

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΦΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Ηλεκτρική μελέτη
εγκατάστασης
αντλιοστασίου
Αριθμός πτυχιακής 1623

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΛΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΡΗΤΙΚΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ



ΠΑΤΡΑ 2017

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Επίκουρο Καθηγητή Νικόλαο Σχοινά και τον Γεώργιο Νταλαπέρα ο οποίος βρίσκετε στη θέση του Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού για τις σημαντικές συμβουλές που μας έδωσαν ,αλλά και τον πολύτιμο χρόνο που σπατάλησαν για την πτυχιακή εργασία μας.

Οι συγγραφείς

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή αναφέρεται στο αντλιοστάσιο το οποίο βρίσκεται στο Στράτο Αιτωλοακαρνανίας .Το αντλιοστάσιο λειτουργεί για την άρδευση του κάμπου της Λεπενούς. Συγκεκριμένα οι αντλίες τραβάνε νερό από κανάλι το οποίο βρίσκεται στο Στράτο και το ανεβάζουν 150 μέτρα υψόμετρο από την στάθμη των αντλιών ,έπειτα το νερό καταλήγει στην δεξαμενή όπου από εκεί με την φυσική ροή καταλήγει στις καλλιέργειες του κάμπου της Λεπενού .Το αντλιοστάσιο έχει 4 αντλίες 250 kW η καθεμιά οι οποίες εκκινούν με ομαλό εκκινητή(soft –starter). Στο πρώτο κεφάλαιο θα δοθούν πληροφορίες για τις αντλίες και τους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα. Επιπλέον θα γίνει η ηλεκτρολογική μελέτη ισχύος στο δεύτερο κεφάλαιο με συνέχεια στο κομμάτι του αυτοματισμού στο τρίτο κεφάλαιο. Συνεχίζοντας στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στην λειτουργία και την χρήση του ομαλού εκκινητή. Έπειτα θα αναφέρουμε κάποια βασικά στοιχεία για τους μετασχηματιστές μέσης τάσης και τους υποσταθμούς. Στο προτελευταίο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στην γείωση η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με τους κανονισμούς ,άλλα θα γίνει και μια μελέτη αντικεραυνικής προστασίας. Τέλος στο κεφάλαιο έβδομο θα δούμε συνοπτικά κάποια συστήματα πυροπροστασίας για την ανίχνευση φωτιάς και την σβέση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
1.1 Εισαγωγικά για την αντλία	9
1.2 Τύποι αντλιών	9
1.3 Αρχή λειτουργίας.....	9
1.4 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος.....	11
1.5 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.....	11
1.6 Ταξινόμηση Κινητήρων ανά κλάση	13
1.7 Ισχύς Απώλειες βαθμός απόδοσης	14
1.8 Ολίσθηση.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	18
2.1 Καλώδια και μόνωση	18
2.2 Μηχανική καταπόνηση καλωδίων και εγκατάσταση	22
2.3 Ικανότητα φόρτισης καλωδίων Io	22
2.4 Συντελεστής ομαδοποίησης.....	29

2.5 Συντελεστής θερμοκρασίας	32
2.6 Συντελεστής πολυπολικών καλωδίων με πολλούς αγωγούς n3	33
2.7 Ασφάλειες τήξης.....	34
2.8 Διακόπτες ισχύος ΧΤ, αυτόματοι	38
2.9 Διακόπτης Διαρροής Έντασης	39
2.10 Πτώση Τάσης.....	41
2.11 Βύθιση τάσης.....	43
2.12 Υπολογισμοί	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	68
3.1 Αυτοματισμός.....	68
3.2 Ηλεκτρονόμοι	68
3.3 Χρονικά ρελέ	72
3.4 Μπουτόν.....	73
3.5 Λυχνίες βομβητές φάροι.....	74
3.6 Μετρητές στάθμης	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	79
4.1 Γενικά.....	79

4.2 Ηλεκτρονικά Ισχύος.....	80
4.3 Δίοδοι	81
4.4 Θυρίστορ	83
4.5 Αντιπαράλληλα θυρίστορ	85
4.6 Αρχή λειτουργίας soft starter.....	86
4.7 Λειτουργίες για ομαλή εκκίνηση	87
4.8 Λειτουργίες για ομαλό σταμάτημα.....	89
4.9 Επιλογή του soft starter	91
4.10 Άλλες μέθοδοι εκκίνησης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	95
5.1 Γενικά.....	95
5.2 Μέρη υποσταθμού.....	96
Όνομαστική Τάση Πρωτεύοντος [kV].....	97
Όνομαστική Τάση Δευτερεύοντος [kV].....	97
Όνομαστική Ισχύς [kVA]	97
5.3 Αυτόματος διακόπτης	99
5.4 Γείωση υποσταθμού.....	102

5.5 Παροχές μέσης τάσης υποσταθμού.....	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	107
6.1 Γενικά.....	107
6.2 Επιπτώσεις σε κατασκευές.....	107
6.3 Μηχανικές επιδράσεις	108
6.4 Ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις	108
6.5 Εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας (ΕΑΠ)	111
6.6 Υπολογισμοί της δικής μας εγκατάστασης για τοποθέτηση αντικεραυνικής προστασίας.....	112
6.7 Γειώσεις.....	114
6.8 Μέθοδοι γείωσης προστασίας.....	115
6.9 Τεχνικές Γείωσης	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	118
7.1 Ανιχνευτές	118
7.2 Ανιχνευτές καπνού	118
7.3 Ανιχνευτές φλόγας	119
7.4 Πυροσβεστήρας ξηράς σκόνης	120

7.4 Φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές καπνού	121
Βιβλιογραφία	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικά για την αντλία

Η αντλία είναι ένα μηχάνημα που χρησιμοποιείται για την μετακίνηση υγρών και αερίων. Οι αντλίες γενικά επιτυγχάνουν κίνηση του υγρού μέσω μηχανικής δράσης.

1.2 Τύποι αντλιών

Οι κυριότεροι συνηθέστεροι τύποι αντλιών είναι οι φυγοκεντρικές αντλίες και οι αντλίες θετικής εκτόπισης. Οι φυγοκεντρικές μπορεί να είναι αξονικές, ακτινικές ή μικτού τύπου. Επίσης διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον αριθμό των διαδοχικών πτερωτών, τη μέθοδο στεγανοποίησης μεταξύ άξονα και κελύφους, και πολλά άλλα στοιχεία της κατασκευαστικής διαμόρφωσης. Κάποιοι συνηθισμένοι τύποι αντλιών θετικής εκτόπισης είναι: παλινδρομική με έμβολα, περιστροφική με λοβούς, περιστροφική με γρανάζια.

1.3 Αρχή λειτουργίας

Στις φυγοκεντρικές αντλίες τα πτερύγια του ρότορα (πτερωτή) μεταβάλλουν το πεδίο ροής προσδίδοντας περιστροφή στο υγρό. Κατόπιν η αυξημένη δυναμική πίεση μετατρέπεται σε στατική πίεση στο στάτορα. Κατάλληλη γεωμετρία και σχεδίαση των πτερυγίων του ρότορα και στάτορα είναι αναγκαία για την επίτευξη αποδεκτής υδροδυναμικής απόδοσης κατά τη λειτουργία της αντλίας, ανάλογα με τη περιοχή παροχών και πιέσεων για την οποία προορίζεται.

Η φυγοκεντρική αντλία χρησιμοποιείται για τη μεταφορά υγρών με την μετατροπή της περιστροφικής κινητικής ενέργειας σε υδροηλεκτρική δυναμική ενέργεια. Η περιστροφική ενέργεια προέρχεται κατά κανόνα από μια μηχανή ηλεκτρική ή βενζινοκίνητη/ πετρελαιοκίνητη, το υγρό εισέρχεται στη φτερωτή της αντλίας συνήθως κοντά στο περιστρεφόμενο άξονα και επιταχύνεται από τη φτερωτή ακτινικά προς τα έξω από όπου εξέρχεται.

Η πρώτη μηχανή που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια φυγοκεντρική αντλία ήταν ένα ανυψωτικό μηχανήμα λάσπης η οποία εμφανίστηκε ήδη από το 1475 από τον Ιταλό μηχανικό της Αναγέννησης Francesco di Giorgio Martini .

Οι τύποι των φυγοκεντρικών αντλιών είναι πάρα πολλοί άλλα έχουν συνηθίσει να αναφέρουμε φυγοκεντρικές αντλίες νερού κυρίες τις μονοβάθμιες ή διβάθμιες αντλίες για αγροτική και βιομηχανική χρήση.



1.0.1 Μονοβάθμια αντλία

Οι αντλίες νερού μπορεί να είναι είτε επιφανείας είτε υποβρύχιες ανάλογα το βάθος αναρρόφησης, το απαιτούμενο μανομετρικό και τη χρήση . Για αναρρόφηση πάνω από 8 μέτρα πρέπει υποχρεωτικά να βάλουμε υποβρύχια αντλία όπως και για μεγάλες αποστάσεις μπορούμε να πετύχουμε την ιδανική σχέση απόδοσης τιμής με υποβρύχια αντλία .

Οι επιφανείας αντλίας είναι κυρίως φυγοκεντρικές που πήραν το όνομα από τη φυγόκεντρη δύναμη που ασκεί η περιφορά της φτερωτής μέσα στην αντλία . Φυγόκεντρες αντλίες θεωρούμε πολλούς τύπους αντλιών όπως τις πολυβάθμιες αθόρυβες αντλίες νερού , της κάθετες πολυβάθμιες αντλίες νερού μεγάλων αποδόσεων , τις μονοβάθμιες ή διβάθμιες αντλίες νερού κ.α. Άλλοι τύποι αντλιών επιφανείας είναι με φτερωτές ράντια (ακτινωτές) για χρήση σε ειδικά υγρά (μούστο κρασί) , με λάμες , γριναζωτές , περιφερειακές κτλ .

Οι υποβρύχιες αντλίες νερού χωρίζονται για γεωτρήσεις και πηγάδια που είναι και αυτές κυρίως φυγοκεντρικές και μπορούμε να τις βρούμε σε 4" , 5" ή παραπάνω ίντσες σε πάχος και για φρεάτια , βόθρους , αποχετεύσεις , βιολογικούς που οι φτερωτές μπορεί να είναι vortex (περιδίνηση του νερού μέσα σε θάλαμο) , μονοκάναλες , δικάναλες , με κοπτήρες και άλλες εφαρμογές.

1.4 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

Ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος είναι μια μηχανή, η οποία στην είσοδο της παίρνει ηλεκτρική ενέργεια και στην έξοδο της δίνει μηχανική ενέργεια, με την προϋπόθεση ότι συνδέεται σε εναλλασσόμενο δίκτυο. Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τους σύγχρονους, και τους ασύγχρονους.

Οι σύγχρονοι κινητήρες ονομάζονται σύγχρονοι, από την σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής $n_s = 60 \cdot f/P$ (στρ/μιν), δηλαδή περιστρέφονται με την ταχύτητα, με την οποία θα έπρεπε να περιστραφεί η ίδια μηχανή ως γεννήτρια για να παράγει ρεύμα της αυτής συχνότητας (f) προς το εναλλασσόμενο ρεύμα το οποίο την τροφοδοτεί. Χρησιμοποιούνται για διόρθωση του συνφ σε γραμμές διανομής με κατάλληλη ρύθμιση του ρεύματος διέγερσης, και σπανιότερα χρησιμοποιούνται και ορισμένα μηχανήματα .

Οι ασύγχρονοι κινητήρες ονομάζονται έτσι διότι δεν κινούνται με την σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής. Οι ασύγχρονοι κινητήρες διακρίνονται στους επαγωγικούς και στους κινητήρες με συλλέκτη. Μέσα στους επαγωγικούς κινητήρες συμπεριλαμβάνονται οι κινητήρες δακτυλιοφόροι και οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα οι όποιοι έχουν ευρεία χρήση και θα γίνει περιγραφή τους παρακάτω.

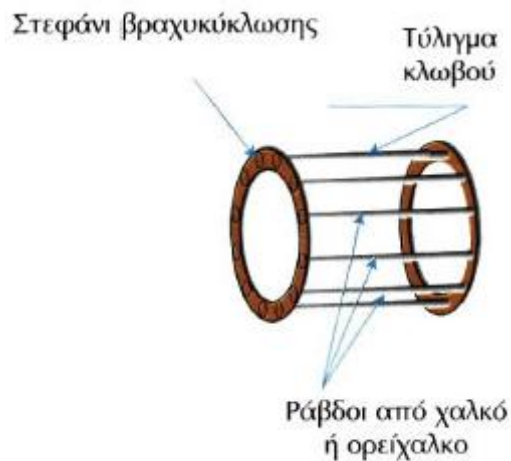
1.5 Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα μπορούν να παράγουν μια μέση ροπή σε οποιαδήποτε ταχύτητα (n_r) έκτος απ την σύγχρονη ταχύτητα (n_s) και έτσι περνούν την ονομασία του ασύγχρονου κινητήρα. Το τύλιγμα του στάτη αποτελείται από τρία μονοφασικά τυλίγματα με μετάθεση 120° μοιρών. Οι συγκεκριμένοι κινητήρες λέγονται επαγωγής διότι είτε συνδεθούν σε αστέρα η τρίγωνο στον στάτη , το τύλιγμα του δρομέα θα τροφοδοτηθεί έμμεσα από τον στάτη λόγω επαγωγής.



1.0.2 Ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα

Στους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα το τύλιγμα αποτελείται από χάλκινες ή αλουμιένιες ράβδους όπου η βραχυκύκλωση τους γίνεται στις δυο άκρες τους από κατάλληλες δακτύλιους. Η σύνδεση των ράβδων με την δακτύλιο γίνεται με χύτευση ή συγκόλληση. Όπως είδαμε και στην παραπάνω παράγραφο ο δρομέας δεν συνδέεται ηλεκτρικά με τον στάτη και η επαγωγή γίνεται λόγω του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου.



10.3 Δρομέας

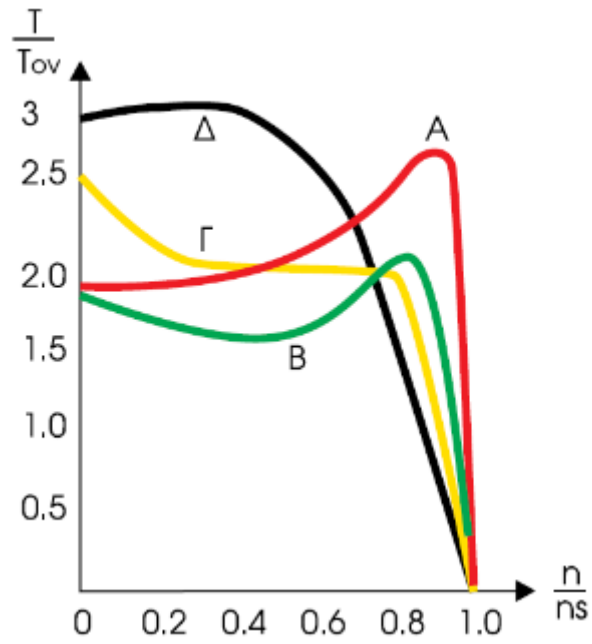
Οι συγκεκριμένοι κινητήρες μπορούν να κατασκευαστούν με απλό κλωβό με φτηνό κόστος και πολύ καλό βαθμό απόδοσης. Ωστόσο με τον απλό κλωβό έχουμε το μειονέκτημα ότι δημιουργούνται μεγάλα ρεύματα εκκίνησης ιδιαίτερα όσο μεγαλώνει η ισχύς της μηχανής. Παρόλα αυτά το μειονέκτημα αυτό μπορεί να διορθωθεί με βαθύτερα αυλάκια ή διπλό κλωβό.



1.0.4 Τα τυλίγματα απλού κλωβού-διπλού-και με βαθειά αυλάκια

1.6 Ταξινόμηση Κινητήρων ανά κλάση

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα χωρίζονται σε κατηγορίες A,B,C,D συμφωνά με τους αμερικάνικους κανονισμούς. Οι κατηγορίες αυτές έχουν ως κύρια διαφορά μεταξύ τους την διαφορετική κατασκευή του δρομέα. Η κατηγορία A είναι απλού κλωβού και χρησιμοποιείται σε κινητήρες γενικής χρήσης άλλα και σε αντλίες όπως θα χρειαστούμε εμείς για την παρούσα εργασία. Το ρεύμα εκκίνησης της κατηγορίας A είναι 5-8Ιον(A),ροπή εκκίνησης 1.5-1.8Τον , και η μέγιστη ροπή της είναι 2-2,5Τον. Η κατηγορία B είναι διπλού κλωβού με όμοια χρήση με την παραπάνω. Η κατηγορία B έχει ροπή εκκίνησης όμοια με την κατηγορία A όπως είχαμε αναλύσει και παραπάνω βλέπουμε ότι το ρεύμα εκκίνησης είναι μικρότερο λόγω διπλού κλωβού και η μέγιστη ροπή κυμαίνεται 2-3Τον. Η κατηγορία C είναι διπλού κλωβού όπου χρησιμοποιείται για μεταφορικές ταινίες και συμπιεστές. Σε αυτήν την κατηγορία υπάρχει μεγάλη ροπή εκκίνησης σε σχέση με τις άλλες δυο κατηγορίες όπου είναι 2-2,5Τον αυτό την κάνει να χρησιμεύει όταν κινητήρας εκκινεί και σταματά συχνά , το ρεύμα εκκίνησης είναι 3,5-5Ιον και μέγιστη ροπή 1,9-2,3Τον. Τέλος η κατηγορία D είναι απλού κλωβού. Η κατηγορία D έχει μεγάλη ροπή εκκίνησης 2,8-3Τον άρα έχει και γρήγορη εκκίνηση με μεγάλο ρεύμα 3-8Ιον(A). Οι κινητήρες αυτής της κατηγορίας έχουν πολλές απώλειες αλλά είναι κατάλληλοι για συχνές εκκινήσεις.

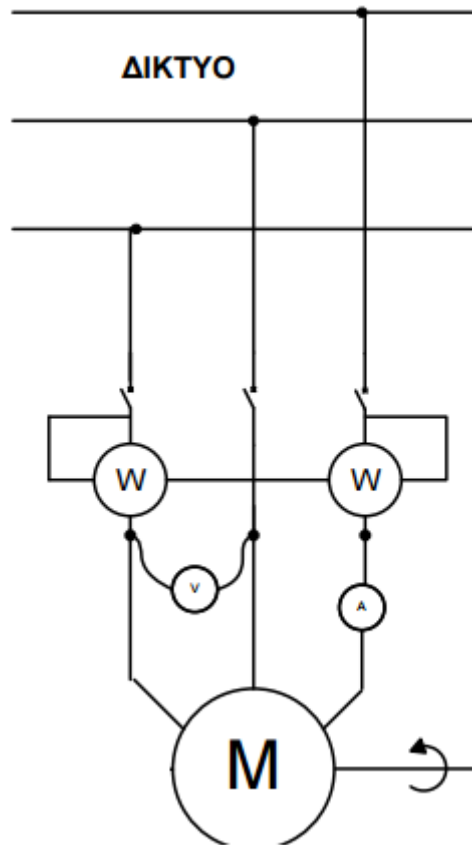


1.0.5 Χαρακτηριστικές ροπές στροφών ανά κατηγορία

1.7 Ισχύς Απώλειες βαθμός απόδοσης

Για να βρούμε την ηλεκτρική ισχύ εισόδου πρέπει να γνωρίζουμε την πολική τάση το ρεύμα γραμμής και το συνφ

$$P_{\text{εισόδου}} = \sqrt{3} * U_{\pi} * I_{\gamma\rho} * \cos\varphi \text{ (Watt)}$$



1.0.6 Απευθείας συνδεσμολογία με όργανα μετρήσεως

Η ισχύς εξόδου $P_{εξόδου} = \frac{T \cdot n}{9,55}$ (Watt)

Όπου T=ροπή (Nm)

n=ταχύτητα κινητήρα (στρ/λεπτό)

Οι απώλειες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες στις σταθερές οι οποίες δεν μεταβάλλονται σε έναν κινητήρα και οι μεταβλητές που επηρεάζονται από το φορτίο.

- Σταθερές απώλειες μέσα σε αυτές εντάσσονται οι μαγνητικές απώλειες που προκύπτουν από το φαινόμενο της υστέρησης και τα δινορεύματα από το σιδερένιο πυρήνα. Επίσης υπάρχουν οι μηχανικές απώλειες που δημιουργούνται λόγω τριβών κυρίως.
- Μεταβλητές απώλειες μέσα σε αυτές υπάρχουν οι απώλειες χαλκού που δημιουργούνται από χάλκινα τυλίγματα είναι ωμικές αντιστάσεις, και ομοίως οι απώλειες χαλκού δρομέα. Για να βρούμε το $P_{cu}=3 \cdot I^2 \cdot R$ σε (Watt).

Ο βαθμός απόδοσης μας δείχνει πόσο καλά αποδίδει μια ηλεκτρική μηχανή. Ποτέ δεν μπορεί να ξεπεράσει την μονάδα αλλά ούτε να την φτάσει λόγω των απωλειών. Συνήθως σε κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ο βαθμός είναι 92-98%. Για τον υπολογισμό χρειαζόμαστε την ηλεκτρική ισχύ εισόδου και το άθροισμα των απωλειών.

$$\eta\% = \frac{P_{\text{εισόδου}} - P_{\text{απωλειών}}}{P_{\text{εισόδου}}} * 100$$

1.8 Ολίσθηση

Ο δρομέας του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα στρέφεται με την n_r (στροφές/λεπτο) , η n_r είναι πάντοτε μικρότερη από την n_s (στρ/λεπτο) σύγχρονη ταχύτητα. Η n_r με την n_s δεν μπορούν να έχουν τις ίδιες στροφές διότι δεν θα υπάρχει διαφορά μαγνητικού πεδίου. Ολίσθηση είναι ο λόγος της σχετικής ταχύτητας του πεδίου ως προς το δρομέα προς τη σύγχρονη ταχύτητα.

$$s\% = \frac{n_s - n_r}{n_s} * 100$$

Επίσης για την εύρεση του n_s μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ (στρ/λεπτό)}$$

f=συχνότητα

P=ζεύγη πόλων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ηλεκτρική μελέτη χαμηλής τάσης

2.1 Καλώδια και μόνωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με στο πρώτο κομμάτι με τους τύπους καλωδίων ώστε να κάνουμε την σωστή επιλογή καλωδίου στην δική μας εγκατάσταση. Εν συνεχεία θα γίνει αναλυτική περιγραφή των μεσών προστασίας της εγκατάστασης αλλά και η σωστή επιλογή τους σε συνδυασμό με τα καλώδια αφού υπάρχει άμεση εξάρτηση μεταξύ τους. Επίσης, θα δούμε ποιες παράμετροι επηρεάζουν την διατομή των καλωδίων μας. Συνεχίζοντας θα δούμε πως το μήκος ενός καλωδίου επηρεάζει την διατομή μέσω της πτώσης τάσης. Παρακάτω θα γίνει μικρή αναφορά στη βύθιση τάσης ώστε να δούμε πως επηρεάζει το δίκτυο. Όστε να φτάσουμε να κάνουμε τον σωστό υπολογισμό των καλωδίων και των μεσών προστασίας μας.

Αρχικά οι αγωγοί είναι σύρματα τα οποία μπορεί να είναι γυμνά η μονωμένα ανάλογα με το που θα χρησιμοποιηθούν. Παραδείγματος χάριν οι εναέριοι αγωγοί πάνω σε στύλους όπως της μέσης τάσης είναι γυμνοί διότι απέχουν ο ένας από τον άλλον Εφόσον δεν ακουμπούν πουθενά. Στην άλλη περίπτωση έχουμε μονωμένους αγωγούς συνήθως περισσότερους από έναν οι όποιοι είναι μονωμένοι μέσα στο έδαφος, δηλαδή περισσότεροι του ενός αγωγού φτιάχνουν το λεγόμενο καλώδιο. Το μονωτικό και το πάχος του μας προσδιορίζει την ηλεκτρική αντοχή του καλωδίου και την επιτρεπόμενη ένταση του ρεύματος φόρτισης του αγωγού. Κάθε αγωγός πρέπει να χει συγκεκριμένο χρώμα ανάλογα την ιδιότητα του δηλαδή :

- Φάσεις: καφέ μαύρο γκρι ,
- Ουδέτερος: μπλε
- Γείωση: πράσινο-κίτρινο



2.0.1 Καλώδιο πεντατονικό



2.0.2 Αγωγός

Επιπλέον τα καλώδια έχουν διάφορα πρότυπα και κανονισμούς κυρίως εμάς μας ενδιαφέρει ο VDE και ο ΕΛΟΤ

2.0.3 Χαρακτηριστικά καλωδίων ανά γράμμα ονομασίας

Διαπίστωση ταυτότητας	
N	Καλώδια σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN VDE 0250
Υλικά μόνωσης	
G	Μόνωση από ελαστικό
2G	Μόνωση από ελαστικό σιλικόνης
3G	Μόνωση από ελαστικό βουτυλίου
4G	Μόνωση από βινυλαιθύλιο (EVA)
Y	Μονωτικό από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)
2Y	Μονωτικό από πολυαιθυλένιο (PE)
2X	Μονωτικό από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (PE)
Ενίσχυση	
B	Μολύβδινος μανδύας
C	Εξωτερικό πλέγμα
Κατηγορίες	
L	Καλώδια ελαφρού τύπου
M	Καλώδια μέσου τύπου
S	Καλώδια βαρέως τύπου
F	Καλώδια πλακέ
I	Καλώδια σε σουβά
H	Καλώδια φορητών συσκευών
J	Καλώδια με αγωγό γείωσης
κ	Καλώδια με αντοχή στο ψύχος
W	Καλώδια με αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία
O	Καλώδια με αντοχή σε λάδι
u	Καλώδια που αντιστέκονται στη φλόγα

Για την κατασκευή των αγωγού χρησιμοποιούνται δυο υλικά κυρίως ,οπού κάθε ένα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Συνήθως στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται ο χαλκός οπού έχει μεγάλη ειδική αγωγιμότητα οπού η σταθερά αγωγιμότητας είναι $56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$. Επιπλέον ο χαλκός δεν διαβρώνεται εύκολα έχει εύκολη επεξεργασία και είναι αρκετά ανθεκτικός. Το δεύτερο κυρίως υλικό είναι το αλουμίνιο το οποίο είναι σχεδόν το μισό σε βάρος αλλά έχει μικρότερη αγωγιμότητα $34,6 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$. Οι αγωγοί αλουμίνιου χρησιμοποιούνται κυρίως σε εναέριες γραμμές λόγο του χαμηλότερου κόστους τους σε σχέση με τους χάλκινους αγωγούς. Τα μειονεκτήματα του αλουμίνιου είναι τα εξής :





- μηχανική αντοχή λόγο του εύκολου τραυματισμού του στις συνδέσεις
- αν διπλώσει μπορεί να καταστραφεί
- δημιουργεί στρώμα οξειδίου όταν ενωθεί με το οξυγόνο
- χρειάζεται περισσότερη συντήρηση διότι σε βάθος χρόνου θα χαλαρώνουν οι συνδέσεις

Στον κώδικα ονομασίας καλωδίων κατά VDE όπως και στον προηγούμενο πίνακα υπαρχών κάποια γράμματα οπού μέσω αυτών τον γραμμάτων καταλαβαίνουμε τις ιδιότητες που έχει το κάθε καλώδιο. Παρακάτω θα δοθεί ένας πίνακας οπού από αυτόν μπορούμε να καταλάβουμε την ταυτότητα από τι υλικό έχουν κατασκευαστεί οι αγωγοί ,η μόνωση του καλωδίου την ονομαστική τάση του και αλλά στοιχεία.

2.0.4 Χαρακτηριστικά καλωδίων ανά γράμμα ονομασίας

Διαπίστωση ταυτότητας	
A	Εγκεκριμένα εθνικά στάνταρς (εθνικός τύπος)
H	Εναρμονισμένα στάνταρς (εναρμονισμένος κανονισμός)
Ονομαστική τάση	
01	100V
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V
1	600/1000 V
Μόνωση	
B	(EPR) Ειθυλένιο - προπυλένιο - λάστιχο
G	(EVA) Ελαστικό από οξικό βινυλαιθύλιο
N2	(CR) Λάστιχο με χλωροπρένιο για καλώδια συγκόλλησης
R	(NR/SR) Φυσικό, συνθετικό λάστιχο (στυρολοβουταδιένιο)
S	(SiR) Λάστιχο σιλικόνης
V	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο
V2	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο με αντίσταση στη θερμότητα
V3	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο χαμηλής θερμοκρασίας
V4	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο σε διαγώνιο πιάσιμο (δικτύωμα)
Z	(PE) Πολυαιθυλένιο σε διαγώνιο πιάσιμο (δικτύωμα)
Δομικά στοιχεία (ενίσχυση)	
C	Πλέγμα - Θωράκιση
Q4	(PA) Επιπλέον πολυαμιδικό κάλυμμα αγωγού
T	Επιπλέον πλεκτό ύφασμα πάνω από αγωγούς
T6	Επιπλέον πλεκτό ύφασμα πάνω από ξεχωριστούς αγωγούς
Περίβλημα/κάλυμμα (μανδύας)	
B	(EPR) Αιθυλένιο - Προπυλένιο - Λάστιχο
J	Πλέγμα από γυάλινες ίνες
N	(CR) Λάστιχο με χλωροπρένιο
N2	(CR) Λάστιχο με χλωροπρένιο για καλώδια συγκόλλησης
N4	(CR) Λάστιχο με χλωροπρένιο για αντίσταση στη θερμότητα
Q	(PUR) Πολυουρεθάνη
R	(NR/SR) Φυσικό, συνθετικό λάστιχο
T	Πλεκτό ύφασμα
T2	Πλεκτό ύφασμα με επιβράδυνση φλόγας
V	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο
V2	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο με αντίσταση στη θερμότητα
V3	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο χαμηλής θερμοκρασίας
V4	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο σε διαγώνιο πιάσιμο (δικτύωμα)
V5	(PVC) Πολυβινυλοχλωρίδιο με αντίσταση σε λάδι

2.0.5 Η ταυτότητα των αγωγών ανά χρώμα κατά VDE

	Σειρά αγωγών		Χρώματα		Σύμβολο
	Παλαιά	Νέα	Παλαιά	Νέα	
Εναλλασσόμενο ρεύμα					
Φάση αγωγού 1η	R	L1	Μαύρο	Μαύρο*	
Φάση αγωγού 2η	S	L2	Κόκκινο	Καφέ*	
Φάση αγωγού 3η	T	L3	Καφέ	Μαύρο	
Ουδέτερος αγωγός	Mp	N	Γκρι	Ανοιχτό μπλε	
Συνεχές ρεύμα					
Θετικός αγωγός	L+	+		e.g. black*	
Αρνητικός αγωγός	L-	-		e.g. black*	
Ουδέτερος αγωγός	M			Μπλε	
Αγωγός προστασίας		PE		πράσινο-κίτρινο	
Ουδέτερος αγωγός με προστασία		PEN		πράσινο-κίτρινο	
Προσγείωση (στο έδαφος)		E			
Προσγείωση		MM			
Συνδεδεμένο φορτίο		στο L1			U
		στο L2			V
		στο L3			W
		στο N			N

2.2 Μηχανική καταπόνηση καλωδίων και εγκατάσταση

Τα καλώδια πρέπει να έχουν μηχανική ενίσχυση αλλιώς κινδυνεύουν να καταστραφούν

- Αν το καλώδιο τραβιέται μέσα σε κανάλια και σωλήνες
- Αν κινείται συνεχώς ή φέρει δυνάμεις και το ίδιο βάρος του
- Αν είναι σε μεγάλα βάθη θάλασσας
- Όταν αναρτάται σε μεγάλες αποστάσεις

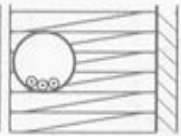

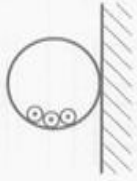

Παράδειγμα τα καλώδια με υψηλές καταπονήσεις είναι εύκαμπτα και έχουν κάποιο χαλύβδινο σύρμα το οποίο μπορεί να αντέξει μεγάλης καταπονήσεις .

