

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Αριθμός 1287

**ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ
20/0,4 KV**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΚΟΥΡΚΟΥΤΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΠΡΙΦΤΗ ΑΤΛΑΝΤ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΜΙΜΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματεύεται τους ιδιωτικούς υποσταθμούς Μέσης Τάσης. Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη ενός πραγματικού Ιδιωτικού Υποσταθμού Μέσης Τάσης (Μ.Τ) εργοστασίου φρυγανιάς.

Η εργασία αποτελείται από δυο βασικά μέρη.

Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει τα θεωρητικά στοιχεία που χρειάζονται για την διεξαγωγή μελέτης ιδιωτικού υποσταθμού εσωτερικού χώρου.

Το δεύτερο μέρος παρουσιάζει αναλυτική μελέτη για τον καθορισμό της παροχής Μέσης Τάσης από τον ΔΕΔΔΗΕ και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του ιδιωτικού υποσταθμού εσωτερικού χώρου του εργοστασίου φρυγανιάς.

Τέλος παρατίθενται δύο παραρτήματα.

Στο πρώτο παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των φορτιών και μέσων προστασίας της υπό μελέτης εγκατάστασης.

Στο δεύτερο παράρτημα γίνεται μια φωτογραφική απεικόνιση Ιδιωτικού Υποσταθμού Μέσης Τάσης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη ενός Υποσταθμού ΜΤ-ΧΤ. Υπολογίζονται τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση ενός ιδιωτικού Υποσταθμού ΜΤ, ενώ μελετάται και η διαδικασία επιλογής των μέσων εκείνων που είναι απαραίτητα για την ηλεκτροδότηση ενός Βιομηχανικού χώρου, το οποίο περιλαμβάνει διαφόρων ειδών φορτία.

Στο πρώτο μέρος, που είναι η εισαγωγή, παρατίθενται τα απαραίτητα θεωρητικά στοιχεία για την μελέτη και την σχεδίαση ενός Υποσταθμού.

Συγκεκριμένα, αναλύονται τα μέσα ζεύξης - απόζευξης και προστασίας ΜΤ καθώς και ο εξοπλισμός για το δίκτυο ΜΤ. Παρουσιάζονται οι τύποι παροχής των ιδιωτικών Υποσταθμών, τα κατάλληλα είδη γείωσης για προστασία των ατόμων που εργάζονται σε αυτούς ή βρίσκονται κοντά, από επικίνδυνες τάσεις επαφής και βηματικές τάσεις, όπως επίσης και η απαραίτητη προστασία του Υποσταθμού έναντι υπερτάσεων. Στην συνέχεια, επισημαίνονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία, καθώς και οι τρόποι επιλογής και προστασίας των Μ/Σ ισχύος, οι οποίοι έχουν τον ρόλο του μετασχηματισμού της τάσης από 20 KV σε 0.4 KV. Γίνεται μια αναφορά στα καλώδια ΜΤ και ΧΤ και αναλύονται τα μέσα ζεύξης - απόζευξης και προστασίας στην ΧΤ. Επιπλέον περιγράφονται οι ηλεκτρικοί πίνακες μέσα στους οποίους τοποθετούνται τα μέσα αυτά. Επισημαίνεται η αναγκαιότητα της αντιστάθμισης άεργου ισχύος και στην επιβεβλημένη συντήρηση του Υποσταθμού. Τέλος παρουσιάζονται τα απαραίτητα εκείνα στοιχεία για τον υπολογισμό των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ισχυρών ρευμάτων των βιομηχανικών χώρων.

Στο δεύτερο μέρος, πραγματοποιείται μια μελέτη εγκατάστασης κίνησης και φορτίων, Βιομηχανικού χώρου, καθώς επίσης και η μελέτη επιλογής των μέσων υλοποίησης του ιδιωτικού Υποσταθμού ΜΤ - ΧΤ με επιλογή του τύπου της παροχής σύμφωνα με τους υπολογισμούς οι οποίοι θα πραγματοποιηθούν στο δεύτερο μέρος

Περιεχόμενα

I.	1 ^ο Μέρος – Εισαγωγή	1
II.	1.Γενικά.....	1
III.	2. Βασικό Ηλεκτρολογικό Υλικό ζεύξης-απόζευξης και προστασίας Μ.Τ	5
A.	2.1 Αποζεύκτες – Γειωτές.....	7
B.	2.2 Διακόπτες Φορτίου.....	9
C.	2.3 Διακόπτες ισχύος.....	11
D.	2.4 Ασφάλειες Μέσης Τάσης.....	15
E.	2.5 Διακόπτες απομόνωσης	18
F.	2.6 Αλεξικέραυνα.....	21
IV.	3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΤ.....	24
A.	3.1 Προστασία γραμμών αναχώρησης του δικτύου ΜΤ.....	25
B.	3.3 Επιλεκτική συνεργασία των μέσων προστασίας.....	26
V.	4. Τυποποιημένες παροχές Μ.Τ.	27
A.	4.1 Παροχή Τύπου Α1.....	28
B.	4.2 Παροχή Τύπου Α2.....	30
C.	4.3 Παροχή Τύπου Β1.....	31
D.	4.4 Παροχή Τύπου Β2.....	32
VI.	5. Γειώσεις Υ/Σ καταναλωτών ΜΤ και ΧΤ	36
A.	5.1 Γενικά.....	36
B.	5.2 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης.....	36
C.	5.3 Απολήξεις και συνδέσεις των ηλεκτροδίων γείωσης.....	37
D.	5.4 Θεμελιακή γείωση.....	38
E.	5.5 Αντίσταση γείωσης και μέτρησή της.....	39
F.	5.6 Γείωση στην εγκατάσταση ΜΤ.....	40
G.	5.7 Γείωση Υ/Σ σε μη αγώγιμο έδαφος.....	45
H.	5.8 Μέθοδος γείωσης στην εγκατάσταση ΧΤ.....	45
I.	5.9 Έλεγχος βηματικών τάσεων.....	47
J.	5.10 Προστασία από ηλεκτροπληξία.....	47
VII.	6. Προστασία των Υ/Σ- Μ.Τ. κατά των υπερτάσεων.....	49
A.	6.1 Προστασία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων Χ.Τ κατά των υπερτάσεων.....	50
B.	6.2 Απαγωγείς τάσεων Χ.Τ.....	51
VIII.	7. Μετασηματιστής.....	51
A.	7.1 Μονοφασικός Μ/Σ.....	51

B.	7.2 Τριφασικός Μ/Σ	52
C.	7.3 Λειτουργία Παραλληλισμού	52
D.	7.4 Είδη Μετασχηματιστών	53
E.	7.5 Περιγραφή ελαιόψυκτου τριφασικού Μ/Σ Διανομής 20/0.4 kV	56
F.	7.6 Ψύξη Μετασχηματιστή.....	59
G.	7.7 Προστασία Μ/Σ.....	60
H.	7.8 Περιγραφή τριφασικού Μ/Σ Διανομής 20/0.4 kV Ξηρού τύπου.....	62
I.	7.9 Προστασία του Μ/Σ Ξηρού τύπου.....	63
J.	7.10 Επιλογή Μ/Σ Υποσταθμού Μ.Τ.....	64
K.	7.11 Προσδιορισμός ισχύος Μ/Σ Υ/Σ Μ.Τ	65
IX.	8. Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια Μ.Τ.– Χ.Τ.	66
A.	8.1 Μόνωση καλωδίων.....	67
B.	8.2 Ακροδέκτες καλωδίων	67
C.	8.3 Γείωση καλωδίων.....	67
X.	9. Μέσα ζεύξης-απόζευξης και προστασίας ΧΤ.....	68
A.	9.1 Ζεύξη.....	68
B.	9.2 Απόζευξη.....	69
C.	9.3 Μέσα ζεύξης-απόζευξης ΧΤ.....	69
D.	9.4 Μέσα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη Χ.Τ.....	72
1.	9.4.1 Ασφάλειες τήξης.....	72
2.	9.4.2 Αυτόματοι διακόπτες ισχύος.....	76
3.	9.4.3 Θερμικά ρελαί προστασίας κινητήρων	79
4.	9.4.4 Μικροαυτόματοι προστασίας γραμμών.....	80
5.	9.4.5 Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ).....	81
XI.	10. Πίνακες ΜΤ	83
A.	10.1 Κατασκευαστικά μέρη μιας τυπικής κυψέλης.....	85
B.	10.2 Πίνακες ΧΤ.....	87
1.	10.2.1 Γενικοί πίνακες διανομής	87
2.	10.2.2 Πίνακες κίνησης.....	88
3.	10.2.3 Πίνακες φωτισμού	88
XII.	11. Αντιστάθμιση άεργου ισχύος	88
A.	11.1 Βελτίωση άεργου ισχύος- Πλεονεκτήματα	89
XIII.	12. Συντήρηση Υ/Σ	90
XIV.	13. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις βιομηχανικών χώρων.....	91

A.	13.1 Διατομές και επιτρεπόμενα ρεύματα σε αγωγούς και καλώδια	91
B.	13.2 Διατάξεις προστασίας και ελέγχου.....	93
C.	13.3 Πίνακες βιομηχανικής εγκατάστασης	100
D.	13.4 Υπολογισμός διατομής αγωγών-καλωδίων.....	101
E.	13.5 Εγκαταστάσεις κίνησης.....	102
F.	13.6 Εγκαταστάσεις φωτισμού.....	103
1.	13.6.1 Υπολογισμός της απαιτούμενης φωτεινής ροής των φωτιστικών σωμάτων	103
2.	13.6.2 Υπολογισμός διατομών αγωγών τροφοδοσίας φωτιστικών κυκλωμάτων και διατάξεων προστασίας (ασφαλειών, διακοπών).....	105
XV.	2ο Μέρος: Μελέτη.....	107
A.	1.ΦΟΡΤΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	107
B.	2. ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ.....	109
C.	3. Η ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	110
D.	4.ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	112
E.	5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	115
F.	6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΥΠΟΠΙΝΑΚΩΝ	116
G.	7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ.....	117
H.	8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	122
	9. ΕΠΙΛΟΓΗ Μ/Σ	124
I.	10.ΠΑΡΟΧΗ Μ.Τ.	126
J.	11.ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ Μ.Τ.	126
K.	12.ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΤ.....	127
L.	13. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ, ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ	131
M.	14. ΓΕΙΩΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ	131
N.	15. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΤ.....	132
O.	16. ΑΕΡΙΣΜΟΣ - ΨΥΞΗ Μ/Σ	133
P.	17.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Υ/Σ.....	134
XVI.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	138
XVII.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	139
XVIII.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	140
A.	ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	140
B.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ $R_{ηλ}$ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕ ΓΝΩΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	141
C.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΘΕ ΓΡΑΜΜΗΣ.....	145
D.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	149

E.	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	167
F.	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ	170
G.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ (Εναλλακτικά)	177
H.	Επιλογή Μ/Σ.....	178
XIX.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	179
A.	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΕ ΕΝΑΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ.....	179

I. 1^ο Μέρος – Εισαγωγή

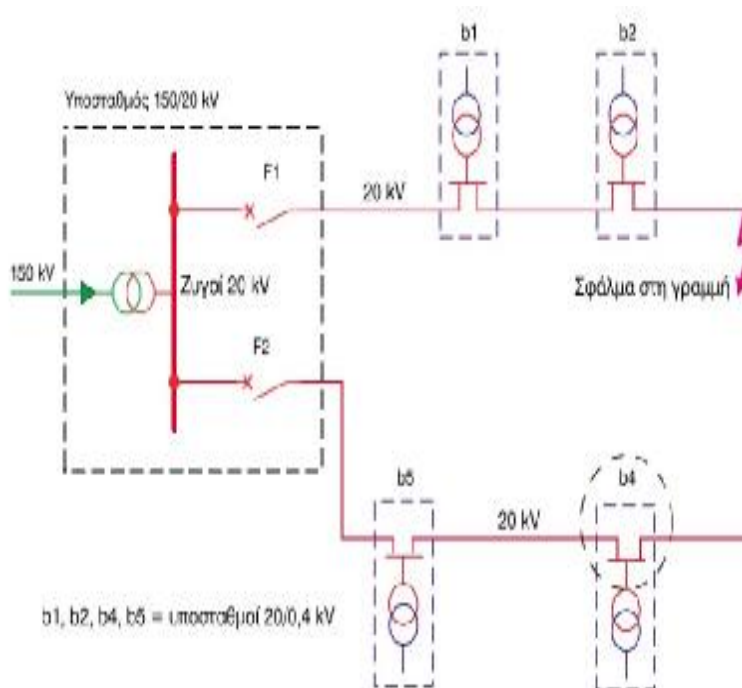
II. 1.Γενικά

Όλο περισσότεροι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας ξεπερνούν την ικανότητα τροφοδότησης τους από το δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.) των 400V του ΔΕΔΔΗΕ. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι αναγκαία η τροφοδότηση από το δίκτυο Μέσης Τάσης (Μ.Τ.) του ΔΕΔΔΗΕ και ο καταναλωτής πρέπει να εγκαταστήσει σε δικό του χώρο ιδιωτικό υποσταθμό Μ.Τ/Χ.Τ.

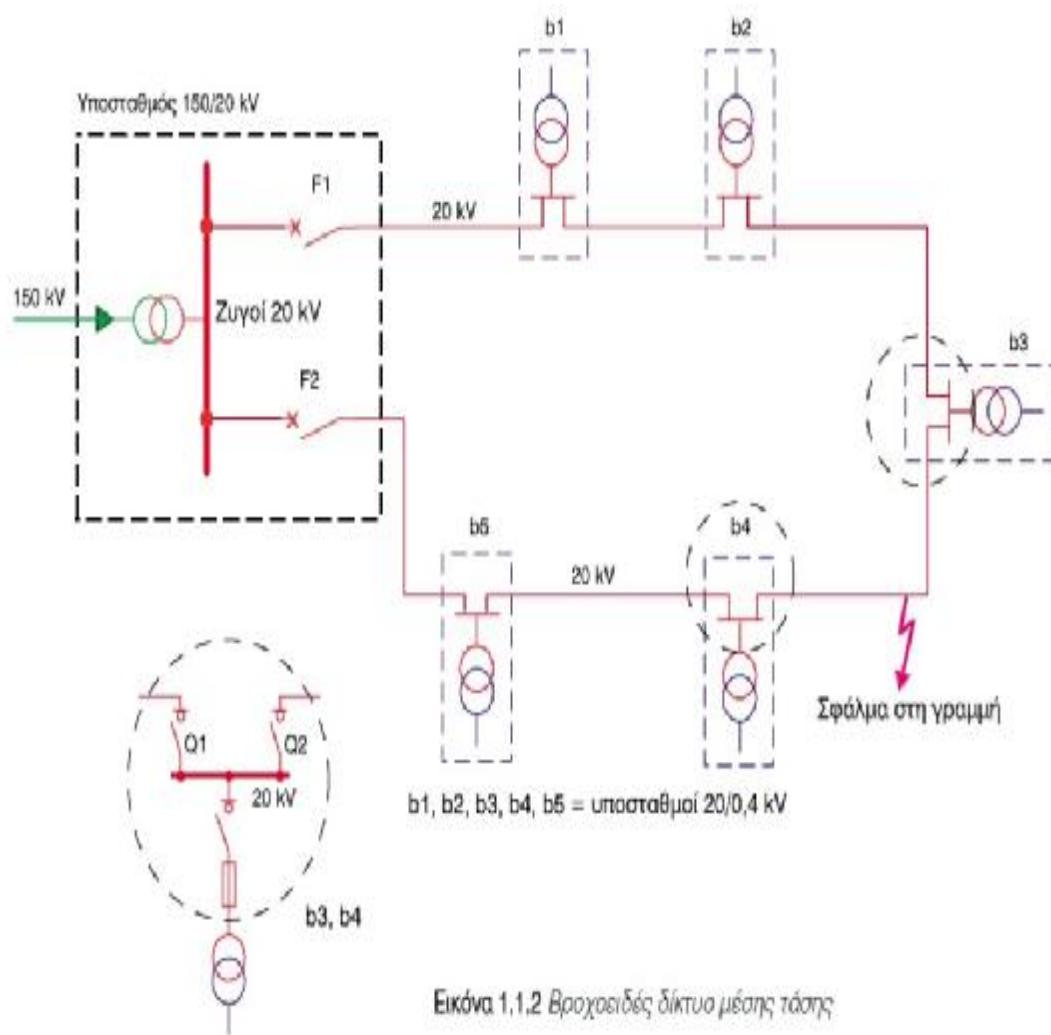
Αν οι καταναλωτές ξεπερνούν στην Αθήνα, Θεσσαλονίκη και άλλες πόλεις τα 135 KVA τότε χρειάζεται τροφοδοσία από τη μέση τάση και εγκατάσταση ιδιωτικού υποσταθμού.

Το όριο των 135 KVA γίνεται 250 KVA σε επαρχιακές πόλεις. Ωστόσο μερικές φορές για τεχνικούς ή οικονομικούς λόγους ο ΔΕΔΔΗΕ μπορεί να επιβάλλει την σύνδεση με τη Μ.Τ ακόμη και σε μικρότερες ισχύεις. Αυτά μπορεί να είναι βαρείες εκκινήσεις κινητήρων, κορεσμός του δικίου Χ.Τ και μπορούν να επιβάλλουν ακόμη και από τα 50 KVA τη σύνδεση στην Μ.Τ.

Με τον όρο ισχύς, εννοείται η συμφωνημένη ισχύς, την οποία ο καταναλωτής κατόπιν συμφωνίας με τον ΔΕΔΔΗΕ δεν θα ξεπεράσει και όχι η εγκατεστημένη ισχύς, η όποια είναι το άθροισμα της ονομαστικής ισχύος των επιμέρους φορτίων του καταναλωτή και είναι λίγο έως πολύ μεγαλύτερη της συμφωνημένης ισχύος. Τα εναέρια δίκτυα του ΔΕΔΔΗΕ είναι κατά κανόνα ακτινικά (εικ. 1.1.1) σε μικρή κλίμακα και κατ' επέκταση της κλίμακας μελέτης τους βροχοειδή ενώ μπορεί ορισμένα τμήματα τους να είναι καλωδιακά. Τα υπόγεια δίκτυα Μ.Τ είναι βροχοειδή (εικ. 1.1.2).



Εικόνα 1.1.1 Ακτινικό δίκτυο μέσης τάσης



ΤΙ ΧΩΡΟ ΑΠΑΙΤΕΙ Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ:

Ο χώρος εγκατάστασης του υποσταθμού αποτελείται από 4 δωμάτια :

- Χώρος ΔΕΔΔΗΕ
- Χώρος πεδίων Μέσης Τάσης
- Χώρος Μετ/στη
- Χώρος πεδίων Χαμηλής Τάσης

Από αυτά, το δωμάτιο του ΔΕΔΔΗΕ προσδιορίζεται από τις προδιαγραφές του ΔΕΔΔΗΕ ως διαστάσεων 4.5 x 3.5 m.

Τα υπόλοιπα δωμάτια προσδιορίζονται τόσο από τα μηχανήματα που φιλοξενούν όσο και από γενικές προδιαγραφές κατά τον Γ.Ο.Κ.

Σε γενικές γραμμές ένας υποσταθμός ενός ή δύο μετ/στων μαζί με το διάδρομο πρόσβασης του απαιτεί χώρο $\approx 60-75 \text{ m}^2$.

ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ.

- Ο χώρος υποσταθμού πρέπει απαραίτητα να εγκατασταθεί στο Α' υπόγειο ή ισόγειο του κτηρίου.
- Πρέπει να έχει διάδρομο πρόσβασης σε εξωτερικό χώρο πλάτους 1.70 m. Για την είσοδο – έξοδο των μηχανημάτων.
- Αν δεν είναι εφικτό το παραπάνω πρέπει να υπάρχει καταπακτή εισόδου – εξόδου των μηχανημάτων.

- Ο χώρος του ΔΕΔΔΗΕ κάτω από το δάπεδο του πρέπει να έχει βάθος 0.80 m για τη διέλευση των καλωδίων του ΔΕΔΔΗΕ.

ΠΡΟΣΟΧΗ! Για τη κατασκευή του χώρου του ΔΕΔΔΗΕ απαραίτητα συμβουλευόμαστε τις προδιαγραφές που έχει εκδώσει η ΔΕΔΔΗΕ, διότι είναι η ίδια που θα ελέγξει και θα πιστοποιήσει τη καταλληλότητα του χώρου.

- Το ίδιο βάθος είναι επιθυμητό να υπάρχει και στους άλλους χώρους του υποσταθμού (Μετ/στης – Μέση Τάση – Χαμηλή Τάση) ώστε όλα τα καλώδια να οδεύουν υπόγεια.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό όλες οι οδεύσεις θα γίνονται ορατές.

- Το ύψος του χώρου του υποσταθμού πρέπει να είναι τουλάχιστον 2.5 m κάτω από την κάτω παρειά δοκού.

- Σε όλο το δάπεδο του υποσταθμού 5 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους τοποθετείται μεταλλικό πλέγμα από ράβδους ελαχίστου πάχους 4 mm συγκολλημένες έτσι ώστε να δημιουργούν τετράγωνα ανοίγματα διαστάσεως όχι μεγαλύτερα από 30 cm.

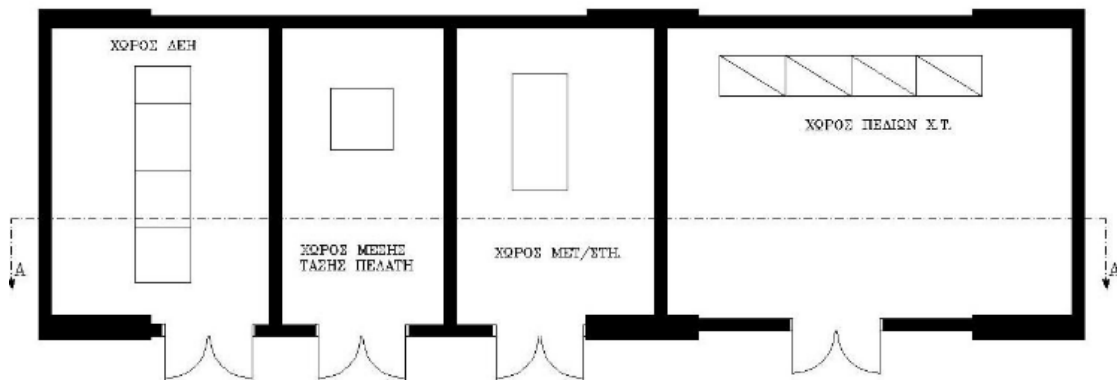
Σε τουλάχιστον έξι σημεία του χώρου του υποσταθμού το πλέγμα πρέπει να εξέρχεται του δαπέδου ώστε να αποτελεί αναμονή σύνδεσης με τη γείωση του σταθμού.

- Από όλους τους χώρους του υποσταθμού δεν πρέπει να διέρχονται άλλες εγκαταστάσεις (θέρμανση, κλιματισμός, καύσιμο αέριο, ύδρευση, αποχέτευση κλπ)

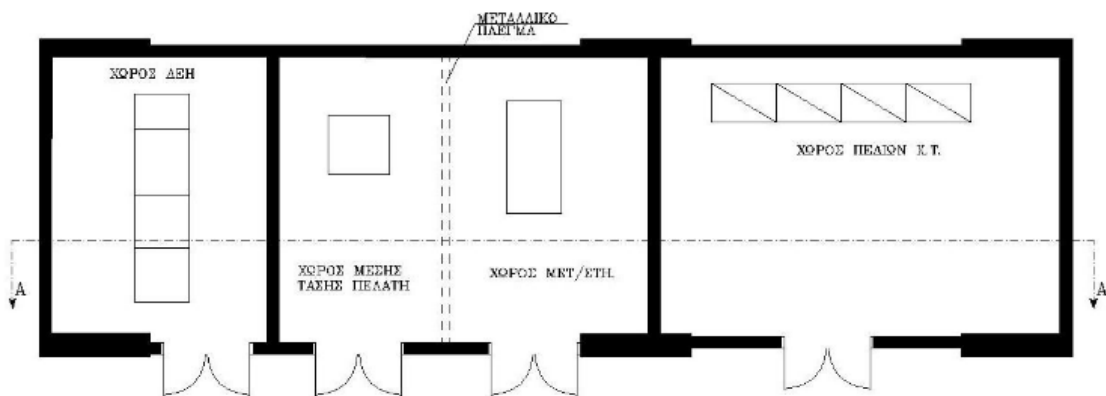
- Όλες οι πόρτες των χώρων του υποσταθμού πρέπει να είναι μεταλλικές με περσίδες αερισμού, διαστάσεων τέτοιων ώστε να γίνεται η είσοδος – έξοδος των μηχανημάτων που φιλοξενούν.

- Ο χώρος του μετ/στη πρέπει να διαθέτει ράγες για την κύλιση του.

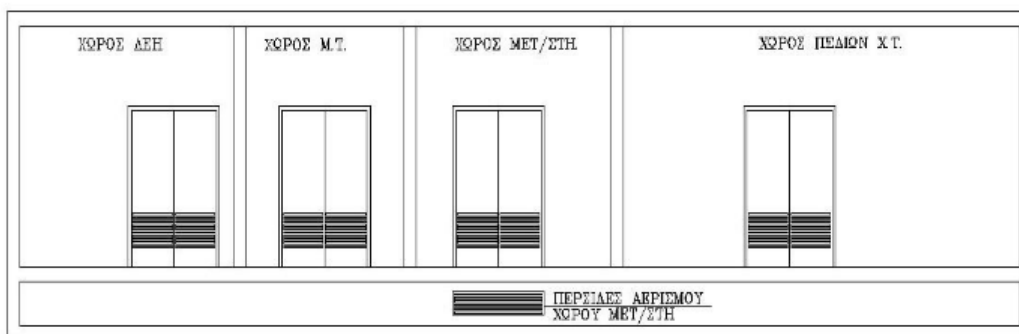
- Ο χώρος του μετ/στη πρέπει να ψύχεται με ρεύμα αέρα μέσω καταλλήλων ανοιγμάτων.



ΣΧ. 1 ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΟΨΗ ΧΩΡΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕ ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΔΩΜΑΤΙΟ Μ.Τ. ΚΑΙ ΜΕΤ/ΣΤΗ



ΣΧ. 2 ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΟΨΗ ΧΩΡΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕ ΚΟΙΝΟ ΔΩΜΑΤΙΟ Μ.Τ. ΚΑΙ ΜΕΤ/ΣΤΗ



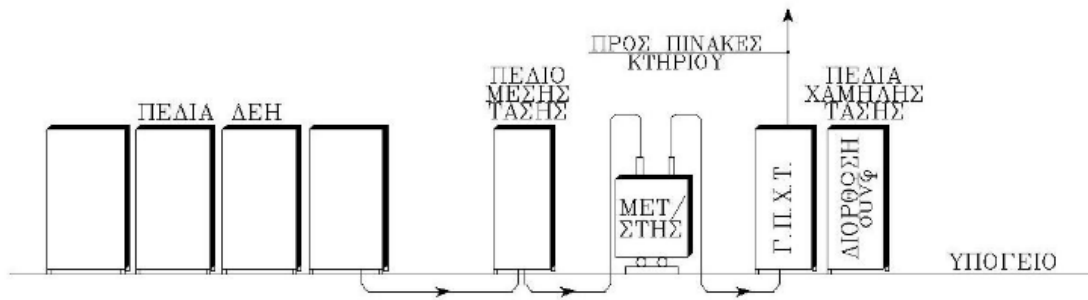
ΣΧ. 3 ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ ΧΩΡΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΟΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΕΦΙΚΤΟ ΤΟ ΕΝΑΙΟ ΒΑΘΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

ΤΙ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΔΩΜΑΤΙΟ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

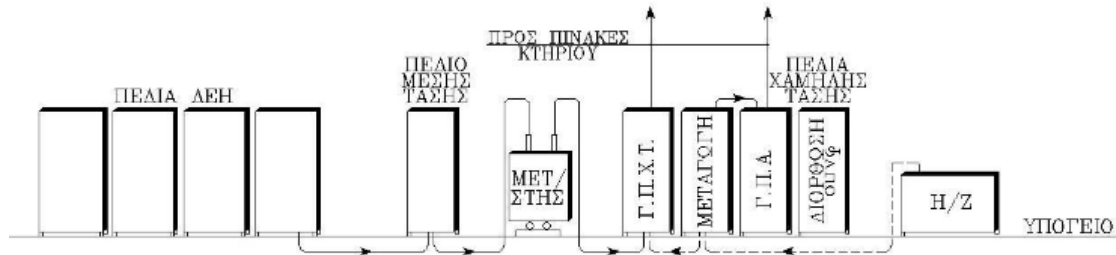
- Ο χώρος του ΔΕΔΔΗΕ περιλαμβάνει τέσσερα πεδία μέσης τάσης, πεδίο μέτρησης, πεδίο προστασίας, πεδίο αναχώρησης και πεδίο άφιξης.
Τα πεδία τοποθετούνται από την ίδια τη ΔΕΔΔΗΕ και αποτελούν ιδιοκτησία της.
- Ο χώρος μέσης τάσης περιλαμβάνει την κυψέλη μέσης τάσης του καταναλωτή.
- Ο χώρος του μετ/στη περιλαμβάνει το μετ/στη. Ο μετ/στης μπορεί να είναι ελαίου ή ξηρού τύπου.
Στην αγορά υπάρχουν τυποποιημένα μεγέθη μετ/στών.
- Ο χώρος των πεδίων χαμηλής τάσης περιλαμβάνει τους πίνακες που τροφοδοτούν τους υποπίνακες του κτηρίου.
Ο αριθμός τους εξαρτάται από το μέγεθος του κτηρίου, το μέγεθος των καταναλώσεων και από τον αριθμό των υποπινάκων που τροφοδοτούν.
Σε περίπτωση που υπάρχει στο κτήριο Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (H/Z) τα πεδία χαμηλής τάσης περιλαμβάνουν επιπλέον υποπίνακες και για αυτά.

ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

- Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος είναι εξαιρετικά σημαντική τόσο για τη μελέτη όσο και για τη ΔΕΔΔΗΕ, αφού αυξάνει σημαντικά τον βαθμό απόδοσης του υποσταθμού.
- Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος εκφράζεται με το συνφ. Όσο το συνφ πλησιάζει στη μονάδα τόσο πιο αποδοτική είναι η εγκατάσταση.
- Καλές τιμές για το συνφ θεωρούνται οι τιμές πάνω από 0.92.
- Η διόρθωση του συνφ γίνεται με τη προσθήκη στον υποσταθμό ενός επιπλέον πεδίου που περιλαμβάνει πυκνωτές.
- Η ποσότητα των πυκνωτών εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της κάθε εγκατάστασης.



ΓΕΝΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕ ΕΝΑΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΧΩΡΙΣ Η/Ζ



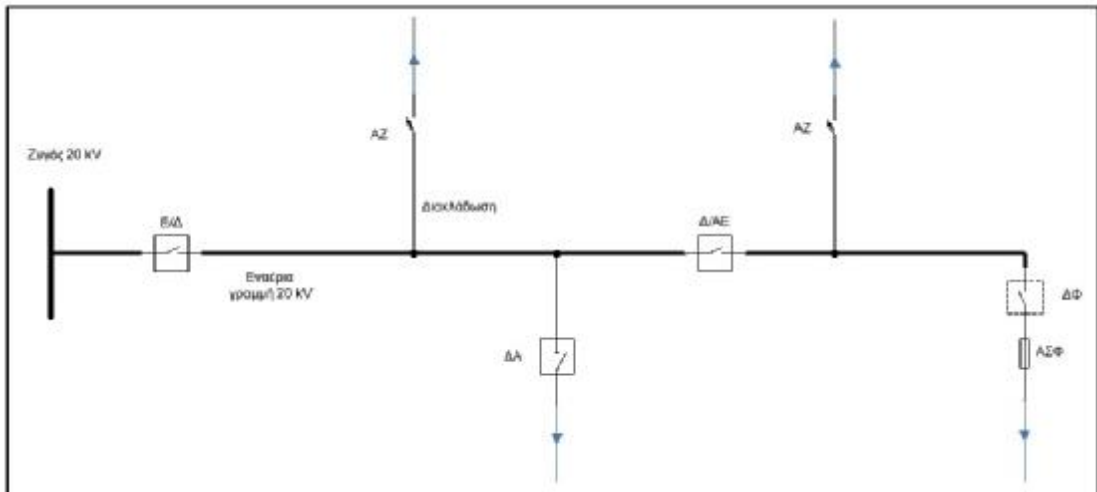
ΓΕΝΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕ ΕΝΑΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΚΑΙ Η/Ζ

III. 2. Βασικό Ηλεκτρολογικό Υλικό ζεύξης-απόζευξης και προστασίας Μ.Τ

Οι διακόπτες που χρησιμοποιούνται από τον ΔΕΔΔΗΕ και καταναλωτή στις γραμμές Μ.Τ είναι:

- Ø Οι αποζεύκτες (ΑΠ/Ζ)
- Ø Οι διακοπές φορτίου (Δ/Φ)
- Ø Οι διακόπτες ισχύος (Δ/Ι)
- Ø Οι διακόπτες απομόνωσης
- Ø Οι ασφάλειες (Μ.Τ)
- Ø Τα αλεξικέραυνα

Τα δίκτυα ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ μπορεί να είναι εναέρια ή υπόγεια. Ανάλογα με το είδος του δικτύου χρησιμοποιούνται μέσα προστασίας με διαφορετικές ρυθμίσεις και λειτουργίες. Παρακάτω θα γίνει μια αναφορά στα μέσα προστασίας που χρησιμοποιεί ο ΔΕΔΔΗΕ στα δίκτυα ΜΤ, τα οποία είναι φυσικά αυτά που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο για τα Μέσα προστασίας ΜΤ. Ο ΔΕΔΔΗΕ όμως σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιεί δικούς της όρους για να περιγράψει έναν διακόπτη σε μια συγκεκριμένη θέση της γραμμής ..Ένα εναέριο Δίκτυο ΜΤ της μπορεί να έχει την μορφή που παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχ.2.1: Εναέρια Γραμμή Μέσης

Ε/Δ: Ελαιοδιακόπτης. Δ/ΑΕ: Διακόπτης Αυτόματης Επαναφοράς.

ΔΑ: διακόπτης απομόνωσης. ΔΦ: Διακόπτης φορτίου.

ΑΖ: Ασφαλειοαποζεύκτης. ΑΣΦ: Ασφάλεια

Η εναέρια γραμμή ΜΤ ξεκινάει από τους ζυγούς 20 kV, που βρίσκεται σε υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ 150 kV/ 20 kV. Σε μια γραμμή διακρίνουμε τον κορμό και τις διακλαδώσεις ή και υποδιακλαδώσεις.

Στο Σχ, 4.1 ο κορμός είναι η παχιά γραμμή ενώ οι διακλαδώσεις με την λεπτή. Στην πραγματικότητα σαν κορμό χαρακτηρίζεται η γραμμή που προστατεύεται με έναν αυτόματο διακόπτη ή και περισσότερους. Ο χαρακτηρισμός αυτός γίνεται για λειτουργικούς λόγους και δεν εξαρτάται τόσο από την διατομή των αγωγών.

Η γραμμή αυτή (κορμός) προστατεύεται στην αναχώρηση της με έναν διακόπτη ισχύος με κύκλους επαναφοράς, ο οποίος ονομάζεται από την ΔΕΔΔΗΕ διακόπτης αναχώρησης. Όταν ο διακόπτης αναχώρησης είναι «πτωχού ελαίου» χαρακτηρίζεται ως «Ελαιοδιακόπτης» Ε/Δ. Ο διακόπτης αναχώρησης όμως σε μια μεγάλη γραμμή δεν είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται τα σφάλματα στο τέλος της γραμμής. Έτσι υπάρχει ακόμη ένας διακόπτης σε κάποιο σημείο της γραμμής έξω από τον υποσταθμό 150 kV /20 kV.

Ο διακόπτης αυτός έχει χαρακτηριστικά Διακόπτη Ισχύος, με κύκλος επαναφοράς και δοχείο λαδιού και ονομάζεται Διακόπτης Αυτόματης Επαναφοράς (Δ/ΑΕ). Με τον Δ/ΑΕ επιτυγχάνεται και ο στόχος που αναφέραμε στα Μέσα προστασίας, δηλαδή σε περίπτωση σφάλματος αποσυνδέεται ένα μικρότερο κομμάτι της γραμμής και βγαίνουν εκτός λιγότεροι καταναλωτές. Σε πολλές περιπτώσεις; στην αρχή της γραμμής είναι κάποιοι σοβαροί καταναλωτές που ενοχλούνται από τα σφάλματα στην υπόλοιπη γραμμή. Έτσι με έναν Δ/ΑΕ γίνεται λειτουργικός διαχωρισμός της γραμμής και οι καταναλωτές δεν ενοχλούνται από τα σφάλματα.

Πρέπει να τονιστεί ότι Ε/Δ και Δ/ΑΕ είναι Διακόπτες Ισχύος και δεν διαφέρουν όσο αναφορά τον τρόπο λειτουργίας τους. Μια άλλη ονομασία που χρησιμοποιείται από την Δ.Ε.Η αλλά και στο εμπόριο για να περιγράψει τους 2 παραπάνω διακόπτες είναι ο «Recloser» δηλαδή διακόπτης με κύκλους επαναφοράς.

Ο όρος Διακόπτης Ισχύος (Δ/Ι) ίσως να είναι και άγνωστος σε τεχνικά συνεργεία ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ και δεν χρησιμοποιείται για έναν συγκεκριμένο τύπο διακόπτη, Οι όροι που χρησιμοποιούνται είναι: Ε/Δ ή διακόπτης αναχώρησης, «ΔΑΕ» και «Recloser» ,για έναν Δ/ΑΕ.

Στις διακλαδώσεις της εναέριας γραμμής ο ΔΕΔΔΗΕ χρησιμοποιεί είτε ασφαλειοαποζεύκτη (Α/Ζ) είτε ΔΑ ή ΔΦ σε συνδυασμό με ασφάλεια., Οι ασφαλειοαποζεύκτες έχουν ασφάλειες εκτόνωσης με τηκτό βραδείας τήξης (Τ). Η μέγιστη τιμή της ασφάλειας που χρησιμοποιείται είναι 30Τ Α.

Σε περίπτωση που υπάρχει πριν από την ασφάλεια ένας ΔΑ/Ε η ασφάλεια είναι 20 η 15 Α, ανάλογα με τις ρυθμίσεις του στοιχείου γης του Δ/ΑΕ, έτσι ώστε να υπάρχει επιλεκτική συνεργασία. Εάν το φορτίο της κατανάλωσης είναι μεγάλο και δεν καλύπτεται από τις ασφάλειες 30,20,15 Α τότε ως μέσο προστασίας πρέπει να χρησιμοποιηθεί ΔΑ ή ΔΦ, Οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται και από τη ΔΕΔΔΗΕ.

Αν χρησιμοποιηθεί Δ/Φ πρέπει να υπάρχει και ασφάλεια για την προστασία σε σφάλματα, Η ασφάλεια που χρησιμοποιείται είναι ασφάλεια σκόνης μέγιστης έντασης 40 Α, Ο ΔΦ με ασφάλεια χρησιμοποιείται σπάνια στα Δίκτυα του ΔΕΔΔΗΕ ως μέσο προστασίας.

Βέβαια το μέσο προστασίας που θα χρησιμοποιηθεί έχει τυποποιηθεί και επιλέγεται κατευθείαν από τις τυποποιημένες παροχές ΜΤ,

Στην συνέχεια θα γίνει μια περιγραφή ορισμένων μέσων προστασίας που χρησιμοποιεί η ΔΕΔΔΗΕ στην πράξη.

A. 2.1 Αποζεύκτες – Γειωτές

Οι αποζεύκτες και οι γειωτές ανοίγουν και κλείνουν το κύκλωμα όταν αυτό διαρρέεται από ελάχιστο ρεύμα ή υπάρχει μηδενική τάση. Οι διατάξεις αυτές έχουν ορατές επαφές, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε μια εγκατάσταση για να μπορεί κάποιος να «βλέπει από απόσταση και να είναι σίγουρος» αν η εγκατάσταση είναι υπό τάση ή εκτός τάσης κάθε στιγμή.

Συγκεκριμένα, οι αποζεύκτες απομονώνουν ορατά ένα μέρος της εγκατάσταση από την υπόλοιπη, Η υπόλοιπη εγκατάσταση μπορεί να τεθεί πάλι υπό τάση, Επειδή όμως μπορεί να υπάρχει τάση 20 kV στην πλευρά που έγινε η διακοπή, υπάρχει περίπτωση να επαχθεί τάση στο απομονωμένο τμήμα. Η τάση που επάγεται ενδέχεται να πάρει μεγάλη τιμή, επικίνδυνη για κάποιον που εργάζεται στο απομονωμένο τμήμα. Γι' αυτό τον λόγο, αφού ανοίξουν οι αποζεύκτες και απομονώσουν ένα τμήμα κλείνουν οι γειωτές, οι οποίοι γείωναν το τμήμα αυτό με την γη. Τώρα είναι δυνατό να εκτελεστούν κάποιες εργασίες με ασφάλεια,

Οι αποζεύκτες πρέπει να αντέχουν στα ρεύματα σφαλμάτων όταν είναι κλειστοί καθώς επίσης και στις υπερτάσεις που ενδεχομένως να εμφανιστούν όταν αυτοί είναι ανοιχτοί. Για λόγους ασφαλείας οι αποζεύκτες και οι γειωτές πρέπει να μανδαλώνονται μηχανικά με τους διακόπτες; φορτίου ή ισχύος δηλαδή να ανοίγουν πρώτα οι διακόπτες και στην συνέχεια οι αποζεύκτες και οι γειωτές. Σε αντίθετη περίπτωση θα δημιουργηθεί ένα μεγάλο ηλεκτρικό

τόξο επικίνδυνο για την εγκατάσταση.

Η σειρά χειρισμών που πρέπει να τηρείται κατά την διακοπή τροφοδοσίας σε ένα τμήμα είναι:

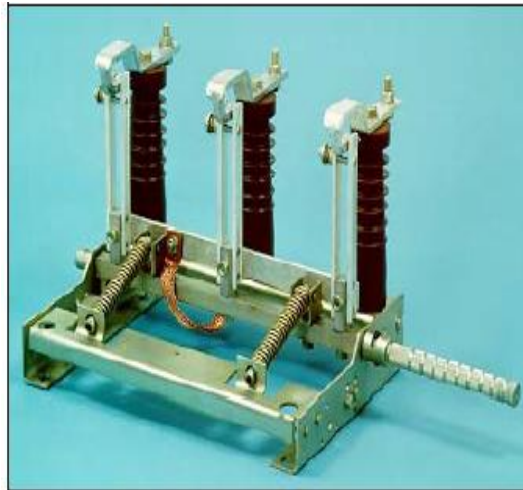
- 1.Ανοίγει ο διακόπτης (φορτίο ή ισχύος).
- 2.Ανοίγει ο αποζεύκτης
- 3.Κλείνει ο γειωτής

Η σειρά χειρισμών που πρέπει να τηρείται κατά την επανατροφοδότηση του τμήματος είναι ακριβώς η αντίστροφη:

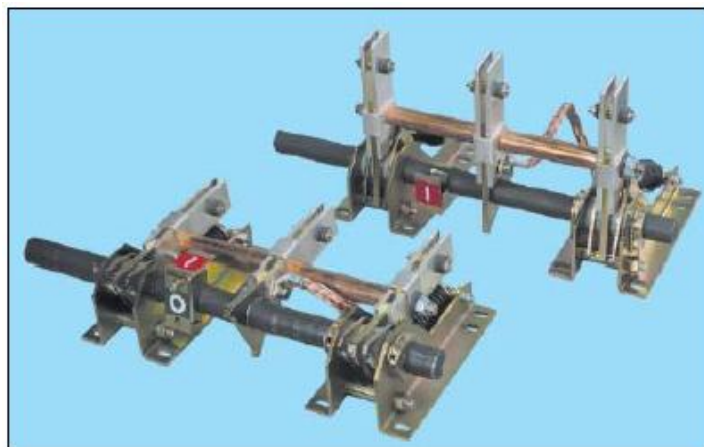
1. Ανοίγει ο γειωτής
2. Κλείνει ο αποζεύκτης
3. Κλείνει ο διακόπτης (φορτίο ή ισχύος)



Σχ.2.1 Αποζεύκτης εσωτερικού χώρου



Σχ.2.2 Γειωτής



Σχ.2.3 Κατάσταση Λειτουργίας του Γειωτή

Υπάρχουν 2 είδη γειωτών του Σχ. 2.2 ο απλός γειωτής και ο γειωτής που συνδέεται μέσω Μ/Σ έντασης για εξοικονόμηση χώρου μέσα στο πίνακα Μ.Τ (Κυψέλη). Παρακάτω φαίνεται η επεξήγηση του κωδικού αριθμού του γειωτή.

OJWM 12/63A 150

OJWM: Γειωτής

12: Ονομαστική πολική Τάση σε kV (12kV)

63: Η τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωση ζ κρουστικού (peak) που αντέχει σε kA (63 kA).

A: Γράμμα κατασκευής (Construction Letter)

150: Η απόσταση σε mm μεταξύ των φάσεων (150 mm)

Το γράμμα κατασκευής δείχνει το χρόνο αντοχής του γειωτή σε κάποια τιμή ρεύματος. Το γράμμα «A» υποδηλώνει ότι ο χρόνος αντοχής σε βραχυκύκλωμα είναι 1 s ενώ το B ότι ο χρόνος αντοχής είναι 3 s.

B. 2.2 Διακόπτες Φορτίου

Διακόπτες φορτίου ονομάζονται οι συσκευές που έχουν την ικανότητα να διακόπτουν ή να αποκαθιστούν εντάσεις υπό φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας του κυκλώματος καθώς επίσης και να αποκαθιστούν αλλά όχι να διακόπτουν εντάσεις ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Στην περίπτωση που οι διακόπτες φορτίου τοποθετηθούν σε κλειστούς χώρους υποσταθμίου, χαρακτηρίζονται ως εσωτερικού χώρου με ικανότητα διακοπής μέχρι 630A. ενώ αν τοποθετηθούν σε στύλους χαρακτηρίζονται ως εξωτερικούς χώρου με ικανότητα διακοπής μέχρι 400A. Υπάρχουν διακόπτες φορτίου που διαθέτουν ορατό σύστημα επαφών για να ελέγχεται η κατάσταση λειτουργίας τους και άλλα κλειστού τύπου, στους οποίους όμως πρέπει να προτάσσεται αποζεύκτης προς τη πλευρά των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής και να φέρουν αλληλομανδάλωση.

Κατά την στιγμή της ενεργοποίησης του διακόπτη φορτίου δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των επαφών του. Η σβέση του ηλεκτρικού αυτού τόξου γίνεται μέσω στον ειδικό θάλαμο που δημιουργείται εσωτερικά στο σύστημα μονωτήρων των ακίνητων επαφών του. Χαρακτηριστικά του μεγέθη φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Χαρακτηριστικά μεγέθη διακοπών φορτίου για υποσταθμό των 20 kV		
Όνομαστική τάση (U_N)	Η τάση στην οποία απενεργοποιείται ο διακόπτης	24 kV
Όνομαστική ένταση (I_N)	Η ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να διέρχεται συνεχώς από τις επαφές του διακόπτη	400 A
Ένταση διακοπής (I_{NA})	Η ένταση του ρεύματος στην οποία διακόπτεται το κύκλωμα με ορισμένο συντελεστή ισχύος	400A/0,7
Ένταση διακοπής ρευμάτων μαγνήτισης μετασχηματιστών (I_m)	Η ένταση των ρευμάτων μαγνήτισης των μετασχηματιστών μέτρησης που δεν πρέπει να λάβουν μεγαλύτερη τιμή	40A
Ένταση ρεύματος ζεύξης (I_z)	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αμέσως μετά την ζεύξη του κυκλώματος	32kA
Ένταση διακοπής χωρητικού φορτίου (I_c)	Η ένταση του ρεύματος που προέρχεται από την άεργη χωρητική συμπεριφορά του κυκλώματος	150A
Ένταση θερμικής αντοχής (I_{th})	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει ο διακόπτης για 1sec.	12,5kA
Ηλεκτροδυναμική αντοχή (I_{dyn})	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει δυναμικά ο διακόπτης	32kA



ΔΦ με SF6 με γειωτή



Διακόπτης φορτίου έτοιμος προς σύνδεση

C. 2.3 Διακόπτες ισχύος



Οι διακόπτες ισχύος είναι συσκευές προστασίας που έχουν ως σκοπό την διακοπή και την αποκατάσταση ηλεκτρικών κυκλωμάτων Μέσης Τάσης που παρουσιάζουν προβλήματα υπερεντάσεων, αυτόματα με τη χρησιμοποίηση ειδικών ηλεκτρονόμων που τροφοδοτούνται από μετασχηματιστές έντασης. Η διέγερση τους γίνεται με ηλεκτρονόμους σταθερού χρόνου που διαθέτουν στοιχείο για την υπερφόρτιση και στοιχείο στιγμιαίας λειτουργίας για το

βραχυκύκλωμα και μπορεί επίσης να διαθέτουν στοιχείο γης. Επίσης έχουν την δυνατότητα να διακόπτουν και να αποκαθιστούν ηλεκτρικά κυκλώματα που λειτουργούν στο πλήρες φορτίο τους. Σε οριζόμενες περιοχές ο καταναλωτής εγκαθιστά διακόπτες ισχύος που μπορεί να είναι τύπου πρωτογενούς προστασία ή δευτερογενούς προστασίας. Στη πρωτογενή υπάρχουν ενσωματωμένα πηνία για την καμπύλη της χρονικής καθυστέρησης και στοιχείά. Εφόσον η πρωτογενής προστασία δεν έχει ρύθμιση για ρεύματα γης η μέγιστη ισχύς που μπορεί να εφαρμόσει είναι περιορισμένη από την ρύθμιση των ηλεκτρονόμων γης του ΔΕΔΔΗΕ, δηλαδή το μέγιστο ρεύμα εφαρμογής είναι μικρότερο των 80Α συνήθως 50Α.

Στην δευτερογενή προστασία ο διακόπτης ισχύος συνδυάζεται με ηλεκτρονόμους που μπορεί να είναι ηλεκτρομηχανικοί, ηλεκτρονικοί ή ψηφιακοί.

Οι διακόπτες ισχύος τοποθετούνται, από την ΔΕΔΔΗΕ στα δίκτυα Μέσης Τάσης στις αναχωρήσεις των κυριών ηλεκτρικών γραμμών και είναι τύπου πτωχού ελαίου και στο μέσο μεγάλου μήκους ηλεκτρικών γραμμών ή στις αφετηρίες μεγάλων διακλαδώσεων και είναι τύπου αυτομάτου επαναφοράς. Ένα πλήρες συγκρότημα διακόπτη ισχύος περιλαμβάνει:

- Τον τριπολικό διακόπτη με τις επαφές
- Τον μηχανισμό του ελατήριου το οποίο ασκεί τη δύναμη επαφής.
- Το σύστημα έλεγχου που αποτελείται από τους ηλεκτρονόμους που διεγείρουν τον μηχανισμό του ελατήριου.
- Τους μετασχηματιστές ρεύματος που προορίζονται για την προστασία των ηλεκτρονόμων.
- Το σύστημα τροφοδοσίας.
- Τον αποζεύκτη που είναι κατάλληλα μανδαλωμένος με αυτόν ώστε να γίνεται εμφανής η κατάσταση του κυκλώματος.

Κατά την στιγμή της ενεργοποίησης του διακόπτη ισχύος δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των επαφών του, η σβέση του οποίου πετυχαίνεται με την έντονη διέλευση λαδιού στο σημείο δημιουργίας του και με τον τρόπο αυτό μέσω του μηχανισμού του ελατηρίου συγκροτούνται στη θέση εντός οι επαφές του. Ο διακόπτης ισχύος ανοίγει μέσω του ηλεκτρονόμου του. Εκτός από τους αυτομάτους διακόπτες πτωχού ελαίου υπάρχουν και οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος εξαφθοριούχου θείου (SF₆) συρόμενου τύπου με βοηθητικές επαφές όπου χρησιμοποιείται εξαφθοριούχο θείο υπό πίεση για την ψύξη και τη σβέση του τόξου. Χαρακτηριστικά του μεγέθη για εφαρμογές υποσταθμών φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Χαρακτηριστικά μεγέθη αυτομάτων διακοπών ισχύος για Υ/Σ ΜΤ 20 kV		
Ονομαστική τάση (U_N)	Η τάση στην οποία απενεργοποιείται ο διακόπτης	24kV
Ονομαστική ένταση ρεύματος στους 40 °C (I_N)	Η ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να διέρχεται συνεχώς από τις επαφές του διακόπτη	630A
Μέγιστη ένταση ζεύξης (I_z)	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν ο διακόπτης κλείνει σε βραχυκύκλωμα	31,5A
Μέγιστη ένταση απόζευξης (I_k)	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος στην οποία διακόπτεται το κύκλωμα με ορισμένο συντελεστή ισχύος	11,5kA/0,7ε π.
Ένταση θερμικής αντοχής (I_{th})	Η μέγιστη ένταση του ρεύματος που αντέχει ο διακόπτης για 1sec	10kA
Ισχύς απόζευξης (S_k)	Η φαινόμενη ισχύς που υπολογίζεται από την σχέση $S_k = \sqrt{3} \times U_k \times I_k$ και πρέπει να είναι τουλάχιστον 250MVA	500MVA



Διακόπτης Ισχύος SF6 την στιγμή της τοποθέτησης σε πεδίο μέσης τάσης για την ηλεκτροδότηση καταναλωτή



Τυπικές κυψέλες Μ.Τ με εμφανείς τους ΔΙ και τους ΔΦ SF6 κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

D. 2.4 Ασφάλειες Μέσης Τάσης

Οι ασφάλειες σε εγκαταστάσεις Μ.Τ. χρησιμοποιούνται μόνο για προστασία σε βραχυκύκλωμα και όχι σε υπερφορτίσεις. Αποτελούν εναλλακτική φθηνή λύση αντί των Δ/Ι. Για να υπάρξει αποζηυξιμότητα υπό φορτίο όταν υπάρχουν ασφάλειες εγκαθίσταται και ένας Δ/Φ.

Διακρίνουμε δυο ειδή ασφαλειών Μ.Τ:

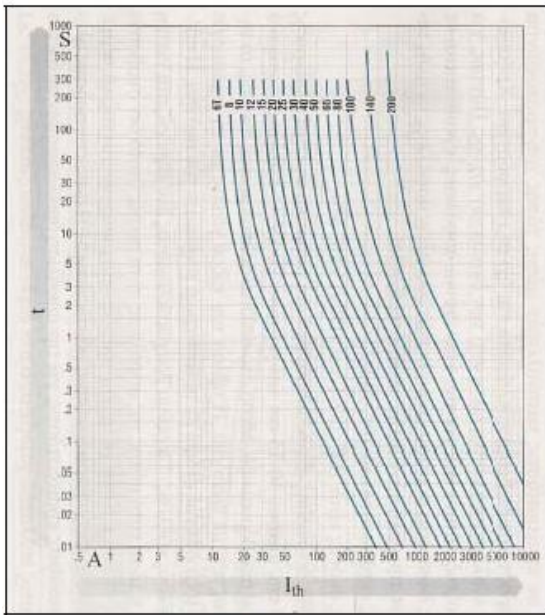
- Ø Ασφάλειες εκτόνωσης
- Ø Ασφάλειες σκόνης

Ø **Οι ασφάλειες εκτόνωσης** αποτελούνται από ένα μονωτικό σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 2-3cm και μήκους 30-35cm για τάση 20kV. Μέσα στον σωλήνα βρίσκεται στρώμα βορικού οξέος και το τηκτό, που συγκρατείται τανυσμένο από τα δύο άκρα με ελατήρια. Οι επαφές των δύο άκρων τους είναι μεταλλικές. Μόλις το ρεύμα του κυκλώματος υπερβεί μια τιμή, λιώνει το τηκτό δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο στο σημείο απομάκρυνσης των δύο τμημάτων του. Όταν το ένα τμήμα του τηκτού έλθει σε επαφή με τα τοιχώματα του σωλήνα, όπου βρίσκεται το βορικό οξύ, δημιουργούνται υδρατμοί (οι οποίοι περιέχουν τοξικά αέρια), που συντελούν στην σβέση του ηλεκτρικού τόξου.

