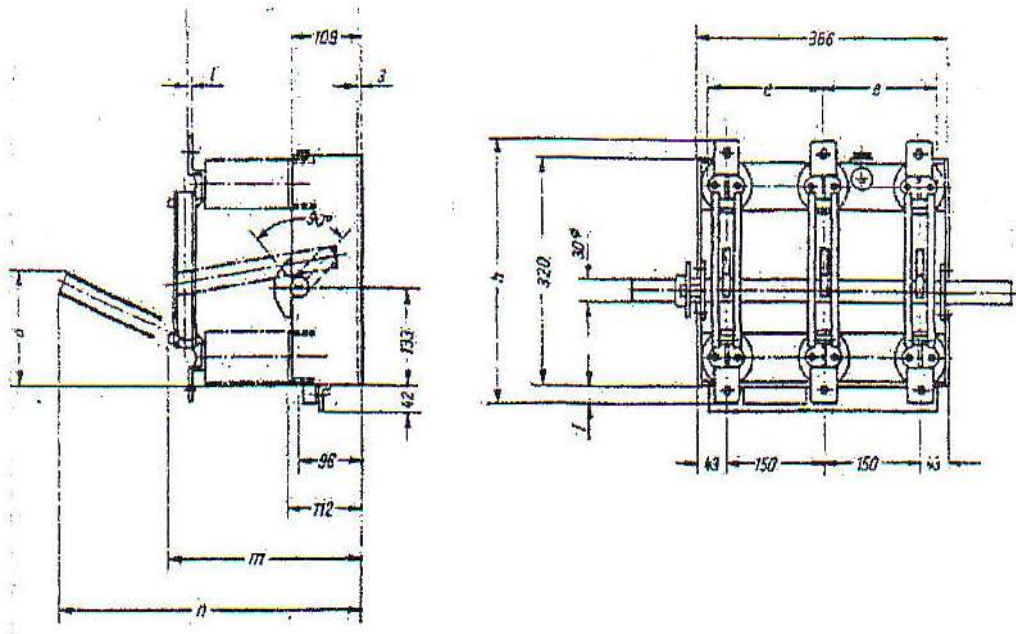
Σχήμα 1.3.1-1: σύμβολα βασικού εξοπλισμού σε πίνακες μέσης τάσης

Ο αποζεύκτης χρησιμοποιείται για την απομόνωση της εγκατάστασης από την τάση και ο γειωτής (ο οποίος πρέπει να χειρίζεται μόνο μετά τον αποζεύκτη) για την απομάκρυνση των ηλεκτροστατικών φορτίων της εγκατάστασης. Οι αποζεύκτες και οι γειωτές στους πίνακες χρησιμεύουν, σε συνδυασμό με διάφορα μηχανικά μέσα (κυρίως διαχωριστικά διαφράγματα που δεν επιτρέπουν την προσπέλαση προς τους υπό ζυγούς ή καλώδια), στην πραγματοποίηση εργασιών συντήρησης και επισκευών υπό συνθήκες ασφαλείας.

Οι ασφάλειες στους πίνακες μέσης τάσης είναι ένα μέσο προστασία της εγκατάστασης από το βραχυκύκλωμα. Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με το διακόπτη φορτίου. Οι διακόπτες ισχύος προστατεύουν οι ίδιοι την εγκατάσταση απλό το βραχυκύκλωμα και γι αυτό δε συνδυάζονται με ασφάλειες.

Στο σχήμα 1.3.1-2 δίνεται το σχέδιο προσφοράς ενός αποζεύκτη μέσης τάσης. Οι διαστάσεις, που δίνονται με γράμματα καθορίζονται από τα ονομαστικά στοιχεία του διακόπτη. Οι

αποστάσεις των ρευματοφόρων μερών (και στις δυο λειτουργικές θέσεις του διακόπτη) ονομάζονται αποστάσεις μόνωσης.



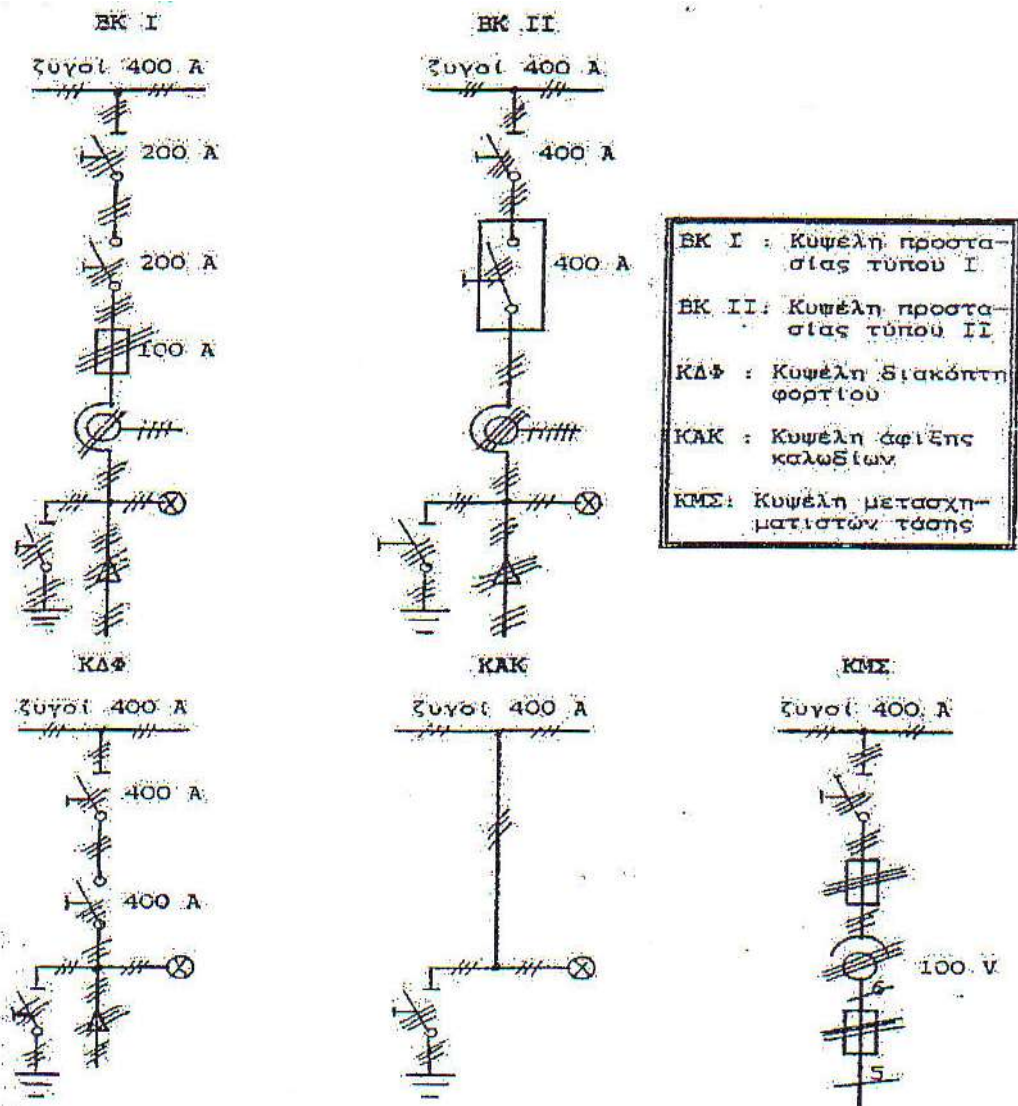
Σχήμα 1.3.1-2: Τριπολικός αποξεύκτης μέσης τάσης

Οι αποξεύκτες και οι γειωτές είναι χειροκίνητοι διακόπτες. Ο χειρισμός γίνεται από ένα χειριστήριο, που παρέχει στο χειριστή την απαιτούμενη απόσταση προστασίας από τα υπό τάση μέρη. Το χειριστήριο αυτό θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζει τη συγκράτηση (μανδάλωση) του διακόπτη στη λειτουργική θέση, που τον οδήγησε ο χειριστής.

1.3.2 Πίνακες μέσης τάσης του δικτύου της ΔΕΗ και των καταναλωτών

1.3.2.1 Πίνακες του δικτύου μέσης τάσης της ΔΕΗ

Στο σχήμα 1.3.2.1-1 δίνονται τα μονογραμμικά σχέδια των πινάκων κυψελών της Δ.Ε.Η.



Σχήμα 1.3.2.1-1: Πίνακες (κυψέλες) της Δ.Ε.Η. στη μέση τάση.

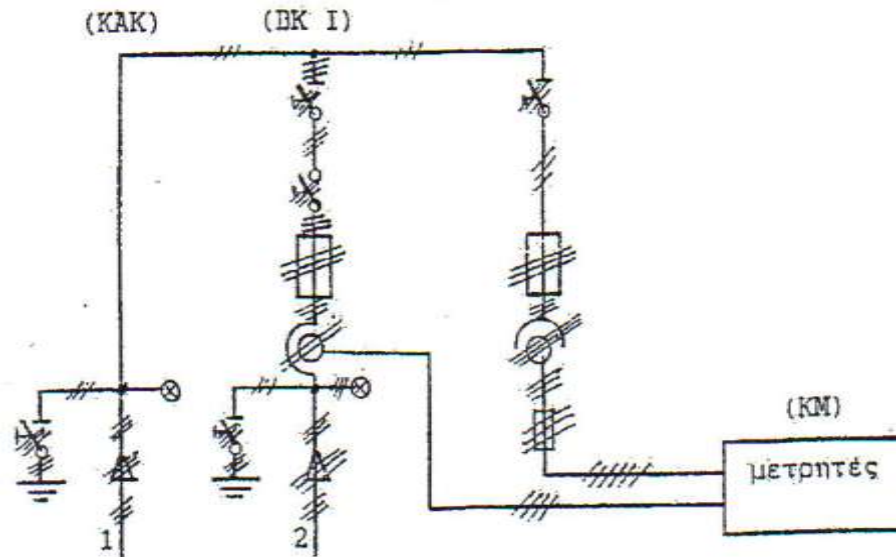
Εκτός από τους πίνακες αυτούς υπάρχει και ένας πίνακας για τη μέτρηση και την καταγραφή της ισχύος. Στους πίνακες αυτούς συναντά κανείς τα βασικά είδη διακοπών καθώς και τους συνδυασμούς τους, που προαναφέρθηκαν.

Οι πίνακες του σχήματος 1.3.2.1-1 και ο πίνακας για τη μέτρηση και την καταγραφή της ισχύος (πίνακας ΚΜ), συναρμολογούνται (σε χώρο που διατίθεται από τον καταναλωτή), σε ένα συγκρότημα πινάκων, το είδος του οποίου εξαρτάται από τις ανάγκες του δικτύου της Δ.Ε.Η. Από το συγκρότημα αυτό τροφοδοτείται ο καταναλωτής μέσω ενός πίνακα ΒΚΙ ή ΒΚΙΙ. Στον πίνακα 1.3.2.1-1 δίνονται τα τέσσερα τυποποιημένα είδη συγκροτημάτων μέσης τάσης

A/A	Συστήμα τροφοδοσίας	Περιλαμβάνει
1	Βροχοειδές σύστημα Ι	2ΚΔΦ+1ΒΚΙ+1ΚΜΣ+1ΚΜ
2	Βροχοειδές σύστημα ΙΙ	2ΚΔΦ+1ΒΚΙΙ+1ΚΜΣ+1ΚΜ
3	Ακτινικό σύστημα Ι	1ΚΑΚ+1ΒΚΙ+1ΚΜΣ+1ΚΜ
4	Ακτινικό σύστημα ΙΙ	1ΚΑΚ+1ΒΚΙΙ+1ΚΜΣ+1ΚΜ

Πίνακας 1.3.2.1-1: Συστήματα τροφοδοσίας μέσω συγκροτημάτων πινάκων από δίκτυο μέσης τάσης

Στο σχήμα 1.3.2.1-2 δίνεται ένα παράδειγμα συστήματος τροφοδοσίας. Πρόκειται για το μονογραμμικό σχέδιο του ακτινικού συστήματος I, από τον πίνακα του οποίου τροφοδοτείται ο καταναλωτής μέσης τάσης.



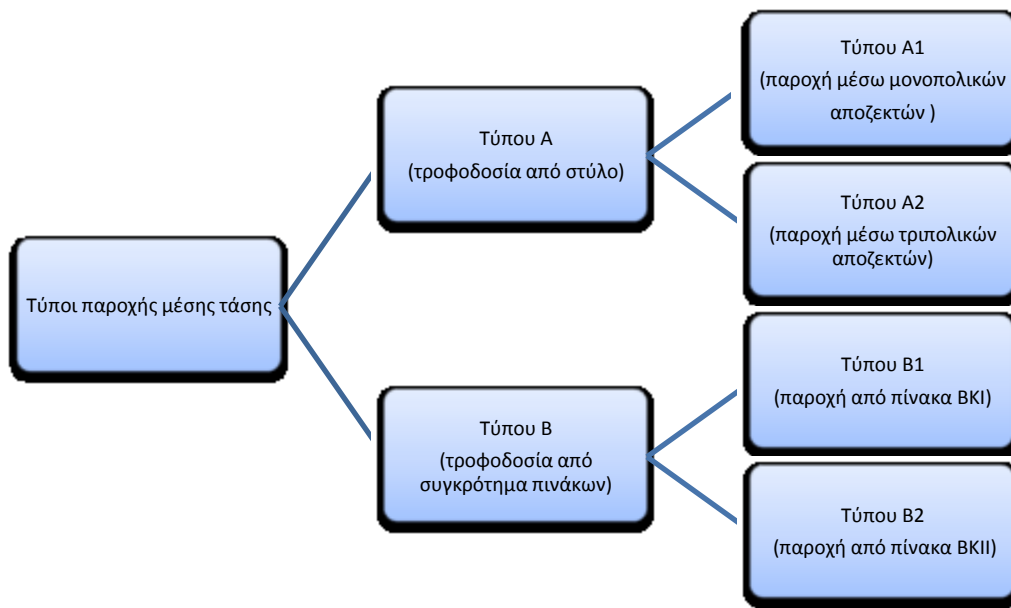
Σχήμα 1.3.2.1-2: Ακτινικό σύστημα τροφοδοσίας

1: από το δίκτυο

2: από τον καταναλωτή

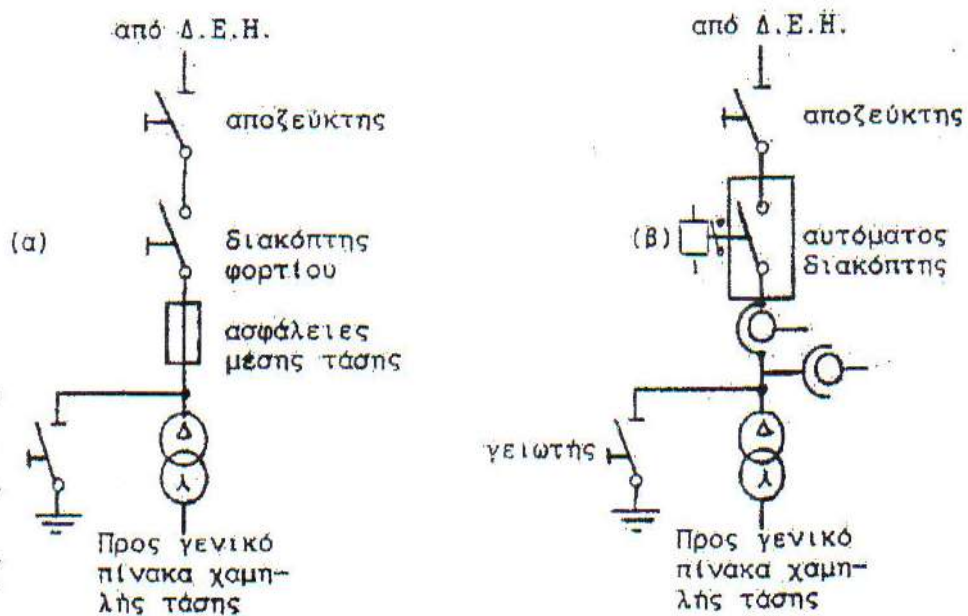
1.3.2.2 Τύποι παροχής μέσης τάσης και υποσταθμοί καταναλωτών

Η μέθοδος παροχής μέσης τάσης από δίκτυο της Δ.Ε.Η. προς τους καταναλωτές μέσης τάσης δίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 1.3.2.2-1.