2.3 Ικανότητα φόρτισης καλωδίων I_0

Κάθε καλώδιο σύμφωνα με τους κανονισμούς έχει ένα ορισμένο όριο ρεύματος το I_0 το οποίο μπορεί να είναι το μέγιστο σε τέλειες συνθήκες ανάλογα τον τύπο του .Όμως σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση το I_{max} μέγιστο ρεύμα το οποίο επιτρέπεται καθορίζεται από άλλες

παραμέτρους . Αυτό ρεύμα αλλάζει ανάλογα ,την εγκατάσταση, τον αριθμό αγωγών n1, την θερμοκρασία χώρου n2,και n3 αν υπάρχουν περισσότεροι από τρεις αγωγοί.(στην παρούσα μελέτη δεν θα δοθούν πίνακες για καλώδια χιρε γιατί δεν θα χρησιμοποιηθούν.)

2.0.6 Ονομαστική τιμή ρεύματος ανά τύπο καλωδίου και μέθοδο εγκατάστασης

Τύπος καλωδίου	HD7V-U,-R,-K HO7V3-U,-R,K	NYM,NYMZ, NYMT, NHYRUZY, NYBUY, NYDY NO5VV-U, NO5VV-R, NHXMH, NYU, NYCY	HD7V-U,-R,-K HO7V3-U,-R,K	NYM,NYMZ, NYMT, NHYRUZY, NYBUY, NYDY NO5VV-U, NO5VV-R, NHXMH, NYU, NYCY				
Εγκατάστ.: 1. Μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους 2. Μέσα σε μονωτικούς σωλήνες	Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες που είναι τοποθετημένοι μέσα σε τοίχους μονωμένους 	Πολυπολικά καλώδια σε περίβλημα μέσα σε μονωτικούς σωλήνες μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους 	Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες πάνω σε τοίχο 	Πολυπολικά καλώδια ή κολλητικά καλώδια σε περίβλημα μέσα σε μονωμένους σωλήνες πάνω στο τοίχο 				
	Εγκατάσταση μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους							
	Εγκατάσταση μέσα σε μονωτικούς σωλήνες							
Μέθοδος εγκατάστ.	A ₁		A ₂		B ₁		B ₂	
Αριθμός αγωγών φορτίου	2	3	2	3	2	3	2	3
Διατομή αγωγού σε mm ²	Ονομαστική τιμή ρεύματος σε (A)							
1,5	15,5	13,5	15,5	13,0	17,5	15,5	16,5	15,0
2,5	19,5	18,0	18,5	17,5	24	21	23	20
4	26	24	25	23	32	28	30	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46
10	-	-	-	-	-	-	-	47,17
16	61	56	57	52	76	68	69	62
25	80	73	75	68	101	89	90	80
35	99	89	92	83	125	110	111	99
50	119	108	110	99	151	134	133	118
70	151	136	139	125	192	171	168	149
95	182	164	167	150	232	207	201	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206
150	240	216	219	196	-	-	-	-
185	273	245	248	223	-	-	-	-
240	320	286	291	261	-	-	-	-
300	367	328	334	298	-	-	-	-

2.0.7 Ονομαστική τιμή ρεύματος ανά τύπο καλωδίου και μέθοδο εγκατάστασης

Τύπος καλωδίου	HD7V2-U,-K, NHXA, NHXAF HO7Z-U,-R,-K		N12XY,N2YY,N2X2Y N2XH, N2XCH NHXHX, FE180 NHXH, FE180 NHXCHX FE180 NHXCH FE180 NHXHX, NHXCHX		HD7V2-U,-K, NHXA, NHXAF HO7Z-U,-R,-K		N12XY,N2YY,N2X2Y N2XH, N2XCH NHXHX, FE180 NHXH, FE180 NHXCHX FE180 NHXCH FE180 NHXHX, NHXCHX	
	Εγκατάστ.: 1. Μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους 2. Μέσα σε μονωτικούς σωλήνες	Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες που είναι τοποθετημένοι μέσα σε τοίχους μονωμένους		Πολυπολικά καλώδια σε περίβλημα μέσα σε μονωτικούς σωλήνες μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους		Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες πάνω σε τοίχο		Πολυπολικά καλώδια ή πολυπολικά καλώδια σε περίβλημα μέσα σε μονωμένους σωλήνες πάνω στο τοίχο
	Εγκατάσταση μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους				Εγκατάσταση μέσα σε μονωτικούς σωλήνες			
Μέθοδος εγκατάστ.	A ₁		A ₂		B ₁		B ₂	
Αριθμός αγωγών φορτίου	2	3	2	3	2	3	2	3
Διατομή αγωγού σε mm ²	Ονομαστική τιμή ρεύματος σε (A)							
1,5	19,0	17,0	18,5	16,5	23	20	22	19,5
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26
4	35	31	33	30	42	37	40	35
6	45	40	42	38	54	48	51	44
10	61	54	57	51	75	66	69	60
16	81	73	76	68	100	88	91	80
25	106	95	99	89	133	117	119	105
35	131	117	121	109	164	144	146	128
50	158	141	145	130	198	175	175	154
70	200	179	183	164	253	222	221	194
95	241	216	220	197	306	269	265	233
120	278	249	253	227	354	312	305	268
150	318	285	290	259	-	-	-	-
185	362	324	329	295	-	-	-	-
240	424	380	386	346	-	-	-	-
300	486	435	442	396	-	-	-	-

2.0.8 Ονομαστική τιμή ρεύματος ανά τύπο καλωδίου και μέθοδο εγκατάστασης 1.3

Τύπος καλωδίου	NYM, NYMZ, NYMT, NYIF, NYIFY NHYRUZY, NYBUY, NYDY NOSVV-U, NOSVV-R NHYMH, NYY, NYCY				NYY					
	Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια ή απλά ή πολυπολικά με περίβλημα πάνω σε τοίχο		Πολυπολικά καλώδια ή πολυπολικά καλώδια με μανδύα σε απόσταση από τον τοίχο $\geq 0,3 d$		Μονοπολικά καλώδια ή μονοπολικά καλώδια με περίβλημα σε απόσταση από τον τοίχο $\geq d$			Μονοπολικά καλώδια ή μονοπολικά καλώδια με περίβλημα σε απόσταση από τον τοίχο $\geq d$		
Εγκατάστ.: 1. Εξωτερική 2. Στον ανοιχτό αέρα										
Εγκατάσταση	Εγκατάσταση εξωτερική		Εγκατάσταση στον ανοιχτό αέρα							
Μέθοδος εγκατάστ.	C		E		F			G		
Αριθμός αγωγών φορτίου	2	3	2	3	2	3				
Διατομή αγωγού σε mm ²	Ονομαστική τιμή ρεύματος σε (A)									
1,5	19,5	17,5	22	18,5	-	-	-	-	-	-
2,5	27	24	30	25	-	-	-	-	-	-
4	36	32	40	34	-	-	-	-	-	-
4	-	33,02	-	-	-	-	-	-	-	-
6	46	41	51	43	-	-	-	-	-	-
10	63	57	70	60	-	-	-	-	-	-
10	-	59,43	-	-	-	-	-	-	-	-
16	85	76	94	80	-	-	-	-	-	-
25	112	96	119	101	131	114	110	146	130	
35	138	119	148	126	162	143	137	181	162	
50	168	144	180	153	196	174	167	219	197	
70	213	184	232	196	251	225	216	281	254	
95	258	223	282	238	304	275	264	341	311	
120	299	259	328	276	352	321	308	396	362	
150	344	299	379	319	406	372	356	456	419	
185	392	341	434	364	463	427	409	521	480	
240	461	403	514	430	546	507	485	615	569	
300	530	464	593	497	629	587	561	709	659	
400	-	-	-	-	754	689	656	852	795	
500	-	-	-	-	868	789	749	982	920	
630	-	-	-	-	1005	905	855	1138	1070	

2.0.9 Ονομαστική τιμή ρεύματος ανά τύπο καλωδίου και μέθοδο εγκατάστασης

Τύπος καλωδίου	N12XY, N2XY, N2X2Y N2XH, N2XCH NHXH, FE180, NHXCH, FE180 NHXHX, FE180, NHXCHX FE180 NHXHX, NHXCHX				N12XY, N2XY, N2X2Y N2XH NHXH FE180 NHXHX FE180 NHXHX					
	Εγκατάστ.: 1. Εξωτερική 2. Στον ανοιχτό αέρα	Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια ή απλά ή πολυπολικά με περίβλημα πάνω σε τοίχο		Πολυπολικά καλώδια ή πολυπολικά καλώδια με μανδύα σε απόσταση από τον τοίχο $\geq 0,3 d$		Μονοπολικά καλώδια ή μονοπολικά καλώδια με περίβλημα σε απόσταση από τον τοίχο $\geq d$		Τα καλώδια σε επαφή		Τα καλώδια σε απόσταση $\geq d$
	Εγκατάσταση εξωτερική		Εγκατάσταση στον ανοιχτό αέρα							
Μέθοδος εγκατάστ.	C		E		F		G			
Αριθμός αγωγών φορτίου	2	3	2	3	2	3				
Διατομή αγωγού σε mm ²	Ονομαστική τιμή ρεύματος σε (A)									
1,5	24	22	26	23	-	-	-	-	-	-
2,5	33	30	36	32	-	-	-	-	-	-
4	45	40	49	42	-	-	-	-	-	-
6	58	52	63	54	-	-	-	-	-	-
10	80	71	86	75	-	-	-	-	-	-
16	107	96	115	100	-	-	-	-	-	-
25	138	119	149	127	161	141	135	182	161	
35	171	147	185	158	200	176	169	226	201	
50	209	179	225	192	242	216	207	275	246	
70	269	229	289	246	310	279	268	353	318	
95	328	278	352	298	377	342	328	430	389	
120	382	322	410	346	437	400	383	500	454	
150	441	371	473	399	504	464	444	577	527	
185	506	424	542	456	575	533	510	661	605	
240	599	500	641	538	679	634	607	781	719	
300	693	576	741	621	783	736	703	902	833	
400	-	-	-	-	940	868	823	1085	1008	
500	-	-	-	-	1083	998	946	1253	1169	
630	-	-	-	-	1254	1151	1088	1454	1362	

Όλοι οι παραπάνω πίνακες μας δείχνουν τις ονομαστικές τιμές ρεύματος για καλώδια μόνιμης εγκατάστασης μέσα σε κτήριο όπως το αντλιοστάσιο που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Η εγκατάσταση των καλωδίων μπορεί να γίνει ως εξής:

- **A1** Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες που είναι τοποθετημένοι σε μονωμένους τοίχους
- **A2** Πολυπολικά καλώδια σε περίβλημα μέσα σε μονωτικούς σωλήνες μέσα σε θερμικά μονωμένους τοίχους
- **B1** Μονοπολικά καλώδια μέσα σε μονωτικούς σωλήνες πάνω σε τοίχο
- **B2** Πολυπολικά καλώδια μέσα ή έξω από περίβλημα σε μονωμένους σωλήνες πάνω στο τοίχο
- **C** Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια πάνω σε τοίχο με ή χωρίς περίβλημα
- **E,F,G** Μονοπολικά ή πολυπολικά καλώδια με περίβλημα εγκατεστημένα στον αέρα ή σε εξωτερικό χώρο

2.1.0 Ονομαστική τιμή ρεύματος για εύκαμπτα καλώδια, διατομή και ασφάλειες προστασίας

Ονομαστική διατομή αγωγού σε mm ²	Ομάδα 1 NYAF		Ομάδα 2 NYM		Ομάδα 3	
	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας
0,05	1	-	1	-	2	-
0,14	2	-	2	-	3,5	-
0,25	4	-	4,5	-	6	-
0,34	6	-	6	-	9	-
0,5	9	-	9	-	12	-
0,75	12	-	12	10	15	10
1	15	10	15	10	19	16
1,5	18	16	18	16	24	20
2,5	26	25	26	25	32	25
4	34	25	34	25	42	35
6	44	35	44	35	54	50
10	61	50	61	50	73	63
16	82	80	82	80	98	80
25	108	100	108	100	129	100
35	135	125	135	125	158	125
50	168	160	168	160	198	160
70	207	200	207	200	245	200
95	250	250	250	250	292	250
120	292	250	292	250	344	315
150	335	300	335	300	391	355
185	382	355	382	355	448	400
240	-	-	453	425	528	500
300	-	-	523	500	608	600
400	-	-	-	-	726	630

2.1.1 Ιο για καλώδια χαλκού αέρα

Διατομή αγωγών σε mm ²	NYY				NYCWY, NYCY				N2XY				NKBA		
1.5	26	21	20	27	27	22	20	28	31	24	23	31			
2.5	35	28	25	35	36	29	26	37	42	33	31	42			
4	45	37	34	47	47	39	34	48	55	43	41	56			
6	56	47	43	59	58	49	44	59	70	56	52	71			
10	76	64	59	81	79	67	60	80	95	77	73	98			
16	98	84	79	107	103	89	80	105	128	102	96	130			
25	129	114	106	144	134	119	108	139	172	140	131	176			115
35	163	139	129	176	170	146	132	175	210	170	160	217			141
50	200	169	157	214	208	177	160	213	260	207	194	265			170
70	250	213	199	270	258	221	202	270	327	265	247	338			214
90	315	264	246	334	322	270	249	332	405	325	304	415			261
120	367	307	285	389	370	310	289	387	470	380	354	486			300
150	417	352	326	446	416	350	329	444	540	437	406	560			344
185	488	406	374	516	482	399	377	512	626	506	468	647			398
240	588	483	445	618	570	462	443	614	750	605	550	780			468
300	680	557	511	717	642	519	504	708	865	696	637	900			533
400	810	646	597	843	750	583	577	861	1174	815	745	1271			610
500	940	747	669	994	850	657	626	1000				1245			
830	1080	858	-	1180	967	744	-	-							
800	1220	971	-	1396	-	-	-	-							
1000	1350	1078	-	1620	-	-	-	-							

2.4 Συντελεστής ομαδοποίησης

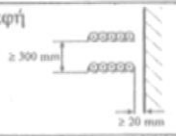
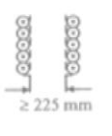
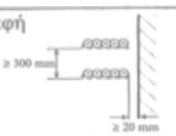

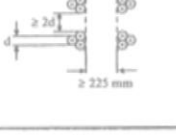
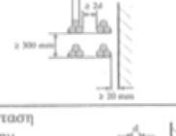

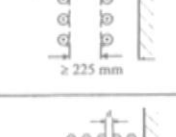
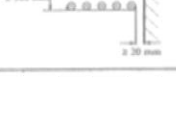
Στην συνέχεια θα δοθούν πίνακες για τις ομαδοποιήσεις καλωδίων για την εύρεση του συντελεστή n_1 . Οπου κάθε συντελεστής ομαδοποίησης αλλάζει ανάλογα τον αριθμό τριφασικών, την μέθοδο της εγκατάστασης, αν υπάρχουν επιπλέον κανάλια ή σχάρες και τον τρόπο τοποθέτησης. Οπου η μέθοδος της εγκατάστασης χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Καλώδια σε διάτρητο κανάλι με περιορισμένο αερισμό
- Καλώδια σε σχάρα με κάλο αερισμό

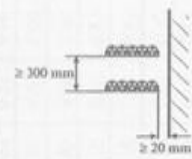
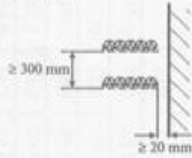
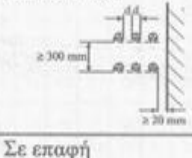
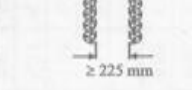
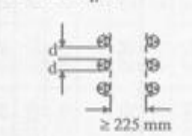
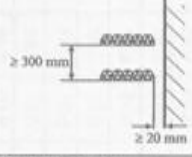
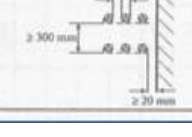
Ενώ ο τρόπος τοποθέτησης των στρώσεων χωρίζεται εξής:

- Επίπεδη διάταξη σε οριζόντιες στρώσεις
- Επίπεδη διάταξη σε κατακόρυφες στρώσεις
- Συγκεντρωμένα σε τριάδες σε οριζόντιες στρώσεις
- Συγκεντρωμένα σε τριάδες σε κατακόρυφες στρώσεις






2.1.3 Συντελεστής ομαδοποίησης n1 για μονοπολικά καλώδια

Αριθμός τριφασικών συστημάτων με μονοπολικά καλώδια			1	2	3		
Μέθοδος εγκατάστασης		Τρόπος τοποθέτησης των στρώσεων	Αριθμός καναλιών ή σχαρών	Μετατροπή συντελεστών			
Καλώδια σε διάτρητο κανάλι (περιορισμένος αερισμός)	Σε επαφή 	Επίπεδη διάταξη σε οριζόντιες στρώσεις	1	0,98	0,91	0,87	
			2	0,96	0,87	0,81	
			3	0,95	0,85	0,78	
	Σε επαφή 	Επίπεδη διάταξη σε κατακόρυφες στρώσεις	1	0,96	0,86	-	
			2	0,95	0,84	-	
			3	0,95	0,84	-	
Καλώδια σε σχάρα(καλός αερισμός)	Σε επαφή 	Επίπεδη διάταξη σε οριζόντιες στρώσεις	1	1,00	0,97	0,96	
			2	0,98	0,93	0,89	
			3	0,97	0,90	0,86	
	Καλώδια σε διάτρητο κανάλι (περιορισμένος αερισμός)		Συγκεντρωμένα ανά τριάδες σε οριζόντιες στρώσεις	1	1,00	0,98	0,96
				2	0,97	0,93	0,89
				3	0,96	0,92	0,86
		Συγκεντρωμένα ανά τριάδες σε κατακόρυφες στρώσεις	1	1,00	0,91	0,89	
			2	1,00	0,90	0,86	
			3	1,00	0,90	0,86	
Καλώδια σε σχάρα(καλός αερισμός)		Συγκεντρωμένα ανά τριάδες σε οριζόντιες στρώσεις	1	1,00	1,00	1,00	
			2	0,97	0,95	0,93	
			3	0,96	0,94	0,90	
	Καλώδια σε διάτρητο κανάλι (περιορισμένος αερισμός)	Σε απόσταση ίση με την εξωτερική διάμετρο των καλωδίων ≥ 300 mm 	Επίπεδη διάταξη σε οριζόντιες στρώσεις	1	1,00	1,00	0,98
				2	1,00	0,99	0,96
				3	1,00	0,98	0,95
		Επίπεδη διάταξη σε κατακόρυφες στρώσεις	1	1,00	0,92	0,90	
			2	1,00	0,92	0,89	
			3	1,00	0,92	0,89	
Καλώδια σε σχάρα (καλός αερισμός)		Επίπεδη διάταξη σε οριζόντιες στρώσεις	1	1,00	1,00	1,00	
			2	1,00	1,00	0,99	
			3	1,00	0,99	0,98	

2.1.4 Συντελεστής ομαδοποίησης n1 για πολυπολικά καλώδια

Αριθμός πολυπολικών καλωδίων		1	2	3	4	6	9	
Μέθοδος εγκατάστασης		Αριθμός καναλιών ή σχαρών	Μετατροπή συντελεστών					
Καλώδια σε κανάλι (πολύ περιορισμένος αερισμός)	Σε επαφή 	1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
		2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
		3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,61
		6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58
Καλώδια σε διάτρητο κανάλι (περιορισμένος αερισμός)	Σε επαφή 	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
	Σε διάστημα 	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
	Σε επαφή 	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
	Σε διάστημα 	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
	Καλώδια σε σχάρα (καλός αερισμός)	Σε επαφή 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79
2			1,00	0,86	0,81	0,78	0,76	0,73
3			1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
6			1,00	0,83	0,76	0,73	0,69	0,66
Σε διάστημα 		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
		3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

2.1.5 Συντελεστής ομαδοποίησης n1 για πολυπολικά καλώδια ή τριφασικά κυκλώματα με μονοπολικά καλώδια

Αριθμός πολυπολικών καλωδίων ή τριφασικά κυκλώματα με μονοπολικά καλώδια	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Μέθοδος εγκατάστασης	Μετατροπή συντελεστών														
Μία στρώση κάτω από την οροφή σε επαφή 	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Μία στρώση κάτω από τον οροφή με απόσταση ανάμεσα στα καλώδια ίση με την εξωτερική τους διάμετρο 	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Μία στρώση πάνω σε τοίχο ή πάνω στο δάπεδο με απόσταση ανάμεσα στα καλώδια ίση με την εξωτερική τους διάμετρο 	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Μία στρώση πάνω σε τοίχο ή πάνω στο δάπεδο με τα καλώδια σε επαφή 	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Δέσμες καλωδίων πάνω σε τοίχο, πάνω στο δάπεδο, μέσα σε μονωμένους σωλήνες ή κεντρικούς αγωγούς ή μέσα σε τοίχους 	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38

Εδώ η μέθοδος εγκατάστασης χωρίζεται ως εξής :

- Μια στρώση κάτω από την οροφή σε επαφή
- Μια στρώση κάτω από την οροφή με απόσταση ανάμεσα στα καλώδια ίση με την εξωτερική τους διάμετρο
- Μια στρώση πάνω σε τοίχο ή πάνω στο δάπεδο με απόσταση ανάμεσα στα καλώδια ίση με την εξωτερική τους διάμετρο
- Μια στρώση πάνω σε τοίχο ή πάνω στο δάπεδο με τα καλώδια σε επαφή
- Δέσμες καλωδίων πάνω σε τοίχο, πάνω σε δάπεδο μέσα σε μονωμένους σωλήνες ή κεντρικούς αγωγούς ή μέσα σε τοίχους

2.5 Συντελεστής θερμοκρασίας

Συντελεστής n2 δείχνει ότι αν η θερμοκρασία είναι διαφορετική από αυτή την οποία είναι κατασκευασμένα τα καλώδια διαφοροποιείται όπως βλέπουμε σε χαμηλές

Θερμοκρασίες κάτω των 30°C ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος του 1 ενώ πάνω από αυτόν ο συντελεστής μικραίνει με αρνητική συνέπεια.

.2.1.6 Συντελεστής θερμοκρασίας n2

Επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας	40 °C	60 °C	70 °C	80 °C	85 °C	90 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος °C	Μετατροπή συντελεστών. Χρησιμοποιούνται για τις ονομαστικές τιμές των ρευμάτων στους ΠΙΝΑΚΕΣ					
10	1,73	1,29	1,22	1,18	1,17	1,15
15	1,58	1,22	1,17	1,14	1,13	1,12
20	1,41	1,15	1,12	1,10	1,09	1,08
25	1,22	1,08	1,06	1,05	1,04	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,71	0,91	0,94	0,95	0,95	0,96
40	-	0,82	0,87	0,89	0,90	0,91
45	-	0,71	0,79	0,84	0,85	0,87
50	-	0,58	0,71	0,77	-	0,82
55	-	0,41	0,61	0,71	-	0,76
60	-	-	0,50	0,63	-	0,71
65	-	-	0,35	0,55	-	0,65
70	-	-	-	0,45	-	0,58
75	-	-	-	0,32	-	0,50
80	-	-	-	-	-	0,41
85	-	-	-	-	-	0,29

2.6 Συντελεστής πολυπολικών καλωδίων με πολλούς αγωγούς n3

Ο συντελεστής n3 χρησιμοποιείται όταν τα πολυπολικά καλώδια φέρουν μέσα τους πάνω από 5 αγωγούς .

2.1.7 Συντελεστής πολυπολικών καλωδίων με πολλούς αγωγούς n3

Αριθμός αγωγών φορτίου	Τοποθέτηση μέσα στο έδαφος	Τοποθέτηση στον αέρα
5	0,70	0,75
7	0,60	0,65
10	0,50	0,55
14	0,45	0,50
19	0,40	0,45
24	0,35	0,40
40	0,30	0,35
61	0,25	0,30

2.7 Ασφάλειες τήξης

Οι ασφάλειες τήξης παρεμβάλλονται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό την αποφυγή βραχυκυκλώματος. Στις παρούσες ασφάλειες για να διακοπεί το ηλεκτρικό κύκλωμα πρέπει να κοπεί ένα μικρό χάλκινο σύρμα το οποίο βρίσκεται μέσα σε σκόνη χαλαζία ,και τα όποια μαζί είναι μέσα στο λεγόμενο φυσίγγιο .Οι ασφάλειες αυτές, οι οποίες ονομάζονται και «φυσίγγια ασφαλείας», αναπτύσσουν μεγάλη αντίσταση στο κύκλωμα μετά την τήξη τους, περιορίζοντας έτσι το ρεύμα βραχυκύκλωσης. .Οπού κατασκευάζεται από πορσελάνη για να έχει μόνωση σε περίπτωση που την ακουμπήσει ο χρήστης. Συνήθως αυτές οι ασφάλειες πίσω τους έχουν μια μικρή γυάλινη επιφάνεια η όποια έχει μέσα μια μπίλια η όποια κρατεί το χάλκινο συρματάκι όταν αυτή η μικρή μπίλια δεν είναι στο κέντρο και φαίνεται ότι έχει πέσει κάτω σημαίνει ότι η ασφάλεια υπερφορτίστηκε και κήκε. Κάθε ασφάλεια τήξης έχει κάποια χαρακτηριστικά τα όποια θα πρέπει να προσέξουμε για την σωστή λειτουργία της που είναι τα εξής:

- Ονομαστική τάση
- Ονομαστική ισχύς διακοπής
- Ονομαστικό ρεύμα διακοπής
- Χαρακτηριστική χρόνου-ρεύματος

Οι τύποι των ασφαλειών τήξης χωρίζονται στους εξής:

- Μεγάλες βιδωτές τύπου D από το Diazed οι συγκεκριμένες μπορούν να διακόψουν έως 50kA
- Μικρές βιδωτές ασφάλειες τύπου DO αυτές οι ασφάλειες το μέγιστο ρεύμα διακοπής που έχουν είναι 25kA.Οι διαφορές τους με τις παραπάνω είναι στο μήκος ,στο ρεύμα τήξης και στην διάμετρο που είναι μικρότερες
- Μαχαίρωτές ασφάλειες NH ή HRC. Πρόκειται για ασφάλειες ισχύος Χαμηλής Τάσης με ικανότητα μέγιστου ρεύματος διακοπής 100 kA.
- Ασφάλειες G. είναι μικρές κυλινδρικές και χρησιμοποιούνται για την προστασία μικροσυσκευών με διάμετρο 5mm και μήκος 25mm με 30mm.Οπού το νήμα βρίσκεται μέσα σε γυάλινο σωλήνα
- Ασφαλειοαποζεύκτες είναι συνδυασμός των NH και με μαχαίρωτους αποφευκτές. Μπορούν να ανοιγοκλείνουν όταν διαρρέονται από ρεύμα αλλά δημιουργούνται τόξα

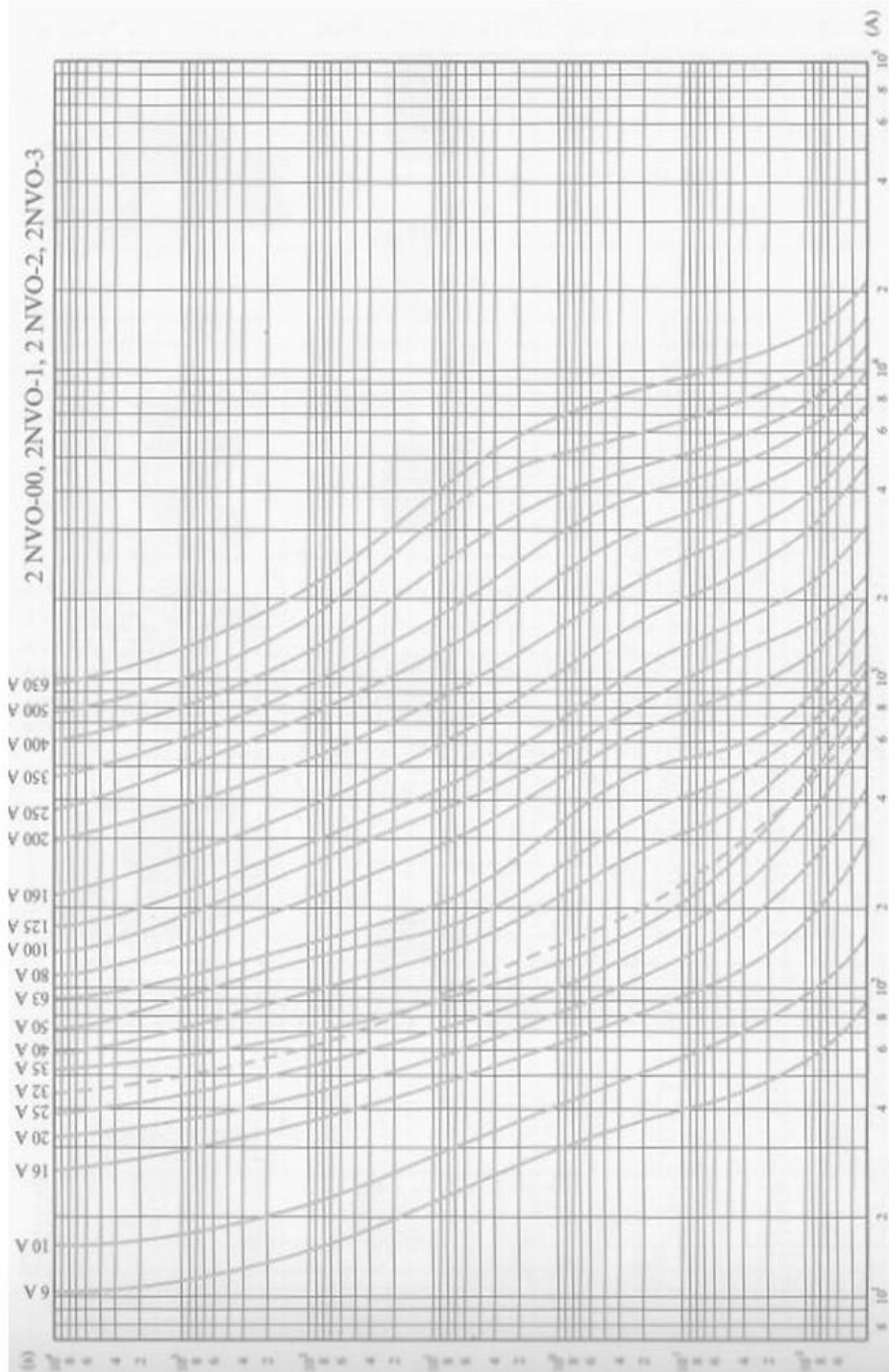
2.1.8 Ονομαστικές εντάσεις βιδωτών ασφαλειών τήξης