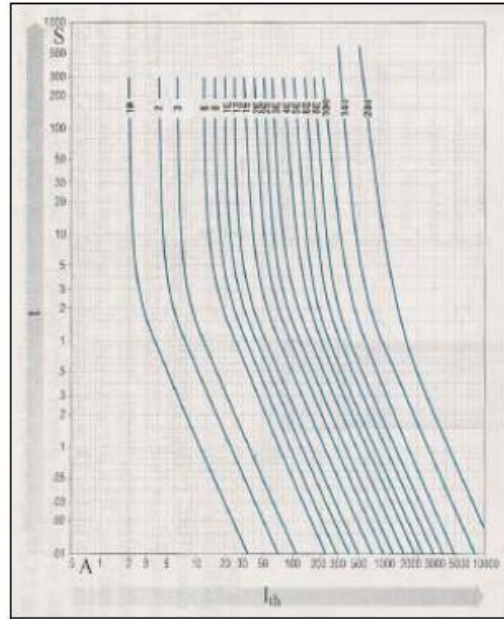
Για τον λόγο αυτό η ΔΕΔΔΗΕ χρησιμοποιεί τις ασφάλειες αυτές μόνο σε υπαίθριες εγκαταστάσεις, για την ασφάλιση διακλαδώσεων σε δίκτυα ΜΤ. Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως, σε αντίθεση με τις ασφάλειες σκόνης, δεν περιορίζεται γιατί η αντίσταση και η τάση κατά μήκος της ασφάλειας είναι μικρές. Όμως το κόστος τους είναι πολύ μικρότερο από το κόστος των ασφαλειών σκόνης.

Έχουμε δύο τύπους ασφαλειών εκτόνωσης:

- Ασφάλειες εκτόνωσης βραδείας τήξης, οι οποίες χαρακτηρίζονται με το γράμμα T
- Ασφάλειες εκτόνωσης ταχείας τήξης, οι οποίες χαρακτηρίζονται με το γράμμα K



α)



β)

Σχ.2.8

- α) Χαρακτηριστική Ασφάλειας Εκτόνωσης Βραδείας τήξης (τύπου T)
 β) Χαρακτηριστική Ασφάλειας Εκτόνωσης Ταχείας τήξης (τύπου K)



Ασφάλεια εκτόνωσης σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας



Καμένη ασφάλεια με εμφανή αποσύνδεση από τη βάση


Ø **Οι ασφάλειες σκόνης** αποτελούνται από ένα σωλήνα από πορσελάνη που στο εσωτερικό του διαθέτει κεραμικό κύλινδρο στον οποίο περιελίσσεται το τηκτό. Μεταξύ του εξωτερικού σωλήνα και του εσωτερικού κυλίνδρου υπάρχει άμμος, σκόνη χαλαζία. Οι επαφές των δύο άκρων είναι μεταλλικές και η μια φέρει δείκτη κατάστασης λειτουργίας.

Όταν το ρεύμα του κυκλώματος υπερβεί μια τιμή τότε λιώνει το τηκτό δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο, η σβέση του οποίου πραγματοποιείται από ψύξη στη χαλαζιακή σκόνη ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται μεγάλη αντίσταση κατά μήκος της ασφάλειας, περιορίζοντας έτσι το ρεύμα βραχυκύκλωσης πολύ πριν την μέγιστη τιμή του. Έχουμε μόνο έναν τύπο ασφάλειας σκόνης, ταχείας τήξης, συντομότερου χρόνου από τις αντίστοιχες ασφάλειες εκτόνωσης.

Οι ασφάλειες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως σε στεγασμένες εγκαταστάσεις υποσταθμών για προστασία των μετασχηματιστών ισχύος. Τέλος εάν σε ένα τριφασικό σύστημα, έπειτα από ένα σφάλμα, έστω και αν αυτό είναι μονοφασικό, καεί μια ασφάλεια τότε πρέπει να αντικατασταθούν και οι τρεις διότι καταπονούνται και οι υγιείς ασφάλειες και έχουν μειωμένη αντοχή μετέπειτα.



Ασφάλεια Σκόνης
ασφάλειας

STRIKER - SCHLAGSTIFT 	ABB	TYPE CEF
	$I_N = 40A$	$I_3 < 3 \times I_N$
	$U_N = 12kV$	$I_1 = 50kA$
	INDOOR - INNENRAUM	
ABB		

Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία
σκόνης

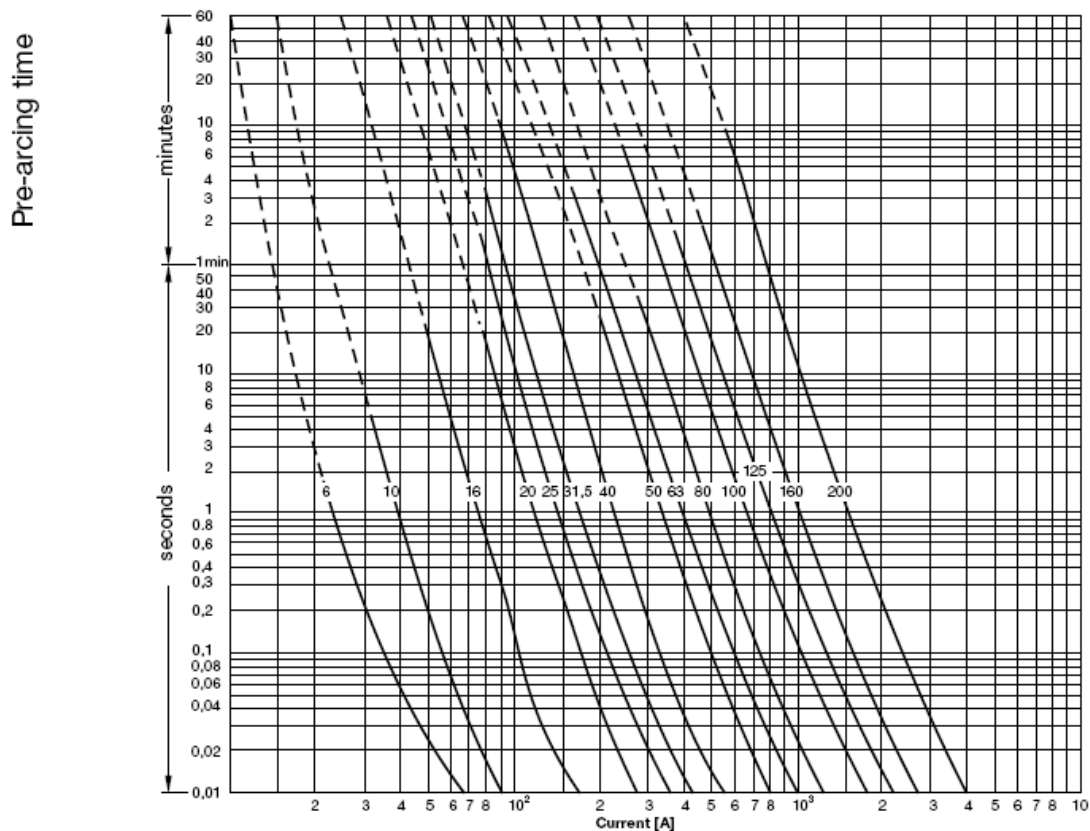
Στην ασφάλεια υπάρχει μια πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία της Ασφάλειας σκόνης. Τα ονομαστικά στοιχεία που υπάρχουν στην πινακίδα, όπως φαίνονται στο παραπάνω σχήμα, είναι τα παρακάτω:

1. Ο τύπος της Ασφάλειας. Υπάρχουν 2 τύποι ασφαλειών ο τύπος CEF που χρησιμοποιείται γενικά για προστασία μια εγκατάστασης MT σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο (π.χ. προστασία Μ/Σ) και ο τύπος CMF, που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για προστασία κινητήρων.
2. I_N : Ονομαστικό ρεύμα Λειτουργίας ($I_N=40A$). Το ρεύμα αυτό είναι το ρεύμα που μπορεί να διαρρέει συνεχώς την ασφάλεια χωρίς να λιώνει το τηκτό. Αυτό είναι και το ρεύμα που χαρακτηρίζει την Ασφάλεια (π.χ. ασφάλεια 40 A)
3. U_N : Η ονομαστική πολική τάση λειτουργίας
4. $I_3 < 3 \times I_N$: ΤΟ ελάχιστο ρεύμα που μπορεί να διακόψει
5. I_1 : Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο μπορεί να διακόψει η ασφάλεια και στο οποίο έχει ελεγχθεί (π.χ. $I_1 = 50 kA$)

Στην πινακίδα υπάρχει και ένα ενδεικτικό «Βέλος» το οποίο δείχνει σε πιο άκρο της ασφάλειας υπάρχει ένα αντικείμενο ηλεκτρομαγνητικής εκτόνωσης, για το οποίο

χρησιμοποιείται ο όρος "Striker Pin". Το μεταλλικό αυτό αντικείμενο, που μοιάζει σαν χοντρή βελόνα, βρίσκεται εσωτερικά της ασφάλειας. Όταν λιώσει το τηκτό εκτινάσσεται το striker pin με δύναμη προς τα έξω. Έτσι δίνεται μηχανικά εντολή να ανοίξουν οι επαφές ενός διακόπτη.

Η ασφάλεια σκόνης, όπως και όλες οι ασφάλειες έχουν κάποια χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας. Στην παρακάτω καμπύλη φαίνεται ο χρόνος που απαιτείται για να λιώσει το τηκτό συναρτήσει του ρεύματος που διαρρέει την ασφάλεια. Όσο αυξάνεται το ρεύμα τόσο μειώνεται ο χρόνος στον οποίο θα λιώσει η ασφάλεια και αντίστροφα. Η ασφάλεια μπορεί να μην λιώσει ακόμα και αν το ρεύμα είναι μεγάλο με την προϋπόθεση ο χρόνος που διαρρέει την Ασφάλεια να είναι μικρός. Για παράδειγμα για μια ασφάλεια σκόνης 40 A ($I_N=40A$), ο χρόνος λειτουργίας της είναι περίπου 2,2 sec αν διαρρέεται με ρεύμα έντασης 200 A ($5 \times I_N$) και 2 min για ρεύμα 120A ($3 \times I_N$), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Χαρακτηριστική χρόνου ασφαλειών σκόνης

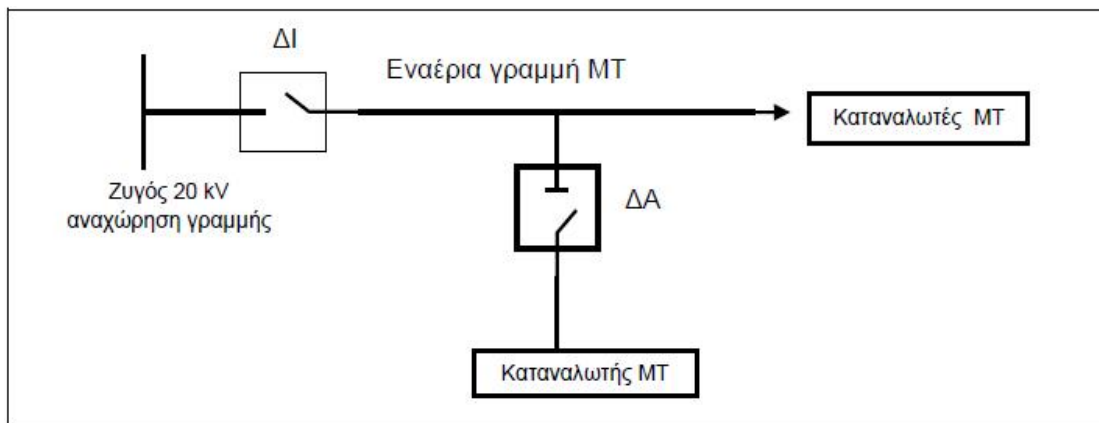
E. 2.5 Διακόπτες απομόνωσης

Οι διακόπτες απομόνωσης οι οποίοι μπορεί να είναι μονοπολικού ή τριπολικού τύπου αποτελούν ένα είδος διακοπών παρόμοιων προδιαγραφών με τους διακόπτες φορτίου, οι οποίοι δεν λειτουργούν αυτόνομα, αλλά με την βοήθεια άλλου διακόπτη ο οποίος έχει την δυνατότητα να εκτελεί αυτόματες επαναφορές όπως π.χ. οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος πτωχού ελαίου ή εξαφθοριούχου θείου.

Οι διακόπτες απομόνωσης του ΔΕΔΔΗΕ λειτουργούν σε σφάλματα που συμβαίνουν σε διακλαδώσεις δικτύων. Οι διακόπτες αυτοί δεν διακόπτουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης διεγείρονται όμως από αυτό και από τους κύκλους λειτουργίας, επαναφοράς του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της ηλεκτρικής γραμμής ΜΤ. Μόλις περάσει από τους διακόπτες απομόνωσης το ρεύμα βραχυκύκλωσης, μετρούν με εσωτερικό μηχανισμό, τους κύκλους λειτουργίας του διακόπτη ισχύος και στον τελευταίο κύκλο ανοίγουν αφού έχει ανοίξει ο διακόπτης ισχύος.

Ακολούθως ο διακόπτης ισχύος κλείνει, μένει κλειστός, ενώ ο διακόπτης απομόνωσης μένει ανοιχτός. Σε μερικές περιπτώσεις, σε παροχές ΜΤ, μπορεί ο διακόπτης απομόνωσης να ρυθμιστεί να ανοίγει ήδη από τον πρώτο κύκλο, δηλαδή αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής, έτσι ώστε να απομονώνεται ο καταναλωτής ενώ ο διακόπτης ισχύος παραμένει κλειστός. Η τροφοδότηση των λοιπών καταναλωτών ΜΤ υφίσταται μόνο τις διακοπές που προέρχονται από τους κύκλους λειτουργίας του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής.

Πλεονέκτημα των διακοπών απομόνωσης έναντι των ασφαλειών είναι ότι δεν χρειάζονται αλλαγή και έχουν πλήρη συνεργασία με τον διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση. Η επανάζευξή τους γίνεται είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα αφού πρώτα βέβαια αποκατασταθεί το σφάλμα από συνεργείο του ΔΕΔΔΗΕ. Στους διακόπτες απομόνωσης μπορεί να υπάρχει και διάταξη δέσμευσης κατά την ζεύξη μετασχηματιστών, δηλαδή να μην διεγείρονται με ρεύματα ζεύξης.



Μονογραμμικό σχέδιο: Αναχώρηση μιας εναέριας γραμμής Μ.Τ.



Εικόνα ενός τυπικού διακόπτη απομόνωσης (sectionalizer)

Sectionalizer: Διακόπτης Απομόνωσης		
Rated voltage:	Ονομαστική Τάση	27 kV
Impulse withstand voltage (BIL):	Κρουστική Τάση αντοχής του ΔΑ	125 kV
CURRENT RATING: ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ		
Continuous RMS:	Συνεχή φόρτιση ρεύματος (RMS)	200 A
Maximum Interrupting Current:	Μέγιστο Ρεύμα που μπορεί να διακόψει ο ΔΑ σε RMS Τιμή	440 A
1 Second RMS :	Η τιμή του Ρεύματος που μπορεί να αντέξει για 1 sec	5700 A
Momentary (Max. Asymmetric):	Στιγμιαία τιμή ασύμμετρου ρεύματος	9000 A
Min. Actuating current:		
Phase Resistor:	Ρύθμιση του ρεύματος σφάλματος μεταξύ φάσεων	16- 640 A
Ground Resistor:	Ρύθμιση του ρεύματος σφάλματος ως προς την γη	3,5- 320A

Πίνακας τυπικών ονομαστικών στοιχείων ενός τυπικού διακόπτη απομόνωσης

F. 2.6 Αλεξικέραυνα



Αλεξικέραυνο Μ.Τ.

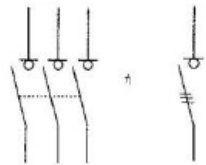
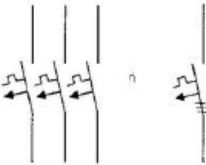
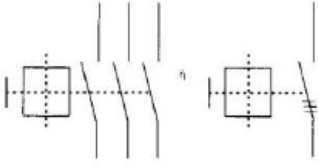


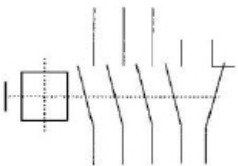
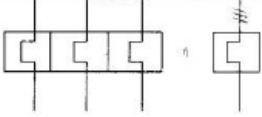
Τα αλεξικέραυνα χρησιμοποιούνται στους υποσταθμούς ΜΤ για τον περιορισμό των υπερτάσεων που δημιουργούνται από την πτώση κεραυνών, διατηρώντας την τάση κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή, που στα χαρακτηριστικά του ονομάζεται τάση προστασίας. Η χρήση τους επιβάλλεται σε εναέρια δίκτυα που βρίσκονται εγκατεστημένα σε περιοχές που χαρακτηρίζονται ως κεραυνόπληκτες. Τα μέρη που περιλαμβάνει ένα αλεξικέραυνο είναι:

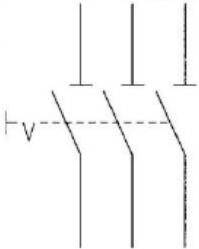
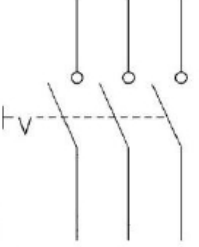
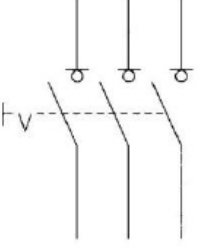
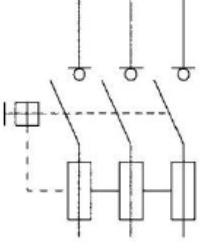
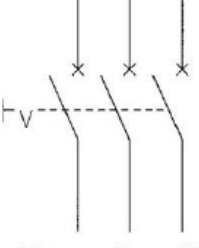
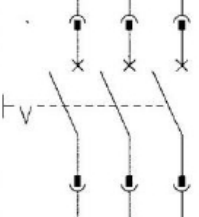
- ο σπινθηριστής, που διασπάται μόλις η τάση υπερβεί το όριο της τάσης προστασίας και βραχυκυκλώνεται το διάκενο του αέρα .
- οι μη γραμμικές αντιστάσεις ανθρακικού πυριτίου που μέσω αυτών βραχυκυκλώνεται το δίκτυο μετά την διάσπαση του σπινθηριστή .

Χαρακτηριστικά μεγέθη αλεξικέραυνων δικτύου 20kV, με κρουστική αντοχή 125kV και αντοχή σε τάση 50Hz 50kV			
Τάση σβέσης	Η τάση στην οποία απενεργοποιείται το αλεξικέραυνο	24kV	
Ονομαστικό κρουστικό ρεύμα	Η τιμή του κρουστικού ρεύματος που αντέχει επανειλημμένα το αλεξικέραυνο	10 ή 5kA	
Αντοχή σε κρουστικό ρεύμα	Κρουστικά ρεύματα που εμφανίζονται σπάνια και έχουν διάρκεια	Βραχεία: 5-10μS	100(6s)
		Μακρά: 1000-2000μs	200
Τάσης αφής	Η τάση με την οποία ενεργοποιούνται τα αλεξικέραυνα	Σε συχνότητα 50Hz	38kV
		Σε χρόνο 1,2-50μs	79kV
		Με αποκοπή ταχύτητας ανόδου 200kV	86kV
Παραμένουσα τάση	Η τάση που εφαρμόζεται στο αλεξικέραυνο όταν διέρχεται από αυτό ρεύμα	5kA/2,5kA	72kA/74kA
		10kA/5kA	80kA/80kA
		20kA/10kA	68kA/68kA

Τα αλεξικέραυνα εγκαθίστανται κοντά στον μετασχηματιστή ισχύος και σε απόσταση μικρότερη των 20m, ή μέσα στον οικίσκο του υποσταθμού ή και μέσα στις κυψέλες εάν αυτό είναι δυνατόν. Τέλος συνδέονται μεταξύ φάσεων και γης. Χαρακτηριστικά του μεγέθους φαίνονται στον προηγούμενο πίνακα.

ΣΥΜΒΟΛΑ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ Μ.Τ.

Διακόπτης φορτίου	
Αυτόματος Διακόπτης ισχύος με θερμική και μαγνητική διάταξη	
Ηλεκτρονόμος (ρελέ) ισχύος	
Ανοιχτή επαφή NO (Normally Open)	
Κλειστή επαφή NC (Normally Closed)	
Ηλεκτρονόμος (ρελέ) ισχύος με βοηθητικές επαφές (μία NO και μία NC)	
Θερμικό προστασίας ηλεκτρικών κινητήρων	

	<p>Τριπολικός διακόπτης απομόνωσης ή τριπολικός αποζεύκτης ή τριπολικός διακόπτης κενού</p>
	<p>Τριπολικός διακόπτης φορτίου</p>
	<p>Τριπολικός διακόπτης φορτίου-αποζεύκτης ή τριπολικός αποζεύκτης φορτίου</p>
	<p>Τριπολικός αποζεύκτης φορτίου με ασφάλειες HRC ή τριπολικός ασφαλειοαποζεύκτης φορτίου</p>
	<p>Τριπολικός διακόπτης ισχύος (Δ.Ι.)</p>
	<p>Συρόμενος τριπολικός διακόπτης ισχύος (ΔΙ)</p>

IV. 3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΤ

Σε κάθε αναχώρηση εναέριας ή υπόγειας γραμμής από τους ζυγούς ΜΤ των 20kV υπάρχει συνήθως ένας διακόπτης ισχύος πτωχού ελαίου που διεγείρεται από ηλεκτρονόμο (H/N). Ο H/N τροφοδοτείται μέσω ενός Μ/Σ μέτρησης έντασης από το δίκτυο, παρακολουθεί το ρεύμα και αν αυτό είναι ανεπίτρεπτα μεγάλο, στέλνει στο διακόπτη ισχύος εντολή να ανοίξει. Οι H/N παρακολουθούν:

- Τα ρεύματα φάσεων σε μονοφασικά, διφασικά και τριφασικά σφάλματα οπότε και λέγονται H/N φάσεων και
- Τα ρεύματα γης στα οποία μετρούν το άθροισμα των φασικών ρευμάτων δηλαδή το ρεύμα που διαρρέει τη γείωση του Μ/Σ για αυτό και λέγονται H/N γης.

Η συμπεριφορά τους σε περίπτωση σφάλματος δεν είναι ακαριαία, αλλά ακολουθεί δύο ή περισσότερους κύκλους λειτουργίας, σύμφωνα με τις ρυθμίσεις και τις πληροφορίες που παρέχονται από τη ΔΕΔΔΗΕ. Σε σφάλματα φάσεων έχουμε μεγαλύτερα ρεύματα σε σχέση με τα σφάλματα γης (μονοφασικά σφάλματα) γιατί η αντίσταση γείωσης του ουδέτερου του δικτύου των 20kV είναι σχετικά μεγάλη (120). Για τον λόγο αυτό οι H/N γης είναι ρυθμισμένοι να αντιδρούν σε χαμηλότερα ρεύματα από ότι οι H/N φάσεων.

Οι H/N του δικτύου ΜΤ διακρίνονται σε:

- § Απλούς H/N υπερεντάσεως που δεν εξαρτώνται από την κατεύθυνση .
- § Στους H/N υπερεντάσεως που εξαρτώνται από την κατεύθυνση.

Οι απλοί χωρίζονται στους :

- § Στιγμιαίους H/N υπερεντάσεως στους οποίους μόλις το ρεύμα υπερβεί ένα όριο ανοίγουν ακαριαία .
- § H/N υπερεντάσεως χρονικής καθυστέρησης.

Οι H/N υπερεντάσεως χρονικής καθυστέρησης με την σειρά τους διακρίνονται σε:

- § Σταθερού χρόνου οι οποίοι ανεξάρτητα του μεγέθους της υπερέντασης λειτουργούν στον ίδιο χρόνο που καθορίζεται από την ρύθμισή τους .
- § Ανάστροφου χρόνου στους οποίους ο χρόνος λειτουργίας μειώνεται όσο αυξάνεται η υπερένταση.

Οι H/N με χαρακτηριστικές αντιστρόφου χρόνου έχουν σκοπό την προστασία από θερμικές καταπονήσεις των στοιχείων του δικτύου ΜΤ. Οι χαρακτηριστικές προσδιορίζουν για κάθε ρεύμα πότε θα ανοίξει ο διακόπτης και ονομάζονται καμπύλες χρονικής καθυστέρησης. Για λόγους συντονισμού των διακοπών, ενδείκνυται οι χρόνοι ανοίγματος του διακόπτη του ΔΕΔΔΗΕ να είναι μεγαλύτεροι σε σχέση με αυτούς των διακοπών των καταναλωτών. Υπάρχει ένα ελάχιστο ρεύμα κάτω από το οποίο δεν δίνει εντολή πτώσης ο H/N. Αυτό το ρεύμα χαρακτηρίζει και την ρύθμιση. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες τυποποιήσεις, ανάλογα με τον ρυθμό μείωσης του χρόνου διακρίνονται τρεις τύποι:

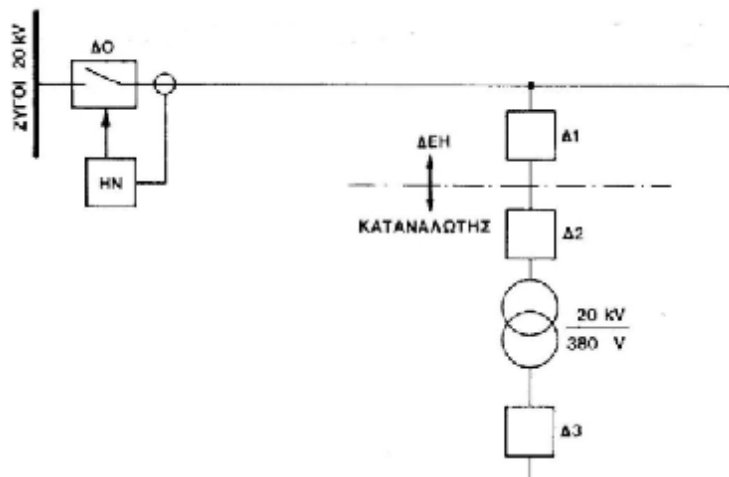
- § Οι απλώς αντιστρόφου χρόνου.
- § Οι πολύ αντιστρόφου χρόνου.

§ Οι εξαιρετικά αντιστρόφου χρόνου.

Οι Η/Ν μπορεί να έχουν στοιχείο που να μας δίνει αμέσως εντολή πτώσης όταν το ρεύμα υπερβεί μια τιμή, το οποίο λέγεται στοιχείο στιγμιαίας λειτουργίας και έχει σκοπό την προστασία από δυναμικές επιδράσεις σε μεγάλα ρεύματα. Οπότε πάνω από ένα πολύ μεγάλο ρεύμα πρέπει να ανοίγουν σχεδόν ακαριαία.

Οι διακόπτες αναχώρησης μιας εναέριας γραμμής ΜΤ εκτελούν συνήθως περισσότερους κύκλους λειτουργίας. Αν παρουσιαστεί ένα σφάλμα και ο Η/Ν δώσει εντολή μετά από κάποιο χρόνο τότε ο διακόπτης ισχύος ανοίγει και παραμένει ανοιχτός για κάποιο χρονικό διάστημα, έπειτα κλείνει και ξανανοίγει αν το σφάλμα παραμείνει Κ.Ο.Κ. Αυτή η λειτουργία χαρακτηρίζεται ως Ο-С-Ο... (open-close-open ...) ή λειτουργία επαναφορών.

Οι επαναληπτικοί κύκλοι γίνονται γιατί τα σφάλματα μπορεί να είναι παροδικά στα εναέρια δίκτυα. Οι επαναφορές μπορεί να ρυθμιστούν ξεχωριστά για σφάλματα φάσεων, γης ενώ δεν εκτελούνται συνήθως στα υπόγεια δίκτυα διότι δεν υπάρχουν κατά κανόνα παροδικά σφάλματα.



Σχήμα 3.1: Γραμμή διανομής ΜΤ με διακλάδωση, για παροχή καταναλωτή

ΔΟ = προστασία αναχώρησης της γραμμής.

Δ1 = προστασία διακλάδωσης του καταναλωτή

Δ2 = προστασία εγκατάστασης ΜΤ του καταναλωτή

Δ3 = προστασία εγκατάστασης ΧΤ του καταναλωτή

A. 3.1 Προστασία γραμμών αναχώρησης του δικτύου ΜΤ

Στα εναέρια δίκτυα οι Η/Ν είναι αντιστρόφου χρόνου επειδή στις εναέριας γραμμές το ρεύμα βραχυκύκλωσης εξαρτάται από την απόσταση της θέσης του βραχυκυκλώματος και η χαρακτηριστική αντιστρόφου χρόνου βοηθά στο να έχουμε επιλεκτική συνεργασία των μέσων προστασίας. Στις χαμηλές εντάσεις με την χαρακτηριστική αυτή δίνεται χρόνος στα άλλα μέσα που είναι απομακρυσμένα, δηλαδή στις διακλαδώσεις των καταναλωτών, να αντιδράσουν και στις μεγάλες εντάσεις, όπου η θερμική και δυναμική καταπόνηση των δικτύων είναι μεγάλη, ο διακόπτης ανοίγει σχεδόν ακαριαία.

Στους Η/Ν φάσεων υπάρχουν και στοιχεία στιγμιαίας λειτουργίας που δίνουν εντολή απόξευξης ακαριαία (0,6 sec) σε μεγάλα ρεύματα, περίπου δεκαπλάσια του ονομαστικού. Τόσο για τους Η/Ν γης όσο και για τους Η/Ν φάσεων υπάρχουν οριακές τιμές ρευμάτων, ρυθμίσεις κάτω από τις οποίες δεν διεγείρονται.

Στα υπόγεια καλώδια προτιμώνται οι Η/Ν υπερεντάσεως χρονικής καθυστέρησης σταθερού χρόνου, με στοιχεία γης και φάσεων.

Οι Η/Ν σταθερού χρόνου είναι πιο εύχρηστοι και φθηνοί από τους Η/Ν αντιστρόφου χρόνου, οι οποίοι στην περίπτωση δικτύου ΜΤ με υπόγεια καλώδια δεν βοηθούν στην επιλεκτικότητα αφού όλοι οι διακόπτες των καταναλωτών ελέγχονται συνήθως από την ΔΕΔΔΗΕ.

3.2 Προστασία διακλάδωσης σε καταναλωτή ΜΤ

Στα σημεία των διακλαδώσεων των ηλεκτρικών γραμμών ΜΤ από όπου ξεκινά η ηλεκτροδότηση των καταναλωτών ΜΤ η ΔΕΔΔΗΕ εγκαθιστά ένα μέσο προστασίας της διακλάδωσης. Το μέσο αυτό είναι ρυθμισμένο ή επιλεγμένο έτσι ώστε σε περίπτωση σφαλμάτων στην εγκατάσταση του καταναλωτή, να διακόπτεται η διακλάδωση του πριν ανοίξει ο διακόπτης αναχώρησης της γραμμής ΜΤ. Έτσι δεν ενοχλούνται οι υπόλοιποι καταναλωτές της ΜΤ που είναι στην ίδια γραμμή αν γίνει σφάλμα σε έναν από αυτούς.

Το μέσο προστασίας της διακλάδωσης που εγκαθιστά η ΔΕΔΔΗΕ προσδιορίζεται από τον τύπο της παροχής και μπορεί να είναι:

- § ασφάλειες εκτόνωσης βραδείας τήξης
- § διακόπτης απομόνωσης
- § αυτόματος διακόπτης ισχύος με κατάλληλους Η/Ν και
- § ασφάλειες σκόνης

B. 3.3 Επιλεκτική συνεργασία των μέσων προστασίας

Οι χαρακτηριστικές ρεύματος - χρόνου των μέσων προστασίας πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζεται μια επιλεκτική προστασία. Αυτό σημαίνει ότι το όργανο προστασίας που είναι πλησιέστερα στο σφάλμα πρέπει να διακόπτει πρώτο.

Δηλαδή για να διακόψει ένα μέσο γρηγορότερα από ένα άλλο, εφόσον διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, πρέπει ο χρόνος αντίδρασης του πρώτου να είναι μικρότερος από το χρόνο του δεύτερου. Η επιλεκτική προστασία πρέπει να εξασφαλίζεται σε όλη την αλυσίδα των μέσων προστασίας από τη ΧΤ των 400 V έως και τον διακόπτη αναχώρησης της γραμμής ΜΤ.

Η επιλεκτική συνεργασία πρέπει να υπάρχει τόσο σε σφάλματα γης όσο και φάσεων. Έτσι σε μέσα προστασίας που δεν κάνουν διάκριση μεταξύ σφαλμάτων γης και φάσεων πρέπει τα ρεύματα διέγερσης των μέσων να συνεργάζονται επιλεκτικά με τους Η/Ν γης του ΔΕΔΔΗΕ, όπως είναι οι ασφάλειες και οι διακόπτες ισχύος με πρωτογενή προστασία και για τον λόγο αυτό δεν χρησιμοποιούνται για μεγάλες ισχύεις (>800 kVA).

V. 4. Τυποποιημένες παροχές Μ.Τ.

Τύπος	Είδος εγκατάστασης	Μέγιστη Ισχύς καταναλωτή
A1	Εξωτερικού χώρου	630 kVA
A2	Εξωτερικού χώρου	περιορισμένη από το Δίκτυο Μ.Τ
B1	Εσωτερικού χώρου	1250 kVA
B2	Εσωτερικού χώρου	περιορισμένη από το Δίκτυο Μ.Τ

Ανάλογα με το είδος του δικτύου από το οποίο θα τροφοδοτηθεί ο ιδιωτικός υποσταθμός, εναέριο ή υπόγειο, τη συνολική ισχύ του και τα τεχνικά στοιχεία της ηλεκτρικής προστασίας του, η ΔΕΔΔΗΕ έχει διαμορφώσει τέσσερις τύπους παροχών.

Στις παροχές από εναέρια δίκτυα επιδιώκεται τα όργανα μέτρησης να εγκαθίστανται εξωτερικά σε στύλο μέσα στο οικόπεδο του καταναλωτή κοντά στα όριά το. Εάν ο Μ/Σ είναι μέχρι 630kVA τότε στον ίδιο στύλο με τα όργανα μέτρησης μπορεί να εγκατασταθεί και ο ασφαλειοαποζεύκτης (Α/Ζ) του ΔΕΔΔΗΕ ενώ στην περίπτωση μεγαλύτερων Μ/Σ όπου δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση Α/Ζ τοποθετούνται διακόπτες απομόνωσης (Δ/Α).

Στις παροχές από υπόγεια δίκτυα η εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης γίνεται εσωτερικά σε χώρο που παρέχει ο καταναλωτής και ο οποίος εμπίπτει στις προδιαγραφές του ΔΕΔΔΗΕ. Επειδή μερικές φορές η εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης εξωτερικά είναι αδύνατη, έχουμε εναέρια δίκτυα που είναι μερικώς υπόγεια με όργανα μέτρησης σε εσωτερικό χώρο.

Υπάρχουν οι εξής τυποποιημένες παροχές

Παροχές Εξωτερικού Χώρου (Τύπου Α)

- § Παροχή Τύπου Α 1 για ισχύ Μ/Σ μέχρι 630 kVA
- § Παροχή Τύπου Α 2 για μεγαλύτερη ισχύ που περιορίζεται μόνο από το δίκτυο ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ

Παροχές Εσωτερικού Χώρου (Τύπου Β)

§ Παροχή Τύπου Β 1 για ισχύ Μ/Σ μέχρι 1250 kVA

§ Παροχή Τύπου Β2 για ισχύ τυπικά απεριόριστη και ουσιαστικά περιοριζόμενη μόνο από το δίκτυο ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ

Ο τύπος παροχής καθορίζει την μέθοδο προστασίας από την πλευρά του ΔΕΔΔΗΕ και σε μεγάλο βαθμό την μέθοδο προστασίας που πρέπει να εφαρμόσει ο καταναλωτής.

A. 4.1 Παροχή Τύπου Α1

Η παροχή αυτή κατασκευάζεται από εναέριο δίκτυο, όταν η ΔΕΔΔΗΕ εγκαθιστά την μέτρηση ΜΤ εξωτερικά Π.χ. σε στύλο. Η ισχύς του μετασχηματιστή (Μ/Σ) ή το άθροισμα των ισχύων περισσότερων μετασχηματιστών του καταναλωτή πρέπει να είναι μέχρι 800kVA για την Περιφέρεια Αττικής και έως 630kVA για την υπόλοιπη Ελλάδα. Η ΔΕΔΔΗΕ εγκαθιστά ασφαλειοαποζεύκτες με ασφάλειες εκτόνωσης βραδείας τήξης που η μέγιστη τιμή τους καθορίζεται από την επιλεκτική προστασία με τα προηγούμενα μέσα προστασίας της, ανεξαρτήτως της ισχύος του Υ/Σ, Μ/Σ μέτρησης έντασης και τάσης.

Από το στύλο αναχωρεί καλωδιακή γραμμή προς τον Υ/Σ του καταναλωτή, την οποία κατασκευάζει ο καταναλωτής και εγκαθιστά μέσα ζεύξης και προστασίας τα οποία θα πρέπει να συνεργάζονται επιλεκτικά με τους ασφαλειοαποζεύκτες (Α/Ζ) της παροχής ΜΤ σε χρόνο μέχρι 6 δευτερόλεπτα.

Ο καταναλωτής μπορεί να έχει έναν ή περισσότερους κλάδους με δική τους προστασία. Κάθε κλάδος έχει έναν ή περισσότερους παραλληλισμένους Μ/Σ. Η προστασία των Μ/Σ μπορεί να πραγματοποιείται είτε ανά Μ/Σ είτε κατά ομάδες που όμως σε αυτήν την περίπτωση τους θεωρούμε ως ένα Μ/Σ με ισχύ ίση με το άθροισμά τους.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην περίπτωση δύο Μ/Σ που λειτουργούν παράλληλα και παρουσιάζεται σφάλμα στους ζυγούς ΧΤ. Το σφάλμα θα τροφοδοτηθεί και από τους δύο Μ/Σ οπότε για τον καθορισμό της συνεργασίας των μέσων προστασίας ΜΤ των Μ/Σ με τον διακόπτη ισχύος του ΔΕΔΔΗΕ πρέπει να ληφθεί υπόψη το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε κλάδο προς το συνολικό. Όταν υπάρχουν περισσότεροι από ένα Μ/Σ θα πρέπει πριν από τους ζυγούς ΜΤ να εγκαθίστανται ένα μέσο απόζευξης - απομόνωσης ώστε να είναι δυνατή η εργασία στους ζυγούς του Υ/Σ χωρίς να απαιτείται η απομόνωση του Α/Ζ του ΔΕΔΔΗΕ.

Η παροχή Α 1 μπορεί να έχει τις εξής μορφές

§ Ένας κλάδος με έναν ή περισσότερους Μ/Σ παράλληλα συνδεδεμένους με μέγιστη ισχύ διέλευσης του κλάδου τα 630kVA

§ Δύο ή περισσότεροι κλάδοι στην ΧΤ

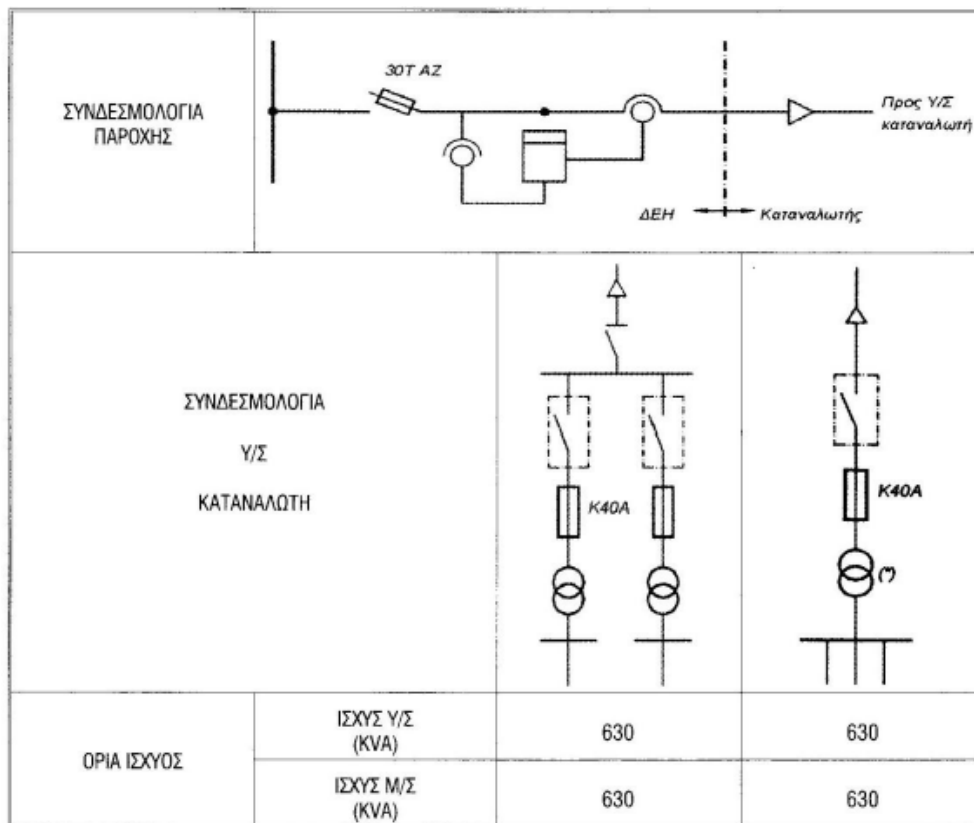
Ο ασφαλειοαποζεύκτης που εγκαθιστά η ΔΕΔΔΗΕ έχει ονομαστική τιμή μέχρι 30Α και είναι τύπου 30Τ. Ο καταναλωτής με την σειρά του εγκαθιστά συνήθως για την προστασία των Μ/Σ ασφάλειες σκόνης που για να εξασφαλιστεί η συνεργασία με τους παραπάνω Α/Ζ πρέπει να έχουν τιμή ίση ή μικρότερη από 40Α (σχήμα 4.1).

Αυτές είναι και οι τιμές που καθορίζουν τη μέγιστη ισχύ των 630kVA για την παροχή τύπου Α 1.

Σε μερικές περιπτώσεις ο καταναλωτής μπορεί να εγκαταστήσει αντί των ασφαλειών, αυτόματο διακόπτη ισχύος. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να ελεγχθεί η επιλογική προστασία του διακόπτη με τις ασφάλειες του ΔΕΔΔΗΕ για χρόνο μέχρι 6sec. Οι αυτόματοι

αυτοί διακόπτες θα πρέπει εκτός του στοιχείου χρονικής καθυστέρησης να διαθέτουν και στοιχείο στιγμιαίας λειτουργίας με δυνατότητα ρύθμισης 3 - 8 φορές του ρεύματος ρύθμισης του στοιχείου χρονικής καθυστέρησης, προκειμένου να υπάρχει έστω και μικρή συνεργασία με τους Α/Ζ του ΔΕΔΔΗΕ.

Σε μικρούς πάντως Μ/Σ είναι προτιμότερη η εγκατάσταση διακοπών φορτίου με ασφάλειες παρά αυτομάτων διακοπών ισχύος. Ο διακόπτης φορτίου πρέπει να έχει την δυνατότητα άνετου χειρισμού από το έδαφος και στην περίπτωση που δεν έχει ορατές επαφές πρέπει να συνοδεύεται από αποζεύκτη. Δεν ενδείκνυται η τοποθέτηση από τον καταναλωτή Α/Ζ χειριζόμενων με ακόντιο, όπως αυτοί του ΔΕΔΔΗΕ, καθώς απαιτούν για τον χειρισμό τους κατάλληλα μέσα και ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό.



Σχ. 4.1: Παροχή Μ.Τ. τύπου Α1

B. 4.2 Παροχή Τύπου A2

Για ισχύς μεγαλύτερες των 630kVA όπου δεν είναι δυνατή η κατασκευή Υ/Σ τύπου A 1 κατασκευάζεται η παροχή τύπου A2 με την διαφορά από την A 1 ότι αντί ασφαλειοαποξευκτών η ΔΕΔΔΗΕ χρησιμοποιεί διακόπτες απομόνωσης (Δ/Α). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη διακόπτη ισχύος στην γραμμή αναχώρησης ΜΤ που συνεργάζεται με τον Δ/Α εκτελώντας τον κατάλληλο κύκλο πτώσεων και αυτόματων επαναφορών.

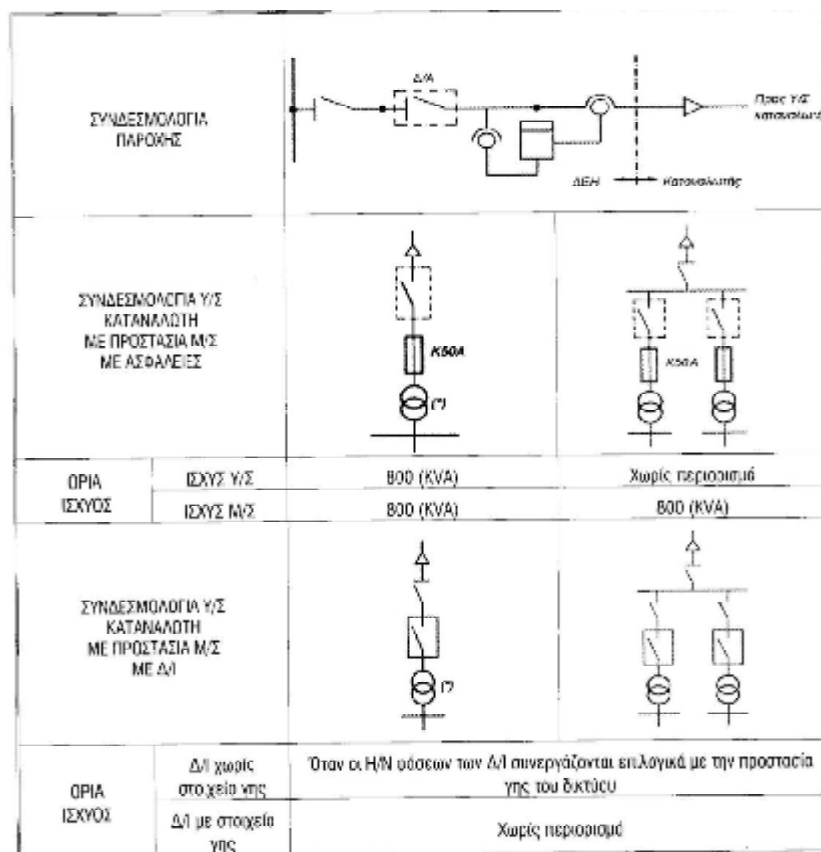
Η εγκατάσταση του ΔΕΔΔΗΕ περιλαμβάνει αποξεύκτη, Δ/Α, Μ/Σ μέτρησης τάσης και έντασης και αλεξικέραυνα αν χρειάζεται. Όλα αυτά τα μέσα είναι τοποθετημένα πάνω σε στύλο. Ο καταναλωτής εγκαθιστά καλώδιο από το στύλο του ΔΕΔΔΗΕ μέχρι τον πίνακά του της ΜΤ. Η εγκατάσταση περιέχει έναν ή περισσότερους κλάδους με τα ίδια μέσα προστασίας όπως και στην παροχή A 1. Η προστασία κάθε κλάδου του καταναλωτή μπορεί να γίνει με ασφάλειες σκόνης ή αυτόματους διακόπτες ισχύος και ηλεκτρονόμους. Αυτά τα μέσα προστασίας πρέπει να συνεργάζονται με τους Η/Ν του διακόπτη ισχύος της γραμμής αναχώρησης του ΔΕΔΔΗΕ τόσο σε σφάλματα φάσεων όσο και σε σφάλματα γης. Η προστασία κάθε κλάδου εξαρτάται από τους Η/Ν αυτούς.

Δεν απαιτείται από τον καταναλωτή προστασία σε σφάλματα γης όταν ο Η/Ν που εγκαθιστά για προστασία σε σφάλματα φάσεων συνεργάζεται επιλογικά με τον Η/Ν προστασίας σε σφάλματα γης του διακόπτη ισχύος στην αναχώρηση της γραμμής ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ. Σε δίκτυα 15kV ή 20kV με ηλεκτρονόμους γης αντιστρόφου ή εξαιρετικά αντιστρόφου χρόνου η μέγιστη επιτρεπτή ονομαστική ένταση των ασφαλειών σκόνης που εγκαθίστανται είναι 50A και προστατεύουν Μ/Σ μέχρι 800kV A.

Επιτρέπεται η εγκατάσταση Δ/Ι οι ηλεκτρονόμοι του οποίου πρέπει να συνεργάζονται επιλογικά με τους Η/Ν του Δ/Ι της αναχώρησης της γραμμής ΜΤ. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω δεν είναι απαραίτητη η εγκατάσταση Η/Ν προστασίας σε σφάλματα γης όταν οι Η/Ν φάσεων συνεργάζονται επιλογικά με τους Η/Ν του διακόπτη ισχύος της γραμμής αναχώρησης ΜΤ. Αυτό συμβαίνει όταν Π.χ. ο Δ/Ι του καταναλωτή περιλαμβάνει Η/Ν σταθερού χρόνου με ρύθμιση 100A και χρόνο 0,6sec και στοιχείο στιγμιαίας λειτουργίας 400A.

Η ρύθμιση αυτή παρέχει προστασία και επιτρέπει την ζεύξη Μ/Σ ισχύος 1000kVA στα 15kV και 1250kVA στα 20kV. Σε δίκτυα 20kV με Η/Ν σταθερού χρόνου με ρύθμιση 160A σε χρόνο 1 sec η μέγιστη επιτρεπτή ένταση των ασφαλειών σκόνης που εγκαθίστανται είναι 40A. Επιτρέπεται η εγκατάσταση Δ/Ι οι Η/Ν του οποίου πρέπει να συνεργάζονται επιλογικά με τους Η/Ν του Δ/Ι της αναχώρησης της γραμμής ΜΤ. Δεν απαιτείται η εγκατάσταση Η/Ν γης εάν η ρύθμιση των Η/Ν φάσεων του Δ/Ι του καταναλωτή είναι 120A σε χρόνο 0,6sec.

Στην περίπτωση που στη χαμηλή τάση υπάρχουν δύο κλάδοι παράλληλοι και συμβεί βραχυκύκλωμα στην πλευρά της ΧΤ, το ρεύμα βραχυκύκλωσης στην παροχή θα είναι I ενώ σε κάθε κλάδο $I/2$. Για τον λόγο αυτό οι Η/Ν στην αναχώρηση πρέπει να ρυθμιστούν στο μισό ρεύμα από ότι θα ρυθμιζόνταν αν οι κλάδοι ήταν ανεξάρτητοι. Πρέπει να τονίσουμε ότι στη ΧΤ οι Η/Ν γης στην αναχώρηση δεν διεγείρονται γιατί δεν υπάρχει ρεύμα γης στην περίπτωση αυτή. Εάν ο καταναλωτής θέλει να αυξήσει την ισχύ του ανά κλάδο τότε πρέπει να εγκαταστήσει Η/Ν γης οι οποίοι να συνεργάζονται με αυτούς του ΔΕΔΔΗΕ.



Σχ. 4.2: Παροχή Μ.Τ. τύπου Α2

C. 4.3 Παροχή Τύπου Β1

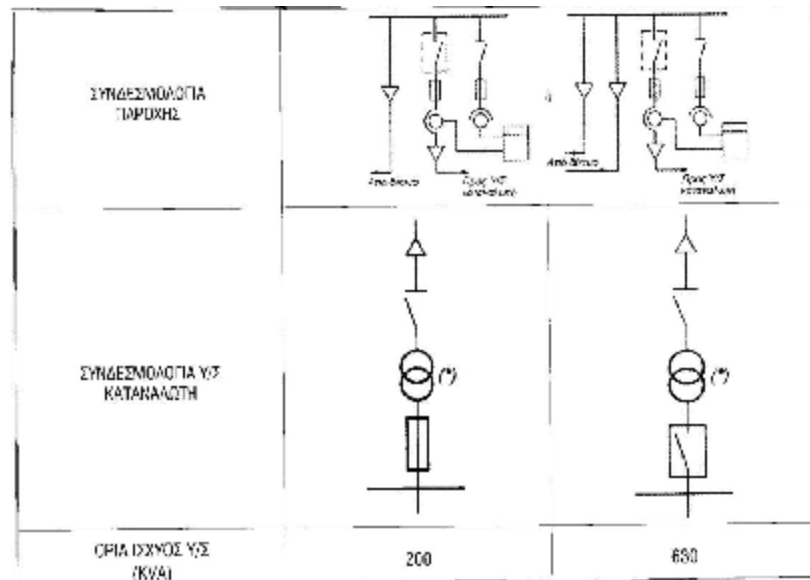
Ο τύπος παροχής Β 1 αφορά παροχές από υπόγεια ή εναέρια δίκτυα με εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης του ΔΕΔΔΗΕ σε εσωτερικό χώρο. Ο τύπος αυτός αφορά μόνο Υ/Σ με ένα Μ/Σ ή περισσότερους που λειτουργούν παράλληλα. Η ΔΕΔΔΗΕ εγκαθιστά ως μέσο προστασίας διακόπτη φορτίου και ασφάλειες σκόνης (ΔΦ/Α). Ο καταναλωτής έχει την δυνατότητα να χειρίζεται τον διακόπτη φορτίου, απαγορεύεται όμως η επέμβασή του εντός της κυψέλης.

Ο καταναλωτής εγκαθιστά ένα γενικό μέσο απόζευξης που μπορεί να παραλειφθεί όταν ο διακόπτης φορτίου του ΔΕΔΔΗΕ έχει ορατές επαφές ώστε να εξασφαλίζεται η απόζευξη πριν την εκτέλεση εργασιών στον υποσταθμό. Η σύνδεση του γ/Σ σε υπόγειο δίκτυο γίνεται σε βρόγχο με δύο καλώδια που το ένα έρχεται από τον προηγούμενο καταναλωτή και το άλλο οδεύει προς τον επόμενο. Όταν η διαμόρφωση του δικτύου δεν επιβάλλει σύνδεση σε βρόγχο και ο καταναλωτής δεν ζητήσει εξασφάλιση της παροχής του με δεύτερο καλώδιο τότε η τροφοδοσία του γίνεται με ένα καλώδιο ακτινικά. Ακτινικά γίνεται και η σύνδεση με το εναέριο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ που οδηγείται υπογείως στον Υ/Σ.

Η μέγιστη ονομαστική τιμή της ασφάλειας σκόνης που τοποθετείται είναι 40Α και εξασφαλίζει επιλογική προστασία με τους Η/Ν γης του διακόπτη ισχύος του ΔΕΔΔΗΕ που οι συνήθεις ρυθμίσεις τους είναι 80Α σε χρόνο 0.7sec για Η/Ν εξαιρετικά αντιστρόφου χρόνου και 160Α σε χρόνο 1 sec για Η/Ν σταθερού χρόνου. Η μέγιστη ισχύς του Υ/Σ που αντιστοιχεί σε ασφάλειες 40Α είναι 630kV A. Δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά των ασφαλειών μπορεί να διαφέρουν ανά κατασκευαστή υπάρχει περίπτωση να τοποθετηθεί μεγαλύτερη ασφάλεια

που να επιτρέπει υπέρβαση της παραπάνω ισχύος πρέπει όμως απαραίτητα να εξασφαλίζεται η επιλογική συνεργασία με τους Η/Ν γης του Δ/Ι του ΔΕΔΔΗΕ.

Στην πλευρά της ΧΤ τοποθετείται ένα γενικό μέσο προστασίας το οποίο πρέπει να συνεργάζεται επιλογικά με τις ασφάλειες ΜΤ και μπορεί να είναι αυτόματος διακόπτης ή ασφάλειες οι οποίες όμως τοποθετούνται μόνο εφόσον ο Μ/Σ έχει ισχύ μέχρι 200kV A.