Σχήμα 1.3.2.2-1: Τύποι παροχής μέσης τάσης της Δ.Ε.Η

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.3.1, η ανάγκη για χειρισμούς και προστασία των χειριστών και της εγκατάστασης, οδήγησε στα βασικά είδη διακοπών μέσης τάσης, που δίνονται στο σχήμα 1.3.2.2-2.



Σχήμα 1.3.2.2-2: Τύποι ιδιωτικών υποσταθμών.

(α): μέσω διακόπτη φορτίου και ασφαλειών μέσης τάσης

(β): μέσω αυτόματου διακόπτη

Παρατηρεί κανείς ότι ο πίνακας στους υποσταθμούς αυτούς είναι ο ΒΚΙ ή ο ΒΚΠ που χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η. (συγκρίνατε με τους πίνακες ΒΚΙ και ΒΚΠ του σχήματος 1.3.2.1-1). Από το σχήμα διαπιστώνεται ότι:

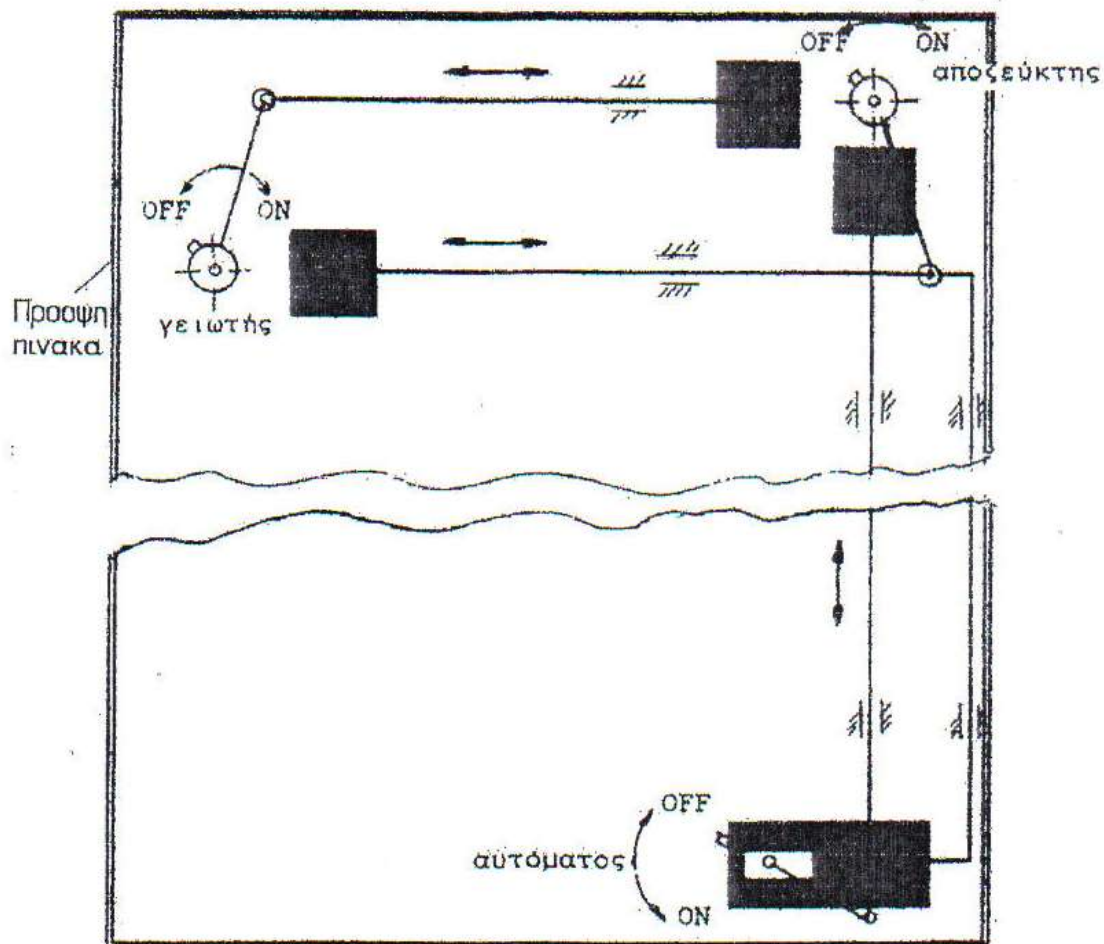
- Στην περίπτωση (α) ο χειρισμός της εγκατάστασης γίνεται μέσω ενός διακόπτη φορτίου, ενώ στην περίπτωση (β) μέσω ενός αυτόματου διακόπτη.
- Η προστασία από βραχυκύκλωμα γίνεται: στην περίπτωση (α) μέσω των ασφαλειών μέσης τάσης, ενώ στην περίπτωση (β) με ηλεκτρονόμους προστασίας, που επενεργούν στο χειριστήριο του αυτόματου διακόπτη.
- Και στις δύο περιπτώσεις η απομόνωση της εγκατάστασης από το δίκτυο γίνεται μέσω αποζεύκτη και η γείωση της μέσω γειωτή.

Από το σκοπό χρησιμοποίησης των διαφόρων τύπων διακοπών τα σχέδια των πινάκων της Δ.Ε.Η. (σχήμα 1.3.2.1-1) και στις δύο περιπτώσεις των ιδιωτικών υποσταθμών (σχήμα 1.3.2.2-2) αντιλαμβάνεται κανείς την ανάγκη της προστασίας του χειριστή και της εγκατάστασης από λανθασμένους χειρισμούς (αναλογιστείτε ως παράδειγμα να κλείσει ο χειριστής το γειωτή στον πίνακα μέσης τάσης ενός ιδιωτικού υποσταθμού, όταν ο πίνακας αυτός ρευματοδοτεί το μετασχηματιστή μέσης τάσης του εργοστασίου υπό πλήρες φορτίο). Γι' αυτό προς αποφυγή λανθασμένων χειρισμών, πρέπει να προβλέπονται στους πίνακες αλληλασφάλειες (μανδαλώσεις) μεταξύ των χειριστηρίων. Πρόκειται για απλούς μηχανισμούς μέσω των οποίων εξασφαλίζεται κυρίως ότι:

- Δε μπορεί να χειριστεί κανείς τον αποζεύκτη, όταν ο διακόπτης φορτίου, ή ο διακόπτης ισχύος (ανάλογα με το είδος του πίνακα) είναι κλειστός.
- Αποκλείεται να γίνουν χειρισμοί στον διακόπτη φορτίου, ή τον διακόπτη ισχύος (ανάλογα με το είδος του πίνακα), όταν ο αποζεύκτης δεν είναι τελείως κλειστός ή τελείως ανοικτός.
- Δε μπορεί να χειριστεί κανείς το γειωτή, όταν ο αποζεύκτης είναι κλειστός.
- Δε μπορεί να χειριστεί κανείς τον αποζεύκτη, όταν ο γειωτής είναι κλειστός.

Οι μηχανισμοί αλληλασφαλίσεων με τους οποίους ικανοποιούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις εξαρτώνται γενικά από το είδος του πίνακα. Όταν π.χ. ένας πίνακας έχει πόρτα εισόδου στο χώρο των διακοπών τότε χρειάζεται μηχανισμός αλληλασφάλισης και για την πόρτα.

Στο σχήμα 1.3.2.2.-3 δείχνεται απλοποιημένα η αρχή λειτουργίας των αλληλασφαλίσεων σ' έναν πίνακα που περιλαμβάνει αποζεύκτη, γειωτή και αυτόματο διακόπτη. Η αλληλασφάλιση βασίζεται σε απλούς μηχανισμούς μοχλών, που συνδέονται μόνιμα στους αντίστοιχους άξονες των διακοπών. Έτσι ανάλογα με το είδος και τη θέση λειτουργίας ενός διακόπτη επιτυγχάνεται η απαιτούμενη αλληλασφάλιση με κάλυψη συνήθως των χειριστηρίων των υπολοίπων διακοπών.



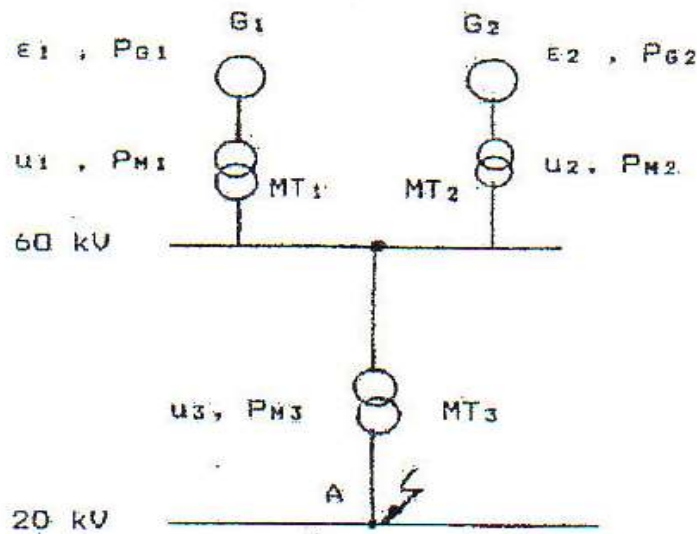
Σχήμα 1.3.2.2-3: Παράδειγμα αρχής λειτουργίας των αλληλασφαλίσεων σε ένα πίνακα μέσης τά

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“Η ΚΑΤΑΠΙΟΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ 3ΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ”

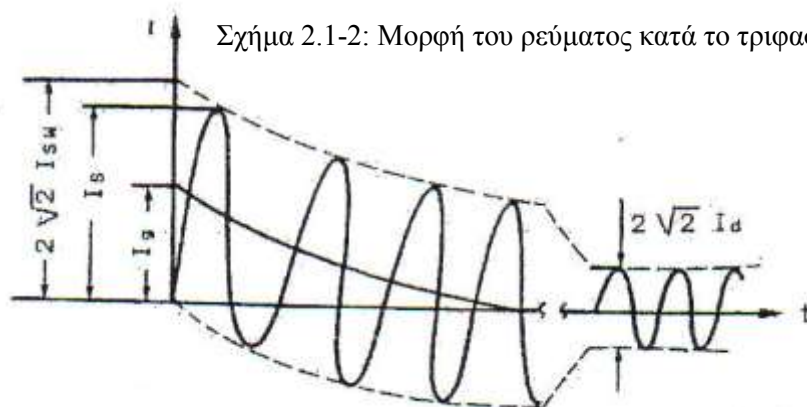
2.1 Γενικά

Ο υπολογισμός των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μεταφοράς και διανομής βασίζεται στη δυσμενέστερη κατάσταση λειτουργίας, η οποία θεωρείται ότι είναι το τριφασικό βραχυκύκλωμα. Αν υποθέσουμε ότι το τριφασικό βραχυκύκλωμα εκδηλώνεται στο σημείο A της εγκατάστασης του σχήματος 2.1-1, τότε η συνολική ισχύς του δικτύου θα οδεύσει προς αυτό το σημείο. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι η τιμή του ρεύματος στο σημείο A. Η τιμή αυτή εξαρτάται από την ισχύ του δικτύου μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης.



Σχήμα 2.1-1: Παράδειγμα τριφασικού βραχυκυκλώματος

Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1-2, το ρεύμα βραχυκύκλωσης εμφανίζεται αρχικά ως ασύμμετρο και κατόπιν ως συμμετρικό.



Σχήμα 2.1-2: Μορφή του ρεύματος κατά το τριφασικό βραχυκύκλωμα.

Το συμμετρικό τμήμα περιλαμβάνει το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sw}) και το συνεχές ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_g). Το συμμετρικό τμήμα βραχυκύκλωσης αποτελείται από το διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_d). Η μέγιστη τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_s), ονομάζεται κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης. Μεταξύ του κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_s) και του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) ισχύει η σχέση:

$$I_s = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{sw} \quad (2.1.1)$$

Όπου k είναι ένας συντελεστής, η τιμή του οποίου δίνεται στον πίνακα 2.1.1 και εξαρτάται από την τιμή της ολικής αντίστασης $R_{ολ}$ μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης και την τιμή της ολικής επαγωγικής αντίστασης $X_{ολ}$ μέχρι το σημείο βραχυκύκλωσης.

$R_{ολ} / X_{ολ}$	k
0,00	1,800
0,05	1,680
0,10	1,590
0,15	1,500
0,20	1,440
0,25	1,380
0,30	1,330
0,35	1,290
0,40	1,250
0,45	1,220
0,50	1,190
0,55	1,170
0,60	1,140
0,65	1,120
0,70	1,110
0,75	1,100
0,80	1,095
0,85	1,090
0,90	1,080
0,95	1,075
1,00	1,070
1,05	1,065
1,10	1,060
1,15	1,055
1,20	1,050

Πίνακας 2.1-1

Η τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{sw} = \frac{1,1 \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{o\lambda}^2 + X_{o\lambda}^2}} \quad (2.1-2)$$

Η συνισταμένη των $R_{o\lambda}$ και $X_{o\lambda}$ στη σχέση 2.1.-2 είναι η ολική σύνθετη αντίσταση ($Z_{o\lambda}$) της διαδρομής βραχυκύκλωσης:

$$Z_{o\lambda} = \sqrt{R_{o\lambda}^2 + X_{o\lambda}^2}$$

Μεταξύ του διαρκούς ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_d) και του εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης (I_{sw}) ισχύει η σχέση:

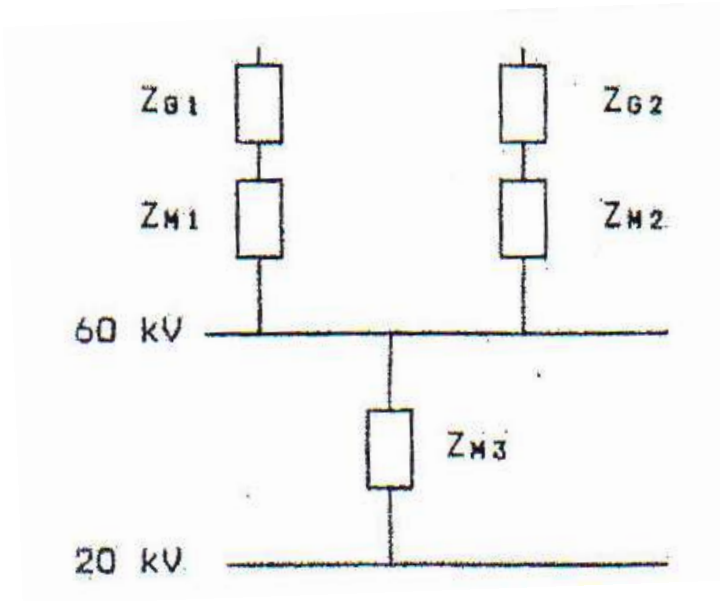
$$I_d = \mu_d \cdot I_{sw} \quad (2.1.3)$$

Όπου μ_d είναι ένας συντελεστής, η τιμή του οποίου εξαρτάται από το πηλίκο I_{sw}/I_o , όπου I_o είναι το ονομαστικό ρεύμα της πηγής (των γεννητριών) (πίνακας 2.1-2).

I_{sw}/I_o	Md για $\cos\phi=0,8$
0,1	1,0
0,2	0,97
0,3	0,96
0,4	0,93
0,5	0,90
0,6	0,89
0,7	0,87
0,8	0,85
0,9	0,82
1,0	0,80
1,6	0,70
2,0	0,67
3,0	0,58
4,0	0,52
5,0	0,49
6,0	0,44
7,0	0,41
8,0	0,40
9,0	0,39
10,0	0,35

Πίνακας 2.1-2

Στο σχήμα 2.1-3 δίνεται το ισοδύναμο κύκλωμα όλων των αντιστάσεων της διαδρομής βραχυκύκλωσης κατά το σχήμα 2.1-1.