Ονομαστικές εντάσεις τυποποιημένων βιδωτών ασφαλειών τήξης σε (A), τάση λειτουργίας 500 V				
α/α	Τύπου D (Diazed) ικανότητα διακοπής 50 KA	Τύπου DO (Neozed) ικανότητα διακοπής 50 KA	Τύπου CF ικανότητα διακοπής 100 KA	Τύπου G (γυάλινες) ικανότητα διακοπής 0,050 KA
1	2	2	1	
2	4	4	2	
3	6	6	4	
4	10	10	6	
5	16	16	8	
6	20	20	10	
7	25	25	12	
8	35	35	16	
9	50	50	20	
10	63	63	25	
11	80	80	32	
12	100	100	40	
13	125		50	
14	160		63	
15	200		80	
16			100	
17			125	

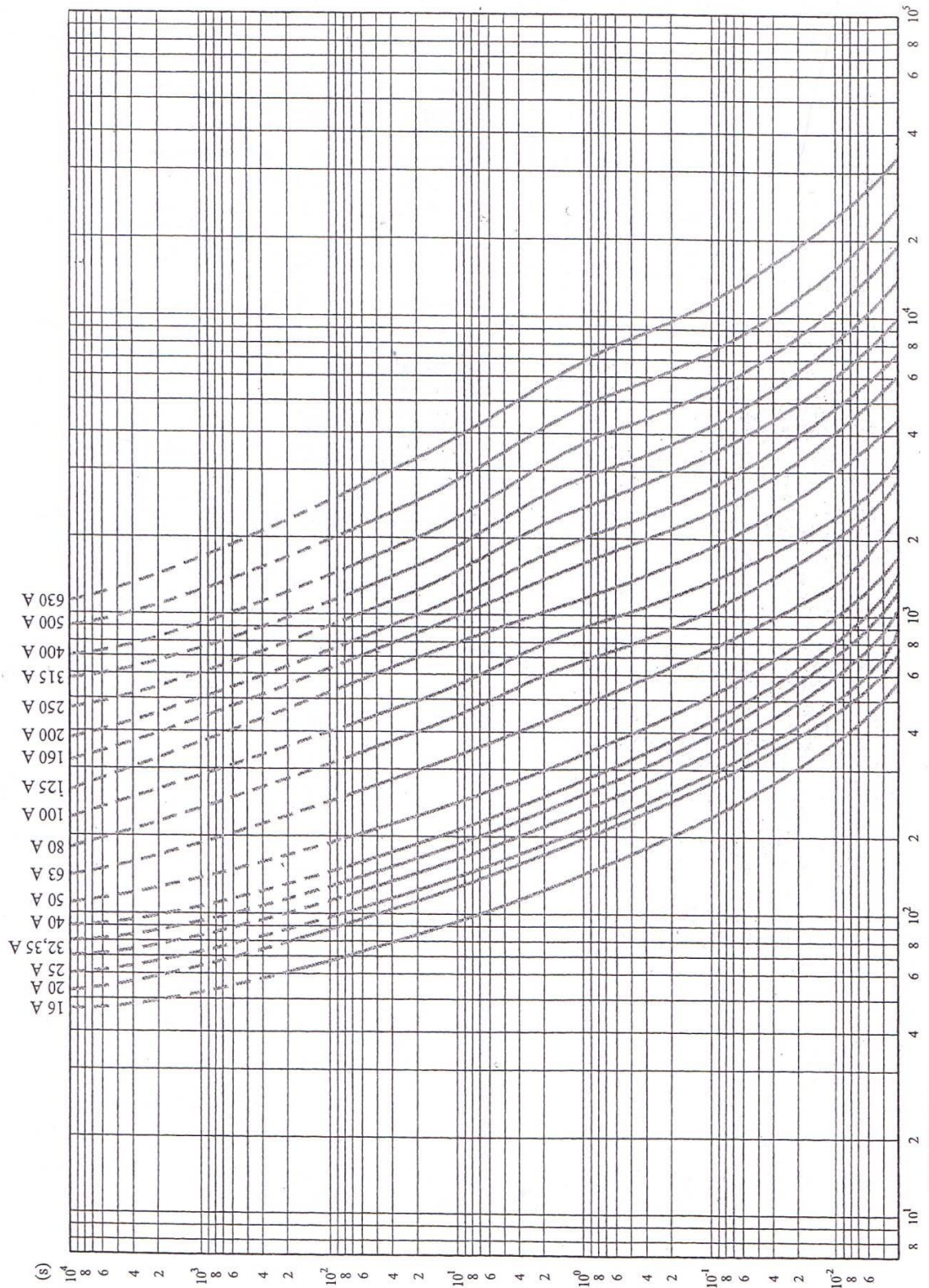
Οι ασφάλειες που θα χρησιμοποιήσουμε εμείς χαρακτηρίζονται με δυο γράμματα το g και το a. Το g συμβολίζει προστασία για μικρά και μεγάλα ρεύματα ,ενώ a κυρίως για μεγάλα όπως για κινητήρες. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι βρίσκετε η διαφορά τους στην χαρακτηριστική χρόνου ρεύματος. Δηλαδή ένας κινητήρας όταν θα μπει σε λειτουργία θα τραβήξει παραπάνω ρεύμα από το ονομαστικό του με συνέπεια αν έχει μπει g ασφάλεια να καεί. Το δεύτερο γράμμα χαρακτηρίζει το αντικείμενο που έχει η ασφάλεια για την προστασία της:

- G γενικής χρήσης
- L γραμμές και καλώδια
- M κινητήρες
- R ημιαγωγοί
- B εγκαταστάσεις ορυχείων
- Tr Μετασχηματιστές

2.1.9 Χαρακτηριστική ασφαλειών gL



2.2.0 Χαρακτηριστική ασφαλειών αΜ



Οι χαρακτηριστικές καμπύλες χρόνου-ρεύματος των ασφαλειών τήξης μας δίνουν τον πραγματικό χρόνο διακοπής που χρειάζεται το μέσο προστασίας για να αποζεύξει το κύκλωμα για συγκεκριμένη ένταση ρεύματος σφάλματος στα σχήματα 2.1.9 και 2.2.0.

2.8 Διακόπτες ισχύος ΧΤ, αυτόματοι

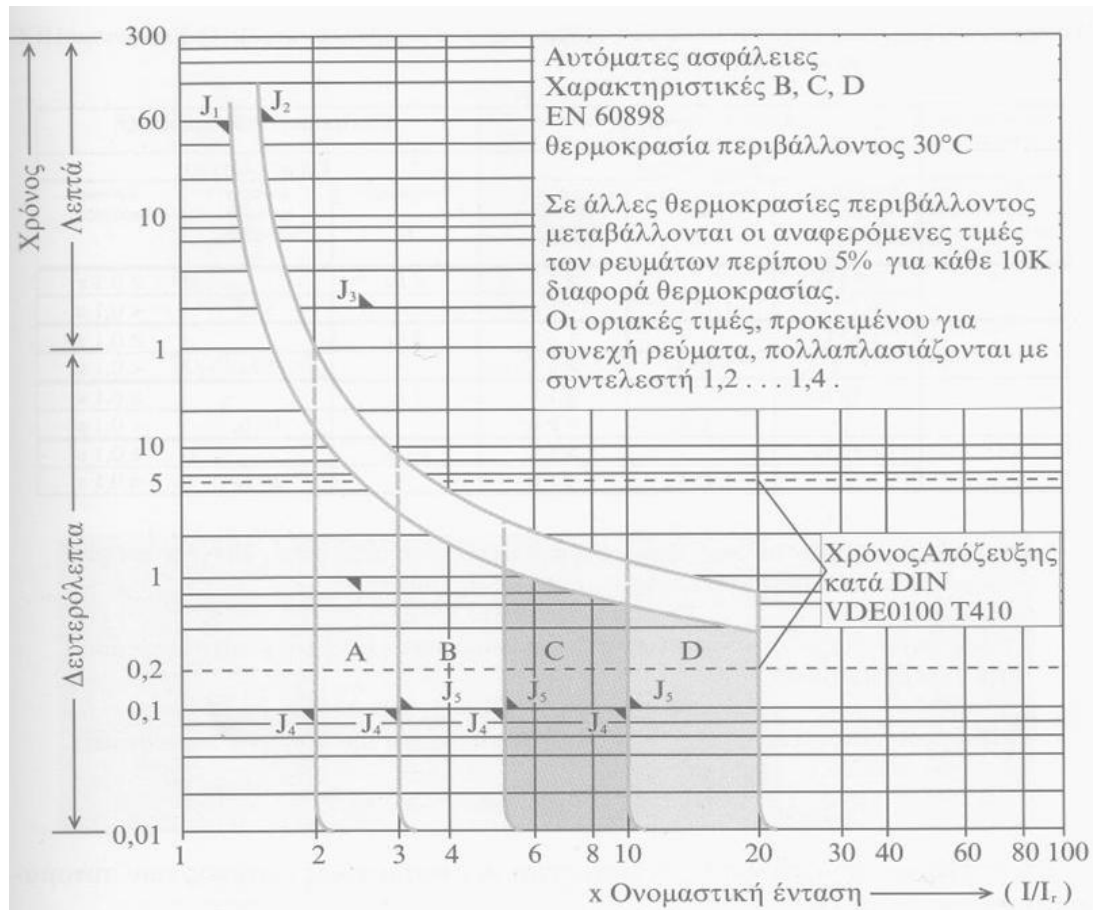
Οι αυτόματοι διακόπτες είναι διακόπτες ισχύος οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την απόξεση του κυκλώματος εντός ενός καθορισμένου χρόνου, όταν το ρεύμα υπερβεί μια ορισμένη τιμή ρεύματος που είναι η ονομαστική τιμή διακοπής ρεύματος. Οι αυτόματοι διακόπτες είναι γνωστοί και ως μικροαυτόματοι και αποτελούνται:

- από τις επαφές με το θάλαμο σβέσης του ηλεκτρικού τόξου, που δημιουργείται κατά το άνοιγμα των επαφών
- το θερμικό στοιχείο
- το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο ή στοιχείο ακαριαίας λειτουργίας

Ο μικροαυτόματος προστατεύει μια γραμμή ή συσκευή από παρατεταμένη υπερφόρτιση, και βραχυκύκλωση η οποία μπορεί να προκαλέσει επικίνδυνη αύξηση της θερμοκρασίας και να έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή των καλωδίων της γραμμής αλλά και οποία άλλη συσκευή βρίσκεται στο τέλος της γραμμής. Για να γίνει η αυτόματη διακοπή του μικροαυτόματου πρέπει το ρεύμα να ξεπεράσει μια συγκεκριμένες τιμές για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα η κάθε μια. Δηλαδή για ένα μικρό ρεύμα το οποίο έχει ξεπεράσει το ονομαστικό ρεύμα θα αργήσει περισσότερο από ένα μεγάλο ρεύμα που ξεπέρασε το ονομαστικό ρεύμα. Αυτές τις τιμές σε πόσο χρόνο θα πέσει ο μικροαυτόματος με πόσο ρεύμα μπορούμε να το δούμε σε χαρακτηριστικές καμπύλες χρόνου-ρεύματος. Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο προστατεύει μια γραμμή ή συσκευή από υπερβολική μηχανική και θερμική καταπόνηση, που προκαλείται από ισχυρά ρεύματα βραχυκύκλωσης. Δίνει εντολή στο διακόπτη να ανοίξει τις επαφές του σχεδόν ακαριαία σε χρόνο 10 – 100 (ms), όταν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβεί μια τιμή δυο με δεκαπέντε φορές το ονομαστικό ρεύμα του κυκλώματος. Οι αυτόματες ασφάλειες έχουν τους έξης τύπους ανάλογα που θα χρησιμοποιηθούν.

- Β γραμμές φωτισμού και ωμικά φορτία

- C ωμικά και ελαφρώς επαγωγικά φορτία
- D γραμμές διανομής βιομηχανικών εγκαταστάσεων με πολύ υψηλά κρουστικά ρεύματα (επαγωγικά-χωρητικά)

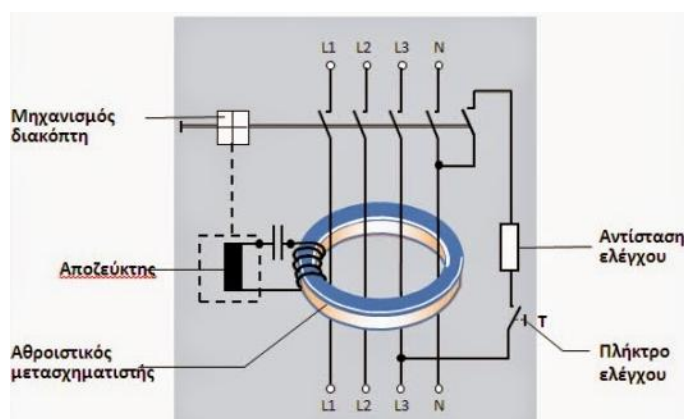


2.2.1 Χαρακτηριστική χρόνου-ρεύματος μικροαυτόματου

2.9 Διακόπτης Διαρροής Έντασης

Οι συγκεκριμένοι διακόπτες είναι απαραίτητοι για κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD384 διότι μπορούν να προστατεύσουν από ηλεκτροπληξία τον χρήστη ,πυρκαγιά αλλά και αν υπάρξει πτώση του διακόπτη σημαίνει ότι υπάρχει βραχυκύκλωμα και χρειάζεται άμεσο έλεγχο η εγκατάσταση. Στην συνδεσμολογία του ο διακόπτης διαρροής ρεύματος θέλει απαραίτητα να περνά στο πρωτεύον από αυτόν μέσα και η φάση και ο ουδέτερος ενώ στο δευτερεύον περνά ένα ρεύμα ανάλογα το αλγεβρικό αθροίσματα τις φάσης και ουδετέρου ,εφόσον έχουμε σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος. Αυτός ο διακόπτης βλέπει την διάφορα μαγνητικού πεδίου έτσι καταλαβαίνουμε ότι μέσα υπάρχει ένας δακτύλιος ο οποίος βλέπει την μαγνητική ροη του ρεύματος της φάσης που μπαίνει

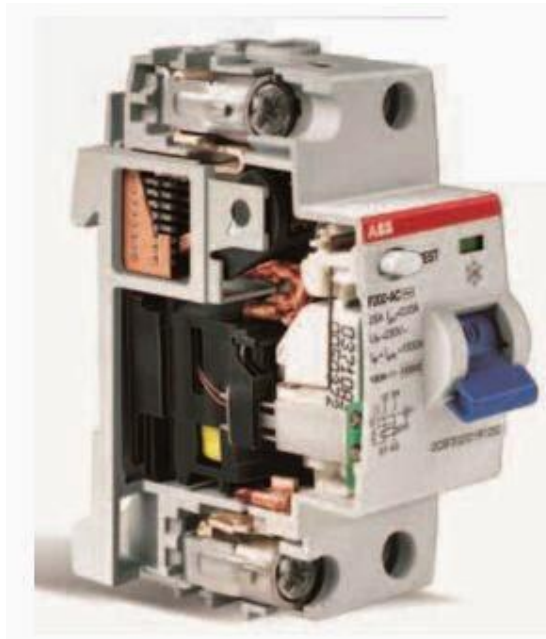
και την συγκρίνει με την μαγνητική ροη του ουδέτερου. Όταν η μαγνητική ροη των αγωγών είναι ίση τότε δεν υπάρχει πρόβλημα άλλα αν υπάρξει διαφορά μεγαλύτερη του $I_{δν}$ τότε σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα ο διακόπτης βλέπει την διάφορα μαγνητικής ροής και πέφτει. Δηλαδή για να μην όταν $I_1+I_n=0$ τότε ο δεν υπάρχει σφάλμα ενώ αν $I_1+I_n=I_{δν}$ τότε θα πέσει ο διακόπτης λόγο ότι τις τιμές $I_{δν}$ και άνω υπάρχει σφάλμα. Ο διακόπτης διαρροής χρησιμοποιείται και ως τριφασικός με ομοίως με την σχέση $I_1+I_2+I_3+I_n=0$.Ο διακόπτης διαρροής ρεύματος γίνεται με περιέχει μέσα ένα μαγνήτη μόνιμα . Το ζύγωμα του μαγνήτη όταν περνά ρεύμα είναι υπό έλξη και κρατά τις επαφές κλειστές αν δεν υπάρξει κάποιο μεγαλύτερο ρεύμα του $I_{δν}$. Αν πάλι το ρεύμα ξεπεράσει το $I_{δν}$ τότε ο μαγνήτης σταμάτα να έλκετε και έτσι πέφτει ο διακόπτης. Όλα οι διακόπτες έχουν επάνω τους ένα μπουτόν test για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας, το οποίο πρέπει να πατιέται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και πάντως τουλάχιστον μια φορά το μήνα ιδιαίτερα αν εκεί που βρίσκετε η ηλεκτρική εγκατάσταση βρέχει ή η περιοχή είναι κρύα. Αν το κουμπί αυτό δεν χρησιμοποιείτε υπάρχει περίπτωση να μην λειτουργήσει σωστά ο διακόπτης όταν χρειαστεί η να αργήσει να πέσει.



2.2.2 Τριφασικός διακόπτης διαρροής ρεύματος

Για να είναι αντιηλεκτροπληξιακό ένα ρελε διαρροής ρεύματος πρέπει να έχει $I_{δν}$ κάτω των 30mAmp. ,ώστε να είναι κάτω από ρεύμα που αν περάσει από έναν άνθρωπο θα πάθει ηλεκτροπληξία σε περίπτωση κακής μόνωσης , διαρροής μέσω κάποιας συσκευής ,δηλαδή ο αν ο άνθρωπος ακουμπήσει έναν γυμνό αγωγό ο διακόπτης θα λειτουργήσει. Ενώ αν ο άνθρωπος έχει άμεση επαφή με το ένα χέρι στη φάση και το άλλο στον ουδέτερο τότε δεν θα υπάρξει διάφορα μαγνητικού πεδίου διότι θα είναι σαν να χει μπει μια αντίσταση στο κύκλωμα. Συνεπώς Παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη .Οι αντιηλεκτροπληξιακοί διακόπτες κατασκευάζονται για ρεύματα από 25A έως 100A. Κάθε διακόπτης πάνω του δίνεται με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση U_n
- Ονομαστικό ρεύμα I_n
- Ονομαστικό ρεύμα διαρροής $I_{δν}$



2.2.3 Διακόπτης διαρροής ρεύματος εσωτερικά

Συνοψίζοντας ο διακόπτης διαρροής ρεύματος είναι απαραίτητος είτε για βιομηχανική χρήση είτε για χρήση κατοικίας όπου εκεί πρέπει να είναι αντιηλεκτρπληξιακός απαραίτητος. Η συνδεσμολογία του πρέπει να είναι πάντοτε σε μετά από τον γενικό διακόπτη και τις ασφάλειες τήξης. Επίσης σε περίπτωση βλάβης δεν πρέπει να γεφυρώνεται ποτέ μέχρι την διόρθωση του σφάλματος διότι υπάρχει κίνδυνος.

2.10 Πτώση Τάσης

Ο κάθε αγωγός έχει μια αντίσταση η οποία δεν είναι πάντοτε αμελητέα. Πολλές φορές στα άκρα τις γραμμής υπάρχει κάποια συσκευή ή κάποιος κινητήρας οπου χρειάζεται σταθερή και συγκεκριμένη τάση που να είναι κοντά στην ονομαστική της. Έτσι σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 στο άρθρο 525 για τη χαμηλή τάση η πτώση τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4% της ονομαστικής τάσης της εγκατάστασης. Επίσης σύμφωνα με τους κανόνες εγκατάστασης της ΔΕΔΗΕ απαγορεύεται να υπάρχει καλώδιο με μήκος άνω των 80 μέτρων από τον μετρητή της ηλεκτρικής εγκατάστασης στην χαμηλή τάση λόγο του ότι δημιουργείται πτώση τάσης. Για να μετρηθεί η πτώση τάσης υπάρχει όργανο με πιστοποίηση οπου έχει λειτουργία ΔΥ%.

$$R = \frac{\rho * l}{S}$$

R_{20c} = Αντίσταση Ω/m

ρ = Ειδική αντίσταση ανάλογα το υλικό του σύρματος $\Omega * mm^2/m$

S = Διατομή mm^2

Ο τύπος είναι για την θερμοκρασία περιβάλλοντος στους $20c^\circ$

Έτσι μπορούμε να δούμε πως το μήκος επηρεάζει την αντίσταση. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω τύπο.

$$R = \frac{1}{k * S}$$

R_{20c} = Αντίσταση Ω/m

S = Διατομή mm^2

k = Σταθερά αγωγιμότητας $m/\Omega * mm^2$ όπου για αλουμίνιο 34, 8 $m/\Omega * mm^2$ και χαλκό 56 $m/\Omega * mm^2$

Ο τύπος είναι για την θερμοκρασία περιβάλλοντος στους $20c^\circ$. Από τις μονάδες της αντίστασης βλέπουμε ότι είναι ανά μέτρο. Άρα θα γίνει πολλαπλασιασμός ανάλογα τα μέτρα αν δίνονται.

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * \Delta\theta)$$

α = Θερμικός συντελεστής υλικού το οποίο είναι κατασκευασμένο το σύρμα σε $^{\circ}\text{C}^{-1}$

$\Delta\theta$ = Από την αρχική θερμοκρασία έως την τελική δηλαδή σε εμάς $70 - 20 = 50^{\circ}\text{C}$

Στην συνέχεια θα δοθεί ο τύπος όπου θα καταλήξουμε στην πτώση τάσης.

$$\Delta V = I * R * \cos\phi + I * X * \sin\phi$$

I = Το υπολογισμένο ρεύμα του φορτίου

$\cos\phi, \sin\phi$ = Ότι δοθεί για το φορτίο

$R = H$ αντίσταση που θα μπει εδώ θα είναι η $R_{70^{\circ}\text{C}}$ η οποία θα βρεθεί με τους παραπάνω τύπους.

2.11 Βύθιση τάσης

Η βύθιση τάσης είναι πτώση τάσης για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Η βύθιση τάσης μπορεί να προέρθει από την σύνδεση μεγάλων φορτιών στο δίκτυο όπως από κινητήρες κατά την εκκίνηση τους λόγω της απορρόφησης μεγάλης έντασης ρεύματος θα υπάρξει για μικρό διάστημα πτώση τάσης ,μετασηματιστές κατά την ενεργοποίηση τους και βλάβες στο δίκτυο ηλεκτρισμού παράδειγμα κεραυνούς.

Η βύθιση τάσης θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του ηλεκτρισμού διότι πολλές φορές ενοχλεί τους άλλους καταναλωτές του δικτύου και μπορεί να τους επιφέρει

ακόμα και καταστροφές ηλεκτρικών συσκευών. Έτσι για την δική μας περίπτωση για να μπει ένας ηλεκτροκινητήρας στο δίκτυο θα πρέπει να προηγηθεί έλεγχος ανάλογα την βύθιση τάσης και κατά πόσο συχνές είναι οι εκκινήσεις.

2.2.4 Τα επιτρεπόμενα όρια βύθισης τάσης ανά κατηγορία

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.ΧΛΣ Φύλλο 10			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΚΚΙΝΗΣΕΙΣ		
	ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ	ΛΙΑΝ ΣΥΧΝΕΣ
A	3,5%	2,0%	1,3%
B	6,0%	3,5%	2,3%
Γ	10,0%	5,0%	3,5%

Για τον υπολογισμό των βυθίσεων τάσης στους μονοφασικούς κινητήρες 230 V, θα γίνεται όπως για τριφασικούς με την ίδια ένταση εκκίνησης των μονοφασικών και η βύθιση που θα υπολογίσουμε πολλαπλασιάζεται επί 1,5 πριν συγκριθεί με τις τιμές του πίνακα .

- Κατηγορία A μέσα της εντάσσονται αστικές περιοχές
- Κατηγορία B μέσα εντάσσονται βιοτεχνικές και αγροτικές περιοχές ή λίγα οικιακά φορτία
- Κατηγορία Γ σε αυτή την κατηγορία ανήκουν καταναλωτές με δικό τους υποσταθμό και αρδευτικά δίκτυα

Οι εκκινήσεις έχουν τρεις κατηγορίες:

- Σπάνιες όταν η εκκίνηση γίνεται λιγότερες φορές από μια φορά ανά ώρα
- Συχνές όταν η εκκίνηση γίνεται λιγότερες φορές από μια φορά ανά λεπτό
- Πολύ συχνές όταν η εκκίνηση γίνεται περισσότερες φορές από μια φορά ανά ώρα

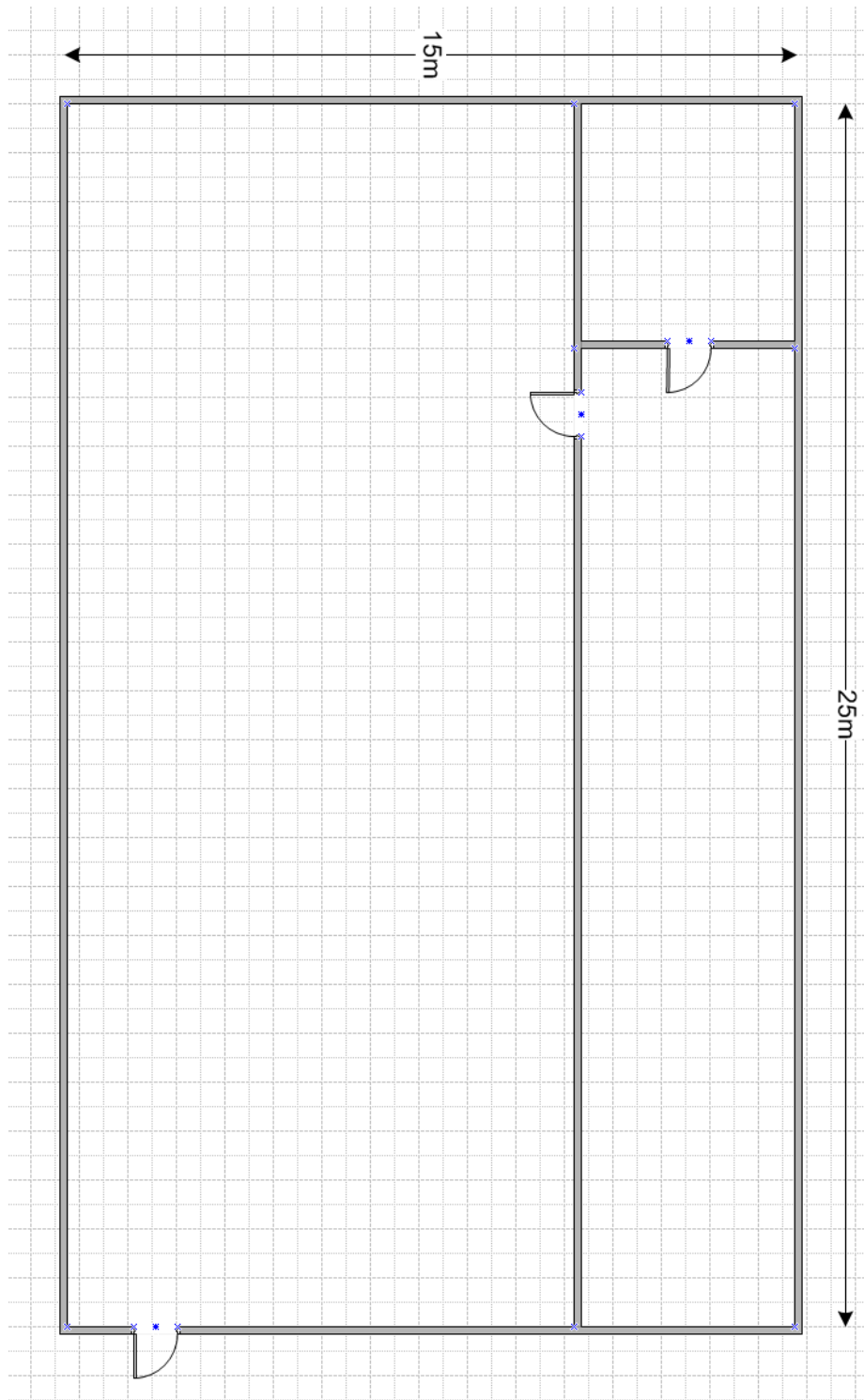
2.2.5 Τα επιτρεπόμενα ρεύματα χωρίς πιστοποίηση

ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΓΚΡΙΣΗ ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10			
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ			
ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΚΤΥΟ	
27 A		40 A	
ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ			
ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΚΤΥΟ	
ΕΚΚΙΝΗΣΕΙΣ		ΕΚΚΙΝΗΣΕΙΣ	
ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ	ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ
50 A	30 A	70 A	50 A

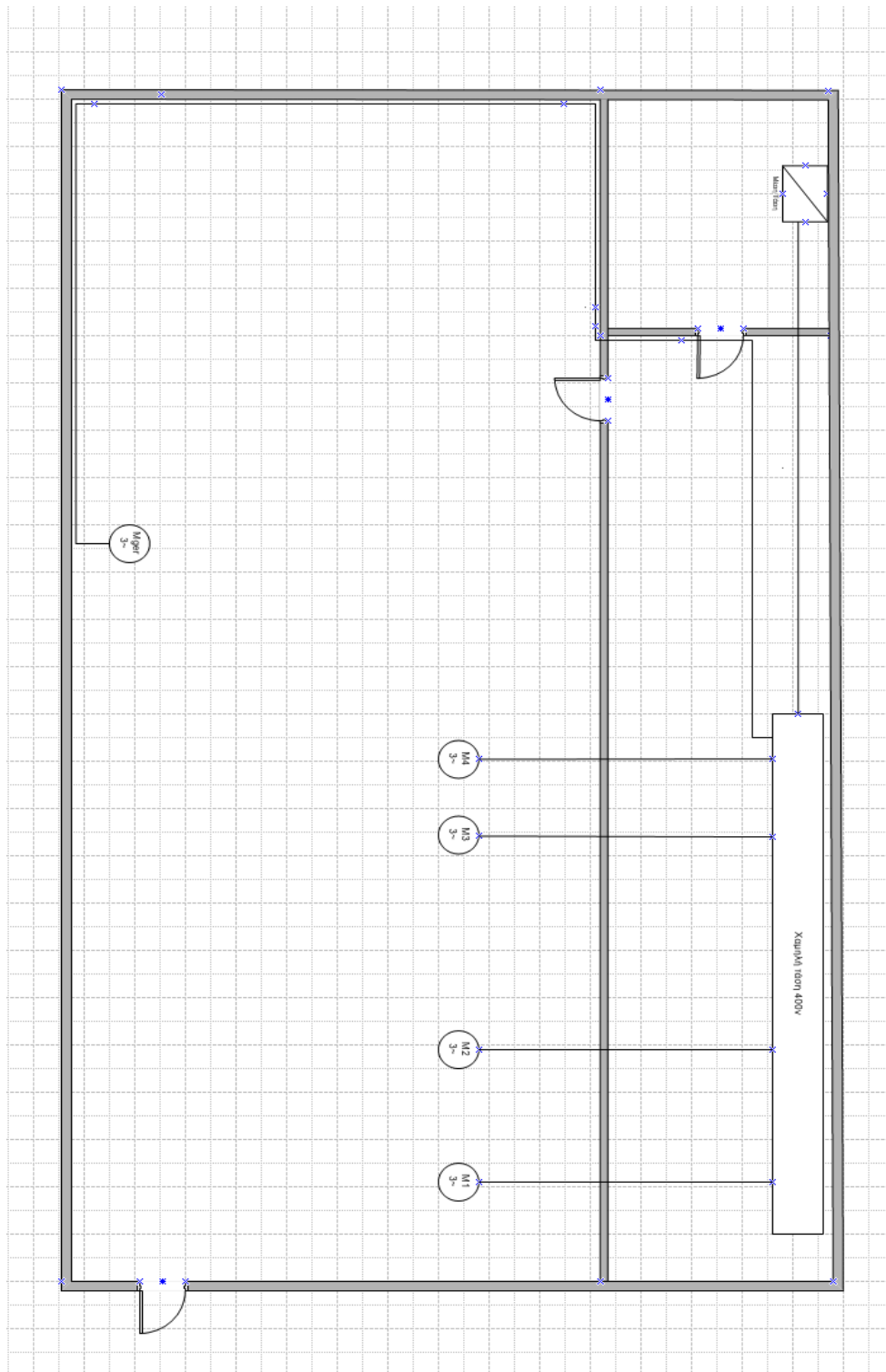
Στον παραπάνω πίνακα η επιχείρηση ηλεκτρισμού επιτρέπει χωρίς έγκριση να μπουν κινητήρες στο δίκτυο εφόσον πληρούν τις προϋποθέσεις. Επίσης οι κινητήρες που διαθέτουν κατά την εκκίνηση τους soft starter ή inverter δεν χρειάζεται να υπολογιστεί η βύθιση τάσης τους.