Σχ. 4.3: Παροχή Μ.Τ. τύπου Β1

D. 4.4 Παροχή Τύπου Β2

Η παροχή τύπου Β2 αφορά όπως και η Β 1 σύνδεση του καταναλωτή ΜΤ σε εναέριο ή υπόγειο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ με τα όργανα μέτρησης σε εσωτερικό χώρο. Το μέσο προστασίας και ζεύξης που εγκαθιστά η ΔΕΔΔΗΕ είναι διακόπτης ισχύος με Η/Ν. Η σύνδεση του Υ/Σ στο δίκτυο γίνεται όπως και στην παροχή Β 1, σε βρόγχο ή ακτινικά.

Ο καταναλωτής δεν απαιτείται να εγκαταστήσει μέσο προστασίας ανά Μ/Σ στη ΜΤ καθώς προστατεύεται από το διακόπτη ισχύος του ΔΕΔΔΗΕ. Μόνο όταν η ονομαστική ένταση του ρεύματος του Μ/Σ είναι μικρότερη του 10% της έντασης ρύθμισης του Δ/Ι απαιτείται η εγκατάσταση μέσου προστασίας από τον καταναλωτή.

Οι Μ/Σ έντασης επιλέγονται με ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος μια βαθμίδα παραπάνω από αυτή που αντιστοιχεί στην συμφωνημένη ισχύ. Για την ρύθμιση των Η/Ν των Δ/Ι λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- § Η επιλογική προστασία με τον ηλεκτρονόμο του διακόπτη αναχώρησης της γραμμής ΜΤ από τη ΔΕΔΔΗΕ πρέπει να υλοποιείται με διαφορά χρόνου τουλάχιστον 0.4sec
- § Η προστασία των Μ/Σ του καταναλωτή πρέπει να εξασφαλίζεται από τη ρύθμιση
- § Τα ρεύματα ζεύξης των Μ/Σ δεν πρέπει να ενεργοποιούν τον Η/Ν και να ανοίγουν τον Δ/Ι

§ Να υπάρχει συνεργασία με τα μέσα προστασίας XT του καταναλωτή

§ Να μην ανοίγει ο Δ/Ι σε βραχυχρόνιες αυξήσεις του φορτίου.

Οι παραπάνω αρχές ρύθμισης εξαρτώνται από το είδος του Η/Ν, σταθερού ή αντιστρόφου χρόνου, του διακόπτη ισχύος της γραμμής αναχώρησης.

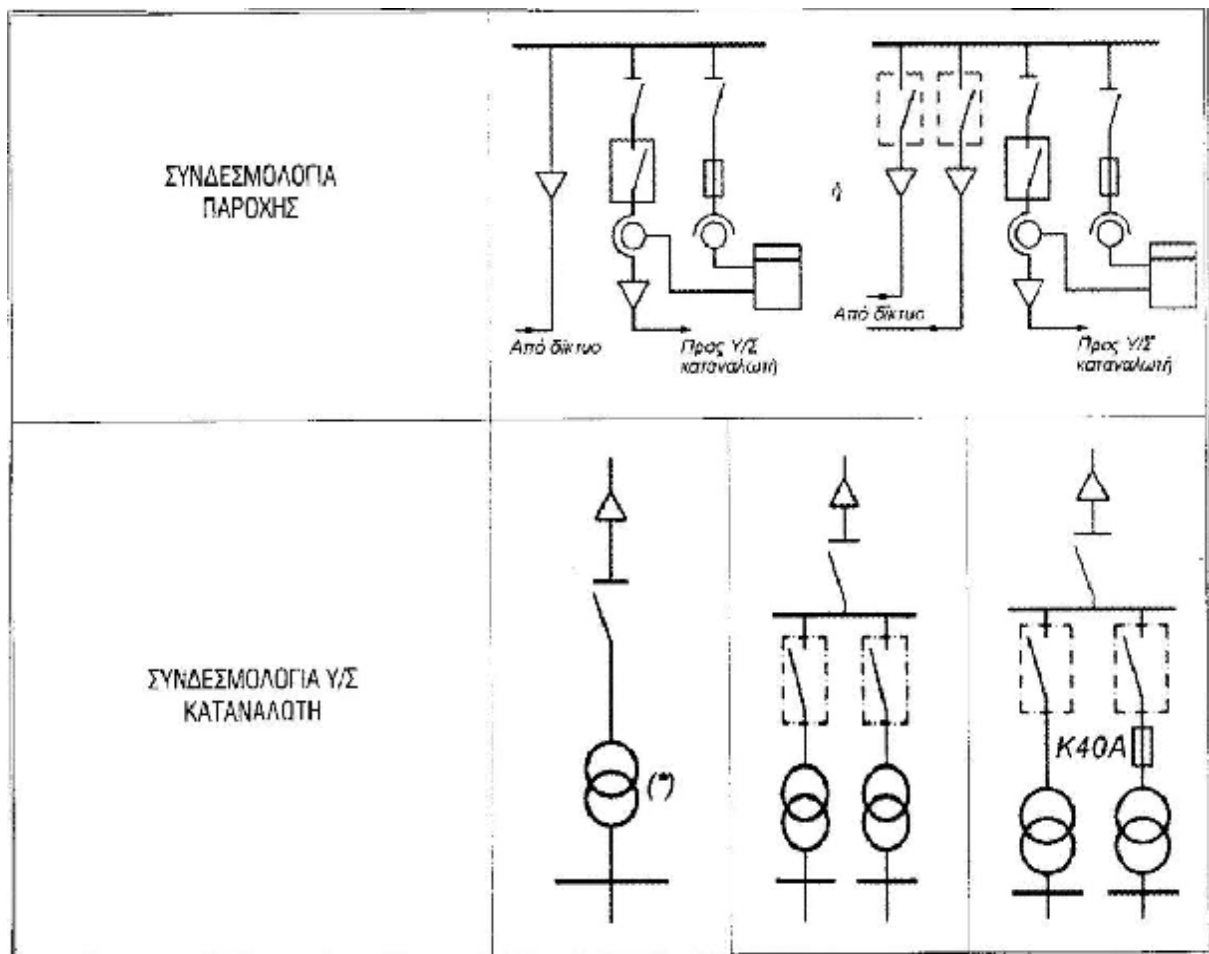
Σε δίκτυα με προστασία Η/Ν σταθερού χρόνου η ρύθμιση του είναι για Η/Ν φάσεων 400Α σε χρόνο 0,6sec και για Η/Ν γης 160Α σε χρόνο 1sec. Η ρύθμιση των Η/Ν του Δ/Ι της άφιξης της ηλεκτρικής γραμμής ΜΤ πρέπει να είναι για Η/Ν φάσεων 320Α σε χρόνο 0,2sec και για Η/Ν γης 120Α σε χρόνο 0,6sec. Προστασία των Μ/Σ του καταναλωτή έναντι βραχυκυκλωμάτων εξασφαλίζεται όταν ο Η/Ν φάσεων του Δ/Ι της άφιξης έχει ρύθμιση που δεν υπερβαίνει το δεκαπλάσιο της ονομαστικής έντασης του μικρότερου Μ/Σ. Όταν αυτό δεν ισχύει για κάποιον Μ/Σ, τότε τοποθετείται μόνο σε αυτόν προστασία έναντι υπερεντάσεως στη ΜΤ.

Η ρύθμιση του στιγμιαίου στοιχείου λειτουργίας του Η/Ν του Δ/Ι της άφιξης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το δεκαπλάσιο της ονομαστικής έντασης στο σύνολο των Μ/Σ, για να εξασφαλίζεται η αποφυγή πτώσης του Δ/Ι από ρεύματα ζεύξης των Μ/Σ. Τέλος προκειμένου να αποφευχθεί πτώση του Μ/Σ από βραχυχρόνιες υπερφορτίσεις η ρύθμιση των Η/Ν φάσεων χρονικής καθυστέρησης πρέπει να έχει τιμή μεταξύ 2 και 4 της έντασης που αντιστοιχεί στην συμφωνημένη ισχύ του καταναλωτή. Σε δίκτυα με προστασία Η/Ν αντιστρόφου χρόνου η ρύθμιση του διακόπτη ισχύος της άφιξης πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η συνεργασία με τον Δ/Ι της αναχώρησης της γραμμής ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ.

Για την επίτευξη της συνεργασίας είναι απαραίτητη η χρήση των στοιχείων στιγμιαίας λειτουργίας των Η/Ν των Δ/Ι.

Προστασία των Μ/Σ του καταναλωτή έναντι βραχυκυκλωμάτων εξασφαλίζεται όταν ο Η/Ν φάσεων του Δ/Ι της άφιξης έχει ρύθμιση που δεν υπερβαίνει το δεκαπλάσιο της ονομαστικής έντασης του μικρότερου Μ/Σ. Η ρύθμιση του στιγμιαίου στοιχείου λειτουργίας του Η/Ν του Δ/Ι της άφιξης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το δεκαπλάσιο της ονομαστικής έντασης στο σύνολο των Μ/Σ, για να εξασφαλίζεται η αποφυγή πτώσης του Δ/Ι από ρεύματα ζεύξης των Μ/Σ. Τέλος προκειμένου να αποφευχθεί πτώση του Μ/Σ από βραχυχρόνιες υπερφορτίσεις η ρύθμιση των Η/Ν φάσεων χρονικής καθυστέρησης πρέπει να έχει τιμή μεταξύ 2 και 4 της έντασης που αντιστοιχεί στην συμφωνημένη ισχύ του καταναλωτή.

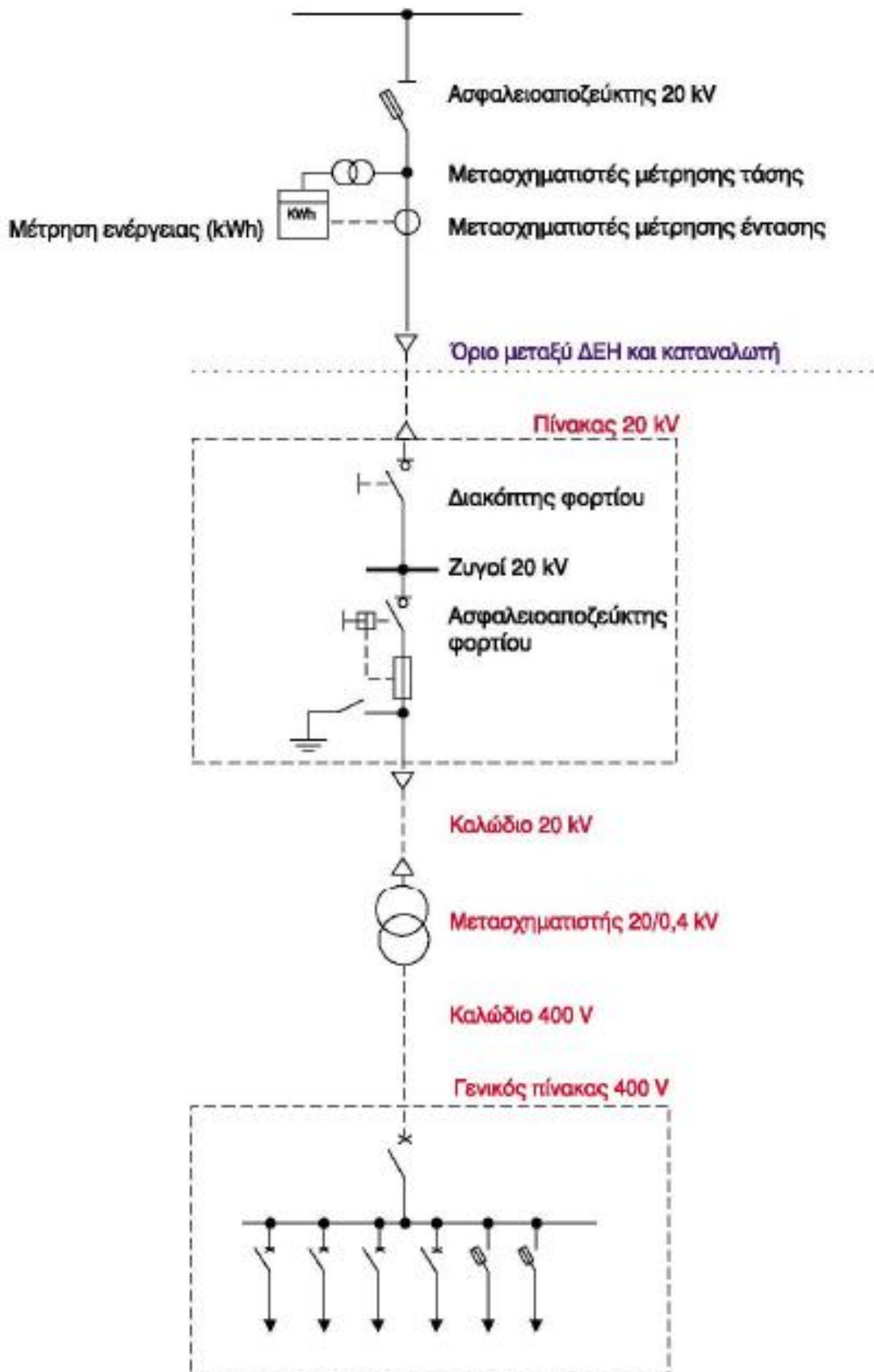
Τέλος, ο καταναλωτής μπορεί να χειρίζεται τον Δ/Ι της άφιξης του ΔΕΔΔΗΕ, απαγορεύεται όμως η επέμβαση μέσα στον πίνακα. Ενδείκνυται η εγκατάσταση αποζεύκτη πριν τους ζυγούς ΜΤ του Υ/Σ του καταναλωτή για την ασφαλή απομόνωση των ζυγών, με ορατές επαφές και εκτέλεση εργασιών στον Υ/Σ.



Σχήμα 4.4: Παροχή Μ.Τ. τύπου Β2

Μονογραμμικό διάγραμμα υποσταθμού Μέσης Τάση παροχής τύπου

B1



VI. 5. Γειώσεις Υ/Σ καταναλωτών ΜΤ και ΧΤ

A. 5.1 Γενικά

Γείωση είναι η ένωση ενός σημείου ενός κυκλώματος ή ενός ξένου προς το κύκλωμα μεταλλικού αντικειμένου με μια εγκατάσταση γείωσης, δηλαδή με 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 οποία συνιστάται σε εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων.

Υπάρχουν τριών ειδών γειώσεις, ανάλογα με τη χρήση τους και οι οποίες συνήθως συνυπάρχουν στις εγκαταστάσεις

1. Γείωση λειτουργίας, που είναι η γείωση ενός σημείου ενός ενεργού κυκλώματος όπως Π.χ. η γείωση του ουδετέρου ενός Μ/Σ και η γείωση του ουδετέρου αγωγού του συστήματος.

2. Γείωση προστασίας, που είναι η γείωση ενός μεταλλικού μέρους που δεν είναι στοιχείο ενεργού κυκλώματος, Π.χ. η γείωση του κελύφους μιας ηλεκτρικής συσκευής και οι γειώσεις των μεταλλικών μερών ενός Υ/Σ ΜΤ. Η γείωση προστασίας μειώνει τις τάσεις επαφής και είναι πάντα συνεχής, δεν παρεμβάλλονται αντιστάσεις ή διάκενα.

3. Γείωση ασφαλείας, που είναι η γείωση του συστήματος της αντικεραυνικής προστασίας. Αυτές οι γειώσεις διοχετεύουν το ρεύμα των κεραυνών προς τη γη. Είναι ανοιχτή ή συνεχής γείωση και οι ανοιχτές μειώνουν την ηλεκτροχημική διάβρωση. Η γείωση προστασίας έχει σκοπό την προστασία ατόμων από υπερβολικές τάσεις επαφής που ενδέχεται να εμφανιστούν σε περιπτώσεις βλαβών στα αγωγίμα τμήματα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, τα οποία στην κανονική τους λειτουργία έχουν μηδενική διαφορά δυναμικού ως προς την γη. Με την χρησιμοποίηση της γείωσης προστασίας το ρεύμα διαρροής το οποίο προκαλείται από βλάβη της μόνωσης διαφόρων ηλεκτρικών στοιχείων στο μεταλλικό μέρος συσκευών ή εξαρτημάτων, οδηγείται άμεσα στη γη. Οι μέθοδοι με τις οποίες υλοποιείται η εγκατάσταση γείωσης προστασίας είναι:

- § η άμεση γείωση
- § η ουδετέρωση
- § οι διακόπτες διαφυγής

Σε πολλές περιοχές στην Αττική εφαρμόζεται η άμεση γείωση, ενώ στο υπόλοιπο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ η ουδετέρωση.

B. 5.2 Είδη ηλεκτροδίων γείωσης

Οι μορφές ηλεκτροδίων γείωσης ή αλλιώς γειωτών που υπάρχουν είναι:

- § **Γειωτής ράβδου**, όπου είναι ένας σωλήνας ονομαστικής διαμέτρου μεγαλύτερης της μιας ίντσας ή μια ράβδος στρογγυλή ή προφίλ από γαλβανισμένο χάλυβα. Η ράβδος καρφώνεται κατακόρυφα ή λοξά με το κάτω μέρος να διαμορφώνεται σαν ακίδα για να οδηγείται καλύτερα στο έδαφος. Η αντίσταση γείωσης είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του βάθους και δεν εξαρτάται από το πάχος ή την διάμετρο της ράβδου. Εφόσον το επιτρέπει η μηχανική αντοχή, προτείνονται ηλεκτρόδια χαλκού ή επιχαλκωμένου ή επιμολυβδωμένου χάλυβα γιατί αντέχουν στην διάβρωση.

- § **Γειωτής ταινίας**, η οποία τοποθετείται σε χαντάκι βάθους 0,7 - 1 m, για να υπάρχει υγρό έδαφος. Η ταινία ή συρματόσχοινο μπορεί να είναι χάλυβας γαλβανισμένος ή επιμολυβδωμένος ή επιχαλκωμένος διαστάσεων 40x4mm². Χρησιμοποιούνται επίσης χάλκινες ταινίες. Η ταινία μπορεί να τοποθετηθεί ευθύγραμμο ή κυκλικά γύρω από την εγκατάσταση όπου λέγεται και γειωτής βρόχου. Η αντίσταση είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του μήκους και για το ίδιο μήκος ταινίας ο ευθύγραμμος γειωτής έχει μικρότερη αντίσταση από το κυκλικό. Μια περίπτωση του γειωτή ταινία είναι η θεμελιακή γείωση. Δεν συνιστάται συρματόσχοινο αντί ταινίας σαν ηλεκτρόδιο γείωσης γιατί διαβρώνεται σχετικά γρήγορα. Χάλκινα ή επιχαλκωμένα ηλεκτρόδια γενικά αποφεύγονται όπου στη περιοχή υπάρχουν χαλύβδινοι σωλήνες διότι προκαλούνται διαβρώσεις.
- § **Γειωτής πλάκας**, που είναι πλάκα μορφής παραλληλογράμμου, η οποία ενταφιάζεται στο έδαφος με την επιφάνειά της κατακόρυφη. Το πάνω μέρος της βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο του ενός μέτρου και το υλικό κατασκευής της μπορεί να είναι γαλβανισμένος ή επιχαλκωμένος ή επιμολυβδωμένος χάλυβας με πάχος μεγαλύτερο των 3mm ή χαλκός ή μόλυβδος με πάχος μεγαλύτερο των 2mm.
- § **Γειωτής ακτινικός**, όπου ταινίες ή ράβδοι διαμορφώνονται υπό μορφή αστέρα με πολλές ακτίνες. Ο αστέρας βρίσκεται σε οριζόντια θέση, ενταφιασμένος σε βάθος τουλάχιστον 0,8m. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι όμοια όπως στον γειωτή ταινία.
- § **Γειωτής πλέγματος**, που είναι πλέγμα από ταινίες ή αγωγός κυκλικής ή άλλης διατομής με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους 0,7 - 2m το οποίο τοποθετείται οριζόντια σε βάθος 0,5 - 1 m. Τα ελάχιστα πάχη είναι όπως στους γειωτές ταινίας. Το πλεονέκτημα των γειωτών πλέγματος είναι ότι οι βηματικές τάσεις στο έδαφος, επάνω από το πλέγμα, είναι αμελητέες. Προφανώς ανοίγματα μεγαλύτερα από 0,7m έχουν μεγαλύτερες βηματικές τάσεις απ' ότι πλέγματα με ανοίγματα 0,5m.

C. 5.3 Απολήξεις και συνδέσεις των ηλεκτροδίων γείωσης

Οι διατομές των αγωγών που οδηγούν από τις εγκαταστάσεις στους γειωτές, φέρουν ρεύματα μόνο σε σφάλματα. Η διάρκεια των σφαλμάτων είναι το πολύ μερικά sec. Τα ρεύματα που ρέουν προς τη γη είναι περιορισμένα ως εξής

§ 1000A (συνήθως κάτω από 80A) στη MT

§ 230A (συνήθως κάτω από 10A) στη XT

Ωστόσο σε γειώσεις αντικεραυνικής προστασίας τα ρεύματα είναι κρουστικά με κορυφή 5-40kA συνήθως για χρόνο 0,1 ms περίπου. Στη μέση και χαμηλή τάση οι διατομές που προσδιορίζονται από το ρεύμα είναι ασήμαντες και πολύ περισσότερο παίζει ρόλο η στιβαρότητα του αγωγού.

Το μέρος του γειωτή ή της σύνδεσης που βγαίνει από το έδαφος μονώνεται κατά της υγρασίας με πίσσα ή άλλα μονωτικά και μάλιστα 30cm μέσα και 30cm έξω από το έδαφος. Ο αγωγός γείωσης είναι δυνατόν να οδεύει μαζί με άλλους μονωμένους αγωγούς των διαφόρων κυκλωμάτων της εγκατάστασης ή να είναι ανεξάρτητος από αυτούς. Η διατομή του αγωγού γείωσης πρέπει να είναι ίση με τη διατομή του αγωγού του ουδετέρου.

Οι συνδέσεις των καλωδίων γίνονται σε γειώσεις ουδετέρου με χάλκινο μονόκλωνο αγωγό, ελάχιστης διατομής ίσης με τη διατομή του ουδετέρου, όχι όμως μικρότερης των 16mm² και αυτό γιατί ο αγωγός γείωσης πρέπει να έχει ελάχιστη διατομή που να αντέχει σε μονοφασικό βραχυκύκλωμα προς γη για χρόνο ίσο με το χρόνο λειτουργίας των μέσων προστασίας, έτσι όταν προηγούνται ασφάλειες ΜΤ αρκεί αγωγός χαλκού διατομής 16mm².

Σε εγκαταστάσεις αλεξικέραυνου η ελάχιστη διατομή για χαλκό είναι 50mm². Η σύνδεση του ουδετέρου του Μ/Σ με τον γειωτή γίνεται με καλώδια τουλάχιστον 25mm². Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση βραχυκυκλώματος για διατομές αγωγών χαλκού για χρόνο λειτουργίας των μέσων προστασίας 1 sec.

Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση βραχυκυκλώματος για αγωγούς χαλκού	
Διατομή αγωγού (mm ²)	Επιτρεπόμενη ένταση (A)
16	2500
25	4000
35	5500
50	8000
70	11500

D. 5.4 Θεμελιακή γείωση

Η θεμελιακή γείωση προτείνεται κατά κανόνα από όλους τους κανονισμούς και θεωρείται η αποτελεσματικότερη μέθοδος γείωσης. Η θεμελιακή γείωση είναι ένας γειωτής ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτιρίων, μέσα στο σκυρόδεμα. Η τοποθέτηση γίνεται στην βάση των εξωτερικών τοίχων και είναι ένας κλειστός βρόχος. Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρό, συνήθως όλο το έτος, επιτυγχάνεται σχετικά χαμηλή αντίσταση γείωσης κάτω των 20 Ω, ενώ σε συνήθεις πασαλογειωτές έχουμε περίπου 300 Ω. Ο αγωγός του γειωτή μπορεί να είναι:

- § Ταινίες γαλβανισμένου χάλυβα ελαχίστων διαστάσεων 30mm x3,5mm ή 25mm x 4mm. Συνιστώνται διαστάσεις 40x5 ή 50x4
- § Βέργα γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστης διαμέτρου 10mm. Συνιστάται διάμετρος 12mm

Το χαλύβδινο ηλεκτρόδιο τοποθετείται στο περιμετρικό θεμέλιο του κτιρίου. Ο γειωτής πρέπει να περιβάλλεται παντού από δομημένο συμπακνωμένο σκυρόδεμα, σε ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 5cm γιατί αλλιώς διαβρώνεται. Μετά την εκσκαφή των θεμελίων κατασκευάζεται μια στρώση από σκυρόδεμα 6-10cm, εκεί πάνω τοποθετείται μια ταινία με την πλατιά της πλευρά όρθια ή μια χαλύβδινη βέργα κυκλικής διατομής και ακολούθως τοποθετείται ο οπλισμός των θεμελίων όπου εκχύνεται, γεμίζει σκυρόδεμα όλο το θεμέλιο. Η όρθια τοποθέτηση της ταινίας εξασφαλίζει μια άνεση στην τοποθέτηση και η ταινία λυγίζει καλύτερα στις γωνίες του κτιρίου.

Η τοποθέτηση του γειωτή μέσα στο σκυρόδεμα, στην βάση των θεμελίων εξασφαλίζει αντοχή στην 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.

Οι απολήξεις του γειωτή έχουν την ίδια διατομή με το ηλεκτρόδιο γειωτή. Το μήκος τους είναι 1,5m και τοποθετούνται στον τοίχο του κτιρίου εσωτερικά. Η απόληξη απέχει στο κάτω μέρος της στην έξοδό της από τον τοίχο, 30cm από το έδαφος. Η σύνδεση με την λοιπή εγκατάσταση γίνεται με χάλκινο αγωγό διατομής 16mm² τουλάχιστον ή καλύτερα 25mm². Εάν υπάρχει σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, συνδέεται στη θεμελιακή γείωση και τα αλεξικέραυνα, μέσω σπινθηριστών.

E. 5.5 Αντίσταση γείωσης και μέτρησή της

Αντίσταση γείωσης είναι η αντίσταση από το ηλεκτρόδιο γείωσης μέχρι την άπειρη γη, όταν δεν υπάρχουν άλλα ηλεκτρόδια στο έδαφος. Άπειρη γη είναι ένα σημείο στην επιφάνεια σε άπειρη απόσταση από τον γειωτή. Λαμβάνεται σαν σημείο αναφοράς των δυναμικών και λέμε ότι η τάση της άπειρης γης είναι μηδέν. Πρακτικά, άπειρη απόσταση θεωρείται 5 με 10 φορές επί την μεγαλύτερη διάσταση του γειωτή.

Για γειωτές πασσάλους με 3m βάθος, η απόσταση της άπειρης γης είναι 20m και σε αυτήν την απόσταση το δυναμικό είναι ίσο με το 2% του δυναμικού του πασσάλου.

Αν ένας γειωτής τεθεί υπό τάση ως προς την άπειρη γη, δημιουργείται ένα πεδίο ροής και δυναμικού γύρω από τον γειωτή. Όσο περισσότερο απομακρυνόμαστε από το γειωτή, τόσο μειώνεται η τάση. Το διάγραμμα τάσης-απόστασης ονομάζεται χοάνη δυναμικού του γειωτή, από την οποία μπορεί κανείς να διαπιστώσει την τάση επαφής και την βηματική τάση. Η τάση επαφής είναι ίση με την πτώση τάσης σε απόσταση στο έδαφος μήκους 1 m από το γειωτή. Η βηματική τάση είναι η μέγιστη πτώση τάσης σε μήκος 1 m κατά μήκος του πεδίου ροής του ρεύματος, στην περιοχή του εδάφους που μας ενδιαφέρει.

Η χοάνη δυναμικού δεν εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους, εφόσον είναι ομοιογενές αλλά από την γεωμετρία του γειωτή. Επίσης η χοάνη δυναμικού χρησιμοποιείται για να εκτιμήσουμε το σφάλμα στη μέτρηση της αντίστασης των γειωτών.

Η αντίσταση γείωσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους, η οποία επηρεάζεται από:

- § το είδος του εδάφους, όπου ένα ελώδες έδαφος έχει πολύ μικρότερη αντίσταση από ένα ξηρό έδαφος
- § την υγρασία, όπου η αντίσταση μειώνεται αυξανόμενης της υγρασίας του εδάφους
- § την θερμοκρασία, όπου η αντίσταση μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας
- § την μορφή της τάσης
- § και τέλος από το βάθος όπου βρίσκεται ο γειωτής, το μεγαλύτερο βάθος παρουσιάζει το πλεονέκτημα της σταθερότητας της αντίστασης κατά την διάρκεια του έτους.

Η ειδική αντίσταση του εδάφους μετρείται με γέφυρα τεσσάρων ηλεκτροδίων. Η μέτρηση της αντίστασης γείωσης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, μέσω τάσης και έντασης ή με γέφυρα, που ονομάζεται γειωσόμετρο. Πρέπει κανείς να μετρήσει τόσο με την τάση της πηγής που

έχει προβλεφθεί όσο και με μηδενική τάση ώστε στην μέτρηση να εκτιμηθεί το σφάλμα από παρασιτικά ρεύματα που υπάρχουν συνήθως στην γη.

Μέτρηση της αντίστασης μέσω τάσης και έντασης

Διοχετεύουμε εναλλασσόμενο ρεύμα στην γη μέσω ενός άγνωστου γειωτή και μετράμε την πτώση τάσης στον γειωτή. Μια φάση του γειωμένου δικτύου ενώνεται μέσω μιας ρυθμιζόμενης αντίστασης 20 ... 1000Ω με το γειωτή. Η ένταση του ρεύματος ρυθμίζεται με την αντίσταση. Η τάση του γειωτή ως προς την άπειρη γη μετριέται με ένα βολτόμετρο. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε ένα βοηθητικό ηλεκτρόδιο με δυναμικό την άπειρη γη, που μπορεί να είναι γειωτής ράβδου π.χ. πάσσαλος καρφωμένος στο έδαφος σε 0,5m βάθος περίπου και σε απόσταση 20-50m μακριά από τον γειωτή. Για να γίνει η μέτρηση της τάσης με ικανοποιητική ακρίβεια πρέπει η αντίσταση του βολτομέτρου να είναι τουλάχιστον 50-100 φορές μεγαλύτερη από την αντίσταση του βοηθητικού γειωτή, που είναι περίπου 500-10000. Η τάση του γειωτή πρέπει να είναι κάτω των 50V για λόγους προστασίας. Η άγνωστη αντίσταση γείωσης είναι:

$$R=U/I.$$

Κατά την μέτρηση πρέπει να διακοπεί η σύνδεση του αγωγού προστασίας με τον ουδέτερο διότι το ρεύμα γης ανυψώνει το δυναμικό του ουδετέρου και ενδεχομένως του αγωγού προστασίας της εγκατάστασης ως προς την άπειρη γη. Αντί του δικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια οποιαδήποτε άλλη βοηθητική πηγή, η οποία πρέπει να είναι γειωμένη στο ένα της άκρο. Η συγκεκριμένη μέτρηση παρουσιάζει μια ανακρίβεια, συνήθως λόγω ρευμάτων 50HZ ή άλλων συχνοτήτων και συνεχών ρευμάτων που κυκλοφορούν στη γη και επιπλέον έχουμε την εξάρτηση από την τάση του δικτύου.

Μέτρηση της αντίστασης με γέφυρα

Στην μέτρηση αυτή, η οποία δεν παρουσιάζει τα μειονεκτήματα της προηγούμενης, χρησιμοποιείται μια πηγή τάσης 50-500V και συχνότητας 70- 140HZ. Αυτή γειώνεται μέσω ενός βοηθητικού πασσάλου σε βάθος 0.3-0.5m. Το άλλο της άκρο οδηγείται στον γειωτή με την άγνωστη αντίσταση. Ένας μετασχηματιστής ρεύματος με λόγο 1:n χρησιμεύει για να τροφοδοτήσει μια γέφυρα. Το όργανο μηδενισμού συνδέεται με βοηθητικό ηλεκτρόδιο γείωσης και μηδενίζοντας το ρεύμα στο όργανο έχουμε:

$$U_x = u_o \Rightarrow R_x \times I_x = R_o \times I_o \text{ και επειδή } I_o = n \times I_x \text{ έχουμε } R_x = n \times R_o$$

Το όργανο μηδενισμού έχει πυκνωτή για την αποφυγή της επίδρασης της συνεχούς συνιστώσας. Το ρεύμα που περνά από την αντίσταση είναι τάξης μεγέθους 10 mA.

F. 5.6 Γείωση στην εγκατάσταση MT

Στους υποσταθμούς, όπως και στις λοιπές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, είναι απαραίτητη η εφαρμογή γειώσεων, ώστε σημεία που θα μπορούσαν να βρεθούν υπό τάση να μεταβιβάζουν το ρεύμα προς τη γη, προστατεύοντας τα άτομα που εργάζονται στις εγκαταστάσεις ή που βρίσκονται κοντά σε αυτές. Η γείωση στους υποσταθμούς γίνεται για δύο λόγους :

- § Προστασία ατόμων από επικίνδυνες τάσεις επαφής και βηματικές τάσης σε βραχυκυκλώματα μεταξύ φάσης και γης στη MT. Αυτά λέγονται και σφάλματα γης ή υπερπήδησεις MT όπως Π.χ. η υπερπήδηση τόξου μεταξύ φάσης και δοχείου του Μ/Σ ή και άλλων μεταλλικών μερών του Υ/Σ
- § Χρειάζεται γείωση λειτουργίας του ουδετέρου του Μ/Σ και γείωση προστασίας στην εγκατάσταση XT για προστασία ατόμων από επικίνδυνες τάσεις επαφής

Στους καταναλωτές ΜΤ έχουμε συνήθως πέντε κυκλώματα που πρέπει να γειωθούν και είναι:

- 1) Στην είσοδο του υποσταθμού, στον εναέριο στύλο του ΔΕΔΔΗΕ γειώνονται οι απαγωγείς τάσεις
- 2) Στον Μ/Σ και τις κυψέλες ΜΤ γειώνονται τα μεταλλικά μέρη
- 3) Στον Μ/Σ γειώνεται ο ουδέτερος κόμβος
- 4) Ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται στον πίνακα των καταναλωτών ΧΤ και προστίθεται και ο αγωγός προστασίας (PE)
- 5) Η γείωση του συλλεκτηρίου συστήματος κεραυνών, εγκατάσταση γείωσης συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Η αποτελεσματικότερη γείωση επιτυγχάνεται με την κατασκευή θεμελιακής γείωσης στο κτίριο του Υ/Σ και όταν αυτό δεν είναι εφικτό τοποθετείται ισοδυναμικό πλέγμα στο δάπεδο του Υ/Σ.

Η γείωση του Μ/Τ φέρει σημαντικά ρεύματα σε σφάλματα γης. Το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να ρέει είναι 1000Α και η διάρκειά του εξαρτάται από την ρύθμιση των Η/Ν γης που είναι συνήθως 80Α. Τα ρεύματα σε σφάλματα γης μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές βηματικές τάσεις και τάσεις επαφής, για τον λόγο αυτό επιδιώκονται μικρές αντιστάσεις γείωσης. Ανάλογα με την τιμή της γείωσης που επιτυγχάνουμε διακρίνουμε δύο περιπτώσεις και σχεδιάζουμε τις γειώσεις ΜΤ και ΧΤ:

- **Συνολική αντίσταση γείωσης μικρότερη του 1Ω.**

Στην περίπτωση αυτή η γείωση των μεταλλικών μερών ΜΤ και του ουδετέρου κόμβου του Μ/Σ στη ΧΤ επιτρέπεται και ενδείκνυται να είναι κοινές ανεξάρτητα από την μέθοδο προστασίας σε τάσεις επαφής της εγκατάστασης ΧΤ. Όταν ο Υ/Σ τροφοδοτείται από υπόγειο δίκτυο το μήκος του οποίου είναι τουλάχιστον 1200 μέτρα, τότε η αντίσταση γείωσης είναι μικρότερη από 10 Ω και αυτό πρέπει να γνωστοποιείται στον καταναλωτή. Ανεξάρτητα όμως από αυτό απαιτείται η κατασκευή καλής γείωσης του Υ/Σ.

- **Συνολική αντίσταση γείωσης μεγαλύτερη του 1Ω.**

Στην συγκεκριμένη περίπτωση η γείωση των μεταλλικών μερών της ΜΤ του Υ/Σ πρέπει να διαχωριστεί από την γείωση του ουδετέρου του Μ/Σ στη ΧΤ, ανεξάρτητα από την μέθοδο προστασίας σε τάσεις επαφής της εγκατάστασης ΧΤ. Οι δύο γειωτές ΜΤ και ΧΤ πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 20 μέτρα ώστε να ελαχιστοποιείται η μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Η αντίσταση γείωσης των γειωτών ΜΤ πρέπει να είναι μικρότερη των 400 Ω ενώ η αντίσταση γείωσης της ΧΤ πρέπει να είναι οπωσδήποτε μικρότερη των 100 Ω και αν δεν επιτευχθεί αυτό πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα όπως ισοδυναμικό πλέγμα και ισοδυναμικές επιφάνειες.

Η γείωση των μεταλλικών μερών της παροχής ΜΤ θα πραγματοποιείται ανάλογα με τον τύπο παροχής ως εξής:

Παροχή τύπου Α

Σε παροχές εξωτερικού χώρου τα αλεξικέραυνα του ΔΕΔΔΗΕ γειώνονται σε ιδιαίτερο γειωτή, Π.χ. πάσσαλο 3m στο έδαφος, που είναι κατασκευή του ΔΕΔΔΗΕ. Τα μεταλλικά της ΜΤ και ΧΤ γειώνονται σε κοινή εγκατάσταση γείωσης, τα οποία είναι:

- § Οι μετρητές
- § Τα αλεξικέραυνα του καταναλωτή Οι μανδύες των καλωδίων ΜΤ
- § Τα μεταλλικά μέρη των κυψελών ΜΤ του καταναλωτή Το δοχείο του Μ/Σ
- § Ο ουδέτερος της ΧΤ

Οι εγκαταστάσεις γείωσης είναι τρεις. Η πρώτη είναι αυτή των αλεξικέραυνων του ΔΕΔΔΗΕ (πάσσαλος), η δεύτερη είναι στο στύλο των μετρητών (πάσσαλος) και η Τρίτη στον εσωτερικό χώρο του καταναλωτή. Η τελευταία γείωση γίνεται με πασσάλους από γαλβανισμένο σωλήνα, διαμέτρου 2" και σε βάθος 3m στο έδαφος. Οι πάσσαλοι ενδείκνυται να είναι τρεις τουλάχιστον, σε απόσταση 6m ο ένας από τον άλλον. Συνίσταται αντί πασσάλων να χρησιμοποιείται θεμελιακή γείωση.

Στην εγκατάσταση του εσωτερικού χώρου ενδείκνυται η χρησιμοποίηση ισοδυναμικού πλέγματος σε βάθος 5cm σε όλο το δάπεδο του Υ/Σ ΜΤ που είναι βατό από ανθρώπους. Σαν ισοδυναμικό πλέγμα χρησιμοποιείται δομικό πλέγμα από διασταυρωμένα και συγκολλημένα χαλύβδινα σύρματα με διάμετρο τουλάχιστον 5mm, με ανοίγματα το πολύ 300x300mm². Το δομικό πλέγμα βρίσκεται μέσα στο μπετόν του δαπέδου σε βάθος 5 με 10cm. Στο πλέγμα συγκολλούνται χαλύβδινες ταινίες 30x3,5mm² για σύνδεση με τα μεταλλικά μέρη των κυψελών και τους γειωτές.

Ενδείκνυται η χρησιμοποίηση του γαλβανισμένου χάλυβα. Αντί δομικού πλέγματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταινίες γαλβανισμένου χάλυβα 30x3,5mm² σε βάθος 5cm στο μπετόν. Τοποθετούνται παράλληλα σε απόσταση 0,5-0,7cm η μια από την άλλη και συνδέονται με βίδες μετωπικά πάλι με ταινίες των ίδιων διαστάσεων.

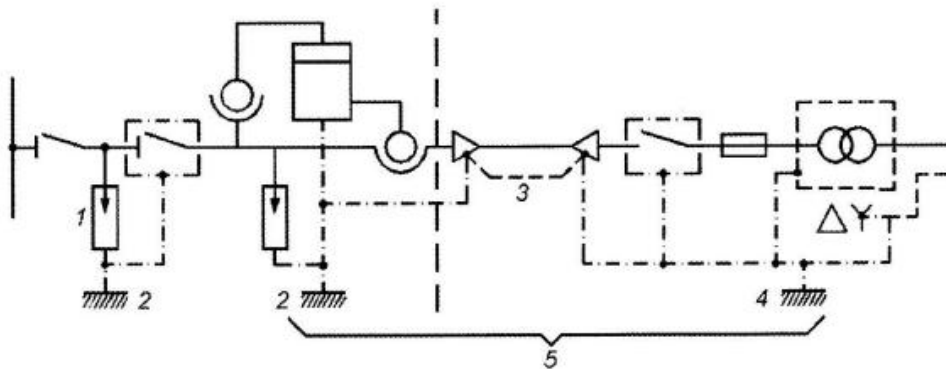
Δεν ενδείκνυται η χρήση πλέγματος από χαλκό σε συνδυασμό με χαλύβδινα ηλεκτρόδια γείωσης, γιατί μπορεί να επέλθει ηλεκτροχημική διάβρωση του χάλυβα.

Παροχή τύπου Β

Στις παροχές τύπου Β οι εγκαταστάσεις του ΔΕΔΔΗΕ και των καταναλωτών γειώνονται είτε σε γειωτές (πασσάλους) όπως στην παροχή Α, είτε σε θεμελιακή γείωση. Στο χώρο του ΔΕΔΔΗΕ και του καταναλωτή κατασκευάζονται ισοδυναμικά πλέγματα. Η εγκατάσταση ισοδυναμικού πλέγματος, εφόσον δεν έχει κατασκευαστεί θεμελιακή γείωση στο χώρο των πινάκων ΜΤ, είναι υποχρεωτική ανεξάρτητα της τιμής της αντίστασης γείωσης του Υ/Σ.

Σαν ισοδυναμικό πλέγμα χρησιμοποιείται δομικό πλέγμα από διασταυρωμένα και συγκολλημένα χαλύβδινα σύρματα με διάμετρο τουλάχιστον 5mm, με ανοίγματα το πολύ 300x300mm².

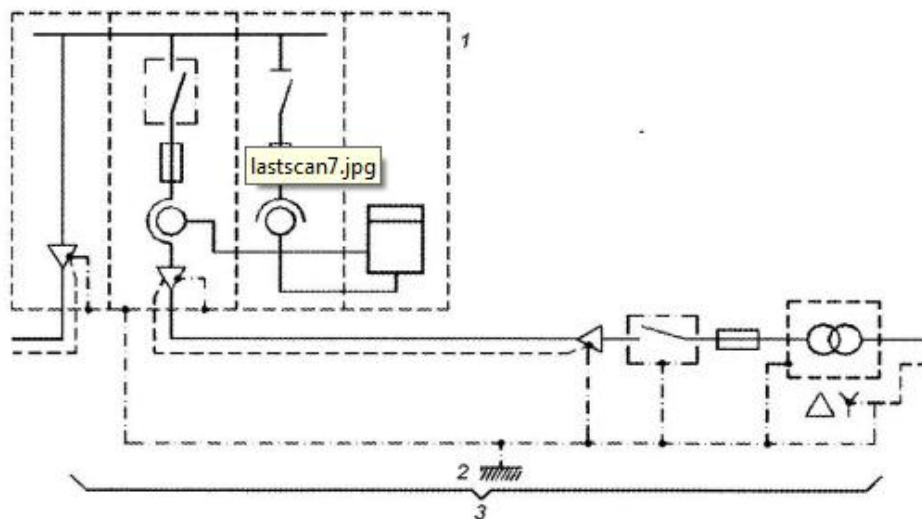
Παροχή τύπου Α



Σχήμα 5.1α: Εγκατάσταση γείωσης Υ/Σ με τιμή αντίστασης γείωσης <math>< 1 \Omega</math>

1. Μόνο σε κεραυνόπληκτες περιοχές
2. Απλή (τυποποιημένη) γείωση με ένα ηλεκτρόδιο
3. Μολύβδινος μανδύας καλωδίου που εάν δεν υπάρχει πρέπει να εγκατασταθεί αγωγός
4. Γείωση (κατά προτίμηση θεμελιακή)
5. Αντίσταση γείωσης MT και XT, $R_Y \leq 1 \Omega$

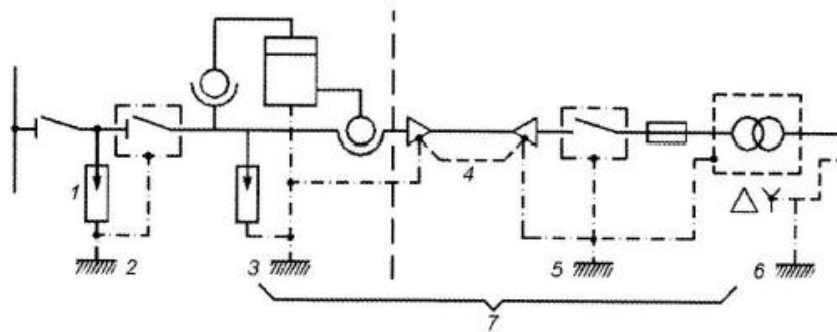
Παροχή τύπου Β



Σχήμα 5.1β: Εγκατάσταση γείωσης Υ/Σ με τιμή αντίστασης γείωσης <math>< 1 \Omega</math>

1. Κυψέλες MT
2. Γείωση (κατά προτίμηση θεμελιακή)
3. Αντίσταση γείωσης MT και XT, $R_Y \leq 1 \Omega$

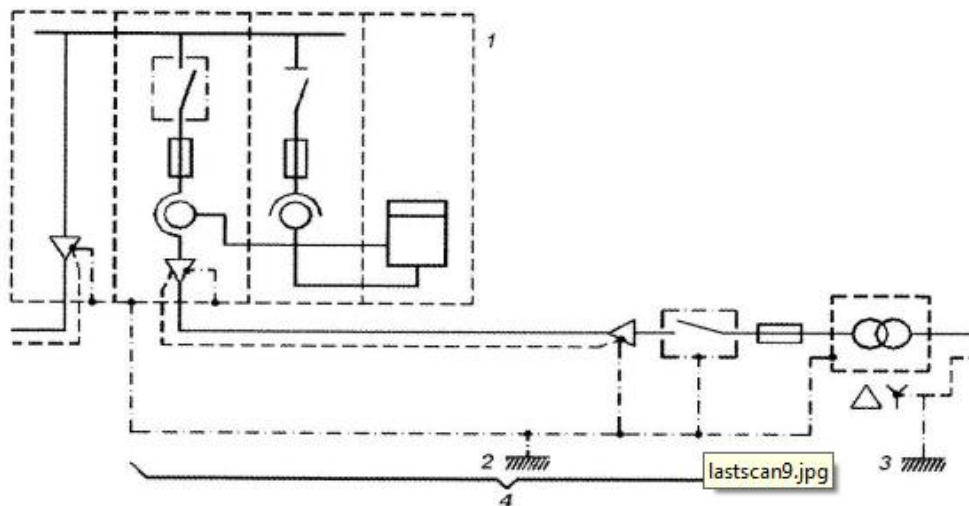
Παροχή τύπου Α



Σχήμα 5.2α: Εγκατάσταση γείωσης Υ/Σ με τιμή αντίστασης γείωσης $> 1 \Omega$

1. Μόνο σε κεραυνόπληκτες περιοχές
2. Απλή γείωση
3. Αποτελεσματική γείωση (πλέγμα)
4. Μολύβδινος μανδύας καλωδίου που εάν δεν υπάρχει πρέπει να εγκατασταθεί αγωγός
5. Γείωση (κατά προτίμηση θεμελιακή)
6. Αντίσταση γείωσης MT, $R_g \leq 40 \Omega$

Παροχή τύπου Β



Σχήμα 5.2β: Εγκατάσταση γείωσης Υ/Σ με τιμή αντίστασης γείωσης $> 1 \Omega$

1. Κυψέλες MT
2. Γείωση μεταλλικών μερών (κατά προτίμηση θεμελιακή)
3. Γείωση ουδετέρου
4. Αντίσταση γείωσης MT, $R_g \leq 40 \Omega$

G. 5.7 Γείωση Υ/Σ σε μη αγώγιμο έδαφος

Πολλές φορές βρισκόμαστε στην ανάγκη να κατασκευάσουμε Υ/Σ σε θέση όπου το έδαφος από την σύστασή του δεν μας διευκολύνει στην κατασκευή γείωσης ικανής να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις που προαναφέρθηκαν. Όμως, η αγωγιμότητα του εδάφους δεν θα πρέπει να μας οδηγήσει σε καμία περίπτωση στην κατασκευή γείωσης με μεγάλη αντίσταση.

Υπάρχουν μηχανήματα ικανά να ανοίξουν τρύπες μεγάλου βάθους ώστε να χρησιμοποιηθούν πολλά ηλεκτρόδια μεγάλου μήκους, που θα μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις. Ειδικά μηχανήματα διανοίγουν οπές διαμέτρου 40-45mm και βάθους μεγαλύτερου των 40m. Με ένα τέτοιο μηχανήμα ανοίγουμε οπές βάθους 12m, τις εμπλουτίζουμε με αγώγιμο μη οξειδωτικό υλικό και τοποθετούμε τα κατάλληλα ηλεκτρόδια εξασφαλίζοντας τα σημεία ένωσής τους για την αγωγιμότητά τους και την αντιδιαβρωτική τους προστασία.

Ποτέ δεν βελτιώνουμε μια γείωση με αλάτι. Μια τέτοια γείωση έχει σχετικά υψηλό κόστος, όμως σε καμία περίπτωση δεν ξεπερνάει το 5% της αξίας του όλου Υ/Σ και πρέπει να γίνεται ώστε να έχουμε αποτελεσματική γείωση.

H. 5.8 Μέθοδος γείωσης στην εγκατάσταση ΧΤ

Στο χώρο της χαμηλής τάσης εφαρμόζεται η μέθοδος της άμεσης γείωσης ή της ουδετέρωσης. Για λόγους μεγαλύτερης ασφάλειας ενδείκνυται η ουδετέρωση ως πιο αποτελεσματική.

Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι απαγορεύεται η σύγχρονη εφαρμογή και των δύο μεθόδων γείωσης στην ίδια εγκατάσταση ΧΤ. Σε καταναλωτές ΧΤ έχουμε δύο κυκλώματα που πρέπει να γειωθούν:

- 1) Στο μετρητή γειώνεται ο ουδέτερος και προστίθεται ο αγωγός προστασίας
- 2) Γειώνεται το σύστημα της αντικεραυνικής προστασίας αν υπάρχει

Αν ο καταναλωτής έχει πολλούς πίνακες ΧΤ αρκεί κανείς να γειώσει τον ουδέτερο στον κύριο πίνακα διανομής. Αν όμως ενώσουμε τον ουδέτερο με τον αγωγό γης και σε άλλο πίνακα, τότε χρειάζεται και εκεί ηλεκτρόδιο γείωσης. Κάθε σύστημα σύνδεσης γειώσεων συμβολίζεται με δύο γράμματα και σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ένα ή δύο γράμματα επιπλέον. Το πρώτο γράμμα αφορά τη σχέση των ενεργών μερών του συστήματος τροφοδότησης με τη γη και χαρακτηρίζει τον τρόπο γείωσης του ουδετέρου:

- § 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 και χαρακτηρίζει τον τρόπο γείωσης αυτών:

- § T → Άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδετέρου του συστήματος τροφοδότησης
- § N → Άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης

Λέγοντας άμεση σύνδεση εννοούμε ότι δεν παρεμβάλλεται καμία ηθελημένη αντίσταση. Στην περίπτωση άμεσης σύνδεσης με τη γη, η μόνη αντίσταση που παρεμβάλλεται αναπόφευκτα είναι η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου γείωσης. Τα επόμενα γράμματα, αν υπάρχουν, αφορούν στη σχέση του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας

- § S=H→H προστασία εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγωγό προστασίας διαφορετικό από τον ουδέτερο
- § c → Οι λειτουργίες ουδέτερου και αγωγού προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό (αγωγός PEN)

Τα συστήματα σύνδεσης γειώσεων είναι :

§ Σύστημα σύνδεσης γείωσης TN

Τα δίκτυα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα TN, έχουν τον ουδέτερο άμεσα γειωμένο προς τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγήμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με τον ουδέτερο μέσω του αγωγού προστασίας. Υπάρχουν τρεις μορφές συνδεσμολογίας του συστήματος σύνδεσης γειώσεων TN ανάλογα με τη σχέση του ουδέτερου και του αγωγού προστασίας

§ Σύστημα TN-S

Στο σύστημα TN-S ο ουδέτερος (N) και ο αγωγός προστασίας (PE) είναι χωριστοί (S= separated),

§ Σύστημα TN-C

Στο σύστημα TN-C οι λειτουργίες του ουδέτερου (N) και του αγωγού προστασίας (PE) συνδυάζονται μόνο σε ένα αγωγό (PEN) σε ολόκληρο το σύστημα (C= common),

§ Σύστημα TN-C-S

Στο σύστημα TN-C-S οι λειτουργίες του ουδέτερου (N) και του αγωγού προστασίας (PE) συνδυάζονται σε ένα μόνο αγωγό (PEN) σε ένα μόνο μέρος του συστήματος, ενώ στο υπόλοιπο σύστημα οι αγωγοί N και PE είναι χωριστοί.

Σύστημα σύνδεσης γείωσης TT

Τα συστήματα τροφοδότησης, στα οποία εφαρμόζεται το σύστημα TT, έχουν τον ουδέτερο άμεσα γειωμένο προς τη γη, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγήμα μέρη της εγκατάστασης συνδέονται με ηλεκτρόδια γείωσης ηλεκτρικά ανεξάρτητα από τη γείωση του συστήματος τροφοδότησης.

Σύστημα σύνδεσης γείωσης IT

Στο σύστημα αυτό όλα τα ενεργά μέρη είναι μονωμένα προς τη γη, μέσω μιας σύνθετης αντίστασης μεγάλης τιμής, ενώ τα εκτεθειμένα αγωγήμα μέρη της εγκατάστασης είναι γειωμένα.

I. 5.9 Έλεγχος βηματικών τάσεων

Μετά την ολοκλήρωση των γειώσεων και των ισοδυναμικών συνδέσεων (γεφυρώσεων) με τα ενδοδαπέδια πλέγματα και τις περιφερειακές λάμες, επιβάλλεται ο έλεγχος των βηματικών τάσεων. Βηματική τάση ονομάζουμε την διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε οποιαδήποτε δύο σημεία του εδάφους που απέχουν μεταξύ τους όσο το κανονικό βήμα ενός ανθρώπου, περίπου 70cm. Αν στο δάπεδο παρουσιαστεί κάποια τάση, αυτή δεν πρέπει να διαφοροποιείται αισθητά σε μικρές αποστάσεις ώστε να μην βρεθεί ο άνθρωπος που βαδίζει πάνω στο δάπεδο σε επικίνδυνη διαφορά δυναμικού.

Μια τάση μερικών δεκάδων V μπορεί να προκαλέσει σύσπαση και παράλυση του μυϊκού συστήματος, μαρμαρυγή και ενδεχομένως τον θάνατο. Ο έλεγχος του δαπέδου για την αποφυγή τέτοιων επικίνδυνων βηματικών τάσεων γίνεται με την παρακάτω διαδικασία:

- 1) Σε δύο σημεία που απέχουν μεταξύ τους 70cm, τοποθετούμε δύο μεταλλικά βαρίδια διαστάσεων 10x10x30cm κατά τρόπο που να πατάει στο έδαφος μια επιφάνεια 10x30cm, περίπου όσο το πέλμα του ανθρώπου)
- 2) Στα δύο μεταλλικά τεμάχια (βαρίδια) παρεμβάλλουμε ένα βολτόμετρο ικανό να μετράει τάσεις από 0,1V μέχρι 100V
- 3) Πάνω στο ένα βαρίδιο δίνουμε τάση ελεγχόμενη 100v και παίρνουμε την ένδειξη του βολτομέτρου. Από τα παραπάνω στοιχεία υπολογίζουμε την τάση βηματισμού με την σχέση:

$$U_{\beta} = U_{\epsilon\nu\delta} \times \frac{U_{\delta\iota\kappa\tau\acute{\upsilon}\omicron\upsilon}}{U_{\delta\omicron\kappa\iota\mu\acute{\eta}\varsigma}}$$

Όπου:

U_{β} = τάση βηματισμού

$U_{\delta\iota\kappa\tau\acute{\upsilon}\omicron\upsilon}$ = τάση φασικής παροχής του ΔΕΔΔΗΕ (MT)

$U_{\epsilon\nu\delta}$ = τάση ένδειξης βολτομέτρου

$U_{\delta\omicron\kappa\iota\mu\acute{\eta}\varsigma}$ = τάση δοκιμής

Η μέτρηση μπορεί να συνεχιστεί δίνοντας τάση σε ηλεκτρόδιο καρφωμένο στην γη κοντά στο ένα βαρίδι, σε πολλές θέσεις του κρίσιμου χώρου.