Σχήμα 2.1-3: Ισοδύναμο κύκλωμα των αντιστάσεων του δικτύου κατά το σχήμα 2.1-1.
 Z_{G1} και Z_{G2} : αντιστάσεις των γεννητριών G_1 και G_2 αντίστοιχα.
 Z_{M1} , Z_{M2} και Z_{M3} : αντιστάσεις των μετασχηματιστών MT_1 , MT_2 , και MT_3 αντίστοιχα.

Η μελέτη αντοχής σε τριφασικό βραχυκύκλωμα περιλαμβάνει:

- 1) τον υπολογισμό της συνολικής σύνθετης αντίστασης ανά φάση, από τις επιμέρους αντιστάσεις των στοιχείων της εγκατάστασης μέχρι το σημείο της βραχυκύκλωσης.
- 2) τον υπολογισμό των: I_{sw} , I_s και I_d
- 3) τον υπολογισμό του συμμετρικού ρεύματος διακοπής (I_a) και της ισχύος διακοπής (P_a).

2.1.1 Υπολογισμός της ολικής σύνθετης αντίστασης ανά φάση

Στις εγκαταστάσεις μέσης και υψηλής τάσης η τιμή $R_{ολ}$, θεωρείται σχεδόν αμελητέα συγκριτικά προς την τιμή της $X_{ολ}$. Στην περίπτωση αυτή η ολική σύνθετη αντίσταση $Z_{ολ}$ είναι ίση περίπου με τη $X_{ολ}$ και επομένως:

$$Z_{ολ} \cong X_{ολ} = \varepsilon_{ολ} \cdot \frac{U_N^2 \cdot 10^{-2}}{P_o} + X_Y \quad \text{σε } \Omega/\text{φάση} \quad (2.1.1-1)$$

Όπου U_N η ονομαστική τάση (τάση μεταξύ των φάσεων) σε kV, P_o η ονομαστική ισχύς σε MVA, $\varepsilon_{ολ}$ το άθροισμα των επιμέρους ε και u σε % και X_Y η επαγωγική αντίσταση της γραμμής.

Ο υπολογισμός των επιμέρους αντιστάσεων γίνεται με αναγωγή στην τάση των 10kV. Η αναγωγή γενικά μίας αντίστασης X υπό τάση U_1 σε μία άλλη τάση U_2 γίνεται με τη χρήση της σχέσης:

$$X_2 = X_1 \cdot \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 \quad (2.1.1-2)$$

Από τη σχέση 1.5.1-1 για $X_Y=0$ και τη σχέση 1.5.1-2 για τάση αναγωγής τα 100kV, προκύπτει ότι:

$$X_{o\lambda 10} = \frac{\varepsilon_{o\lambda} \cdot 10^2}{P_o} \cdot 10^{-2} = \frac{\varepsilon_{o\lambda}}{P_o} \quad \text{σε } \Omega/\text{φάση} \quad (2.1.1-3)$$

Με βάση την παραπάνω σχέση ισχύει:

1) για τις γεννήτριες:

$$X_{10} = \frac{\varepsilon}{P_G} \quad \text{σε } \Omega/\text{φάση} \quad (2.1.1-4)$$

2) για μετασχηματιστές και στραγγαλιστικά πηνία:

$$X_{10} = \frac{u}{P_N} \quad \text{σε } \Omega/\text{φάση} \quad (2.1.1-5)$$

Σύμφωνα με τις παραπάνω σχέσεις, για τον υπολογισμό των αντιστάσεων των γεννητριών, των μετασχηματιστών και των στραγγαλιστικών πηνίων πρέπει να γνωρίζουμε ότι:

- 1) για τις γεννήτριες την ονομαστική ισχύ (P_G) σε MVA και τη σχετική τάση διάσπασης (ε) σε %
- 2) για τους μετασχηματιστές την ονομαστική ισχύ (P_N) σε MVA και τη σχετική τάση βραχυκύκλωσης (u) σε %
- 3) για τα στραγγαλιστικά πηνία: τη διερχόμενη ισχύ (P_N) σε MVA και τη σχετική τάση βραχυκύκλωσης (u) σε %.

Σχετικά με τις γραμμές μεταφοράς, είναι απαραίτητη η γνώση της επαγωγικής αντίδρασης X_Y σε Ω . Με βάση την τιμή αυτή και την τάση λειτουργίας της γραμμής βρίσκεται από τον πίνακα 2.1.1-1 η τιμή ε/P της γραμμής.

2.1.2 Υπολογισμός εναλλασσόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης

Από τη σχέση 2.1-2 για την τάση αναγωγής 10kV και για $Z_{ολ} \approx X_{ολ}$ έχουμε:

$$I_{sw10} = \frac{1,1 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot X_{ολ10}} = \frac{6,35}{X_{ολ10}} \text{ σε kA} \quad (2.1.2-1)$$

και

$$I_{sw} = I_{sw10} \frac{10}{U_N} \text{ σε kA} \quad (2.1.2-2)$$

2.1.3 Υπολογισμός του κρουστικού ρεύματος βραχυκύκλωσης

Όταν η τιμή $R_{ολ}$ είναι αμελητέα ως προς τη $X_{ολ}$ τότε είναι $k=1,8$ (από πίνακα 10-1) και επομένως από τη σχέση 2.1-1 έχουμε:

$$I_s = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot I_{sw} \text{ σε kA} \quad (2.1.3-1)$$

Η τιμή αυτή είναι σημαντική ιδιαίτερα σε υπολογισμούς μηχανικών καταπονήσεων οι οποίες εκδηλώνονται στο αρχικό στάδιο του βραχυκυκλώματος π.χ. η εξάσκηση δυνάμεων μεταξύ των ζυγών ενός πίνακα μέσης τάσης, η εξάσκηση δυνάμεων στους κοχλίες σύνδεσης επί των μονωτήρων κ.λπ.

2.1.4 Υπολογισμός του ρεύματος διακοπής (I_a) και της ισχύος διακοπής (P_a)

Το ρεύμα διακοπής (I_a) είναι το εναλλασσόμενο τμήμα του ρεύματος βραχυκύκλωσης τη χρονική στιγμή της διακοπής του ρεύματος από το μέσο προστασίας. Ο υπολογισμός των τιμών I_a και P_a μπορεί να γίνει με χρήση των σχέσεων:

$$I_a = \mu \cdot I_{sw} \text{ σε kA} \quad (2.1.4-1)$$

και

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_a \text{ σε MVA} \quad (2.1.4-2)$$

3^ο Κεφάλαιο

“ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ”

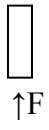

3.1 Υπολογισμός των ζυγών

Ο υπολογισμός των ζυγών βασίζεται στη μηχανική καταπόνησή τους κατά το τριφασικό βραχυκύκλωμα. Αρχικά επιλέγεται η διατομή από τους παρακάτω πίνακες και ακολούθως με τη βοήθεια των σχέσεων 3.1-1 και 3.1-2 υπολογίζεται η δυναμική αντοχή τους. Με τη σχέση 3.1-3 ελέγχεται ο μηχανικός συντονισμός. Σε περιπτώσεις όπου παρά τη σωστή διατομή, οι υπολογισμοί έδειξαν ακαταλληλότητα των ζυγών, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με αλλαγή της διατομής ή του μήκους τους ή και τα δύο.

$$F = 0,2 \cdot I_s^2 \cdot \frac{L}{d} \text{ σε N} \quad (3.1-1)$$

$$\text{ή } F = 2,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_s^2 \cdot \frac{L}{d} \text{ σε kp} \quad (3.1-2)$$

$$f = 112 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{g \cdot L^4}} \text{ σε Hz} \quad (3.1-3)$$

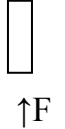

Πλάτος x πάχος	Βάρος Kp/m	Ονομαστικό ρεύμα				Ροπή αντίστασης (W) και ροπή αδράνειας (J)			
		Ζυγοί (*) κατεργασμένοι		Ζυγοί ακατέργαστοι					
		Αριθμός ζυγών		Αριθμός ζυγών		W cm ³	J cm ⁴	W cm ³	J cm ⁴
		I A	II A	I A	II A				
12x2	0,21	125	225	110	200	0,048	0,0288	0,008	0,0008
15x2	0,27	155	270	140	240	0,075	0,0562	0,010	0,0010
15x3	0,40	185	330	170	300	0,112	0,084	0,022	0,0030
20x2	0,36	205	350	185	315	0,133	0,133	0,0133	0,0013
20x3	0,53	245	425	220	380	0,200	0,200	0,030	0,0045
20x5	0,89	325	550	290	495	0,333	0,333	0,083	0,0208
25x3	0,67	300	510	270	400	0,312	0,390	0,037	0,005
25x5	1,11	385	670	350	600	0,521	0,651	0,104	0,026
30x3	0,80	350	600	315	540	0,450	0,675	0,045	0,007
30x5	1,34	450	780	400	700	0,750	1,125	0,125	0,031
40x3	1,07	460	780	420	710	0,800	1,600	0,060	0,009
40x5	1,78	600	1000	520	900	1,333	2,666	0,166	0,042
40x10	3,56	835	1500	750	1350	2,666	5,333	0,666	0,333
50x5	2,23	700	1200	630	1100	2,080	5,200	0,208	0,052
50x10	4,45	1025	1800	920	1620	4,160	10,400	0,833	0,416
60x5	2,67	825	1400	750	1300	3,000	9,000	0,250	0,063
60x10	5,34	1200	2100	1100	1860	6,000	18,000	1,000	0,500
80x5	3,56	1060	1800	950	1650	5,333	21,330	0,333	0,0833
80x10	7,12	1540	2600	1400	2300	10,660	42,600	1,333	0,666
100x5	4,45	1310	2200	1200	2000	8,333	41,660	0,4166	0,104
100x10	8,90	1880	3100	1700	2700	16,660	83,300	1,666	0,833

Πίνακας 3.1-1: Ζυγοί ορθογωνικής διατομής κατά DIN από γαλκό για εναλλασσόμενη τάση 40 έως 60Hz. Θερμοκρασία χώρου 30°C.

(*): επιμετάλλωση που διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας.

Για θερμοκρασίας $\theta > 30^\circ\text{C}$ ισχύει η σχέση: $I_\theta = I\sqrt{\theta/30}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα)

Για μεγαλύτερες συχνότητες ισχύει η σχέση: $I_f = I\sqrt{50/f}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα και f η συχνότητα)



Πλάτος x πάχος	Βάρος Kp/m	Ονομαστικό ρεύμα				Ροπή αντίστασης (W) και ροπή αδράνειας (J)			
		Ζυγοί (*) κατεργασμένοι		Ζυγοί ακατέργαστοι					
		Αριθμός ζυγών		Αριθμός ζυγών		W cm ³	J cm ⁴	W cm ³	J cm ⁴
		I	II	I	II				
mmxmm		A		A					
12x2	0,065	100	180	80	140	0,048	0,0288	0,008	0,0008
15x2	0,081	125	215	95	170	0,075	0,0562	0,010	0,0010
15x3	0,122	150	265	115	210	0,112	0,0840	0,022	0,0030
20x2	0,108	165	280	120	220	0,133	0,133	0,0133	0,0013
20x3	0,162	195	340	145	270	0,200	0,200	0,0300	0,0045
20x5	0,270	200	400	195	350	0,333	0,333	0,0830	0,0208
25x3	0,202	240	410	180	330	0,312	0,390	0,037	0,005
25x5	0,338	310	535	230	430	0,521	0,651	0,104	0,026
30x3	0,243	280	480	205	385	0,450	0,675	0,045	0,007
30x5	0,405	360	625	270	500	0,750	1,125	0,125	0,031
40x3	0,324	370	630	280	500	0,800	1,600	0,060	0,009
40x5	0,540	460	800	350	650	1,333	2,666	0,166	0,042
40x10	1,080	670	1220	515	975	2,666	5,333	0,666	0,333
50x5	0,675	560	970	425	780	2,080	5,200	0,208	0,052
50x10	1,350	820	1440	625	1150	4,160	10,400	0,833	0,416
60x5	0,810	660	1130	500	900	3,000	9,000	0,250	0,063
60x10	1,620	960	1650	730	1300	6,000	18,000	1,000	0,500
80x5	1,080	850	1450	650	1170	5,333	21,330	0,333	0,0833
80x10	2,160	1230	2100	930	1650	10,660	42,600	1,333	0,6660
100x5	1,350	1050	1750	775	1400	8,333	41,660	0,4166	0,104
100x10	2,700	1500	2450	1100	1950	16,660	83,300	1,6660	0,833

Πίνακας 3.1-2: Ζυγοί ορθογωνικής διατομής κατά DIN από αλουμίνιο για εναλλασσόμενη τάση 40 έως 60Hz. Θερμοκρασία χώρου 30°C.

(*): επιμετάλλωση που διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας.

Για θερμοκρασίας $\theta > 30^\circ\text{C}$ ισχύει η σχέση: $I_\theta = I \sqrt{\theta/30}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα)

Για μεγαλύτερες συχνότητες ισχύει η σχέση: $I_f = I \sqrt{50/f}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα και f η συχνότητα)

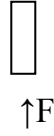

Πλάτος x πάχος	Βάρος Kp/m	Ονομαστικό ρεύμα				Ροπή αντίστασης (W) και ροπή αδράνειας (J)			
		Ζυγοί (*) κατεργασμένοι		Ζυγοί ακατέργαστοι					
		Αριθμός ζυγών 3 III		Αριθμός ζυγών 4 III		W cm ³	J cm ⁴	W cm ³	J cm ⁴
mmxmm		A		A					
40x10	3,56	2060	2800	1850	2500	2,666	5,333	0,666	0,333
50x5 50x10	2,23 4,45	1750 2450	2310 3330	1550 2200	2100 3000	2,080 4,160	5,200 10,400	0,208 0,833	0,052 0,416
60x5 60x10	2,67 5,34	1980 2800	2650 3800	1800 2500	2400 3400	3,000 6,000	9,000 18,000	0,250 1,000	0,063 0,500
80x5 80x10	3,56 7,12	2450 3450	3300 4600	2200 3100	2900 4200	5,333 10,660	21,330 42,600	0,333 1,333	0,0833 0,6660
100x5 100x10	4,45 8,90	2950 4000	3800 5400	2600 3600	3400 4800	8,333 16,660	41,660 83,300	0,4166 1,6660	0,104 0,833

Πίνακας 3.1-3: Ζυγοί ορθογωνικής διατομής κατά DIN από γαλκό για εναλλασσόμενη τάση 40 έως 60Hz. Θερμοκρασία χώρου 30°C.

(*): επιμετάλλωση που διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας.

Για θερμοκρασίας $\theta > 30^\circ\text{C}$ ισχύει η σχέση: $I_\theta = I\sqrt{\theta/30}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα)

Για μεγαλύτερες συχνότητες ισχύει η σχέση: $I_f = I\sqrt{50/f}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα και f η συχνότητα)

Πλάτος x πάχος	Βάρος	Ονομαστικό ρεύμα				Ροπή αντίστασης (W) και ροπή αδράνειας (J)			
		Ζυγοί (*) κατεργασμένοι		Ζυγοί ακατέργαστοι					
		Αριθμός ζυγών		Αριθμός ζυγών		W cm ³	J cm ⁴	W cm ³	J cm ⁴
		3 III	4 III	3 III	4 III				
mmxmm	Kp/m	A		A					
40x10	1,08	1650	2250	1350	1800	2,666	5,333	0,666	0,333
50x5 50x10	0,675 1,35	1400 1960	1850 2660	1120 1600	1500 2160	2,080 4,160	5,200 10,400	0,208 0,833	0,052 0,416
60x5 60x10	0,810 1,620	1580 2230	2120 3040	1300 1850	1730 2500	3,000 6,000	9,000 18,000	0,250 1,000	0,063 0,500
80x5 80x10	1,08 2,16	1950 2760	2600 3680	1650 2300	2130 3100	5,333 10,660	21,330 42,600	0,333 1,333	0,0833 0,6660
100x5 100x10	1,35 2,70	2350 3200	3000 4300	2000 2700	2500 3700	8,333 16,660	41,660 83,300	0,4166 1,6660	0,104 0,833

Πίνακας 3.1-4: Ζυγοί ορθογωνικής διατομής κατά DIN από αλουμίνιο για εναλλασσόμενη τάση 40 έως 60Hz. Θερμοκρασία χώρου 30°C.