2.12 Υπολογισμοί

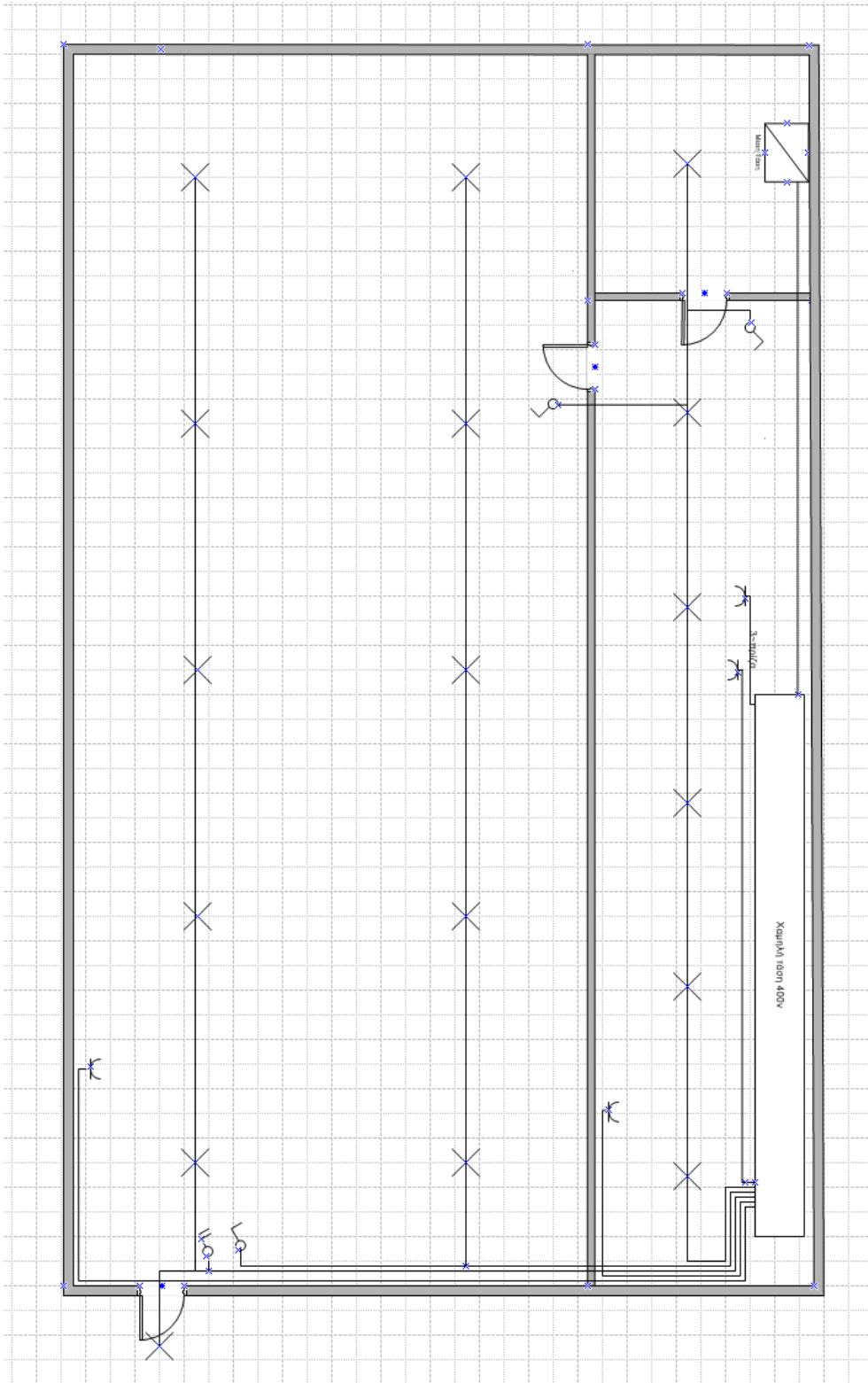
Αρχικά θα έχουμε από το σχέδιο μας τα μήκη των καλωδίων. Οπού θα δείξουμε αναλυτικά τον υπολογισμό τους.



2.2.6 Αρχικό σχέδιο αντλιοστασίου



2.2.7 Κινητήρες αντλιοστασίου



2.2.8 Φωτισμός και πρίζες αντλιοστασίου

(Τα παραπάνω σχέδια έγιναν μέσω του προγράμματος Microsoft visio)

Motor1: $6,5+1,2+1,8=9,5\text{m}$

Motor2: $6,5+1,2+1,8=9,5\text{m}$

Motor3: $6,5+1,2+1,8=9,5\text{m}$

Motor4: $6,5+1,2+1,8=9,5\text{m}$

Motor γερανογέφυρας: $4,1+13,4+10,5+9,4+0,8+0,5=38,7\text{m}$

Τριφασική πρίζα με ουδέτερο: $(0,8+2,3+1,2)*2=8,6\text{m}$

Φωτισμός1: $(0,8+2,6+2+22,8+2,75+1,2+1,325+1,2)*2=69,34\text{m}$

Φωτισμός2: $(11,65+2+22,5+0,8+1,2)*2=76,3\text{m}$

Φωτισμός3: $(2+12,6+22,5+1,6+0,8+1,2)*2=81,4\text{m}$

Πρίζα σούκο1: $(10,4+0,8+1,2)*2=24,8\text{m}$

Πρίζα σούκο2: $(2+4,4+3,7+0,8+1,2)*2=24,2\text{m}$

Πρίζα σούκο3: $(2+15+4,4+0,8+1,2)*2=46,8\text{m}$

* Όπου υπάρχει πολλαπλασιασμός με το δυο είναι λόγω του ότι στο τύπο πτώσης τάσης θα πρέπει να ενταχτεί και ο ουδέτερος.

Όπου θα ανέβουν στα 2,4m και εν συνεχεία θα κατέβουν αναλόγως :

- Motor1,2,3,4: ύψος 0,6m
- Motor Γερανογέφυρας: ύψος 2,4m

- Soft starter :πάνω σε μικρό πατάρι συνολικό ύψος 1,2m
- Πίνακας φωτισμού: ύψος 1,6m
- Διακόπτες: ύψος 1,2m
- Φωτιστικά σώματα: ύψος 2,4m
- Τριφασική πρίζα: ύψος 1,2m

Τα μοτέρ 1,2,3,4 είναι τριφασικά και έχουν μηχανική ισχύ 250kW βαθμό απόδοσης 0,92 και συντελεστή ισχύος 0,9. Η γερανογέφυρα μηχανική ισχύ 5kW βαθμό απόδοσης 0,87 και συντελεστή ισχύος 0,85. Η τριφασική πρίζα 5p και θα έχει ένταση 32A. Κάθε πρίζα σούκο θα έχει ένταση 16A. Τέλος η κάθε λάμπα θα είναι 60W, επομένως η πρώτη γραμμή θα έχει ισχύ 360W η δεύτερη γραμμή ισχύ 300W και η τρίτη 360W.

Τα καλώδια των μοτέρ 1, μοτέρ 2, μοτέρ 3, μοτέρ 4 και μοτέρ γερανογέφυρας θα περαστούν σε διάτρητα κανάλια με περιορισμένο αερισμό σε διάστημα σε σχάρες ξεχωριστά άρα ο συντελεστής $n_1=1$ (πίνακας 2.1.4). Η τριφασική πρίζα μόνη μια στρώση πάνω στον τοίχο το καλώδιο της άρα ο συντελεστής $n_1=1$ (πίνακας 2.1.5). Ενώ τα καλώδια φωτισμού θα περνάνε μαζί από κοινό σημείο πάνω σε τοίχο μέσα σε μονωμένο σωλήνα με συντελεστή $n_1=0,7$ (πίνακας 2.1.5). Οι γραμμές των πριζών σούκο θα περνάνε μαζί από κοινό σημείο πάνω σε τοίχο μέσα σε μονωμένο σωλήνα με συντελεστή $n_1=0,7$ (σε ξεχωριστό σωλήνα από τις γραμμές φωτισμού) (πίνακας 2.1.5).

Ο συντελεστής θερμοκρασίας είναι κοινός για ολόκληρη την εγκατάσταση. Μέσα στο κτήριο μπορεί να αναπτυχτεί μέγιστη θερμοκρασία 35°C επομένως θα ανατρέξουμε στον πίνακα (2.1.6) και βρίσκουμε $n_2=0,94$.

Motor1:

$$I = \frac{P/n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} \quad I = \frac{250 \text{ kW} / 0,92}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 436,31 \text{ A}$$

$$I' = \frac{I \cdot 1,25}{n_1 \cdot n_2} \quad I' = \frac{436,31 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,94} = 580,1 \text{ A}$$

Μέσω του ρεύματος του I' βρίσκουμε το $I_0=597 \text{ A}$ με διατομή 400 mm^2 από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$I_{max} = I_o * n1 * n2$ $I_{max} = 597 * 1 * 0,94 = 561,18A$.Μέσω του I_{max} βρίσκουμε το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να περάσει χωρίς να καταστραφεί το καλώδιο και βάζουμε έναν αυτόματο διακόπτη ισχύος που να διακόπτει άνω τον 561,18A . Δηλαδή Α.Δ.Ι.=630Α ΑΒΒ Τ7S1000 πίνακας 5,2(κανονικά θα έπρεπε να μπει μια ασφάλεια 500αΜ για να κόβει και οδηγείται σε πτώση άλλα θα έχουμε πρόβλημα στην μέση τάση και έτσι θα κάνει το θερμικό μας αυτή την δουλεία) .

Ρελέ Ισχύος: τύπος CK11 από κατηγορία AC-3 για 380-400v από πίνακα 3.0.4

Θερμικό ρυθμισμένο: 440Α

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^{\circ}c} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^{\circ}c} = \frac{1}{56 * 400} = 4,46 * 10^{-5} \Omega/m * 9,5m = 4,24 * 10^{-4} \Omega$$

$$R_{70^{\circ}c} = R_{20^{\circ}c}(1+0,004*(70^{\circ}c-20^{\circ}c))$$

$$R_{70^{\circ}c} = 4,24 * 10^{-4}(1 + 0,004 * 50) = 5,088 * 10^{-4} \Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^{\circ}c} * \cos f$$

$$\Delta V = 436,31 * 5,088 * 10^{-4} * 0,9 = 0,19V$$

Motor2:

$$I = \frac{P/n}{\sqrt{3} * U * \cos f} \quad I = \frac{250kW / 0,92}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 436,31A$$

$$I' = \frac{I * 1,25}{n1 * n2} \quad I' = \frac{436,31 * 1,25}{1 * 0,94} = 580,1A$$

$I_o = 597A$ με διατομή $400mm^2$ από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$$I_{max} = I_o * n1 * n2 \quad I_{max} = 597 * 1 * 0,94 = 561,18A$$

$561,18A > \Rightarrow$ Λόγω Α.Δ.Ι. αυτή η λειτουργία θα γίνεται μέσω θερμικού.

Ρελέ Ισχύος: τύπος CK11 από κατηγορία AC-3 για 380-400v από πίνακα 3.0.4

Θερμικό ρυθμισμένο: 440A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56 * 400} = 4,46 * 10^{-5} \Omega/m * 9,5m = 4,24 * 10^{-4} \Omega$$

$$R_{70^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} (1 + 0,004 * (70^{\circ}C - 20^{\circ}C))$$

$$R_{70^{\circ}C} = 4,24 * 10^{-4} (1 + 0,004 * 50) = 5,088 * 10^{-4} \Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^{\circ}C} * \cos f$$

$$\Delta V = 436,31 * 5,088 * 10^{-4} * 0,9 = 0,19V$$

Motor3:

$$I = \frac{P/n}{\sqrt{3} * U * \cos f} \quad I = \frac{250kW / 0,92}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 436,31A$$

$$I' = \frac{I \cdot 1,25}{n1 \cdot n2} \quad I' = \frac{436,31 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,94} = 580,1A$$

$I_o = 597A$ με διατομή $400mm^2$ από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$$I_{max} = I_o \cdot n1 \cdot n2 \quad I_{max} = 597 \cdot 1 \cdot 0,94 = 561,18A$$

$561,18A > \Rightarrow$ Λόγω Α.Δ.Ι. αυτή η λειτουργία θα γίνεται μέσω θερμικού.

Ρελέ Ισχύος: τύπος CK11 από κατηγορία AC-3 για 380-400v από πίνακα 3.0.4

Θερμικό ρυθμισμένο: 440A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k \cdot q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 \cdot 400} = 4,46 \cdot 10^{-5} \Omega/m \cdot 9,5m = 4,24 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c} (1 + 0,004 \cdot (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 4,24 \cdot 10^{-4} (1 + 0,004 \cdot 50) = 5,088 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$\Delta V = I \cdot R_{70^\circ c} \cdot \cos f$$

$$\Delta V = 436,31 \cdot 5,088 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9 = 0,19V$$

Motor4:

$$I = \frac{P/n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos f} \quad I = \frac{250kW/0,92}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 436,31A$$

$$I' = \frac{I \cdot 1,25}{n1 \cdot n2} \quad I' = \frac{436,31 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,94} = 580,1A$$

$I_0=597A$ με διατομή $400mm^2$ από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$$I_{max} = I_0 \cdot n1 \cdot n2 \quad I_{max} = 597 \cdot 1 \cdot 0,94 = 561,18A$$

$561,18A \geq$ Λόγω Α.Δ.Ι. αυτή η λειτουργία θα γίνεται μέσω θερμικού.

Ρελέ Ισχύος: τύπος CK11 από κατηγορία AC-3 για 380-400v από πίνακα 3.0.4

Θερμικό ρυθμισμένο: 440A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k \cdot q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 \cdot 400} = 4,46 \cdot 10^{-5} \Omega/m \cdot 9,5m = 4,24 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c} (1 + 0,004 \cdot (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 4,24 \cdot 10^{-4} (1 + 0,004 \cdot 50) = 5,088 \cdot 10^{-4} \Omega$$

$$\Delta V = I \cdot R_{70^\circ c} \cdot \cos f$$

$$\Delta V = 436,31 \cdot 5,088 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9 = 0,19V$$

Motor Γερανογέφυρας:

$$I = \frac{P/n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos f} \quad I = \frac{5kW/0,87}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 9,77A$$

$$I' = \frac{I \cdot n_1}{n_2} \quad I' = \frac{9,77 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,94} = 12,99A$$

$I_o = 20A$ $1,5mm^2$ ΝΥΥ Από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$$I_{max} = I_o \cdot n_1 \cdot n_2 \quad I_{max} = 20 \cdot 1 \cdot 0,94 = 18,8A$$

$$18,8 > aM = 16A$$

Ρελέ Ισχύος: τύπος CL00A3 από κατηγορία AC-3 για 380-400v από πίνακα 3.0.

Θερμικό ρυθμισμένο: 9,8A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k \cdot q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,011 \cdot \Omega/m \cdot 38,7m = 0,425\Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c}(1 + 0,004 \cdot (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 4,25 \cdot 10^{-4}(1 + 0,004 \cdot 50) = 5,1 \cdot 10^{-4}\Omega$$

$$\Delta V = I \cdot R_{70^\circ c} \cdot \cos f$$

$$\Delta V = 9,77 \cdot 5,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,85 = 0,00423V$$

Τριφασική πρίζα:

$$I = 32A$$

$$I' = \frac{I *}{n1 * n2} \quad I' = \frac{32}{1 * 0,94} = 34A$$

$I_o = 43A$ $6mm^2$ ΝΥΥ Από τον πίνακα 2.1.1 για ΝΥΥ πολυπολικά καλώδια.

$$I_{max} = I_o * n1 * n2 \quad I_{max} = 43 * 1 * 0,94 = 40,42A$$

$$40,42 > aM = 40A$$

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 * 6} = 0,00297 * \Omega/m * 8,6m = 0,0255\Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c}(1 + 0,004 * (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 0,0255(1 + 0,004 * 50) = 0,03\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^\circ c} * \cos f$$

$$\Delta V = 32 * 0,03 * 1 = 0,96V$$

Γραμμή φωτισμού 1:

$$I = \frac{P}{U} \quad I = \frac{360W}{230} = 1,56A$$

$$I' = \frac{I}{n1 * n2} \quad I' = \frac{1,56}{0,7 * 0,94} = 2,37A$$

$I_o = 18A$ $1,5mm^2$ ΝΥΜ Από τον πίνακα 2.1.0

$$I_{max} = I_o * n1 * n2 \quad I_{max} = 18 * 0,7 * 0,94 = 11,84A$$

$11,84A > \mu$ κροαυτόματος $10A$

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 * 1,5} = 0,011 * \Omega/m * 69,34m = 0,762\Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c}(1 + 0,004 * (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 0,762(1 + 0,004 * 50) = 0,91\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^\circ c} * \cos f$$

$$\Delta V = 1,56 * 0,914 * 1 = 1,42V$$

Γραμμή φωτισμού 2:

$$I = \frac{P}{U} \quad I = \frac{300W}{230} = 1,3A$$

$$I' = \frac{I}{n1 * n2} \quad I' = \frac{1,3}{0,7 * 0,94} = 1,97A$$

$I_o = 18A$ $1,5mm^2$ ΝΥΜ Από τον πίνακα 2.1.0

$$I_{max} = I_o * n1 * n2 \quad I_{max} = 18 * 0,7 * 0,94 = 11,84A$$

$11,84A > \mu$ κροαυτόματος $10A$

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 * 1,5} = 0,011 * \Omega/m * 76,3m = 0,83\Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c}(1 + 0,004 * (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 0,83(1 + 0,004 * 50) = 0,99\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^\circ c} * \cos f$$

$$\Delta V = 1,3 * 0,99 * 1 = 1,28V$$

Γραμμή φωτισμού 3:

$$I = \frac{P}{U} \quad I = \frac{360W}{230} = 1,56A$$

$$I' = \frac{I}{n1 \cdot n2} \quad I' = \frac{1,56}{0,7 \cdot 0,94} = 2,37A$$

$I_0 = 18A$ $1,5mm^2$ ΝΥΜ Από τον πίνακα 2.1.0

$$I_{max} = I_0 \cdot n1 \cdot n2 \quad I_{max} = 18 \cdot 0,7 \cdot 0,94 = 11,84A$$

11,84A >= μικροαυτόματος 10A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{k \cdot q}$$

$$R_{20^\circ c} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,011 \cdot \Omega/m \cdot 81,4m = 0,89\Omega$$

$$R_{70^\circ c} = R_{20^\circ c} (1 + 0,004 \cdot (70^\circ c - 20^\circ c))$$

$$R_{70^\circ c} = 0,89 (1 + 0,004 \cdot 50) = 1,068\Omega$$

$$\Delta V = I \cdot R_{70^\circ c} \cdot \cos f$$

$$\Delta V = 1,56 \cdot 1,068 \cdot 1 = 1,66V$$

Πρίζα σούκο1:

$$I = 16A$$

$$I' = \frac{I}{n1 \cdot n2} \quad I' = \frac{16}{0,7 \cdot 0,94} = 24,31A$$

$I_0=26A$ $2,5mm^2$ ΝΥΜ Από τον πίνακα 2.1.0 για ΝΥΜ καλώδια.

$$I_{max} = I_0 * n1 * n2 \quad I_{max} = 26 * 0,7 * 0,94 = 17,1A$$

17,1>= μικροαυτόματος 16A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^{\circ}c} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^{\circ}c} = \frac{1}{56 * 2,5} = 0,00714 * \Omega/m * 24,8m = 0,177\Omega$$

$$R_{70^{\circ}c} = R_{20^{\circ}c}(1+0,004*(70^{\circ}c-20^{\circ}c))$$

$$R_{70^{\circ}c} = 0,177(1 + 0,004 * 50) = 0,21\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^{\circ}c} * \cos f$$

$$\Delta V = 16 * 0,21 * 1 = 3,36V$$

Πρίζα σούκο2:

$$I = 16A$$

$$I' = \frac{I}{n1*n2} \quad I' = \frac{16}{0,7*0,94} = 24,31A$$

$I_0=26A$ $2,5mm^2$ ΝΥΜ Από τον πίνακα 2.1.0 για ΝΥΜ καλώδια.

$$I_{\max} = I_0 * n_1 * n_2 \quad I_{\max} = 26 * 0,7 * 0,94 = 17,1A$$

17,1>= μικροαυτόματος 16A

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56 * 2,5} = 0,00714 * \Omega/m * 24,2m = 0,172\Omega$$

$$R_{70^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C}(1+0,004*(70^{\circ}C-20^{\circ}C))$$

$$R_{70^{\circ}C} = 0,172(1 + 0,004 * 50) = 0,2\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^{\circ}C} * \cos f$$

$$\Delta V = 16 * 0,2 * 1 = 3,2V$$

Πρίζα σούκο3:

$$I = 16A$$

$$I' = \frac{I}{n_1 * n_2} \quad I' = \frac{16}{0,7 * 0,94} = 24,31A$$

$I_0=26A$ $2,5mm^2$ NYM Από τον πίνακα 2.1.0 για NYM καλώδια.

$$I_{\max} = I_0 * n_1 * n_2 \quad I_{\max} = 26 * 0,7 * 0,94 = 17,1A$$

17,1>= μικροαυτόματος 16Α

Για την πτώση τάσης :

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k * q}$$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56 * 2,5} = 0,00714 * \Omega/\text{m} * 46,8\text{m} = 0,334\Omega$$

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}}(1+0,004*(70^{\circ}\text{C}-20^{\circ}\text{C}))$$

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = 0,334(1 + 0,004 * 50) = 0,4\Omega$$

$$\Delta V = I * R_{70^{\circ}\text{C}} * \cos f$$

$$\Delta V = 16 * 0,4 * 1 = 6,4\text{V}$$

Υπολογισμός ολικού ρεύματος πίσω από τον πίνακα χαμηλής τάσης.

$$I_{\text{ολ}}(R) = [(436,31 * \cos 0,9) * 3 * 1,25] + (9,77 * \cos 0,85 * 1,25) + 32 + 3 * 16 + 1,56 + 1,3 + 1,56 = 1732,56\text{A}$$

$$I_{o\lambda}(X) = [436,31 * \sin(\cos^{-1}0,9) * 3] + [9,77 \sin(\cos^{-1}0,85)] = 575,68A$$

$$I_{o\lambda} = \sqrt{I_{o\lambda}(R)^2 + I_{o\lambda}(X)^2} \quad <=> \quad I_{o\lambda} = \sqrt{1732,56^2 + 575,68^2} \quad <=>$$

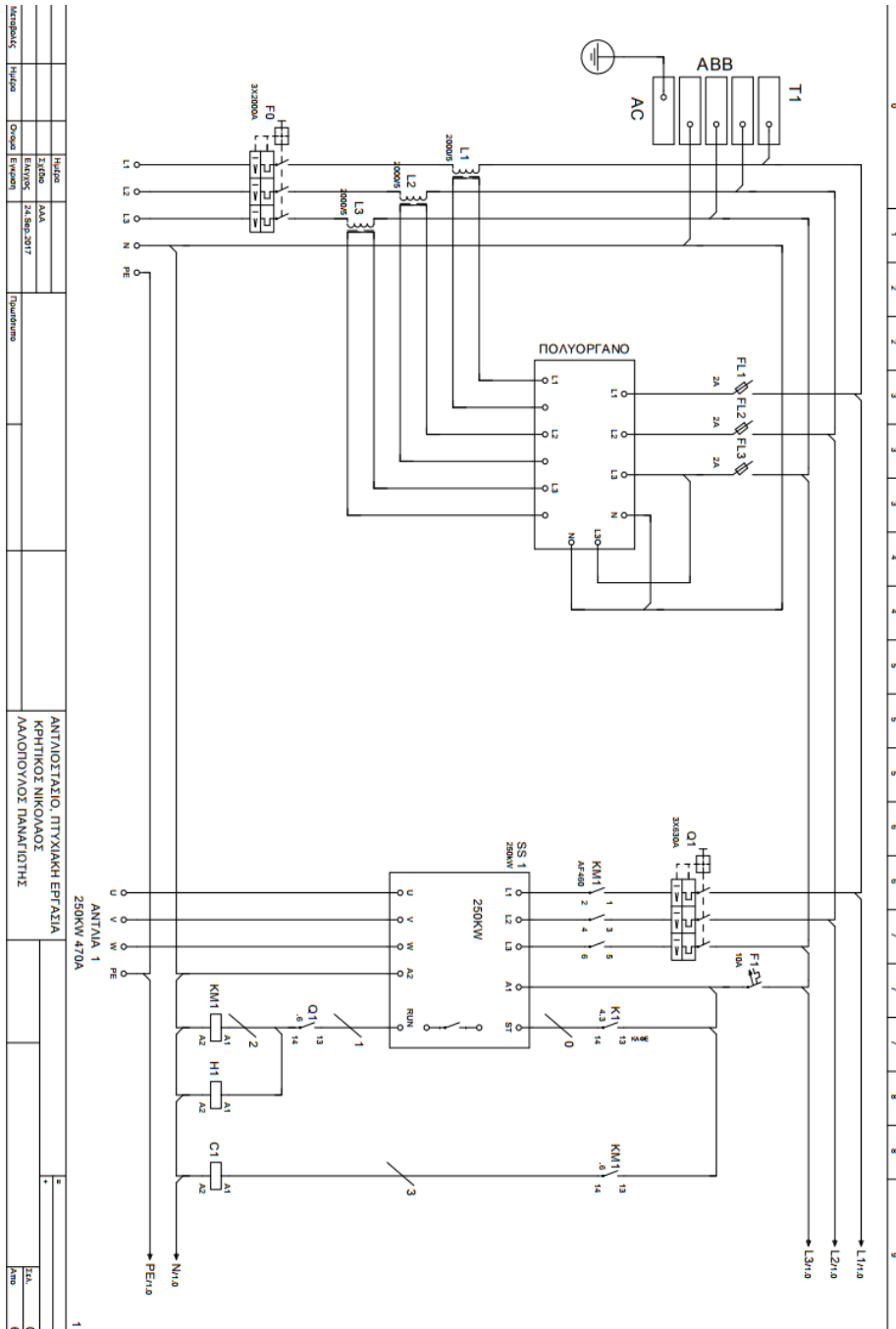
$$I_{o\lambda} = 1825,69A \quad \cos\varphi = \frac{1732,56}{1825,69} = 0,94$$

$$I' = \frac{I}{n_1 * n_2} \quad I' = \frac{1825,69}{1 * 0,94} = 1942A$$

Δεν μας καλύπτει καμία διατομή επομένως θα βάλουμε μπάρα χαλκού 120 mm x 10 mm με ονομαστικό ρεύμα 2200A