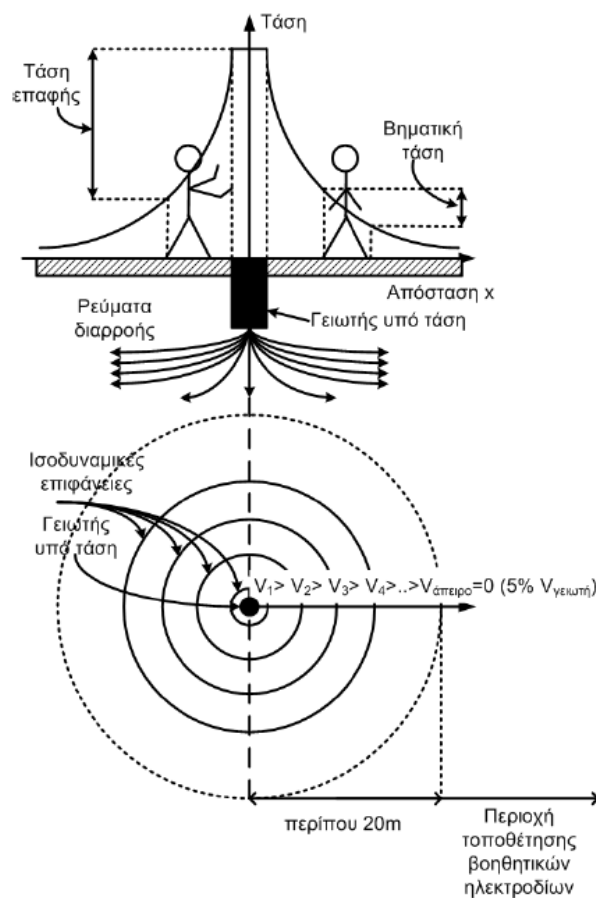
J. 5.10 Προστασία από ηλεκτροπληξία

Βασικό μέγεθος για την ηλεκτροπληξία είναι η τάση επαφής. Τάση επαφής, είναι η τάση που εμφανίζεται ταυτόχρονα σε δύο αγωγία προσιτά σημεία, δηλαδή ο άνθρωπος μπορεί να πάθει ηλεκτροπληξία όταν έρθει σε επαφή με δύο μεταλλικά ή αγωγία μέρη που έχουν διαφορά δυναμικού και αυτά μπορεί να είναι:

- § Οι ενεργοί αγωγοί ενός κυκλώματος, δηλαδή οι αγωγοί φάσεων ή ο ουδέτερος με τη γη ή με γειωμένα αντικείμενα
- § Τα εκτεθειμένα, προσβάσιμα μεταλλικά μέρη όπως τα μεταλλικά κελύφη συσκευών

Ηλεκτροπληξία δηλαδή, επέρχεται με άμεση ή έμμεση επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα. Άμεση επαφή έχουμε όταν ακουμπήσει κάποιος ένα ηλεκτροφόρο αγωγό ενώ στέκεται στο έδαφος, ενώ έμμεση επαφή έχουμε όταν λόγω καταστροφής της μόνωσης μεταλλικά αγείωτα μέρη βρεθούν υπό τάση οπότε η επαφή μαζί τους μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία.

Επικίνδυνη επίσης έμμεση επαφή θεωρείται αν λόγω κατεστραμμένης μόνωσης μεταλλικά προσβάσιμα μέρη όπως Π.χ. σωλήνες τεθούν υπό τάση ενώ δίπλα τους βρίσκονται μεταλλικά γειωμένα αντικείμενα. Έτσι ακουμπώντας κανείς τα δύο αυτά μεταλλικά μέρη, τα γεφυρώνει και βρίσκεται υπό τάση. Μια άλλη περίπτωση ηλεκτροπληξίας με άμεση επαφή είναι όταν μετά από σφάλμα στην εγκατάσταση τα ρεύματα που ρέουν προς τη γη επάγουν μεγάλες πτώσεις τάσης στο έδαφος, οπότε αν ένα άτομο πατάει στο έδαφος, κοντά στο σημείο που έχει γίνει το σφάλμα, υποβάλλεται σε μια τάση μεταξύ των ποδιών του, την βηματική τάση, η οποία μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία επίσης.



Τα μέτρα που εφαρμόζονται διεθνώς έναντι της ηλεκτροπληξίας κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- Μηδενική τάση επαφής, η οποία εξασφαλίζεται με τα εξής μέσα:
 - Ισχυρή μόνωση
 - Φράγματα ή περιβλήματα
 - Εμπόδια
 - Χωροθέτηση σε απρόσιτη θέση

- Χώροι με μη αγώγιμο δάπεδο
- Χώροι με ισοδυναμικές συνδέσεις
- Αγείωτα συστήματα (γαλβανικά απομονωμένα)
- Χρήση πολύ χαμηλών τάσεων
Δηλαδή τάσεις λειτουργίας αρκετά κάτω από τα 50V Ε.Ρ. ή 120V Σ.Ρ. Οι τιμές αυτές όμως πρέπει να εξασφαλίζονται και σε ανώμαλες καταστάσεις
- Ταχεία απόζευξη επικίνδυνων τάσεων

VII. 6. Προστασία των Υ/Σ- Μ.Τ. κατά των υπερτάσεων

Οι εσωτερικές υπερτάσεις λόγω χειρισμών δεν είναι επικίνδυνες γιατί από τις προδιαγραφές τους τα υλικά ΜΤ αντέχουν σε αυτές. Μπορούμε να δούμε στον παρακάτω πίνακα τις τάσεις δοκιμής Μ/Σ και τις αποστάσεις:

Όνομαστική τάση	KV	20	(15)
Μέγιστη διαρκώς επιτρεπόμενη τάση	KV	24	(18)
Ενεργός τάση δοκιμής τυλίγματος (1sec)	KV	50	(45)
Ενεργός τάση δοκιμής μονωτήρων (1 sec)	KV	55	(50)
Κρουστική τάση δοκιμής 1,2/50μs	KV	125	(95)
Αποκομμένη κρουστική τάση δοκιμής	KV	145	(108)
Αποστάσεις μεταξύ μονωτήρων διέλευσης	mm	210	(160)
Αποστάσεις μεταξύ φάσεων και γης	mm	215	(165)

Οι εξωτερικές υπερτάσεις λόγω κεραυνών είναι τάξη μεγέθους πολλών εκατοντάδων kV και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες στις υπαίθριες παροχές Α1 και Α2, για αυτό η προστασία είναι απαραίτητη. Προστασία της εγκατάστασης δεν χρειάζεται αν έχουμε υπόγεια παροχή από υπόγειο δίκτυο, γιατί δεν πέφτουν κεραυνοί στα καλώδια και αν πέσουν στην αναχώρηση τους τότε αποσβένονται αν έχουμε μήκη μεγαλύτερα από 500m. Η προστασία έναντι κεραυνικών υπερτάσεων περιλαμβάνει την εγκατάσταση από την ΔΕΔΔΗΕ αλεξικέραυνων συνήθως στο σημείο παροχέτευσης στον εναέριο στύλο.

Αν το καλώδιο του καταναλωτή έχει μήκος μικρότερο των 500m συνίσταται η τοποθέτηση αλεξικέραυνων και στις δύο άκρες του καλωδίου. Τα αλεξικέραυνα, όπως έχουμε αναφέρει στο κεφάλαιο 2.6, συνδέονται μεταξύ φάσης και γείωσης της ΜΤ και εγκαθίστανται κοντά στον Μ/Σ, λιγότερο από 20m, ή μέσα στον οικίσκο του Μ/Σ ή και στις κυψέλες.

Βασικό μέγεθος για την σωστή λειτουργία τους είναι η ηλεκτρική αντοχή της εγκατάστασης. Η αντοχή σε κρουστική τάση είναι 125kV για δίκτυα ονομαστικής τάσης 20kV. Οι απαγωγείς τάσεων ή αλεξικέραυνα είναι μη γραμμικές αντιστάσεις που φροντίζουν η τάση να μένει κάτω από μια ορισμένη τάση, την τάση προστασίας. Η τάση προστασίας πρέπει να είναι αρκετά μικρότερη από την ηλεκτρική αντοχή της εγκατάστασης. Οι απαγωγείς τάσεων αποτελούνται από ένα σπινθηριστή, διάκενο αέρα, σε σειρά με μη γραμμικές αντιστάσεις. Αν η τάση υπερβεί μια ορισμένη τιμή, διασπάται ο σπινθηριστής και βραχυκυκλώνεται το δίκτυο μέσω των μη γραμμικών αντιστάσεων.

Η τάση δεν αυξάνεται σημαντικά με το ρεύμα, δηλαδή η αντίσταση μειώνεται με το ρεύμα. Έτσι η τάση διατηρείται κάτω από την τάση αντοχής. Η χρονική διάρκεια λειτουργίας του απαγωγέα προσδιορίζεται από την διάρκεια των κεραυνών, συνήθως 50 ... 100μs. Αφού περάσει η υπέρταση και εφαρμοστεί η τάση του δικτύου, το εναλλασσόμενο ρεύμα του απαγωγέα μειώνεται λόγω της μειωμένης τάσης σε τέτοιο σημείο ώστε το τόξο στον σπινθηριστή να σβήσει στον επόμενο μηδενισμό του ρεύματος. Έτσι ο απαγωγέας γίνεται πλέον μη αγώγιμος.

Το ρεύμα του δικτύου των 20kV, που ρέει μέσω των αντιστάσεων του αλεξικέραυνου, είναι μικρό αλλά θα προκαλούσε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και κατανάλωση ισχύος στο δίκτυο, για τον λόγο αυτό υπάρχει διάκενο αέρος στον απαγωγέα. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των απαγωγέων έχουν παρατεθεί στον πίνακα του κεφαλαίου 2.6. Όταν η θερμότητα που εκλύεται στην αντίσταση ενός απαγωγέα από το κρουστικό ρεύμα υπερβεί ένα όριο, τότε οι αντιστάσεις μπορεί να καταστραφούν.

Οι απαγωγείς έχουν σύστημα ανακούφισης από την πίεση. Υπάρχει επίσης ορατή ένδειξη όταν λειτουργήσει αυτό το σύστημα ώστε να αντικατασταθεί ο απαγωγέας.

A. 6.1 Προστασία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ΧΤ κατά των υπερτάσεων

Οι κεραυνοί μπορούν να προκαλέσουν υπερτάσεις σε μια εγκατάσταση ΧΤ ως εξής:

- ➔ Υπερτάσεις από κατευθείαν πλήξη του δικτύου ΧΤ
- ➔ Υπερτάσεις από μαγνητικές ζεύξεις και από το ότι οι φάσεις του δικτύου έχουν γείωση (ουδέτερος Μ/Σ) που είναι διαφορετική από τη γείωση προστασίας του δικτύου. Επειδή η γείωση προστασίας διαρρέεται από το ρεύμα του κεραυνού ο ισοδυναμικός ζυγός μπορεί να βρίσκεται υπό μεγάλη τάση ως προς τα άλλα γειωμένα αντικείμενα και τις φάσεις του δικτύου.
- ➔ Υπερτάσεις εξ επαγωγής ή λόγω γειτνίασης.

Η προστασία έναντι υπερτάσεων στη ΧΤ γίνεται:

- § Στην είσοδο των κυκλωμάτων εγκαθίστανται απαγωγείς τάσεων.
- § Στην είσοδο των κυκλωμάτων τοποθετούνται πυκνωτές, αυτεπαγωγές (συνήθως σε ηλεκτρονικά κυκλώματα).

Βασικά χαρακτηριστικά των απαγωγέων ΧΤ είναι:

- ➔ Η μέγιστη τάση λειτουργίας, δηλαδή η τάση για την οποία δεν πρέπει να άγουν. Ψ Η τάση αφής δηλαδή η συνεχής ή εναλλασσόμενη τάση την οποία αποκόπτουν.

- Ο χρόνος αντίδρασης, ο χρόνος που παρέρχεται από την εφαρμογή μιας τάσης έως ότου αρχίσουν να λειτουργούν οι μηχανισμοί αγωγιμότητας.
- Το ρεύμα που μπορεί να περάσει από τον απαγωγέα χωρίς αυτός να καταστραφεί.

B. 6.2 Απαγωγείς τάσεων X.T

Η προστασία κυκλωμάτων γίνεται με στοιχεία που μειώνουν την εισερχόμενη υψηλή τάση. Αυτά τα στοιχεία είναι βαρύστορες, δίοδοι περιορισμού, δίοδοι αερίων. Συγκεκριμένα :

Ø Βαρύστορες

Αυτοί είναι ισχυρά μη γραμμικές αντιστάσεις από οξειδία του πυριτίου. Προστατεύουν κυκλώματα ονομαστικών τάσεων από 10 V-10000 V, δηλαδή αν εμφανιστεί μια υπέρταση την μειώνουν σε επιτρεπόμενες τιμές. Χαρακτηριστικά τους είναι:

- § Η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας στο κύκλωμα μεταξύ των σημείων που θα συνδεθεί.
- § Το ρεύμα που μπορεί να περάσει για ένα χρονικό διάστημα χωρίς να καταστραφεί.

Οι χρόνοι απόκρισης είναι σχετικά μεγάλοι (μερικά μs) ώστε να αφήνουν ένα μέρος της υπέρτασης να διέλθει και να εφαρμοσθεί στο υπό προστασία κύκλωμα. Σε περιπτώσεις όπου η λοιπή υπέρταση είναι ανεπίτρεπτη, χρησιμοποιούνται πρόσθετα μέσα όπως δίοδοι zener. Τα επιτρεπόμενα ρεύματα απαγωγής είναι για τους βαρύστορες έως 80 kA. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην είσοδο εγκαταστάσεων XT δηλαδή στον πίνακα XT.

Ø Δίοδοι περιορισμού, δίοδοι zener.

Οι δίοδοι περιορισμού είναι εξελιγμένες δίοδοι zener. Οι δίοδοι zener έχουν ταχύτατη απόκριση αλλά δεν μπορούν να φέρουν μεγάλα κρουστικά ρεύματα.

Ø Δίοδοι αερίων

Αυτοί είναι σπινθιριστές που βραχυκυκλώνουν την υπέρταση. Ο χρόνος απόκρισής τους είναι μεγαλύτερος από αυτούς των διόδων zener. Οι δίοδοι αερίων έχουν ρεύματα απαγωγής 10 .. 40 kA. Δεν είναι κατάλληλες για κυκλώματα 380 V διότι προκαλούν βραχυκύκλωμα. Έτσι η χρήση τους περιορίζεται μόνο σε κυκλώματα χαμηλής ισχύος (τηλέφωνα, ηλεκτρονικά).

VIII. 7. Μετασχηματιστής

Η λειτουργία ενός Μ/Σ βασίζεται στην εξής απλή αρχή : Όταν μέσα από ένα πηνίο διέρχεται μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή (πεδίο) τότε επάγεται στα άκρα του Μ/Σ τάση. Συγκεκριμένα μέσω αυτού του πεδίου ο Μ/Σ μετατρέπει εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια ενός επιπέδου τάσης σε εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια, της ίδιας συχνότητας, αλλά διαφορετικού επιπέδου τάσης. Παρακάτω αναφέρονται οι διάφορες κατηγορίες μετασχηματιστών.

A. 7.1 Μονοφασικός Μ/Σ

Ένας μονοφασικός Μ/Σ δύο τυλιγμάτων αποτελείται από δύο κυλινδρικά, ομοαξονικά πηνία (τυλίγματα), που τυλίγονται γύρω από τον σιδηρομαγνητικό πυρήνα. Τα τυλίγματα αυτά δεν

είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η μόνη σύζευξη που υπάρχει ανάμεσά τους είναι η μαγνητική ροή (πεδίο) που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του πυρήνα. Το ένα από τα τυλίγματα συνδέεται με μια πηγή εναλλασσόμενης τάσης (πρωτεύον), και στο άλλο τύλιγμα (δευτερεύον)επάγεται τάση ανάλογη με τον λόγο των σπειρών του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος τυλίγματος. Αν στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου συνδεθεί κάποιο φορτίο τότε περνάει ρεύμα από τον Μ/Σ. Απαραίτητη προϋπόθεση για να επαχθεί τάση στο δευτερεύον είναι να υπάρχει αποκλειστικά και μόνο εναλλασσόμενη τάση έτσι ώστε να δημιουργείται μεταβαλλόμενο πεδίο. Τα τυλίγματα του Μ/Σ, ανάλογα με την τάση που φέρουν, διακρίνονται στο τύλιγμα υψηλής τάσης και στο τύλιγμα χαμηλής τάσης. Στους πραγματικούς Μ/Σ το τύλιγμα χαμηλής τάσης τοποθετείται εσωτερικά αυτού της υψηλής.

Η κατασκευή αυτή αφ' ενός λύνει το πρόβλημα της μόνωσης μεταξύ πυρήνα και τυλίγματος υψηλής τάσης, αφ' εταίρου μειώνει την μαγνητική ροή διαρροής περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο τρόπο κατασκευής.

B. 7.2 Τριφασικός Μ/Σ

Τα συστήματα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ισχύος είναι τριφασικά συστήματα εναλλασσόμενης τάσης, γεγονός που καθιστά πολύ σημαντικό αυτό το είδος μετασχηματιστών.

Οι τριφασικοί Μ/Σ διακρίνονται συνήθως, ανάλογα με το πόσα πηνία βρίσκονται σε κάθε πυρήνα, σε Μ/Σ ενός τυλίγματος (αυτομετασχηματιστές), δύο τυλιγμάτων (ΥΤ και ΧΤ) και τριών τυλιγμάτων (ΥΤ, ΧΤ και τριτεύοντος). Οι τριφασικοί Μ/Σ κατασκευάζονται με δύο βασικούς τρόπους. Στον πρώτο από αυτούς, τρεις απλοί μονοφασικοί Μ/Σ συνδέονται μεταξύ τους σε μια τριφασική συστοιχία. Το πλεονέκτημα αυτής της κατασκευής είναι ότι σε περίπτωση βλάβης ενός εκ των μονοφασικών Μ/Σ, αρκεί η αντικατάσταση μόνο του Μ/Σ που έχει το σφάλμα, δηλαδή του ενός τρίτου της όλης ζεύξης. Στην δεύτερη μέθοδο κατασκευής τρία διπλά τυλίγματα τοποθετούνται γύρω από έναν κοινό πυρήνα. Αυτή η τεχνική παρουσιάζει μικρότερο βάρος και όγκο, μικρότερο κόστος, κάπως μεγαλύτερη απόδοση, γι' αυτό και χρησιμοποιείται πιο συχνά.

C. 7.3 Λειτουργία Παραλληλισμού

Για να είναι δυνατός ο παραλληλισμός δύο Μ/Σ και να έχουμε μια ομοιόμορφη φόρτιση, δηλαδή οι μετασχηματιστές να διαρρέονται από ρεύματα ανάλογα με το μέγεθός τους, πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω συνθήκες:

Α) Η σχέση των ισχύων τους πρέπει να είναι μεταξύ 1/3 και 3.

Β) Οι ονομαστικές τάσεις και οι ρυθμίσεις στην ΜΤ να είναι ίσες. Ανοχές μέχρι $\pm 0,05\%$ είναι χωρίς σημασία.

Γ) Οι ονομαστικές τάσεις βραχυκύκλωσης να είναι ίσες με ανοχή 10% επί της τάσης βραχυκύκλωσης.

Δ) Να έχουν ίδιες συνδεσμολογίες και να συνδεθούν με τους ανάλογους ακροδέκτες. Αν δεν είναι ίδιες οι συνδεσμολογίες, επιτρέπεται παραλληλισμός Μ/Σ Dy 11 ή Dy 5 όταν συμπίπτουν οι τάσεις τους με κατάλληλη αντιστοίχιση των ακροδεκτών.

D. 7.4 Είδη Μετασχηματιστών

Στα συστήματα ηλεκτρική ενέργειας διακρίνουμε, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν, τρία είδη μετασχηματιστών:

Μ/Σ ΙΣΧΥΟΣ:

Πρόκειται για τους Μ/Σ με τους οποίους μεταφέρουμε ισχύ. Οι μετασχηματιστές είναι ελαιόψυκτοι εκτός αν έχουμε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα απαιτήσεις για αποφυγή μόλυνσης περιβάλλοντος, εύφλεκτα υλικά και κίνδυνο πυρκαγιάς. Εκεί μπορεί να προσφέρουν περισσότερη ασφάλεια Μ/Σ με στερεή μόνωση. Έτσι συναντά κανείς Μ/Σ στερεάς μόνωσης σε πλατφόρμες πετρελαίου, σε αποθήκες καυσίμου ή πυρομαχικών και σε εργοστάσια τροφίμων. Η συνδεσμολογία των Μ/Σ συνίσταται να είναι Dyn 11 ή Dyn 5.

Τα Βασικότερα μεγέθη που χαρακτηρίζουν έναν Μ/Σ είναι:

1. Ονομαστική φαινόμενη ισχύς. Η ισχύς αυτή δεν παράγεται από τον Μ/Σ ούτε καταναλίσκεται. Είναι στο μεγαλύτερο μέρος της μια διερχόμενη ισχύς, γι' αυτό και λέγεται ισχύς διέλευσης.
2. Ονομαστική Τάση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος. Ο λόγος της ονομαστικής τάσεως πρωτεύοντος προς την ονομαστική τάση δευτερεύοντος (στην λειτουργία εν κενώ).
3. Ονομαστικά ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.
4. Ονομαστική συχνότητα.

Οι Μ/Σ ισχύος χωρίζονται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες:

1. Ο Μ/Σ που συνδέεται στην έξοδο μιας γεννήτριας και ανυψώνει το επίπεδο της τάσης εξόδου της, πριν οδηγηθεί στην γραμμή μεταφοράς, ονομάζεται Μ/Σ μονάδος. Τυπικό μέγεθος Μ/Σ μεγάλης μονάδας στην Ελλάδα είναι 350 MVA 21/ 400 kV.



Μ/Σ μονάδας σε σταθμό παραγωγής

2. Ο Μ/Σ που υποβιβάζει το επίπεδο τάσης της γραμμής και υπάρχει σε υποσταθμούς μεταφοράς ΥΤ (400 / 150 kV) και σε υποσταθμούς ΥΤ σε ΜΤ 150 / 20 kV ονομάζεται Μ/Σ υποσταθμού. Σε αυτούς τους υποσταθμούς ξεκινούν από τους ζυγούς, και γραμμές 150 kV

και 20 kV που πηγαίνουν σε καταναλωτές υψηλής και μέσης τάσης αντίστοιχα. Ένας μετασχηματιστής υποσταθμού 400 / 150 kV έχει ισχύς 250 MVA ενώ ένας Μ/Σ 150/20 kV έχει ισχύ που κυμαίνεται από 75-200 MVA.



Μ/Σ υποσταθμού 250 MVA

3. Ο Μ/Σ που υποβιβάζει την ΜΤ σε ΧΤ 20 /0,4 kV για την κατανάλωση ισχύος στους καταναλωτές ΧΤ ονομάζεται Μ/Σ διανομής. Τυπικές τιμές ισχύος Μ/Σ διανομής στην Ελλάδα είναι 15,25,50,75,150,250,400,500,630,750,800,1000 και 1600 kVA.

Μ/Σ ΤΑΣΗΣ:

Αυτοί χρησιμοποιούνται για να υποβιβάζουν την υψηλή ή μέση τάση του δικτύου σε ένα επίπεδο που να μπορεί να μετρηθεί από συνήθη όργανα (100-200V). Έχουν μικρή φαινόμενη ισχύ από 2-100VA. Οι Μ/Σ αυτοί, επειδή χρησιμοποιούνται για την μέτρηση τάσης, πρέπει να είναι ιδιαίτερα ακριβείς γι' αυτό κατατάσσονται στις λεγόμενες κλάσεις ακρίβειας. Ένας τέτοιος Μ/Σ μπορεί να φορτιστεί με φορτίο μεγαλύτερο του ονομαστικού του χωρίς να καταστραφεί, θα αλλάξει όμως η ακρίβειά του. Τέλος βραχυκυκλώματα στον Μ/Σ τάσης οδηγούν στην καταστροφή του αλλά και σε βραχυκυκλώματα στο δίκτυο. Για την προστασία του τοποθετούμε μια ασφάλεια τήξης στην πλευρά της ΥΤ. Αν είναι αδύνατον να τοποθετηθεί στην ΥΤ, μπορεί να συνδεθεί στην ΧΤ. Τότε όμως θα τον προστατεύει μόνο από σφάλματα στην ΧΤ και όχι από σφάλματα μέσα στον Μ/Σ.



Μ/Σ Τάσης

Μετασχηματιστής Τάσης	
Μέγιστη τάση λειτουργίας(kV)	3.6 - 40.5
Τάση στο Πρωτεύον(kV)	1-35
Τάση δευτερεύοντος (kV)	0.10 - 0.12
Συχνότητα (Hz)	50 ή 60

Ονομαστικά Στοιχεία Μ/Σ

Μ/Σ ΕΝΤΑΣΗΣ:

Αυτοί χρησιμοποιούνται για να υποβιβάζουν το ρεύμα γραμμής σε ένα επίπεδο που να μπορεί να μετρηθεί από τα κατάλληλα όργανα. Συνήθως έχουν μόνο μια σπείρα, για ρεύμα πρωτεύοντος πάνω από 500Α και ανάλογο αριθμό σπειρών στο δευτερεύον το οποίο διαρρέεται από ρεύμα 5Α. Πιο σπάνια διαρρέεται από ρεύμα 1Α, όταν το μήκος της γραμμής σύνδεσης είναι μεγάλο, με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης ισχύος σ' αυτήν. Η τάση του Μ/Σ είναι αμελητέα σε σύγκριση με την τάση του δικτύου. Όπως και στους Μ/Σ τάσης, η ονομαστική ισχύς είναι μικρή. Μπορούμε να την υπερβούμε, χωρίς να καταστραφεί ο Μ/Σ, θα μειωθεί όμως η ακρίβειά του.

Τέλος, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποσύνδεση του Μ/Σ έντασης από το φορτίο, όπου πριν αποσυνδεθεί το φορτίο, πρέπει να βραχυκυκλωθεί ο Μ/Σ. Διαφορετικά μπορεί να αναπτυχθεί πολύ υψηλή τάση στα άκρα του, ή ακόμη να οδηγηθεί ο πυρήνας στον κορεσμό, με αποτέλεσμα την καταστροφή του ή και να προκληθεί ακόμα και βραχυκύκλωμα στο δίκτυο.



Μ/Σ Έντασης



Ονομαστικά στοιχεία Μ/Σ Έντασης



Μ/Σ Έντασης με εμφανές το εσωτερικό του

Ε. 7.5 Περιγραφή ελαιόψυκτου τριφασικού Μ/Σ Διανομής 20/0.4 kV

Όλοι οι Μ/Σ που χρησιμοποιούν λάδι για την ψύξη και για την μόνωση των τυλιγμάτων τους ανεξάρτητα από την ισχύ τους αποτελούνται από 2 βασικά μέρη:

- § Τον πυρήνα με τα τυλίγματα ΥΤ και ΧΤ για κάθε Φάση
- § Το Δοχείο Λαδιού

Αφού θα κατασκευαστεί ο πυρήνας με τα τυλίγματα τοποθετείται μέσα στο δοχείο λαδιού. Παρακάτω φαίνεται ο πυρήνας ενός Μ/Σ 20/0.4 kV με τα τυλίγματα του πριν τοποθετηθεί στο δοχείο λαδιού. Στο Σχήμα 7.5.1 φαίνονται 3 κύλινδροι. Ο κάθε κύλινδρος αποτελεί τα δύο κυλινδρικά, ομοαξονικά τυλίγματα ΧΤ και ΥΤ που τυλίγονται γύρω από τον σιδηρομαγνητικό πυρήνα για κάθε μια φάση. Εξωτερικά και εσωτερικά μεταξύ των τυλιγμάτων έχει τοποθετηθεί χαρτί για μόνωση



Σχήμα 7.5.1

Στο Σχήμα 7.5.2 φαίνονται οι διάφορες λήψεις (1) για την μεταβολή του αριθμού των σπειρών μέσω του μεταγωγέα. Ο μεταγωγέας είναι ένας χειροκίνητος διακόπτης που μεταβάλλει τον αριθμό των σπειρών στο τύλιγμα ΥΤ έτσι ώστε να αλλάξει ο λόγος μετασχηματισμού και να ρυθμιστεί έτσι η τάση στην επιθυμητή τιμή.



Σχήμα 7.5.2



Σχήμα 7.5.3 Ελαιόφυκτοι Μ/Σ 20/0.4 kV

ABB

TRANSFORMER to specification EN 60076-1:1997

Type **TNOSCTGR-400/20PN DTSP-L3M128**

No. of phases **3** No. **1LPL418186**

Rated power **400** kV·A Year of manufacture **2008**

Rated voltage [kV] Current [A] Insulation level

HV **20 ± 2x2.5%** **11.5** **LI125AC50**

LV **0.4** **577** **AC3**

Tap no.	HV voltage [V]	Connection symbol
1	21000	Dy5
2	20500	
3	20000	
4	19500	
5	19000	

Short-circuit imp. **3.95** %

Load losses **6143** W

No-load losses **964** W

Rated frequency **50** Hz

Cooling **ONAN**

Ambient temp. **40** °C

Mass of oil **262** kg

Temperature rise

Mass of core and wdgs **700** kg

Windings **65** K Oil **60** K Total mass **1240** kg

Type of oil **Mineral Nyro Taurus** Oil to **IEC-296**

Σχήμα 7.5.4 Πινακίδα με ονομαστικά στοιχεία Μ/Σ 400 kVA

Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του Μ/Σ

Στην πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του Μ/Σ (Σχ.7.5.4) υπάρχει:

1. Η ονομαστική φαινόμενη Ισχύς του Μ/Σ (π.χ. 400 kV A)
2. Ο αριθμός των φάσεων (3)
3. Η ονομαστική Τάση πρωτεύοντος μαζί με το ποσοστό μεταβολής της τάσης καθώς επίσης και σε πόσα βήματα μπορεί να γίνει αυτό αλλάζοντας τον αριθμό των σπειρών με το μεταγωγέα. (HV 20 kV ± 2x 5%)
4. Η ονομαστική τάση Δευτερεύοντος (LV 0.4 kV)
5. Το ονομαστικό ρεύμα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον: 11.5 και 577A αντίστοιχα.
6. Πίνακας για την σωστή θέση του μεταγωγέα έτσι ώστε να υπάρχει 0,4 kV στην XT ανάλογα με την τάση που υπάρχει στην YT: Ο μεταγωγέας πρέπει είναι στη θέση 3 όταν η τάση είναι 20 kV)
7. Η ονομαστική Συχνότητα 50 HZ
8. Συνδεσμολογία τυλιγμάτων XT και YT και ο δείκτης κ που δηλώνει ότι προηγείται το διάνυσμα της XT κατά κ επί 30° από το διάνυσμα YT:
Dy5: Συνδεσμολογία τριγώνου στην YT, συνδεσμολογία αστέρα στην XT και κ=5
9. Η Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας (40°C) στην οποία μπορεί να λειτουργεί με το μέγιστο φορτίο. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη το φορτίο του πρέπει να μειωθεί ανάλογα.
10. Η επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας από αυτή του περιβάλλοντος στα τυλίγματα και στο λάδι: 65°C και 60 °C αντίστοιχα)
11. Η τάση βραχυκύκλωσης U_K ($U_K=3.95\%$)
12. Η κλάση μόνωσης στην YT και XT : LI 125AC50 και AC3
13. Οι απώλειες λειτουργία υπό φορτίο: 6143 W

14. Οι απώλειες στη «εν κενώ» λειτουργία: 964 W

15. Ο Τρόπος ψύξης: ONAN

16. Το συνολικό βάρος: 1240 kg, βάρος λαδιού 262 kg, βάρος πυρήνα και τυλιγμάτων 700 kg

F. 7.6 Ψύξη Μετασχηματιστή



Όπως έχει είδη αναφερθεί ο πυρήνας του Μ/Σ με τα τυλίγματα του τοποθετούνται μέσα στο δοχείο λαδιού για να ψυχθούν. Η θερμότητα που αναπτύσσεται, λόγω της ροής ρεύματος, στα τυλίγματα και στον πυρήνα μεταφέρεται στο λάδι και έτσι αυτό θερμαίνεται. Αυτή η άνοδος στη θερμοκρασία του λαδιού, προκαλεί μια φυσική κυκλοφορία του λαδιού με την υψηλότερη θερμοκρασία προς το επάνω μέρος του Μ/Σ. Το λάδι περνάει από τους εναλλάκτες θερμότητας του Μ/Σ και απάγεται η θερμότητα προς το περιβάλλον. Οι εναλλάκτες θερμότητας ψύχονται με τη φυσική ροή του αέρα μέσα από τους εναλλάκτες. Αυτό ο τρόπος ψύξης χαρακτηρίζει όλους τους ελαιόψυκτους Μ/Σ διανομής 20/0.4 kV.

Σε Μ/Σ μεγαλύτερης ισχύς π.χ. 100 MVA χρησιμοποιούνται αντλίες για την βεβαιωμένη ροή του λαδιού και ανεμιστήρες για τη βεβαιωμένη κυκλοφορία του αέρα στους εναλλάκτες. Ο τρόπος ψύξης του κάθε Μ/Σ είναι ένα χαρακτηριστικό που αναγράφεται στα ονομαστικά στοιχεία του Μ/Σ. Η ψύξη του Μ/Σ χαρακτηρίζεται από τέσσερα κεφαλαία γράμματα. Τα δύο πρώτα υποδηλώνουν το μέσο ψύξης του πυρήνα και τον τρόπο κυκλοφορίας του. Τα δύο τελευταία υποδηλώνουν το μέσο ψύξης του εναλλάκτη και τον τρόπο κυκλοφορίας του.

Τα μέσα ψύξης που υπάρχουν στους Μ/Σ και το χαρακτηριστικό γράμμα του κάθε μέσου είναι:

O: λάδι (ορυκτό)

A: Αέρας

L: Askarel ή Clophen (λάδι δυσανάφλεκτο)

G: Αέριο

W: Νερό

Η κίνηση του ψυκτικού χαρακτηρίζεται με το γράμμα N αν πρόκειται για φυσική κυκλοφορία του ψυκτικού και με το γράμμα F αν πρόκειται για βεβιασμένη. Παραδείγματα:

§ ONAN: λάδι, φυσική κυκλοφορία, αέρας, φυσική κυκλοφορία

§ OFAF: λάδι, βεβιασμένη κυκλοφορία, αέρας, βεβιασμένη κυκλοφορία

Στο Σχ. 7.5.4 που απεικονίζεται η πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του Μ/Σ, υπάρχει ο συμβολισμός ONAN. Οι συγκεκριμένοι Μ/Σ τοποθετούνται συνήθως είτε εναέρια σε κολώνες του ΔΕΔΔΗΕ είτε μέσα σε κλειστούς χώρους όταν πρόκειται για υπόγεια δίκτυα ή υποσταθμούς καταναλωτών ΜΤ. Σε μετασχηματιστές ONAN που τοποθετούνται σε κλειστούς ή στεγασμένους χώρους πρέπει να υπάρχει ένας ικανοποιητικός αερισμός, ο οποίος εξαρτάται από τις απώλειες του Μ/Σ, δηλαδή από την ισχύ του Μ/Σ. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει σωστός αερισμός ο Μ/Σ μπορεί να λειτουργεί χωρίς κανένα πρόβλημα εφόσον μειωθεί το φορτίο του.

G. 7.7 Προστασία Μ/Σ

Ο κίνδυνος για τους Μ/Σ έγκειται σε περιπτώσεις παρατεταμένου βραχυκυκλώματος, διαρκούς υπερφόρτισης και σφάλματος στη μόνωση. Αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς ή και έκρηξης.

Προστασία από βραχυκύκλωμα:

Γίνεται είτε με ασφάλειες σκόνης σε συνδυασμό με διακόπτη φορτίου (για να επιτυγχάνεται και απόζευξη υπό φορτίο), είτε με διακόπτη ισχύος.

Προστασία από υπερφόρτιση:

Η προστασία του Μ/Σ από υπερφόρτιση γίνεται είτε με θερμόμετρο που ελέγχει τη θερμοκρασία του λαδιού είτε με ένα μέσο προστασίας στην ΧΤ. Το μέσο προστασίας μπορεί να είναι ή μαχαιρωτές ασφάλειες NH έως 400 A για Μ/Σ μέχρι 1250 kVA ή ΔΙ για μεγαλύτερους Μ/Σ, που ρυθμίζονται στο ονομαστικό ρεύμα του Μ/Σ. Οι μετασχηματιστές, ωστόσο, επιτρέπεται να φορτιστούν παροδικά με ρεύμα μεγαλύτερο του ονομαστικού, για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τη συνήθη φόρτίσή του.

Κατά τη λειτουργία του ελαιόψυκτου Μ/Σ ελέγχεται η θερμοκρασία του λαδιού στο ανώτερο σημείο με θερμόμετρο έτσι ώστε όταν η θερμοκρασία του ξεπεράσει μια τιμή (π.χ. 100°C) να διακοπεί η λειτουργία του Μ/Σ. Υπάρχει και προειδοποιητική ένδειξη σε χαμηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 90°C) πριν διακοπεί η λειτουργία του Μ/Σ.

Προστασία κατά εσωτερικών σφαλμάτων και διαρροής λαδιού:

Στο επάνω μέρος του Μ/Σ παρατηρεί κανείς ένα κυλινδρικό ντεπόζιτο. Το ντεπόζιτο αυτό ονομάζεται δοχείο διαστολής. Η στάθμη του λαδιού φτάνει μέχρι τη μέση περίπου στο δοχείο διαστολής όταν τοποθετείται το λάδι στο Μ/Σ. Κατά την αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού, ωστόσο, αυτό διαστέλλεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται η στάθμη του λαδιού στο δοχείο διαστολής. Αν δεν υπήρχε το δοχείο κατά την διαστολή του Λαδιού θα αυξανόταν η πίεση μέσα στο δοχείο λαδιού και θα υπήρχε κίνδυνος έκρηξης του. Στο επάνω μέρος του δοχείο διαστολής υπάρχει ένας αφυγραντήρας για την καταστολή των υδρατμών και της υγρασίας που ενδεχομένως θα δημιουργηθούν σε περίπτωση υπερβολικής αύξησης της θερμοκρασίας του λαδιού. Η ύπαρξη υγρασία και υδρατμών μειώνει την μονωτική ικανότητα του λαδιού και πρέπει να αποτρέπεται.



Σχήμα 7.7.1 Θερμόμετρο Μ/Σ



Σχήμα 7.7.2 HN BUCHHOLZ



Σχήμα 7.7.3 Δείκτης στάθμης λαδιού στο δοχείο διαστολής



Σχήμα 7.7.4 Αφυγραντήρας με Silica Gel

Το λάδι από το δοχείο λαδιού πριν φτάσει στο δοχείο διαστολής διέρχεται πρώτα μέσα από ένα υδραυλικό μέσο προστασίας που ονομάζεται Ηλεκτρονόμος Buchholz.

Ο HN Buchholz (Σχ. 7.7.2) χρησιμοποιείται για την ανίχνευση εσωτερικών σφαλμάτων στη μόνωση του Μ/Σ, βραχυκυκλωμάτων στα τυλίγματα και διαρροής λαδιού.

Ο ΗΝ Buchholz ελέγχει τη ροή, τη στάθμη, την πίεση του λαδιού και την ύπαρξη υδρατμών και φυσαλίδων μέσα στο λάδι. Έχει δυο διακόπτες άνωσης (φλοτέρ) 1,2 και ένα διακόπτη 4 που συνεργάζεται με μια πλάκα 3, κάθετη στη ροή του λαδιού. Αν σχηματιστούν φυσαλίδες ή υπάρχει έλλειψη λαδιού τότε κλείνει ο διακόπτης 1 και δίνει σήμανση Α1 (κινδύνου). Αν τα αέρια που εκλύονται είναι αρκετά τότε γεμίζει αέρια ο Η/Ν και κλείνει ο διακόπτης 2 που δίνει σήμα Α2 (για αποσύνδεση). Υπάρχει αποσύνδεση επίσης αν δημιουργηθεί έντονη ροή του λαδιού μετά από βραχυκύκλωμα μέσα στο Μ/Σ ή μεγάλη εσωτερική βλάβη, οπότε πιέζεται η πλάκα 3 και κλείνει ο διακόπτης 4, διακόπτοντας έτσι τη λειτουργία του Μ/Σ. Το δοχείο διαστολής καθώς και ο Η/Ν Buchholz τοποθετούνται σε Μ/Σ με ισχύ 400 kVA και πάνω.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι η διακοπή της λειτουργίας του Μ/Σ από τον Η/Ν Buchholz σημαίνει ότι ο Μ/Σ έχει υποστεί είδη βλάβη και πρέπει να οπωσδήποτε να ελεγχτεί και να επιδιορθωθεί πριν τεθεί πάλι σε λειτουργία.

Σε μεγαλύτερους Μ/Σ με ισχύ μεγαλύτερη των 1250 kVA χρησιμοποιείται διαφορική προστασία κατά την οποία ελέγχονται με ειδική διάταξη τα ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος. Αν τα ρεύματα αυτά δεν είναι ίσα τότε διεγείρεται ο ΔΙ του Μ/Σ στη ΜΤ. Η διαφορική προστασία προστατεύει τον Μ/Σ από διφασικά και τριφασικά σφάλματα, από σφάλματα γης και φάσεων. Σε αντίθεση με τον Η/Ν Buchholz η διαφορική προστασία προστατεύει τον Μ/Σ και διακόπτει την λειτουργία άμεσα πριν προκληθεί κάποια ανεπανόρθωτη βλάβη στο Μ/Σ. Η διαφορική προστασία είναι όμως ακριβή γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο σε Μ/Σ μεγάλης Ισχύος.

Η. 7.8 Περιγραφή τριφασικού Μ/Σ Διανομής 20/0.4 kV Ξηρού τύπου

Ο Μ/Σ ξηρού τύπου χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις και βιομηχανίες, όπου υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς (εργοστάσιο με εύφλεκτα υλικά) ή σε χώρους, στους οποίους ένας μετασχηματιστής λαδιού είναι ανεπιθύμητος (βιομηχανία τροφίμων). Η ισχύς ενός Μ/Σ ξηρού τύπου κυμαίνεται από 160 kVA έως 3150 kVA. Οι Μ/Σ αυτού του τύπου δεν έχουν δοχείο λαδιού για την ψύξη τους αλλά η ψύξη σε αυτούς γίνεται με τη φυσική κυκλοφορία του αέρα (ΑΝ). Έτσι ένας Μ/Σ ξηρού τύπου δεν μπορεί να εκραγεί και να προκαλέσει ανεπανόρθωτες ζημιές σε μια εγκατάσταση. Για την μόνωση του Μ/Σ χρησιμοποιείται χυτή ρητίνη όπου μονώνονται τα τυλίγματα ΧΤ και ΥΤ με ειδική επεξεργασία.

Συγκεκριμένα τα τυλίγματα της ΧΤ είναι κατασκευασμένα από φύλλο αλουμινίου ή χαλκού (σύμφωνα με την προτίμηση του κατασκευαστή), και είναι εμποτισμένα σε συνθετική αλκυδική ρητίνη ώστε να προκύπτει κλάση μόνωσης F (μέγιστη θερμοκρασία στα τυλίγματα 155°C). Τα άκρα των πηνίων Χ.Τ. είναι καλυμμένα με εποξειδική ρητίνη και το φύλλο είναι προστατευμένο παντού με μονωτικό υλικό ακόμα και ενδιάμεσα μεταξύ των στρώσεων. Τα τυλίγματα ΥΤ είναι ανεξάρτητα από τα τυλίγματα Χ.Τ. και είναι κατασκευασμένα από σύρμα αλουμινίου ή χαλκού με κλάση μόνωσης F.

Τα τυλίγματα Υ.Τ. είναι εμποτισμένα σε συνθήκες κενού, σε άφλεκτη εποξειδική χυτή ρητίνη. Το μίγμα αποτελείται από εποξειδική ρητίνη, άνυδρο σκληρυντή με πρόσθετα ελαστικά και επιβραδυντή φωτιάς. Το προϊόν που προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία είναι κλάσης μόνωσης F.

Η μόνωση που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του Μ/Σ ξηρού τύπου έχει καλύτερες μονωτικές ιδιότητες από τις μονωτικές ιδιότητες του χαρτιού και του ελαίου. Έτσι τα

τυλίγματα ΥΤ και ΧΤ μονώνονται καλύτερα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι αποστάσεις των τυλιγμάτων ΥΤ και ΧΤ καθώς και των ακροδεκτών να είναι μικρότερες και γενικά το μέγεθος του Μ/Σ ξηρού τύπου να είναι μικρότερο.

Όλα τα παραπάνω αυξάνουν το κόστος του Μ/Σ ξηρού τύπου σε σχέση με το κόστος ενός Μ/Σ ελαίου. Γι' αυτό το λόγο προτιμάται ο Μ/Σ ελαίου όταν φυσικά δεν επιβάλλεται για λόγους ασφαλείας η αγορά του Μ/Σ ξηρού τύπου.

I. 7.9 Προστασία του Μ/Σ Ξηρού τύπου

Η προστασία και ο έλεγχος του Μ/Σ γίνεται αποκλειστικά και μόνο με τη παρακολούθηση της θερμοκρασίας των τυλιγμάτων του Μ/Σ. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας γίνεται με thermistors (PTC) που τοποθετούνται μέσα στα τυλίγματά.

Πιο συγκεκριμένα, τοποθετούνται 2 ανιχνευτές θερμοκρασίας (thermistors) PTC ανά φάση. Αυτοί είναι τοποθετημένοι σε θήκη ώστε να μπορούν να αντικατασταθούν. Ο κάθε ένας είναι συνδεδεμένος με ενδεικτική λυχνία έτσι ώστε να επιτυγχάνεται προστασία με ALARM 1 και ALARM 2. Το ALARM 1 είναι μια προειδοποιητική ένδειξη, που μας πληροφορεί ότι η θερμοκρασία του Μ/Σ είναι αυξημένη χωρίς όμως να αναστέλλεται και η λειτουργία του. Σε περίπτωση που αυξηθεί ακόμα περισσότερο η θερμοκρασίας ανάβει η ενδεικτική λυχνία για το ALARM 2, όπου διακόπτεται και η λειτουργία του Μ/Σ. Οι ενδεικτικές λυχνίες για το ALARM 1 και ALARM 2 έχουν διαφορετικό χρώμα. Στον επάνω μέρος του Μ/Σ υπάρχει μια κλεμοσειρά στην οποία συνδέονται όλοι οι ανιχνευτές θερμοκρασίας. Από την κλεμοσειρά ξεκινάνε και καλώδια που φτάνουν στον πίνακα ελέγχου, για παράδειγμα στους πίνακες ΧΤ, για να μεταφέρουν τα σήματα ελέγχου για το ALARM 1 και ALARM 2. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας Μ/Σ ξηρού τύπου.



Μετασχηματιστής Ξηρού Τύπου

J. 7.10 Επιλογή Μ/Σ Υποσταθμού Μ.Τ

Η σωστή επιλογή του Μ/Σ ξεκινά με τη σωστή και λεπτομερή προδιαγραφή. Οι ιδιαίτερες ανάγκες κάθε έργου προσδιορίζουν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά ή εξαρτήματα που χρειάζονται. Οι Μ/Σ που προτιμώνται είναι ελαιόψυκτοι εκτός αν έχουμε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος όπως π.χ. απαιτήσεις για αποφυγή μόλυνση περιβάλλοντος, εύφλεκτα υλικά και κίνδυνο πυρκαγιάς. Τότε επιλέγονται Μ/Σ με στέρεα μόνωση οι μπορούν να προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια. Έτσι συναντάμε Μ/Σ στερεάς μόνωσης σε πλατφόρμες πετρελαίου, αποθήκες καυσίμων ή πυρομαχικών και σε εργοστάσια τροφίμων.

Το μέγεθος των Μ/Σ προσδιορίζεται από την προβλεπόμενη μέγιστη ζήτηση μετά από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Μπορεί όμως και από οικονομική άποψη να συμφέρει η αγορά μεγαλύτερου Μ/Σ απ' ότι χρειάζεται, διότι μεγαλύτερος Μ/Σ σημαίνει και χαμηλότερες απώλειες χαλκού. Για λόγους εφεδρείας επιλέγονται συχνά δύο ή περισσότεροι Μ/Σ. Η συνδεσμολογία των Μ/Σ συνίσταται να είναι τρίγωνο-αστέρας Dyn 11 ή Dyn 5.

Συνδεσμολογία αστέρας-τεθλασμένος αστέρας Υzn, όπως και άλλες, γίνονται δεκτές κατόπιν συνεννοήσεως με τη ΔΕΔΔΗΕ. Τα γενικά χαρακτηριστικά των συνδεσμολογιών αυτών περιγράφονται στον πίνακα 7.11.1. Δεν επιτρέπεται γείωση του Μ/Σ στην πλευρά της ΜΤ, ο ουδέτερος της ΧΤ όμως γειώνεται. Η τάση του Μ/Σ εκλέγεται με την πρόβλεψη ότι όλα τα δίκτυα ΜΤ θα εξελιχθούν στην τάση 20kV. Επίσης ο μεταβλητός λόγος μετασχηματισμού συνίσταται να είναι μεταξύ των ορίων $\pm 2,5\%$ και $\pm 5\%$. Ο μεταβλητός λόγος μετασχηματισμού επιτυγχάνεται με διακόπτη μεταγωγέα που αλλάζει τον αριθμό των σπειρών στην πλευρά της ΜΤ όταν ο Μ/Σ δεν φέρει ρεύμα. Η αλλαγή της τάσης γίνεται αφού διακόψουμε την τάση και γειώσουμε τις φάσεις ΜΤ και ΧΤ. Ο διακόπτης τοποθετείται στη ΜΤ διότι το ρεύμα στη ΜΤ είναι μικρότερο απ' ότι στη Χ.Τ.

Είδος και χαρακτηρισμός συνδεσμολογίας	Συνδεσμολογία τυλιγμάτων ΜΤ/ΧΤ	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Τρίγωνο/Αστέρας Dyn 5 ή ΔΥn 11		<ul style="list-style-type: none"> α. Είναι δυνατή η λειτουργία και σε ασύμμετρη φόρτιση β. Επειδή η πλευρά της ΧΤ διαθέτει ουδέτερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικτό δίκτυο, π.χ. για φωτισμό και κίνηση γ. Είναι δυνατή η χρησιμοποίηση για ανύψωση τάσης στον Σταθμό Παραγωγής και για υποβιβασμό της τάσης στη διανομή 	Δεν είναι δυνατή η λειτουργία με βλάβη της μιας φάσης
Αστέρας/Τεθλασμένος αστέρας Υzn 5 ή Υzn 11		<ul style="list-style-type: none"> α. Είναι δυνατή η λειτουργία και σε ασύμμετρη φόρτιση β. Επειδή η πλευρά της ΧΤ διαθέτει ουδέτερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικτό δίκτυο 	Έχει μεγάλο κόστος λόγω της ιδιαιτερότητας της περιέλιξης του τεθλασμένου αστέρα

Πίνακας 7.11.1

Ο τρόπος αξιολόγησης εναλλακτικών προσφορών Μ/Σ εξαρτάται από το χρήστη των Μ/Σ. Ο τρόπος οικονομικής αξιολόγησης των Μ/Σ είναι:

- Για τις ηλεκτρικές εταιρίες
Οι ηλεκτρικές εταιρίες προμηθεύονται Μ/Σ με βάση το κριτήριο του συνολικού κόστους κατοχής, το οποίο δίνεται από την σχέση :

$$TOC=BP+A \times NLL + B \times LL , \text{ όπου :}$$

TOC(€) είναι το συνολικό κόστος κατοχής,
BP(€) είναι η τιμή πώλησης,
A(€/W) είναι ο συντελεστής απωλειών κενού φορτίου,
NLL(W) είναι οι απώλειες κενού φορτίου,
B(€/W) είναι ο συντελεστής απωλειών φορτίου
LL(W) είναι οι απώλειες φορτίου.

Ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές Μ/Σ, πιο συμφέρουσα είναι η προμήθεια των Μ/Σ με το μικρότερο συνολικό κόστος κατοχής. Οι τιμές BP, NLL και LL προσδιορίζονται από τον κατασκευαστή του Μ/Σ. Οι τιμές των παραμέτρων A και B προσδιορίζονται από την ηλεκτρική εταιρία

- Βιομηχανικούς χρήστες
Οι βιομηχανικοί χρήστες προμηθεύονται Μ/Σ με βάση την τιμή πώλησης και τις απώλειες.

K. 7.11 Προσδιορισμός ισχύος Μ/Σ Υ/Σ Μ.Τ

Η ισχύς των Μ/Σ που πρόκειται να εγκατασταθούν σε Υ/Σ Μ.Τ προσδιορίζονται με το συνδυασμό:

- Της ολικής εγκατεστημένης ισχύος
- Της προβλεπόμενης αύξησης ισχύος
- Του συντελεστή χρησιμοποίησης της εγκατάστασης ο Του μέσου συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης

Η ολική ισχύς προκύπτει από την εγκατεστημένη ισχύ των καταναλώσεων φωτισμού, θέρμανσης, κίνησης κλπ. Επειδή η ισχύς των ηλεκτροκινητήρων δίνεται στον άξονα (ωφέλιμη) θα πρέπει να προσθέτουμε στην ισχύ κίνησης ποσοστό 25% για απώλειες.

Η προβλεπόμενη αύξηση ισχύος είναι πάντα αστάθμητος παράγοντας και πολλές φορές ο μελετητής διαψεύδεται από απρόβλεπτα στοιχεία. Γι' αυτό το λόγο, δεχόμαστε αυθαίρετα ένα ποσοστό προσαύξησης της ισχύος αφού πρώτα συμβουλευτούμε τον καταναλωτή για τις προβλέψεις του. Ωστόσο ποτέ δεν θα χρησιμοποιήσουμε έναν Μ/Σ δυσανάλογα μεγάλης ισχύος για να καλύψουμε κάποιες πιθανές μελλοντικές ανάγκες, αν δεν έχουμε υπόψη μας τις πραγματικές προθέσεις και προβλέψεις του καταναλωτή.

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης δίνεται από το πηλίκο της απορροφούμενης ισχύος δια της εγκατεστημένης. Στην πράξη, ο προσδιορισμός του συντελεστή χρησιμοποίησης είναι δύσκολος. Μπορούμε να τον πάρουμε, με την βοήθεια του ΔΕΔΔΗΕ, από κάποια όμοια εγκατάσταση που βρίσκεται σε λειτουργία και υπάρχουν πραγματικά στοιχεία καταναλώσεων.

Ο μέσος συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 0,85 και αν είναι μικρότερος προβαίνουμε στη διόρθωσή του.

IX. 8. Μονωμένοι αγωγοί και καλώδια Μ.Τ.– Χ.Τ.

Οι αγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και σπάνια από αλουμίνιο.

- Ø Ο χαλκός έχει πολύ μεγάλη ειδική αγωγιμότητα (ειδική αντίσταση $\rho=0,018$), υψηλή μηχανική αντοχή, είναι ανθεκτικός στη διάβρωση και κατεργάζεται εύκολα.
- Ø Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται σαν αγωγός σε καλώδια διατομών συνήθως άνω των 35 mm^2 . Έχει μικρότερη ειδική αγωγιμότητα ($\rho=0,027$), χαμηλότερη τιμή και μικρότερο βάρος. Μειονεκτήματά του αλουμινίου είναι ότι δεν συγκολλάται με μαλακή κόλληση χαμηλού σημείου τήξης, διαβρώνεται ευκολότερα λόγω ηλεκτροχημικών δράσεων, δεν αντέχει σε πολλές κάμψεις και όταν βρίσκεται σε πίεση παραμορφώνεται με την πάροδο του χρόνου και χαλαρώνονται έτσι οι συνδέσεις.