(*): επιμετάλλωση που διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας.

Για θερμοκρασίας $\theta > 30^\circ\text{C}$ ισχύει η σχέση: $I_\theta = I \sqrt{\theta/30}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα)

Για μεγαλύτερες συχνότητες ισχύει η σχέση: $I_f = I \sqrt{50/f}$ (όπου I οι τιμές του πίνακα και f η συχνότητα)

Διάμετρος mm	Βάρος kg/m		Ονομαστικό ρεύμα A	
	χαλκός	αλουμίνιο	χαλκός	αλουμίνιο
6	0,254	0,076	125	65
8	0,447	0,136	160	-
10	0,699	0,212	250	200
16	1,789	0,543	480	380
20	2,796	0,860	640	500
30	6,291	1,910	1100	870

Πίνακας 3.1-5: Ζυγοί κυκλικής διατομής κατά DIN για εναλλασσόμενη τάση 40 έως 50Hz. Θερμοκρασία χώρου 30°C.

Για μεγαλύτερες θερμοκρασίες και συχνότητες ισχύουν τα αναφερόμενα στους προηγούμενους πίνακες (3.1-1 έως 3.1-4).

3.2 Επιλογή του εξοπλισμού μέσης τάσης και αποστάσεις μόνωσης σε πίνακες υποσταθμών μέσης τάσης

3.2.1 Η επιλογή των διακοπών

Η επιλογή των διακοπών γίνεται κυρίως με βάση τα ονομαστικά στοιχεία τους (ονομαστική τάση και ονομαστικό ρεύμα) και την αντοχή τους κατά το βραχυκύκλωμα. Στην περίπτωση των διακοπών ισχύος ενδιαφέρουν ιδιαίτερα το ρεύμα διακοπής (σχέση 2.1.4-1) και η ισχύς διακοπής (σχέση 2.1.4-2).

3.2.2 Η επιλογή των ασφαλειών

Είναι ασφάλειες περιορισμού της έντασης, τύπου εκτόνωσης που αποσκοπούν στην προστασία από το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Το ρεύμα διακοπής και η ισχύς διακοπής δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις 2.1.4-1 και 2.1.4-2.

Οι ονομαστικές τιμές των ασφαλειών είναι τυποποιημένες (6, 10, 15, 22, 25, 35, 40, 63 και 100A).

Για την επιλογή του ονομαστικού ρεύματος $I_{N\alpha}$ των ασφαλειών σε ιδιωτικούς υποσταθμούς ισχύει:

$$I_{N\alpha} = (1,6 \text{ έως } 2) I_N$$

Όπου I_N το ονομαστικό ρεύμα στη μέση τάση.

Οι ασφάλειες του δικτύου της πόλης επιλέγονται σε μεγαλύτερη ονομαστική τιμή: $I_\delta \cdot I_\delta = 4I_N$

3.2.3 Οι αποστάσεις μόνωσης και προστασίας

Όταν γίνει η επιλογή του κατάλληλου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού μέσης τάσης (διακόπτες, μονωτήρες κ.λπ.), καθώς και του υπόλοιπου βοηθητικού εξοπλισμού χαμηλής τάσης (ηλεκτρονόμοι, όργανα μέτρησης, κ.λπ.), τότε σχεδιάζεται (με βάση τις διαστάσεις του παραπάνω εξοπλισμού και την ελάχιστη απόσταση μόνωσης και προστασίας κατά τον πίνακα 3.2.3-1), η μεταλλική κατασκευή του πίνακα.

Ονομαστική τάση σε KV	Ελάχιστη απόσταση μόνωσης σε mm		Απόσταση μεταξύ αγωγού και επιφάνειας προστασίας σε mm				
			Κιγκλίδωμα		Εσχάρα		Λαμαρίνα
	Εσ.	Εξ.	Εσ.	Εξ.	Εσ.	Εξ.	
1	40	-		-	140	-	70
3	75	-		-	175	-	105
6	100	-		-	200	-	130
10	125	180	500	500	225	280	155
20	180	260		500	280	360	210
30	260	360		560	360	460	290
45	360	470	560	670	460	570	390
60	470	580	670	780	570	680	500
110	800	1000	1000	1200	900	1100	830
150	-	1450	-	1650	-	1550	-
220	-	2200	-	2400	-	2300	-

Πίνακας 3.2.3-1: Αποστάσεις στον αέρα για εγκαταστάσεις πάνω από 1000V.

Εσ: εγκατάσταση εσωτερικού χώρου

Εξ: εγκατάσταση εξωτερικού χώρου

Ελάχιστη απόσταση μόνωσης για ονομαστική τάση 20KV είναι 18cm. Για ονομαστική τάση 15KV η ελάχιστη απόσταση μόνωσης είναι περίπου 16,5cm και για ονομαστική τάση 6,6KV περίπου 11,5cm. Για τη μείωση του κόστους σε μια παραγωγική διαδικασία πινάκων κατασκευάζεται αρχικά ένα δείγμα. Έτσι, από τη διεξαγωγή των διηλεκτρικών δοκιμών στο δείγμα αυτό, μπορούν να καθοριστούν οι τελικές διαστάσεις του πίνακα. Σε μεμονωμένες κατασκευές κρίνεται σκόπιμο να επιλέγονται αποστάσεις προστασίας και μόνωσης μεγαλύτερες από τις τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.2.3-1, ώστε να εξασφαλίζεται με τον τρόπο αυτό η απαιτούμενη διηλεκτρική αντοχή του πίνακα.

3.3 Υπολογισμός του υποσταθμού μέσης τάσης

3.3.1 Η επιλογή του μετασχηματιστή

Η ονομαστική ισχύς του μετασχηματιστή υπολογίζεται από το άθροισμα των ηλεκτρικών φορτίων φωτισμού και κίνησης της εγκατάστασης, που θα ρευματοδοτεί. Με βάση την ισχύ αυτή επιλέγεται το κατάλληλο τυποποιημένο μέγεθος μετασχηματιστή (πίνακας 3.3.1-1).

Σε περίπτωση που η ονομαστική τάση του δικτύου μέσης τάσης της περιοχής (προς το οποίο θα συνδεθεί ο υποσταθμός, ανάλογα με τον τύπο παροχής) δεν είναι 20KV, θα πρέπει τόσο ο μετασχηματιστής όσο και ο υπόλοιπος εξοπλισμός μέσης τάσης (καλώδια, πίνακες, κ.λπ.) να μπορούν να λειτουργήσουν και σε ονομαστική τάση 20KV.

Ονομαστική ισχύς μετασχηματιστή σε KVA	Απώλειες χαλκού σε W	Απώλειες σιδήρου σε W	Σχετική τάση βραχυκύκλωσης
250	4450	610	Περίπου 4 έως 6%
315	5400	720	
400	6450	850	
500	7800	1000	
630	9300	1200	
800	11000	1450	
1000	13500	1750	

Πίνακας 3.3.1-1: Τυποποιημένα μεγέθη μετασχηματιστών

Η παραπάνω προϋπόθεση είναι απαραίτητη γιατί η Δ.Ε.Η. αποσκοπεί να μετατρέψει όλα τα δίκτυα μέσης τάσης στα 20KV. Χρειάζεται επομένως προσοχή κατά την επιλογή του μετασχηματιστή και του υπόλοιπου εξοπλισμού μέσης τάσης. Οι μετασχηματιστές που είναι κατάλληλοι για δύο τάσεις (20KV & 15KV ή 20KV & 6,6KV) έχουν πάνω στο δοχείο τους διακόπτη μεταγωγής της μέσης τάσης. Διακόπτης μεταγωγής της τάσης πρέπει επίσης να υπάρχει και στη χαμηλή τάση για τυχόν ρύθμιση της στα 400V, λόγω των διακυμάνσεων, που έχει το δίκτυο, από περιοχή σε περιοχή.

3.3.2 Παραλληλισμός μετασχηματιστών

Ο παραλληλισμός των μετασχηματιστών εφαρμόζεται για την αύξηση της ισχύος σε υπάρχοντες υποσταθμούς, ή ως εφεδρική λύση ρευματοδότησης (κυρίως σε νοσοκομεία).

Στον παραλληλισμό των μετασχηματιστών πρέπει να λαμβάνονται οπωσδήποτε υπόψη οι “συνθήκες παραλληλισμού”, δηλαδή οι μετασχηματιστές να έχουν :

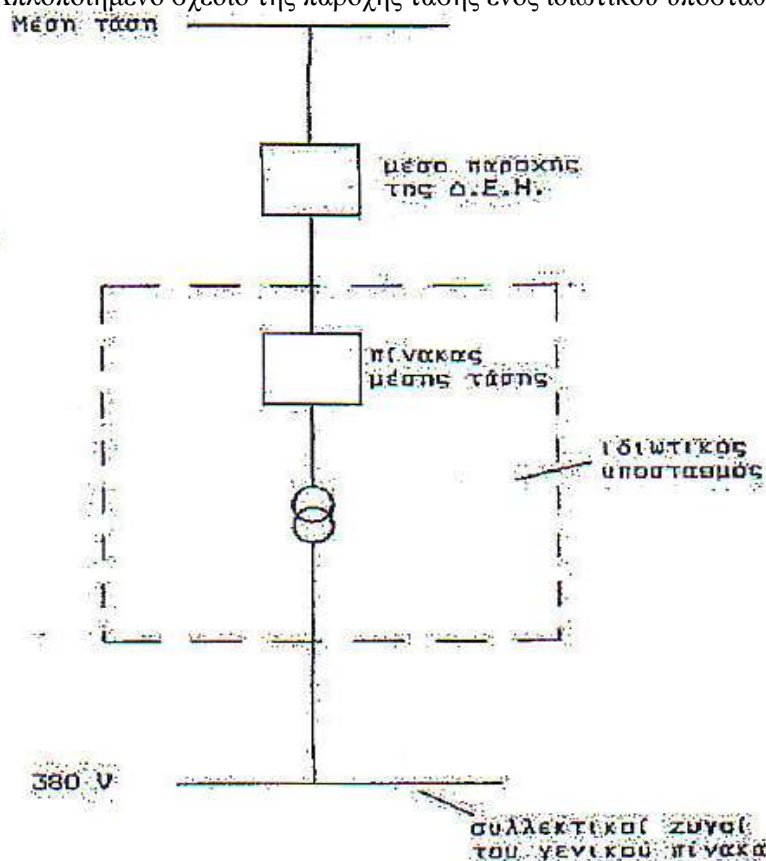
1. Την ίδια τάση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος (ίδια σχέση μετασχηματισμού)
2. Την ίδια ομάδα ζεύξης
3. Την ίδια ακολουθία φάσεων
4. Την ίδια σχετική τάση βραχυκύκλωσης
5. Ανοχή στην ισχύ 1:3

3.3.3 Υπολογισμός γενικού πίνακα χαμηλής τάσης

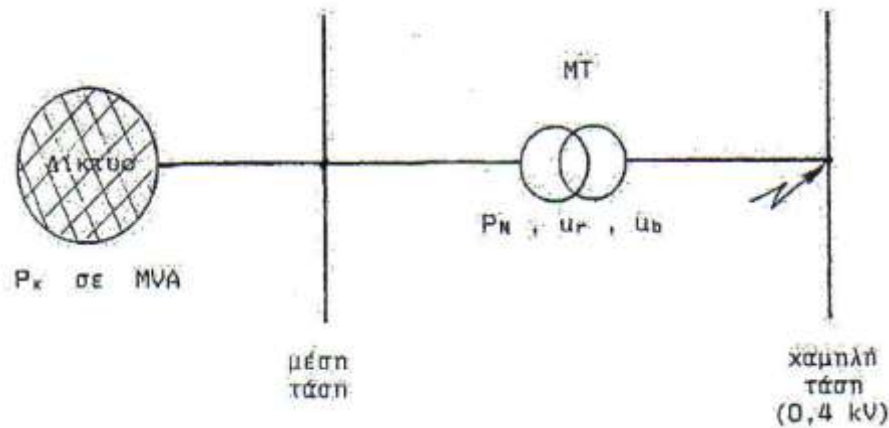
Ο μετασχηματιστής του ιδιωτικού υποσταθμού τροφοδοτεί κατά κανόνα το γενικό πίνακα χαμηλής τάσης (σχήμα 3.3.3-1).

Όταν ο μετασχηματιστής ανήκει στο δίκτυο της Δ.Ε.Η. τότε η παροχή γίνεται προς τον πίνακα χαμηλής τάσης της Δ.Ε.Η. (πίνακες 8 ή 6 κ.λπ. αναχωρήσεων, ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή) από όπου τροφοδοτούνται ακολούθως οι καταναλωτές χαμηλής τάσης. Οι πίνακες αυτοί της Δ.Ε.Η. και ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης του ιδιωτικού υποσταθμού υπολογίζονται με βάση την πιθανή εκδήλωση τριφασικού βραχυκυκλώματος. Ο υπολογισμός γίνεται με τις σύνθετες αντιστάσεις. Οι υπολογιζόμενες τιμές είναι μεγαλύτερες από τις μετρούμενες, γιατί δε λαμβάνονται υπόψη οι αντιστάσεις διάβασης στις επαφές των διακοπών και των ασφαλειοθηκών.

Σχήμα 3.3.3-1: Απλοποιημένο σχέδιο της παροχής τάσης ενός ιδιωτικού υποσταθμού μέσης τάσης.



Ένας απλοποιημένος υπολογισμός μπορεί να γίνει ως εξής (σχήμα 3.3.3-2)



Σχήμα 3.3.3-2: Απλοποιημένη παράσταση διαδρομής του ρεύματος βραχυκύκλωσης στο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης ενός υποσταθμού.

1. Αντιστάσεις του δικτύου

α. Επαγωγική αντίδραση του δικτύου ανά φάση (X_s):

$$X_s = \frac{1,1 \cdot U_{0,4}^2 \cdot 10^3}{P_K} = \frac{176}{P_K} \text{ σε m}\Omega/\text{φάση} \quad (3.3.3-1)$$

Όπου: P_K είναι η ισχύς βραχυκύκλωσης του δικτύου σε MVA και $U_{0,4}=0,4\text{kV}$.

β. Ωμική αντίσταση ανά φάση:

$$R_s \approx 0,1 X_s \text{ σε m}\Omega/\text{φάση} \quad (3.3.3-2)$$

2. Αντιστάσεις του μετασχηματιστή

Από τον ορισμό της σχετικής τάσης βραχυκύκλωσης έχουμε:

$$R_{MT} = \frac{u_r \cdot U_{0,4}^2}{100 \cdot P_N} \text{ σε m}\Omega/\text{φάση} \quad (3.3.3-3)$$

$$X_{MT} = \frac{u_b \cdot U_{0,4}^2}{100 \cdot P_N} \text{ σε m}\Omega/\text{φάση} \quad (3.3.3-4)$$

Όπου: u_r είναι η σχετική ωμική τάση βραχυκύκλωσης σε %
 u_b είναι η σχετική επαγωγική τάση βραχυκύκλωσης σε %
 $U_{0,4}$ σε V (400V) και
 P_N είναι η ονομαστική ισχύς του μετασχηματιστή.

3. Αντίσταση των ζυγών ανά φάση:

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot A} \cdot 10^3 \text{ σε m}\Omega/\text{φάση} \quad (3.3.3-5)$$

Όπου: L το μήκος σε m
 A η διατομή σε m^2
 σ η ειδική αγωγιμότητα σε $m/\Omega \text{ mm}^2$ (σε χαλκό $56\mu/\Omega \text{ mm}^2$ και για αλουμίνιο $34,856\mu/\Omega \text{ mm}^2$).