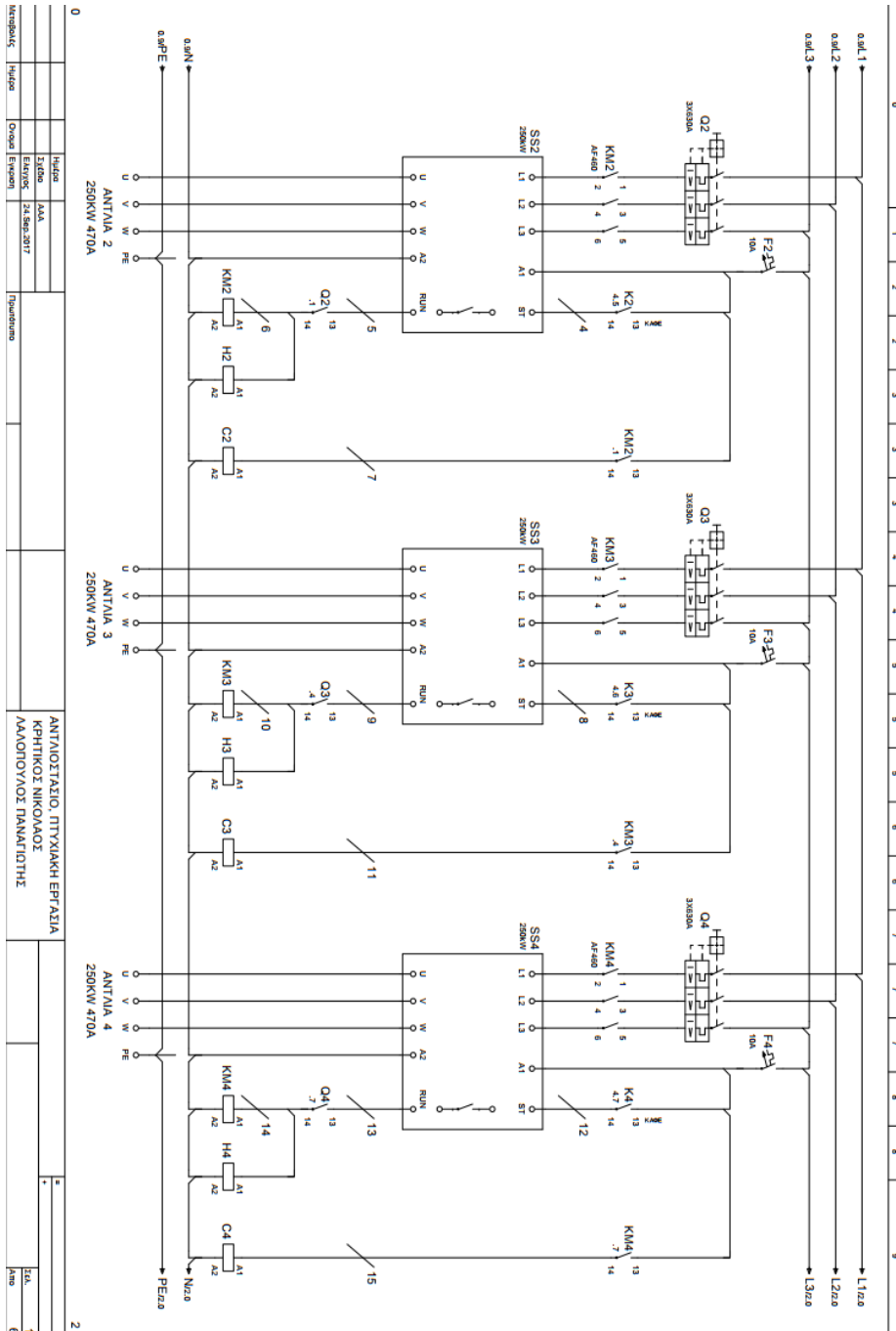
$$I_{max} = I_o * n_1 * n_2 \quad I_{max} = 2200 * 1 * 0,94 = 2068A$$

$$2068A > A.\Delta.I. = 2000A$$

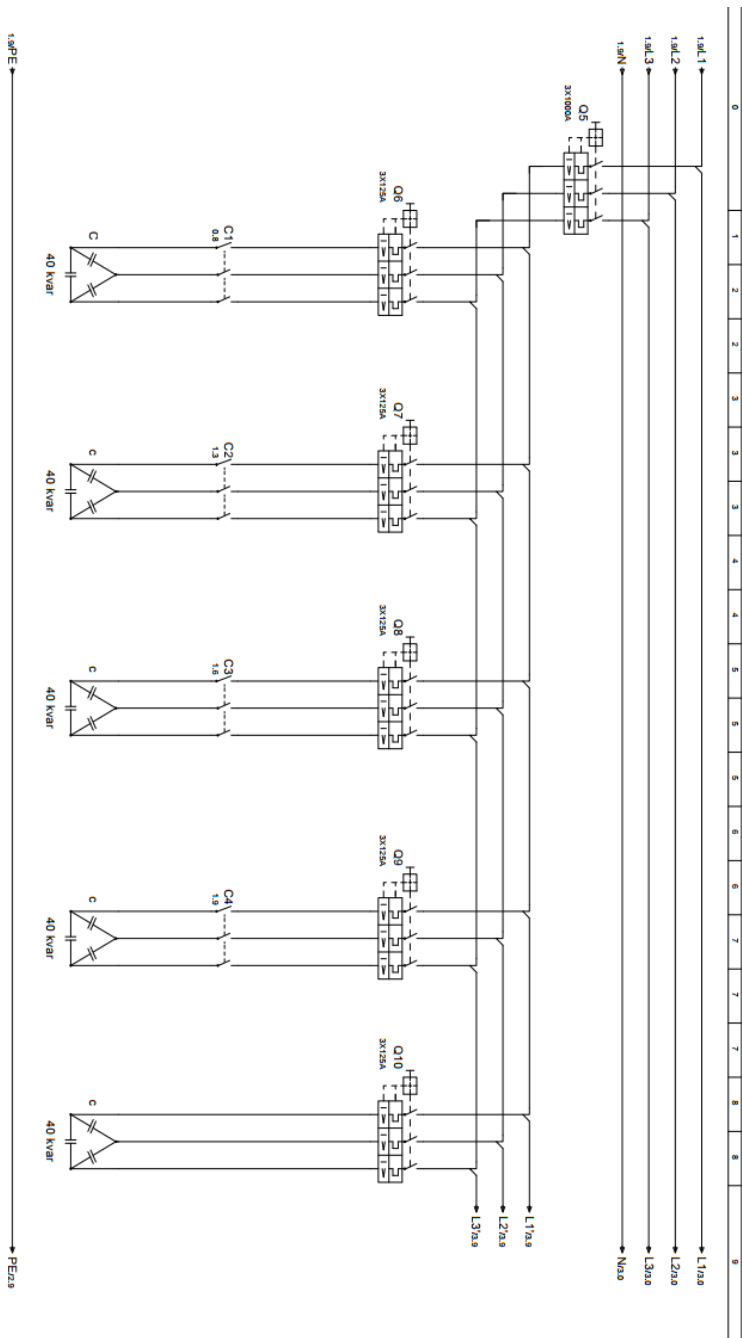


2.3.0 Πολυγραμμικό κύκλωμα με πολυόργανο ABB τάσης έντασης

Κατάσταση	Ημέρο	Σελίδα	ΑΔΑ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	1
Μεταβλεπόμενα	Ημερομηνία	Εγκριμένος	24 Σεπ. 2017	ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	0
Κατάσταση	Ημέρο	Σελίδα	ΑΔΑ	ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	6
Μεταβλεπόμενα	Ημερομηνία	Εγκριμένος	24 Σεπ. 2017	ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	0
Κατάσταση	Ημέρο	Σελίδα	ΑΔΑ	ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	6
Μεταβλεπόμενα	Ημερομηνία	Εγκριμένος	24 Σεπ. 2017	ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	0

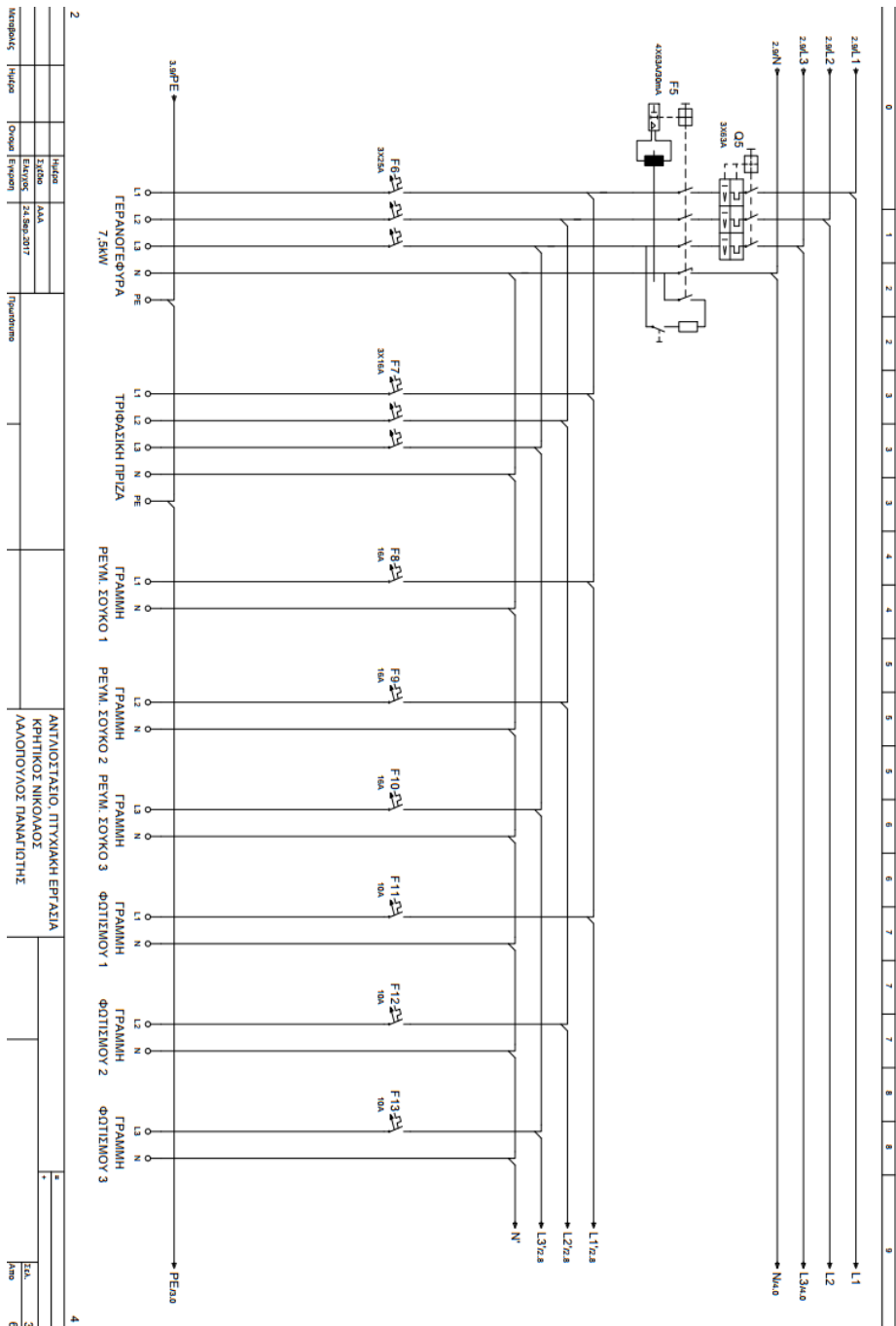


2.3.0 Συνέχεια Πολυγραμμικού σχεδίου



2.3.1 Συστοιχία πυκνωτών

1	<table border="1"> <tr> <td>Ψηφίο</td> <td>ΑΔΑ</td> </tr> <tr> <td>Σημείο</td> <td>ΕΛΛΗΝΟΣ</td> </tr> <tr> <td>Ημερομηνία</td> <td>24.8.2017</td> </tr> </table>		Ψηφίο	ΑΔΑ	Σημείο	ΕΛΛΗΝΟΣ	Ημερομηνία	24.8.2017	2	ΑΝΤΙΔΙΟΣΤΑΣΙΟ, ΠΥΛΩΝΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΡΗΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΛΑΜΠΡΟΥΝΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ		3
Ψηφίο	ΑΔΑ											
Σημείο	ΕΛΛΗΝΟΣ											
Ημερομηνία	24.8.2017											
Κατάσταση	Κίνηση	Όριση	Εγκριση	Παύση	ΚΑ							
					Α/μ							
					6							



2.3.2 Πολυγραμμικό σχέδιο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

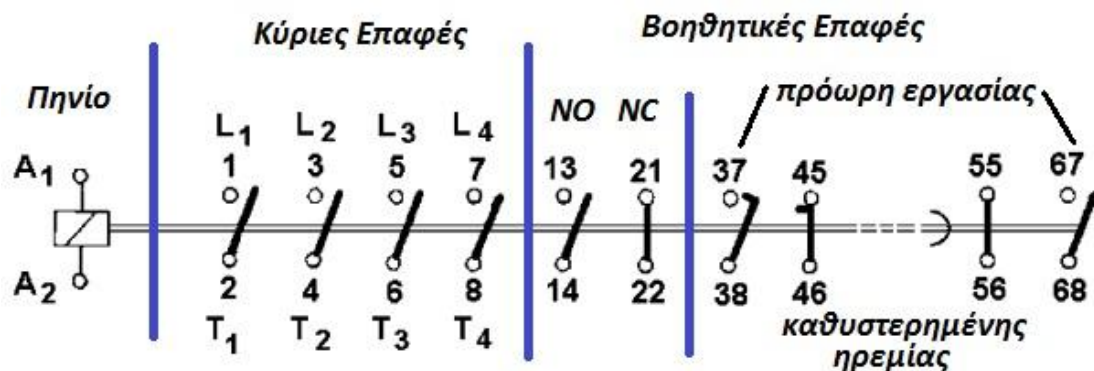
Αυτοματισμός και Υλικά

3.1 Αυτοματισμός

Ο αυτοματισμός είναι ένα πεδίο της επιστήμης και της τεχνολογίας που ασχολείται με την επιβολή επιθυμητής συμπεριφοράς στα φαινόμενα και με την κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων καθορίζεται η λειτουργία ενός φαινομένου. Στην σημερινή εποχή ο αυτοματισμός έχει αναπτυχθεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καθημερινή μας ζωή και στην βιομηχανία.

3.2 Ηλεκτρονόμοι

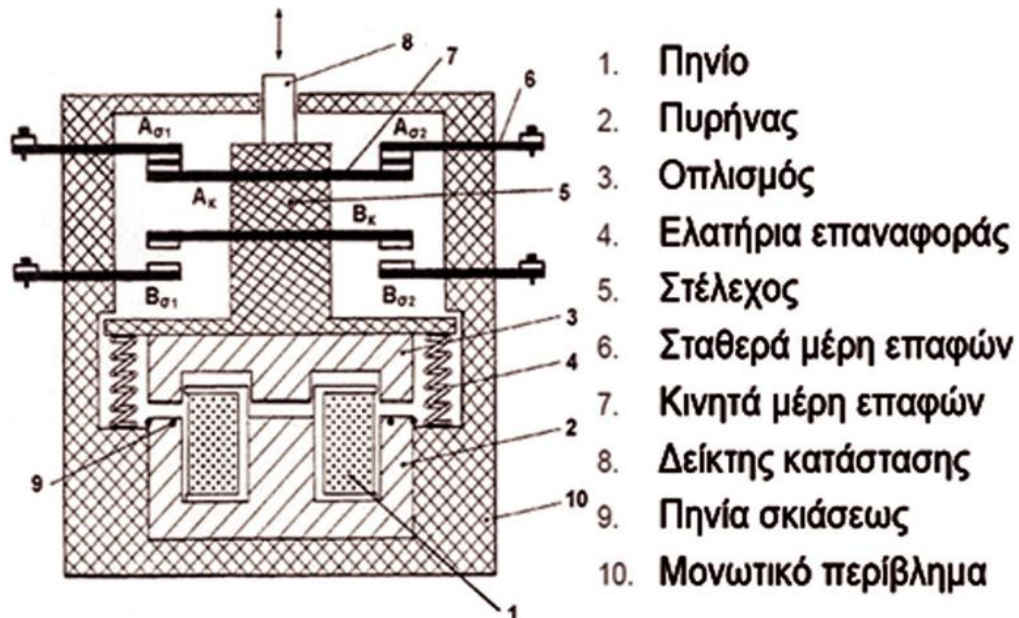
Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών. Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή. Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι ανοικτή (Normally Open, NO), κλειστή (Normally Closed, NC) ανάλογα με τον τύπο της. Μια επαφή Ανοικτή συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής Α ή επαφή "make". Η επαφή μορφής Α είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής υψηλής τάσης από απόσταση. Μια επαφή Κανονικά-Κλειστή αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης επαφή μορφής Β ή επαφή "break". Η επαφή μορφής Β είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό) μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί. Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές χωρίζονται σε κύριες και βοηθητικές. Οι κύριες διαρρέονται συχνά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κύκλωμα και συνήθως είναι ανοικτές. Οι βοηθητικές έχουν όπως υπονοεί και το όνομά τους επικουρικό χαρακτήρα και ο ρόλος τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών (που είναι ο κύριος τομέας χρήσης των ηλεκτρονόμων). Για παράδειγμα βοηθούν στην ενεργοποίηση/απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως ενδεικτικές λυχνίες.



3.0.1 Επαφές ηλεκτρονόμου ισχύος

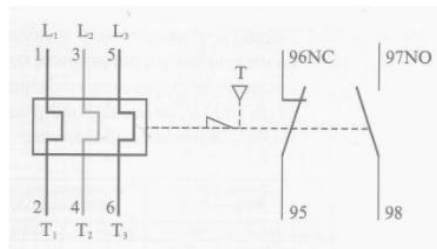
Η λειτουργία ηλεκτρονόμου έχει ως εξής όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν σπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο σπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο, αλλά και η βαρύτητα χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικούς εκκινητές μηχανών. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο επαγωγικό, που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο. Για τη λειτουργία του πηνίου και τη μετακίνηση των επαφών απαιτείται σχετικά μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά μόλις ο σπλισμός κλείσει το ηλεκτρικό ρεύμα που απαιτείται για να κρατήσει τον σπλισμό κλειστό είναι ένα μικρό κλάσμα του αρχικού. Οι ηλεκτρονόμοι κατασκευάζονται για να λειτουργούν γρήγορα. Σε μια εφαρμογή χαμηλής τάσης, αυτό γίνεται για τη μείωση του θορύβου. Σε μια εφαρμογή υψηλής τάσης ή υψηλής έντασης ρεύματος, αυτό γίνεται για τη μείωση των σπινθηρισμών (ηλεκτρικών εκφορτώσεων μορφής τόξου). Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές (DC) ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποδιεγείρεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται shadow role (σκιώδης πόλος). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του shadow role εξασφαλίζει τη συγκράτηση του σπλισμού στη θέση

εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές. Σε αναλογία με τις λειτουργίες της πρωτότυπης ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, ένας ηλεκτρονόμος στερεάς κατάστασης κατασκευάζεται με ένα θυρίστορ ή άλλη συσκευή διακοπής στερεάς κατάστασης. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική απομόνωση, μια δίοδος φωτοεκπομπής LED χρησιμοποιείται με ένα φωτοτρανζίστορ.



3.0.2 Ηλεκτρονόμος

Επίσης τα ρελέ ισχύος έχουν μια επαφή 95-96 το θερμικό υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία το οποίο σε περίπτωση υπερφόρτισης θα διακόψει το κύκλωμα αυτοματισμού και έτσι θα σταματήσει να λειτουργεί ότι είναι συνδεδεμένο στην έξοδο των ρελέ.



3.0.3 Επαφές θερμικού

Οι επαφές που τα νούμερα τους τελειώνουν σε 1-2 και 5-6 κλειστές, ενώ 3-4 και 7-8 είναι ανοιχτές.

3.0.4 Τύποι ηλεκτρονόμων ανά κατηγορία κινητήρων

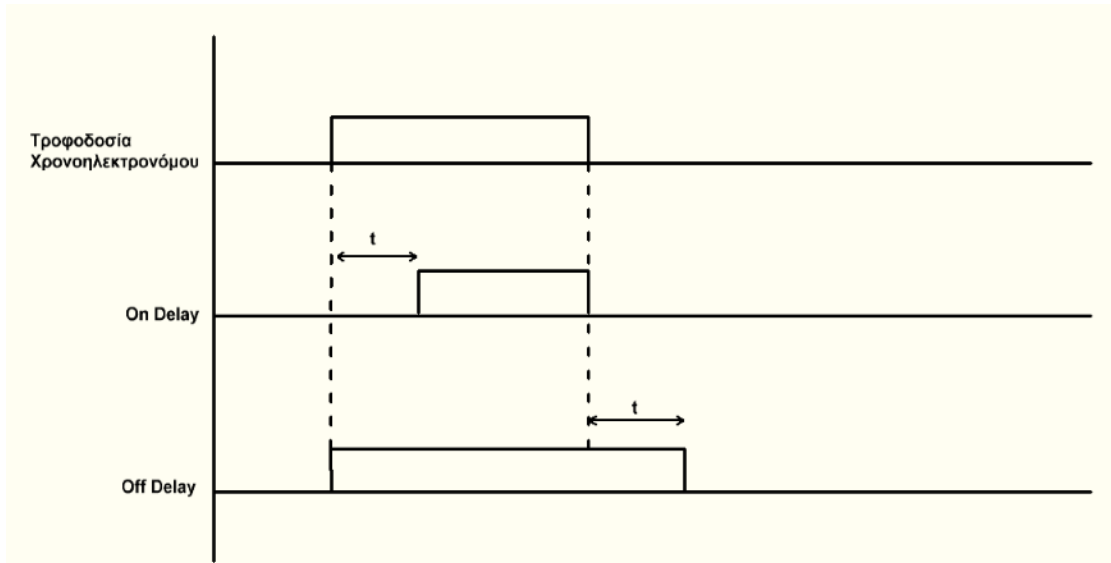
α/α	Μέγιστο ρεύμασυνεχούς λειτουργία για ωμικά φορτία κατ AC-1 (A)	Μέγιστο ρεύμασυνεχούς λειτουργία τριφασ. κινητήρ. για τάση ≤440 V - 50/60 Hz κατ.AC-3 (A)	Επιτρεπόμενη ισχύς κινητήρων για κατηγορία AC-3				Διάρκεια ζωής (αριθμός ηλεκτρικών ανοιγμάτων)	Κύκλωμα ελέγχου (τροφοδοσία πηνίου ρελέ)	Κωδικός ρελέ ισχύος
			220-230V	380-400V	415-440V	500 V			
			KW-HP	KW-HP	KW-HP	KW-HP			
1	25	9	2,2-3	4-5,5	4-5,5	5,5-7,5	2×10 ⁶	AC - DC	CL00A3
2	25	12	3-4	5,5-7,5	5,5-7,5	7,5-10	2×10 ⁶	AC - DC	CL01A3
3	32	18	4-5,5	7,5-10	7,5-10	10-13,5	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL02A3
4	45	25	7,5-10	11-15	11-15	15-20	2×10 ⁶	AC - DC	CL25A3
5	45	25	7,5-10	12-16	12-16	15-20	2×10 ⁶	AC - DC	CL03A3
6	60	32	9-12	16-22	16-22	18,5-25	2×10 ⁶	AC - DC	CL04A3
7	60	40	11-15	18,5-25	22-30	25-34	2×10 ⁶	AC - DC	CL45A3
8	90	50	15-20	22-30	25-34	30-40	1,8×10 ⁶	AC - DC	CL06A3
9	110	65	18,5-25	30-40	37-50	40-55	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL07A3
10	110	80	22-30	37-50	45-60	45-60	1,5×10 ⁶	AC - DC	CL08A3
11	140	95	25-34	45-60	50-68	55-75	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL09A3
12	140	105	30-40	55-75	55-75	65-88	1,5×10 ⁶	AC - DC	CL10A3
13	250	150	45-60	75-100	80-108	100-135	1,7×10 ⁶	AC - DC	CK75
14	250	185	55-75	90-125	100-135	110-150	1,2×10 ⁶	AC - DC	CK08
15	315	205	65-88	110-150	125-170	132-180	1,7×10 ⁶	AC - DC	CK85
16	315	250	75-100	132-180	132-180	160-220	1,5×10 ⁶	AC - DC	CK09
17	450	309	90-125	160-220	185-250	200-270	1,1×10 ⁶	AC - DC	CK95
18	600	420	125-170	220-300	230-312	300-405	1,3×10 ⁶	AC - DC	CK10
19	700	550	160-220	280-380	315-425	400-540	1×10 ⁶	AC - DC	CK11
20	1000	700	220-300	375-510	400-540	480-650	0,7×10 ⁶	AC - DC	CK12
21	1250	825	250-340	450-610	450-610	500-680	0,7×10 ⁶	AC - DC	CK13

3.3 Χρονικά ρελέ



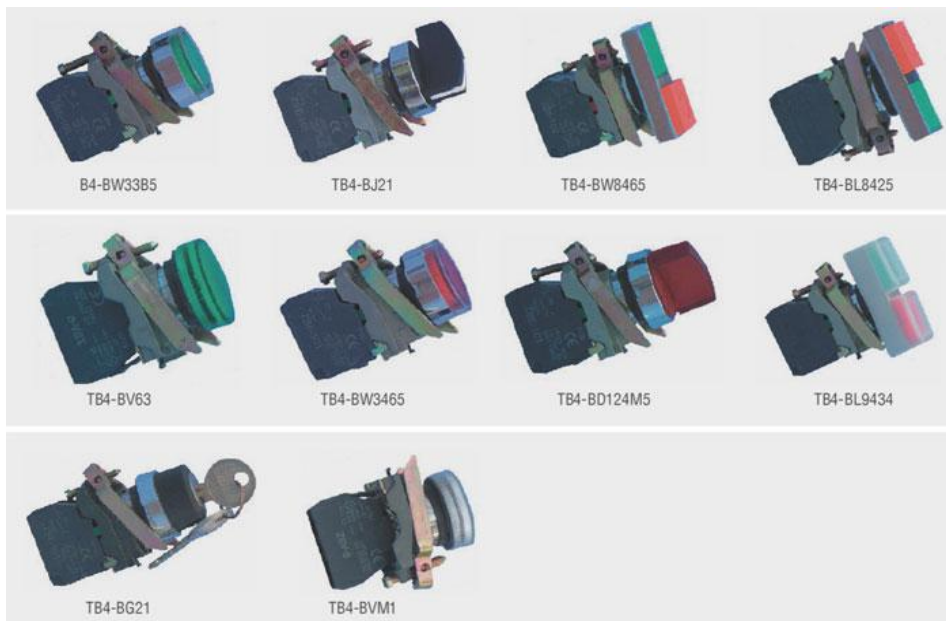
3.0.5 Χρονικό που κουμπώνει πάνω σε ρελέ ισχύος

Τα χρονικά ρελέ μετά η πριν από έναν καθορισμένο χρόνο οπού έχουν ρυθμιστεί κάνουν μια λειτουργία. Τα χρονικά ρελέ μπορούν χωριστούν σε δυο κατηγορίες στα delay on και στα delay off. Τα delay on θα λειτουργήσουν ως έξης μόλις υπάρξει τάση στην είσοδο του ηλεκτρονόμου μετά από ένα καθορισμένο διάστημα θα αφήσουν την τάση στην έξοδο. Στα delay off όταν δοθεί τάση στον ηλεκτρονόμο θα υπάρξει τάση στην έξοδο του ηλεκτρονόμου και μετά από ένα καθορισμένο διάστημα από τον χρήστη θα σταματήσει η τάση εξόδου.



3.0.6 Λειτουργίες χρονικών

3.4 Μπουτόν



3.0.7 Μερικά είδη μπουτόν

Η λειτουργία του μπουτόν έχει ως εξής όταν πατηθεί θα και όσο είναι πατημένο από τον χρήστη θα κάνει μια καθορισμένη λειτουργία μόλις ο χρήστης αφήσει το χέρι του από πάνω

του θα επαναφερθεί στην αρχική του θέση και θα σταματήσει, σε αντίθεση με έναν διακόπτη που αν πατηθεί μια φορά θα μείνει πατημένος μέχρι να ξαναπατηθεί .Τα μπουτόν στον δικό μας αυτοματισμό θα χρησιμοποιηθούν για εκκίνηση και σταμάτημα. Κατά την εκκίνηση τα μπουτόν είναι ανοικτής επαφής και μόλις πατηθούν κλείνει το κύκλωμα ,όμως σε περίπτωση που θέλουμε μόλις πατηθεί το μπουτόν να μείνει κλειστό σύστημα χρησιμοποιούμε την αυτοσυγκράτηση μια βοηθητική επαφή με νούμερο 13-14 πάνω στο ρελέ ισχύος. Το μπουτόν για σταμάτημα είναι μια κλειστή επαφή όπου με ένα στιγμιαίο πάτημα της το κύκλωμα ανοίγει και βγαίνει εκτός λειτουργίας, επίσης τα ακριβώς ίδια χρήση έχουν τα emergency button. Επιπλέον τα μπουτόν εκκίνησης έχουν πράσινο χρώμα ενώ σταματήματος κόκκινο χρώμα.

3.5 Λυχνίες βομβητές φάροι

Στον αυτοματισμό μας αν κάτι είναι αναγκαίο η εξ αποστάσεως για να μπορούμε να δούμε την λειτουργία σύντομα μπορούμε να τοποθετήσουμε μια λυχνία παράλληλα με το ρελέ ισχύος.



3.0.8 Λυχνία

Σε περίπτωση που λειτουργούσε λόγω σφάλματος το θερμικό θα μπορούσαμε να χουμε συνδέσει έναν βομβητή (σειρήνα) η έναν φάρο στην επαφή 97-98 ώστε τα ταχεία αντίληψη για την αποκατάσταση του σφάλματος.