Η διατομή των αγωγών είναι στρογγυλή. Για πολυπολικά καλώδια μεγάλων διατομών ($>35 \text{ mm}^2$) χρησιμοποιούνται και διατομές κυκλικού τομέα (τριγωνικές, χαρακτηρίζονται με S). Όσον αφορά την ευκαμψία, έχουμε αγωγούς οι οποίοι χαρακτηρίζονται 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, γερανούς κλπ., εκεί που το καλώδιο υπόκειται σε συνεχείς κάμψεις.

- Ø Τα καλώδια που διατίθενται στο εμπόριο κατά κανόνα, προσδιορίζονται από πρότυπα (κανονισμούς), τα οποία προσδιορίζουν όλα τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους, τους τρόπους δοκιμής και χρήσης τους όπως:

- § Μείγματα ή υλικά που χρησιμοποιούνται σαν κύρια μονωτικά.
- § Υλικά αγωγών.
- § Μείγματα ή υλικά που χρησιμοποιούνται στο μανδύα.
- § Διαστάσεις.
- § Μηχανικές, θερμικές και ηλεκτρικές ιδιότητες .
- § Χρώμα, τρόπο συμβολισμού και σήμανσης των καλωδίων (κωδικοί κ.α.)
- § Προτεινόμενες χρήσεις και πεδία εφαρμογών.
- § Φόρτιση ρεύματος.
- § Δοκιμές.

Οι κανονισμοί σύμφωνα με τους οποίους έχει κατασκευαστεί το καλώδιο αναγράφονται στον μανδύα του και εξασφαλίζουν μια ορισμένη ποιότητα κατασκευής του καλωδίου.

A. 8.1 Μόνωση καλωδίων

Το μονωτικό και το πάχος 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.

- § Στην χαμηλή τάση χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά το PVC ως μονωτικό κάτω από κανονικές συνθήκες. Εκτός από την κύρια μόνωση, έχουμε και την εξωτερική μόνωση (ή μανδύα) που γίνεται συνήθως από PVC ή από πολυχλωροπρένιο (νεοπρένιο) ή από πολυαιθυλένιο ή χλωροπρένιο.
- § Στην μέση τάση χρησιμοποιούνται κατά κανόνα καλώδια με μόνωση κυρίως από χημικά δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE. Υπάρχουν επίσης καλώδια από αιθυλενιούχο - προπυλαινιούχο ελαστικό EPR που έχουν μεγαλύτερη ελαστικότητα και είναι ανθεκτικότερα στο λάδι ή σε άλλα χημικά από ότι τα XLPE, αλλά είναι πιο ακριβά. Τα πιο πάνω μονωτικά υλικά καλωδίων MT και XT αναμειγνύονται με ουσίες για να διαμορφωθούν κατάλληλες ιδιότητες όπως ελαστικότητα, χρώμα, αντοχή στη θερμοκρασία, μηχανικές καταπονήσεις κλπ.

B. 8.2 Ακροδέκτες καλωδίων

Αφού εγκατασταθεί το καλώδιο εφαρμόζονται οι ακροκεφαλές του και οι ακροδέκτες του. Οι ακροδέκτες συμπίεζονται με ειδικές χειροκίνητες ή υδραυλικές πρέσες ακροδεκτών. Δεν γίνεται συγκόλληση των ακροδεκτών σε καλώδια Μ.Τ. γιατί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί η μόνωση. Στην Χ.Τ. μπορεί να γίνει κασιτεροκόλληση των ακροδεκτών πάνω στους αγωγούς.

- Στην Χ.Τ. οι ακροκεφαλές έχουν κυρίως τον σκοπό να μην επιτρέπουν την είσοδο νερού ή υγρασίας στο καλώδιο. Μπορεί σε εσωτερικούς ή στεγασμένους χώρους να μην χρειάζεται προστασία, αν οι χώροι είναι ξηροί. Αλλιώς χρησιμοποιούνται αυτοβουλκανιζόμενες ταινίες ή αυτοσυρρικνούμενοι σωλήνες από PVC. Σε υπαίθριες εγκαταστάσεις έχουν επιβληθεί στην Χ.Τ. ακροκεφαλές από ρητίνες.
- Στη Μ.Τ. έχουμε ακροκεφαλές που προσδίδουν επαρκή ηλεκτρική αντοχή στην άκρη του καλωδίου και απαγορεύουν την είσοδο της υγρασίας στο καλώδιο. Αποτελούνται από:
 - § Ελαστικό σιλικόνης για εσωτερικούς κυρίως χώρους.
 - § Πορσελάνη για εξωτερικούς χώρους.
 - § Ρητίνες για εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους.

C. 8.3 Γείωση καλωδίων

Στα καλώδια MT γειώνεται ο μανδύας κάθε καλωδίου στην αναχώρηση από τη ΔΕΔΔΗΕ. Στην άφιξη, στις κυψέλες MT γειώνεται ο μανδύας στη γείωση της MT, δηλαδή μαζί με τις κυψέλες και το δοχείο του Μ/Σ. Σε εγκαταστάσεις κινητήρων ονομαστικής τάσης 6 kV το ένα άκρο του καλωδίου γειώνεται στην κυψέλη αναχώρησης του και το άλλο συνδέεται με το κέλυφος του κινητήρα.

X. 9. Μέσα ζεύξης-απόζευξης και προστασίας ΧΤ

Οι διακόπτες κλείνουν ή ανοίγουν ένα ή περισσότερα κυκλώματα, αφού τους δοθεί μια εντολή λειτουργίας. Η εντολή αυτή μπορεί να προέρχεται από τον άνθρωπο ή να είναι ένα σήμα, μια τάση από ένα ΗΝ ή από ένα βοηθητικό μέσο ελέγχου.

Οι διακόπτες διακρίνονται σε διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος, όπως Π.χ. οι μικροαυτόματοι και σε διακόπτες βοηθητικών κυκλωμάτων, οι οποίοι λέγονται και διακόπτες ελέγχου ή διακόπτες εντολών και φέρουν συνήθως μικρά ρεύματα τάξης μεγέθους 1-5 Α.

Οι διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος διακρίνονται, ανάλογα με την ισχύ ή το ρεύμα διακοπής στις εξής κατηγορίες:

- Αποζεύκτες, ανοίγουν και κλείνουν υπό αμελητέα ρεύματα και τάσεις.
- Διακόπτες φορτίου, οι οποίοι συνδέουν και αποσυνδέουν φορτία σε ομαλή λειτουργία, όχι όμως σε βραχυκυκλώματα. Αυτό γίνεται μηχανικά ή ηλεκτρομαγνητικά με ρελαί.
- Διακόπτες ισχύος, οι οποίοι κλείνουν ή ανοίγουν κυκλώματα σε συνθήκες σφαλμάτων, δηλαδή και σε βραχυκυκλώματα. Ονομάζονται και αυτόματοι και χρησιμοποιούνται για προστασία.
- Διακόπτες εκκινητές κινητήρων, οι οποίοι είναι μια ειδική κατηγορία διακοπών φορτίου, κατάλληλη για τις βαριές συνθήκες εκκίνησης, σταματήματος και αλλαγής φοράς περιστροφής κινητήρων, όπου τα ρεύματα είναι πολλαπλάσια του κανονικού.

Οι διακόπτες διακρίνονται, ανάλογα με τον μηχανισμό που κινεί τις επαφές τους σε μηχανικούς και ηλεκτρομηχανικούς (ρελαί).

A. 9.1 Ζεύξη

Όταν κλείνει ένα κύκλωμα (ζεύξη) τότε το ρεύμα που θα περάσει παροδικά, για χρόνους ms έως μερικά sec, το ρεύμα εκκίνησης ή ζεύξης, μπορεί να είναι πολλαπλάσιο του κανονικού. Τυπικά ρεύματα εκκίνησης είναι:

Φορτίο	Ρεύματα εκκίνησης/ονομαστικό ρεύμα
Ωμικό φορτίο	1
Λαμπτήρες πυρακτώσεως	2-10
Λαμπτήρες φθορισμού	3-13
Κινητήρες (με αναστροφή)	5-7(10)
Μ/Σ	8-20
Πυκνωτές	10-20

Πίνακας 9.1.1

Επιπροσθέτως, επειδή πριν το κλείσιμο των επαφών μηχανικών διακοπών προηγείται διάσπαση του διακένου μεταξύ των επαφών και ηλεκτρικό τόξο, η καταπόνηση και η φθορά των επαφών μπορεί να είναι σημαντική κατά την ζεύξη. Συνεπώς πρέπει να ελεγχθεί αν ο

διακόπτης είναι κατάλληλος για τη ζεύξη του συγκεκριμένου φορτίου που έχει να αντιμετωπίσει, να συνδέσει.

B. 9.2 Απόζευξη

Σε ένα κύκλωμα αν ανοίξουμε τις επαφές ενός διακόπτη, το ρεύμα δεν θα μηδενισθεί ακαριαία διότι υπάρχουν, έστω και μικρές αυτεπαγωγές. Σε μια ακαριαία εξαφάνιση του ρεύματος αυτές θα οδηγούσαν σε υψηλή τάση και διάσπαση του διακένου. Συνεπώς αναγκαία συνθήκη για την απόζευξη είναι η διακοπή του κυκλώματος να γίνεται όταν το ρεύμα μηδενισθεί. Δηλαδή από την στιγμή που αποχωρίζονται οι επαφές μέχρι και τον μηδενισμό του ρεύματος θα ρέει μεταξύ των επαφών το ρεύμα του κυκλώματος διαμέσου του ηλεκτρικού τόξου. Εφόσον μηδενισθεί το ρεύμα και διακοπεί το κύκλωμα, τότε στα άκρα των επαφών του διακόπτη θα εφαρμοσθεί μια τάση που εξαρτάται από το φορτίο (επιστρεφόμενη ή τάση αποκατάστασης). Προφανώς, τόσο η μεγάλη επιστρεφόμενη τάση όσο και η μεγάλη αγωγιμότητα του χώρου εντός του διακόπτη που κάνει την απόζευξη μπορούν να οδηγήσουν σε διάσπαση του διακένου μεταξύ των επαφών.

Συνεπώς μια δεύτερη αναγκαία συνθήκη για την επιτυχή απόζευξη είναι η επιστρεφόμενη τάση που εφαρμόζεται στα άκρα των επαφών να μην προκαλεί διάσπαση.

C. 9.3 Μέσα ζεύξης-απόζευξης XT

Μηχανικοί διακόπτες φορτίου

Οι διακόπτες φορτίου χρησιμοποιούνται για να διακόπτουμε χειροκίνητα την τροφοδοτικές γραμμές των εγκαταστάσεων.

Η κατασκευή των διακοπών φορτίου πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που να αποκλείουν τη δημιουργία βραχυκυκλωμάτων ή ενώσεων με τη γη, λόγω των σπινθήρων που δημιουργούνται κατά τη διακοπή και σε περίπτωση κακού χειρισμού να μην αποτελούν κίνδυνο για τα άτομα.

Πρέπει να μπορούν να διακόπτουν ένα κύκλωμα με φορτίο, να διακόπτουν επαρκώς και με ασφάλεια ένα κύκλωμα όταν είναι σε θέση off και να έχουν εμφανή ένδειξη on-off. Ο γενικός ή ο μερικός διακόπτης είναι απαραίτητο να διακόπτει και τον ουδέτερο αγωγό, όταν αυτός δεν χρησιμοποιείται για προστασία.

Οι διακόπτες φορτίου ονομάζονται μονοπολικοί όταν συνδέουν ή αποσυνδέουν ένα αγωγό και πολυπολικοί (διπολικοί, τριπολικοί, τετραπολικοί) όταν συνδέουν ή αποσυνδέουν περισσότερους αγωγούς. Υπάρχουν στις εξής μορφές:

- § **Μαχαιρωτοί διακόπτες**, κυρίως σαν αποζεύκτες σε πολύ μεγάλες ισχύεις, σε συνδυασμό με ασφάλειες.
- § **Διακόπτες δύο θέσεων με μοχλό**, μικροδιακόπτες για ράγες.
- § **Διακόπτες δύο ή περισσότερων θέσεων περιστροφικοί, τύπου PACCO ή εκκεντροφόροι**. Οι περιστροφικοί διακόπτες έχουν ένα εκκεντροφόρο άξονα που ωθεί τις επαφές να ανοίξουν ή να κλείσουν. Για να συνδεθεί σωστά ο διακόπτης πρέπει να έχουμε το διάγραμμα των επαφών του ώστε για κάθε θέση του διακόπτη να βλέπουμε ποιες είναι ανοιχτές και ποιες κλειστές. Χρησιμοποιούνται σαν γενικοί

διακόπτες πινάκων, σαν εκκινήτες, σαν αντιστροφείς ή και για αλλαγή ταχύτητας σε κινητήρες.

§ Διακόπτες τύπου τυμπάνου.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των διακοπών φορτίου είναι:

- Ονομαστική τάση λειτουργίας σε (V).
- Ονομαστική συχνότητα λειτουργίας σε HZ.
- Μέγιστο θερμικό ρεύμα, στο οποίο αντέχουν οι επαφές του διακόπτη, όταν είναι κλειστές.
- Μέγιστο ρεύμα λειτουργίας, για ορισμένη διάρκεια ζωής και ορισμένη κατηγορία χρήσης (είδος φορτίου).
- Μηχανική διάρκεια ζωής (αριθμός κύκλων λειτουργίας).
- Ηλεκτρική διάρκεια ζωής (αριθμός κύκλων λειτουργίας).
- Μέγιστο ρεύμα αντοχής σε βραχυκυκλώματα.
- Αριθμός πόλων.

Ρελαί ισχύος

Τα ρελαί, τα οποία λέγονται και ηλεκτρονόμοι, είναι διακόπτες που ανοιγοκλείνουν επαφές με την βοήθεια ενός πηνίου με σπλισμό (ηλεκτρομαγνήτη). Το άνοιγμα και το κλείσιμο του ρελαί μπορεί να γίνει χειροκίνητα (stop-start) ή να γίνει αυτόματα με την βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων και βοηθητικών συσκευών (χρονοδιακόπτες, πρεσσοστάτες, θερμοστάτες κλπ).

Τα κύρια μέρη ενός ρελαί είναι:

- Το μαγνητικό κύκλωμα από δυναμοελάσματα.
- Το πηνίο (ΕΡ ή ΣΡ).
- Το μηχανισμό τους.
- Τις επαφές ισχύος 3 ή 4 ζευγών.
- Το θάλαμο ζεύξης τόξου για ρελαί μεγάλης ισχύος.
- Τις βοηθητικές επαφές.

Το πηνίο είναι κατά προτίμηση ΣΡ διότι τα πηνία ΕΡ κάνουν θόρυβο.



Σχήμα 9.3. Ρελαί ισχύος

Τα ρελαί χρησιμοποιούνται:

- Για έλεγχο μηχανημάτων από απόσταση.
- Για προγραμματισμό μηχανημάτων.
- Για εκκίνηση και έλεγχο λειτουργίας κινητήρων.
- Για έλεγχο λειτουργίας δικτύων διανομής.
- Για έλεγχο λειτουργίας αντιστάσεων, πυκνωτών, πηνίων κλπ.

Τα ρελαί ισχύος γενικά χρησιμοποιούνται σαν διακόπτες φορτίου, έτσι ώστε να αντέχουν μηχανικά και ηλεκτρικά σε πολλούς κύκλους λειτουργίας. Συνήθως δεν κατασκευάζονται ρελαί για να διακόπτουν ή να αντέχουν σε βραχυκυκλώματα.

Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να προστατεύονται σε βραχυκυκλώματα με ασφάλειες ή με διακόπτες ισχύος, αλλιώς λιώνουν ή συγκολλούνται οι επαφές.

Τα ρελαί, ανάλογα με το μέγεθός τους, διακρίνονται σε ρελαί ισχύος και σε βοηθητικά ρελαί << 1 kW και ανάλογα με το ρεύμα του κυκλώματος ισχύος διακρίνονται σε ρελαί συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Επίσης, ανάλογα με τα φορτία που χρησιμοποιούνται, γίνεται συχνά η διάκριση σε ρελαί κινητήρων, αντιστάσεων, μετασχηματιστών συγκόλλησης, πυκνωτών και γενικά φορτίων

Τα χαρακτηριστικά των ρελαί είναι τα εξής:

- Ονομαστική ισχύς σε Kw
- Ονομαστική τάση λειτουργίας.
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC-3
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC-1
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC4
- Τάση λειτουργίας κυκλώματος ελέγχου (τάση τροφοδοσίας του πηνίου του ρελαί)
- Αριθμός βοηθητικών επαφών (κλειστές-ανοιχτές)
- Διάρκεια ζωής επαφών ρελαί (αριθμός ανοίγματος-κλεισίματος του ρελαί)

Βοηθητικά ρελαί

Εκτός από τα ρελαί ισχύος έχουμε και τα βοηθητικά ρελαί τα οποία κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ μικρότερη του 1 kW. Στα ρελαί αυτά έχουμε τις επαφές τροφοδοσίας του πηνίου (AC ή DC) με συμβολισμό A1-A2 και τις βοηθητικές επαφές (ανοιχτές ή κλειστές ή επαφές με χρονική καθυστέρηση). Τα βοηθητικά ρελαί χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ελέγχου των εγκαταστάσεων, των συσκευών και των μηχανημάτων. Στην πράξη οι κατασκευαστές δίνουν διάφορες κατηγορίες βοηθητικών ρελαί με βάση την τάση λειτουργίας του πηνίου και την ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να περάσει από τις βοηθητικές επαφές.

D. 9.4 Μέσα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη Χ.Τ

Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων, δηλαδή ρευμάτων υπερφόρτισης και ρευμάτων βραχυκύκλωσης πρέπει:

- Να επιτρέπουν την ροή των παροδικών υπερεντάσεων κατά την κανονική λειτουργία .
- Να διακόπτουν την τροφοδότηση πριν η θερμοκρασία του στοιχείου που προστατεύουν υπερβεί την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.
- Να διακόπτουν στο μικρότερο δυνατό χρόνο τα ρεύματα βραχυκύκλωσης
- Να εξασφαλίζουν την διακοπή μόνο του τμήματος του κυκλώματος στο οποίο παρουσιάζεται η υπερένταση.

Υπάρχουν τα εξής μέσα προστασίας:

- Ασφάλειες τήξης.
- Αυτόματοι διακόπτες (μικροαυτόματοι γραμμών, αυτόματοι προστασίας συσκευών, διακόπτες ισχύος, αυτόματοι κινητήρων, διακόπτες διαφορικού ρεύματος)

1. 9.4.1 Ασφάλειες τήξης

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

Οι ασφάλειες τήξης εκλέγονται σύμφωνα με τα εξής στοιχεία:

- § Ονοματική τάση Π.χ. 230/400V
- § Ονομαστική ισχύς διακοπής ή ρεύμα διακοπής (αυτό προσδιορίζει κυρίως τον τύπο της ασφάλειας).
- § Χαρακτηριστικές χρόνου-ρεύματος. 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 μια ώρα και το μεγάλο ρεύμα λιώνει την ασφάλεια μέσα σε ορισμένο χρόνο συνήθως μίας ώρας.

Οι ασφάλειες στην προστασία γραμμών πρέπει να προστατεύουν τόσο σε υπερφόρτιση όσο και σε βραχυκυκλώματα. Η προστασία στους κινητήρες πρέπει να λειτουργεί κυρίως σε υψηλά ρεύματα, κατασκευάζονται ασφάλειες για διάφορες κατηγορίες χρήσης που χαρακτηρίζονται από δύο γράμματα. Το πρώτο είναι το g ή ένα a. Το g σημαίνει πλήρης προστασία σε όλη την περιοχή των ρευμάτων και το a μερική προστασία, μόνο των υψηλών ρευμάτων, οι οποίες είναι χρήσιμες σε κινητήρες λόγω των υψηλών ρευμάτων εκκίνησης. Το δεύτερο γράμμα χαρακτηρίζει το υπό προστασία στοιχείο και μπορεί να είναι ένα από τα εξής γράμματα:



Ασφάλεια g/L

- § G= γενική χρήση.
- § L= γραμμές, καλώδια.
- § M= θερμικά (π.χ. για κινητήρες).
- § R= ημιαγωγοί.
- § B= εγκαταστάσεις ορυχείων .
- § Tr= μετασχηματιστές .

Υπάρχουν οι εξής τύποι ασφαλειών, οι οποίες διαφοροποιούνται κυρίως στο μέγεθος και την ισχύ απόξευξή τους

- **Ασφάλειες D** (οι μεγάλες βιδωτές). Στις ασφάλειες αυτές ο αγωγός προς τήξη είναι σύρμα ή ταινία με σταθερή συνήθως διατομή. Κατασκευάζονται από 2-125A και μπορούν να διακόψουν ρεύματα μέχρι 50kA. Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου διαφέρουν σε κάθε κατασκευαστή, οι οποίες όμως βρίσκονται σε προκαθορισμένες , βάσει κανονισμών, περιοχές. Παλαιότερα υπήρχε η διάκριση σε ασφάλειες βραδείας και ταχείας τήξης, αλλά πλέον οι κανονισμοί επιβάλλουν την τήρηση του μικρού και μεγάλου ρεύματος δοκιμής και ανοχής της χαρακτηριστικής. Ωστόσο για περιπτώσεις όπου επιζητούμε βραδεία τήξη μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει ασφάλειες τύπου aM.



Ασφάλειες τήξης

- **Ασφάλειες DO** (οι μικρές βιδωτές), οι οποίες λέγονται και Neozed ασφάλειες. Τα χαρακτηριστικά αυτών των ασφαλειών δεν διαφέρουν ουσιαστικά από αυτά των ασφαλειών O. Οι διάμετροι, το μήκος και το ρεύμα απόζευξης των 00 είναι μικρότερα από αυτά των O. Και εδώ πλέον δεν υπάρχει ο διαχωρισμός σε ασφάλειες βραδείας και ταχείας τήξης.
- **Ασφάλειες NH** ή HRC-Fuses (οι μαχαιρωτές). Οι ασφάλειες αυτές χρησιμοποιούνται για μεγάλα ρεύματα βραχυκύκλωσης Π.χ. 80kA. Τα τηκτά τους είναι ταινίες με στενές περιοχές και μια μαλακή συγκόλληση στο μέσον, τα οποία βρίσκονται σε σκόνη χαλαζία. Μετά την τήξη σε βραχυκυκλώματα σχηματίζονται πολλά τόξα σε σειρά. Σε υπερφορτίσεις με ρεύματα λίγο μεγαλύτερα από το μεγάλο ρεύμα δοκιμής, οι ασφάλειες NH λιώνουν στο μέσον, στη θέση της συγκόλλησης. Η κατασκευή αυτή μειώνει την αντίσταση στην κανονική λειτουργία και αυξάνει την ικανότητα διακοπής ρεύματος. Επίσης οι ασφάλειες NH δημιουργούν μεγάλη αντίσταση στο κύκλωμα μετά την τήξη τους περιορίζοντας έτσι σημαντικά το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Όπως και στους προηγούμενους τύπους ασφαλειών, δεν υπάρχουν ασφάλειες NH βραδείας ή ταχείας τήξης. Οι χαρακτηριστικές ρεύματος χρόνου είναι ενιαίες και δίνονται για τον συνηθισμένο τύπο κατηγορίας **gL**. Υπάρχουν 7 μεγέθη διαφορετικών διαστάσεων.



Μαχαιρωτή ασφάλεια τύπου gG

→ **Ασφάλειες G** (οι μικροασφάλειες σε κυλινδρικό γυάλινο σωλήνα) για συσκευές. Οι ασφάλειες αυτές είναι κυλινδρικές, διαμέτρου 5mm και μήκους 20 ή 25 ή 30mm. Το τηκτό βρίσκεται μέσα σε γυάλινο κενό σωλήνα με δύο ακροδέκτες. Μπορεί να υπάρχει και σκόνη χαλαζία στο σωλήνα. Χρησιμοποιούνται για την προστασία συσκευών μικρής ισχύος.

Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου χωρίζονται σε 5 κατηγορίες:

- § **FF** πολύ ταχείας τήξης, σπάνια χρήση .
- § **F** ταχείας τήξης .
- § **M** μεσαίας τήξης .
- § **T** βραδείας τήξης
- § **TT** πολύ βραδείας τήξης, σπάνια χρήση .

→ **Ασφαλειοαποξεύκτες**, όπου είναι ο συνδυασμός των ασφαλειών NH στα τριφασικά συστήματα με μαχαιρωτούς αποξεύκτες. Χρησιμοποιούνται σαν ασφάλειες και σαν γενικοί διακόπτες στους πίνακες διανομής, γι' αυτό εφαρμόζονται συχνά σε εγκαταστάσεις ισχύος. Γενικά οι ασφαλειοαποξεύκτες μπορούν να κλείνουν ή να ανοίγουν χειροκίνητα υπό φορτίο. Η κίνηση αυτή πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα για να μην διαρκεί πολύ χρόνο το ηλεκτρικό τόξο και επιβαρύνει τις επαφές. Σε εγκαταστάσεις κίνησης, στις οποίες δεν πρέπει να λείπει μια φάση, χρησιμοποιείται ασφαλειοαποξεύκτης παράλληλα με ένα αυτόματο υπερρεύματος. Όταν καούν μία ή περισσότερες ασφάλειες τότε το ρεύμα περνά από τον αυτόματο που δίνει στην συνέχεια εντολή πτώσης στο ρελαί του κινητήρα.



Σχήμα 9.4.1- Ασφαλειοαποζεύκτης

2. 9.4.2 Αυτόματοι διακόπτες ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος που ονομάζονται και αυτόματοι, χρησιμοποιούνται για την προστασία σε υπερρεύματα ή και σαν γενικό μέσο ζεύξης, όχι όμως για ζεύξεις και αποζεύξεις φορτίου. Γι' αυτό κατασκευάζονται για λίγους κύκλους λειτουργίας. Οι διακόπτες ισχύος είναι σε θέση να διακόψουν ή να ζεύξουν ένα κύκλωμα ακόμα και σε βραχυκυκλώματα εφόσον παρουσιάζουν την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής και ζεύξης:

- § Η ονομαστική ικανότητα διακοπής του διακόπτη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το αρχικό ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο μπορεί να εμφανισθεί στο σημείο εγκατάστασης του διακόπτη.
- § Η ονομαστική ικανότητα ζεύξης του διακόπτη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο μπορεί να εμφανισθεί στο σημείο εγκατάστασης του διακόπτη .

Εκτός των επαφών και του θαλάμου σβέσης οι Δ/Ι μπορούν να φέρουν θερμικό και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο, στοιχείο έλλειψης τάσης, βοηθητικές επαφές σήμανσης και μανδάλωσης καθώς και στοιχεία καθυστέρησης της πτώσης. Οι διακόπτες ισχύος κατασκευάζονται από 20-5000A. Οι επαφές ισχύος απομακρύνονται με την βοήθεια ελατηρίου που πρέπει να οπλιστεί μετά την πτώση του διακόπτη. Ο οπλισμός γίνεται χειροκίνητα με κουμπί, μοχλό ή με κινητήρα τηλεχειριζόμενα. Τα χαρακτηριστικά των διακοπτών ισχύος είναι:

- Û Η τάση
- Û Το ονομαστικό συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα .
- Û Το θερμικό ρεύμα του 1sec, δηλαδή η αντοχή των επαφών για 1 sec .
- Û Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα απόζευξης, το μέγιστο ρεύμα δηλαδή που μπορεί να αποζεύξει ο διακόπτης ισχύος .
- Û Περιοχή ρύθμισης θερμικού στοιχείου .
- Û Περιοχή ρύθμισης στιγμιαίου (ηλεκτρομαγνητικού) στοιχείου, αν υπάρχει .
- Û Ρελαί έλλειψης τάσης και ρύθμισής του, αν υπάρχει .
- Û Ρελαί υπέρτασης και ρύθμισής του, αν υπάρχει .
- Û Μηχανισμός οπλισμού με κινητήρα, αν υπάρχει .
- Û Βοηθητικές επαφές για σήμανση, μανδάλωση κλπ .
- Û Σύστημα ψύξης επαφών με ανεμιστήρα σε μεγάλους διακόπτες .
- Û Διακόπτες μεγάλης ισχύος μπορεί να απαιτούν βοηθητικές τάσεις που πρέπει να προέρχονται από δίκτυο αδιάλειπτης τάσης .



Οι διακόπτες ισχύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Ø Σαν διακόπτες ισχύος για προστασία διανομών
 - Με σταθερά θερμικά και μαγνητικά στοιχεία.
 - Με σταθερά θερμικά και ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία
 - Με ρυθμιζόμενα θερμικά και μαγνητικά στοιχεία
- Ø Σαν διακόπτες ισχύος για προστασία κινητήρων
 - Χωρίς ρύθμιση της κατηγορίας απόζευξης, χωρίς ευαισθησία φάσης, με σταθερά μαγνητικά στοιχεία .
 - Με ρύθμιση της κατηγορίας απόζευξης, με ευαισθησία έλλειψης φάσης, με σταθερά μαγνητικά στοιχεία .
- Ø Σαν διακόπτες ισχύος για εκκινητές με ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία, χωρίς θερμικά στοιχεία .
- Ø Σαν αποζεύκτες ισχύος, με σταθερά μαγνητικά στοιχεία, χωρίς θερμικά στοιχεία .

Οι διακόπτες ισχύος προορίζονται και για προστασία αγωγών, καλωδίων, μπαταριών, κινητήρων καθώς και άλλων τμημάτων μιας εγκατάστασης από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα.

Έτσι είναι κατάλληλοι για χρήση σαν:

- § Διακόπτες εισόδου διανομής σε πίνακες .
- § Γενικοί διακόπτες όταν συνδυαστούν με περιστροφικό χειριστήριο πόρτας .
- § Διακόπτες προστασίας σε διανομή καταναλωτών .
- § Διακόπτες ανάγκης όταν ο διακόπτης είναι εφοδιασμένος με πηνίο έλλειψης τάσης και σε συνδυασμό με αντίστοιχο εφεδρικό κύκλωμα .

Αν οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος για προστασία γραμμών και κινητήρων έχουν την απαιτούμενη, για την θέση την οποία βρίσκονται, ισχύ διακοπής δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ασφαλειών τήξης στη γραμμή.

Αν όμως το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα βραχυκύκλωσης που μπορεί να διακόψει το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο του αυτόματου τότε

θα πρέπει να τοποθετηθούν πριν από αυτόν ασφάλειες τήξης οι οποίες θα λειτουργούν πριν τον αυτόματο.

Διακόπτες ισχύος προτιμώνται των ασφαλειών όταν δεν μπορεί να γίνει επιλεκτική η συνεργασία με τα άλλα μέσα προστασίας. Συνήθως αυτό εμφανίζεται σε ρεύματα άνω των 400Α.

Αυτόματοι διακόπτες προστασίας έναντι υπερρεύματος:

Είναι διακόπτες ισχύος που ανοίγουν αυτόματα σε ένα καθορισμένο χρόνο, εφόσον το ρεύμα υπερβεί μια καθορισμένη τιμή. Σκοπό έχουν την προστασία του εξοπλισμού από υπερβολική θερμοκρασία σε υπερφορτίσεις και από την μηχανική και θερμική καταπόνηση που προκαλούν τα βραχυκυκλώματα.

Αποτελούνται κυρίως από δύο ή τρία μέρη:

- Το μέρος του διακόπτη ισχύος, δηλαδή τις επαφές με θάλαμο σβέσης .
- Το θερμικό στοιχείο ή τον H/N που δίνει εντολή στον διακόπτη ισχύος να ανοίξει, παρέχοντας προστασία μιας γραμμής ή μιας συσκευής από παρατεταμένη υπερφόρτιση .
- Ενδεχομένως το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο που δίνει εντολή στο διακόπτη ισχύος να ανοίξει σχεδόν ακαριαία (σε χρόνο 10-100 ms) όταν το ρεύμα υπερβεί μια τιμή. Αυτό λέγεται και στιγμιαίο στοιχείο.

Συχνά οι αυτόματοι συνοδεύονται και από ρελαί υπότασης ή υπέρτασης που δίνουν εντολή πτώσης αν η τάση πέσει Π.χ. στο 90% ή ανέβει στο 110%. Αυτά χρησιμοποιούνται σε αυτόματους προστασίας κινητήρων. Ανάλογα με το τι προστατεύουν οι αυτόματοι διακρίνονται σε αυτόματους γραμμών, συσκευών, κινητήρων και διακόπτες ισχύος για εγκαταστάσεις διανομής.



Μικροαυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων:

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων έχουν χειρισμό δύο μπουτόν (stop-start) και μπορούν να έχουν θερμική και μαγνητική προστασία ή μόνο μαγνητική προστασία με περιστροφικό ή ON-OFF χειριστήριο. Κατασκευάζονται για κινητήρες με ονομαστικό ρεύμα μέχρι 25Α. Χαρακτηριστικά στοιχεία είναι:

- Η ονομαστική τάση λειτουργίας .
- Η ονομαστική ισχύς .
- Η κατηγορία λειτουργίας .
- Η ρύθμιση θερμικής προστασίας .
- Η ρύθμιση μαγνητικής προστασίας.

3. 9.4.3 Θερμικά ρελαί προστασίας κινητήρων

Τα θερμικά είναι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για την προστασία των κινητήρων από υπερφορτίσεις και όχι από βραχυκυκλώματα για τα οποία πρέπει να υπάρχουν ασφάλειες ή αυτόματοι διακόπτες ισχύος. Τα θερμικά συνδέονται με τα ρελαί ισχύος των κινητήρων και ελέγχουν την λειτουργία τους.

Ο απλό τύπος θερμικού αποτελείται από τρεις επαφές εισόδου, τρία διμεταλλικά ελάσματα, τρεις επαφές εξόδου και τις επαφές ελέγχου 95-96 κλειστή και 95-98 ανοιχτή ή 95-96 κλειστή και 97-98 ανοιχτή. Στο θερμικό επίσης υπάρχουν ο μηχανισμός για την περιοχή ρύθμισης του θερμικού και τα κουμπιά stop, reset.

Χαρακτηριστικά στοιχεία των θερμικών ρελαί είναι η κλάση με βάση το χρόνο διακοπής και η περιοχή ρύθμισης του θερμικού.

Η επιλογή γίνεται με βάση:

- Την κλάση προστασίας .
- Το χρόνο διακοπής .
- Την περιοχή ρύθμισης .
- Την τάση του κυκλώματος ελέγχου .
- Την τάση του κυκλώματος ισχύος .
- Την προστασία του από βραχυκυκλώματα .
- Το ρελαί ισχύος με το οποίο μπορεί να συνδεθεί .
- Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος .
- Το θερμικό ρεύμα της κλειστής επαφής του βοηθητικού κυκλώματος (μέγιστο διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα μέσα από την κλειστή επαφή 95-96) .
- Τη δυνατότητα για χειροκίνητο ή αυτόματο reset ή και τα δύο.



4. 9.4.4 Μικροαυτόματοι προστασίας γραμμών

Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται στην αναχώρηση γραμμών για την προστασία τους αφού προσφέρουν:

1. Θερμική προστασία (θερμικό στοιχείο). Σε περίπτωση υπερφόρτισης θερμαίνεται ένα διμεταλλικό στοιχείο, κάμπτεται και διακόπτεται το κύκλωμα .
2. Μαγνητική προστασία (μαγνητικό στοιχείο). Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, ο ηλεκτρομαγνήτης προκαλεί την έλξη του σπλισμού και το άνοιγμα των επαφών του αυτόματου .

Οι μικροαυτόματοι έχουν τυποποιηθεί σύμφωνα με τους κανονισμούς. Τα τυποποιημένα ρεύματα τους είναι 4-63A. κατασκευάζονται σε μονοπολική ή τριφασική μορφή για 230/400V και διακόπτουν τα ίδια ρεύματα για τάσεις 60- 110V DC. Ο χειρισμός τους μπορεί να γίνει χειροκίνητα (κλείσιμο-άνοιγμα), το άνοιγμά τους όμως γίνεται και αυτόματα μέσω εντολής από το θερμικό ή το ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο.

Τα βασικά μέρη μιας αυτόματης ασφάλειας είναι:

- Η κινητή επαφή .
- Η σταθερή επαφή .
- Το ελατήριο .
- Το θερμικό στοιχείο .
- Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο .
- Ο θάλαμος σβέσης τόξου .

Τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία είναι:

- Η τάση .
- Το ονομαστικό ρεύμα I_N .

- Û Το μικρό και μεγάλο ρεύμα δοκιμής, αυτά αφορούν κυρίως το θερμικό στοιχείο .
- Û Η ικανότητα διακοπής σε σφάλμα. Χωρίζονται σε τρεις ομάδες με αντίστοιχες ικανότητες διακοπής 3,6-10 A .
- Û Η κλάση περιορισμού ροής του ρεύματος. Οι κλάσεις είναι 1,2,3 .
- Û Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου .



Οι μικροαυτόματοι έχουν περιορισμένη ικανότητα διακοπής ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβαίνει την ικανότητα διακοπής του μικροαυτόματου πρέπει να προταχθεί μια ασφάλεια που μπορεί να είναι από 2-4 βαθμίδες μεγαλύτερη.

Η σχέση ρεύματος πτώσης σκανδαλισμού και χρόνου λέγεται χαρακτηριστική. Οι χαρακτηριστικές ονομάζονται A, B, C, O και διαφέρουν στο ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο.

Ειδικότερα η χαρακτηριστική A έχει προβλεφθεί για γραμμές που τροφοδοτούν ημιαγωγούς όπου το ρεύμα που προκαλεί την πτώση είναι τριπλάσιο. Αντί της A μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Z. Η χαρακτηριστική B αφορά κυκλώματα κατοικιών, γραφείων όπου δεν τροφοδοτούνται κινητήρες Π.χ. κλιματιστικά. Η C έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης όπως κινητήρες, φωτιστικά ισχύος. Η O για κυκλώματα συσκευών με πολύ υψηλά κρουστικά ρεύματα όπως Μ/Σ ισχύος, πηνία, πυκνωτές. Αντί της O μπορεί να χρησιμοποιηθεί η K.

5. 9.4.5 Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ)

Οι διακόπτες αυτοί χρησιμοποιούνται για την προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας ή και κατά της πυρκαγιάς. Κατασκευάζονται για ΔΔΡ χωρίς στοιχείο προστασίας υπερρεύματος και για ΔΔΡ με επιπλέον στοιχείο προστασίας υπερρεύματος. Δηλαδή υπάρχουν ΔΔΡ συνδυασμένοι με μικροαυτόματο διακόπτη ισχύος.

Ο ΔΔΡ λειτουργεί ως εξής Παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς γη και αν αυτό υπερβεί μια τιμή, συνήθως 30mA τότε αποξεύγει το κύκλωμα σε όλους τους πόλους (φάσεις και ουδέτερο) σε 0,2 sec περίπου. Ο ΔΔΡ έχει ως βασικό του στοιχείο έναν αθροιστικό Μ/Σ ρεύματος τύπου δακτυλίου. Στο πρωτεύον περνούν τα ρεύματα φάσεων I_1 I_2 I_3 και του

ουδετέρου I_N και στο δευτερεύον περνά ένα ρεύμα ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των τεσσάρων ρευμάτων, εφόσον έχουμε σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Αν δεν υπάρχει διαρροή ρεύματος τότε το άθροισμα των ρευμάτων είναι μηδέν γιατί το ρεύμα των τριών φάσεων επιστρέφει μέσω του ουδετέρου. Το δευτερεύον του Μ/Σ 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 του ουδετέρου είναι ίσο με το ρεύμα σφάλματος I_F , $I_1+I_2+I_3-I_N=I_F$.

Η λειτουργία του ΔΔΡ γίνεται με μόνιμο μαγνήτη. Το ζύγωμα έλκεται και κρατά τις επαφές κλειστές όταν δεν υπάρχει διαφορικό ρεύμα. Για διαφορικό ρεύμα διάφορο του μηδενός δεν υπάρχει μαγνητική ροή μέσα από το μαγνήτη.

Με την γήρανση του μαγνήτη το διαφορικό ρεύμα που ακυρώνει την μαγνητική ροή γίνεται μικρότερο του ονομαστικού (30 mA). Δηλαδή με την πάροδο του χρόνου βρισκόμαστε στην πιο ασφαλή πλευρά.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το διαφορικό ρεύμα έχει ισχυρή DC συνιστώσα ή λόγω ύπαρξης φορτίων με ηλεκτρονικά ισχύος υπάρχουν AC και ωστικά ρεύματα. Τότε ένας συνηθισμένος ΔΔΡ θα ανοίξει αργότερα από τα 30mA. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται ο παντός ρεύματος ΔΔΡ (universal RCD). Ο ΔΔΡ επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε δίκτυο TT (άμεσης γείωσης) σαν κύριο μέσο προστασίας διότι έτσι επιτυγχάνεται η προστασία ακόμα και σε μεγάλες αντιστάσεις γείωσης.

Εφαρμόζεται επίσης και στο δίκτυο TN-S (ουδετερογειωμένο δίκτυο) ή στον κεντρικό πίνακα ή και στους επιμέρους πίνακες. Ο ΔΔΡ συνδέεται μετά τον γενικό διακόπτη του κεντρικού πίνακα διανομής προστατεύοντας έτσι όλη την εγκατάσταση.

Οι ΔΔΡ με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα $I_{\Delta N}=30mA$ προσφέρουν προστασία στην περίπτωση που γίνεται άμεση επαφή ανθρώπου με γυμνό αγωγό, Π.χ. χέρι στη φάση και πόδια στην γη. Δεν προσφέρουν όμως πάντα προστασία στην περίπτωση που ο άνθρωπος θα βραχυκυκλώσει με τα χέρια του φάση και ουδέτερο γιατί το κύριο μέρος του ρεύματος σφάλματος περνά από το σώμα και όχι από τον ΔΔΡ. Σε αντίθεση με άλλα μέσα προστασίας, Π.χ. διακόπτες διαφυγής τάσης ΔΔΤ, έχουμε στους ΔΔΡ και προστασία κατά της πυρκαγιάς γιατί περιορίζεται άμεσα το ρεύμα διαρροής προς γη.

Έτσι εμποδίζονται ηλεκτρικά τόξα από φάση προς γη που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιές.

Για προστασίας έναντι πυρκαγιάς ο ΔΔΡ συνδέεται στον κεντρικό πίνακα και ρυθμίζεται πχ στα $I_{\Delta N}=0,5A$ και χρονική καθυστέρηση πτώσης άνω των 1-5sec. Οι ΔΔΡ με $I_{\Delta N}=30mA$ συνίστανται πάντα σε καταναλωτές με ουδετέρωση και ιδιαίτερα εκεί που υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας δηλαδή όπως μαγειρεία, εγκαταστάσεις σε κήπους, μπάνια και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.

Μεγάλοι καταναλωτές δεν προστατεύονται μόνο με ένα ΔΔΡ αλλά με πολλούς αφού χωριστούν σε ομάδες των Π.χ. 43-60A. Αυτό διασφαλίζει την ανεξαρτησία των κυκλωμάτων και εξασφαλίζει μικρότερο χωρητικό ρεύμα προς τη γη, που μπορεί να προκαλέσει μια ανεπιθύμητη πτώση του ΔΔΡ. Σε πολλά παράλληλα κυκλώματα με ΔΔΡ, οι ουδέτεροι δεν πρέπει να είναι συνδεδεμένοι μετά τους ΔΔΡ. Μειονέκτημα του ΔΔΡ μπορεί να είναι η περιορισμένη ετοιμότητά του και αυτό επιδεινώνεται όταν δεν συντηρείται. Για τον λόγο αυτό πρέπει να δοκιμάζεται κάθε 6 μήνες.

Η δοκιμή του γίνεται με ένα κύκλωμα το οποίο είναι ενσωματωμένο μέσα τους και πατώντας το διακόπτη δοκιμής P το ρεύμα μέσω της αντίστασης προκαλεί την απόζευξη.

Αν ο ΔΔΡ πέφτει, δηλαδή δεν μπορεί να κρατηθεί σε κατάσταση εντός, τότε υπάρχει διαρροή ή γεφύρωση του ουδέτερου με τη γη ή με την φάση. Πτώση του ΔΔΡ, επίσης, συμβαίνει αν μετά το ΔΔΡ έχει γειωθεί ο ουδέτερος, κάτι που δεν επιτρέπεται.

Η πτώση προκαλείται όταν συνδεθούν φορτία, έτσι μπορεί κανείς να εντοπίσει το σημείο όπου υπάρχει λανθασμένη σύνδεση, ανοιγοκλείνοντας τους διακόπτες των διαφόρων φορτίων. Ορισμένα κυκλώματα, όπως συναγερμοί, καταψύκτες, ψυγεία, κυκλώματα ελέγχου Κ.α., δεν πρέπει να προστατεύονται έναντι ηλεκτροπληξίας από ΔΔΡ αλλά από άλλη μέθοδο προστασίας.

Τα χαρακτηριστικά των ΔΔΡ είναι:

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

Υπάρχουν ΔΔΡ για τριφασικά και μονοφασικά κυκλώματα. Οι ΔΔΡ που προσφέρονται στο εμπόριο είναι ρυθμισμένοι για απόζευξη ρευμάτων σφάλματος $I_{\phi} = 10 \dots 100 \text{mA}$.

XI. 10. Πίνακες ΜΤ

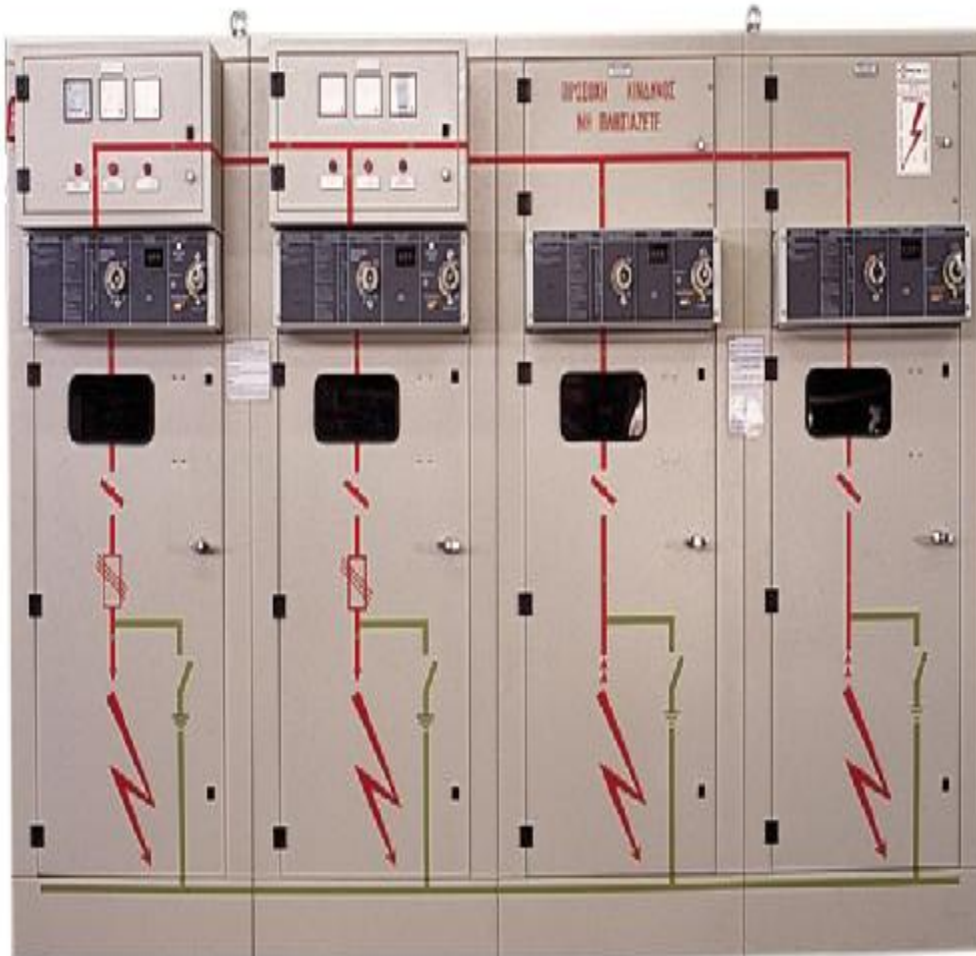
Η εγκατάσταση Μ.Τ. του καταναλωτή γίνεται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα σε κλειστούς χώρους.

Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τα εξής:

- Πρέπει να γίνονται χειρισμοί από έξω, χωρίς κίνδυνο της ζωής, και να φαίνονται οι ορατές επαφές των αποζευκτών .
- Πρέπει, σε σφάλματα, το τόξο να περιορίζεται και να μην προκαλεί ζημιές στις γειτονικές συσκευές .
- Πρέπει να υπάρχει δυνατότητα εκτόνωσης των αερίων σε σφάλματα.
- Πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος για την εκτέλεση εργασιών .

Ο πίνακας Μ.Τ. του καταναλωτή είναι το σημείο της ηλεκτρικής εγκατάστασης όπου έρχονται (αφίξεις) τα παροχικά καλώδια από τη ΔΕΔΔΗΕ και φεύγουν (αναχωρήσεις) τα καλώδια για τους Μ/Σ ισχύος ή για άλλο πίνακα Μ.Τ.. Ο πίνακας Μ.Τ. αποτελείται από μια ή περισσότερες κυψέλες ή πεδία και κάθε αναχώρηση απασχολεί ένα τέτοιο πεδίο.

Τα τοιχώματα των κυψελών είναι από λαμαρίνα χαλύβδινη, πάχους 1,5 mm τουλάχιστον. Πολλές κατασκευές γίνονται με λαμαρίνα χαλύβδινη 3 mm, για λόγους στιβαρότητας και αντοχής στο ηλεκτρικό τόξο.



Οι κυψέλες για 20 kV έχουν διαστάσεις:

- § Πλάτος 0.70 έως 1.20 m
- § Βάθος 1.00 έως 1.20 m
- § Ύψος 2.00 έως 2.50 m



Η συναρμολόγηση του πίνακα γίνεται από εμπρός, συνεπώς πρέπει να υπάρχει σε κάθε κυψέλη μια πόρτα, στην οποία επιπλέον υπάρχει σχεδιασμένο το μονογραμμικό διάγραμμα της κυψέλης. Τα καλώδια συνήθως έρχονται από το κάτω μέρος του πίνακα, για αυτό και θα πρέπει να προβλέπονται ειδικά χαντάκια.

A. 10.1 Κατασκευαστικά μέρη μιας τυπικής κυψέλης

1. Διαμέρισμα ζυγών ΜΤ. Οι χάλκινες μπάρες (ζυγοί) κατασκευάζονται από ηλεκτρολυτικό χαλκό διατομής τουλάχιστον 40 x 4 mm. Στηρίζονται σε μονωτήρες εποξειδικής ρητίνης με ύψος τουλάχιστον 210 mm και βιδώνονται με καδμιωμένους κοχλίες M12.

2. Διαμέρισμα ΧΤ. Στο διαμέρισμα αυτό υπάρχουν οι κλεμμοσειρές στις οποίες καταλήγουν όλα τα ηλεκτρικά μέρη της κυψέλης, όπως τα δευτερεύοντα τυλίγματα των Μ/Σ μέτρησης, οι βοηθητικές επαφές και τα πηνία λειτουργίας του διακόπτη ισχύος κ.λ. π. Στην πόρτα του

διαμερίσματος υπάρχουν τα όργανα μέτρησης (π.χ. Α-μετρα) και τα όργανα προστασίας (π.χ. ηλεκτρονόμος υπερέντασης).

3. Αποζεύκτης κενού ή διακόπτης φορτίου (μανδαλωμένος με τον γειωτή). Προτιμάται ο διακόπτης φορτίου αν και είναι οικονομικά ακριβότερος. Αν χρησιμοποιηθεί αποζεύκτης κενού, πρέπει να μανδαλωθεί με τον ΔΙ. βασική λειτουργία του διακόπτη είναι η δημιουργία ορατής απομόνωσης του κυκλώματος των 20 kV σε περίπτωση που θέλουμε να συντηρήσουμε το κύκλωμα.

4. Διακόπτης ισχύος SF6 ή πτωχού ελαίου σταθερού τύπου. Ο διακόπτης είναι προσαρμοσμένος με βίδες και χάλκινες μπάρες, με το διακόπτη φορτίου και τους Μ/Σ έντασης.

5. Μηχανισμός χειρισμού Δ/Ι. Περιέχει τα ελατήρια κλεισίματος και ανοίγματος, το μηχανισμό τάνυσης των ελατηρίων (χειροκίνητο ή ηλεκτροκίνητο), τα πηνία κλεισίματος και ανοίγματος, τις βοηθητικές επαφές κ.α. Τα ηλεκτρικά μέρη του συνδέονται με εύκαμπτα καλώδια στις κλεμμοσειρές που υπάρχουν στο διαμέρισμα ΧΤ.

6. Μετασχηματιστές έντασης για μέτρηση και προστασία. Τα δευτερεύοντα τυλίγματα συνδέονται με εύκαμπτα καλώδια που υπάρχουν στο διαμέρισμα ΧΤ. Οι κλέμμες που χρησιμοποιούνται είναι ειδικές, ώστε αν μην μένουν ανοιχτά ποτέ τα δευτερεύοντα.

7. Γειωτής, μανδαλωμένος με τον διακόπτη φορτίου. Σκοπός του είναι ο μηδενισμός των στατικών φορτίων κατά μήκος του καλωδίου και η γείωση του κυκλώματος κατά την εργασία συντήρησής του.

8. Καλώδιο Μ.Τ προς το φορτίο, δηλαδή προς το ΜΙΣ ισχύος του ΥΙσ. συνήθως είναι τρία μονοπολικά καλώδια τύπου Ν2ΧSY με μόνωση από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE, διατομής 50 mm². Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον τερματισμό των καλωδίων με τη χρήση των ειδικών ακροκεφαλών.

9. Χαντάκι για την όδευση των καλωδίων βάθους τουλάχιστον 0,5 m. Το βάθος του χαντακιού είναι κρίσιμο, διότι τα καλώδια Μ.Τ. έχουν μια ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας περίπου R= 0,5 m που δεν πρέπει να υπερβούμε, αλλιώς θα τραυματίσουμε τη μόνωσή τους.

10. Παράθυρο ελέγχου του εσωτερικού της κυψέλης και ειδικότερα της θέσης του αποζεύκτη φορτίου.

11. Μονογραμμικό διάγραμμα της συνδεσμολογίας της κυψέλης στην μπροστινή επιφάνεια

12. Χωρίσματα από χαλυβδοέλασμα (λαμαρίνα πάχους 2 mm.)

B. 10.2 Πίνακες ΧΤ

Οι πίνακες Χ.Τ. διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- § Γενικοί πίνακες διανομής .
- § Πίνακες κίνησης .
- § Πίνακες φωτισμού.
- § Πίνακες αντιστάθμισης

Στο εσωτερικό των πινάκων βρίσκονται τα όργανα προστασίας και ελέγχου των κυκλωμάτων που τροφοδοτούν. Το μέγεθος των πινάκων εξαρτάται από την ισχύ της παροχής και από τον αριθμό των επιμέρους κυκλωμάτων. Το είδος των πινάκων εξαρτάται από τον βαθμό προστασίας (από νερό, σκόνη, υγρασία κ.λ.π.) και από το περιβάλλον που θα τοποθετηθεί.

1. 10.2.1 Γενικοί πίνακες διανομής

Ο γενικός πίνακας διανομής μπορεί να περιέχει ένα γενικό ΔΦ με ασφάλειες ή ένα γενικό αυτόματο ΔΙ και τροφοδοτεί τους πίνακες φωτισμού και τους πίνακες κίνησης της εγκατάστασης. Οι γενικοί πίνακες διανομής ΧΤ που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία, σε μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις και σε Υ/Σ διανομής ΧΤ αμέσως μετά τον Μ/Σ λέγονται και πίνακες πεδίου και τυποποιούνται σε δύο κατηγορίες:

Σταθερού τύπου:

Οι πίνακες σταθερού τύπου έχουν τους αυτόματους διακόπτες και τους Δ/Φ σταθερά τοποθετημένους σε φορείς χειριζόμενους απ' έξω. Οι μαχαιρωτοί διακόπτες, οι ασφαλειο-αποζεύκτες και οι μικροαυτόματοι χειρίζονται από μέσα. Όργανα, μπουτόν και ενδεικτικές λυχνίες είναι πάνω στην πόρτα. Η συρμάτωση προτιμάται να γίνεται μέσω κλεμμών και όχι απ' ευθείας.