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΩΝ Ε.Η.Ε. ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ”

4.1 Υπολογισμός της διατομής αγωγών για ένα φορτίο

Η διατομή των αγωγών Ε.Η.Ε. χαμηλής τάσης υπολογίζεται έχοντας υπόψη, ότι η πτώση τάσης δεν επιτρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1% για το φωτισμό και 3% για την κίνηση. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι παρακάτω:

Βήμα 1^ο : Υπολογίζεται η ένταση του ρεύματος που απορροφά κάθε κύκλωμα της Ε.Η.Ε.

Σε μονοφασικά φορτία η παραπάνω ένταση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{U_{\phi} \eta \sigma \nu \phi} \quad (4.1-1)$$

Σε τριφασικά φορτία η ένταση αυτή δίνεται από τις σχέσεις:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U_{\pi} \eta \sigma \nu \phi} \quad (4.1-2)$$

ή

$$I = \frac{P}{3 U_{\phi} \eta \sigma \nu \phi} \quad (4.1-3)$$

Όπου: **P** η ονομαστική ισχύς του φορτίου σε W
U_π η πολική τάση του δικτύου σε V (380V)
U_φ η φασική τάση του δικτύου σε V (220V)
η βαθμός απόδοσης του φορτίου
σνφ ο συντελεστής ισχύος
I η απορροφώμενη ένταση σε A

Βήμα 2^ο : Υπολογίζεται η επιτρεπόμενη πτώση τάσης $\Delta U_{\text{επ}}$.

- Σε μονοφασικά φορτία είναι :

$$\Delta U_{\varepsilon\pi} = 220 \times 1\% = 2,2V \quad (41-4)$$

- Σε τριφασικά φορτία είναι :

$$\Delta U_{\varepsilon\pi} = 380 \times 3\% = 11,4V \quad (41-5)$$

Βήμα 3^ο : Υπολογίζεται το απλό μήκος του αγωγού κάθε κυκλώματος με τη βοήθεια του αρχιτεκτονικού σχεδίου.

Βήμα 4^ο : Εκλέγεται ο τύπος του αγωγού (π.χ. Cu NYA).

Βήμα 5^ο : Υπολογίζεται η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή των αγωγών των διαφόρων κυκλωμάτων της Ε.Η.Ε. από τις επόμενες σχέσεις:

- Σε μονοφασικό εναλλασσόμενο δίκτυο:

$$S_{\varepsilon\pi} = 2\rho \frac{l \cdot I \cdot \sigma \nu \phi}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \quad (4.1-6)$$

ή

$$S_{\varepsilon\pi} = 2\rho \frac{l \cdot p}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \quad (4.1-7)$$

- Σε τριφασικό δίκτυο:

$$S_{\varepsilon\pi} = \sqrt{3}\rho \frac{l \cdot I \cdot \sigma \nu \phi}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \quad (4.1-8)$$

ή

$$S_{\varepsilon\pi} = \rho \frac{l \cdot p}{U_{\pi} \cdot \Delta U_{\varepsilon\pi}} \quad (4.1-9)$$

Όπου: ρ η ειδική αντίσταση του υλικού αγωγού σε $\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}$

l το απλό μήκος του κυκλώματος σε m

$\Delta U_{\varepsilon\pi}$ η επιτρεπόμενη από τους κανονισμούς πτώση τάσης σε V

$S_{\varepsilon\pi}$ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή.

Βήμα 6^ο : Με βάση τη διατομή του 5^{ου} βήματος εκλέγεται η αντίστοιχη διατομή από το εμπόριο. Αν η διατομή $S_{επ}$ δεν υπάρχει στους πίνακες των εργοστασίων παραγωγής αγωγών, τότε στρογγυλοποιείται αυτή πάντοτε στην αμέσως μεγαλύτερή της.

4.2 Υπολογισμός της διατομής αγωγών παροχής πολλών φορτίων με τη βοήθεια της πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης σε μία γραμμή παροχής εξαρτάται από την ωμική, την επαγωγική και τη χωρητική αντίσταση αυτής. Από τις παραπάνω τρεις αντιστάσεις η χωρητική αντίσταση συνήθως αγνοείται.

Η ωμική και η επαγωγική αντίσταση δίνονται κατά τα γνωστά από τις σχέσεις:

$$R = \rho \frac{l}{S} = r_o \cdot l \quad (4.2-1)$$

$$X = L\omega = 2\pi fL = x_o l \quad \text{σε } \Omega \quad (4.2-2)$$

Όπου: R = ωμική αντίσταση σε Ω , $r_o = \frac{\rho}{S}$ σε $\Omega/\mu\mu$, l = το μήκος σε $\mu\mu$, S = η διατομή σε mm^2 , ρ = ειδική αντίσταση του αγωγού σε $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$, X = επαγωγική αντίσταση, $x_o = \frac{X}{l}$ σε $\Omega/\mu\mu$, L = συντελεστής αυτεπαγωγής σε Henry, f = συχνότητα σε Hz, $\omega = 2\pi f$, $\mu\mu$ = μονάδα μήκους

Τα διάφορα φορτία όταν τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενο ρεύμα, λειτουργούν με κάποιο συντελεστή ισχύος, γνωστό σαν $\cos\phi$ ή $\cos\phi$. Η τιμή του συντελεστή αυτού εξαρτάται από το είδος του φορτίου (ωμικό, επαγωγικό, χωρητικό). Στην πράξη το $\cos\phi$ κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0,85 και 0,95. Αν το $\cos\phi$ έχει μικρή τιμή, τότε επιβάλλεται να γίνει στην όλη Ε.Η.Ε. βελτίωση αυτού. Στα ωμικά φορτία είναι $\cos\phi=1$.

Στην επιστημονική ορολογία η επαγωγική και χωρητική αντίσταση είναι γνωστές σαν αντιδράσεις. Στην πράξη όμως είναι περισσότερο γνωστές σαν αντιστάσεις.

Σε μια παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος με ωμική και επαγωγική αντίσταση που τροφοδοτεί φορτία με διαφορετικούς συντελεστές ισχύος, το ρεύμα στα επιμέρους τμήματα αυτής δίνεται από το ανυσματικό ή μιγαδικό άθροισμα αυτών. Η πτώση τάσης στην περίπτωση αυτή οφείλεται τόσο στην ωμική, όσο και στην επαγωγική αντίσταση των αγωγών της παροχής.

Κάθε φορτίο επαγωγικής συμπεριφοράς απορροφά ένα ρεύμα I , που αποτελείται από την ωμική και επαγωγική συνιστώσα αυτού, που δίνονται αντίστοιχα στις παρακάτω σχέσεις:

$$I_R = I \cdot \sigma \nu \phi \tag{4.2-3}$$

$$I_\chi = I \cdot \eta \mu \phi \tag{4.2-4}$$

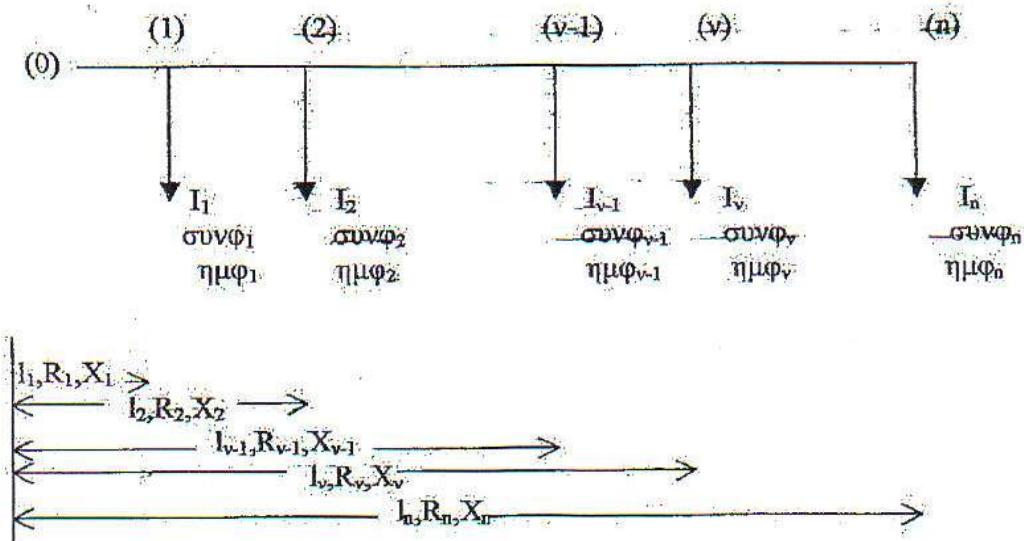
Κάθε ένα από τα ρεύματα I_R και I_χ προκαλεί στους αγωγούς παροχής μια ξεχωριστή πτώση τάσης, που δίνεται αντίστοιχα από τις σχέσεις:

$$\Delta U_R = I \cdot r_o \cdot \sigma \nu \phi \tag{4.2-5}$$

$$\Delta U_\chi = I \cdot x_o \cdot \eta \mu \phi \tag{4.2-6}$$

Η πτώση της τάσης ΔU_x μπορεί να μηδενιστεί με τη δημιουργία χωρητικού ρεύματος $I_o = I_x$ (περίπτωση μερικής αντιστάθμισης).

Στο σχήμα 4.2-1 φαίνεται μια γραμμή παροχής E.P με (n) το πλήθος φορτίων.



Σχήμα 4.2-1: Γραμμή παροχής E.P (n) το πλήθος φορτίων.

Αν στο σχήμα Π θεωρήσουμε τις ωμικές και τις επαγωγικές συνιστώσες των ρευμάτων σε δυνάμεις και τις αντιστάσεις σαν αποστάσεις αυτών από την αρχή (0), μπορούμε να εφαρμόσουμε το γνωστό κανόνα των ροπών. Έτσι η συνολική φασική πτώση τάσης θα είναι:

$$\Delta U = \kappa \sum_{i=1}^n (R_i \cdot I_i \cdot \sigma \nu \phi_i) + \sum_{i=1}^n (X_i \cdot I_i \cdot \eta \mu \phi_i) \tag{4.2-7}$$

Η πολική πτώση τάσης δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta U_{\pi} = \sqrt{3} \Delta U_{\phi} \quad (4.2-8)$$

Αν στη σχέση (4.2-7) θέσουμε $\Delta U_{\phi} = \Delta U_{\varepsilon\pi}$, $R_i = \frac{\rho}{S} l_i$ και $X_l = \chi_o \cdot l_i$, τότε η διατομή S των τροφοδοτικών αγωγών θα προκύψει από την παρακάτω σχέση:

$$S = \kappa \left[\frac{\rho}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \sum_{i=1}^n (l_i \cdot I_i \cdot \sigma \nu \phi_i) + \frac{x_o}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \sum_{i=1}^n (l_i \cdot I_i \cdot \eta \mu_1) \right] \quad (4.2-9)$$

Αν η επαγωγική πτώση τάσης αγνοηθεί, τότε η (4.2-9) γίνεται:

$$S = \frac{\kappa \cdot \rho}{\Delta U_{\varepsilon\pi}} \sum_{i=1}^n (l_i \cdot I_i \cdot \sigma \nu \phi_i) \quad (4.2-10)$$

Επειδή: $I_i = \frac{P_i}{U \sigma \nu \phi_i}$ η (4.2-10) γίνεται:

$$S = \frac{\kappa \cdot \rho}{\Delta U_{\varepsilon\pi} U} \sum_{i=1}^n (l_i p_i) \quad (4.2-11)$$

Όπου: p_i = η ισχύς του φορτίου (i).

Αν $\Delta U = \frac{\varepsilon(\%)}{100} \cdot U$, τότε η (4.2-11) γίνεται:

$$S = \frac{100 \cdot \kappa \cdot \rho}{\varepsilon(\%) U^2} \sum_{i=1}^n (l_i p_i) \quad (4.2-12)$$

Όπου: S = η διατομή των αγωγών σε mm², U = η τάση παροχής σε Volts (220V στο φωτισμό και 380V στην κίνηση), ρ = ειδική αντίσταση των αγωγών σε Ωmm²/m, l_i = το μήκος σε m, p_i = ισχύς σε W, ΔU_{επ} = επιτρεπόμενη πτώση τάσης σε Volts, ε(%) = το ποσοστό της U καθαρός αριθμός (ε(%)=1 ή 3).

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟ”

5.1 Γενική περιγραφή στρατοπέδου

Το συγκεκριμένο στρατόπεδο για το οποίο κάνω την μελέτη αποτελείται από 53 κτίρια στο σύνολό του. Για λόγους ασφαλείας, σε ξεχωριστό κεφάλαιο θα αναλύσω μόνο το κτίριο του διοικητηρίου.

Η ηλεκτροδότηση θα γίνει με την κατασκευή ενός υποσταθμού υποβιβασμού τάσεως από το δίκτυο παροχής της Δ.Ε.Η. Η ηλεκτροδότηση των διαφόρων κτιρίων και των υπολοίπων εγκαταστάσεων θα γίνει με υπόγεια καλώδια ΝΥΥ από το γενικό πίνακα χαμηλής τάσης (ΓΠΧΤ) του υποσταθμού.

Η εξυπηρέτηση των εγκαταστάσεων επιλέγεται να γίνει κατά ομάδες κτιρίων. Στο κέντρο βάρους κάθε ομάδας θα τοποθετηθεί ο γενικός υποπίνακας (Πι) της ομάδας ο οποίος τροφοδοτείται απευθείας από τον ΓΠΧΤ. Η ομαδοποίηση των κτιρίων έγινε με βάση τη χωροταξία του υποσταθμού.

Εκτός από τους παραπάνω υποπίνακες (Πι) που τροφοδοτούν τις παραπάνω ομάδες προβλέπεται και η απευθείας τροφοδότηση από το ΓΠΧΤ του υποσταθμού ορισμένων κτιρίων ή εγκαταστάσεων.

Όλοι οι γενικοί υποπίνακες (Πι) θα βρίσκονται υπαίθρια ΠΙΛΛΑΡ ενώ οι μερικοί υποπίνακες θα βρίσκονται μέσα στα κτίρια.

Τα καλώδια τροφοδοτήσεως θα είναι τύπου ΝΥΥ και θα τοποθετούνται υπόγεια μέσα σε χαντάκι το οποίο θα πληρώνεται στην αρχή με άμμο και στη συνέχεια με τα προϊόντα εκσκαφής και θα καλύπτονται με πλάκες σκυροδέματος όπως απαιτούν οι κανονισμοί της Δ.Ε.Η.

Θα επιδιωχθεί όσο είναι δυνατόν η παράλληλη όδευση των καλωδίων με τους δρόμους του στρατοπέδου. Θα γίνει επισήμανση όλων των υπογείων καλωδίων που θα κατασκευασθούν, με την τοποθέτηση μικρών μεταλλικών πινακίδων με σημεία αναγνώρισεως των γραμμών πάνω σε κατασκευές από σκυρόδεμα. Κάθε γενικός υποπίνακας και μερικός υποπίνακας θα έχει δική του γείωση.

5.2 Υπολογισμός διατομής αγωγών

Για τον υπολογισμό της διατομής των αγωγών παροχής λάβαμε υπόψη την απορροφούμενη ισχύ (ταυτοχρονισμένη) σε κάθε κατανάλωση καθώς και τις αποστάσεις αυτών των καταναλώσεων από την παροχή. Με αυτά τα στοιχεία υπολογίσαμε την ένταση του ρεύματος χρησιμοποιώντας τους τύπους:

$$I = \frac{P}{U_{\phi} \eta \sigma \nu \phi} \quad \text{για μονοφασικά φορτία και}$$

$$I = \frac{P}{3U_{\phi} \eta \sigma \nu \phi} \quad \text{για τριφασικά φορτία}$$

Λόγω των μεγάλων αποστάσεων των διαφόρων καταναλώσεων από την παροχή κρίθηκε ως ασύμφορη η ύπαρξη μιας γείωσης λειτουργίας στον Μ/Σ όπου και θα γειωνόντουσαν όλα τα ΠΛΛΑΡ και οι υποπίνακες των κτιρίων και έτσι θα τοποθετηθούν τοπικά γειώσεις σε κάθε ΠΛΛΑΡ.