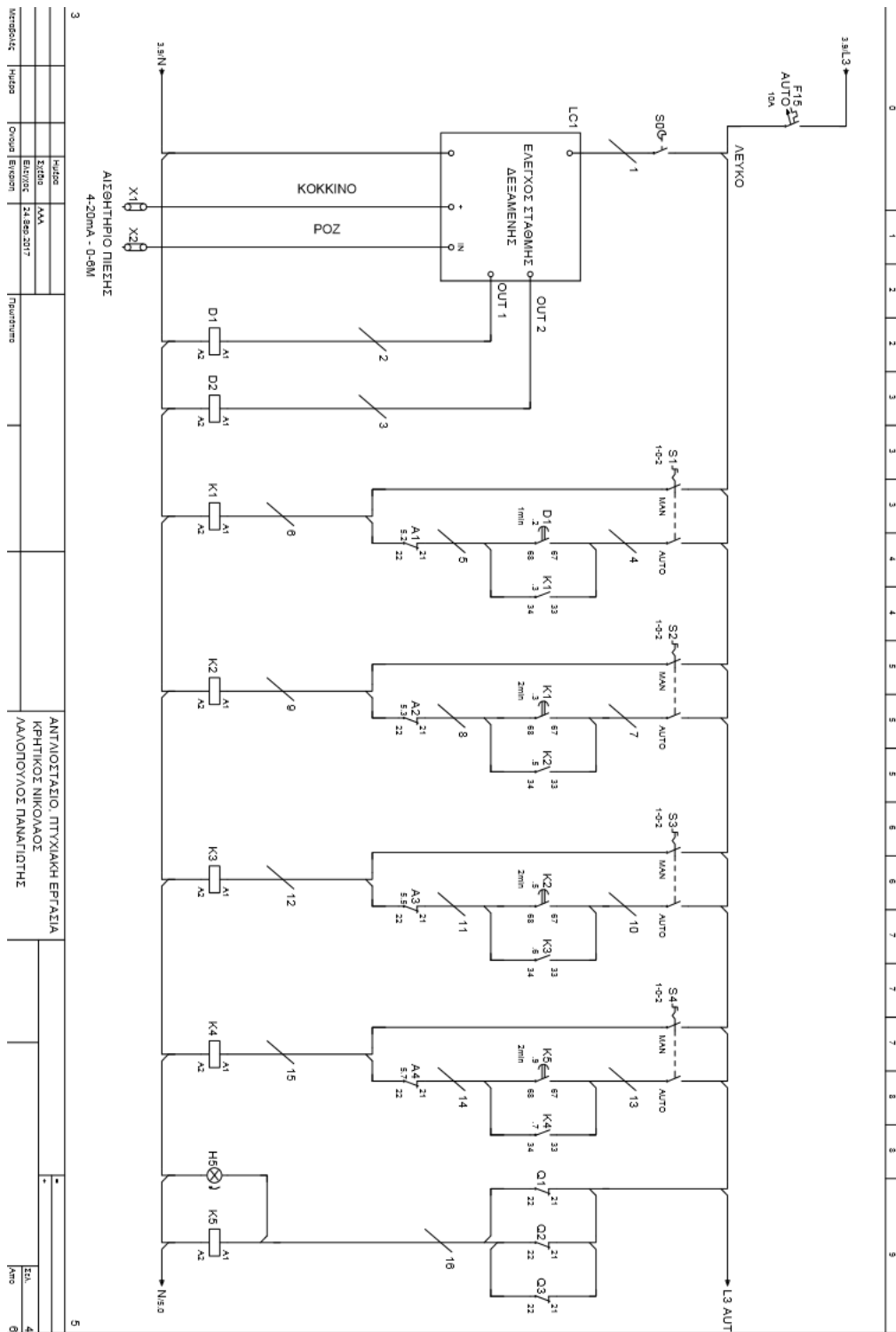
3.0.9 Βομβητής ABB



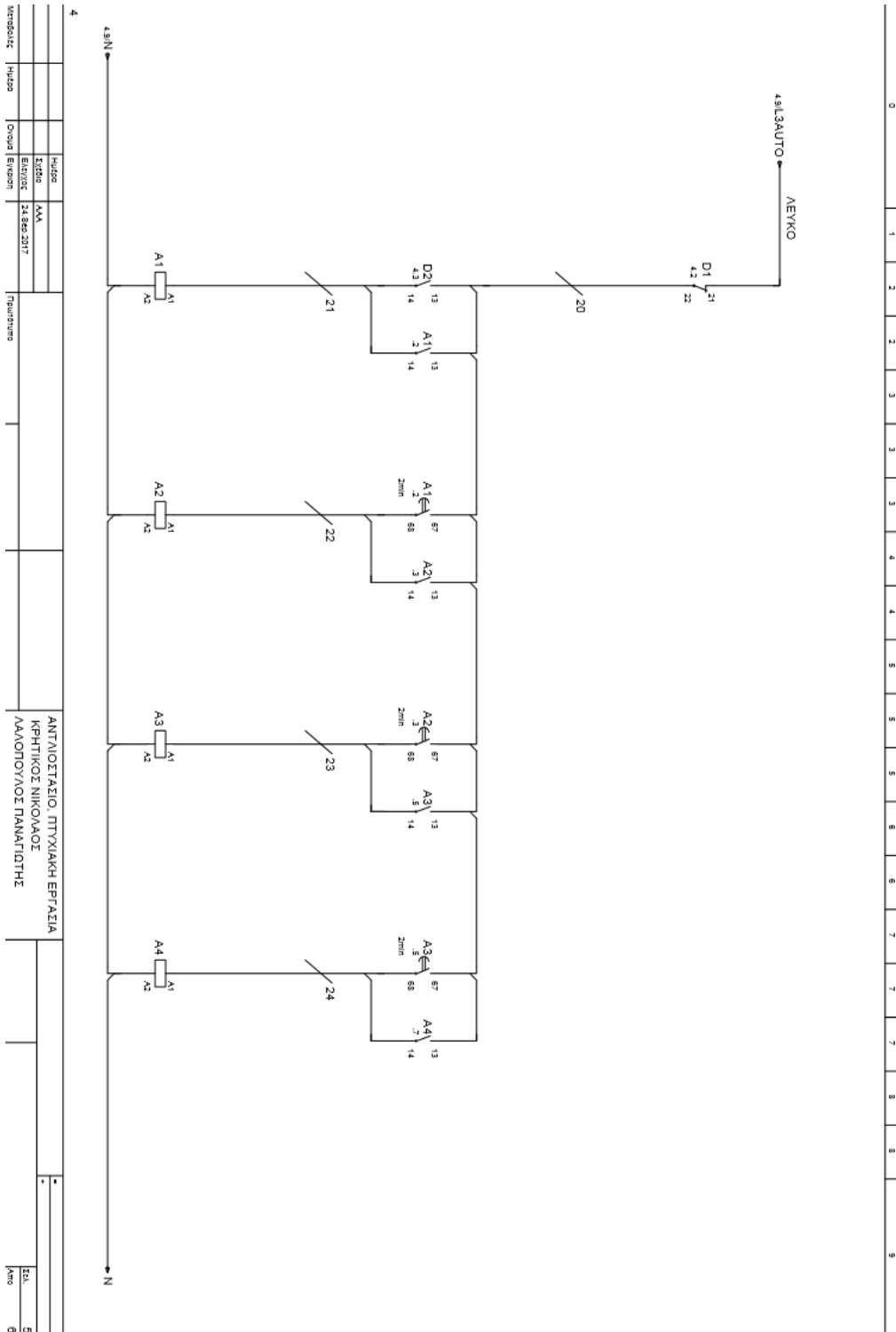
3.1.0 Φάρος SCHNEIDER-ELECTRIC

3.6 Μετρητές στάθμης

Οι μετρητές στάθμης του έργου θα χρησιμοποιηθούν κυρίως για την μέτρηση της στάθμης του νερού στις δεξαμενές. Ο μετρητής θα είναι εμβαπτιζόμενου τύπου, υδροστατικής πίεσης. Η αρχή λειτουργίας τους είναι η πιεζοηλεκτρική. Αισθητήριο και μετατροπέας σήματος είναι τοποθετημένοι εντός ανοξείδωτου περιβλήματος συμπαγών διαστάσεων και στιβαρής κατασκευής. Στην δίκη μας περίπτωση λόγω του ότι η δεξαμενή είναι μακριά από τις αντλίες μας θα χρησιμοποιήσουμε ένα αισθητήριο στάθμης(4-20mA) το οποίο θα δίνει την ένδειξη σε mA ,δηλαδή όταν η στάθμη είναι πλήρης το αισθητήριο θα δείχνει την μέγιστη τιμή ρεύματος 20mA ενώ όταν είναι στην χαμηλότερη 4mA. Ο λόγος που η ένδειξη δίνεται σε τιμή ρεύματος είναι ότι σε περίπτωση που είχαμε τάση για ένδειξη θα είχαμε πτώση τάσης αρά και λάθος αποτέλεσμα. Με την παραπάνω μέθοδο έχουμε και έλεγχο καλής λειτουργίας διότι αν το ρεύμα είναι 0A τότε σημαίνει ότι υπάρχει σφάλμα και πρέπει να σταματήσει ολόκληρο το σύστημα.



3.1.1 Σχέδιο αυτοματισμού



3.1.2 Συνέχεια σχεδίου αυτοματισμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Ο ομαλός εκκινητής

4.1 Γενικά

Χάρη τα ηλεκτρονικά ισχύος μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους ομαλούς εκκινητές (soft starter). Όπου θα μας είναι πολύ χρήσιμοι στους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα που είναι οι πιο συνηθισμένοι κινητήρες λόγω της απλής κατασκευής τους, είναι οικονομικοί και δεν παρουσιάζουν πολλές φθορές. Οι ομαλοί εκκινητές έχουν πολλά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

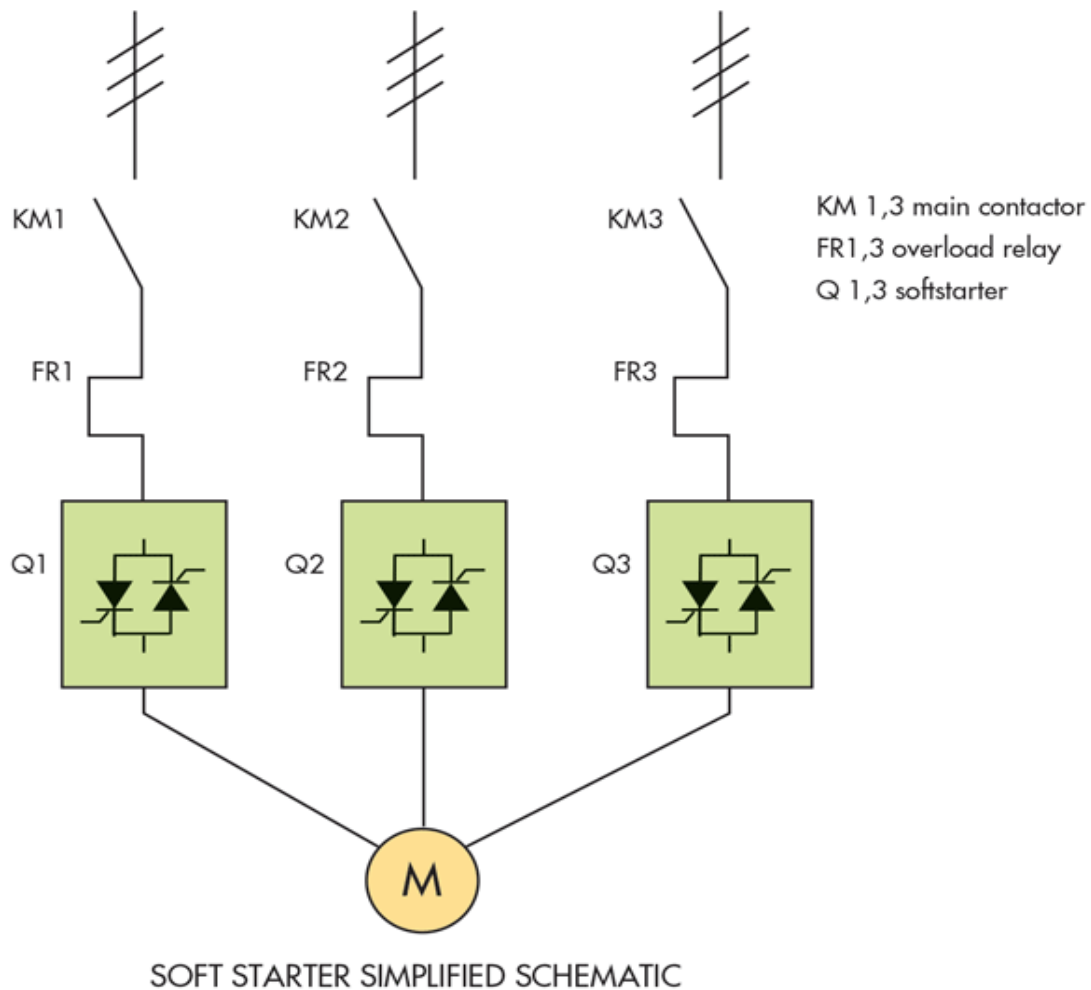
- Εκκίνηση με ολόκληρη την ονομαστική τάση του κινητήρα
- Δεν έχουμε πτώση τάσης
- Δεν έχουμε βύθιση τάσης όπου μπορεί να έχει προβλήματα το δίκτυο
- Με άλλες μεθόδους παράδειγμα με Υ-Δ στην αλλαγή θα υπήρχε καταπόνηση του κινητήρα ενώ εδώ δεν υπάρχουν φθορές
- Περιορίζει τα ρεύματα εκκίνησης ώστε να μην έχουμε προβλήματα τις διατάξεις προστασίας
- Ο κινητήρας ανεβάζει στροφές ανάλογα με το πρόγραμμα το οποίο έχει ρυθμιστεί
- Η πέδηση του κινητήρα μπορεί να γίνει με DC ρεύμα
- Ειδικό πρόγραμμα εκκίνησης και σταματήματος για αντλίες



4.0.1 Soft starter ABB

4.2 Ηλεκτρονικά Ισχύος

Για την ανάλυση της αρχής λειτουργίας του ομαλού εκκινητή θα πρέπει αρχικά να δούμε για τα ηλεκτρονικά ισχύος . Αυτό είναι απαραίτητο γιατί ο soft starter αποτελείται από τα ηλεκτρονικά ισχύος. Όπου αρχικά θα δούμε την χρήση της διόδου στην συνέχεια του θυρίστορ και τέλος του triac.

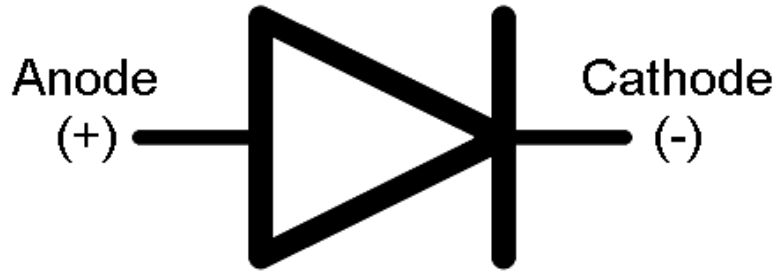


4.0.2 Εσωτερικά ο ομαλός εκκινητής

Από την παραπάνω φωτογραφία βλέπουμε την άμεση σχέση των ηλεκτρονικών ισχύος με τον ομαλό εκκινητή.

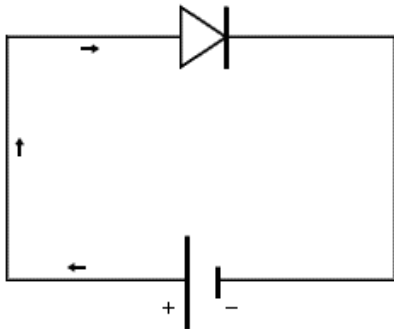
4.3 Δίοδοι

Η διάδος επιτρέπει την ροή του ρεύματος προς την κατεύθυνση, αλλά απαγορεύει στο ρεύμα να πάει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Όπως γνωρίζουμε από τα ηλεκτρονικά οι δίοδοι κατασκευάζονται κυρίως από τα ημιαγωγικά υλικά πυρίτιο και γερμάνιο. Με ποιο συχνή χρήση του πυριτίου αφού βρίσκετε στην άμμο και έτσι το κάνει να συμφέρει σε οικονομική βάση.

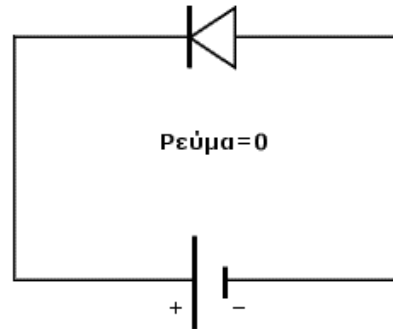


4.0.3 Σύμβολο διόδου

Με την επεξεργασία του ημιαγωγικού υλικού θα δημιουργηθούν προσμίξεις στην άνοδο τύπου P και στην κάθοδο τύπου N.

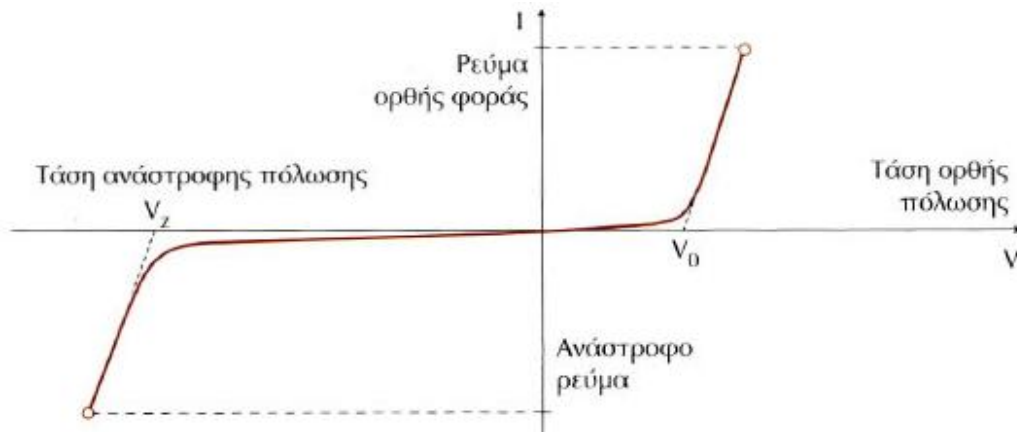


4.0.4 Δίοδος ορθά πολωμένη



4.0.5 Δίοδος ανάστροφα πολωμένη

Από τα παραπάνω σχήματα βλέπουμε την ροή του ρεύματος στην ορθή πόλωση ,ενώ στην αναστροφή πόλωση βλέπουμε ότι το ρεύμα δεν άγει λόγω του ότι η δίοδος παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση. Με Ωμόμετρο μπορούμε τον θετικό ακροδέκτη στην άνοδο και τον αρνητικό ακροδέκτη στην κάθοδο δεδομένο του ότι έχουμε εξασφαλίσει ορθή πόλωση θα πάρουμε μέτρηση λίγα Ohm αντίσταση. Αντίστροφος αν γίνει ανάστροφη πόλωση του ωμομέτρου θα πάρουμε ένδειξη πολλών Ohm (άπειρο).

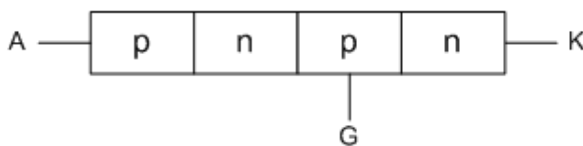


4.0.6 Χαρακτηριστική διόδου

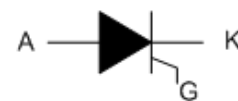
Στην ορθή πόλωση αρχικά όσο ανεβαίνει η τάση θα ανεβαίνει και ένα πολύ μικρό ρεύμα ,μέχρι να φτάσουμε στην ονομαστική τιμή της τάσης της διόδου όπου θα ανέβει απότομα το ρεύμα. Όταν δοθεί ανάστροφη τάση θα υπάρχει ένα πολύ μικρό ρεύμα έως την τάση Vzener ,αν η τιμή της αναστροφής τάσης περάσει την Vzener η απλή διάδος θα καταστραφεί.

4.4 Θυρίστορ

Το θυρίστορ είναι ένα ημιαγωγικό στοιχείο το οποίο επιτρέπει την ροή του ρεύματος προς την μια κατεύθυνση. Με το θυρίστορ μπορούμε να ελέγξουμε την έναυση ενώ η σβέση δεν μπορεί να ελεγχτεί ,παρόλα αυτά υπάρχουν δυο τρόποι σβέση με αναστροφή εξωτερική τάση ή αν το ρεύμα πέσει κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή οπού αυτό το ρεύμα λέγεται ρεύμα συγκράτησης. Με λίγα λογία μπορούμε να πούμε ότι το θυρίστορ είναι μια διάδος ελεγχόμενης έναυσης.

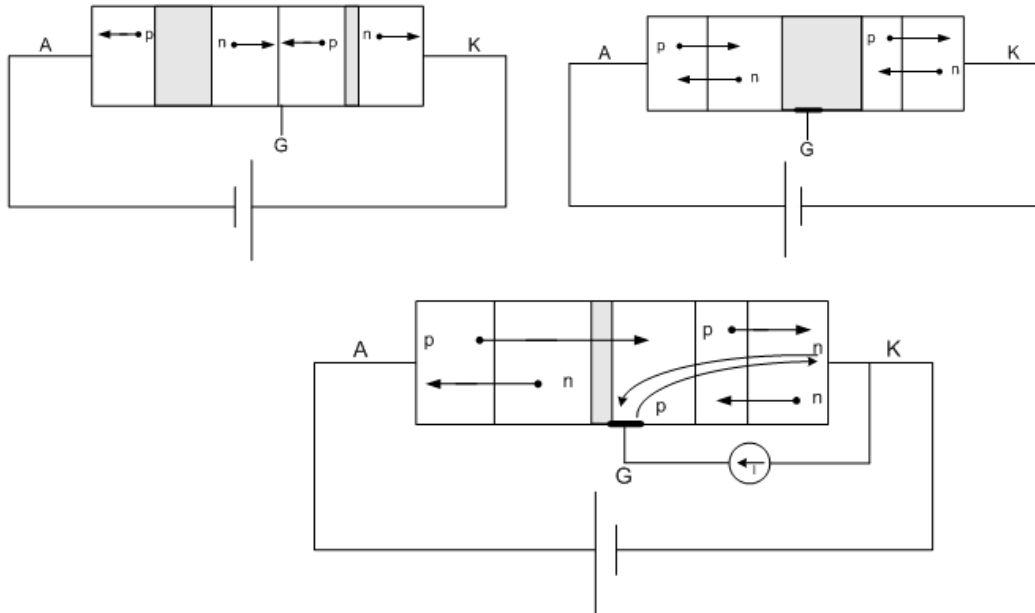


4.0.7 Δομή θυρίστορ



4.0.8 Σύμβολο θυρίστορ

Για την έναυση του θυρίστορ χρειαζόμαστε να έχουμε έναν στιγμιαίο παλμό και ορθή πόλωση.



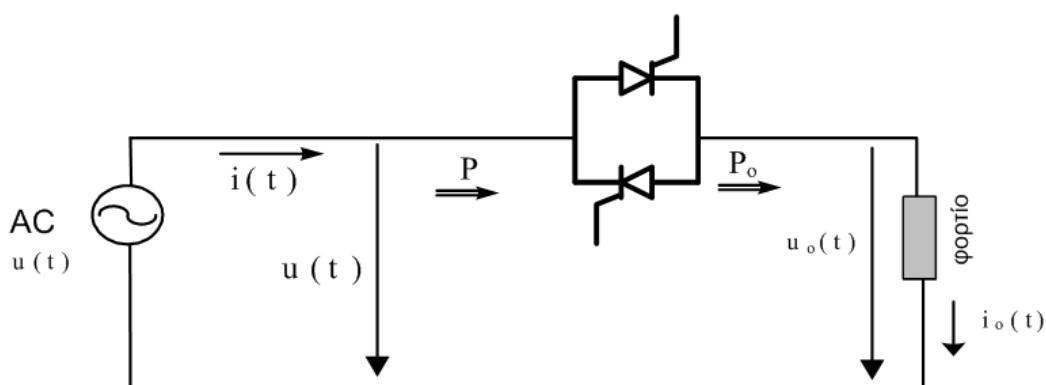
Τα παραπάνω κυκλώματα μας δείχνουν τις τρεις συνδέσεις που μπορεί να έχει ένα θυρίστορ. Καταρχάς πάνω αριστερά το θυρίστορ είναι ανάστροφα πολωμένο αυτό σημαίνει ότι δεν πληρεί τις καμία προϋπόθεση για να έρθει σε έναυση. Στο σχήμα πάνω δεξιά υπάρχει η ορθή πόλωση αλλά δεν μπορεί να δοθεί το στιγμιαίο ρεύμα που ονομάζεται παλμός. Στο τελευταίο και κάτω σχήμα υπάρχει ορθή πόλωση και παλμοδοτείται.



4.0.9 Το θυρίστορ ατλοποιημένο

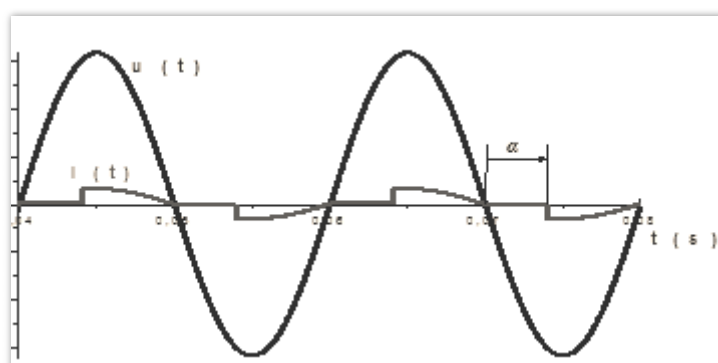
4.5 Αντιπαράλληλα θυρίστορ

Παραπάνω στο σχήμα soft starter εσωτερικά είδαμε πως υπάρχουν τρεις σειρές αντιπαράλληλα θυρίστορ. Τα συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο φορτιών για έλεγχο στροφών μηχανών σπανιότερα και για την ομαλή εκκίνηση ηλεκτρικών μηχανών. Ο σκοπός του μετατροπέα αυτού είναι να πάρει μια τάση εναλλασσόμενου ρεύματος στην είσοδο και να την μετατρέψει σε μικρότερη στην έξοδο. Έτσι η ονομασία του μετατροπέα ονομάζεται ρυθμιζόμενος διακόπτης εναλλασσόμενου ρεύματος.



4.1.0 Ο μετατροπέας με αντιπαράλληλα θυρίστορ

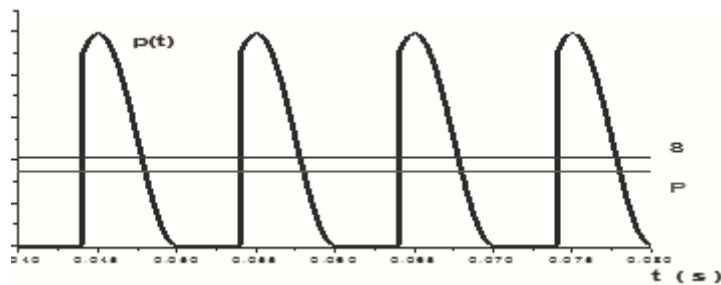
Εμείς σε αυτόν τον μετατροπέα έχουμε τον έλεγχο μέσω της γωνίας ένεσης. Μέσω της γωνίας ένεσης μειώνεται η τάση και το ρεύμα έτσι μέσω του εμβαδού των δυο θα μειωθεί και η ισχύς. Το πάνω θυρίστορ λειτουργεί κατά την θετική ημιπερίοδο ενώ το κάτω κατά την αρνητική ημιπερίοδο. Τα θυρίστορ σβήνουν όταν το ρεύμα πέσει κάτω από το ρεύμα συγκράτησης.



4.1.1 Γωνία έναυσης ενενήντα μοιρών ωμικό φορτίο

Στο σχήμα βλέπουμε την ημιτονική τάση και το ρεύμα να άγει αργότερα. Επομένως υπάρχει άεργος ισχύς.

$$P = \int_0^T u(t) * i(t) dt$$



4.1.2 Η ισχύς φορτίου

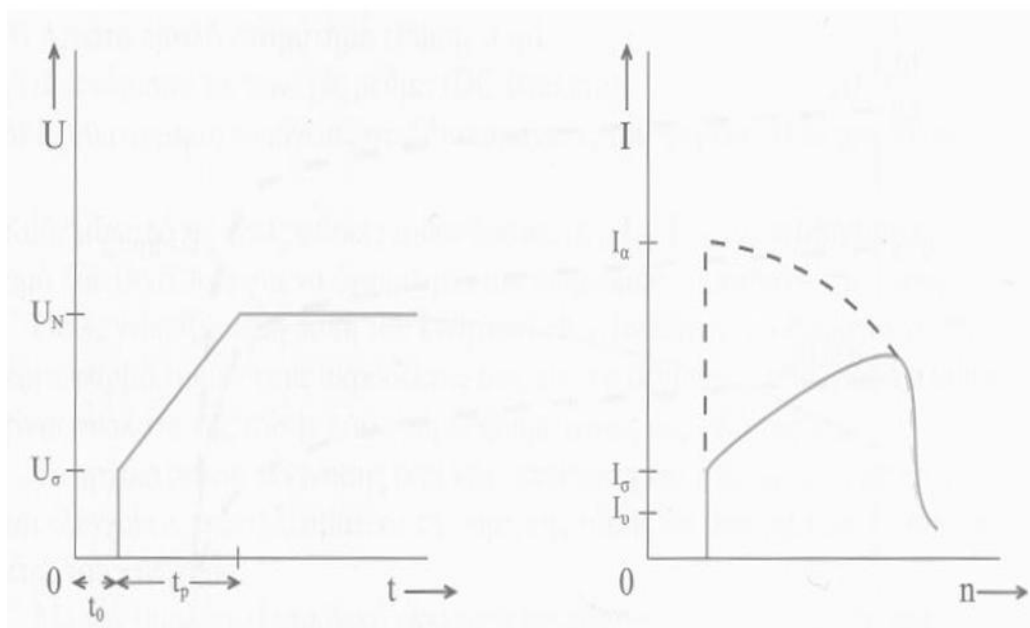
Στο σχήμα βλέπουμε την ισχύ στο φορτίο.

4.6 Αρχή λειτουργίας soft starter

Στην παραπάνω περιγραφή είδαμε ότι ο ομαλός εκκινητής αποτελείτε από το κύκλωμα ισχύος το οποίο είναι κατασκευασμένο από τα αντιπαράλληλα θυρίστορ και επίσης για γίνει η έναυση των θυρίστορ χρειάζεται το κύκλωμα έλεγχου έναυσης των θυρίστορ. Το κύκλωμα έναυσης των θυρίστορ το συντονίζει ένας μικροεπεξεργαστής ανάλογα την λειτουργία που έχει ρυθμιστεί εκείνη την στιγμή ο ομαλός εκκινητής. Η λειτουργία του μικροεπεξεργαστή ελέγχει την γωνία έναυσης. Ο μικροεπεξεργαστής σε περίπτωση μείωσης του φορτίου όταν το συνφ μικρύνει θα επέμβει στην τροφοδοσία του κινητήρα και θα προσπαθήσει να αυξήσει το συνφ στην μεγίστη τιμή που μπορεί.

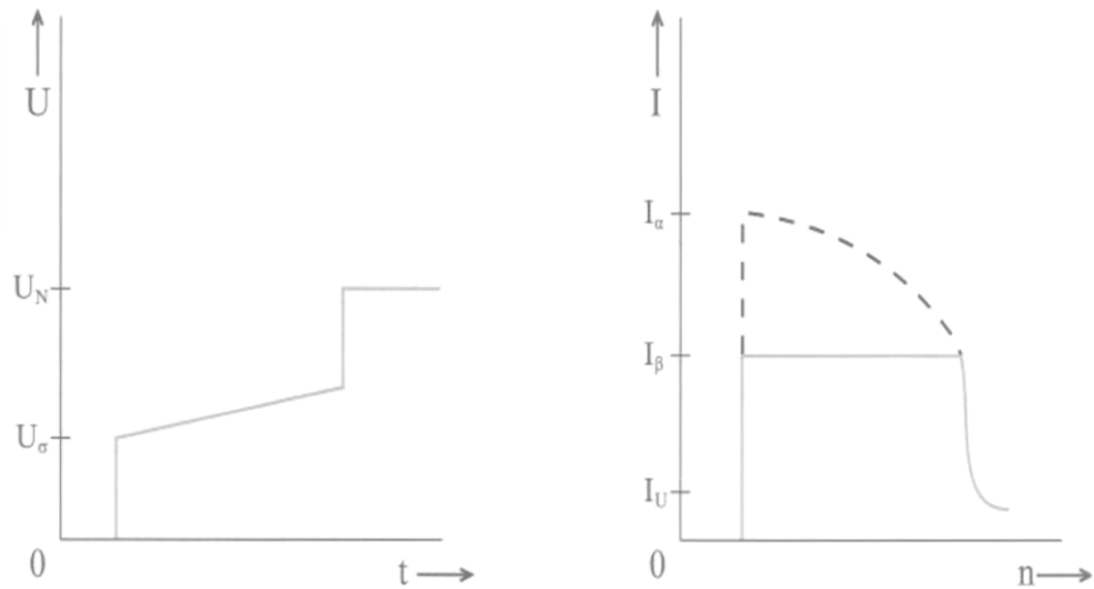
4.7 Λειτουργίες για ομαλή εκκίνηση

Ομαλή εκκίνηση: στην ομαλή εκκίνηση η τάση δεν παίρνει την ονομαστική τιμή του κινητήρα κατευθείαν αλλά θα κάνει ένα χρονικό διάστημα που έχουμε επιλέξει εμείς. Αυτός ο χρόνος δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλος λόγω του ότι θα υπερθερμανθεί ο κινητήρας.