Συρόμενου τύπου:

Οι πίνακες συρόμενου έχουν κάθε αναχώρηση σαν μια ενιαία μονάδα η οποία είναι πλήρως συνδεσμολογημένη και συρματομένη σε ένα συρτάρι. Το συρτάρι είναι άμεσα εναλλάξιμο με ένα ανταλλακτικό, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμο. Η είσοδος προς τον διακόπτη και η αναχώρηση προς το φορτίο γίνεται βυσματοτά. Υπάρχουν τέσσερις θέσεις του συρταριού στον πίνακα:

- § Θέση λειτουργίας
- § Θέση δοκιμής
- § Θέση stand by
- § Θέση εκτός

Η σύνδεση της γραμμής εισόδου γίνεται απ' ευθείας στον διακόπτη μέσω μπαρών από τον Μ/Σ ή μέσω καλωδίου. Η σύνδεση των καλωδίων αναχωρήσεων γίνεται απ' ευθείας επί των συσκευών και μέσω κλεμμών με καλώδια. Το ύψος των γενικών πινάκων διανομής κυμαίνεται από 2 – 2.2 m και το πλάτος από 0.5 – 0.8 m. Στηρίζονται πάνω στο έδαφος ή σε ιδιαίτερη βάση.

2. 10.2.2 Πίνακες κίνησης

Τα είδη των πινάκων κίνησης που χρησιμοποιούνται είναι:

- § Εξωτερικός πλαστικός πίνακας διαφόρων τύπων προστασίας.
- § Πίνακες κιβωτίων, ο οποίος αποτελείται από πολλά μικρότερα κιβώτια που συνδέονται μεταξύ τους έτσι ώστε να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο.
- § Εξωτερικός μεταλλικός πίνακας .

3. 10.2.3 Πίνακες φωτισμού

Στις οικιακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο χωνευτοί πλαστικοί ή μεταλλικοί πίνακες. Τα κυκλώματα που αναχωρούν απ' αυτούς είναι πάντα μονοφασικά.

Ενώ η τροφοδοσία τους μπορεί να είναι η μονοφασική ή τριφασική ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού της εγκατάστασης.

XII. 11. Αντιστάθμιση άεργου ισχύος

Οι περισσότερες από τις ηλεκτρικές καταναλώσεις σήμερα περιέχουν τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω ηλεκτρικά στοιχεία:

- § Ηλεκτρικούς κινητήρες
- § Μετασχηματιστές
- § Πηνία ισχύος

Τα παραπάνω ηλεκτρικά στοιχεία χαρακτηρίζονται επαγωγικά και απαιτούν μαγνητικό πεδίο για να λειτουργήσουν. Το μαγνητικό πεδίο, παρότι δεν παράγει έργο, για τη δημιουργία και διατήρηση του απαιτεί ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο πρέπει να παρασχεθεί από την ΔΕΔΔΗΕ.

Το ρεύμα αυτό είναι η άεργη συνιστώσα που αθροιζόμενη διανυσματικά με την πραγματική συνιστώσα αποτελούν το συνολικό απορροφούμενο ρεύμα μιας εγκατάστασης

Τα ρεύματα αυτά μεταφέρουν την άεργη ισχύ που χρησιμοποιείται στη δημιουργία των πεδίων και την πραγματική ισχύ, που μετατρέπεται σε χρήσιμο έργο, το διανυσματικό άθροισμα των δύο αποτελεί την φαινόμενη ισχύ.

Η έννοια της άεργου έχει στην πραγματικότητα να κάνει με ποσά ενέργειας που παλινδρομούν μεταξύ της πηγής (ΔΕΔΔΗΕ) και της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τα μαγνητικά πεδία, επειδή το ρεύμα που τα δημιουργεί είναι εναλλασσόμενο, μεταβάλλονται και εναλλάσσονται συνεχώς, στη φάση της δημιουργίας ή αύξησης της έντασης τους απορροφούν ηλεκτρική ενέργεια από την πηγή (ΔΕΔΔΗΕ), κατά την μείωση της έντασης ή της κατάρρευσης τους επιστρέφουν το ίδιο ποσό ενέργειας πίσω στην πηγή.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την επιβάρυνση του λογαριασμού του καταναλωτή, τις επιπλέον απώλειες στα καλώδια τροφοδοσίας του δικτύου, την σημαντική πτώση τάσης στο δευτερεύον του Μ/Σ διανομής και την αύξηση των απωλειών του Μ/Σ.

Σκοπός της αντιστάθμισης είναι η μείωση της άεργου ισχύος που απορροφά μια ηλεκτρική εγκατάσταση από τη ΔΕΔΔΗΕ, έτσι ώστε η πραγματική ισχύς να πλησιάσει όσο το δυνατόν την φαινόμενη και άρα ο συντελεστής ισχύος να πλησιάσει τη μονάδα. Η αντιστάθμιση επιτυγχάνεται κυρίως με την χρήση πυκνωτών, που τοποθετούνται παράλληλα με τα επαγωγικά φορτία, έτσι ώστε η ενέργεια που είναι απαραίτητη για την δημιουργία των

μαγνητικών τους πεδίων να μην παλινδρομεί μεταξύ ΔΕΔΔΗΕ και εγκατάστασης αλλά μεταξύ των πηνίων και των πυκνωτών της ίδιας της εγκατάστασης.

Οι πυκνωτές δηλαδή παρέχουν στα πηνία την ενέργεια που χρειάζονται κατά την φάση της δημιουργίας των μαγνητικών τους πεδίων και αποθηκεύουν την ενέργεια που επιστρέφουν τα πηνία όταν τα πεδία τους καταρρέουν για να τους την δώσουν ξανά στον επόμενο κύκλο δημιουργίας - κατάρρευσης κ.ο.κ.



Πεδίο πυκνωτών αντιστάθμισης άεργου ισχύος

A. 11.1 Βελτίωση άεργου ισχύος- Πλεονεκτήματα

Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος, με στόχο την επίτευξη $\cos\phi > 0,95$, παρέχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής
Μείωση του ρεύματος που ρέει στους αγωγούς του συστήματος παραγωγής - διανομής του

ΔΕΔΔΗΕ (μείωση ζήτησης) με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ικανότητα απόκρισης του σε αυξημένα φορτία και τη σημαντική μείωση απωλειών ισχύος στα δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής.

- Ø Μείωση της Χρεωστέας Μέγιστης Ζήτησης (ΧΜΖ) που εμφανίζεται σε κάποια από τα βιομηχανικά τιμολόγια πελατών ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ, με αποτέλεσμα μικρότερους μηνιαίους λογαριασμούς.
- Ø Μείωση των απωλειών ισχύος στο καλώδιο παροχής, από το μετρητή του ΔΕΔΔΗΕ μιας εγκατάστασης μέχρι την συστοιχία των πυκνωτών, λόγω της μείωσης του απορροφούμενου ρεύματος.
- Ø Αύξηση της πραγματικής παρεχόμενης ισχύος λόγω του μικρότερου κορεσμού των καλωδίων
- Ø Δυνατότητα χρήσης μικρότερου Μ/Σ για την κάλυψη της αντισταθμισμένης εγκατάστασης.

Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος συνίσταται να γίνεται για τιμές άνω των 0,85. Αρκεί όμως ένας ΣΙ 0.9 – 0.95 διότι η περαιτέρω διόρθωση επιβαρύνει υπερβολικά το κόστος σε πυκνωτές.

Εκτός αυτού δεν επιτρέπεται η υπεραντιστάθμιση δηλαδή το χωρητικό $\cos\phi$. Οι πυκνωτές που απαιτούνται για την αντιστάθμιση έχουν ισχύ :

$$Q_c = P(\tan_{\phi 2} - \tan_{\phi 1})$$

Η κεντρική αντιστάθμιση χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές μονάδες. Η τοπική είναι κατάλληλη για επαγωγικούς κινητήρες και Μ/Σ διανομής.

Ένας γενικός κανόνας είναι ότι προτιμάται να γίνεται αντιστάθμιση άεργου ισχύος όσο το δυνατόν πιο κοντά στην συσκευή που χρειάζεται για την μείωση του κορεσμού των αγωγών.

Η προστασία των πυκνωτών αντιστάθμισης γίνεται με :

- ü ασφάλεια
- ü θερμική ασφάλεια
- ü μηχανική αποσύνδεση
- ü υλικά για απαγωγή θερμοκρασίας
- ü συνδυασμό ψυκτρών αποστατών και άφλεκτων μονωτικών υλικών.

XIII. 12. Συντήρηση Υ/Σ

Η συντήρηση του Υ/Σ πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να περιλαμβάνει ολόκληρο τον Υ/Σ. Είναι απαραίτητο να γίνεται:

1. Στους πίνακες Μ.Τ.
 - ü Πλήρης έλεγχος όλων των εντός του πίνακα στοιχείων ότι λειτουργούν κανονικά.
 - ü Πλήρης καθαρισμός των μονωτήρων, των επαφών και να τοποθετείται λιπαντικό στις επαφές.
 - ü Έλεγχος των αυτόματων διακοπών και λίπανση των μηχανισμών τους .
 - ü Έλεγχος των ρελαί προστασίας με την χρήση των Μ/Σ εντάσεως .

- Έλεγχος των εντολών των δύο πλωτήρων Buchholz.
 - Έλεγχος και σύσφιξη όλων των κοχλιών των ζυγών και συσκευών.
2. Πίνακες χειρισμών
 - Έλεγχος της λειτουργίας και όλων των δυνατοτήτων χειρισμών που έχουν.
 3. Πίνακες Χ.Τ.
 - Έλεγχος και καθαρισμός μονωτήρων όλων των στοιχείων του πίνακα και ότι λειτουργούν κανονικά .
 - Έλεγχος όλων των επαφών και επικάλυψή τους με κατάλληλο λιπαντικό .
 4. Μ/Σ
 - Έλεγχος στάθμης ελαίου .
 - Έλεγχος και καθαρισμός μονωτήρων και σύσφιξη των ακροδεκτών .
 - Δειγματοληψία ελαίου από το κάτω μέρος του Μ/Σ για τη διαπίστωση της διηλεκτρικής αντοχής του λαδιού.
 5. Κύκλωμα γείωσης .
 - Να εξετάζεται αν όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες με την γείωση
 - Έλεγχος της συνολικής γείωσης με γέφυρα μετρήσεως της ωμικής αντιστάσεως και καταγραφή της στο βιβλίο συντηρήσεως του Υ/Σ.

XIV. 13. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις βιομηχανικών χώρων

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις βιομηχανικών χώρων, σχετίζονται με τη διαχείριση και τον έλεγχο της ηλεκτρικής ισχύος που απορροφούν τα διάφορα ηλεκτρικά φορτία του βιομηχανικού χώρου και περιλαμβάνουν:

- ➔ **Τις εγκαταστάσεις κίνησης**, που αφορούν την τροφοδοσία με ηλεκτρική ισχύ, τον έλεγχο και την προστασία των ηλεκτρικών κινητήρων, που υπάρχουν σε διάφορες μηχανές παραγωγής έργου.
- ➔ **Τις εγκαταστάσεις φωτισμού**, που αφορούν την τροφοδοσία με ηλεκτρική ισχύ, τον έλεγχο και την προστασία φωτιστικών κυκλωμάτων.

Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι εγκαταστάσεις που απορροφούν μεγάλα ποσά ισχύος και η παροχή τους είναι πάντα τριφασική. Τα κυκλώματα των γραμμών τροφοδοσίας των διαφόρων ηλεκτρικών φορτίων της εγκατάστασης, ξεκινούν από τους Πίνακες Κίνησης (για τα φορτία κίνησης) και Φωτισμού (για τα φορτία φωτισμού) και η τροφοδοσία των Πινάκων αυτών γίνεται από τον Γενικό Πίνακα της βιομηχανικής εγκατάστασης.

Σε βιομηχανικές μονάδες, όπου ο καταναλωτής έχει ανάγκη ηλεκτρικής παροχής με ένταση μεγαλύτερη των 200 A - 250 A ανά φάση, επιβάλλεται η εγκατάσταση ιδιωτικού Υ/Σ.

A. 13.1 Διατομές και επιτρεπόμενα ρεύματα σε αγωγούς και καλώδια

Η επιλογή της κατάλληλης διατομής αγωγών και καλωδίων στις γραμμές τροφοδοσίας, γίνεται χρησιμοποιώντας πίνακες που συσχετίζουν διατομές αγωγών και καλωδίων με τα επιτρεπόμενα ρεύματα που τους διαρρέουν.

Η ικανότητα φόρτισης καλωδίων σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD384. Ο πίνακας αυτός δίνει τις ονομαστικές τιμές ρεύματος για εύκαμπτα καλώδια και για όλους τους τύπους καλωδίων σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος 30⁰C.

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

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

Πίνακας 14.1

Για θερμοκρασίες περιβάλλοντος διάφορες των 30⁰ C οι τιμές του πίνακα 14.1 μεταβάλλονται σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα 14.2

**Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C
Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος**

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

Πίνακας 14.2

B. 13.2 Διατάξεις προστασίας και ελέγχου

Οι διατάξεις προστασίας χρησιμοποιούνται για την προστασία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και των συσκευών που τροφοδοτούνται από αυτά, σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων. Τα όργανα αυτά θα πρέπει να διακόπτουν έγκαιρα την παροχή ηλεκτρικής ισχύος στα κυκλώματα αυτά.

Ø Ασφάλειες

Κάθε συσκευή ή γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να προστατεύεται με ασφάλειες τήξης ή αυτόματες ασφάλειες έναντι υπερεντάσεων που μπορούν να προκαλέσουν επικίνδυνες υπερθερμάνσεις στους ίδιους τους αγωγούς ή τις συσκευές.

→ Το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών τήξης, που τοποθετούνται στην αρχή των γραμμών, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας της γραμμής

Ονομαστικές τιμές ασφαλειών τήξης, με βάση τον πίνακα 14.1 δίνονται στον επόμενο πίνακα 14.3

Ονομαστική διατομή χάλκινου αγωγού σε mm ²	Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας σε (A) ΟΜΑΔΑ II, πίνακας 14.1	Ονομαστικό ρεύμα ασφαλειών σε (A) ΟΜΑΔΑ II, πίνακας 14.1
0,05	1	-
0,14	2	-
0,25	4,5	-
0,34	6	-
0,5	9	-
0,75	12	10
1	15	10
1,5	18	16
2,5	26	25 (20)
4	34	25
6	44	35
10	61	50
16	82	80
25	108	100
35	135	125
50	168	160
70	207	200
95	250	250
120	292	250
150	335	300
185	382	355
240	453	425
300	523	500
400	-	-

Οι ασφάλειες τήξης χαρακτηρίζονται, ανάλογα με τον χρόνο ενεργοποίησής τους, ως ασφάλειες ταχείας τήξης και βραδείας τήξης. Οι δεύτερες χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία ηλεκτρικών κινητήρων, όπου στην εκκίνησή τους έχουμε μεγάλα ρεύματα και επομένως με ασφάλειες ταχείας τήξης δεν θα ήταν δυνατή η εκκίνηση λόγω καταστροφής της ασφάλειας.

- Αυτόματες ασφάλειες (ή μικροαυτόματοι προστασίας γραμμών)
Είναι διατάξεις οι οποίες προσφέρουν θερμική προστασία σε περίπτωση υπερφόρτισης και μαγνητική σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Ανάλογα με τον χρόνο ενεργοποίησής και την ικανότητα διακοπής τους, υπάρχουν τέσσερις χαρακτηριστικοί τύποι μικροαυτόματων 'A', 'B', 'C' και 'D'.

Ο επόμενος πίνακας 14.4 δίνει τα ονομαστικά ρεύματα αυτόματων ασφαλειών σε (A) για όλους τους τύπους από στοιχεία κατασκευαστών.

Ονομαστικά ρεύματα τυποποιημένων αυτομάτων ασφαλειών σε (A) για τάση λειτουργίας 230/400 V, 50 Hz και ικανότητα διακοπής 6 kA				
Μονοπολική	Διπολική	Μονοπολική +N	Τριπολική	Τριπολική +N
Τύπος 'Α'				
1	1	-	1	-
1,6	1,6	-	1,6	-
2	2	-	2	-
3	3	-	3	-
4	4	-	4	-
6	6	-	6	-
10	10	-	10	-
16	16	-	16	-
20	20	-	20	-
25	25	-	25	-
32	32	-	32	-
40	40	-	40	-
Τύπος 'Β'				
6	6	6	6	-
10	10	10	10	-
13	13	13	13	-
16	16	16	16	-
20	20	20	20	-

Πίνακας 14.4

25	25	25	25	-
32	32	32	32	-
40	40	40	40	-
50	50	50	50	-
63	63	63	63	-
Τύπος 'C'				
6	6	6	6	6
8	8	8	8	8
10	10	10	10	10
13	13	13	13	13
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
20	20	20	20	20
25	25	25	25	25
32	32	32	32	32
40	40	40	40	40
50	50	50	50	50
63	63	63	63	63
80	80	-	80	80
100	100	-	100	100
125	125	-	125	125
Τύπος 'D'				
40	40	-	40	40
50	50	-	50	50
63	63	-	63	63
80	80	-	80	80
100	100	-	100	100
125	125	-	125	125

Πίνακας 14.4

Ø Διακόπτες

→ Αυτόματοι διακόπτες ισχύος

Είναι διατάξεις που παρέχουν θερμική και μαγνητική προστασία, η οποία επιτυγχάνεται με σταθερά ή ρυθμιζόμενα θερμικά ή μαγνητικά στοιχεία που φέρουν οι διακόπτες και κατασκευάζονται για μικρά έως και πολύ μεγάλα ρεύματα λειτουργίας. Χρησιμοποιούνται για προστασία από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα αγωγών, κινητήρων, συσκευών και άλλων τμημάτων μιας εγκατάστασης. Το στοιχείο υπερφορτίσεως ρυθμίζεται ώστε το ρεύμα διακοπής του να είναι ίσο με το ονομαστικό ρεύμα και το ηλεκτρομαγνητικό ρυθμίζεται ώστε να γίνεται διακοπή:

- για $I = 6 I_n$ για την προστασία των γραμμών και
- για $I = 12 I_n$ για την προστασία των κινητήρων

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως γενικοί διακόπτες εισόδου, σε πίνακες διανομής, αντί του συνδυασμού διακόπτη φορτίου - ασφάλειας τήξης.

Στον επόμενο πίνακα 14.5 δίνονται από κατασκευαστές, χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών και τετραπολικών αυτόματων διακοπών ισχύος.

Στοιχεία διακοπών ισχύος από κατασκευαστές			
Ονομαστικό ρεύμα (σε A)	Ρύθμιση θερμικού (σε A)	Ρύθμιση μαγνητικού (σε A)	Ικανότητα διακοπής (σε kA)
Τριπολικοί και τετραπολικοί από 16 – 125 A με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά μαγνητικά στοιχεία			
16	12,8 – 16	190	16
25	20 – 25	300	16
40	32 – 40	500	16
63	50,4 – 63	500	16
80	64 – 80	1000	16
100	80 – 100	1250	16
125	100 – 125	1250	16
Τριπολικοί και τετραπολικοί από 16 – 1250 A με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά μαγνητικά στοιχεία			
16	12,8 – 16	200	25
25	20 – 25	300	25
32	25,6 – 32	400	25
40	32 – 40	500	25
50	40 – 50	500	25
63	50,4 – 63	500	25
80	64 – 80	640	25
100	80 – 100	800	25
80	64 – 80	1000	36
100	80 – 100	1250	36
125	100 – 125	1250	36
160	128 – 160	1250	36
160	64 – 160	128 – 1600	36
200	160 – 200	1000 – 2000	36

250	200 – 250	1250 – 2500	36
250	100 – 250	200 – 2500	36
400	160 – 400	320 – 4000	45
630	252 – 630	504 – 6300	45
800	320 – 800	480 – 8000	50
1000	400 – 1000	600 – 10000	50
1250	500 – 1250	750 - 12500	50

Πίνακας 14.5

Στον επόμενο πίνακα 14.6 δίνονται από κατασκευαστές στοιχεία αυτομάτων διακοπών προστασίας ηλεκτρικών κινητήρων με θερμική και μαγνητική προστασία.

Στοιχεία αυτομάτων διακοπών προστασίας τριφασικών κινητήρων		
Θερμικής και μαγνητικής προστασίας 400V, 50 HZ		
Ισχύς τριφασικού κινητήρα (σε kW)	Περιοχή ρύθμισης (σε A)	Ικανότητα διακοπής (σε kA)
-	0,1 – 0,16	>100
0,06	0,61 – 0,40	>100
0,09	0,25 – 0,40	>100
0,12	0,40 – 0,63	>100
0,25	0,63 – 1	>100
0,37	1 – 1,6	>100
0,75	1,16 – 2,5	>100
1,1	2,5 – 4	>100
2,2	4 – 6,3	>100
3	6 – 10	>100
5,5	9 – 14	15
7,5	13 – 18	15
9	17 – 23	15
11	20 – 25	15
15	24 – 32	10

Πίνακας 14.6

Οι αυτόματοι διακόπτες κατασκευάζονται κυρίως για τριφασικούς κινητήρες ισχύος μέχρι 15 kW ή μέχρι 32 A απορροφούμενο ρεύμα. Έχουν για κάθε ονομαστικό ρεύμα του διακόπτη, ρύθμιση για υπερφόρτιση, ενώ το ρεύμα σε βραχυκύκλωμα έχει ρυθμιστεί σε σταθερή τιμή από τον κατασκευαστή.

Ø Διακόπτες φορτίου - Ραγοδιακόπτες - Ασφαλειοποζεύκτες

→ Ο τύπος του διακόπτη φορτίου που σήμερα χρησιμοποιείται αποκλειστικά είναι ο διακόπτης τύπου τυμπάνου λόγω της ισχυρής κατασκευής, του μικρού μεγέθους και της μεγάλης διάρκειας ζωής που έχει.

Στον επόμενο πίνακα 14.7 δίνονται από κατασκευαστές βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία διακοπών φορτίου τύπου τυμπάνου διαφόρων κατηγοριών.

Βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία διακοπών φορτίου τύπου τυμπάνου 400 V, 50 Hz από κατασκευαστές			
Κατηγορία	Μέγιστο ρεύμα που διακόπτουν (σε A)	Αριθμός πόλων	Μέγιστη αντοχή σε βραχυκύκλωμα (σε kA)
00	16	2 – 3 – 4	6
	25	2 – 3 – 4	6
	32	2 – 3 – 4	6
	40	2 – 3 – 4	6
0	32	2 – 3 – 4	10
	40	2 – 3 – 4	10
	63	2 – 3 – 4	10
	80	2 – 3 – 4	10
1	40	2 – 3 – 4	10
	63	2 – 3 – 4	10
	80	2 – 3 – 4	10
	100	2 – 3 – 4	10
	125	2 – 3 – 4	10
2	160	2 – 3 – 4	10
	200	2 – 3 – 4	10
1 H	40	3 – 4	10
	63	3 – 4	10
	125	3 – 4	10
3	160	3 – 4	30
	200	3 – 4	30
	250	3 – 4	30
	315	3 – 4	30
4	400	3 – 4	60
	500	3 – 4	60
	630	3 – 4	60
6	800	3 – 4	84
	1000	3 – 4	84
	1250	3 – 4	84
7	1600	3 – 4	105
8	2000	3 – 4	105
	2500	3 – 4	105
9	3150	3 – 4	105
	4000	3 – 4	105

Πίνακας 14.7

→ Οι ραγοδιακόπτες είναι διακόπτες φορτίου που τοποθετούνται στο εσωτερικό των πινάκων διανομής επάνω σε ράγες.

Στον επόμενο πίνακα 14.8 δίνονται τυποποιημένα μεγέθη ραγοδιακοπών και ασφαλειοαποζευκτών από στοιχεία κατασκευαστών.

Τυποποιημένα μεγέθη ραγοδιακοπών και ασφαλειοαποζευκτών από στοιχεία κατασκευαστών			
Ονομαστικό ρεύμα ραγοδιακοπών σε (A) για τάση 220 – 250 / 380 – 415 V			
Μονοπολικός	Διπολικός	Τριπολικός	Τετραπολικός
32	32	32	32
40	40	40	40
63	63	63	63
100	100	80	80
-	-	100	100
-	-	125	125
-	-	160	160
Ονομαστικό ρεύμα ασφαλειοαποζευκτών σε (A) για τάση 230/400 V			
Βάση ασφαλείας για μέγεθος 00	Βάση ασφαλείας για μέγεθος 0 και 1	Βάση ασφαλείας για μέγεθος 1 και 2	Βάση ασφαλείας για μέγεθος 2 και 3
160	250	400	630

Πίνακας 14.8

C. 13.3 Πίνακες βιομηχανικής εγκατάστασης

Οι πίνακες των βιομηχανικών εγκαταστάσεων περιέχουν τα μέσα προστασίας, λειτουργίας και ελέγχου των κυκλωμάτων που τροφοδοτούν.

Σε μεγάλους καταναλωτές με ποικιλία φορτίων και με φορτία εκτεταμένα σε διάφορους χώρους, γίνεται εγκατάσταση πολλών πινάκων για λόγους λειτουργικότητας και εύκολου χειρισμού. Έτσι υπάρχει ένας κεντρικός ή κύριος πίνακας που τροφοδοτεί πολλούς υποπίνακες. Στους βιομηχανικούς καταναλωτές γίνεται συνήθως ομαδοποίηση ανά χώρο και ανά είδος κατανάλωσης (φωτισμός, κίνηση) και κάθε τέτοια ομάδα εξυπηρετείται από έναν υποπίνακα. Για τον λόγο αυτό από τον γενικό πίνακα έχουμε δύο αναχωρήσεις, η μια για τον φωτισμό και η άλλη για την κίνηση.

Οι πίνακες φωτισμού μπορεί να δέχονται μονοφασική ή τριφασική παροχή αλλά τα κυκλώματα που αναχωρούν από αυτούς είναι πάντοτε μονοφασικά.

Όταν η εγκατάσταση περιλαμβάνει φορτία έκτακτης ανάγκης ή επείγοντα φορτία, τότε προβλέπεται μια ακόμη αναχώρηση από το γενικό πίνακα, η οποία σε περίπτωση διακοπής της τάσης από το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ συνδέεται με ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, το οποίο τίθεται αυτόματα σε λειτουργία και αυτό επιτυγχάνεται με έναν αυτόματο διακόπτη μεταγωγής.

Κατά την τοποθέτηση και συναρμολόγηση ενός πίνακα διανομής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

1. Η σύνδεση των διακοπών και ασφαλειών γίνεται στον αγωγό φάσης.
2. Οι γενικές ασφάλειες του κεντρικού πίνακα προστατεύουν την εγκατάσταση από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα.

3. Η γραμμή παροχής ενός πίνακα περνά από τον διακόπτη φορτίου και μετά ασφαρίζεται. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθούν ασφαλειοαποζεύκτες ή αυτόματοι διακόπτες ισχύος, όταν έχουμε εγκατάσταση μεγάλης ισχύος, π.χ. 100 kW.

4. Χρησιμοποιούνται ασφάλειες μέχρι 400 A.

5. Αυτόματοι διακόπτες ισχύος χρησιμοποιούνται από 80 έως 4000 A.

6. Τα μέσα προστασίας που μπαίνουν πρέπει να ελεγχθούν αν είναι ρυθμισμένα (επιλεκτική συνεργασία) στην περιοχή ρευμάτων βραχυκύκλωσης.

7. Οι ρυθμιζόμενοι διακόπτες ισχύος έχουν το πλεονέκτημα του εύκολου χειρισμού, της εύκολης ρύθμισης με τα άλλα μέσα προστασίας και του ότι δεν χρειάζονται αντικατάσταση μετά το άνοιγμά τους.

8. Ο γενικός πίνακας φορτίου πρέπει να μπαίνει σε ένα πίνακα για λόγους συντήρησης.

9. Σε περίπτωση επέμβασης στην εγκατάσταση πρέπει πάντα να ανοίγουμε το διακόπτη του αντίστοιχου κυκλώματος, που υπάρχει το σφάλμα.

D. 13.4 Υπολογισμός διατομής αγωγών-καλωδίων

Η διαδικασία επιλογής της κατάλληλης διατομής αγωγών και καλωδίων στις γραμμές τροφοδοσίας γίνεται με βάση τους πίνακες 14.1 - 14.2 αφού έχουμε υπολογίσει το ρεύμα που απορροφά ο καταναλωτής.

Αν ο καταναλωτής είναι ηλεκτρικός κινητήρας τότε προσαυξάνουμε το ρεύμα που υπολογίστηκε κατά 25%. Επίσης διορθώνεται το ρεύμα εάν η θερμοκρασία λειτουργίας του αγωγού είναι μεγαλύτερη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος 30⁰ C.

Για την διατομή που επιλέξαμε ελέγχουμε την πτώση τάσης ΔU στη γραμμή με αυτή τη διατομή χρησιμοποιώντας την σχέση υπολογισμού πτώσης τάσης

$$\Delta U = \sqrt{3} \times \rho \times \frac{1}{S} \times I \times \cos\phi$$

Αν προκύψει πτώση τάσης μεγαλύτερη της επιτρεπτής (3% για κυκλώματα κίνησης, 1 % για κυκλώματα φωτισμού), επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή και ελέγχουμε ξανά την νέα πτώση τάσης, ώστε να πετύχουμε πτώση τάσης μικρότερης ή ίσης της επιτρεπτής.

Η επιλογή των διατάξεων προστασίας και ελέγχου γίνονται από τους πίνακες 14.1 - 14.4 - 14.5 - 14.6 - 14.7 - 14.8.

Πρέπει:

- § Η ονομαστική τάση των ασφαλειών και διακοπών να είναι μεγαλύτερη ή ίση από την τάση λειτουργίας του καταναλωτή.
- § Το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών τήξης ή αυτόματων ασφαλειών να μην είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα γραμμής συνεχούς λειτουργίας.
- § Το ονομαστικό ρεύμα των διακοπών να είναι τουλάχιστον ίσο με το ονομαστικό ρεύμα των ασφαλειών που επελέγησαν και επίσης να διακόπτουν το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας των αγωγών που ελέγχουν.

- § Όταν επιλέγεται αυτόματος διακόπτης ισχύος ή αυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων ή θερμικά προστασίας κινητήρων, η ρύθμιση της θερμικής τους προστασίας γίνεται στην τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που αντιστοιχεί στην διατομή των αγωγών γραμμής που επιλέχτηκε ή στο ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα.
- § Για να προστατεύεται ο διακόπτης φορτίου από βραχυκυκλώματα, θα πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή ασφαλειών τήξης, που συνοδεύουν το διακόπτη φορτίου.

Συνεργασία των διατάξεων προστασίας

Σε εγκαταστάσεις Χ.Τ. είναι αναγκαίο να υπάρχει μια συνεργασία ή επιλεκτικότητα των μέσων προστασίας. Οι διατάξεις προστασίας θα πρέπει να επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε σε περίπτωση βραχυκυκλώματος να ενεργοποιείται πρώτα η διάταξη που βρίσκεται πιο κοντά στο βραχυκύκλωμα. Οπότε θα πρέπει ο χρόνος ενεργοποίησης, από τις χαρακτηριστικές καμπύλες των διατάξεων προστασίας, όσο πλησιάζουμε τον καταναλωτή να μικραίνει.

E. 13.5 Εγκαταστάσεις κίνησης

Η μελέτη και σχεδίαση μιας εγκατάστασης κίνησης αφορά τον υπολογισμό και την σχεδίαση όλων των διατάξεων που ελέγχουν και τροφοδοτούν με ηλεκτρική ισχύ τις διάφορες μηχανές παραγωγής έργου, που είναι εγκατεστημένες στο βιομηχανικό χώρο.

Η σχεδίαση της εγκατάστασης κίνησης αρχίζει από τον Γενικό Πίνακα Κίνησης και τις γραμμές των κυκλωμάτων που θα τροφοδοτήσουν τις διάφορες μηχανές παραγωγής έργου οι οποίες βρίσκονται στο βιομηχανικό χώρο. Ο πίνακας κίνησης θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στο χώρο των μηχανών και να έχει τον κατάλληλο βαθμό προστασίας.

Τις διάφορες μηχανές παραγωγής έργου, δεν τις διαχωρίζουμε ανάλογα με το είδος της εργασίας που παράγουν, δηλαδή σαν φρέζες, τόνους, κλπ., αλλά τις θεωρούμε, την καθεμιά, ως ξεχωριστή κατανάλωση κάποιας εγκατεστημένης ισχύος. Σε κάθε μηχανή υπάρχει ένας Υποπίνακας Κίνησης, από τον οποίο ελέγχεται και προστατεύεται η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων (ενός ή περισσοτέρων) της μηχανής παραγωγής έργου.

Για την κάθε μηχανή είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την απόσταση της από τον Γενικό Πίνακα Κίνησης, για τον υπολογισμό της διατομής της γραμμής που τροφοδοτεί τον Υποπίνακα Κίνησης από τον Γενικό Πίνακα Κίνησης. Στην αναχώρηση από τον Γενικό Πίνακα Κίνησης μπορεί αν χρησιμοποιηθεί, σαν διάταξη προστασίας, εναλλακτικά:

- Διακόπτης φορτίου και ασφάλεια τήξης ή μαχαιρωτή ασφάλεια.
- Αυτόματος διακόπτης ισχύος .

Στην διάταξη προστασίας και ελέγχου, στον Υποπίνακα Κίνησης, όταν τροφοδοτείται ένας μόνος κινητήρας, μπορεί εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί:

- Διακόπτης φορτίου και ασφάλεια τήξης ή μαχαιρωτή ασφάλεια Αυτόματος διακόπτης ισχύος .
- Αυτόματη ασφάλεια τύπου 'C' .
- Μικροαυτόματος διακόπτης προστασίας κινητήρων με μαγνητική και θερμική προστασία .

Στην παροχή του Γενικού Πίνακα Κίνησης - άφιξη (πάντα τριφασική), μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά:

- Διακόπτης φορτίου και ασφάλειες τήξης ή μαχαιρωτές ασφάλειες Ασφαλειοαποζεύκτης.
- Αυτόματος διακόπτης ισχύος .

F. 13.6 Εγκαταστάσεις φωτισμού

Βασική προϋπόθεση της εγκατάστασης φωτισμού ενός χώρου, είναι κατά το δυνατόν καλύτερη επιλογή φωτιστικών σωμάτων που να υποκαθιστούν τον φυσικό φωτισμό, όπου αυτός δεν υπάρχει περιλαμβάνει:

- Τον πίνακα φωτισμού .
- Τα κυκλώματα φωτισμού .
- Τα φωτιστικά σώματα .

Στο φωτισμό διακρίνουμε δύο είδη φωτισμού:

- Τον γενικό φωτισμό, ο οποίος εξυπηρετεί το σύνολο του χώρου
- Τον τοπικό φωτισμό, ο οποίος εξυπηρετεί μόνο τις θέσεις εργασίες

Μια μελέτη φωτισμού ενός εσωτερικού βιομηχανικού χώρου περιλαμβάνει:

- Τον υπολογισμό της απαιτούμενης φωτεινής ροής Φ_0 (ή φωτεινής ισχύος) σε Lumen, που πρέπει να αποδώσουν τα φωτιστικά σώματα στον υπό μελέτη χώρο .
- Την επιλογή του τύπου και της ισχύος του φωτιστικού σώματος που θα χρησιμοποιηθεί .
- Τον υπολογισμό του πλήθους λ των φωτιστικών σωμάτων που θα απαιτηθούν για τον φωτισμό του υπό μελέτη χώρου .
- Το σχεδιασμό των κυκλωμάτων τροφοδοσίας των φωτιστικών σωμάτων με την κατανομή τους ανά φάση .
- Τον υπολογισμό της διατομής των αγωγών τροφοδοσίας των φωτιστικών κυκλωμάτων .
- Τον υπολογισμό των διατάξεων ελέγχου των κυκλωμάτων τροφοδοσίας.

1. 13.6.1 Υπολογισμός της απαιτούμενης φωτεινής ροής των φωτιστικών σωμάτων

Για τον υπολογισμό της Φ_0 θα πρέπει να ξέρουμε τα εξής:

- Τον συντελεστή χρησιμοποίησης $\eta = \frac{\Phi_n}{\Phi_0}$ (<1), όπου Φ_n η ωφέλιμη φωτεινή ροή.
- Η συνολικά απαιτούμενη στο χώρο, και αποδιδόμενη φωτεινή ροή Φ_0 , από τα φωτιστικά σώματα, δίνεται από την σχέση:

$$\Phi_o = \frac{E \times A \times d}{n}$$

Όπου E: η επιθυμητή στάθμη φωτισμού του χώρου σε Lux, η τιμή της δίνεται από Πίνακες

A: η επιφάνεια του χώρου σε m².

d: ο συντελεστής συντήρησης, ένας συντελεστής προσαύξησης της φωτεινής ροής λόγω ρύπανσης των φωτιστικών σωμάτων, η τιμή του δίνεται από πίνακες μαζί με άλλα χαρακτηριστικά των φωτιστικών.

n: ο συντελεστής χρησιμοποίησης.

Ο συντελεστής χρησιμοποίησης π, εκφράζει ποσοστό της συνολικά παραγόμενης φωτεινής ροής των φωτιστικών και οι παράγοντες που τον επηρεάζουν είναι:

§ οι αναλογίες του χώρου (k ο συντελεστής αναλογιών) .

§ η Φωτομετρική καμπύλη του φωτιστικού σώματος .

§ οι συντελεστές ανάκλασης στις επιφάνειες του τοίχου και της οροφής (συντελεστής ανάκλασης οροφής r_c και συντελεστής ανάκλασης τοίχων r_w οι τιμές των οποίων δίνονται στους πίνακες των φωτιστικών και εξαρτώνται από τα χρώματα των επιφανειών).

Ο συντελεστής αναλογιών χώρου k δίνεται από την σχέση:

$$k = \frac{2 \times l \times w}{10 \times h_o}$$

Όπου,

l: το μήκος του χώρου σε m

w: το πλάτος του χώρου σε m

h_o: το ύψος από το επίπεδο εργασίας σε m

Το ύψος h_o εξαρτάται από το είδος φωτισμού, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 14.9

Υπολογισμός του ύψους h _o του φωτιστικού σώματος, από το επίπεδο εργασίας, ανάλογα με τον τρόπο φωτισμού του χώρου		
Φωτισμός	Ύψος h _o	h: ύψος χώρου h _φ : ύψος φωτιστικού από οροφή
άμεσος, ημιάμεσος	h_o = h - h_φ - 0,85	
ημιέμμεσος, έμμεσος	h_o = h - 0,85	
μικτός (διάχυτος)	h_o = $\frac{1}{2} \times [(h - h_{\phi} - 0,85) + (h - 0,85)]$	

Πίνακας 14.9

Αφού υπολογίσουμε με τα προηγούμενα την απαιτούμενη φωτεινή ροή Φ₀ που πρέπει να μας δώσουν τα φωτιστικά σώματα, επιλέγουμε από πίνακες εμπορικών καταλόγων την ισχύ του φωτιστικού σώματος (σε Watt), για τον τύπο φωτιστικού που χρησιμοποιήσαμε στον υπολογισμό της Φ₀.

Το πλήθος των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων για το χώρο δίνεται από την σχέση:

$$\lambda = \frac{\Phi_{\sigma}}{\Phi_{\Phi\Sigma}}$$

όπου $\Phi_{\Phi\Sigma}$: η φωτεινή ροή που αποδίδει το φωτιστικό σώμα .

2. 13.6.2 Υπολογισμός διατομών αγωγών τροφοδοσίας φωτιστικών κυκλωμάτων και διατάξεων προστασίας (ασφαλειών, διακοπών)

Τα φωτιστικά σώματα είναι μονοφασικές καταναλώσεις, η τροφοδοσία τους γίνεται από μονοφασικές γραμμές (μονοφασικά κυκλώματα φωτισμού) με ή χωρίς αγωγό γείωσης ανάλογα με τον τύπο του φωτιστικού (μεταλλικό περίβλημα ή όχι). Η διατομή των αγωγών κάθε φωτιστικού κυκλώματος είναι ενιαία.

Ο συντελεστής ισχύος θεωρείται ίσος με την μονάδα, εφόσον ο τύπος φωτιστικού σώματος έχει διάταξη αντιστάθμισης άεργης ισχύος, πράγμα το οποίο συμβαίνει σε φωτιστικά σώματα τα οποία λόγω της αρχής λειτουργίας τους καταναλώνουν άεργο ισχύ. Αν το φωτιστικό σώμα δεν έχει αυτή την διάταξη αντιστάθμισης τότε ο συντελεστής ισχύος των φωτιστικών σωμάτων λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της διατομής.

Η τροφοδοσία των φωτιστικών κυκλωμάτων πρέπει να γίνεται και από τις τρεις φάσεις L1, L2, L3, που φθάνουν στον πίνακα φωτισμού από τον γενικό πίνακα και θα πρέπει να γίνεται κατά το δυνατόν ισοκατανομή στις τρεις φάσεις.

- Η επιτρεπτή πτώση τάσης για τον φωτισμό είναι μέχρι 1 %, επομένως για τα φωτιστικά σώματα, που είναι μονοφασικές καταναλώσεις, με τάση λειτουργίας 230 V, είναι $\Delta U=2,3$ V.
- Ο υπολογισμός της ενιαίας διατομής δίνεται από την σχέση:

$$S = \frac{2 \times \rho}{\Delta U} \times (I_1 \times I_1 \times \cos\varphi_1 + I_2 \times I_2 \times \cos\varphi_2 + \dots) = \frac{2 \times \rho}{\Delta U} \times \sum_{k=1}^n (I_k \times I_k \times \cos\varphi_k)$$

Όπου

I_k : η απόσταση κάθε φωτιστικού σώματος από την αρχή του φωτιστικού κυκλώματος (από πίνακα φωτισμού)

I_k : το ρεύμα που απορροφά κάθε φωτιστικό (ίδιο για όλα τα φωτιστικά σώματα)

$\cos\varphi_k$: ο συντελεστής ισχύος κάθε φωτιστικού σώματος (ίδιος για όλα τα φωτιστικά)

ΔU : η επιτρεπτή πτώση τάσης (2,3 V)

ρ : η ειδική αντίσταση του υλικού των αγωγών ($0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m}$ για χαλκό)

Το ρεύμα που απορροφά κάθε φωτιστικό σώμα είναι:

$$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi}$$

Η παροχή του Πίνακα Φωτισμού - άφιξη, γίνεται από τον Γενικό Πίνακα της εγκατάστασης και αποτελείται από:

- Τριπολικό διακόπτη φορτίου .
- Τριπολικό ρελέ προστασίας .
- Τριπολική αυτόματη ασφάλεια.
- Ενδεικτικές λυχνίες .

Οι αναχωρήσεις από το Πίνακα Φωτισμού ελέγχονται και προστατεύονται από:

- Μονοπολικό ραγοδιακόπτη
- Αυτόματη μονοπολική ασφάλεια

Ο υπολογισμός της γραμμής παροχής του Πίνακα Φωτισμού γίνεται με βάση την απαιτούμενη ισχύ των κυκλωμάτων φωτισμού, που αναχωρούν από αυτόν, χρησιμοποιώντας ως συντελεστή ταυτοχρονισμού τη μονάδα.

XV. 2ο Μέρος: Μελέτη

A. 1.ΦΟΡΤΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τα φορτία της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης που μελετάμε φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 1. Στον πίνακα 1 δίνεται ο αριθμός γραμμής του φορτίου, το είδος του φορτίου, η ισχύ του φορτίου, το cosφ του φορτίου, ο αριθμός φάσεων τροφοδοσίας του κάθε φορτίου, το μήκος της γραμμής από τον πίνακα διανομής για κάθε φορτίο, η επιτρεπόμενη πτώση τάσης σε κάθε περίπτωση και ο βαθμός απόδοσης κάθε φορτίου. Συνεπώς στον πίνακα 1 δίνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τη μελέτη της ηλεκτρικής Βιομηχανικής εγκατάστασης.

A/A	ΟΝΟΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	P Ονομαστικό (kW)
1	Φωτισμός Παραγωγής	6
2	Περιμετρικός Φωτισμός	3
3	Πίνακας Γραφείων	10
4	Κοιλίες Πρώτης Ύλης	4
5	Ζυμωτήριο Α	55
6	Ζυμωτήριο Β	55
7	Κοπτοδιαιρετική	3
8	Προστόφα	4
9	Μεταφορική Ταιν.	7
10	Πλαστική Α	5
11	Πλαστική Β	5
12	Στόφα	17
13	Φούρνος Ψωμιού	45
14	Βεντούζα Αναρρόφησης	11
15	Μεταφορική Ταινία	8
16	Ψυγείο ψωμιού Α	70
17	Ψυγείο ψωμιού Β	70
18	Κοπτική Α	16
19	Κοπτική Β	16
20	Επιστρωτική Α	2,5
A/A	ΟΝΟΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	P Ονομαστικό

		(kW)
21	Επιστροφική Β	2,5
22	Φούρνος Φρυγάνισης Α	40
23	Φούρνος Φρυγάνισης Β	40
24	Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς Α	3
25	Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς Β	3
26	Ταινίες Πακεταρίσματος Α	2,5
27	Ταινίες Πακεταρίσματος Β	2,5
28	Αρχικές Συσκευαστικές Μηχανές	30
29	Τελικές Συσκευαστικές	24
30	Γραμμή Εγκιβωτισμού	10
31	Κλιματισμός Παραγωγής	130
32	Λεβητοστάσιο	6
33	Αεροσυμπιεστής Α	15
34	Αεροσυμπιεστής Β	22
35	Κυλικείο	7

Ισχύς κινητήρων

Η ισχύς των κινητήρων που δίνεται στον πίνακα 1 είναι η ισχύ που αποδίδουν οι κινητήρες στο φορτίο ή ισχύ που απορροφούν οι κινητήρες από το δίκτυο δίνεται από τον τύπο:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n}$$

Όπου P_{out} : Η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας στο φορτίο.

n: Ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα

Παρακάτω υπολογίζεται η ισχύς που απορροφούν το πρώτα δυο φορτία με συγκεκριμένο βαθμό απόδοσης:

ΓΡΑΜΜΗ 3: (Πίνακας Γραφείων)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός πίνακας γραφείων με βαθμό απόδοσης $n=0.90$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{10000}{0.90} = 11111 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 4: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.78$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{4000}{0.78} = 5128 \text{ W}$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:

Στη συνέχεια αυτής της εργασίας όπου αναφέρετε η ισχύς των κινητήρων θα εννοείται ότι είναι η ισχύς που απορροφούν οι κινητήρες από το δίκτυο (**P_{ηλ}**)

B. 2. ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Παρακάτω υπολογίζονται οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος που διαρρέουν τις πρώτες δύο γραμμές της εγκατάστασης:

ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός Παράγωγης 6 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 1 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 8.66 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός Περιμετρικός 3 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 2 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 4.33 \text{ A}$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:

Όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα η τάση μονοφασικής γραμμής είναι 230 V και η πολική τάση τριφασικής γραμμής είναι 400 V, Οι τιμές αυτές χρησιμοποιήθηκαν στους παραπάνω υπολογισμούς.

Οι σχέσεις για τον υπολογισμό της έντασης του ρεύματος που χρησιμοποιήσαμε παραπάνω προέκυψαν από τις σχέσεις της ισχύος για μονοφασική και τριφασική κατανάλωση. Οι σχέσεις αυτές είναι:

- Ισχύ μονοφασικής κατανάλωσης: $P = V \times I \times \cos\phi$
- Ισχύ τριφασικής κατανάλωσης: $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$

C. 3. Η ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Μέθοδος προσδιορισμού της διατομής αγωγών

Παρακάτω γίνεται υπολογισμός της διατομής αγωγών για την ηλεκτρολογική εγκατάσταση που μελετάμε. Ο υπολογισμός της διατομής αγωγών γίνεται με δύο τρόπους:

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας και
2. μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

Με την μέθοδο ασφαλούς λειτουργίας επιλέγεται η διατομή των αγωγών από ειδικό πίνακα σύμφωνα τους κανονισμούς των ΕΗΕ. Ο πίνακας των κανονισμών των ΕΗΕ που δίνει τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή και το είδος της γραμμής φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 4). Στην συνέχεια με την μέθοδο της επιτρεπόμενης πτώσης τάσης εξετάζεται αν οι αγωγοί που επιλέξαμε με την πρώτη μέθοδο ικανοποιούν τα κριτήρια της μέγιστης πτώσης τάσης που είναι 1 % για εγκαταστάσεις φωτισμού και 3% για εγκαταστάσεις κίνησης. Σε περίπτωση που η πτώση τάσης ξεπερνά το 1 % ή 3% αντίστοιχα επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγού και εξετάζουμε για δεύτερη φορά την πτώση τάσης στους αγωγούς της γραμμής.

Υπολογισμός πτώσης τάσης

- § Πτώση τάσης μονοφασικής γραμμής
Η πτώση τάσης στους αγωγούς των μονοφασικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta U = \frac{2 \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S}$$

Όπου:

ΔU : Η πτώση τάσης σε V

L : Το μήκος αγωγού σε m

I : Η ένταση ρεύματος σε A

$\cos\phi$: Το συνφ της κατανάλωσης

ρ : Η ειδική αντίσταση του χαλκού σε $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ όπου για θερμοκρασία 40°C έχουμε $\rho=0.018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ **S:**

Η διάμετρος αγωγού σε mm^2

- § Πτώση τάσης τριφασικής γραμμής
Η πτώση τάσης στους αγωγούς των τριφασικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S}$$

Μέγιστη πτώση τάσης

- Ø Σε μονοφασικά φορτία φωτισμού η πτώση τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 % δηλαδή πρέπει να είναι μικρότερη από 2.3 V
- Ø Σε μονοφασικά φορτία κίνησης η πτώση τάσης πρέπει να είναι μικρότερη από 3% δηλαδή μικρότερη από 6.9 V
- Ø Σε τριφασικά φορτία κίνησης η πτώση τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3% δηλαδή στα 400 V πολικής τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 12 V.

Διατομή αγωγών σε φορτία κίνησης

Στην περίπτωση φορτίων κίνησης για τον προσδιορισμό της διατομής η ονομαστική ένταση ρεύματος πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή **1.25** και με βάση την τιμή που θα βρούμε προσδιορίζουμε την διατομή των αγωγών από τον πίνακα 1.

Ελάχιστη διατομή αγωγών

Για την εξασφάλιση της μηχανικής αντοχής των αγωγών σύμφωνα με τους κανονισμούς των ΕΗΕ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για φορτία φωτισμού είναι 1.5 mm^2 και για φορτία κίνησης είναι 2.5 mm^2

Διατομή αγωγών ουδετέρου και γείωσης

Σε μονοφασικές γραμμές ο αγωγός του ουδετέρου είναι ίσης διατομής με τον αγωγό της φάσης, τα ίδια ισχύουν και για τον αγωγό της γείωσης.

Σε τριφασικές γραμμές ο αγωγός του ουδετέρου δίνεται από ειδικό πίνακα σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384. Επίσης ο ΕΛΟΤ HD 384 ορίζει ότι για τη διατομή του αγωγού γείωσης ισχύουν τα ίδια με την περίπτωση του ουδετέρου αγωγού. Παρακάτω στον πίνακα 4 φαίνεται η διατομή του ουδετέρου αγωγού ή της γείωσης σε σχέση με τη διατομή των φάσεων σε τριφασική γραμμή.

A/A	Διατομή αγωγού φάσης (mm^2)	Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης μέσα σε σωλήνα ή καλώδιο (mm^2)
1	1.5	1.5
2	2.5	2.5
3	4	4
4	6	6
5	10	10
6	16	16
7	25	16
8	35	16
9	50	25

10	70	35
11	95	50
12	120	70
13	150	70
14	185	95
15	240	120
16	300	150
17	400	240

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης σε σχέση με τη διατομή των αγωγών φάσης

D. 4.ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Τα όργανα προστασία και ελέγχου μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης προστατεύουν τις γραμμές της εγκαταστάσεις και τους καταναλωτές από ανεπιθύμητες καταστάσεις και βοηθούν στον έλεγχο της γραμμής ή του φορτίου που τροφοδοτεί η γραμμή. Για παράδειγμα ανεπιθύμητες καταστάσεις μπορεί να έχουμε στις περιπτώσεις υπερφόρτισης της γραμμής, βραχυκυκλώματος ή και υπότασης. Ο έλεγχος της γραμμής ή του φορτίου αφορά τη διακοπή της τροφοδοσία της γραμμής ή του φορτίου και την επανατροφοδότηση της γραμμής ή του φορτίου με την πάροδο του σφάλματος χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια των εργαζομένων και του εξοπλισμού.

Παρακάτω περιγράφονται τα όργανα προστασία και ελέγχου μίας ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης.

Ασφάλειες

Οι ασφάλειες που τοποθετούνται στο πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης και ασφαλίζουν τις γραμμές της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης προκύπτουν σύμφωνα με τον εξής τρόπο:

- § **Γραμμές φωτισμού:** Οι ασφάλειες στις γραμμές φωτισμού επιλέγονται σύμφωνα με τη διατομή του αγωγού που θα χρησιμοποιούσαμε στην περίπτωση που δεν λαμβάναμε υπόψη την πτώση τάσης.
- § **Γραμμές κίνησης:** Οι ασφάλειες στις γραμμές που τροφοδοτούν ηλεκτρικούς κινητήρες λαμβάνονται με τιμή ίση ή μεγαλύτερη από την ονομαστική ένταση του φορτίου που θα τροφοδοτήσουν. Δηλαδή το μέγεθος της ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε καθορίζεται από το φορτίο που τροφοδοτεί η γραμμή.

Οι διαθέσιμες ασφάλειες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: 6 A, 10A, 16 A, 20 A, 25 A, 35 A, 50 A, 63A, 80 A, 100 A, 125 A κλπ.

A/A	Διατομές χάλκινων αγωγών (mm ²)	Ονομαστικές έντασης Ασφαλειών (A)
1	1.5	10
2	2.5	16(20)
3	4	25
4	6	25
5	10	35
6	16	50
7	25	80
8	35	100
9	50	125
10	70	125
11	95	160
12	120	200
13	150	224
14	185	250
15	240	300
16	300	355

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Ονομαστικές εντάσεις ρεύματος ασφαλειών

Διακόπτες γραμμών

Οι διακόπτες που χρησιμοποιούμε στο πίνακα διανομής επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ίσης ή μεγαλύτερης έντασης από τη μέγιστη ένταση που διαρρέει μία γραμμή.

Οι διαθέσιμοι διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: 16 A, 25 A, 40 A, 63 A, 100 A, 160 A, 200 A, 250 A, 400 A κλπ.

Θερμικά ρελέ

Τα θερμικά χρησιμοποιούνται για την προστασία των κινητήρων από υπερφορτίσεις (και όχι από βραχυκυκλώματα για τα οποία πρέπει να υπάρχουν ασφάλειες.).

Τα θερμικά δέχονται ρύθμιση της ονομαστικής έντασης ρεύματος μέσα σε μία περιοχή ρύθμισης. Παρακάτω στον **Πίνακα 7** δίνονται οι τυποποιημένες περιοχές ρύθμισης των θερμικών ρελέ ανάλογα με τον τύπο του θερμικού.

Ρύθμιση θερμικού:

Η ένταση ρύθμισης του θερμικού ρελέ πρέπει να είναι ίση με την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα που προστατεύει. Στην περίπτωση που ο κινητήρας περιλαμβάνει σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου επειδή το θερμικό συνδέεται μετά το κύριο ρελέ το ρεύμα που περνά μέσα από το θερμικό είναι το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα. Στην κανονική λειτουργία του κινητήρα (σύνδεση σε τρίγωνο) το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα είναι ίσο με το 58% της κανονικής έντασης του κινητήρα και για αυτό το λόγο σε αυτή την περίπτωση ρυθμίζουμε το θερμικό στο 58% της κανονικής έντασης λειτουργίας του κινητήρα.