Λαμβάνοντας υπόψη την ένταση του ρεύματος που θα διαρρέει τους αγωγούς έγινε η επιλογή των κατάλληλων αγωγών και κατόπιν υπολογίστηκε η πτώση τάσης σε κάθε αγωγό.

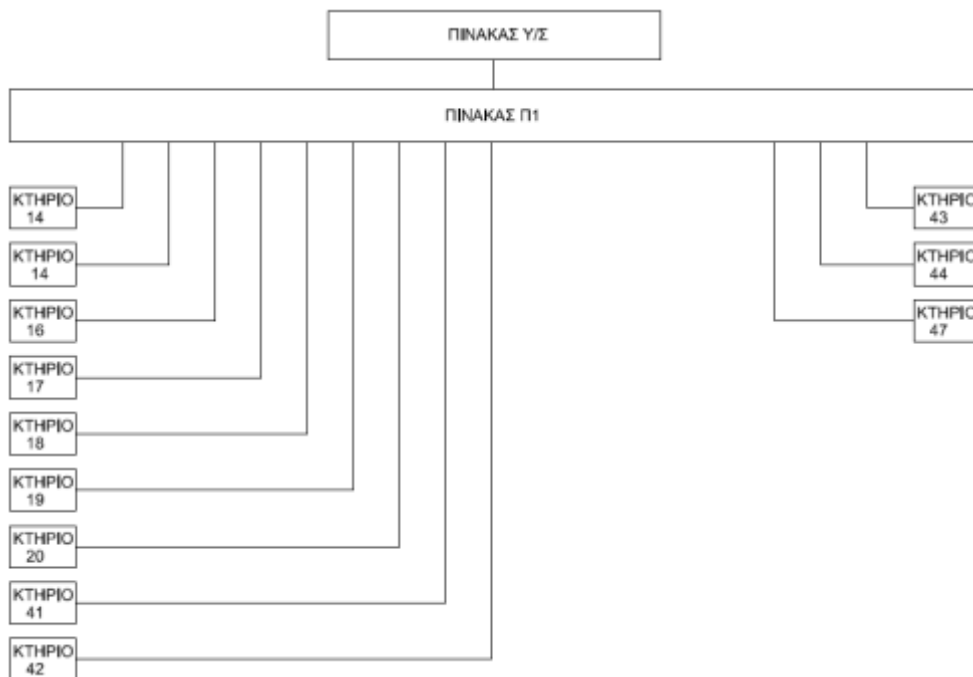
Τα ΠΛΛΑΡ που βρίσκονται υπαίθρια είναι δέκα στο σύνολο και είναι τα εξής:

- ΠΛΛΑΡ Π1
- ΠΛΛΑΡ Π2
- ΠΛΛΑΡ Π3
- ΠΛΛΑΡ Π4
- ΠΛΛΑΡ Π5
- ΠΛΛΑΡ Π6
- ΠΛΛΑΡ Π7
- ΠΛΛΑΡ ΚΤΗΡΙΟΥ 7
- ΠΛΛΑΡ ΚΤΗΡΙΟΥ 10
- ΠΙΝΑΚΑΣ Υ/Σ

Ακολούθως, δίνονται αναλυτικά τα φορτία που εξυπηρετεί κάθε ΠΛΛΑΡ.

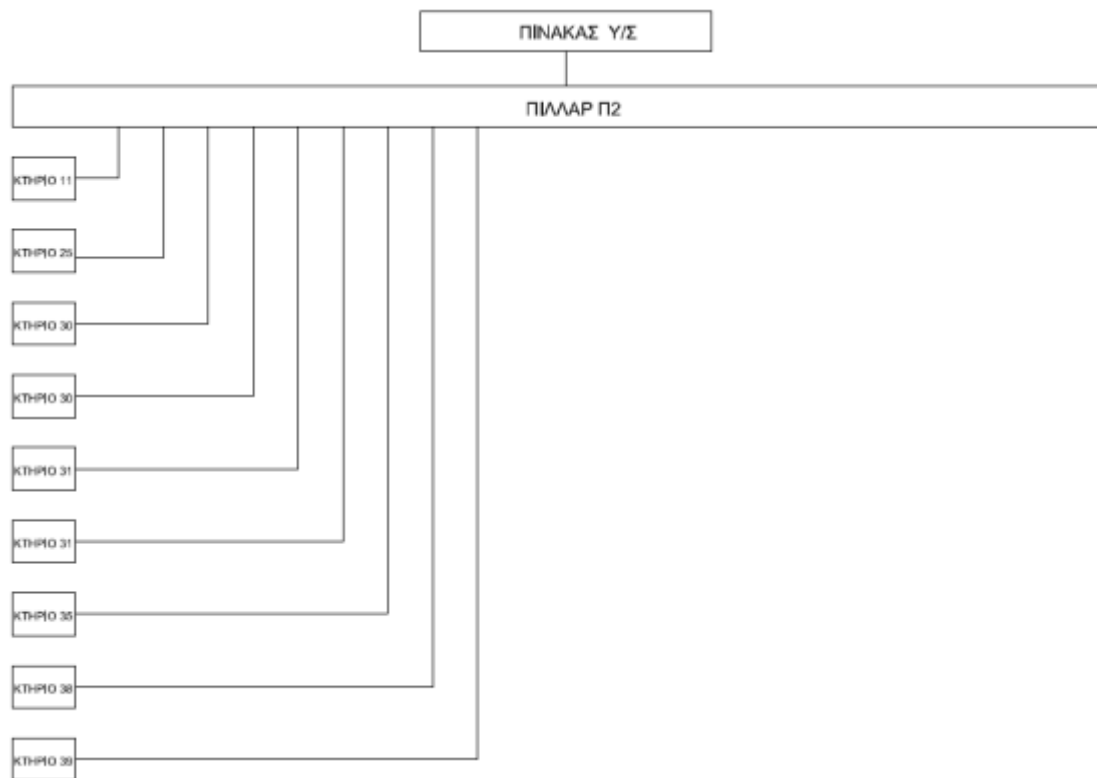
ΠΙΝΑΚΑΣ Π1

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ισχύς (KW) (με ταυτοχρον.)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ14	2	1,5	10	7,58	2x1,5	10	1,59	0,72
κτ14	2	1,5	80	7,58	2x16	50	1,19	0,54
κτ16	6	4,5	70	7,58	4x4	20	3,63	0,95
κτ17	7	5,25	270	8,84	3x50+25	80	4,51	2,05
κτ18	8	6	140	10,1	3x35+16	80	3,82	1,74
κτ19	5	3,75	50	18,94	2x25	80	1,19	0,54
κτ20	2	1,5	10	7,58	2x1,5	10	1,59	0,72
κτ41	10	7,5	10	12,63	4x2,5	16	1,38	0,36
κτ42	10	7,5	45	12,63	4x4	20	3,89	1,02
κτ43	10	7,5	10	12,63	4x2,5	16	1,38	0,36
κτ44	10	7,5	35	12,63	4x2,5	16	4,84	1,27
κτ47	5	3,75	305	6,31	3x35+16	80	5,2	2,36
ΣΥΝΟΛΟ (Π1)	83	62,25	290	104,8	3x150+70	225	5,54	1,46



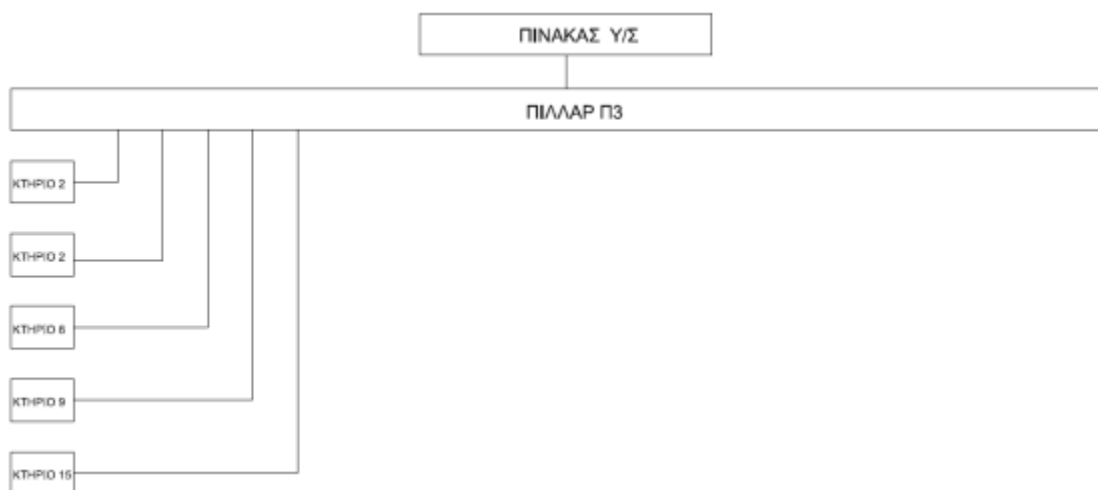
ΠΙΛΛΑΡ Π2

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ11	40	30	10	50,51	3x25+16	60	0,55	0,15
κτ25	10	7,5	10	12,63	4x2,5	16	1,38	0,36
κτ30	60	45	70	75,76	3x50+25	100	2,9	0,76
κτ30	35	26,25	20	44,19	4x16	50	1,51	0,4
κτ31	10	7,5	55	12,63	4x4	20	4,75	1,25
κτ31	10	7,5	95	12,63	4x10	35	3,28	0,86
κτ35	10	7,5	20	12,63	4x2,5	16	2,76	0,73
κτ38	25	18,75	10	31,57	4x6	25	1,44	0,38
κτ39	25	18,75	60	31,57	4x16	50	3,24	0,85
ΣΥΝΟΛΟ (Π2)	145	108,75	130	183,08	3x120+70	200	5,43	1,43



ΠΙΛΛΑΡ Π3

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
				(A)				
κτ2	5	3,75	20	6,31	4x1,5	10	2,3	0,61
κτ2	10	7,5	130	12,63	4x16	50	2,81	0,74
κτ8	30	22,5	25	37,88	4x16	50	1,62	0,43
κτ9	21	15,75	135	26,52	3x25+16	60	3,92	1,03
κτ15	6	4,5	10	22,73	2x6	25	1,19	0,31
ΣΥΝΟΛΟ (Π3)	56	42	130	70,71	3x50+25	80	5,03	1,32



ΠΙΛΛΑΡ Π4

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (Α)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ6	20	15	10	25,25	4x10	35	0,69	0,18
κτ14	2	1,5	25	7,58	2x4	20	1,49	0,39
κτ21	20	15	25	75,76	2x35	80	1,7	0,45
κτ27	5	3,75	15	18,94	2x6	25	1,49	0,39
κτ51	5	3,75	30	18,94	2x10	35	1,79	0,47
ΣΥΝΟΛΟ (Π4)	52	39	95	65,66	3x35+16	80	4,88	1,28



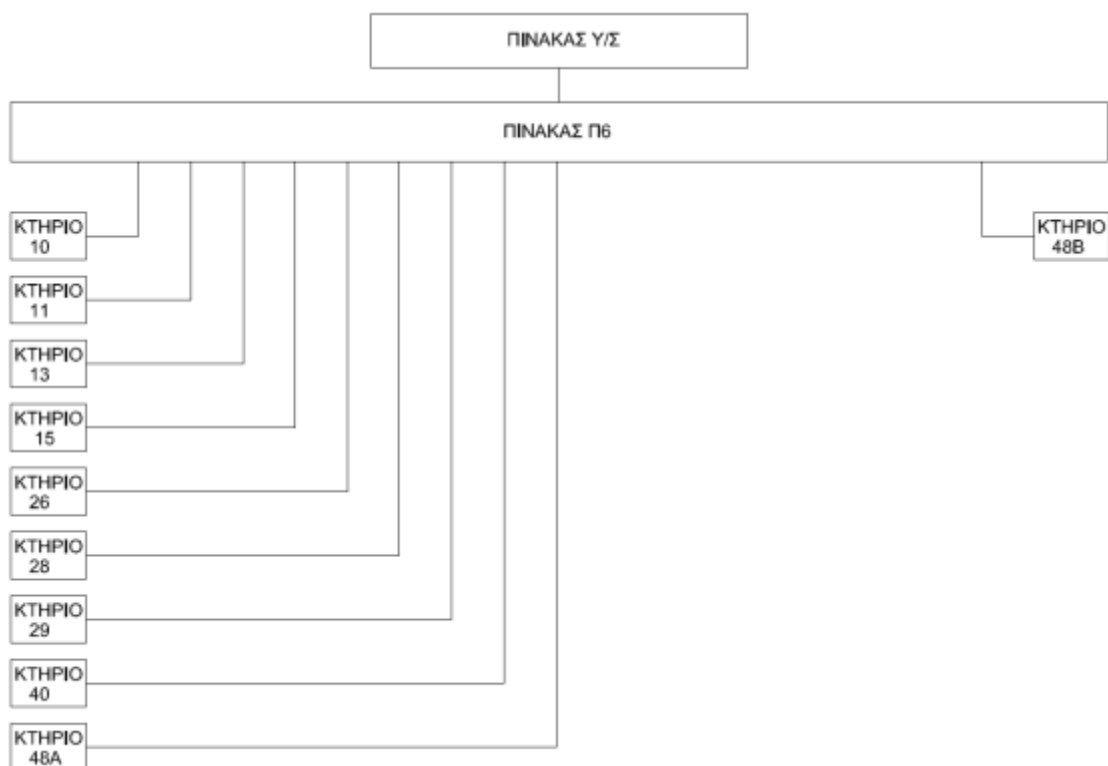
ΠΙΝΑΚΑΣ Π5

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ1	98	73,5	5	123,74	3x70+35	125	0,24	0,06
κτ4	39	29,25	60	49,24	3x25+16	60	3,23	0,85
κτ14	4	3	80	15,15	2x25	60	1,53	0,4
κτ14	2	1,5	5	7,58	2x1,5	10	0,8	0,21
κτ22	5	3,75	100	18,94	2x35	80	1,7	0,45
ΣΥΝΟΛΟ (Π5)	137	102,75	210	172,98	3x185+95	250	5,37	1,41