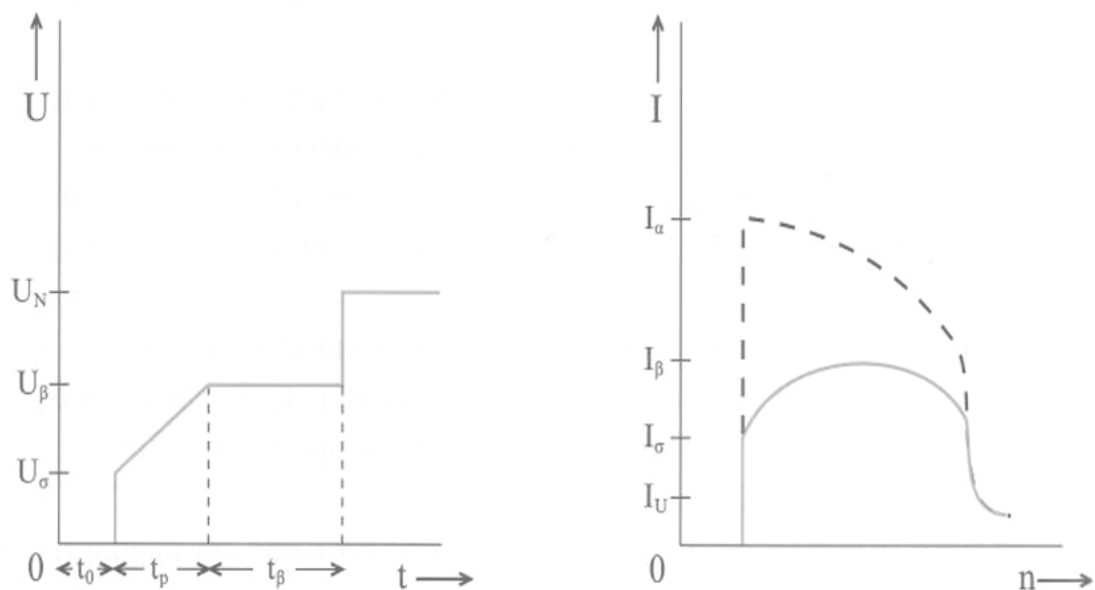
4.1.3 Τάση και ρεύμα κατά την ομαλή εκκίνηση

Στην εκκίνηση του κινητήρα η τάση αρχίζει να ανεβαίνει από την U_σ την αρχική τάση ράμπας στη συνέχεια στο διάστημα t_p το οποίο έχει οριστεί από τον χρήστη θα ανεβαίνει αργά η τάση και μόλις τελειώσει το διάστημα t_p θα πιάσει την ονομαστική τάση λειτουργίας του κινητήρα. Όσο αφορά το ρεύμα όταν εφαρμοστεί η U_σ το ρεύμα εκείνη την στιγμή θα είναι το I_σ όπου θα έχει ανοδική πορεία μέχρι να τελειώσει το διάστημα t_p και το ρεύμα θα ξαναπέσει στο I_u που έχει υπολογιστεί.



4.1.4 Εκκίνηση με μειωμένο ρεύμα

Όπως και παραπάνω με τις κατάλληλες εντολές μπορούμε να θέσουμε τον ομαλό εκκινητή σε λειτουργία με μειωμένο ρεύμα εκκίνησης. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορεί ο χρήστης να ρυθμίσει το t_p αλλά εφόσον έχει ορίσει το μέγιστο ρεύμα που θα ήθελε να έχει το t_p θα οριστεί μόνο του ώστε από όταν δώσει την αρχική τάση ράμπας U_σ μέχρι να πιάσει την ονομαστική τάση κινητήρα. Επομένως το ρεύμα το ρεύμα θα ανέβει απότομα στην τιμή που έχει υπολογιστεί και μόλις εφαρμοστεί η U_N το ρεύμα θα πέσει στην πραγματική υπολογισμένη τιμή του.



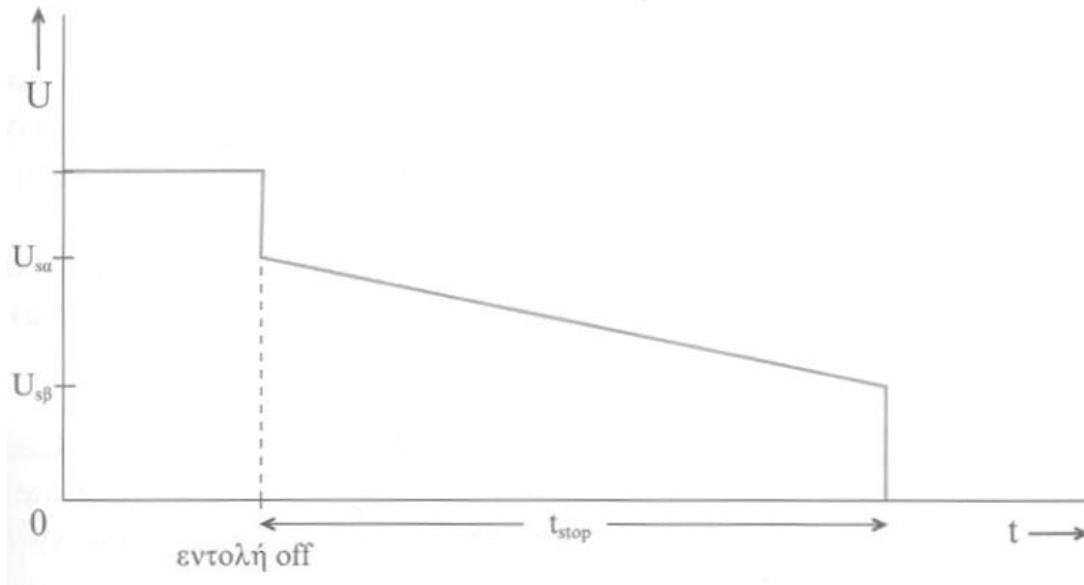
4.1.5 Εκκίνηση με τάση ράμπας περιορισμένη

Στη παρούσα λειτουργία για διάστημα t_p άνοδο τάσης αλλά για διάστημα t_b έχουμε ορίσει μια τιμή τάσης U_β ως μέγιστη τάση κατά την εκκίνηση μέχρι να περάσει στο διάστημα όπου η τάση θα πάρει την ονομαστική της τιμή. Στην κυματομορφή $I=f(n)$ το ρεύμα κατά την άνοδο της τάσης t_p βρίσκεται στο σημείο I_σ ενώ στην συνέχεια θα ανέβει στο I_β για τον ελάχιστο χρόνο που η τάση φτάνει στο μέγιστο της από την τιμή που έδωσε ο χρήστης. Τέλος αφού η τάση πάρει την ονομαστική τιμή της το ρεύμα θα πέσει εκεί που έχει υπολογιστεί.

4.8 Λειτουργίες για ομαλό σταμάτημα

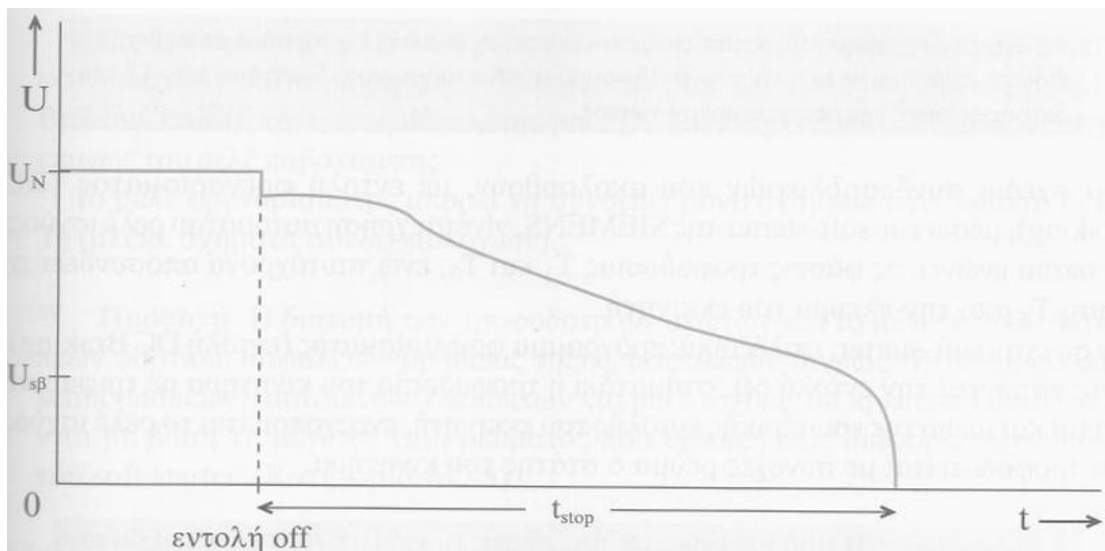
Κάθε κινητήρας με την διακοπή της τάσης στάματα την λειτουργία του και σιγά σιγά επιβραδύνει ανάλογα το μηχανικό φορτίο που έχει στον άξονα του, ακόμα και χωρίς μηχανικό φορτίο λόγω των τριβών θα σταματήσει ελευθέρως. Έτσι και ο ομαλός εκκινητής

μας παρέχει αυτή την λειτουργία. Παρόλα αυτά πολλές από τις εφαρμογές θέλουν τον κινητήρα να σταμάτα ομαλά όπως αντλίες ταινίες εργοστασίων ανελκυστήρες κτλ.



4.1.6 Ομαλό σταμάτημα soft starter

Στην συγκεκριμένη λειτουργία ρυθμίζουμε το χρονικό διάστημα t_{stop} οπύ μπορεί να διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα ανάλογα την κατασκευή του ομαλού εκκινητή. Όταν δοθεί η εντολή off η τάση κατεβαίνει ελάχιστα κάτω από την ονομαστική, στη συνέχεια ο ομαλός εκκινητής μπαίνει στο ρυθμισμένο χρονικό διάστημα και όσο λιγοστεύει ο χρόνος πέφτει και η τάση μέχρι να φτάσει στο 70% της ονομαστικής της όπου το ομαλό σταμάτημα έχει πραγματοποιηθεί και σβήνει ο κινητήρας.



4.1.7 Σταμάτημα αντλίας με soft starter

Αυτό το σταμάτημα μοιάζει πολύ με το προηγούμενο αλλά μπορεί να διαρκέσει περισσότερο χρόνο. Ο σκοπός που αυτό διαρκεί περισσότερο είναι το ότι αν μια αντλία έχει απότομο σταμάτημα μπορεί να καταστρέψει τις σωλήνες ή και τις υδραυλικές βάνες. Έτσι εδώ ο όσο διαρκεί το t_{stop} η τάση θα κατεβαίνει μέχρι να τελειώσει το χρονικό διάστημα.

4.9 Επιλογή του soft starter

Για την σωστή επιλογή του ομαλού εκκινήτη πρέπει να γνωρίζουμε την ονομαστική ισχύ του κινητήρα που θα χρησιμοποιήσουμε οπου οι δικοί μας κινητήρες είναι 250kW. Έτσι θα διαλέξουμε τον ABB PSTX570-600-70 315kW ή τον ABB PST470-600-70 ο οποίος είναι οριακά .

4.1.8 Πίνακας της ABB κατηγορία PSTX για επιλογή ομαλού εκκινήτη

Τάση τροφοδοσίας κινητήρα 208...600 V, τάση ελέγχου 100...250 V AC, 50 / 60 Hz

Συνδεσμολογία εκκινήτη στη γραμμή					Στοιχεία για παραγγελία	
Ισχύς κινητήρα 400 V / 40° C	Μέγιστο ρεύμα κινητήρα	Τηλ. διακ/της γραμμής	Προτεινόμενος αυτόματος διακόπτης ²⁾	Προτεινόμενη τηκτική ασφάλεια ημισγωγών Bussman	Τύπος	Κωδικός
kW	A		IEC Type 1	IEC Type 2		
15	30	AF40	XT2N 160 MA32	170M1567-100A	PSTX30-600-70	75187
18,5	37	AF40	XT2N 160 MA52	170M1568-125A	PSTX37-600-70	75477
22	45	AF52	XT2N 160 MA52	170M1569-160A	PSTX45-600-70	75478
30	60	AF65	XT2N 160 MA80	170M1569-160A	PSTX60-600-70	75479
37	72	AF80	XT2N 160 MA80	170M1571-250A	PSTX72-600-70	75480
45	85	AF96	XT2N 160 MA100	170M1572-315A	PSTX85-600-70	75481
55	106	AF116	XT2N 160 MA160	170M3819-400A	PSTX105-600-70	75482
75	143	AF146	XT2N 160 MA160	170M5810-500A	PSTX142-600-70	75483
90	171	AF190	XT4N250 Ekip	170M5812-630A	PSTX170-600-70	75349
110	210	AF265	T5N320	170M5812-630A	PSTX210-600-70	75484
132	250	AF265	T5N400	170M5813-700A	PSTX250-600-70	75485
160	300	AF305	T5N400	170M6812-800A	PSTX300-600-70	75486
200	370	AF370	T5N630	170M6813-900A	PSTX370-600-70	75487
250	470	AF460	T7S1000	K.E.*	PSTX470-600-70	78040
315	570	AF580	T7S1000	K.E.*	PSTX570-600-70	78041
400	720	AF750	T7S1250	K.E.*	PSTX720-600-70	79011
450	840	AF1350	T7S1250	K.E.*	PSTX840-600-70	79012
560	1.050	AF1650	E2.2N.2000	K.E.*	PSTX1050-600-70	79013
710	1.200	-	E2.2N.2000	K.E.*	PSTX1250-600-70	79014

Με την επιλογή του παραπάνω ομαλού εκκινητή πετυχαίνουμε έλεγχο των θυρίστορ και στις τρεις φάσεις και έχουμε ενσωματωμένη θερμική προστασία. Επίσης έχουμε ενσωματωμένο ρελέ για εξοικονόμηση ενέργειας και λιγότερη καλωδίωση. Ο συγκεκριμένος ομαλός εκκινητής διαθέτει εντολές για ρυθμίσεις σε αντλίες, σπαστήρες, συμπιεστές, μεταφορικές ταινίες, ανεμιστήρες που είχαν εξηγηθεί και παραπάνω. Σε μικρές ταχύτητες έχει την δυνατότητα βηματικής λειτουργίας και στις δύο φορές περιστροφής ,ακόμη μπορεί να συνδεθεί με μια προσθετή κάρτα μέσω Ethernet σε υπολογιστή.

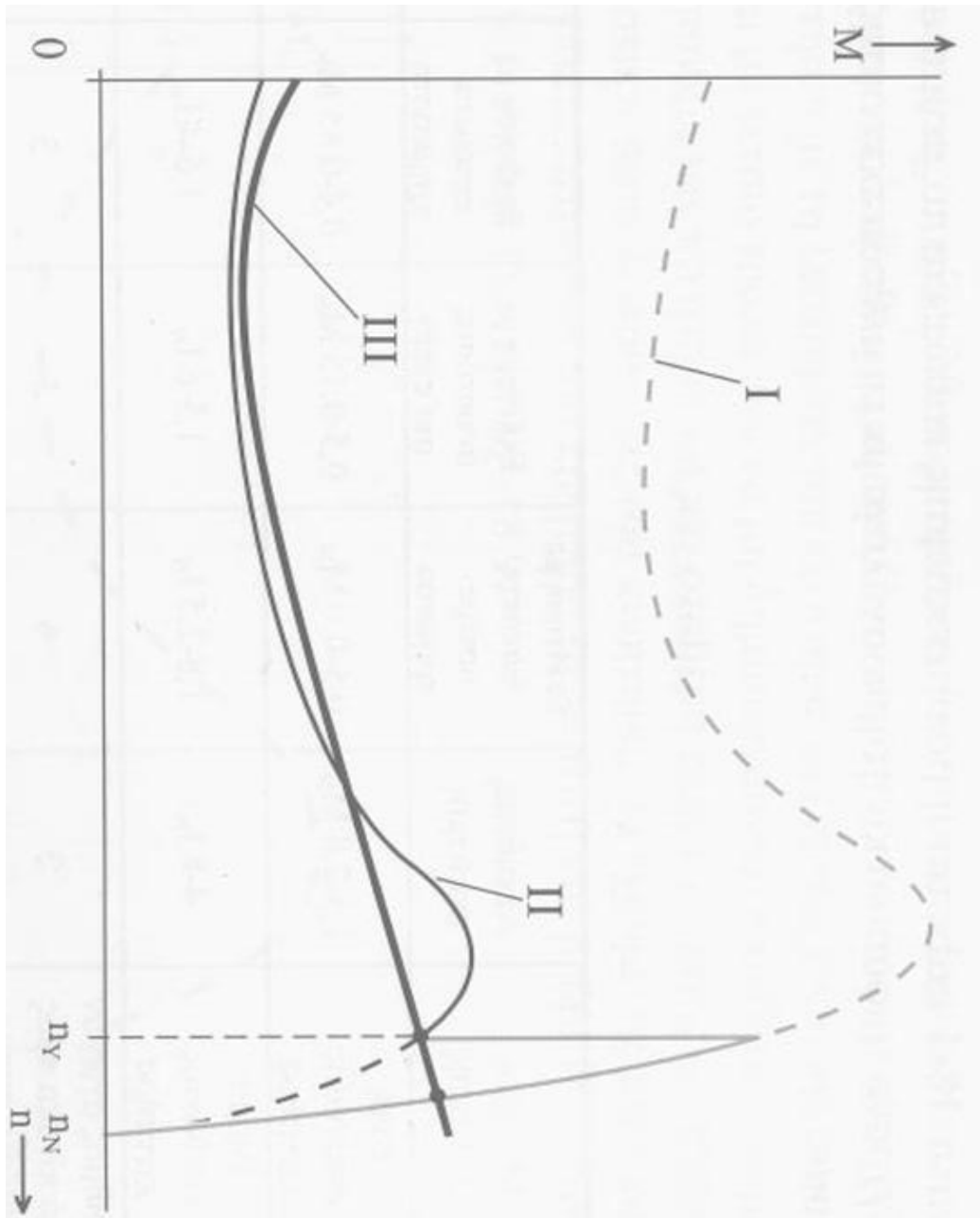
4.10 Άλλες μέθοδοι εκκίνησης ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι εκκίνησης για τους ασύγχρονους τριφασικούς κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα.

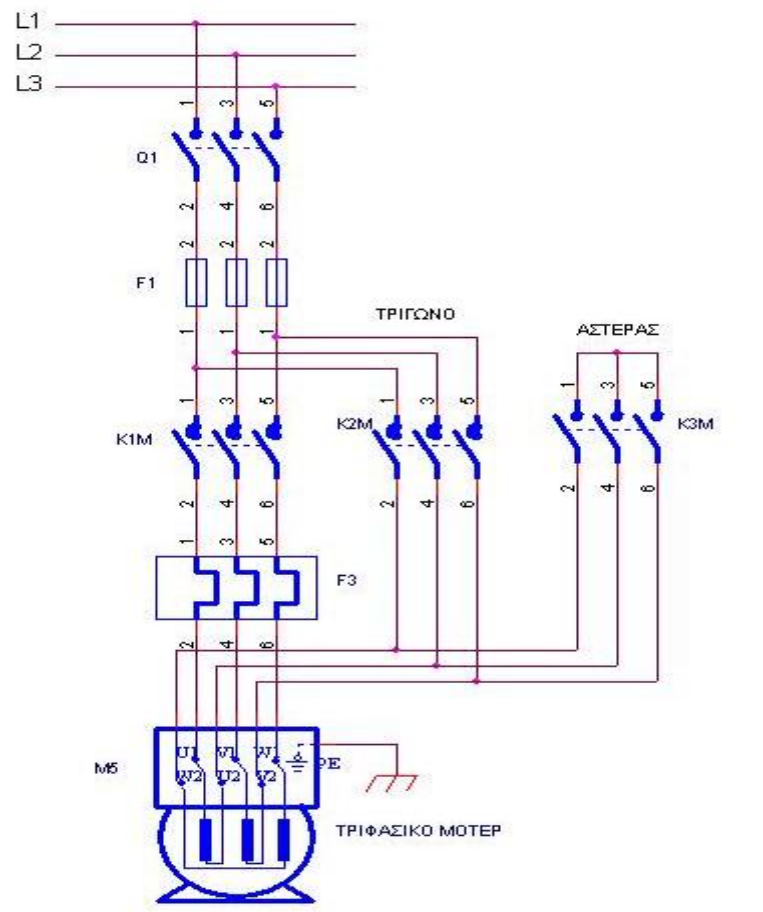
- Με απευθείας εκκίνηση
- Με αστέρα τρίγωνο
- Με αυτομετασχηματιστή
- Με αντιστάσεις στο στάτη

Με την μέθοδο απευθείας εκκίνησης μπορούν να αρχίσουν οι κινητήρες έως 2Kw. Το θετικό είναι ότι δίνεται υψηλή ροπή. Αλλά το αρνητικό είναι το μεγάλο ρεύμα εκκίνησης με συνέπεια την βύθιση τάσης του δικτύου.

Με την μέθοδο αστέρα-τρίγωνο πετυχαίνουμε την περιορισμό του ρεύματος εκκίνησης αλλά δημιουργείται μεγάλη καταπόνηση στην μηχανή κατά την εναλλαγή αστέρας σε τρίγωνο. Επιπλέον δεν μπορούμε να χουμε εξοικονόμηση ενεργείας όπως στον ομαλό εκκινητή όταν έχουμε μείωση του φορτίου.



- I χαρακτηριστική καμπύλη ροπής σε απευθείας εκκίνηση
- II χαρακτηριστική καμπύλη ροπής με την εκκίνηση αστέρα τρίγωνο
- III χαρακτηριστική καμπύλη ροπής φορτίου



4.2.0 Μέθοδος αστέρα τρίγωνου κύκλωμα ισχύος

Με την μέθοδο του αυτομετασχηματιστή τάση που εφαρμόζεται στον κινητήρα είναι ως παράδειγμα το μισό της τάσης του δικτύου, τότε και το ρεύμα εκκίνησης που απορροφά ο κινητήρας, ελαττώνεται στο μισό του ρεύματος εκκίνησης που θα απορροφούσε στην απευθείας εκκίνηση.

Στην τελευταία μέθοδο χρησιμοποιούμε τρεις αντιστάσεις στο στάτη κατά την εκκίνηση και μετά από ένα χρονικό διάστημα βγαίνουν εκτός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Υποσταθμός

5.1 Γενικά

Η ανάγκη για την κατασκευή ενός Υποσταθμού Μ.Τ. παρουσιάζεται όταν οι απαιτήσεις ισχύος ενός καταναλωτή ξεπερνούν τα 135kVA που είναι η μεγαλύτερη παροχή Χαμηλής τάσης που προσφέρει η ΔΕΗ.Ο πελάτης που ξεπερνάει η παροχή του τα 135 kVA είναι υποχρεωμένος να κατασκευάσει δικό του υποσταθμό με παροχή τάσης 20 KV από την ΔΕΗ και με βάση τις οδηγίες αυτής. Τα είδη του υποσταθμού είναι ο επίγειος ,ο εναέριος, ο υπόγειος και ο συναρμολογούμενος υποσταθμός. Εμείς θα αναφερθούμε στο επίγειο υποσταθμό δηλαδή στον υποσταθμό ο οποίος βρίσκεται στην επιφάνεια της γης.



5.0.1 Επίγειος υποσταθμός

Τα βασικά μέρη ενός Υποσταθμού Μέσης Τάσης είναι τα παρακάτω :

- Μετασχηματιστής Ισχύος, Ελαίου ή Χυτορητίνης
- Πίνακας Μέσης Τάσης
- Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Ο παραπάνω εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί είτε σε εσωτερικό χώρο ή σε Υπαίθριο Υποσταθμό, πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ, τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Οι επίγειοι υποσταθμοί κατασκευάζονται σε δύο τύπους, τους κλειστούς και τους υπαίθριους. Κύριο χαρακτηριστικό των υποσταθμών κλειστού τύπου είναι ότι όλες οι εγκαταστάσεις τους είναι τοποθετημένες μέσα σε ειδικά διαμορφωμένα κτίρια, τα οποία εσωτερικά χωρίζονται με μεταλλικά πλέγματα σε δύο συνήθως μέρη, την κυψέλη μέσης τάσης και την κυψέλη χαμηλής τάσης. Παρόλο που είναι κλειστοί πρέπει να έχουν καλό εξαερισμό λόγω μηχανημάτων όπως οι Μ/Σ ισχύος και άλλα μηχανήματα τα οποία κατά την λειτουργία τους θερμαίνονται.

5.2 Μέρη υποσταθμού



5.0.2 Μετασχηματιστής ελαίου

Ο μετασχηματιστής ισχύος (power transformer), είναι η βασική συσκευή κάθε υποσταθμού μέσης τάσης, διότι υποβιβάζει την μέση τάση των 20 kV (15kV, 6.6 kV) σε τάση διανομής 400 V. Οι Μ/Σ ισχύος είναι συνήθως ελαιόψυκτοι, εκτός αν έχουμε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος, π.χ. εύφλεκτα υλικά και κίνδυνο πυρκαγιάς. Στις περιπτώσεις αυτές επιλέγονται Μ/Σ ξηρού τύπου με μόνωση από χυτορητίνη. Σε εγκαταστάσεις όπου η ζητούμενη ισχύς ξεπερνάει τα 600KVA βάζουμε υποχρεωτικά δυο μετασχηματιστές για λόγους ασφάλειας έτσι σε περίπτωση σφάλματος του ενός να μπορεί ο άλλος να καλύψει το συνολικό φορτίο για όσο χρονικό διάστημα διαρκέσει η επισκευή του αλλού μετασχηματιστή. Σε κρίσιμες εγκαταστάσεις όπως νοσοκομεία, αεροδρόμια ,βιομηχανίες που ασχολούνται με χημεία βάζουμε υποχρεωτικά δυο μετασχηματιστές ασχέτως την συνολική απαιτούμενη ισχύ.

Όταν μιλάμε για μετασχηματιστής ισχύος πρέπει να ξέρουμε και κάποια στοιχεία αυτών όπως ονομαστική τάση πρωτεύοντος, ονομαστική τάση δευτερεύοντος, ονομαστική ισχύς, τάση βραχυκύκλωσης, απώλειες κενού, απώλειες χαλκού, διαστάσεις μετασχηματιστή, βάρος μετασχηματιστή, ας δούμε λοιπόν ένα τι είναι :

Ονομαστική Τάση Πρωτεύοντος [kV]

Είναι η Ονομαστική Τάση λειτουργίας του πρωτεύοντος τυλίγματος του Μ/Σ. Η τάση αυτή συμπίπτει με την ονομαστική τάση του Δικτύου Μέσης Τάσης της ΔΕΗ δηλ. 20kV. Σε πολύ λίγες περιοχές συναντάμε σήμερα διαφορετικές τάσεις (15kV ή 6.6kV) οι οποίες σταδιακά ευθυγραμμίζονται στα 20KV.

Ονομαστική Τάση Δευτερεύοντος [kV]

Είναι η Ονομαστική Τάση λειτουργίας του Δευτερεύοντος τυλίγματος του Μ/Σ. Η τάση αυτή συμπίπτει με την ονομαστική τάση του Δικτύου Χαμηλής Τάσης της ΔΕΗ δηλ. 0.4.

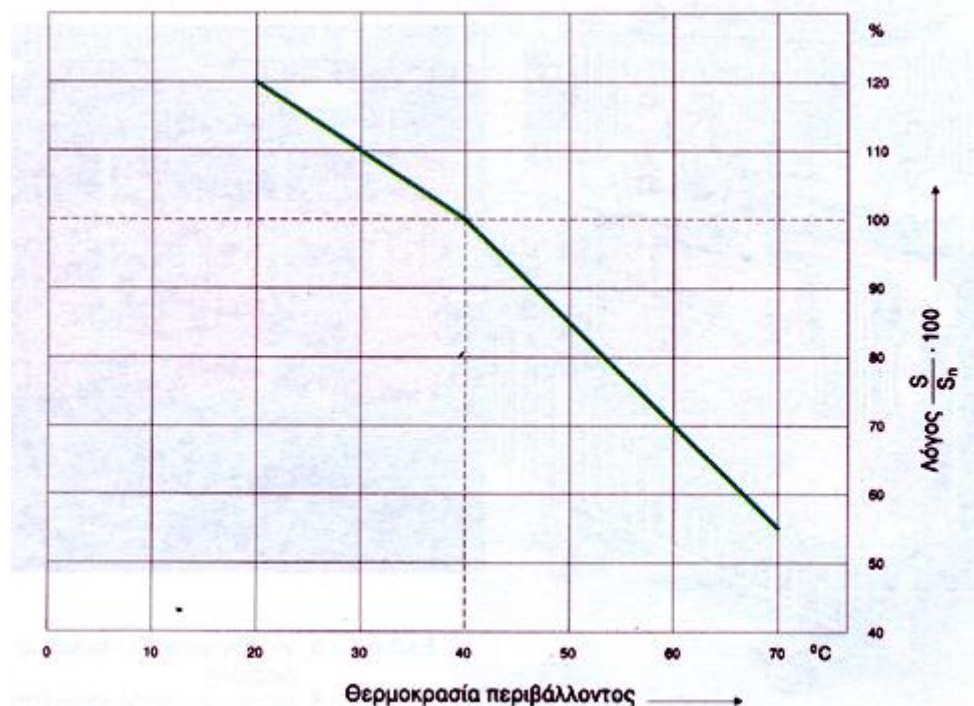
Ονομαστική Ισχύς [kVA]

Όπως κάθε ηλεκτρική συσκευή (αλλά και γενικότερα οποιαδήποτε μηχανή) έτσι και οι μετασχηματιστές ισχύος χαρακτηρίζονται από την ονομαστική ισχύ. Η ισχύς αυτή μετριέται πάντα σε kVA αντίθετα με τις υπόλοιπες μηχανές που μετριέται σε kW. Είναι δηλαδή η φαινομενική ισχύς που μπορεί να «διέλθει» μέσα από τον μετασχηματιστή. Λέγοντας ονομαστική ισχύ (Rated power) εννοούμε την ισχύ για την οποία έχει κατασκευαστεί ο μετασχηματιστής να λειτουργεί συνεχώς, εφόσον ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες.