A/A	Περιοχή ρύθμισης Θερμικού σε A		Τύπος θερμικού ρελέ	A/A	Περιοχή ρύθμιση θερμικού σε A		Τύπος θερμικού ρελέ	
	Ελάχιστη	Μέγιστη			Ελάχιστη	Μέγιστη		
1	1,9	2,7	RT1	15	54	65	RT2	
2	2,5	4		16	64	75		
3	4	6,3		17	70	80		
4	5,5	7,5		18	80	95		
5	7	10		19	90	110		
6	10	13		20	110	140		RT3
7	12	15		21	140	180		
8	14,5	17		22	175	280		RT4
9	17,5	22		23	200	310		
10	21	25		24	250	400		RT5
11	25	32	25	315	500			
12	30	40	26	430	700			
13	39	47	RT2	27	500	850	RT6	
14	44	54						

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 Περιοχή ρύθμισης και τύπος θερμικών ρελέ

Σύστημα εκκίνησης κινητήρων

Κάθε κινητήρας κατά την εκκίνησή του απορροφά μεγάλο ρεύμα που είναι ανεπιθύμητο για το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Για το λόγο αυτό σε κινητήρες που απορροφούν μεγάλο ρεύμα εκκίνησης χρησιμοποιούμε κάποιο σύστημα εκκίνησης για τη μείωση του ρεύματος εκκίνησης. Ένα πολύ διαδεδομένο σύστημα εκκίνησης είναι ο διακόπτης αστέρα τριγώνου. Επίσης σε κινητήρες μεγάλης ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτομετασχηματιστής ή σύστημα εκκίνησης με αντιστάσεις στα τυλίγματα της μηχανής.

Που απαιτείται σύστημα εκκίνησης:

Οι κινητήρων που μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς σύστημα εκκίνησης είναι:

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ: Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνηση για ισχύ έως 1.5 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 1 HP για εναέριο δίκτυο.

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ: Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνηση για ισχύ έως 4 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 2.5 HP για εναέριο δίκτυο. Στην περίπτωση που οι κινητήρες δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες ισχύος θα πρέπει να υπολογίζεται η ένταση εκκίνησης του κινητήρα και ανάλογα αν οι εκκινήσεις του κινητήρα είναι σπάνιες (μία εκκίνηση την ώρα) ή συχνές (περισσότερες από μία εκκινήσεις σε μία ώρα) να προσδιορίζεται αν απαιτείτε σύστημα εκκίνησης. Παρακάτω στον πίνακα 8 δίνονται ή μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις ρεύματος κινητήρων χωρίς σύστημα εκκίνησης.

A/A	Είδος κινητήρα	Είδος δικτύου	Συχνότητα εκκίνησης	Μέγιστη έντασης εκκίνησης (A)
1	Μονοφασικός	Εναέριο	-	27
2		Υπόγειο	-	40
3	Τριφασικός		Σπάνιες	50
4			Συχνές	30
5			Σπάνιες	70
6			Συχνές	50

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Μέγιστο ρεύμα για απευθείας εκκίνησης κινητήρων

Ø Στην περίπτωση της βιομηχανίας που μελετάμε θεωρούμε ότι το δίκτυο είναι εναέριο και οι εκκινήσεις όλων των κινητήρων είναι συχνές.

Αυτόματοι διακόπτες

Οι αυτόματοι διακόπτες αποτελούνται από το ρελέ τροφοδοσίας ενός κινητήρα και το θερμικό. Στην περίπτωση της βιομηχανίας που μελετάμε αυτόματους διακόπτες περιλαμβάνουν όλοι οι κινητήρες.

Στην περίπτωση που έχουμε σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου χρησιμοποιούμε αυτόματο διακόπτη αστέρα τριγώνου που αποτελείται από τρία ρελέ και ένα θερμικό.

Οι αυτόματοι διακόπτες τοποθετούνται κοντά στον κινητήρα σε ειδικό πίνακα που τροφοδοτεί τον κινητήρα. Οι αυτόματοι διακόπτες περιλαμβάνουν και σύστημα εντολοδότησης που με τη βοήθεια μπουτόν ελέγχουμε την λειτουργία του κάθε κινητήρα. Τα μπουτόν για τον έλεγχο της λειτουργίας του κάθε κινητήρα μπορεί να είναι τοποθετημένα κοντά στον κινητήρα ή σε μία σχετική απόσταση όπου λέμε ότι έχουμε τηλεχειρισμό.

E. 5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Παρακάτω προσδιορίζεται η διατομή και το είδος των αγωγών για την πρώτη γραμμή της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης. Επισημαίνεται ότι στην εγκατάσταση που μελετάμε όλες οι γραμμές είναι χωνευτές και οι αγωγοί τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες.

ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 6 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 8.66 A

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{8.66}{0.82} = 10.56 \text{ A}$$

§ Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 14.1 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι 2.5 mm^2 .

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 10.56 \times 1}{2.5} = 1.58 < 4V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε 1.58 V μικρότερη από 4 V άρα η διατομή των αγωγών που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι $S=2.5 \text{ mm}^2$.

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-U**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$ **H07V-U**

ΓΡΑΜΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ: (Διατομή και είδος αγωγού τροφοδοσίας)

Για τον υπολογισμό των αγωγών τροφοδοσίας από τον μετρητή του ΔΕΔΔΗΕ μέχρι τον πίνακα διανομής θεωρούμε ότι το μήκος της γραμμής τροφοδοσίας δεν ξεπερνά τα 25m. Επίσης για τη βιομηχανία που μελετάμε θεωρούμε ότι τα φορτία θα λειτουργούν σχεδόν όλα συγχρόνως δηλαδή έχουμε συντελεστή ετεροχρονισμού 0.8 ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για την εκλογή M/Σ .

Επειδή ο αριθμός των φορτίων είναι μεγάλος γίνεται μια ομαδοποίηση σε γενικούς πίνακες κινήσεως κ φωτισμού για ευκολία στη μελέτη.

Η ομαδοποίηση μας οδηγεί σε ακόμα ένα γύρο υπολογισμών για να βρεθεί το καλώδιο του κάθε υποπίνακα.

F. 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΥΠΟΠΙΝΑΚΩΝ

Και σε αυτό το σημείο θα γίνουν αναλυτικοί υπολογισμοί μόνο για την πρώτη ομάδα φορτιών χάριν συντομίας οι υπολογισμοί αναλυτικά μπορούν να βρεθούν στο παραρτημα.

Γραμμή γενικού πίνακα Φωτισμού (A) :

Φόρτια 1+2

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{1ov} \cdot \cos\phi_1 + I_{2ov} \cdot \cos\phi_2 = (10.56 \times 1) + (5.28 \times 1) = 55.75A$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{1ov} \cdot \eta\mu\phi_1 + I_{2ov} \cdot \eta\mu\phi_2 = (10.56 \times 0) + (5.28 \times 0) = 0$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{55.75^2 + 0^2} = 55.75 \text{ A}$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 18 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 18 \times 55.75 \times 1}{16} = 1.95 < 4 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=16\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **16mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 16mm² XLPE/PVC**
- § Γενικός διακόπτης **3 × 63 A**
- § Γενικές ασφάλειες **3 × 50 A**

G. 7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος είναι:

$$I_B = I_{Aov} \cdot \cos\varphi_A + I_{Bov} \cdot \cos\varphi_B + I_{Gov} \cdot \cos\varphi_G + I_{\Delta ov} \cdot \cos\varphi_{\Delta} + I_{Eov} \cdot \cos\varphi_E + I_{\Sigma Tov} \cdot \cos\varphi_{\Sigma T} + I_{Hov} \cdot \cos\varphi_H + I_{Zov} \cdot \cos\varphi_Z \Rightarrow$$

$$I_B = (55.75 \cdot 1) + (67.2 \cdot 0.80) + (41.9 \cdot 0.82) + (800 \cdot 0.82) + (362.13 \cdot 0.85) + (148.75 \cdot 0.85) + (253.62 \cdot 0.84) + (486.5 \cdot 0.86) \Rightarrow$$

$$I_B = 1835 \text{ A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος είναι:

$$I_A = I_{Aov} \cdot \sin\varphi_A + I_{Bov} \cdot \sin\varphi_B + I_{Gov} \cdot \sin\varphi_G + I_{\Delta ov} \cdot \sin\varphi_{\Delta} + I_{Eov} \cdot \sin\varphi_E + I_{\Sigma Tov} \cdot \sin\varphi_{\Sigma T} + I_{Hov} \cdot \sin\varphi_H + I_{Zov} \cdot \sin\varphi_Z \Rightarrow$$

$$I_A = (55.75 \cdot 0) + (67.2 \cdot 0.60) + (41.9 \cdot 0.57) + (800 \cdot 0.57) + (362.13 \cdot 0.53) + (148.75 \cdot 0.53) + (253.62 \cdot 0.54) + (486.5 \cdot 0.51) \Rightarrow$$

$$I_A = 1164 \text{ A}$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{1835^2 + 1164^2} = 2173A$$

∅ Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{1835}{2173} = 0.84$$

Επειδή προέκυψε πολύ μεγάλη ένταση ρεύματος και δεν υπάρχει αγωγός αυτού του μεγέθους θα χρησιμοποιήσουμε τέσσερις παράλληλους αγωγούς που καθένας θα φορτίζεται με ρεύμα:

$$I'' = \frac{I'}{4} = \frac{2173}{4} = 481A$$

Σύμφωνα με τον πίνακα θα χρησιμοποιήσουμε τέσσερις παράλληλους αγωγούς για κάθε φάση διατομής 300mm^2 ο καθένας, και συνολικής διατομής $4 \times 300 = 1200\text{mm}^2$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δεν εισάγουμε τον συντελεστή διόρθωσης n_3 για πλήθος ενεργών αγωγών περισσότερων των τριών γιατί στην περίπτωση μας παρόλο που έχουμε 12 ενεργούς αγωγούς θα τους τοποθετήσουμε σε τέσσερις σωλήνες με αποτέλεσμα να έχουμε τρεις ενεργούς αγωγούς σε κάθε σωλήνα.

∅ Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής παροχής της εγκατάστασης που έχει μήκος 24 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 24 \times 2173 \times 0.84}{1200} = 1.3 < 4 V$$

- Η πτώση τάσης βρίσκεται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια που είναι 1 % γιατί η γραμμή τροφοδοσίας τροφοδοτεί και γραμμές φωτισμού. Άρα οι τέσσερις παράλληλοι αγωγοί φάσης που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή 300mm^2 ο καθένας.
- Θα χρησιμοποιήσουμε επίσης αγωγούς γείωσης και ουδέτερου διατομής 150mm^2 ο καθένας
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου XLPE/PVC



1. Αγωγός.
2. Μόνωση από XLPE.
3. Γεμίσματα.
4. Πλαστικές ταινίες.
5. Εξωτερικός μανδύας.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ: XLPE/PVC
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ : 600/1000 V
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: IEC 60502-1

Χρήσεις

Καλώδια ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους στον αέρα ή στο έδαφος.

Οι αγωγοί της γραμμής από τον μετρητή έως τον πίνακα τροφοδοσίας είναι: **4×(4×300 mm²+4×150mm²) XLPE/PVC**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΩΣ ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm ²	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1.5	5,3	41	12,10	29	51	31,0	27,0
1x2.5	5,9	55	7,41	37	43	19,0	17,0
1x4.0	6,4	73	4,81	47	53	12,0	10,0
1x6.0	6,9	95	3,70	58	68	7,9	6,8
1x10	7,8	131	2,68	77	91	4,7	4,1
1x16	8,8	179	1,91	100	120	2,9	2,6
1x25	10,3	265	1,27	129	162	1,9	1,65
1x35	11,4	363	0,924	164	199	1,35	1,15
1x50	12,8	505	0,687	192	242	1,00	0,87
1x70	14,7	713	0,506	225	310	0,69	0,60
1x95	16,5	983	0,375	287	383	0,52	0,45
1x120	18,2	1353	0,285	304	447	0,42	0,37
1x150	20,2	1865	0,224	342	513	0,35	0,30
1x185	22,3	2623	0,169	377	583	0,29	0,25
1x240	25,1	3983	0,125	450	713	0,24	0,21
1x300	27,6	5463	0,091	577	899	0,22	0,19
1x400	31,0	7775	0,067	697	1076	0,20	0,18
1x500	34,5	10853	0,050	793	1253	0,19	0,17
1x630	38,8	15073	0,039	913	1467	0,18	0,16
2x1.5	8,1	105	12,10	31	27	31,0	-
2x2.5	9,0	135	7,41	40	36	19,0	-
2x4.0	11,0	183	4,81	51	46	12,0	-
2x6.0	12,0	233	3,70	64	57	7,9	-
2x10	14,1	325	2,68	85	79	4,7	-
2x16	16,0	453	1,91	110	107	2,9	-
2x25	18,0	653	1,27	147	147	1,9	-
2x35	19,7	903	0,924	179	182	1,35	-
2x50	22,8	1243	0,687	200	217	1,00	-
2x70	22,8	1463	0,506	245	283	0,69	-
2x95	25,4	1963	0,375	294	343	0,52	-
2x120	28,5	2745	0,285	334	391	0,42	-
2x150	30,4	3765	0,224	378	447	0,35	-
2x185	34,8	5263	0,169	428	513	0,29	-
2x240	40,1	7555	0,125	495	599	0,24	-
2x300	45,0	10603	0,091	604	704	0,22	-
3x1.5	9,0	133	12,10	27	34	31,0	27,0
3x2.5	10,4	183	7,41	35	32	19,0	17,0
3x4.0	11,6	225	4,81	45	42	12,0	10,0
3x6.0	12,7	295	3,70	56	53	7,9	6,8
3x10	14,9	413	2,68	75	73	4,7	4,1
3x16	17,0	553	1,91	97	97	2,9	2,6
3x25	18,5	765	1,27	126	152	1,9	1,65
3x35	20,0	1055	0,924	161	182	1,35	1,15
3x50	22,2	1453	0,687	179	197	1,00	0,87
3x70	24,1	2053	0,506	221	263	0,69	0,60



καλώδια Βιομ. χρήσεων και ΕΞ. εγκαταστάσεων

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΦΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΦΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ Ω/ΚΜ ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ 1 ΦΑΣΗ ΔΕ ή ΔΣ 3 ΦΑΣΕΙΣ ΔΣ	
				A	A	mV/A/m	mV/A/m
3x95	30,3	2910	0,193	265	308	0,52	0,46
5x 20	34,0	3595	0,155	303	350	0,42	0,37
3x 50	37,0	4415	0,124	341	412	0,35	0,30
5x 85	41,7	5560	0,0901	386	475	0,29	0,25
3x240	45,2	7305	0,0754	450	564	0,24	0,21
5x300	51,2	9035	0,0601	585	649	0,22	0,19
4x 3	10,3	155	12,10	23	24		27,0
4x2,5	11,2	200	7,4	30	32		17,0
4x1,5	12,6	275	4,6	40	42	—	10,0
4x0,9	13,8	360	3,08	49	53		6,0
4x 0	16,2	555	1,83	66	73	—	4,1
4x 6	18,8	810	1,15	86	97		2,6
4x25	20,4	1125	0,727	111	132	—	1,65
4x35	22,2	1482	0,524	133	162		1,15
4x50	25,0	2000	0,387	157	197		0,07
4x70	30,1	2810	0,268	195	250	—	0,60
4x95	34,0	3645	0,193	233	300		0,46
4x 20	36,1	4765	0,155	266	359		0,37
4x 50	40,9	5835	0,124	300	412		0,30
4x 85	47,1	7370	0,0901	340	475		0,25
4x240	54,5	9680	0,0754	390	564		0,21
3x25+16	21,4	1125	0,727/1,15	111	132		1,65
5x35+16	22,0	1305	0,524/1,15	133	162		1,15
3x30+25	25,1	1790	0,387/0,727	157	197		0,07
3x70+35	30,2	2510	0,268/0,574	195	250		0,60
3x95+50	34,3	3410	0,193/0,387	233	308		0,46
3x 70+70	36,9	4305	0,153/0,268	266	359		0,37
3x 50+70	40,9	5110	0,124/0,268	300	412	—	0,30
3x 05+95	47,0	6520	0,0901/0,193	340	475		0,25
3x240+120	54,0	8495	0,0754/0,153	396	564		0,21
5x 3	11,2	180	12,10	20	24		27,0
5x2,5	12,1	235	7,4	26	32		17,0
5x1,5	13,6	325	4,6	31	42	—	10,0
5x0,9	15,0	435	3,08	42	53		6,0
5x 0	17,7	670	1,83	57	73		4,1
5x 6	20,4	985	1,15	73	97		2,6
5x25	24,4	1495	0,727	95	132		1,65

ΜΕΤΡΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ

Οι παραπάνω εντάσεις φώτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C στον αέρα ή - για τοποθέτηση στο έδαφος - 0,5m μήκος ταπόρκτησης 20°C θερμοκρασία εδάφους και 1,0 K.m/Ω θερμική αντίσταση εδαφούς.
Τα μονοφασικά καλώδια τοποθετούνται σε τριγωνική διάταξη.
Για άλλες συνθήκες ισχύουν οι συντελεστές διορθώσεως:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διορθώσεως	1,4	1,09	1,04	1,0	0,96	0,91	0,87	0,82
Θερμοκρασία εδάφους °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διορθώσεως	1,00	1,0	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77
Θερμική αντίσταση εδαφούς K.m/W	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Συντελεστής διορθώσεως	1,05	1,0	0,93	0,84	0,75	0,67	0,62	0,58
Βάθος τοποθέτησης m	0,50	0,60	0,80	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0
Συντελεστής διορθώσεως	1,0	0,97	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86

Σημείωση: Τα παραπάνω καλώδια μπορούν να κατασκευαστούν και οπλισμένα.

~

H. 8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΠΑΡΟΧΗ - Α

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Φωτισμού **5 × 16 mm² XLPE/PVC**
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 80 A(64 – 80 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **65 A**
Ρύθμιση θερμικού **65 A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **650 A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Β

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα 1/Φ Κινητήρων
5 × 25mm² XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 100A(80 – 100 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **86 A**
Ρύθμιση θερμικού **86 A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **860 A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Γ

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Γραφείων
5 × 10mm² XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 50A(40 – 50 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **50A**
Ρύθμιση θερμικού **50A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **500 A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Δ

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Ψυγεία - Φούρνος
2 × 3 × 185 + 2 × 95mm² XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 800A(320 – 800 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **436A**
Ρύθμιση θερμικού **800A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **8000 A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Ε

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Κίνησης (1)
 $3 \times 185 + 2 \times 95 \text{mm}^2$ XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 400A(160 – 400 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **386A**
Ρύθμιση θερμικού **362A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **3620 A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - ΣΤ

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Κίνησης (2)
 $3 \times 50 + 2 \times 25 \text{mm}^2$ XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 180A(140 – 180 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **179A**
Ρύθμιση θερμικού **148A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **1480A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Η

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Κίνησης (3)
 $3 \times 95 + 2 \times 50 \text{mm}^2$ XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 400A(160 – 400 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **265A**
Ρύθμιση θερμικού **253A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **2530A**
Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

ΠΑΡΟΧΗ - Ζ

- Γραμμή Τροφοδοσίας από Γενικό Πινάκα μέχρι το Γενικό Πίνακα Κίνησης (4)
 $2 \times 3 \times 95 + 2 \times 50 \text{mm}^2$ XLPE/PVC
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος Τριπολικός 630A(250 – 630 A)
Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα παροχής γραμμής **294A**
Ρύθμιση θερμικού **486A**
Ρύθμιση ηλεκτρομαγνητικού στα **4860A**
- Με ικανότητα διακοπής **36 kA**

9. ΕΠΙΛΟΓΗ Μ/Σ

Η συνολική ισχύς της εγκατάστασης κίνησης του Μηχανουργείου είναι:

$$P_{KIN} = P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} + P_{15} + P_{16} + P_{17} \\ + P_{18} + P_{19} + P_{20} + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} + P_{26} + P_{27} + P_{28} + P_{29} \\ + P_{30} + P_{31} + P_{32} + P_{33} + P_{34} + P_{35} \Rightarrow$$

$$P_{KIN} = 11111 + 5128 + 2 \times 61111 + 3846 + 5128 + 8433 + 2 \times 6097 + 19318 \\ + 56250 + 12500 + 9411 + 2 \times 77777 + 2 \times 17977 + 2 \times 3289 + 2 \\ \times 43478 + 2 \times 3896 + 2 \times 3164 + 32967 + 26373 + 11363 + 138297 \\ + 7500 + 16853 + 23913 + 8750 \Rightarrow$$

$$P_{KIN} = 831 \text{ kW}$$

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει για να υπολογίσουμε την ισχύ του Μ/Σ θα πρέπει να έχουμε υπόψη:

→ Την ολική εγκατεστημένη ισχύ, δηλαδή την συνολική ισχύ της Βιομηχανίας, η οποία έπειτα από τις μελέτες εγκατάστασης κίνησης και φωτισμού που έγιναν, είναι:

$$P_B = P_{KIN} + P_{\Phi\Omega T} = 831 + 9 = 840 \text{ kW}$$

$$P'_M = P_B \times 1.25 = 840 \times 1.25 = 1050 \text{ kW}$$

→ Τον συντελεστή χρησιμοποίησης της Βιομηχανίας, που είναι 0.80

→ Τον μέσο συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης, 0.84

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα η ελάχιστη φαινόμενη ισχύς του Μ/Σ θα είναι:

$$S_{M/\Sigma} = \frac{P'_M \times \Sigma_{\chi\rho}}{\cos\varphi} = \frac{1050 \times 0.80}{0.84} = 1000 \text{ kVA}$$

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Μ/Σ ΕΛΑΙΟΥ 1000 kVA 20/0.4KV

Εκλέχτηκε Μ/Σ ελαίου σειράς ΕΛΒΗΜ της Schneider Electric, **0.4/20kV**, χαμηλών απωλειών, κλειστού τύπου, με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

ΙΣΧΥΣ (KVA)	1000	
ΦΑΣΕΙΣ	3	
ΠΡΩΤΕΥΩΝ ΤΑΣΗ (KV)	20	
ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΤΑΣΗ (KV)	0.4	
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (Hz)	50	
ΟΜΑΔΑ ΖΕΥΞΗΣ	Dyn11	
ΨΥΞΗ	ΟΝΑΝ	
ΜΕΤΑΓΩΓΕΑΣ ΛΗΨΕΩΝ (%)	± 2 x 2.5	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΥ (K)	55	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ (K)	60	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (°C)	45	
ΤΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ (%)	6	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΙΔΗΡΟΥ (W)	1100	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΛΚΟΥ (W)	10500	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΜxΠxΥ(mm)	1780x1180x1750
	ΒΑΡΟΣ (kg)	3350

Η ανοχή στις απώλειες και στην τάση βραχυκύκλωσης είναι σύμφωνα με IEC 76.

Στο Μ/Σ περιλαμβάνονται τα παρακάτω παρελκόμενα:

- Πορσελάνινοι διαπεραστήρες στη Χ.Τ
- Βυσματικοί διαπεραστήρες στην Υ.Τ
- DMCR relay (Όργανο που περιλαμβάνει θερμομέτρο με επαφές συναγερμού και απόζευξης, επαφή υπερπίεσης, ένδειξη χαμηλής στάθμης ελαίου με επαφή)
- Βαλβίδα δειγματοληψίας και αποστράγγισης λαδιού
- Ρόδες
- Ενδεικτική πινακίδα

I. 10.ΠΑΡΟΧΗ Μ.Τ.

Έχουμε ήδη αναφέρει τους τέσσερις τύπους παροχής που έχει διαμορφώσει ο ΔΕΔΔΗΕ. Λόγω του μεγέθους ισχύος του Μ/Σ μας, επιλέγουμε παροχή Β2. Η παροχή γίνεται από υπόγειο δίκτυο και τα όργανα μέτρησης τοποθετούνται από τον ΔΕΔΔΗΕ εσωτερικά στο χώρο του. Μαζί με τα όργανα μέτρησης ο ΔΕΔΔΗΕ εγκαθιστά διακόπτη ισχύος για την προστασία και την αποζημιώσιμότητα του καταναλωτή

J. 11.ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ Μ.Τ.

Το βασικότερο κριτήριο για τον καθορισμό του καλωδίου τροφοδοσίας του Υ/Σ Μ.Τ είναι η αντοχή του σε ρεύματα βραχυκύκλωσης που αντιστοιχούν στην ισχύ βραχυκύκλωσης που καθορίζει για το δίκτυο της η ΔΕΔΔΗΕ στην περιοχή που βρίσκεται ο Υ/Σ, που στην περίπτωση μας είναι $S=250$ MVA για διάρκεια $t = 1$ sec.

Η απαιτούμενη διατομή το καλωδίου είναι:

$$A = \frac{1000 \times S_k}{\sqrt{3} \times U_n \times k} \times \sqrt{t} \text{ mm}^2 = \frac{1000 \times 250}{\sqrt{3} \times 20 \times 143} = 50.5 \text{ mm}^2$$

Επιλέγουμε για την γραμμή τροφοδοσίας του Υ/Σ από την ΔΕΔΔΗΕ 3 μονοπολικά καλώδια χαλκού με μόνωση δικτυωμένου πολυαιθυλενίου ($k=143$) τύπου:

ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ
ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΧΛΡΕ
ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟ PVC



ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ: **XLPE / CWS / PVC (2XSY)**
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ: **12/20 kV**
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ: **IEC 60502-2**

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ & ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ
mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A
1x35/18	25,8	935	0,524	191	198
1x50/18	26,8	1080	0,587	225	238
1x70/18	28,8	1320	0,268	275	296
1x95/18	30,1	1600	0,193	328	361
1x120/16	31,8	1885	0,150	371	417
1x150/2E	33,3	2230	0,124	415	473
1x185/2E	35,2	2620	0,0991	467	543
1x240/2E	37,7	3215	0,0754	539	641
1x300/2E	40,0	3825	0,0601	605	735
1x400/3E	42,2	4770	0,0470	678	845

Επιλέγουμε για την γραμμή τροφοδοσίας του Υ/Σ από την ΔΕΔΔΗΕ 3 μονοπολικά καλώδια χαλκού με μόνωση δικτυωμένου πολυαιθυλενίου (k=143) διατομής **70 mm²**.

Όπου k, η σταθερά πυκνότητας για διάφορα καλώδια από τον παρακάτω πίνακα:

Τιμές του k για καλώδια χαλκού (Cu) σε (A/mm ²) x √s	+
109	Για πολυαιθυλένιο, χαρτί 6.6 και 15 KV, βουτύλιο
115	Για PVC, χαρτί 20 KV και 22 KV
143	Για δικτυωμένο πολυαιθυλένιο
Τιμές του k για καλώδια αλουμινίου (Al) σε (A/mm ²) x √s	
72	Για πολυαιθυλένιο, χαρτί 6.6 και 15KV, βουτύλιο
76	Για PVC, χαρτί 20KV και 22KV
94	Για δικτυωμένο πολυαιθυλένιο
Τιμές του k για εναέριες γραμμές σε (A/mm ²) x √s	
110	Για χαλκό (Cu)
54	Για αλουμίνιο (Al)
66	Για ACSR

K. 12.ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΤ

Ο τύπος της παροχής που έχουμε επιλέξει (B2) καθορίζει τη μέθοδο προστασίας από την πλευρά του ΔΕΔΔΗΕ και σε μεγάλο βαθμό τη μέθοδο προστασίας που πρέπει να εφαρμόσουμε στον Υ/Σ μας.

Οι διακόπτες και οι αποζεύκτες υπολογίζονται σύμφωνα με τις παρακάτω τιμές:

1.Ένταση βραχυκυκλώσεως:

$$I_k = \frac{S_k}{\sqrt{3} \times U_n} \Rightarrow I_k = 7.21 \text{ kA}$$

2. Ονομαστική ένταση πρωτεύοντος Μ/Σ:

$$I_{Nπ} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_n} \Rightarrow I_{Nπ} = 28.86 \text{ A}$$

3. Ονομαστική ένταση δευτερεύοντος Μ/Σ:

$$I_{n\delta} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_{n2}} \Rightarrow I_{n\delta} = 1443.38 \text{ A}$$

4. Ένταση βραχυκυκλώσεως πρωτεύοντος Μ/Σ:

$$I_{k\pi} = \frac{1}{U_k} \times I_{n\pi} \Rightarrow I_{k\pi} = 481.16 \text{ A}$$

5. Ένταση βραχυκυκλώσεως δευτερεύοντος Μ/Σ:

$$I_{k\delta} = \frac{1}{U_k} \times I_{n\delta} \Rightarrow I_{k\delta} = 24.06 \text{ kA}$$

Γραμμή Παροχής

Η γραμμή τις ΔΕΔΔΗΕ στον Υ/Σ του καταναλωτή είναι 3 καλώδια δικτυωμένου πολυαιθυλενίου **N2XS_Y 20 kV** διατομής **70mm²**

Διακόπτης ισχύος, αποζεύκτης

Υπαρχή ένας μόνος διακόπτης ισχύος P με ηλεκτρονόμους φάσεων και γης. Η ρύθμιση θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του ΔΕΔΔΗΕ για να υπάρχει επιλεκτική συνεργασία με τους διακόπτες αναχώρησης της γραμμής διανομής MT του ΔΕΔΔΗΕ. Ο διακόπτης ισχύος έχει ισχύς απόζευξης τουλάχιστον 250 MVA. Προτεταμένος στον διακόπτη ισχύος είναι ένας αποζευκτής μανταλωμένος με το διακόπτη ισχύος.

Ζυγοί μέσης τάσης

Η διατομή του χαλκού προσδιορίζεται από το ρεύμα του φορτιού και το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Αρκεί διατομή **40 × 5mm²**

Αναχωρήσεις μετασηματιστών

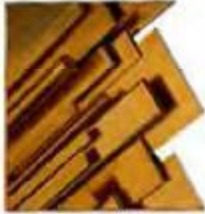
Ο Μ/Σ συνδέεται στους ζυγούς μέσης τάσης με διακόπτες φορτιού ορατών επαφών, οι διακόπτες επιτρέπουν την εύκολη απόζευξη των Μ/Σ, όταν χρειαστεί να απομονωθεί ο Μ/Σ λόγω συντήρησης. Τα καλώδια αναχώρησης είναι του ίδιου τύπου όπως στη παροχή, έχουμε έτσι τα ίδια ανταλλακτικά ακροκέφαλες κ.τ.λ., όπως στην κυρίως παροχή. Ο Μ/Σ 1000 kVA έχει προστασία με θερμόμετρο και ηλεκτρονόμο Buchholz. Οι ουδέτεροι στην πλευρά της ΧΤ γειώνονται με αγωγούς H07V-R, τουλάχιστον 25mm², μονοπολικούς η χονδρόκλωνους. Η σύνδεση των Μ/Σ στην χαμηλή τάση γίνεται με μονοπολικά καλώδια **XLPE/PVC 400 mm²**, τέσσερα παράλληλα ανά φάση. Η γραμμή του ουδέτερου του Μ/Σ είναι **2 × 400mm²**. Υπάρχει προστασία κατά της υπερφόρτισης των καλωδίων ΧΤ και του Μ/Σ με διακόπτη ισχύος ΧΤ. Οι διακόπτες αυτοί είναι ρυθμισμένοι στο ονομαστικό ρεύμα **1440 A** του Μ/Σ, δεν χρειάζονται να δρουν σε βραχυκυκλώματα στους ζυγούς της ΧΤ, γιατί την προστασία αυτή την έχει αναλάβει ο διακόπτης ισχύος στην πλευρά της ΜΤ. Σε κάθε κλάδο των αναχωρήσεων ΧΤ και ΜΤ υπάρχει από ένα αμπερόμετρο ανά φάση το οποίο τροφοδοτείται μέσω Μ/Σ εντάσεως λόγω της υψηλής έντασης των ρευμάτων.

Κεντρικός Πίνακας ΧΤ

Οι ζυγοί ΧΤ είναι από μπάρες χαλκού στηριγμένες κάθε 50-70cm. Πρέπει να αντέχουν σε ρεύμα βραχυκύκλωσης του Μ/Σ (**25kA**) και επίσης το διαρκές ρεύμα ονομαστικής φόρτισης του Μ/Σ **1440 A** άρα επιλεγούμε διατομή μπάρας χαλκού **100 × 10mm²** από τον πίνακα της επόμενης σελίδας καλώδια αναχώρησης είναι 9, ένα από τα όποια είναι για την αντιστάθμιση. Υπάρχουν 5 κυκλώματα κίνησης. Τα δυο με **800A-490A** ονομαστική έντασης, είναι προστατευμένα με διακόπτη ισχύος, τα άλλα τρία προστατεύονται με διακόπτες φορτιού και ασφάλειες, μπορούσαμε έπειτες για το μέρος των 400A να χρησιμοποιήσουμε ασφαλειοαποζεύκτες κινητήρων. Τα κυκλώματα φωτισμού και γενικών λειτουργιών μπορεί να προστατευθούν με ασφαλειοαποζεύκτες επειδή δεν έχουμε πρόβλημα επιλεκτικότητας και είναι η φθηνότερη λύση.

► ΜΠΑΡΕΣ ΧΑΛΚΟΥ - ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ - ΣΤΗΡΙΞΗ ΜΠΑΡΩΝ

► ΜΠΑΡΕΣ ΧΑΛΚΟΥ 4μέτρων



Διάσταση mm	Ampere I	Ampere II	Kg / 4m
15 x 3	165	264	1.62
20 x 3	220	352	2.16
25 x 3	246	394	2.69
30 x 3	288	460	3.22
40 x 3	470	846	4.29
15 x 5	246	394	2.72
20 x 5	307	491	3.61
25 x 5	370	592	4.50
30 x 5	429	686	5.39
40 x 5	547	875	7.17
50 x 5	755	1208	8.95
30 x 10	640	1024	10.78
40 x 10	806	1290	14.34
50 x 10	963	1541	17.90
60 x 10	118	1786	21.46
80 x 10	1396	2234	28.53
100 x 10	1650	2640	35.00
120 x 10	1920	3072	42.92
160 x 10			57.16

- Οι τιμές υπολογίζονται με τα κιλά και δίδεται κατόπιν στρογγυλάκιος, σύμφωνα με την εκάστοτε τιμή του χαλκού
- Τα κιλά των μπαρών πιθανόν να έχουν μια αυξή / μείωση, όταν τα μήκους τους διαφοροποιείται

L. 13. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ, ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

Το μέσο $\cos\varphi$ της εγκατάστασης μας είναι 0.84 όπως προέκυψε από τους προηγούμενους υπολογισμούς:

$$\cos\varphi_1^{-1}(0.84) = 32.86 \Rightarrow \tan\varphi_1 = 0.64$$

Το επιθυμητό είναι $\cos\varphi = 0.95 \Rightarrow \tan\varphi_2 = 0.32$

Η άεργος ισχύς των πυκνωτών αντιστάθμισης, υπολογίζεται από την σχέση:

$$Q_c = P_{\text{εισ}} \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 830 \times (0.64 - 0.32) = 266 \text{ kVAr}$$

Επιλέγουμε κεντρική αντιστάθμιση και για την διόρθωση του συντελεστή ισχύος χρησιμοποιούμε ψηφιακό ρυθμιστή άεργου ισχύος, μέσω του οποίου προγραμματίζεται η σύνδεση ή η αποσύνδεση των πυκνωτών, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης.

Στην πράξη έχουμε συστοιχίες πυκνωτών και κάθε φορά συνδέονται όσοι είναι απαραίτητοι για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

Ο τρόπος αυτός γίνεται με ένα αυτοματοποιημένο σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής του συντελεστή ισχύος και στην συνέχεια γίνεται ενεργοποίηση σε βαθμίδες του κατάλληλου αριθμού πυκνωτών που θα συνδεθούν ή θα αποσυνδεθούν.

Αυτό το σύστημα υπάρχει σε ξεχωριστό πεδίο στο Γενικό Πίνακα ΧΤ του Υ/Σ. Με βάση την ισχύ των 266 kVAr επιλέγουμε συσκευή ρύθμισης άεργου ισχύος (ή αλλιώς ερμάριο πυκνωτών) 400 kVAr (λόγω τυποποίησης των μεγεθών και επειδή η αντιστάθμιση γίνεται μέσω συσκευής ελέγχου αποφεύγοντας το χωρητικό συντελεστή ισχύος), με βαθμίδες ισχύος 10-10- 20-20-40. Η σύνδεση του με τον Γενικό Πίνακα ΧΤ γίνεται με καλώδια NYΥ 3x95 mm².

M. 14. ΓΕΙΩΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

Κατά την κατασκευή του Υ/Σ θα εγκατασταθεί θεμελιακή γείωση. Ως γειωτής θα τοποθετηθεί ταινία χαλύβδινη διαστάσεων **50mm x 4mm** εντός των θεμελίων του κτιρίου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται χαμηλή αντίσταση γείωσης. Επίσης στον χώρο του Υ/Σ θα τοποθετηθεί σύστημα γειώσεων που αποτελείται από:

- Περιμετρική γείωση χάλκινη 50mm x 4mm με αναμονές για την σύνδεση των μεταλλικών μερών της ΜΤ, της ΧΤ και του Μ/Σ. Τοποθετείται εσωτερικά και περιμετρικά του κτίσματος σε ύψος 50 cm. στερεώνεται στο τοιχίο με χάλκινα στηρίγματα
- Δομικό πλέγμα βρόχων με άνοιγμα 6 x 10 cm διαμέτρου 3mm σε βάθος 5cm από την επιφάνεια του δαπέδου, το οποίο συνδέεται με την παραπάνω γείωση, σε τέσσερα σημεία σε κάθε χώρο.

Με την περιμετρική ταινία θα συνδέονται, μέσω αγωγού:

1. τα μεταλλικά μέρη του Γενικού Πίνακα ΜΤ
2. τα μεταλλικά μέρη του Γενικού Πίνακα ΧΤ

3. τα μεταλλικά μέρη του Μ/Σ
4. οι ράγες του Μ/Σ
5. τα σημεία γείωσης και οι βάσεις στηρίξεως των ακροκιβωτίων
6. το ισοδυναμικό πλέγμα των δαπέδων
7. κάθε άλλη μεταλλική συσκευή που υπάρχει στο χώρο του Υ/Σ

Οι αγωγοί γείωσης κάθε χώρου θα συνδέονται με την κεντρική γείωση (θεμελιακή) των μεταλλικών μερών. Στην περίπτωση που η συνολική γείωση είναι κάτω από 1Ω , στην γείωση αυτή θα συνδεθεί και ο ουδέτερος κόμβος του Μ/Σ. Στην αντίθετη περίπτωση ο ουδέτερος κόμβος θα συνδεθεί σε ανεξάρτητα τρίγωνα γείωσης.

N. 15. ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΤ

Ο πίνακας ΜΤ αποτελείται από δύο πεδία. Κοινό χαρακτηριστικό των κυψελών είναι ότι περιέχουν διακόπτη φορτίου (400 A) με μονωτικό μέσο το αέριο SF₆. Έχουμε:

- Έναν τριπολικό διακόπτη αποζεύκτη φορτίου 400 A, σε κοινό κέλυφος με γειωτή με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας. Ο γειωτής είναι μηχανικά μανδαλωμένος με τον διακόπτη ώστε όταν ανοίγει ο ένας διακόπτης να κλείνει ο άλλος, μόνο ο ένας δηλαδή να μπορεί να είναι σε θέση ON
- Τρία αμπερόμετρα
- Τρεις Μ/Σ εντάσεως
- Τρία αλεξικέραυνα ΜΤ 10 kA
- Τρεις χωρητικούς καταμεριστές ένδειξης τάσεως με τρεις ενδεικτικές λυχνίες
- Έναν τριπολικό αποζεύκτη φορτίου 400 A και γειωτή σε κοινό κέλυφος, σε περιβάλλον SF₆
- Τρεις ασφάλειες ΜΤ 40 A
- Δυο Μ/Σ Τάσεως

Στην μπροστινή επιφάνεια κάθε κυψέλης, υπάρχει σχεδιασμένο το μιμικό της διάγραμμα, στο οποίο φαίνεται εκτός από το μονογραμμικό διάγραμμα της κυψέλης και η κατάσταση του διακόπτη (ON - OFF).

Οι χωρητικοί καταμεριστές τάσης τροφοδοτούν τις τρεις λυχνίες, που βρίσκονται στην μπροστινή όψη της κυψέλης, για να βλέπουμε αν υπάρχει τάση στα καλώδια.

Ο. 16. ΑΕΡΙΣΜΟΣ - ΨΥΞΗ Μ/Σ

Ο Μ/Σ κατά την λειτουργία του θερμαίνεται. Η θέρμανση αυτή του Μ/Σ εξαρτάται από τις συνολικές απώλειες και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η ψύξη ενός Μ/Σ επιτυγχάνεται κυρίως με ρεύμα αέρος.

Ιδανική κατάσταση ψύξης είναι η ροή κατακόρυφα από κάτω προς τα πάνω. Επειδή αυτό δεν είναι πάντοτε εφικτό υπάρχουν περσιδωτά ανοίγματα στο κάτω μέρος της πόρτας του χώρου του Μ/Σ και σε άλλο σημείο που βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψος.

Με αυτόν τον τρόπο ο ψυχρός αέρας εισέρχεται από τα περσιδωτά ανοίγματα της πόρτας, φθάνει στον Μ/Σ όπου τον ψύχει και με μεγαλύτερη θερμοκρασία και μικρότερο ειδικό βάρος (αραιότερος) φεύγει από τα ανοίγματα που βρίσκονται ψηλότερα.

Υπολογίζουμε:

1) Κάτω άνοιγμα (χαμηλά στην μεταλλική πόρτα) σύμφωνα με τον τύπο που ζητάει ο ΔΕΔΔΗΕ έχουμε:

$$A_1 = 0.0425 \times Q_{\text{απωλειών}} \times \sqrt{\frac{10^4 \times K}{H \times \theta^3}}$$

Και επίσης $Q_{\text{απωλειών}} = Q_{\text{απωλ.φορτίου}} + Q_{\text{απωλ.κενού}}$ σε watt

Κ: αντίσταση του αέρα στα ανοίγματα εισόδου του, λαμβάνεται ίση με 7 .

Η: απόσταση του κέντρου του ανοίγματος εξόδου, που βρίσκεται πάνω από την πόρτα, από το μέσο του Μ/Σ, σε m., θεωρούμε ότι είναι 5 m.

Θ: η διαφορά θερμοκρασίας που μπορεί να προκληθεί στον αέρα μέσα στο χώρο του Μ/Σ κατά την λειτουργία του, σε °C θεωρούμε ότι η διαφορά ($\theta_2 - \theta_1$) είναι 10 °C.

Άρα

$$Q_{\text{απωλειών}} = 10050 + 1100 = 11150 \text{ W και}$$

$$A_1 = 0.0425 \times Q_{\text{απωλειών}} \times \sqrt{\frac{10^4 \times K}{H \times \theta^3}} = 1.77 \text{ m}^2$$

2) Άνω άνοιγμα, το οποίο υπολογίζεται από τον τύπο:

$$A_2 = 1.2 \times A_1 = 2.1 \text{ m}^2$$

Στην περίπτωση όπου τα παραπάνω περισιδωτά ανοίγματα δεν είναι δυνατόν να βρίσκονται σε εξωτερική πόρτα ή τοίχο, τότε για ψύξη του Μ/Σ χρησιμοποιείται μηχανικός αερισμός. Η απαγωγή της αποδιδόμενης θερμότητας δηλαδή γίνεται με τη βοήθεια ανεμιστήρα. Ο ανεμιστήρας που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτόν τον τρόπο ψύξης, θα πρέπει να έχει παροχή :

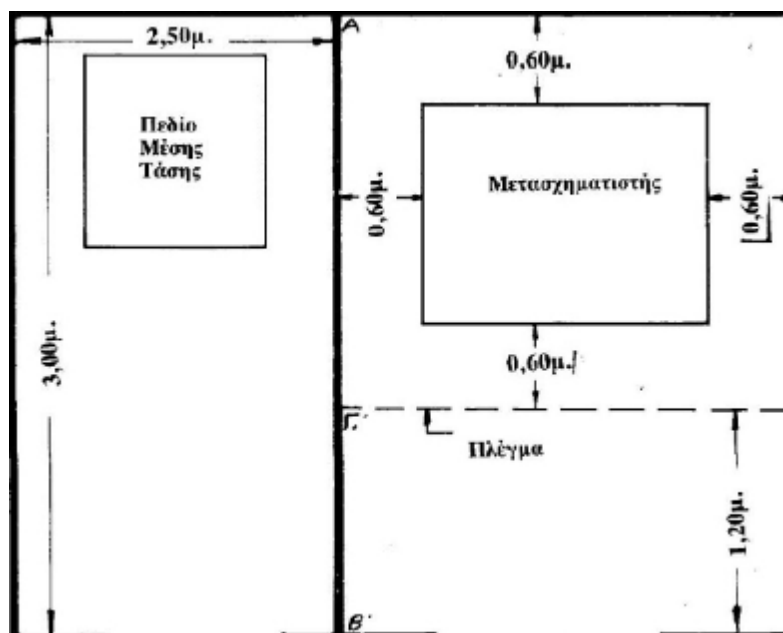
$$P = \frac{Q_{\text{απωλειών}} \times 1.2}{0.31 \times \theta}$$

Άρα για τον Υ/Σ που μελετάμε

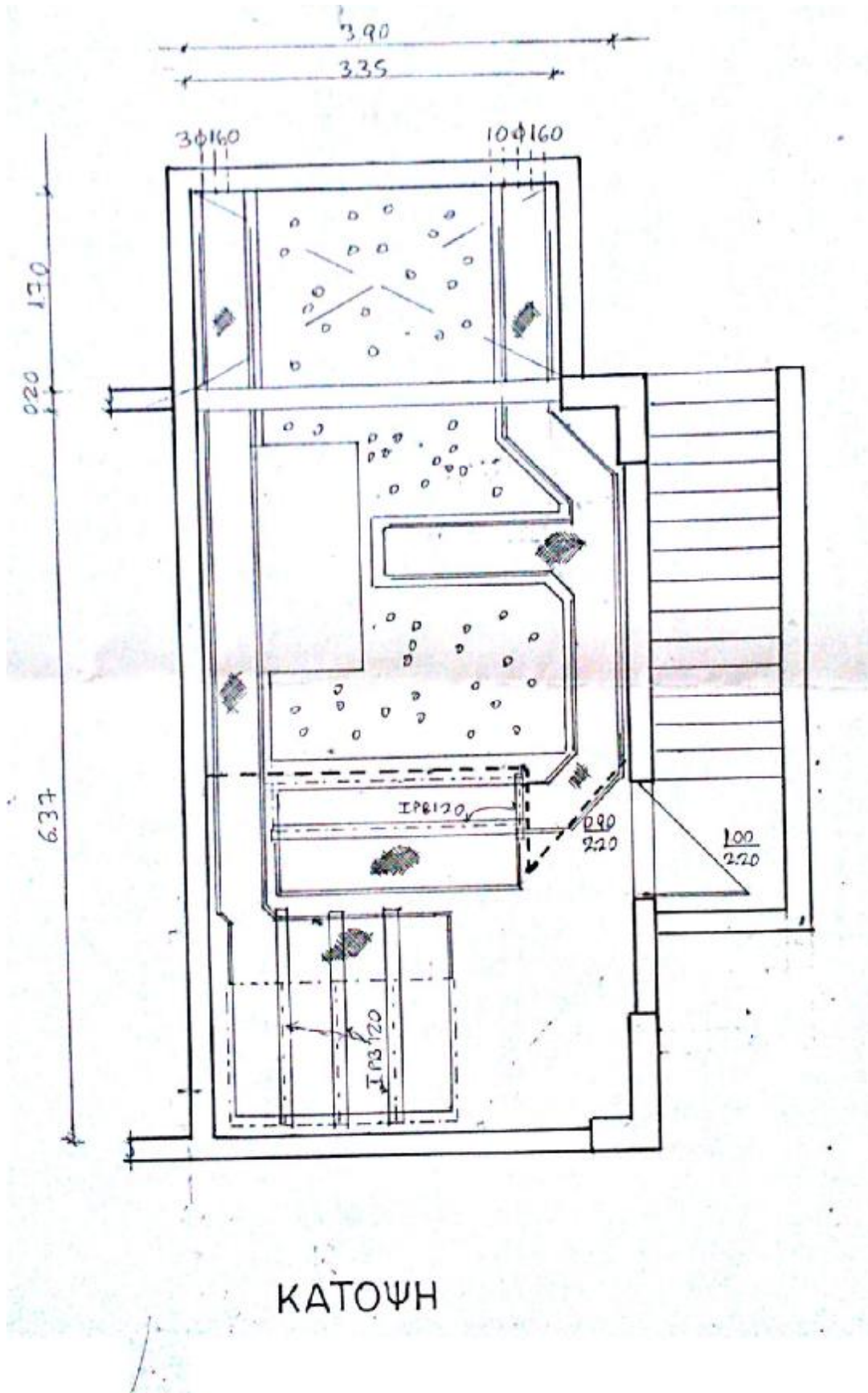
$$P = \frac{Q_{\text{απωλειών}} \times 1.2}{0.31 \times \theta} = 4.3 \text{ kW}$$

P. 17. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Υ/Σ

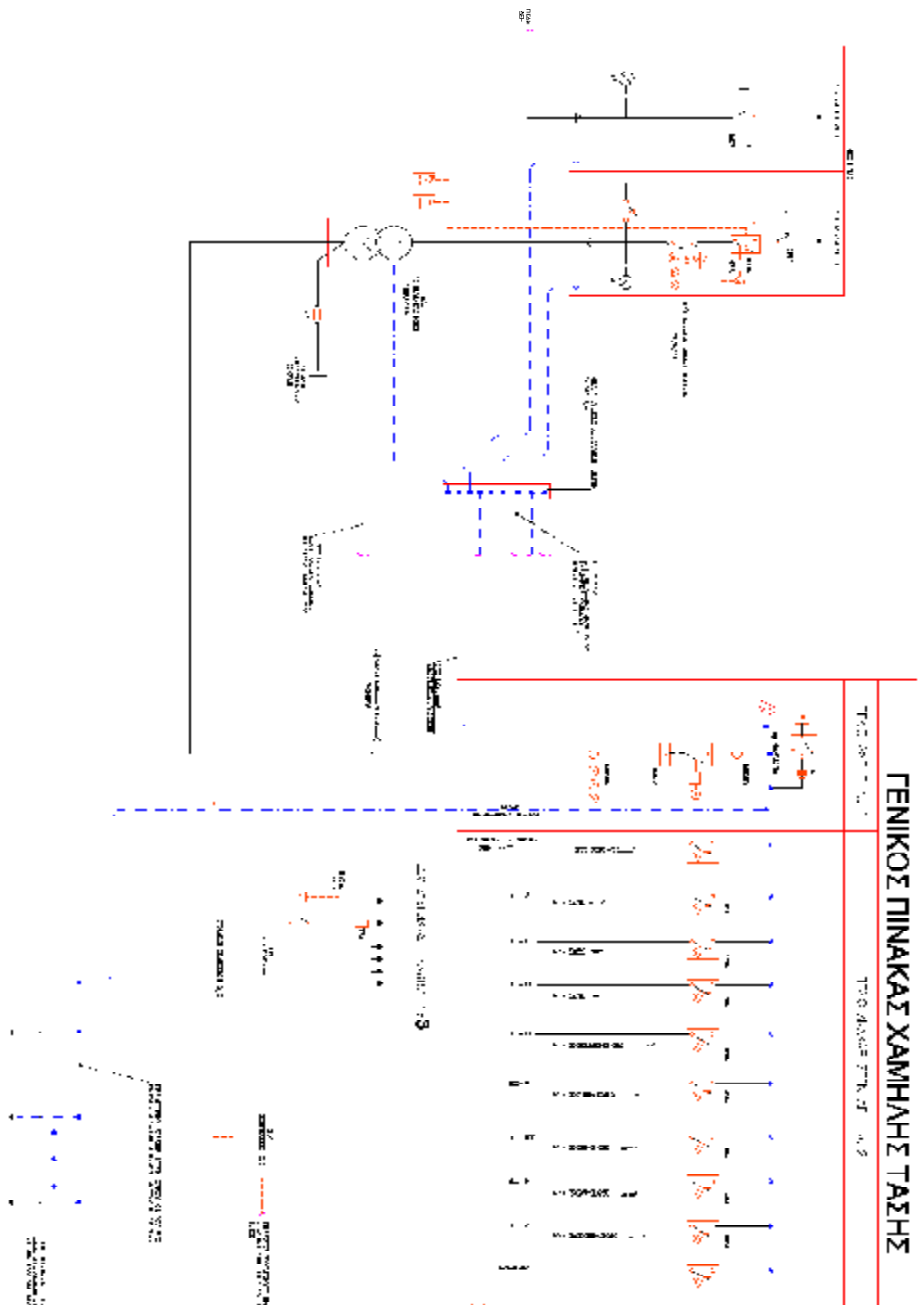
Ο τύπος του κτιρίου του Υ/Σ εξαρτάται από τον τύπο παροχής του ΔΕΔΔΗΕ. Οι ελάχιστες διαστάσεις για το κτίριο του Υ/Σ ΜΤ παροχής Α 1 ή Α2 φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Στο τέλος ακολουθεί η κάτοψη του κτιρίου του Υ/Σ μας και το μονογραμμικό του διάγραμμα.



Κάτοψη χώρου Μ/Σ



ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΕΣΤΗΣ ΚΑΤΙ ΤΑΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΕ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ
	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ
	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ
	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ
	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ
	ΛΥΜΑΝΟΣ ΜΑΚΡΗΣ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΝΑΜΗ

Μονογραμμικό διάγραμμα βιομηχανικού πελάτη υπό μελέτη

XVI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην Εργασία αυτή αρχικά παρουσιάστηκαν τα θεωρητικά στοιχεία που χρειάζονται για την διεξαγωγή μελέτης ιδιωτικού υποσταθμού εσωτερικού χώρου. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε αναλυτική μελέτη, βάσει των Οδηγιών Διανομής της ΔΕΗ, για τον καθορισμό της παροχής Μέσης Τάσης από τον ΔΕΔΔΗΕ και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του ιδιωτικού υποσταθμού εσωτερικού χώρου εργοστασίου φρυγανιάς.

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της μελέτης της παρούσας εργασίας με την μελέτη της εν λειτουργία ηλεκτρολογικής εγκατάστασης του εργοστασίου φρυγανιάς έδειξε ταύτιση της παροχής μέσης τάσης του ΔΕΔΔΗΕ και των ηλεκτρολογικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εγκατάστασης.

XVII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Νο 22,26,31,34,37,41,43,46,55,56,57,58,59,61, ΔΕΗ
- 2.Λαμπρόπουλος,Μελέτη Ηλεκτρικών Δικτύων Διανομής, ΔΕΔΔΗΕ
- 3.Π. Ντοκόπουλος ,Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών,2005
4. www.abb.com όπως εμφανίστηκε την 23/06/2013
- 5.Κεμίδης Π., Μπαργιώτας Δ., Σανδαλίδης Χ. Βιομηχανικές εγκαταστάσεις – Υποσταθμοί
Όπως εμφανίστηκε στην διεύθυνση <http://www.pi-schools.gr/lessons/tee/electrical/biblia.php>
την 13/05/2013
6. ΧΑΡΗΣ ΔΗΜΟΥΛΙΑΣ ,Ηλεκτρικοί υποσταθμοί καταναλωτών Μέσης Τάσης όπως
εμφανίστηκε στην σελίδα <http://www.techgear.gr/> την 17/11/2012
- 7.Τσάνακας Δ., Ειδικά κεφάλαια εγκαταστάσεων και δικτύων
- 8.Τα στοιχεία του Μ/Σ που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς ελήφθησαν από την
εταιρία Schneider Electric
- 9.Μανέτα Μαρία, Μελέτη υποσταθμού μέσης τάσης, Πάτρα Οκτώβριος 2009
- 10.Καλπακίδης Ιωάννης, Περιγραφή των μέσων προστασίας και των εγκαταστάσεων μέσης
τάσης του ΔΕΔΔΗΕ και των καταναλωτών, Θεσσαλονίκη Μάιος 2009
- 11.Πίνακες και στοιχεία καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης από την εταιρία CABLEL.
Όπως αυτά εμφανίστηκαν στην ιστοσελίδα της www.telecables.gr την 10/3/2013
12. Πίνακες του ΕΛΟΤ HD384 λήφθηκαν από την σελίδα :
<http://www.eetemher.gr/bio/ELOT384.pdf> όπως εμφανίστηκε την 10/9/2013

XVIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

A. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Χάριν ευκολίας κατά την ανάγνωση της εργασίας αλλά και λόγω του εξαιρετικά μεγάλου όγκου δεδομένων για την πραγματοποίηση της μελέτης μιας πραγματικής βιομηχανίας δημιουργήθηκε το εξής παράρτημα.