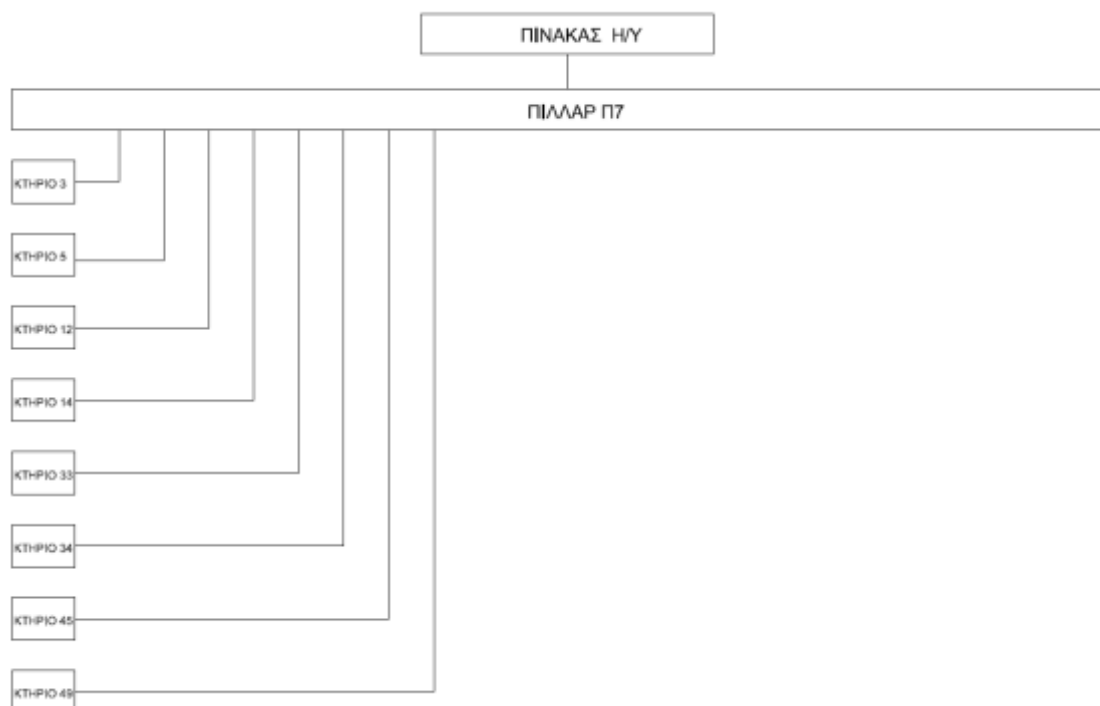
ΠΙΝΑΚΑΣ Π6

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ10	30	22,5	25	37,88	4x16	50	1,62	0,43
κτ11	15	11,25	45	18,94	4x6	25	3,89	1,02
κτ13	5	3,75	40	18,94	2x16	50	1,49	0,39
κτ15	11	8,25	65	13,89	4x10	35	2,47	0,65
κτ26	15	11,25	30	18,94	4x4	20	3,89	1,02
κτ28	25	18,75	65	31,57	4x16	50	3,51	0,92
κτ29	25	18,75	2	31,57	4x10	35	0,17	0,05
κτ40	25	18,75	25	31,57	4x10	35	2,16	0,57
κτ48α	10	7,5	50	12,63	4x6	25	2,88	0,76
κτ48β	5	3,75	20	18,94	2x6	25	1,99	0,52
ΣΥΝΟΛΟ (Π6)	156	117	305	196,97	3x300+150	250	5,48	1,44



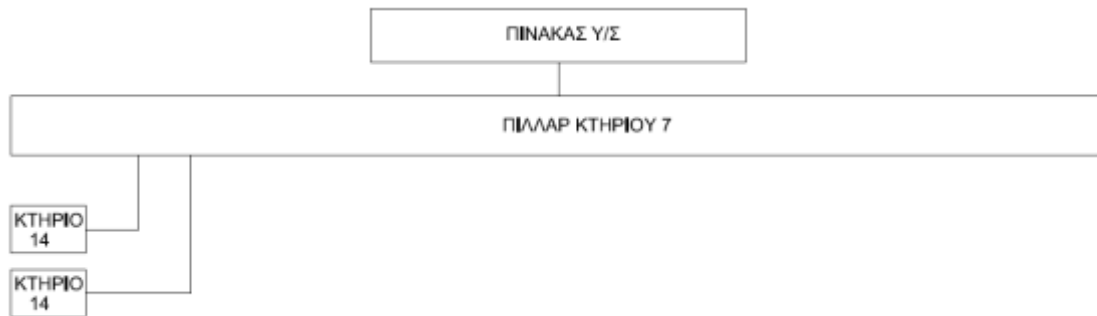
ΠΙΝΑΚΑΣ Π7

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU (V)	ΔU(%)
κτ3	20	15	20	25,25	4x10	35	1,38	0,36
κτ5	20	15	55	25,25	4x10	35	3,8	1
κτ12	10	7,5	50	12,63	4x4	20	4,32	1,14
κτ14	2	1,5	35	7,58	2x6	25	1,39	0,37
κτ33	30	22,5	10	37,88	4x16	50	0,65	0,17
κτ34	4	3	20	15,15	2x6	25	1,59	0,42
κτ45	20	15	55	25,25	4x10	35	3,8	1
κτ49	20	15	90	25,25	4x16	50	3,89	1,02
ΣΥΝΟΛΟ (Π7)	126	94,5	130	159,09	3x120+70	200	4,71	1,24



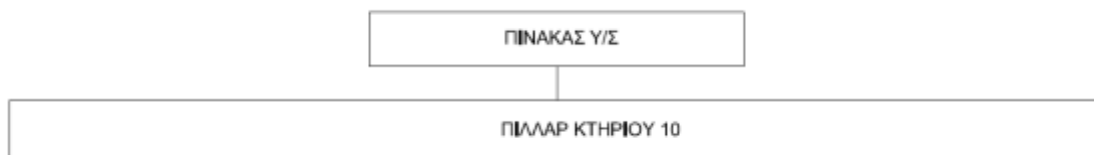
ΠΙΛΛΑΡ ΚΤ.7

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδια	Ασφάλεια	ΔU	ΔU(%)
κτ7	34	25,5	110	42,93	4x25	50	5,17	1,36
κτ14	4	3	60	15,15	2x16	25	1,79	0,81
κτ14	2	1,5	10	7,58	2x4	10	0,6	0,27



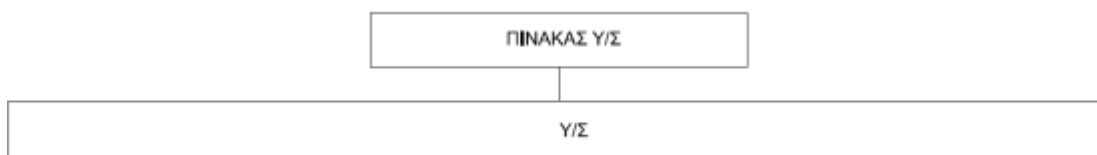
ΠΙΛΛΑΡ ΚΤ.10

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδιο	Ασφάλεια	ΔU	ΔU(%)
κτ10	150	112,5	70	189,39	3x120+70	200	3,02	0,8



ΠΙΝΑΚΑΣ Υ/Σ

Κτίρια που τροφοδοτεί	Ισχύς (KW)	Ταυτοχρονισμένη ισχύς (KW)	Μήκος (L)	Ρεύμα (A)	Καλώδια	Ασφάλεια	ΔU	ΔU(%)
Υ/Σ	5	5	3	8,42	4x1,5	10	1,29	0,34



5.3 Υπολογισμός υποσταθμού

Ο ηλεκτρικός υποσταθμός θα εγκατασταθεί μέσα σε κτίριο αποκλειστικά κατασκευασμένο για αυτόν το σκοπό. Ο χώρος υποσταθμού θα περιλαμβάνει:

- ☞ χώρο αφίξεως Δ.Ε.Η.
- ☞ χώρο μετασχηματιστών
- ☞ χώρο ηλεκτρικού πίνακα Μ.Τ.
- ☞ χώρο ηλεκτρικού πίνακα Χ.Τ.
- ☞ χώρο ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους (Η/Ζ)

ΚΤΙΡΙΟ	ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (KW)	ΚΤΙΡΙΟ	ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (KW)
1	98	28	25
2	5	29	25
3	20	30	25
4	30	31	10
5	20	32	30
6	20	33	30
7	25	34	4
8	30	35	10
9	15	36	-
11	15	37	-
12	10	38	25
13	5	39	15
14	14	40	25
15	12	41	10
16	6	42	10
17	5	43	10
18	6	44	10
19	5	45	20
20	2	46	-
21	20	47	5
22	5	48	5
23	-	49	20
24	-	50	150
25	10	51	5
26	15	52	-
27	5	53	-

Στον παραπάνω πίνακα 5.3.1 αναφέρονται τα διάφορα κτίρια που υπάρχουν στο στρατόπεδο με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Για λόγους ασφαλείας δεν αναφέρονται τα ονόματα των κτιρίων αλλά γίνεται μόνο μια απλή αρίθμηση τους.

Με βάση τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι $P_{εγκ}=837kW$. Προκειμένου να γίνει πρόβλεψη και για μελλοντικές εγκαταστάσεις, θεωρούμε ένα ποσοστό 30% ανοχή, δηλαδή:

$$P_{ολ} = 1,30 \cdot P_{εγκ} = 1,30 \cdot 837 = 1088,1kW$$

Θεωρώντας $\cos\phi=0,9$ προκύπτει $S_{ολ} = \frac{P_{ολ}}{\cos\phi} = \frac{1088,1}{0,9} = 1209 kW$. Επίσης θεωρούμε ετεροχρονισμό 75% και επομένως τελικά έχουμε:

$$S_m = S_{ολ} \cdot 0,75 = 1209 \cdot 0,75 = 907 kVA$$

Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι πρέπει να γίνει επιλογή ενός μετασχηματιστή 1000kVA.

Ο μετασχηματιστής θα τοποθετηθεί σε ιδιαίτερο χώρο στο κτίριο του ηλεκτρικού υποσταθμού κινούμενος πάνω σε ράγες οδηγούς. Τα στοιχεία του μετασχηματιστή θα είναι:

Ισχύς	1000kVA
Τάση πρωτεύοντος	20kV, 15kV
Τάση δευτερεύοντος	400/230V
Συχνότητα	50Hz
Ζεύξη	Δ -Y
Περιοχή ρύθμισης τάσης	$\pm 5\%$
Υγρό πληρώσεως	έλαιο
Αερισμός χώρου Μ/Σ	Φυσικός με κατάλληλη οικοδομική διαμόρφωση

Θα τοποθετηθεί γείωση λειτουργίας καθώς και γείωση μεταλλικών μερών του Μ/Σ και του ΓΠΧΤ.

Το Η/Ζ που επιλέγεται θα είναι 1000KVA προκειμένου να είναι σε θέση να εξυπηρετήσει απόλυτα τις ανάγκες όλου του στρατοπέδου σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος από τη ΔΕΗ.

5.4 Κτίριο ηλεκτρικού υποσταθμού

Το κτίριο του ηλεκτρικού υποσταθμού χωρίζεται σε 5 διακεκριμένους χώρους:

- ☞ χώρος Δ.Ε.Η.
- ☞ χώρος Μ/Σ
- ☞ χώρος ΓΠΜΤ
- ☞ χώρος ΓΠΧΤ
- ☞ χώρος Η/Ζ

Κάτω από τους χώρους Δ.Ε.Η. και Μ/Σ διαμορφώνεται υπόγειο το δάπεδο του οποίου σε στάθμη -1,45 έως -1,25m από το δάπεδο του ισογείου. Το δάπεδο του υπογείου των Μ/Σ στρώνεται με χαλίκι μέσου ύψους 30cm για την αποχέτευση των λαδιών του Μ/Σ. Επίσης θα κατασκευαστεί με κλίση 8% για τη συγκέντρωση και την απορροή τυχόν υδάτων

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟΥ”

6.1 Υπολογισμός πινάκων στο κτίριο του διοικητηρίου

6.1.1 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του γενικού πίνακα κτιρίου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Γενικός πίνακας διοικητηρίου (Γ.Π)

Θέση πίνακα: Υ-6

A. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	74
Ισχύς-S σε KVA:	80
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,91
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,02
ΔU_{max} (%):	0,02

B. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Π5
Ολικό μήκος γραμμής:	25m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 123 \text{ A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYY 3*50+25+25mm ²
Ονομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 180
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 21
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 0,463
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,082
Διάμετρος (σε mm): 30
Βάρος (σε kg/km): 2400

6.1.2 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα λεβητοστασίου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας λεβητοστασίου (Π.Λ)

Θέση πίνακα: Υ-6

Α. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	7,5
Ισχύς-S σε KVA:	9,5
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,80
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,10
ΔU_{max} (%):	0,12

Β. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	ΓΠ
Ολικό μήκος γραμμής:	8m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 14 \text{ A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NY Y 5*6mm ²
Όνομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 56
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 2,1
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 3,6
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 19
Βάρος (σε kg/km): 600

6.1.3 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού υπογείου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας φωτισμού υπογείου (Π.Φ.Υ)

Θέση πίνακα: Υ-6

A. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	8,3
Ισχύς-S σε KVA:	9
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,93
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,02
ΔU_{max} (%):	0,04

B. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Γ.Π
Ολικό μήκος γραμμής:	16m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 13,6\text{A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYΥ 5*6mm ²
Όνομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 56
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 2,1
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 3,6
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 19
Βάρος (σε kg/km): 600

6.1.4 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού ισογείου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας φωτισμού ισογείου (Π.Φ.Ι.)

Θέση πίνακα: I-6

A. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	16
Ισχύς-S σε KVA:	17
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,93
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,28
ΔU_{max} (%):	0,3

B. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Γ.Π.
Ολικό μήκος γραμμής:	23m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 25 \text{ A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYY 5*10mm ²
Ονομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 75
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 6,45
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 2,1
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 22
Βάρος (σε kg/km): 810

6.1.5 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Α ορόφου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας φωτισμού Α' ορόφου (Π.Φ.Α.)

Θέση πίνακα: Α-11

Α. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	19
Ισχύς-S σε KVA:	20,5
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,92
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,51
ΔU_{max} (%):	0,53

Β. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Γ.Π.
Ολικό μήκος γραμμής:	26m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 31,3A$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYY 5*10mm ²
Ονομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε Α): 75
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 6,4
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 2,1
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 22
Βάρος (σε kg/km): 810

6.1.6 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Β ορόφου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας φωτισμού Β' ορόφου (Π.Φ.Β.)
Θέση πίνακα: B-11

Α. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	19
Ισχύς-S σε KVA:	20,5
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,92
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,6
ΔU_{max} (%):	0,62

Β. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Γ.Π.
Ολικό μήκος γραμμής:	29m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 31,3 \text{ A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYY 5*10mm ²
Ονομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 75
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 6,4
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 2,1
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 22
Βάρος (σε kg/km): 810

6.1.7 Αναλυτικός υπολογισμός του καλωδίου παροχής του πίνακα φωτισμού Γ ορόφου

Αριθμός-όνομα ηλεκτρικού πίνακα: Πίνακας φωτισμού Γ' ορόφου (Π.Φ.Γ.)
Θέση πίνακα: Γ-11

Α. Στοιχεία φορτίου

Ισχύς-P σε KW:	19
Ισχύς-S σε KVA:	20,5
Ισχύς-V σε Volt:	380
συνφ:	0,92
$\Delta U_{\text{τοπικό}}$ (%):	0,69
ΔU_{max} (%):	0,71

Β. Θέση καλωδίου παροχής

Το καλώδιο ξεκινά από:	Γ.Π.
Ολικό μήκος γραμμής:	32m

Γ. Ρεύμα φορτίου

$$I_{\text{φορτίου}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = 31,3 \text{ A}$$

Δ. Στοιχεία του καλωδίου παροχής

Τύπος καλωδίου: NYY 5*10mm ²
Ονομαστική τάση καλωδίου (σε Volt): 600/1000
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα σε Κ.Σ. (σε A): 75
Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγών (σε °C): 70
Απώλειες κατά μήκος του καλωδίου (σε W/m): 6,4
Αντίσταση ωμική (σε Ω/km): 2,1
Αντίσταση επαγωγική (σε Ω/km): 0,3
Διάμετρος (σε mm): 22
Βάρος (σε kg/km): 810

6.2 Μελέτη γραμμών πίνακα -εύρεση απορροφούμενης ισχύς

A. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας διοικητηρίου (Π.Δ.)

Θέση: Υ-6

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,8

Πτώση τάσης: 0,02%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

B. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτ. σε KW	Ταυτο-χρονισμός	Ρεύμα Γραμ. σε A	Συντ. Ισχ.	Μήκος Γραμμή σε mm	Διατομή Καλωδίου NYΥ	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%_p$	Σχόλια
K1	Πίνακας L1,L2,L3	11,4	0,6	14	0,8	3	5*6mm ²	0,1	Πίνακας Λεβητοστασίου
K2	Πίνακας L1,L2,L3	15,6	0,5	13,6	0,93	2	5*6mm ²	0,02	Πίνακας φωτισμού υπογείου
K3	Πίνακας L1,L2,L3	30	0,5	25	0,93	8	5*10mm ²	0,26	Πίνακας φωτισμού ισογείου
K4	Πίνακας L1,L2,L3	35	0,55	31,5	0,92	13	5*10mm ²	0,51	Πίνακας φωτισμού Α ορόφου
K5	Πίνακας L1,L2,L3	35	0,55	31,5	0,92	16	5*10mm ²	0,6	Πίνακας φωτισμού Β ορόφου
K6	Πίνακας L1,L2,L3	35	0,55	31,5	0,92	19	5*10mm ²	0,69	Πίνακας φωτισμού Γ ορόφου
Γ4	Γείωση	Για τη γείωση του κτιρίου χρησιμοποιούμαι ηλεκτρονόμους διαφυγής							

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύς*Ταυτοχρ.	Απορροφόμενη Ισχύς
Φωτισμός			
Ρευματοδότες			
Κίνηση			
Συσκευές			
Υποπίνακες	7	98*0,75	74
Σύνολο απορροφούμενης ισχύος (σε KW)			74

A. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας λεβητοστασίου (Π.Λ.)