Στο παράρτημα αυτό φαίνονται αναλυτικά οι απαιτούμενοι υπολογισμοί για την πλήρη μελέτη της βιομηχανίας μας. Τοποθετηθήκαν σε αυτό το σημείο λόγω της συχνής επανάληψης των πράξεων αλλά και για να υπάρχει η ευκαιρία να παρουσιαστούν και κάποιες εναλλακτικές μέθοδοι για διαφόρους από αυτούς τους υπολογισμούς.

Αναλυτικά τα φορτία και οι διαφορες παραδοχές

Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	P Ονομαστικό (kW)	Αριθμός Φάσεων (1 ή 3)	Συν Φ	Βαθμός Απόδοσης n	Μήκος Γραμμής <100 m l (m)	Θερμοκρασία (C)
1	Φωτισμός Παραγωγής	6	3	1,00	1,00	12	40
2	Περιμετρικός Φωτισμός	3	3	1,00	1,00	63	40
3	Πίνακας Γραφείων	10	3	0,95	1,00	15	40
4	Κοχλίες Πρώτης Ύλης	4	3	0,86	0,86	23	40
5	Ζυμωτήριο Α	55	3	0,92	0,92	35	40
6	Ζυμωτήριο Β	55	3	0,92	0,92	35	40
7	Κοπτοδιακριτική	3	3	0,87	0,85	12	40
8	Προσόφα	4	3	0,90	0,87	16	40
9	Μεταφορική Ταιν.	7	3	0,89	0,88	25	40
10	Πλαστική Α	5	3	0,88	0,86	20	40
11	Πλαστική Β	5	3	0,88	0,86	20	40
12	Στόφα	17	3	0,92	0,90	28	40
13	Φούρνος Ψωμιού	45	3	1,00	1,00	45	40
14	Βεντούζα Αναρρόφησης	11	3	0,90	0,88	20	40
15	Μεταφορική Ταινία	8	3	0,86	0,88	23	40
16	Ψυγείο Ψωμιού Α	70	3	1,00	1,00	15	40
17	Ψυγείο Ψωμιού Β	70	3	1,00	1,00	15	40
18	Κοπτική Α	16	3	0,93	0,91	20	40
19	Κοπτική Β	16	3	0,93	0,91	20	40

A/A	ΟΝΟΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	P Ονομαστικό	Αριθμός Φάσεων	Συν Φ	Βαθμός Απόδοσης	Μήκος Γραμμής <100 m	Θερμοκρασία
20	Επιστρωτική Α	2,5	3	0,86	0,83	30	40
21	Επιστρωτική Β	2,5	3	0,86	0,83	30	40
22	Φούρνος Φρυγάνισης Α	40	3	1,00	1,00	40	40
23	Φούρνος Φρυγάνισης Β	40	3	1,00	1,00	40	40
24	Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς Α	3	3	0,88	0,84	33	40
25	Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς Β	3	3	0,88	0,84	33	40
26	Ταινίες Πακεταρίσματος Α	2,5	3	0,86	0,83	16	40
27	Ταινίες Πακεταρίσματος Β	2,5	3	0,86	0,83	16	40
28	Αρχικές Συσκευαστικές Μηχανές	30	3	0,94	0,91	9	40
29	Τελικές Συσκευαστικές	24	3	0,94	0,91	62	40
30	Γραμμή Εγκιβωτισμού	10	3	0,91	0,89	36	40
31	Κλιματισμός Παραγωγής	130	3	0,80	0,96	15	40
32	Λεβητοστάσιο	6	3	0,89	0,85	10	40
33	Αεροσυμπιεστής Α	15	3	0,92	0,90	12	40
34	Αεροσυμπιεστής Β	22	3	0,92	0,91	12	40
35	Κυλικείο	7	3	0,96	1,00	19	40

B. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ P_{ηλ} ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕ ΓΝΩΣΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Παρακάτω υπολογίζεται η ισχύ που απορροφά κάθε κινητήρας:

ΓΡΑΜΜΗ 3: (Πινάκας Γραφείων)

Η ισχύ που απορροφά ο τριφασικός πινάκας γραφείων με βαθμό απόδοσης $n=0.90$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{10000}{0.90} = 11111 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 4: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύ που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.78$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{4000}{0.78} = 5128 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 5-6: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.90$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{55000}{0.90} = 61111 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{55000}{0.92} = 59782 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.78$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{3000}{0.78} = 3846 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.78$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{4000}{0.78} = 5128 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.83$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{7000}{0.83} = 8433 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 10-11: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.82$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{5000}{0.82} = 6097 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{5000}{0.82} = 6097 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 12: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.80$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{17000}{0.88} = 19318 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 13: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.92$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{45000}{0.80} = 56250 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 14: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.88$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{11000}{0.88} = 12500 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 15: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.85$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{8000}{0.85} = 9411 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 16-17: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.90$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{70000}{0.90} = 77777 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{70000}{0.90} = 77777 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 18-19: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.89$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{16000}{0.89} = 17977 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{16000}{0.89} = 17977 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 20-21: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.76$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{2500}{0.76} = 3289 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{2500}{0.76} = 3289 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 22-23: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.92$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{40000}{0.92} = 43478 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{40000}{0.92} = 43478 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 24-25: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.77$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{3000}{0.77} = 3896 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{3000}{0.77} = 3896 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 26-27: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.79$ είναι :

$$P_{in A} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{2500}{0.79} = 3164 \text{ W}$$

$$P_{in B} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{2500}{0.79} = 3164 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 28: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.91$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{30000}{0.91} = 32967 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 29: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.91$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{24000}{0.91} = 26373 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 30: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.88$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{10000}{0.88} = 11363 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 31: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.94$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{130000}{0.94} = 138297 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 32: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.80$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{6000}{0.80} = 7500 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 33: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.89$ είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{15000}{0.89} = 16853 \text{ W}$$

ΓΡΑΜΜΗ 34: (Τριφασικός κινητήρας)

Η ισχύς που απορροφά ο τριφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $n=0.92$ είναι

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{22000}{0.92} = 23913 \text{ W}$$

..

Κ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΘΕ ΓΡΑΜΜΗΣ

Παρακάτω υπολογίζονται οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος που διαρρέουν κάθε γραμμή της εγκατάστασης:

ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός Παράγωγης 6 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 1 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 8.66 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός Περιμετρικός 3 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 2 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 4.33 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 3: (Πινάκας Γραφείων 10 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 3 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{11111}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 18.65 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 4: (Τριφασικός Κινητήρας 4 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 4 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{5128}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.83} = 8.9 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 5-6: (Τριφασικός Κινητήρας 55 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 5-6 δίνεται από τη σχέση:

$$I_A = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{61111}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 102.5 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{61111}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 102.5 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός Κινητήρας 3 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 7 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{3846}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.81} = 6.85 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός Κινητήρας 4 kW 1/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 8 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{5128}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.81} = 9.14 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός Κινητήρας 7 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 9 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{8433}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.84} = 14.49 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 10-11: (Τριφασικός Κινητήρας 5 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 10-11 δίνεται από τη σχέση:

$$I_A = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{6097}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.82} = 10.73 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{6097}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.82} = 10.73 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 12: (Τριφασικός Κινητήρας 17 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 12 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{19318}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.84} = 33.19 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 13: (Φούρνος Ψωμιού 45 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 13 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{56250}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.80} = 101.49 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 14: (Τριφασικός Κινητήρας 11 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 14 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{12500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85} = 21.22 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 15: (Τριφασικός Κινητήρας 8 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 15 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{9411}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.83} = 16.73 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 16-17: (Ψυγείο Ψωμιού 70 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 16-17 δίνεται από τη σχέση:

$$I_{16,17} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{77777}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.84} = 133.65 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 18-19: (Τριφασικός Κινητήρας 16 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 18-19 δίνεται από τη σχέση:

$$I_{18,19} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{17977}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 30.17 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 20-21: (Τριφασικός Κινητήρας 2.5 kW **1/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 20-21 δίνεται από τη σχέση:

$$I_{20,21} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{3289}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.80} = 5.93 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 22-23: (Φούρνος Φρυγανιάς 40 kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 22-23 δίνεται από τη σχέση:

$$I_{22,23} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{43478}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.80} = 78.44 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 24-25: (Τριφασικός Κινητήρας 3 kW **1/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 24-25 δίνεται από τη σχέση:

$$I_{24,25} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{3896}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.81} = 6.94 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 26-27: (Τριφασικός Κινητήρας 3 kW **1/Φ**)

ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τις γραμμές 26-27 δίνεται από τη σχέση:

$$I_A = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{3164}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.80} = 5.7 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 28: (Τριφασικός Κινητήρας 30 kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 28 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{32967}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85} = 55.98 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 29: (Τριφασικός Κινητήρας 24 kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 29 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{26373}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 44.26 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 30: (Τριφασικός Κινητήρας 10 kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 30 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{11363}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85} = 19.30 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 31: (Τριφασικός Κινητήρας 130 kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 31 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{138297}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.87} = 229.44 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 32: (Τριφασικός Κινητήρας 6kW **3/Φ**)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 32 δίνεται από τη σχέση:

H

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{7500}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.83} = 13.04 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 33: (Τριφασικός Κινητήρας 15kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 33 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{16853}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85} = 28.62 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 34: (Τριφασικός Κινητήρας 22kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 34 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{23913}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 40.13 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ 35: (Τριφασικός πίνακας γραφείων 7 kW 3/Φ)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 35 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{7000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.83} = 12.17 \text{ A}$$

D. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 6 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 8.66 A
- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{8.66}{0.82} = 10.56 \text{ A}$$

- § Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 14.1 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι **2.5 mm²**.

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 10.56 \times 1}{2.5} = 1.58 < 4V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε 1.58 V μικρότερη από 4 V άρα η διατομή των αγωγών που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι **S=2.5 mm²**.

- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-U**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3 × 2.5mm² H07V-U**

ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 3 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 4.33A
- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{4.33}{0.82} = 5.28A$$

- § Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 14.1 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι **1.5 mm²**.

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 63 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 63 \times 5.28 \times 1}{1.5} = 6.91 > 4 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης λόγω του μεγάλου μήκους της γραμμής βρέθηκε 6.91 V μεγαλύτερη από 4 V άρα θα επιλέξουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγών που είναι $S = 4 \text{ mm}^2$ και θα ξανά υπολογίσουμε την πτώσης τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 63 \times 5.28 \times 1}{4} = 2.59 > 4 \text{ V}$$

Σε αυτή την περίπτωση η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S = 4 \text{ mm}^2$.

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-U**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3 × 4mm² H07V-U**

ΓΡΑΜΜΗ 3: (Πινάκας Γραφείων 3KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I = 18.65 A

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2 = 0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{18.65}{0.82} = 22.74 \text{ A}$$

§ Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 14.1 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι **2.5 mm²**.

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 15 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 15 \times 22.74 \times 0.86}{2.5} = 3.65 < 4 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης λόγω του μεγάλου μήκους της γραμμής βρέθηκε 3.65 V είναι πάρα πόλη κοντά στα 4 V άρα θα επιλέξουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγών που είναι $S = 4 \text{ mm}^2$ και θα ξανά υπολογίσουμε την πτώσης τάσης:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 15 \times 22.74 \times 0.86}{4} = 2.28 < 4 \text{ V}$$

Σε αυτή την περίπτωση η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S = 4 \text{ mm}^2$.

- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-U**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 4mm² H07V-U**

ΓΡΑΜΜΗ 4: (Κοχλίες Πρώτης Ύλης 4KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I = 8.9A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 8.9 \times 1.25 = 11.13A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{11.13}{0.82} = 13.6 A$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **2.5mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 23 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 23 \times 13.6 \times 0.83}{2.5} = 3.23 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=2.5 mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **2.5 mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-U**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 2.5 mm² H07V-U**

ΓΡΑΜΜΗ 5-6: (Ζυμωτήριο A-B 55 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I = 102.5 A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 102.5 \times 1.25 = 128.2 A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{128.2}{0.82} = 156.3 \text{ A}$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **70mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 35 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 35 \times 176.3 \times 0.86}{70} = 2.36 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=70mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **25 mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 70 mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 7: (Κοπτοδιαρετική 3 KW)

1.Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: **I= 6.85A**
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 6.85 \times 1.25 = 8.57 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{8.57}{0.82} = 10.45 \text{ A}$$

- § Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 4 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι **2.5mm²**.

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 10.45 \times 0.81}{2.5} = 1.26 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=2.5\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 2.5mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $4 \times 2.5\text{mm}^2$ **J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 8: (Προστόφα 4 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
 $I= 9.14\text{A}$
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 9.14 \times 1.25 = 11.43 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{11.43}{0.82} = 13.93 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 2.5mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 16 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 16 \times 13.93 \times 0.81}{2.5} = 2.25 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=2.5 \text{ mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 2.5 mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $4 \times 2.5 \text{ mm}^2$ **J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 9: (Μεταφορική Ταινία Φορμών 7 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
 $I= 14.49\text{A}$

- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 14.49 \times 1.25 = 18.11 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{18.11}{0.82} = 22.09 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 4mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 25 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 25 \times 22.09 \times 0.84}{4} = 3.61 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=4\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 4mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 4mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 10-11: (Πλαστικοί A-B 5 KW)

1.Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 10.73 A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 10.73 \times 1.25 = 13.42 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{13.42}{0.82} = 16.36 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 4mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 20 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 20 \times 16.36 \times 0.82}{4} = 2.09 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=4mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **4mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 2.5mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 12: (Στόφα 17 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 33.19A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 33.19 \times 1.25 = 41.49 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{41.49}{0.82} = 50.6 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **10mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 28 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 28 \times 50.6 \times 0.84}{10} = 3.71 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=10mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **10mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 10mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 13: (Φούρνος Ψωμιού 45 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 101.49 A

§ Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 101.49 \times 1.25 = 126.86A$$

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία $40^\circ C$ όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{126.86}{0.82} = 154.71A$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με $70mm^2$

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής που έχει μήκος 45 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 45 \times 154.71 \times 0.80}{70} = 2.48 < 4 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=70mm^2$

§ Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι $35mm^2$

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 70mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 14: (Βεντούζα Αναρροφώσης 11 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 21.23 A

§ Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 21.23 \times 1.25 = 26.53 A$$

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία $40^\circ C$ όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{26.53}{0.82} = 32.35A$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με $6mm^2$

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 20 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 20 \times 32.35 \times 0.85}{6} = 2.85 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=6mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **6mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 6mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 15: (Μεταφορική Ταινία Ψωμιού 8 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 16.37 A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 16.37 \times 1.25 = 20.46 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{20.46}{0.82} = 24.95 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **4mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 23 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 23 \times 24.95 \times 0.83}{4} = 3.66 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=4mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **4mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 2.5 mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 16-17: (Ψυγείο Ψωμιού A-B 70 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 133.65A

§ Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 133.65 \times 1.25 = 167 \text{ A}$$

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{167}{0.82} = 203.73 \text{ A}$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 95mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής που έχει μήκος 15 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 15 \times 203.73 \times 0.84}{95} = 0.85 < 12V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=95\text{mm}^2$

§ Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 50mm^2

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3 × 95mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 18-19: (Κοπτική A-B 16 KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 30.17A

§ Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 30.17 \times 1.25 = 37.72 \text{ A}$$

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{37.72}{0.82} = 46\text{A}$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 6mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 20 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 20 \times 46 \times 0.84}{6} = 2.4 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=10mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **10mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 6mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 20-21: (Επιστροφική A-B 2.5KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 5.93A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 5.93 \times 1.25 = 7.42A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{7.42}{0.82} = 9.05A$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **4mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 30 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 30 \times 9.05 \times 0.80}{4} = 1.69 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=4mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **4mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 4mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 22-23: (Φούρνος Φρυγανισής A-B 40KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 78.44A

- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 78.44 \times 1.25 = 98.06A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία $40^\circ C$ όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{98.06}{0.82} = 119.58A$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με $35mm^2$

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής που έχει μήκος 40 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 40 \times 119.58 \times 0.80}{35} = 3.4 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=35mm^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι $16 mm^2$
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 25 mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 24-25: (Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς A-B 3KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: **I= 6.94 A**
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 6.94 \times 1.25 = 8.68 A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία $40^\circ C$ όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{8.68}{0.82} = 10.58A$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με $2.5mm^2$

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 33 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 33 \times 10.58 \times 0.81}{2.5} = 3.56 < 12V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=2.5\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 2.5mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $4 \times 2.5\text{mm}^2$ **J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 26-27: (Ταινίες Πακεταρίσματος A-B 2.5KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: **I= 5.71A**
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 5.71 \times 1.25 = 7.14A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{7.14}{0.82} = 8.70 \text{ A}$$

- § Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή από τον πίνακα 4 θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι 4mm^2 .

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 16 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 16 \times 8.70 \times 0.80}{2.5} = 1.39 < 12V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=2.5\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 2.5mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $3 \times 2.5 \text{mm}^2$ **J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 28: (Αρχικές Συσκευάστηκες Μηχανές 30KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: **I= 55.98A**

- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 55.98 \times 1.25 = 69.98 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{69.98}{0.82} = 85.34 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 16mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 10 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 9 \times 85.34 \times 0.85}{16} = 1.27 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=16 \text{ mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 16 mm^2
 § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
 § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 16mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 29: (Τελικές Συσκευάστηκες Μηχανές 24KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 44.26A
 § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 44.26 \times 1.25 = 55.32\text{A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{55.32}{0.82} = 67.48 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 16mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 62 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 62 \times 67.48 \times 0.86}{16} = 7 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=16 mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **16mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 16mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 30: (Γραμμή Εγκιβωτισμού 10KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 19.30A
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 19.30 \times 1.25 = 24.12 A$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης **n₂** για θερμοκρασία **40°C** όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε **n₂=0.82** η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{24.12}{0.82} = 29.42 A$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **4mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 36 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 36 \times 29.12 \times 0.85}{4} = 6.94 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=4mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **4mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 4mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 31: (Κλιματισμός Παραγωγής 130KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 229.44A

- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 229.44 \times 1.25 = 286.8 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{286.8}{0.82} = 349.76 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 4) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 150mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 15 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 15 \times 349.76 \times 0.87}{150} = 0.94 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=150\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 4 είναι 70 mm^2
 § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
 § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 150mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 32: (Λεβητοστάσιο 6KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 13.04A
 § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 13.04 \times 1.25 = 16.3 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{16.3}{0.82} = 19.87 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 14.1) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 2.5mm^2

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 10 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 10 \times 19.87 \times 0.83}{2.5} = 2.05 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=2.5\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **2.5mm^2**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **$4 \times 2.5\text{mm}^2$ J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 33: (Αεροσυμπιεστής A 15KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- § Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
 $I = 28.62 \text{ A}$
- § Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν οι ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 28.62 \times 1.25 = 35.77 \text{ A}$$

- § Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{35.77}{0.82} = 43.63 \text{ A}$$

- § Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 14.1) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **6mm^2**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 43.63 \times 0.85}{6} = 2.31 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=6\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **6mm^2**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **$4 \times 6\text{mm}^2$ J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 34: (Αεροσυμπιεστής B 22KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 40.13A

§ Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1.25 όπως ορίζουν ο ΕΛΟΤ HD 384 και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I = I \times 1.25 = 40.13 \times 1.25 = 50.16 \text{ A}$$

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{50.16}{0.82} = 61.18 \text{ A}$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 14.1) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **10mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 61.18 \times 0.86}{10} = 1.96 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=10 mm²**

§ Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **10mm²**

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 10mm² J1VV-S**

ΓΡΑΜΜΗ 35: (Κυλικείο 7KW)

1. Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

§ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι:
I= 15.22 A

§ Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 40°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 14.2 έχουμε $n_2=0.82$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I' = \frac{I}{n_2} = \frac{15.22}{0.82} = 18.56 \text{ A}$$

§ Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ HD 384 (πίνακας 14.1) με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **4mm²**

2. Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 19 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 18.56 \times 0.83}{4} = 1.44 < 4 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=4mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **4mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **J1VV-S**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 4mm² J1VV-S**

Ε. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος, το **συνφ**, η γωνία **φ** και το **ημφ** για κάθε γραμμή της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης είναι:

ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 6 KW)

$$I_{10v} = 8.66 A \rightarrow 10.56 A \quad \text{συν}\varphi_1 = 1 \quad \eta\mu\varphi_1 = 0$$

ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 3 KW)

$$I_{20v} = 4.33 A \rightarrow 5.28 A \quad \text{συν}\varphi_2 = 1 \quad \eta\mu\varphi_2 = 0$$

ΓΡΑΜΜΗ 3: (Πινάκας Γραφείων 3KW)

$$I_{30v} = 18.65 A \rightarrow 22.25 A \quad \text{συν}\varphi_3 = 0.86 \quad \eta\mu\varphi_3 = 0.60$$

ΓΡΑΜΜΗ 4: (Κοχλίες Πρώτης Ύλης 4KW)

$$I_{40v} = 8.9 A \rightarrow 11.15 A \rightarrow 13.16 A \quad \text{συν}\varphi_4 = 0.83 \quad \eta\mu\varphi_4 = 0.56$$

ΓΡΑΜΜΗ 5-6: (Ζυμωτήριο A-B 55 KW)

$$I_{50v} = 102.5 A \rightarrow 128.2 A \rightarrow 156.3 A \quad \text{συν}\varphi_5 = 0.86 \quad \eta\mu\varphi_5 = 0.51$$

$$I_{60v} = 102.5 A \rightarrow 128.2 A \rightarrow 156.3 A \quad \text{συν}\varphi_6 = 0.86 \quad \eta\mu\varphi_6 = 0.51$$

ΓΡΑΜΜΗ 7: (Κοπτοδιαρετική 3 KW)

$$I_{70v} = 6.85 A \rightarrow 8.57 A \rightarrow 10.45 A \quad \text{συν}\varphi_7 = 0.81 \quad \eta\mu\varphi_7 = 0.59$$

ΓΡΑΜΜΗ 8: (Προστόφα 4 KW)

$$I_{80v} = 9.14 A \rightarrow 11.14 A \rightarrow 13.93 A \quad \text{συν}\varphi_8 = 0.81 \quad \eta\mu\varphi_8 = 0.59$$

ΓΡΑΜΜΗ 9: (Μεταφορική Ταινία Φορμών 7 KW)

$$I_{90v} = 14.49 A \rightarrow 18.11 A \rightarrow 22.09 A \quad \text{συν}\varphi_9 = 0.84 \quad \eta\mu\varphi_9 = 0.54$$

ΓΡΑΜΜΗ 10-11: (Πλαστικοί A-B 5 KW)

$$I_{100v} = 10.73 A \rightarrow 13.42 A \rightarrow 16.36 A \quad \text{συν}\varphi_{10} = 0.82 \quad \eta\mu\varphi_{10} = 0.57$$

$$I_{110v} = 10.73 A \rightarrow 13.42 A \rightarrow 16.36 A \quad \text{συν}\varphi_{11} = 0.82 \quad \eta\mu\varphi_{11} = 0.57$$

ΓΡΑΜΜΗ 12: (Στόφα 17 KW)

$$I_{120v} = 33.19 \text{ A} \rightarrow 41.49 \text{ A} \rightarrow 50.6 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{12} = 0.92 \quad \eta\mu\varphi_{12} = 0.54$$

ΓΡΑΜΜΗ 13: (Φούρνος Ψωμιού 45 KW)

$$I_{130v} = 101.49 \text{ A} \rightarrow 126.86 \rightarrow 154.71 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{13} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{13} = 0.60$$

ΓΡΑΜΜΗ 14: (Βεντούζα Αναρροφώσης 11 KW)

$$I_{140v} = 21.23 \text{ A} \rightarrow 26.53 \text{ A} \rightarrow 32.36 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{14} = 0.85 \quad \eta\mu\varphi_{14} = 0.53$$

ΓΡΑΜΜΗ 15: (Μεταφορική Ταινία Ψωμιού 8 KW)

$$I_{150v} = 16.37 \text{ A} \rightarrow 20.46 \text{ A} \rightarrow 24.95 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{15} = 0.83 \quad \eta\mu\varphi_{15} = 0.56$$

ΓΡΑΜΜΗ 16-17: (Ψυγείο Ψωμιού A-B 70 KW)

$$I_{160v} = 133.65 \text{ A} \rightarrow 167 \rightarrow 203.73 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{16} = 0.84 \quad \eta\mu\varphi_{16} = 0.54$$

$$I_{170v} = 133.65 \text{ A} \rightarrow 167 \rightarrow 203.73 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{17} = 0.84 \quad \eta\mu\varphi_{17} = 0.54$$

ΓΡΑΜΜΗ 18-19: (Κοπτική A-B 16 KW)

$$I_{180v} = 30.17 \text{ A} \rightarrow 37.72 \text{ A} \rightarrow 46 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{18} = 0.86 \quad \eta\mu\varphi_{18} = 0.51$$

$$I_{190v} = 30.17 \text{ A} \rightarrow 37.72 \text{ A} \rightarrow 46 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{19} = 0.86 \quad \eta\mu\varphi_{19} = 0.51$$

ΓΡΑΜΜΗ 20-21: (Επιστρωτική A-B 2.5KW)

$$I_{200v} = 5.93 \text{ A} \rightarrow 7.42 \text{ A} \rightarrow 9.05 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{20} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{20} = 0.60$$

$$I_{210v} = 5.93 \text{ A} \rightarrow 7.42 \text{ A} \rightarrow 9.05 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{21} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{21} = 0.60$$

ΓΡΑΜΜΗ 22-23: (Φούρνος Φρυγανισής A-B 40KW)

$$I_{220v} = 78.44 \rightarrow 98.06 \text{ A} \rightarrow 119.58 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{22} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{22} = 0.60$$

$$I_{230v} = 78.44 \text{ A} \rightarrow 98.06 \rightarrow 119.58 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{23} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{23} = 0.60$$

ΓΡΑΜΜΗ 24-25: (Ταινία Ψύξης Φρυγανιάς A-B 3KW)

$$I_{240v} = 6.94 \text{ A} \rightarrow 8.68 \text{ A} \rightarrow 10.58 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{24} = 0.81 \quad \eta\mu\varphi_{24} = 0.59$$

$$I_{250v} = 6.94 \text{ A} \rightarrow 8.68 \text{ A} \rightarrow 10.58 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{25} = 0.81 \quad \eta\mu\varphi_{25} = 0.59$$

ΓΡΑΜΜΗ 26-27: (Ταινίες Πακεταρίσματος A-B 2.5KW)

$$I_{260v} = 5.71 \text{ A} \rightarrow 7.14 \text{ A} \rightarrow 8.70 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{26} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{26} = 0.60$$

$$I_{270v} = 5.71 \text{ A} \rightarrow 7.14 \text{ A} \rightarrow 8.70 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{27} = 0.80 \quad \eta\mu\varphi_{27} = 0.60$$

ΓΡΑΜΜΗ 28: (Αρχικές Συσκευάστρες Μηχανές 30KW)

$$I_{280v} = 55.98 \text{ A} \rightarrow 69.98 \text{ A} \rightarrow 85.34 \text{ A} \quad \text{συν}\varphi_{28} = 0.85 \quad \eta\mu\varphi_{28} = 0.53$$

ΓΡΑΜΜΗ 29: (Τελικές Συσκευάστρες Μηχανές 24KW)

$$I_{290v} = 44.26 \text{ A} \rightarrow 55.33\text{A} \rightarrow 67.48\text{A} \quad \text{συνφ}_{29} = 0.86 \quad \eta\mu\phi_{29} = 0.51$$

ΓΡΑΜΜΗ 30: (Γραμμή Εγκιβωτισμού 10KW)

$$I_{300v} = 19.30\text{A} \rightarrow 24.12\text{A} \rightarrow 29.42\text{A} \quad \text{συνφ}_{30} = 0.85 \quad \eta\mu\phi_{30} = 0.53$$

ΓΡΑΜΜΗ 31: (Κλιματισμός Παραγωγής 130KW)

$$I_{310v} = 229.44\text{A} \rightarrow 286.80\text{A} \rightarrow 349.76\text{A} \quad \text{συνφ}_{31} = 0.87 \quad \eta\mu\phi_{31} = 0.49$$

ΓΡΑΜΜΗ 32: (Λεβητοστάσιο 6KW)

$$I_{320v} = 13.04 \text{ A} \rightarrow 16.30\text{A} \rightarrow 19.88\text{A} \quad \text{συνφ}_{32} = 0.83 \quad \eta\mu\phi_{32} = 0.56$$

ΓΡΑΜΜΗ 33: (Αεροσυμπιεστής A 15KW)

$$I_{330v} = 28.62 \text{ A} \rightarrow 35.77\text{A} \rightarrow 43.63\text{A} \quad \text{συνφ}_{33} = 0.85 \quad \eta\mu\phi_{33} = 0.53$$

ΓΡΑΜΜΗ 34: (Αεροσυμπιεστής B 22KW)

$$I_{340v} = 40.13 \text{ A} \rightarrow 50.17\text{A} \rightarrow 61.18\text{A} \quad \text{συνφ}_{34} = 0.86 \quad \eta\mu\phi_{34} = 0.51$$

ΓΡΑΜΜΗ 35: (Κυλικείο 7KW)

$$I_{350v} = 15.22\text{A} \rightarrow 18.56\text{A} \quad \text{συνφ}_{35} = 0.83 \quad \eta\mu\phi_{35} = 0.56$$

F. ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Γραμμή γενικού πινάκα Φωτισμού (Α):

Φόρτια 1+2

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{10ν} \cdot \text{συν}\varphi_1 + I_{20ν} \cdot \text{συν}\varphi_2 = (10.56 \times 1) + (5.28 \times 1) = 55.75\text{A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{10ν} \cdot \eta\mu\varphi_1 + I_{20ν} \cdot \eta\mu\varphi_2 = (10.56 \times 0) + (5.28 \times 0) = 0$$

∅ Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{55.75^2 + 0^2} = 55.75\text{A}$$

∅ Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 18 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 18 \times 55.75 \times 1}{16} = 1.95 < 4\text{V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=16\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **16mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4 × 16mm² XLPE/PVC**
- § Γενικός διακόπτης **3 × 63 A**
- § Γενικές ασφάλειες **3 × 50 A**

Γραμμή Γενικού πινάκα Κίνησης (B):

Φόρτια 7+20+21+24+25+26+27

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{70ν} \cdot \text{συν}\varphi_7 + I_{200ν} \cdot \text{συν}\varphi_{20} + I_{210ν} \cdot \text{συν}\varphi_{21} + I_{240ν} \cdot \text{συν}\varphi_{24} + I_{250ν} \cdot \text{συν}\varphi_{25} + I_{260ν} \cdot \text{συν}\varphi_{26} + I_{270ν} \cdot \text{συν}\varphi_{27} = (10.45 \times 0.81) + (2 \times 9.05 \times 0.80) + (2 \times 10.58 \times 0.81) + (2 \times 8.70 \times 0.80) = 54\text{A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{70ν} \cdot \eta\mu\varphi_7 + I_{200ν} \cdot \eta\mu\varphi_{20} + I_{210ν} \cdot \eta\mu\varphi_{21} + I_{240ν} \cdot \eta\mu\varphi_{24} + I_{250ν} \cdot \eta\mu\varphi_{25} + I_{260ν} \cdot \eta\mu\varphi_{26} + I_{270ν} \cdot \eta\mu\varphi_{27} = (10.45 \times 0.59) + (2 \times 9.05 \times 0.60) + (2 \times 10.58 \times 0.59) + (2 \times 8.70 \times 0.60) = 39.95\text{A}$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{54^2 + 39.95^2} = 67.17A$$

Ø Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{54}{67.17} = 0.80$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 16 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 16 \times 67.2 \times 0.86}{16} = 1.67 < 12 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=16\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 4 είναι 16mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου XLPE/PVC
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $5 \times 16\text{mm}^2$ XLPE/PVC
- § Γενικός διακόπτης $3 \times 63 A$
- § Γενικές ασφάλειες $3 \times 50 A$

Γραμμή Γενικού πίνακα Γραφείων- Κυλικείο (Γ) 3/Φ:

Φόρτια 3+35

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{30v} \cdot \text{συνφ}_3 + I_{350v} \cdot \text{συνφ}_{35} = (22.25 \times 0.86) + (18.56 \times 0.83) = 34.53A$$

$$I_A = I_{30v} \cdot \eta\mu\phi_3 + I_{350v} \cdot \eta\mu\phi_{35} = (22.25 \times 0.60) + (18.56 \times 0.56) = 23.74A$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{34.53^2 + 23.74^2} = 41.9A$$

Ø Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{34.53}{41.9} = 0.82$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 14m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 14 \times 41.9 \times 0.82}{10} = 1.5 < 4 V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=10\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **10mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLP/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **5 × 10mm² XLP/PVC**
- § Γενικός διακόπτης **3 × 40 A**
- § Γενικές ασφάλειες **3 × 35 A**

Γραμμή Γενικού πίνακα Φούρνου- Ψυγείο (Δ) 3/Φ:

Φόρτια 13+16+17+22+23

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{13\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{13} + I_{16\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{16} + I_{17\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{17} + I_{22\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{22} + I_{23\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{23} = (154.7 \times 0.80) + (2 \times 203.73 \times 0.84) + (2 \times 119.58 \times 0.80) = 657.35A$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{13\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{13} + I_{16\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{16} + I_{17\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{17} + I_{22\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{22} + I_{23\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{23} = (154.7 \times 0.60) + (2 \times 203.73 \times 0.54) + (2 \times 119.58 \times 0.60) = 456.34A$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{657.35^2 + 456.34^2} = 800.2A$$

Επειδή έχουμε πολύ μεγάλο ρεύμα ανά φάση θα έχουμε δυο καλώδια παροχής με ρεύμα ανά καλώδιο:

$$\frac{800}{2} = 400A$$

Ø Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{657.35}{800.2} = 0.82$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 14m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 400 \times 0.82}{185} = 0.66 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=185\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 95mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $2 \times 2 \times 185 + 2 \times 95\text{mm}^2$ **XLPE/PVC**

Γραμμή Υποπίνακα Κίνησης 1 (Ε) 3/Φ:

Φόρτια 4+5+6+8+9

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{40\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_4 + I_{50\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_5 + I_{60\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_6 + I_{80\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_8 + I_9 \times \text{συν}\varphi_9 = (13.6 \times 0.83) + (2 \times 156.3 \times 0.86) + (13.93 \times 0.81) + (22.09 \times 0.84) = 310 \text{ A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{40\text{v}} \cdot \eta\mu\varphi_4 + I_{50\text{v}} \cdot \eta\mu\varphi_5 + I_{60\text{v}} \cdot \eta\mu\varphi_6 + I_{80\text{v}} \cdot \eta\mu\varphi_8 + I_9 \times \text{συν}\varphi_9 = (13.6 \times 0.56) + (2 \times 156.3 \times 0.51) + (13.93 \times 0.59) + (22.09 \times 0.54) = 187.19 \text{ A}$$

∅ Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{310^2 + 187.19^2} = 362.13 \text{ A}$$

∅ Το μέσο $\text{συν}\varphi$ είναι:

$$\text{συν}\varphi_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{310}{362.13} = 0.85$$

∅ Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 10m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 10 \times 326.8 \times 0.92}{150} = 0.62 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=185\text{mm}^2$

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι 95mm^2
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $3 \times 185 + 2 \times 95\text{mm}^2$ **XLPE/PVC**

Γραμμή Υποπίνακα Κίνησης 2 (ΣΤ) 3/Φ:

Φόρτια 10+11+15+18+19

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{100\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_{10} + I_{110\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_{11} + I_{150\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_{15} + I_{180\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_{18} + I_{190\text{v}} \cdot \text{συν}\varphi_{19} = (2 \times 16.36 \times 0.82) + (24.95 \times 0.83) + (2 \times 46 \times 0.86) = 126.65 \text{ A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{10\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{10} + I_{11\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{11} + I_{15\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{15} + I_{18\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{18} + I_{19\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{19} = (2 \times 16.36 \times 0.57) + (24.95 \times 0.56) + (2 \times 46 \times 0.51) = 78 \text{ A}$$

∅ Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{126.65^2 + 78^2} = 148.75 \text{ A}$$

∅ Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συν}\varphi_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{126.65}{148} = 0.85$$

∅ Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 11m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \text{cos}\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 12 \times 148.75 \times 0.85}{50} = 0.94 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=50\text{mm}^2$

§ Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 4 είναι 25mm^2

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $3 \times 50 + 2 \times 25\text{mm}^2$ **XLPE/PVC**

Γραμμή Υποπίνακα Κίνησης 3 (H) 3/Φ:

Φόρτια 12+28+29+30+32

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{12\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{12} + I_{28\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{28} + I_{29\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{29} + I_{30\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{30} + I_{32\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{32} = (50.6 \times 0.84) + (85.34 \times 0.85) + (67.48 \times 0.86) + (29.42 \times 0.85) + (19.88 \times 0.83) = 214.58 \text{ A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_A = I_{12\text{ov}} \cdot \text{συν}\varphi_{12} + I_{28\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{28} + I_{29\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{29} + I_{30\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{30} + I_{32\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{32} = (50.6 \times 0.54) + (85.34 \times 0.53) + (67.48 \times 0.51) + (29.42 \times 0.53) + (19.88 \times 0.56) = 135.21 \text{ A}$$

∅ Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{214.58^2 + 135.21^2} = 253.62 \text{ A}$$

Ø Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{214.58}{253.62} = 0.84$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 14 \times 253.62 \times 0.84}{95} = 0.97 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=95\text{mm}^2$

§ Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 4 είναι 50mm^2

§ Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου XLPE/PVC

§ Οι αγωγοί της γραμμής είναι: $3 \times 95 + 2 \times 50\text{mm}^2$ XLPE/PVC

Γραμμή Υποπίνακα Κίνησης 3 (Z) 3/Φ:

Φόρτια 14+31+33+34

Η ενεργός συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{14\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{14} + I_{31\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{31} + I_{33\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{33} + I_{34\text{ov}} \cdot \text{συνφ}_{34} = (32.36 \times 0.85) + (349.76 \times 0.87) + (43.63 \times 0.85) + (61.18 \times 0.86) = 421.5 \text{ A}$$

Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος για την γραμμή φωτισμού είναι:

$$I_B = I_{14\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{14} + I_{31\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{31} + I_{33\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{33} + I_{34\text{ov}} \cdot \eta\mu\varphi_{34} = (32.36 \times 0.53) + (349.76 \times 0.49) + (43.63 \times 0.53) + (61.18 \times 0.51) = 242.85 \text{ A}$$

Ø Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:

$$I_{AB} = \sqrt{I_B^2 + I_A^2} = \sqrt{421.5^2 + 242.85^2} = 486.5 \text{ A}$$

Επειδή έχουμε πολύ μεγάλο ρεύμα ανά φάση θα έχουμε δυο καλώδια που θα ισομοιράζονται το φορτίο δηλαδή:

$$\frac{486.5}{2} = 243.25 \text{ A}$$

Ø Το μέσο συνφ είναι:

$$\text{συνφ}_M = \frac{I_B}{I_{AB}} = \frac{421.5}{486.5} = 0.86$$

Ø Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης:

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} \times 0.018 \times 16 \times 243.25 \times 0.86}{95} = 1.1 < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=95mm²**

- § Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον **πίνακα 4** είναι **50mm²**
- § Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **XLPE/PVC**
- § Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **2 × 2 × 95 + 2 × 2 × 50mm² XLPE/PVC**

G. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ (Εναλλακτικά)

Ένας άλλος τρόπος υπολογισμού του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης είναι ο εξής

Υπολογισμός Ισχύος Βιομηχανίας			
α/α	Μηχανές παραγωγής έργου	Απορροφούμενη ισχύς $P_{\epsilon\iota\sigma} = \frac{P_{\epsilon\xi}}{n}$ (W)	Άεργη ισχύς $Q_n = P_{\epsilon\iota\sigma} \times \tan\varphi$ (kVAr)
1	3	11111	$11111 \times 0.59 = 6555.5$
2	4	5128	$5128 \times 0.67 = 3435.76$
3	5-6	61111	$2 \times 61111 \times 0.59 = 72110.98$
4	7	3846	$3846 \times 0.72 = 2769.12$
5	8	5128	$5128 \times 0.72 = 3692.16$
6	9	8433	$8433 \times 0.64 = 5397.12$
7	10-11	6097	$2 \times 6097 \times 0.70 = 8535.8$
8	12	19318	$19318 \times 0.64 = 12363.52$
9	13	56250	$56250 \times 0.75 = 42187.5$
10	14	12500	$12500 \times 0.62 = 7750$
11	15	9411	$9411 \times 0.67 = 6305.37$
12	16-17	77777	$2 \times 77777 \times 0.64 = 99554.56$
13	18-19	17977	$2 \times 17977 \times 0.59 = 21212.86$
14	20-21	3282	$2 \times 3289 \times 0.75 = 4933.5$
15	22-23	43478	$2 \times 43478 \times 0.75 = 65217$
16	24-25	3896	$2 \times 3896 \times 0.72 = 5610.24$
17	26-27	3164	$2 \times 3164 \times 0.75 = 4746$
18	28	32967	$32967 \times 0.62 = 20439.54$
19	29	26373	$26373 \times 0.59 = 15560.07$
20	30	11363	$11363 \times 0.62 = 7045.06$
21	31	138297	$138297 \times 0.56 = 77446.32$
22	32	7500	$7500 \times 0.67 = 5025$
23	33	16853	$16853 \times 0.62 = 10448.86$
24	34	23913	$23913 \times 0.59 = 14108.67$
25	35	8750	$8750 \times 0.67 = 5862.5$
	Σύνολα	830719	528313

Το μέσο συνφ της εγκατάστασης μπορεί να υπολογιστεί:

$$\tan\varphi = \frac{P}{Q}$$

Άρα

$$\cos\varphi = \cos(\tan(\varphi)^{-1})$$

Η. Επιλογή Μ/Σ

Επιλογή Μ/Σ

Ρ εισόδου:	791,66	KW
Προσαύξηση για μελλοντική επάρκεια :	989,57	KW
Συντελεστής Ταυτοχρονισμού Εγκατάστασης :	0,80	
Ελάχιστη Φαινομένη Ισχύς Μ/Σ (χωρίς αντιστάθμιση):	838	KVA
Ελάχιστη Φαινομένη Ισχύς Μ/Σ (με αντιστάθμιση):	816	KVA

Τυποποιημένη τιμή Μ/Σ από πιν.5	1000	KVA
Ρεύμα ΜΤ (Ονομ.)	29	A
Ρεύμα ΧΤ (Ονομ.)	1440	A
Ασφάλεια ΜΤ(min.)	40	A
Ασφάλεια ΜΤ (max)	100	A

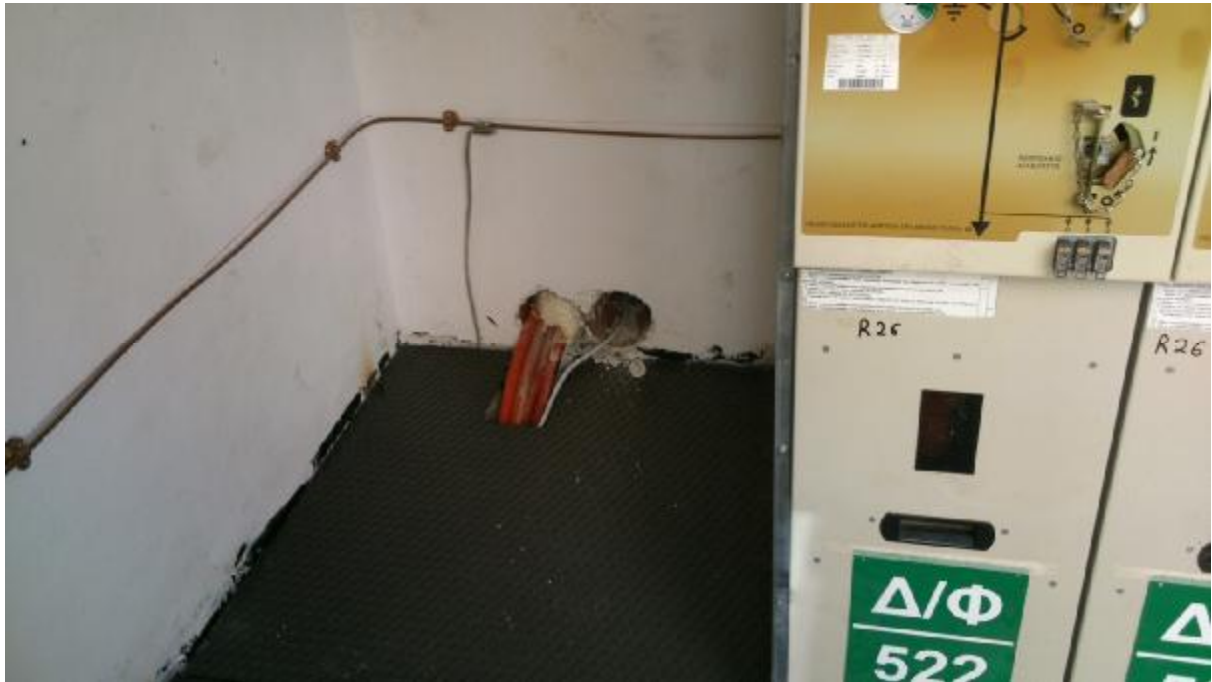
XIX. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

A. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΓΗΓΗΣΗ ΣΕ ΕΝΑΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΣΕ ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ.

Στο παράρτημα αυτό θα γίνει μια φωτογραφική περιήγηση σε έναν πραγματικό υποσταθμό υποβιβασμού τάσης από Μέση Τάση σε Χαμηλή. Σκοπός του δεύτερου αυτού παραρτήματος είναι η οπτική απεικόνιση και η δημιουργία μιας γενικής ιδέας στο μυαλό του αναγνώστη ούτως ώστε να κατανοήσει σαν σύνολο καθένα από τα κομμάτια που αναφέρθηκαν θεωρητικά στο κύριο μέρος της εργασίας.



Ο χώρος του ΔΕΔΔΗΕ κατά την είσοδο μας στο Υ/Σ διακρίνονται οι Διακόπτες Φορτίου που χρησιμοποιούνται ως αποζεύκτες καθώς επίσης και ο Διακόπτης Ισχύος για την προστασία της εγκατάστασης στο αριστερό τμήμα βλέπουμε τα κιβώτια δοκιμών και την ηλεκτρονική προστασία που ελέγχει τον διακόπτη Ισχύος. Η ύπαρξη 2 κιβωτίων δοκιμών μας δείχνει ότι η παροχή είναι μεγαλύτερη η ίση των 630 KVA.



Τα καλώδια XLPE(κόκκινου χρώματος) που τροφοδοτούν τον χώρο ΜΤ του πελάτη καθώς και η περιμετρική γείωση είναι εμφανή σε αυτή τη φωτογραφία. Η αντιηλεκτροπληξιακή προστασία και η μείωση των βηματικών τάσεων γίνεται μέσω του αγωγισμού πατώματος εξασφαλίζοντας ίδιο δυναμικό σε ολη την επιφάνεια του δαπέδου.



Κατεβάζοντας τον διακόπτη ισχύος και ανοίγοντας των γειωτή για τον εκμηδενισμό τάσεων εξ επαγωγής θέτουμε εκτός τάσης το σημείο της παροχής από τον Διακόπτη Ισχύος και μετά.

Στην φωτογραφία εδώ βλέπουμε τους μετασχηματιστές τάσης (20kV/0,1kV) και έντασης (150-75/5 A) μέσω των οποίων γίνεται η μέτρηση της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας από τον πελάτη. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο πελάτης έχει δικαίωμα χειρισμού μόνο του διακόπτη Ισχύος και του απαγορεύεται οποιαδήποτε άλλη επεμβαση.



Στην φωτογραφία αυτή βλέπουμε τον μηχανισμό του διακόπτη ισχύος όπως φαίνεται αν αποσυναρμολογήσουμε το εμπρόσθιο προστατευτικό καλλυμα. Αριστερά του διακόπτη διακρίνεται ο γειωτής ακριβώς κάτω από τους Μ/Σ έντασης.



Με ανοιγμένο τον διακόπτη ισχύος βλέπουμε την είσοδο και την έξοδο της παροχής ΜΤ ο τρόπος αυτός τροφοδότησης χρησιμοποιείται για τον περιορισμό των διακοπών ρεύματος σε περπτώσεις σφαλμάτων στη γραμμή (βρογχοειδές δίκτυο)



Έχοντας απομονώσει την τάση και γειώσει τον διακόπτη Ισχυος μπορούμε πλέον να τον αφαιρέσουμε από το πεδίο MT για να παρατηρήσουμε το θάλαμο σβέσης τόξου (εντός αερίου εξαφθοριούχου θείου) καθώς επίσης και το καλώδιο χειρισμών το οποίο μας επιτρέπει το χειρισμό του διακόπτη από απόσταση.



Συνεχίζοντας την περιήγηση μας συναντάμε τον διακόπτη ισχύος του πελάτη στο δικό του πλέον πεδίο ΜΤ.Η διαφορά με το πεδίο του ΔΕΔΔΗΕ είναι μικρή και οφείλεται σε διαφορετικό κατασκευαστή. Βλέπουμε ξανά το μιμικό διάγραμμα και τους χειρισμούς γειωτή και διακόπτη.



Το επόμενο που θα συναντήσουμε είναι ο Μ/Σ του πελάτη διακρίνονται τα καλώδια της μέσης τάσης με κοκκινο χρώμα και οι ακροδέκτες αυτής οι οποίοι έχουν αρκετά μεγαλύτερο ύψος από τους ακροδέκτες της χαμηλής για την αποφυγή διασπασης του διάκενου και υπερπηδήσεων. Παρατηρούμε επίσης την διαφορά στην διάμετρο των καλωδίων μεσης και χαμηλής τάσης καθώς την διάμετρο την καθορίζει η ένταση του ρεύματος και όχι η ισχύς ή η τάση.



Μια δεύτερη εικόνα από το χώρο του Μ/Σ. Φαίνονται ο ανεμιστήρας απαγωγής θερμότητας οι περσίδες εξαερισμού η γείωση των καλωδίων ΜΤ και οι απαγωγείς υπερτάσεων στους μονωτήρες των 20 KV.



Το πεδίο μετά τον Μ/Σ είναι το πεδίο χαμηλής τάσης 380 V και διακρίνουμε τον αυτόματο διακόπτη ισχύος του πελάτη λόγω μεγάλης ισχύος για ασφάλειες καθώς και ότι η τροφοδοτηση γίνεται με μπάρες χαλκού.



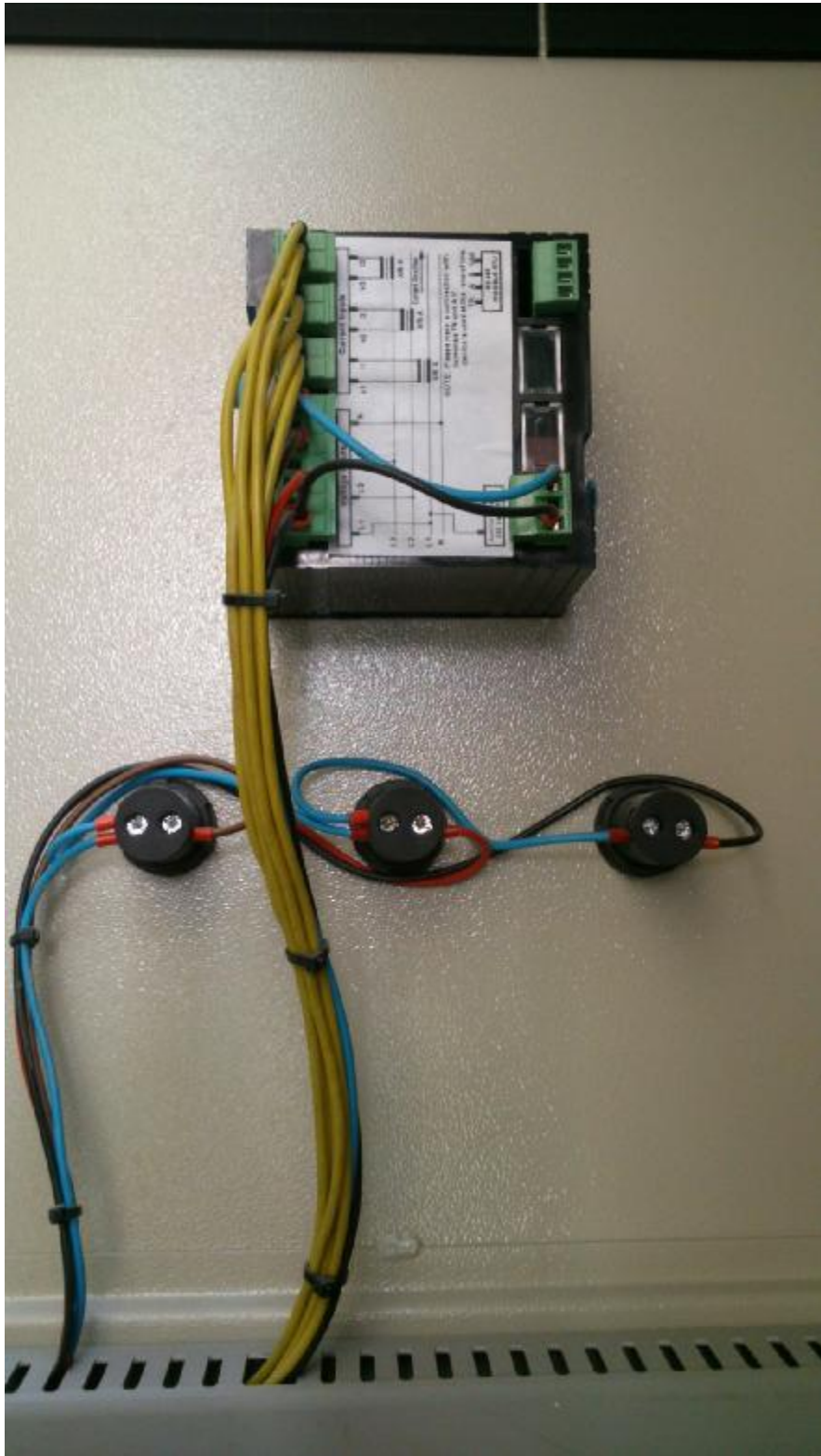
Επάνω από τον διακόπτη ισχύος διακρίνουμε 3 Μ/Σ Έντασης καθώς και τον πίνακα με τις ασφάλειες του κυκλώματος χειρισμών. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε Μ/Σ έντασης για την μετρηση της ενέργειας και στην χαμηλή τάση.



Τα μεγάλα φορτία τροφοδοτούνται και αυτά μέσω ρυθμιζόμενων διακοπών ισχύος.



Μια κοντινή εικόνα του αυτοματου διακότη ισχύος οπου μπορούμε να παρατηρήσουμε και το μέρος που γίνονται οι ρυθμίσεις του θερμικού και του ακαριαίου ή ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου.



Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος τροφοδοτείται μέσω των Μ/Σ έντασης που είδαμε προηγουμένως.



Η εμπρόσθια όψη του αναλυτή και τα ενδεικτικά τάσεως των 3^{ου} φάσεων L1,L2,L3



Οι οδεύσεις των καλωδίων στο χαντάκι κάτω από το πεδίο χαμηλής τάσης του πελάτη.



Οι γραμμές τροφοδότησης των διαφόρων φορτίων του πελάτη.



Το πεδίο των πυκνωτών αντιστάθμισης με εμφανή τον μηχανισμό αυτοματης διόρθωσης του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης.



Το πεδίο αντιστάθμισης αφού ανοίξουμε την πόρτα του καλυμματος διακρινεται ο κεντρικός διακόπτης και οι μαχαιρωτές ασφαλειες τυπου G για την συνδεση των πυκνωτών.



Κάτω από τις ασφάλειες υπάρχουν τα ρελε σύνδεσης και τέλος το κύριο κομμάτι της αντιστάθμισης οι πυκνωτές. Στην ουσία κάθε κιβώτιο αποτελείται από 3 πυκνωτές συνδεδεμένους σε τρίγωνο με 3 αντιστάσεις εκφορτίσεως στον καθένα. Ο χειρισμός τους γίνεται με ασφάλεια 4 λεπτά μετά την αποσύνδεση από το ρεύμα.