Θέση: Υ-6

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,8

Πτώση τάσης: 0,02%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

B. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμής σε m	Διατομή Καλωδίου NYΥ	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%_p$	Σχόλια
Λ1	Κίνηση L1	0,2	1,2	0,8	7	3*2,5mm ²	0,06	Καυστήρας
Λ2	Κίνηση L2	1,3	8,4	0,9	4	3*2,5mm ²	0,23	Κυκλοφορητής
Λ3	Φωτισμός L3	0,2	1,2	0,9	40	3*1,5mm ²	0,45	Αυτοματισμοί
Λ4	Ρεύμα L1	1,8	10	0,9	3	3*2,5mm ²	0,21	Ρευματοδότης μονοφασικός
Λ5	Ρεύμα L2	1,8	10	0,9	6	3*2,5mm ²	0,41	Ρευματοδότης μονοφασικός
Λ6	Ρεύμα L3	1,8	10	0,9	4	5*2,5mm ²	0,55	Ρευματοδότης μονοφασικός
Λ7	Ρεύμα L1,L2,L3	5	9,5	0,8	1		0,03	Ρευματοδότης τριφασικός
Λ8	Εφεδρικό L3							Εφεδρεία

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύος*Ταυτοχρ.	Απορροφούμενη Ισχύς
Φωτισμός			
Ρευματοδότες	4	10,3*0,30	5,2
Κίνηση	3	1,7*0,8	1,4
Συσκευές			
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφημένης ισχύος (σε KW)			6,6

A. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας φωτισμού υπογείου (Π.Φ.Υ.)

Θέση: Υ-6

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,9

Πτώση τάσης: 0,04%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

Β. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμή σε m	Διατομή Καλωδίου NYG	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%$	Σχόλια
Y1	Φωτισμός L1	0,3	1,4	0,95	20	3*1,5mm ²	0,45	Φωτισμός σκάλας
Y2	Φωτισμός L2	0,9	0,42	0,95	10	3*1,5mm ²	0,05	Φωτισμός Y-6
Y3	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	14	3*1,5mm ²	0,19	Φωτισμός Y-1
Y4	Φωτισμός L1	0,264	1,26	0,95	11	3*1,5mm ²	0,16	Φωτισμός Y-1
Y5	Φωτισμός L2	0,264	1,26	0,95	9	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Y-1
Y6	Φωτισμός L3	0,352	1,68	0,95	14	3*1,5mm ²	0,27	Φωτισμός δεξαμενής λέβητα
Y7	Φωτισμός L2	0,45	2	0,95	8	3*1,5mm ²	0,18	6 ρευματοδότες για Y-1
Y8	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	7	3*2,5mm ²	0,36	6 ρευματοδότες για Y-1
Y9	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	12	3*2,5mm ²	0,59	6 ρευματοδότες για Y-1
Y10	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	12	3*2,5mm ²	0,59	6 ρευματοδότες για Y-1
Y11	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για Y-1
Y12	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	15	3*2,5mm ²	0,70	6 ρευματοδότες για Y-1
Y13	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	7	3*2,5mm ²	0,33	6 ρευματοδότες για Y-1
Y14	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	17	3*2,5mm ²	1,2	Κλιματισμός για Y-1
Y15	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	13	3*2,5mm ²	0,9	Κλιματισμός για Y-1
Y16	Αυτοματ. L1	0,2	1	0,95	27	3*1,5mm ²	0,31	Αυτοματ. ρελέ σκάλας
Y17	Εφεδρικό L3							Εφεδρεία

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύς*Ταυτοχρ.	Απορροφούμενη Ισχύς
Φωτισμός	8	2,18*0,7	1,526
Ρευματοδότες	7	10,3*0,30	2,4
Κίνηση	2	4*0,8	4
Συσκευές			
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφούμενης ισχύος (σε KW)			8

Α. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας φωτισμού ισογείου (Π.Φ.Ι.)

Θέση: I-6

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,9

Πτώση τάσης: 0,3%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

Β. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμής σε m	Διατομή Καλωδίου NYΥ	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%$	Σχόλια
I1	Φωτισμός L1	0,26	3,24	0,95	30	3*1,5mm ²	0,44	Φωτισμός I-1 και I-2
I2	Φωτισμός L2	0,352	0,42	0,95	25	3*1,5mm ²	0,48	Φωτισμός I-2
I3	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	17	3*1,5mm ²	0,25	Φωτισμός I-7
I4	Φωτισμός L1	0,22	1,26	0,95	12	3*1,5mm ²	0,14	Φωτισμός I-7
I5	Φωτισμός L2	0,264	1,26	0,95	20	3*1,5mm ²	0,29	Φωτισμός I-6
I6	Φωτισμός L3	0,264	1,68	0,95	20	3*1,5mm ²	0,29	Φωτισμός I-6
I7	Φωτισμός L1	0,132	2	0,95	30	3*1,5mm ²	0,22	Φωτισμός I-5
I8	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	20	3*2,5mm ²	0,95	6 ρευματοδότες για I-2
I9	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	16	3*2,5mm ²	0,76	6 ρευματοδότες για I-2
I10	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για I-2
I11	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για I-2
I12	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	17	3*2,5mm ²	0,81	6 ρευματοδότες για I-7
I13	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	11	3*2,5mm ²	0,53	6 ρευματοδότες για I-7
I14	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,9	9	3*2,5mm ²	0,6	6 ρευματοδότες για I-7
I15	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	9	3*2,5mm ²	0,43	6 ρευματοδότες για I-6
I16	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για I-6
I17	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	13	3*2,5mm ²	0,6	6 ρευματοδότες για I-6
I18	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	16	3*2,5mm ²	1,1	Κλιματισμός για I-2
I19	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για I-2
I20	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	18	3*2,5mm ²	1,3	Κλιματισμός για I-7
I21	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για I-7
I22	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για I-6
I23	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	13	3*2,5mm ²	0,9	Κλιματισμός για I-6
I24	Συσκευή L3	2	9	0,9	12	3*2,5mm ²	0,75	Εφεδρεία
I25	Εφεδρικό L3							

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύς*Ταυτοχρ.	Απορροφούμενη Ισχύς
Φωτισμός	7	1,76*1	1,76
Ρευματοδότες	10	15,6*0,25	3,9
Κίνηση	6	12*0,7	8,4
Συσκευές	1	2*0,25	0,5
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφημένης ισχύος (σε KW)			15,4

Α. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας φωτισμού Α ορόφου (Π.Φ.Α.)

Θέση: Α-11

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,9

Πτώση τάσης: 0,53%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

Β. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμή σε m	Διατομή Καλωδίου NYG	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%$	Σχόλια
A1	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Α-1
A2	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Α-2
A3	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	10	3*1,5mm ²	0,14	Φωτισμός Α-3
A4	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	17	3*1,5mm ²	0,16	Φωτισμός διαδρόμου
A5	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Α-8
A6	Φωτισμός L3	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Α-7 με αλερετούρ
A7	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	8	3*1,5mm ²	0,08	Φωτισμός Α-7
A8	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	14	3*2,5mm ²	0,2	Φωτισμός Α-6
A9	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	14	3*2,5mm ²	0,72	6 ρευματοδότες για Α-1
A10	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Α-1 και Α-2
A11	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για Α-2
A12	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Α-3
A13	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	7	3*2,5mm ²	0,36	6 ρευματοδότες για Α-3
A14	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για Α-8
A15	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	15	3*2,5mm ²	0,77	6 ρευματοδότες για Α-7 και Α-8
A16	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες Α-7 και διάδρομο
A17	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	13	3*2,5mm ²	0,67	6 ρευματοδότες για Α-6 και Α-7
A18	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για Α-6
A19	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για Α-1
A20	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για Α-2
A21	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για Α-3
A22	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για Α-3
A23	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για Α-8
A24	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για Α-7
A25	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για Α-7
A26	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για Α-6
A27	Συσκευή L3	2	9	0,9	9	3*2,5mm ²	0,56	Ταχυθερ-μαντήρας στο Α-10
A28	Εφεδρικό L3							Εφεδρεία

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύος*Γαυτοχρ.	Απορροφούμενη Ισχύς
Φωτισμός	8	1,58*1	1,58
Ρευματοδότες	10	15,6*0,25	3,9
Κίνηση	8	16*0,75	12
Συσκευές	1	2*0,3	0,6
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφούμενης ισχύος (σε KW)			18

Α. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας φωτισμού Β ορόφου (Π.Φ.Β.)

Θέση: Β-11

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,9

Πτώση τάσης: 0,62%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

Β. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμής σε m	Διατομή Καλωδίου NYΥ	$\Delta U_{πραγμ}$ % _p	Σχόλια
B1	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Β-1
B2	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Β-2
B3	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	10	3*1,5mm ²	0,14	Φωτισμός Β-3
B4	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	17	3*1,5mm ²	0,16	Φωτισμό διαδρόμου
B5	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Β-8
B6	Φωτισμός L3	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Β-7 με αλερετούρ
B7	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	8	3*1,5mm ²	0,08	Φωτισμός Β-7
B8	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	14	3*2,5mm ²	0,2	Φωτισμός Β-6
B9	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	14	3*2,5mm ²	0,72	6 ρευματοδότες για Β-1
B10	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Β-1 και Β-2
B11	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για Β-2
B12	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Β-3
B13	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	7	3*2,5mm ²	0,36	6 ρευματοδότες για Β-3
B14	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για

								B-8
B15	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	15	3*2,5mm ²	0,77	6 ρευματοδότες για B-7 και B-8
B16	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες B-7 και διάδρομο
B17	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	13	3*2,5mm ²	0,67	6 ρευματοδότες για B-6 και B-7
B18	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για B-6
B19	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για B-1
B20	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για B-2
B21	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για B-3
B22	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για B-3
B23	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για B-8
B24	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για B-7
B25	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για B-7
B26	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για B-6
B27	Συσκευή L3	2	9	0,9	9	3*2,5mm ²	0,56	Ταχυθερ-μαντήρας στο B-10
B28	Εφεδρικό L3							Εφεδρεία

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύος*Ταυτοχρ.	Απορροφόμενη Ισχύς
Φωτισμός	8	1,58*1	1,58
Ρευματοδότες	10	15,6*0,25	3,9
Κίνηση	8	16*0,75	12
Συσκευές	1	2*0,3	0,6
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφημένης ισχύος (σε KW)			18

Α. Γενικά στοιχεία

Αριθμός-όνομα πίνακα: Πίνακας φωτισμού Γ ορόφου (Π.Φ.Γ.)

Θέση: Γ-11

Τάση λειτουργίας: 380V στα 50Hz

Φάσεις: 3

συνφ: 0,9

Πτώση τάσης: 0,71%

Τύπος πίνακα: μεταλλικός χωνευτός

Β. Πίνακας υπολογισμού των στοιχείων της κάθε γραμμής

Κωδ. Φορτ.	Είδος Φορτίου	Ισχύς φορτίου σε KW	Ρεύμα Γραμμής σε A	Συντελ. Ισχύος	Μήκος Γραμμή σε m	Διατομή Καλωδίου NYΥ	$\Delta U_{\text{πραγμ}} \%$	Σχόλια
Γ1	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Γ-1
Γ2	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	12	3*1,5mm ²	0,12	Φωτισμός Γ-2
Γ3	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	10	3*1,5mm ²	0,14	Φωτισμός Γ-3
Γ4	Φωτισμός L1	0,176	0,84	0,95	17	3*1,5mm ²	0,16	Φωτισμός διαδρόμου
Γ5	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Γ-8
Γ6	Φωτισμός L3	0,176	0,84	0,95	14	3*1,5mm ²	0,13	Φωτισμός Γ-7 με αλερετούρ
Γ7	Φωτισμός L2	0,176	0,84	0,95	8	3*1,5mm ²	0,08	Φωτισμός Γ-7
Γ8	Φωτισμός L3	0,264	1,26	0,95	14	3*2,5mm ²	0,2	Φωτισμός Γ-6
Γ9	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	14	3*2,5mm ²	0,72	6 ρευματοδότες για Γ-1
Γ10	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Γ-1 και Γ-2
Γ11	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	8	3*2,5mm ²	0,41	6 ρευματοδότες για Γ-2
Γ12	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες για Γ-3
Γ13	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	7	3*2,5mm ²	0,36	6 ρευματοδότες για Γ-3
Γ14	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για Γ-8
Γ15	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	15	3*2,5mm ²	0,77	6 ρευματοδότες για Γ-7 και Γ-8
Γ16	Ρεύμα L3	1,57	7,5	0,95	9	3*2,5mm ²	0,46	6 ρευματοδότες Γ-7 και διάδρομο
Γ17	Ρεύμα L1	1,57	7,5	0,95	13	3*2,5mm ²	0,67	6 ρευματοδότες για Γ-6 και Γ-7
Γ18	Ρεύμα L2	1,57	7,5	0,9	16	3*2,5mm ²	0,82	6 ρευματοδότες για Γ-6
Γ19	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για Γ-1
Γ20	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για Γ-2
Γ21	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	7	3*2,5mm ²	0,49	Κλιματισμός για Γ-3
Γ22	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	10	3*2,5mm ²	0,69	Κλιματισμός για Γ-3
Γ23	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για Γ-8
Γ24	Κίνηση L2	2	10,1	0,9	12	3*2,5mm ²	0,83	Κλιματισμός για Γ-7
Γ25	Κίνηση L3	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για Γ-7
Γ26	Κίνηση L1	2	10,1	0,9	11	3*2,5mm ²	0,76	Κλιματισμός για Γ-6
Γ27	Συσκευή L3	2	9	0,9	9	3*2,5mm ²	0,56	Ταχυθερ-μαντήρας στο Γ-10
Γ28	Εφεδρικό L3							Εφεδρεία

Γ. Πίνακας υπολογισμού απορροφούμενης ισχύος

Είδος φορτίου	Αριθμός αναχωρήσεων	Εγκατ. Ισχύος*Ταυτοχρ.	Απορροφούμενη Ισχύς
Φωτισμός	8	1,58*1	1,58
Ρευματοδότες	10	15,6*0,25	3,9
Κίνηση	8	16*0,75	12
Συσκευές	1	2*0,3	0,6
Υποπίνακες			
Σύνολο απορροφημένης ισχύος (σε KW)			18

Τα μονογραμμικά σχέδια των πινάκων βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Μπούρκας Π.: Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων
- [2] Μπούρκας Π.: Εφαρμογές σχεδίου για ηλεκτρολόγους μηχανικούς
- [3] Γούτη Α.: Το ηλεκτρολογικό σχέδιο, μέρος Ι.
- [4] Γούτη Α.: Το ηλεκτρολογικό σχέδιο, μέρος ΙΙ
- [5] Κοντορούπη Γ.: Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίων.
- [6] Τσακίρης Α.: Φωτοτεχνία
- [7] Τούλογλου Σ.: Ηλεκτρολογικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις και υποσταθμοί.
- [8] Μαχιά Α.: Μελέτη και σχεδίαση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.
- [9] Μιχάλης Π.: Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- [10] Οι προδιαγραφές της ΔΕΗ, οι διατάξεις του VDE και των γερμανικών κανονισμών DIN.
- [11] Κανονισμοί εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ΕΛΟΤ HD 384, Έκδοση 2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2