Οι κυριότερες από τις συνθήκες αυτές είναι:

- Θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη των 40°C
- Μέση ημερήσια θερμοκρασία μικρότερη των 30°C
- Μέση ετήσια θερμοκρασία μικρότερη των 20°C
- Υψόμετρο της εγκατάστασης μέχρι 1000 m από την επιφάνεια της θάλασσας

Αν οι συνθήκες λειτουργίας είναι διαφορετικές, τότε χρησιμοποιείται η επιτρεπόμενη φόρτιση S , η οποία διαφέρει από την ονομαστική S_n . Στην εικόνα βλέπουμε ότι η ισχύς S μικραίνει όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεγαλώνει. Αλλά και αντίστροφα, η ισχύς S αυξάνει όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη των 40°C. Πρακτικά, το χειμώνα με εξωτερική θερμοκρασία 20 °C ένας μετασχηματιστής ονομαστικής ισχύος S_n είναι 400 kVA μπορεί να φορτιστεί μέχρι και 20% πάνω από την ονομαστική ισχύ, δηλαδή να φθάσει τα 480 kVA. Τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού, όταν η εξωτερική θερμοκρασία φθάνει τους 50 °C, η φόρτιση του Μ/Σ δεν επιτρέπεται να ξεπεράσει το 85% της ονομαστικής ισχύος, δηλαδή τα 340 kVA.



5.0.3 Φαινομενη ισχύς συναρτήσει την θερμοκρασία περιβάλλοντος

Τάση Βραχυκύκλωσης [%]

Η τάση αυτή μετράται από τον Κατασκευαστή του μετασχηματιστή ως εξής: Βραχυκυκλώνονται οι ακροδέκτες Χαμηλής Τάσης και μετράμε την τάση που πρέπει να εφαρμόσουμε στο πρωτεύον για να έχουμε στο δευτερεύον το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή. Η τάση αυτή στην συνέχεια ανάγεται σε % στην ονομαστική τάση του πρωτεύοντος δηλαδή στα 20KV. Πρακτικά μας δείχνει την εσωτερική αντίσταση (impedance) των τυλιγμάτων του μετασχηματιστή. Η τάση βραχυκύκλωσης μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την εσωτερική σύνθετη αντίσταση του μετασχηματιστή που είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της στάθμης του ρεύματος βραχυκυκλώματος (I_k) στην πλευρά χαμηλής τάσης του μετασχηματιστή .

Η γνώση της τιμής το ρεύματος βραχυκυκλώματος στην πλευρά χαμηλής τάσης του μετασχηματιστή είναι πολύ σημαντική, διότι με βάση αυτή την τιμή πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό χαμηλής τάσης (διακόπτες ισχύος κ.λπ.) όσο αφορά την αντοχή του σε βραχυκύκλωμα.

Απώλειες Κενού P_0 [W]

Είναι οι εσωτερικές απώλειες του μετασχηματιστή όταν λειτουργεί εν κενώ δηλαδή υπάρχει τάση στο πρωτεύον (άρα και στο δευτερεύον) αλλά δεν κυκλοφορεί ρεύμα στο

δευτερεύον. Οι απώλειες αυτές οφείλονται πρακτικά στα δινορεύματα του μαγνητικού κυκλώματος του μετασχηματιστή.

Απώλειες Χαλκού P_k [W]

Είναι οι εσωτερικές απώλειες του μετασχηματιστή όταν λειτουργεί σε πλήρες φορτίο δηλαδή από τον μετασχηματιστή διέρχεται η ονομαστική Ισχύς του. Οι απώλειες αυτές οφείλονται πρακτικά σε απώλειες Joule των ρευμάτων στις Ωμικές αντιστάσεις των τυλιγμάτων του μετασχηματιστή.

Μήκος, Πλάτος, Ύψος [mm]

Είναι οι εξωτερικές διαστάσεις του μετασχηματιστή.

Βάρος Μετασχηματιστή [kg]

Είναι το συνολικό βάρος του μετασχηματιστή μαζί με τους τροχούς και το μονωτικό λάδι .

5.3 Αυτόματος διακόπτης

Διακόπτες ισχύος υψηλής τάσεως τύπου πτωχού ελαίου.

Στα δίκτυα εναλλασσομένου ρεύματος μέσης τάσεως (1-22kV) και υψηλής/υπερύψηλης τάσεως (66-400kV) οι διακόπτες ταξινομούνται ως εξής:

- Αποζεύκτες και γειωτές: Οι αποζεύκτες δεν έχουν δυνατότητα διακοπής ή αποκατάστασης αξιόλογου ρεύματος, όμως έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ των επαφών και εξασφαλίζουν ότι ένα κύκλωμα είναι ασφαλές ώστε να εργασθεί προσωπικό σε αυτό. Οι γειωτές είναι διακόπτες με ανάλογα χαρακτηριστικά με τους αποζεύκτες, με τους οποίους αλληλομανδάλωνονται και εξασφαλίζουν ότι όταν ο αποζεύκτης είναι ανοικτός, το κύκλωμα συνδέεται στη γείωση.
- Διακόπτες φορτίου: Έχουν δυνατότητα διακοπής μόνο του κανονικού ρεύματος λειτουργίας ενώ μπορούν να κλείσουν χωρίς βλάβη ακόμα και αν υπάρχει βραχυκύκλωμα. Είναι εφοδιασμένοι με ελατήριο για την γρήγορη απομάκρυνση των επαφών. Αποτελούν μέσα χειρισμού και χρησιμοποιούνται για χειρισμό ηλεκτροκινητήρων, ζεύξη αναχωρήσεων γραμμών, συγχρονισμένη σύνδεση ηλεκτρογεννητριών κλπ.

- Διακόπτες ισχύος ή αυτόματοι: Οι διακόπτες ισχύος αποτελούν μέσα προστασίας και σπανίως χρησιμοποιούνται για χειρισμούς. Έχουν δυνατότητα ταχείας διακοπής του πολύ μεγάλου ρεύματος που ρέει στα δίκτυα ΜΤ και ΥΤ σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, μέσω ειδικών διατάξεων που σβήνουν το τόξο που σχηματίζεται ανάμεσα στις επαφές τους. Οι συνηθέστεροι τύποι σήμερα είναι οι διακόπτες πτωχού ελαίου και οι διακόπτες SF6. Οι διακόπτες ισχύος διαθέτουν ισχυρότατο ελατήριο το οποίο εξασφαλίζει την ταχεία απομάκρυνση των επαφών εντός ελάχιστου χρόνου, κάτω των 5 ms. Αν ο μηχανισμός του ελατηρίου ενεργοποιηθεί και ο διακόπτης ανοίξει, πρέπει να σπλίσει εκ νέου, πράγμα που επιτυγχάνεται με χρήση ηλεκτροκινητήρα ή βοηθητικού χειροστροφάλου.

Στα δίκτυα ΧΤ δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατηγορία αποζευκτών, διότι αφενός είναι δυνατή η εργασία προσωπικού υπό τάση, αφετέρου δε οι διακόπτες φορτίου εξασφαλίζουν επαρκή απόζευξη. Υπάρχουν μόνο διακόπτες φορτίου (χειρισμού) και διακόπτες ισχύος (προστασίας) ή αυτόματοι. Αυτοί έχουν τις ίδιες βασικές ιδιότητες με τους αντίστοιχους διακόπτες μέσης τάσης αλλά είναι πολύ απλούστεροι και φθηνότεροι. Σε απλές εγκαταστάσεις και για ρεύματα μέχρι 100Α χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι μικραυτόματοι, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα χαμηλού κόστους.

Εκτός από απλές εφαρμογές στις περισσότερες περιπτώσεις ο χειρισμός και έλεγχος των φορτίων γίνεται με ηλεκτρονόμους ισχύος αντί για απλούς χειροκίνητους διακόπτες. Ο λόγος είναι ότι οι ηλεκτρονόμοι συνεργάζονται άμεσα με συστήματα αυτοματισμού, από τα απλούστερα με πιεστικούς διακόπτες START-STOP μέχρι προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές PLC και περίπλοκα συστήματα αυτομάτου ελέγχου.

Θα πρέπει να δώσουμε μεγάλη προσοχή στο γεγονός ότι οι αυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται σαν γενικό μέσο απόδειξης και όχι για ζεύξεις και αποζεύξεις φορτίου .



5.0.4 Διακόπτης SF6 της Schneider

- Ασφαλειοαποζευκτες: Δεν θα χρησιμοποιήσουμε ασφαλειοαποζεύκτη στον υποσταθμό μας απλά θα αναφέρουμε λίγα λόγια και γι αυτόν. Ασφαλειοαποζεύκτης είναι ο συνδυασμός αποζευκτη και ασφαλειών η χρήση του είναι να λειτουργεί και σαν αποζεύκτης και σαν ασφάλεια ταυτόχρονα.



5.0.5 Ασφαλειοαποζεύκτης

- Ακροκιβώτια Μέσης Τάσης: Για τον τερματισμό των αγωγών χρειάζονται τα κατάλληλα Ακροκιβώτια τα οποία απομονώνουν τον γυμνό αγωγό από τον υπόλοιπο που είναι μονωμένος. Οι τύποι των ακροκιβωτίων διαφέρουν ανάλογα με τους τύπους των αγωγών. Όσον αφορά τα πλαστικά καλώδια υπάρχουν ειδικά έτοιμα ακροκιβώτια τα οποία είναι φτιαγμένα να προσαρμόζονται άμεσα, ενώ για τους άλλους τύπους αγωγών υπάρχουν ειδικά καλούπια στα οποία πέφτει μέσα ταχύπηκτη χυτοριτίνη η οποία δημιουργεί το ακροκιβώτιο το οποίο θέλουμε. Είτε με τον ένα τρόπο είτε με τον άλλο δεν θεωρείται σωστός ο όρος ακροκιβώτιο αφού δεν αποτελεί κιβώτιο αλλά ένα εξάρτημα ,την ονομασία ακροκιβώτια την πήρε από

τα παλαιού τύπου ακροκιβώτια τα οποία ήταν κουτιά από χυτοσίδηρο η χυτοαλουμίνιο τα οποία χρησιμοποιούνταν σε καλώδια ΝΚΒΑ.

5.4 Γείωση υποσταθμού

Οι γειώσεις των υποσταθμών αποτελούνται από τις εξής επιμέρους γειώσεις

- Γειωμένος ουδέτερος κόμβος Μ/Σ
- Γειωμένο πλέγμα στην κατασκευή του υποσταθμού και χάλκινη περιμετρική ταινία η οποία γειώνεται στο πλέγμα
- Γειωμένη η άφιξη –μέτρηση της ΔΕΗ
- Γειωμένοι αγωγοί καθόδου για την όδευση των κεραυνών που λαμβάνονται στο συλλεκτήριο

Αναλυτικότερα οι γειώσεις αναφέρονται σε παρακάτω κεφαλαίο (αντικεραυνική προστασία γείωση)

5.5 Παροχές μέσης τάσης υποσταθμού

- **Παροχή Α1**

Οι παροχές αυτές είναι οι πιο μικρές παροχές της μέσης τάσης. Οι υποσταθμοί αυτοί είναι ικανοί να τροφοδοτήσουν μετασχηματιστές με συνολική ισχύς 630 KVA. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ασφάλειες μέσης τάσης στα 30 A ενώ η τήξη κάθε ασφάλειας για τον καθένα Μ/Σ δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 40 A. Η ΔΕΗ καθορίζει κάποιους περιορισμούς για την παροχή αυτοί είναι

Α) όταν δεν είναι εμφανής η διακοπή με διακόπτη φορτίου και ασφάλειες είναι υποχρεωτικό να υπάρχουν ασφαλειοαποζεύκτες έτσι ώστε να είναι εμφανής η διακοπή

Β)δεν επιτρέπεται στην θέση των διακοπών φορτίου με ασφάλειες να τοποθετηθούν διακόπτες ισχύος.

- **Παροχή Α2**

Σε αυτή την περίπτωση η ολική ισχύς ξεπερνάει τα 630 KVA ενώ η ισχύς του Μ/Σ είναι μικρότερη από 800 KVA. Σε αυτήν την περίπτωση η μέτρηση γίνεται εξωτερικά (και στην Α1) και η παροχή προστατεύεται με διακόπτη απομόνωσης. Εδώ απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη διακοπών εξοπλισμένοι με κατάλληλο κύκλο αυτόματων επαναφορών. Οι ασφάλειες του υποσταθμού δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 50 Α.

- **Παροχή Β1**

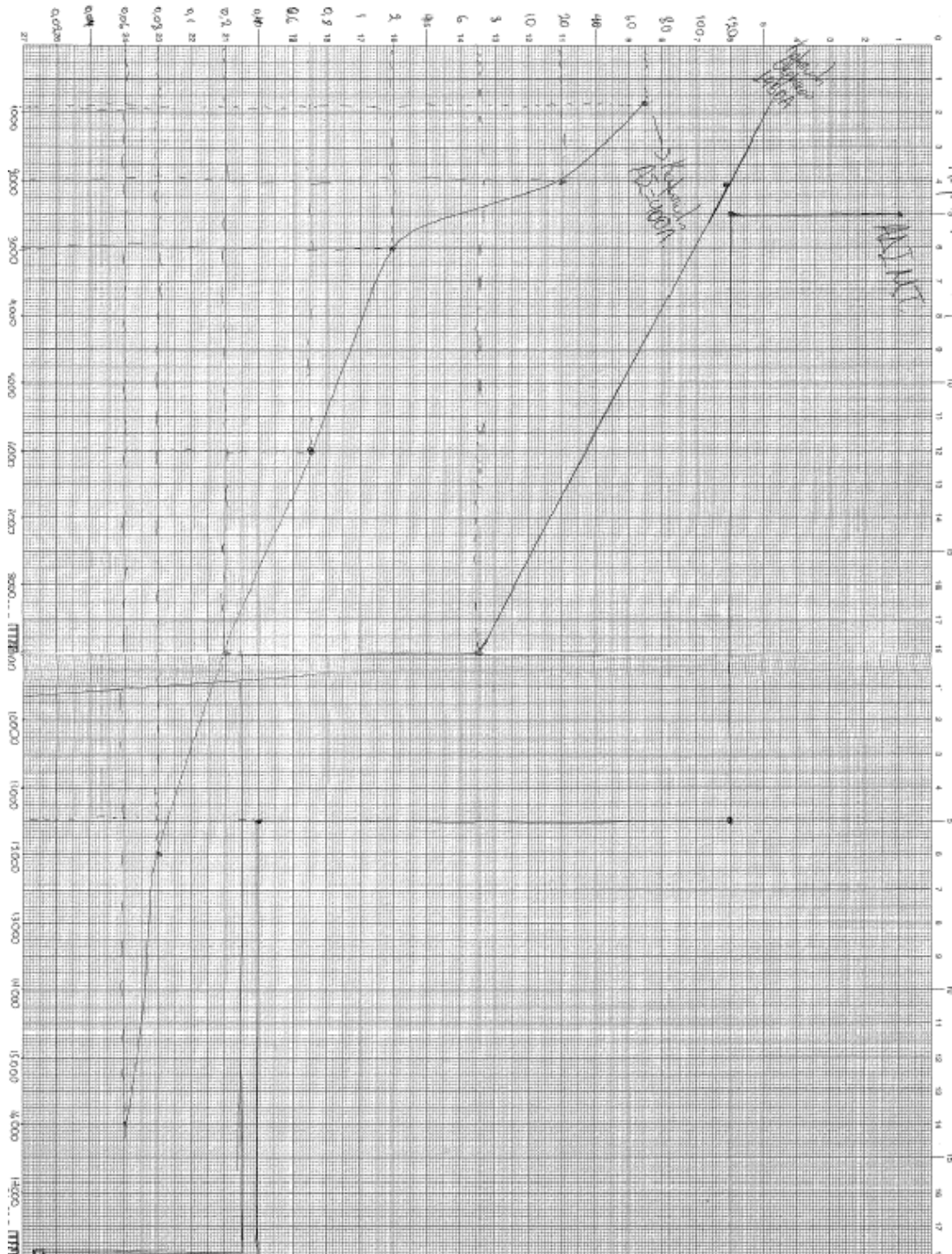
Στην περίπτωση αυτή η ισχύς είναι από 200-630 KVA , εδώ επιβάλλεται η ύπαρξη μέσου προστασίας στην χαμηλή τάση η διακόπτης στιγμιαίας λειτουργίας. Η μέτρηση γίνεται σε ανεξάρτητο δωμάτιο εσωτερικό στον υποσταθμό.

- **Παροχή Β2**

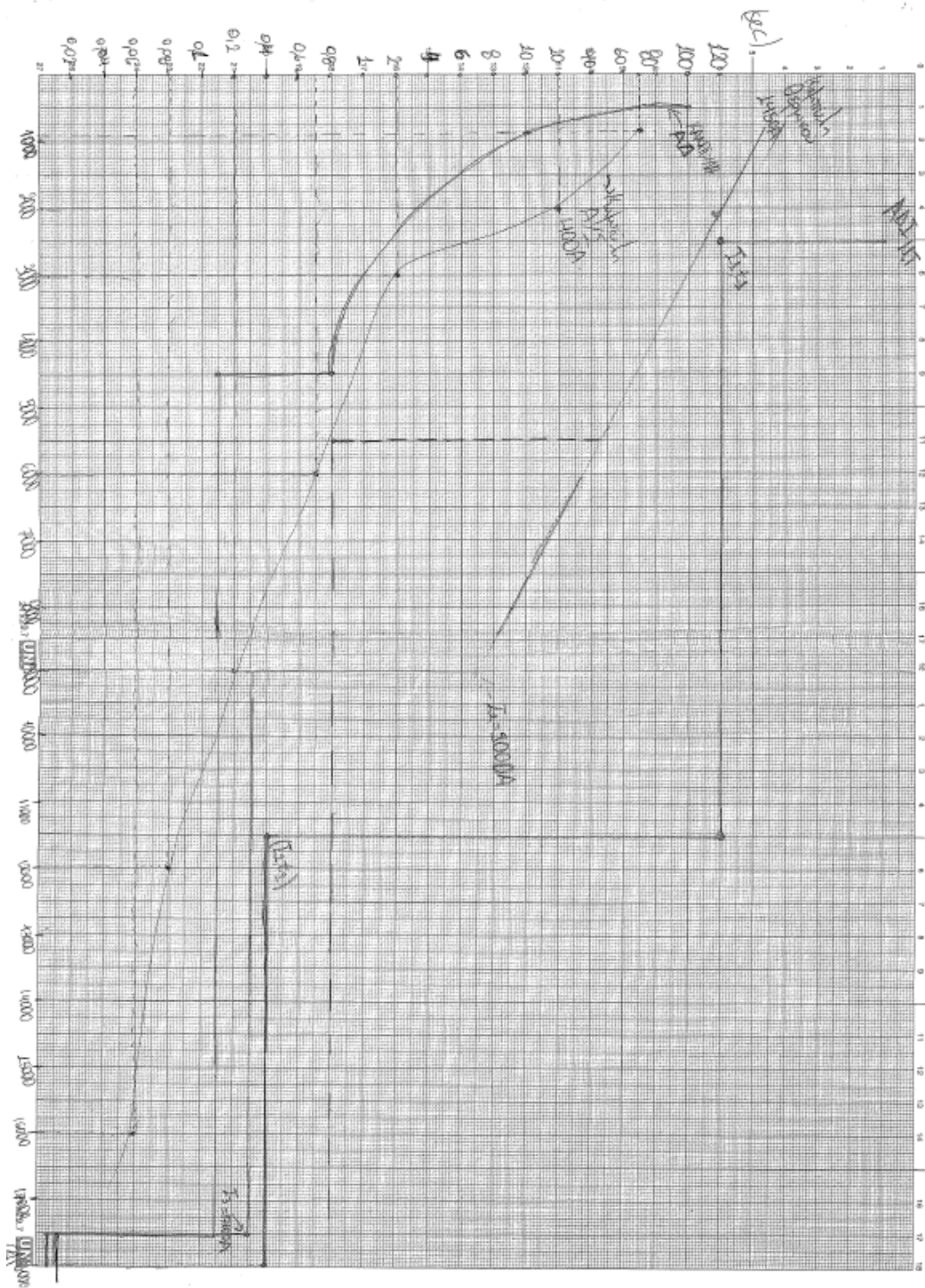
Όπως και στη παροχή Β1 έτσι και σε αυτό τον τύπο παροχής η μέτρηση γίνεται σε ξεχωριστό δωμάτιο στο οποίο έχει πρόσβαση μόνο η ΔΕΗ και για τον λόγο αυτό κλειδώνεται από αυτήν. Σε αυτήν την παροχή τοποθετείται μέσο προστασίας σε κάθε Μ/Σ εκτός και αν η ονομαστική ένταση του μικρότερου Μ/Σ είναι μικρότερη από το 10% της ρυθμιζόμενης έντασης στον διακόπτη ρύθμισης της ΔΕΗ. Όταν υπάρχει μέσο προστασίας με ασφάλειες δεν πρέπει να ξεπερνάνε τα 40 Α. Η ΔΕΗ από πλευρά της τοποθετεί διακόπτες ισχύος, καθώς δεν υπάρχουν περιορισμοί στη συγκεκριμένη παροχή από πλευρά ισχύος.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ αΜ

5.0.6 Ρυθμίσεις ασφαλείας αΜ



5.0.7 Ρύθμιση Αυτόματου διακόπτη ισχύος



Στα παραπάνω μιλιμετρέ έχουν πραγματοποιηθεί οι ρυθμίσεις για ασφάλεια στην χαμηλή τάση 400 A πράγμα που σημαίνει ότι επιλέγουμε αυτόματο διακόπτη ισχύος χαμηλής τάσης με ονομαστικό ρεύμα $I_N = 1600 \text{ A}$ και η ρύθμιση του θερμικού του θα γίνει στα 1450 A και η δεύτερη ρύθμιση του αυτόματου διακόπτη ισχύος θα γίνει στις 9000 A με $t = 0.25 \text{ sec}$ και η 3^η ρύθμιση (στιγμιαία) στα 17600 A. Παρατηρήθηκε όμως ότι αν επιλέξουμε διακόπτη με $I_N = 2000 \text{ A}$ η δεύτερη ρύθμιση θα γίνει $I_2 = 5600 \text{ A}$ και σε χρόνο $t = 0.8 \text{ sec}$ εξασφαλίζεται η επιλογική προστασία και έχουμε γρηγορότερη απόκριση στα βραχυκυκλώματα.

Για την ρύθμιση αυτόματου διακόπτη μέσης τάσης έχουμε ότι $I_1 = 1.7 * I_N = 1.7 * 1450 / 50 = 49.3 \text{ A}$ και χρόνο $t = 120 \text{ sec}$ επίσης για δεύτερη ρύθμιση $I_2 = 8 * 1450 / 50 = 232 \text{ A}$ σε χρόνο $t_2 = 0.4 \text{ sec}$ και τέλος για τρίτη ρύθμιση (στιγμιαία) $I_3 = 12.5 * 1450 / 50 = 360 \text{ A}$. Τέλος παρατηρήθηκε ότι αν χρησιμοποιήσουμε στην χαμηλή τάση αντί για ασφάλεια αυτόματο διακόπτη πετυχαίνουμε καλύτερη ρύθμιση στο θερμικό ας δούμε λοιπόν αναλυτικότερα τις μετρήσεις. Αν στην θέση της ασφάλειας τήξεως των 400 A χρησιμοποιήσουμε αυτόματο διακόπτη με $I_N = 630 \text{ A}$ η ρύθμιση του θερμικού του θα γίνει στα 440 A , η ρύθμιση μαγνητικού θα γίνει $I_2 = 4400 \text{ A}$ σε χρόνο $t = 0.15 \text{ sec}$. Η ρύθμιση του αυτόματου διακόπτη ισχύος κεντρικού θα παραμείνει ίδιος με ρύθμιση $I_2 = 5500 \text{ A}$ σε χρόνο $t_2 = 0.2 \text{ sec}$. Για την μέση τάση το I_1 και ο χρόνος t_1 θα παραμείνουν ίδια και η δεύτερη ρύθμιση θα γίνει $I_2 = 130 \text{ A}$ σε χρόνο $t_2 = 0.25 \text{ sec}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

6.1 Γενικά

Η αντικεραυνική προστασία είναι ένα αντικείμενο που συνδυάζει τον κεραυνό αλλά και το σύνολο των μέσων που χρειάζονται για να προστατευτούμε από τα πλήγματα του. Τις περισσότερες φορές ο κεραυνός διοχετεύεται απευθείας προς την γη χωρίς να δημιουργεί προβλήματα αλλά παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις που δημιουργεί τεράστιες ζημίες τόσο στον ανθρώπινο οργανισμό όσο και σε κατασκευές.

Δεν θα αναφερθούμε στις επιπτώσεις του κεραυνού στον άνθρωπο αλλά θα δούμε λεπτομερώς τι υλικές ζημίες μπορεί να επιφέρει η πτώση του σε διάφορες κατασκευές.

Αρχικά ας δούμε τι είναι ο κεραυνός ,ο κεραυνός είναι μια ηλεκτρική εκκένωση ατμοσφαιρικής προέλευσης απλή η πολλαπλή μεταξύ του νέφους και της γης, υπάρχει περίπτωση πολλές φορές κεραυνοί να δημιουργούνται μεταξύ νεφών αλλά και εντός των νεφών ,αυτοί οι κεραυνοί δεν αποτελούν κίνδυνο προς τον άνθρωπο αλλά και τις κατασκευές στην επιφάνεια της γης και για το λόγο αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη στην μελέτη της αντικεραυνικής προστασίας.

6.2 Επιπτώσεις σε κατασκευές

Οι ζημίες που προκαλούνται από την πτώση του κεραυνού στην κατασκευή μας οφείλεται στο ίδιο ηλεκτρικό τόξο εκκένωσης είτε σε δευτερογενή φαινόμενα που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της εκκένωσης . Ανάλογα με τα πιο πάνω φαινόμενα και τις επιπτώσεις που παρατηρούνται κατά την διάρκεια της εκκένωσης σε μια κατασκευή μπορούμε να τις διακρίνουμε σε τρεις κατηγορίες:

- Θερμικές επιδράσεις
- Μηχανικές επιδράσεις
- Ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις

Ξεκινήσουμε να βλέπουμε αναλυτικότερα αυτές τις τρεις κατηγορίες, ξεκινώντας από τις θερμικές επιδράσεις .

Οι θερμικές επιδράσεις σχετίζονται με την ενέργεια του κεραυνού σε περίπτωση ωμικής ζεύξης και το ολικό φορτίο η το κρουστικό φορτίο που αναπτύσσονται τόξα στην εγκατάσταση . Δημιουργώντας έτσι ρωγμές σε δομικά μέρη ,διάτρηση η και τήξη των υλικών της κατασκευής ως αποτέλεσμα της μεγάλης απότομης αύξησης της θερμοκρασίας τους λόγω του φαινομένου joule και λόγω της μεταφοράς ενέργειας μεταξύ του τόξου και της περιοχής που υπέστη το πλήγμα του κεραυνού.

Εκτός από την περιοχή πλήγματος το φαινόμενο joule αναπτύσσεται και με την ροή ρεύματος σε σημεία όπου υπάρχει μεγάλη ωμική αντίσταση όπως κακές επαφές καθώς και υλικά που έχουν μεγάλη ειδική αντίσταση.

6.3 Μηχανικές επιδράσεις

Οι μηχανικές επιδράσεις σχετίζονται με την μέγιστη τιμή του εύρους του ρεύματος του κεραυνού και την ειδική ενέργεια του . Δημιουργούνται μηχανικές εκπονήσεις όπως παραμορφώσεις η μετακινήσεις των υλικών της κατασκευής η και αποκόλληση τμημάτων πολυτμηματικών υλικών ως αποτέλεσμα των ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την διέλευση του ρεύματος του κεραυνού καθώς και της απότομης μεταφοράς ενέργειας μεταξύ του κεραυνού και της κατασκευής .

6.4 Ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις

Οι ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις σχετίζονται με το μέγιστο εύρος και την κλίση του μετώπου του ρεύματος του κεραυνού . Δημιουργούνται τεράστιες υπερτάσεις οι οποίες οδηγούν στην ηλεκτρική διάσπαση μονώσεων ως προς την γη η μεταξύ κυκλωμάτων διαφορετικής τάσης με άμεσο κίνδυνο σημαντική βλάβη η απώλεια της ανθρώπινης ζωής ,έναρξη πυρκαγιάς η έκρηξης καθώς και την άμεση διακοπή των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Επίσης δημιουργούνται ηλεκτροστατικά πεδία τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των ηλεκτρονικών συσκευών που υπάρχουν στον χώρο.

Με βάση το σύστημα που εξοπλίζουμε το κτίριο αλλά και την πιθανότητα να χτυπήσει κεραυνός την εγκατάσταση μας υπάρχει και η αντίστοιχη στάθμη οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Στάθμη προστασίας	Αποτελεσματικότητα ΣΑΠ
<u>1</u>	0,98
<u>2</u>	0,95
<u>3</u>	0,9
<u>4</u>	0,8

6.0.1 Πίνακας στάθμης προστασίας-αποτελεσματικότητα

Οι παράμετροι που διαλέγουμε κατά την μελέτη και εξέταση της αντικεραυνικής προστασίας για το ποια στάθμη είναι κατάλληλη είναι οι διαστάσεις , η θέση ,και το υλικό κατασκευής ,η κατηγορία στην οποία αυτή κατατάσσεται ανάλογα με την χρήση και τις συνέπειες που θα έχει η καταστροφή της στον άνθρωπο αλλά και στο περιβάλλον καθώς και το πόσο συχνά χτυπούν κεραυνοί την ευρύτερη περιοχή της εγκατάστασης μας, δηλαδή για την επιλογή της κατάλληλης στάθμης προστασία απαιτείται η γνώση της συχνότητας των κεραυνικών πληγμάτων .Την μέση λοιπόν ετήσια πυκνότητα κεραυνικών πληγμάτων μας δίνει ο τύπος $N_g=0.04 \cdot T_d^{1,25}$ με μονάδα μέτρησης τα πλήγματα κεραυνού ανά km^2 όπου T_d είναι ο αριθμός των ημερών που έχει καταιγίδα ανά έτος.

Για την αναγκαιότητα του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ) έχουμε τον παρακάτω κανονισμό αν ισχύει λοιπόν $N_d > N_c$ τότε δεν χρειάζεται σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Εάν $N_d < N_c$ τότε πρέπει να εγκατασταθεί σύστημα αντικεραυνική προστασία αποτελεσματικότητας $E \geq 1 - N_c / N_d$ και να επιλέγει η αποδεκτή στάθμη προστασίας_του πίνακα 2

Αποτελεσματικότητα ΣΑΠ	Στάθμη προστασίας ΣΑΠ
$E > 0,98$	1+ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΕΣΑ
$0,95 < E \leq 0,98$	<u>1</u>

$0,9 < E \leq 0,95$	<u>2</u>
$0,8 < E \leq 0,9$	<u>3</u>
$0 < E \leq 0,8$	<u>4</u>

6.0.2 Πίνακας αποτελεσματικότητας-στάθμης προστασίας

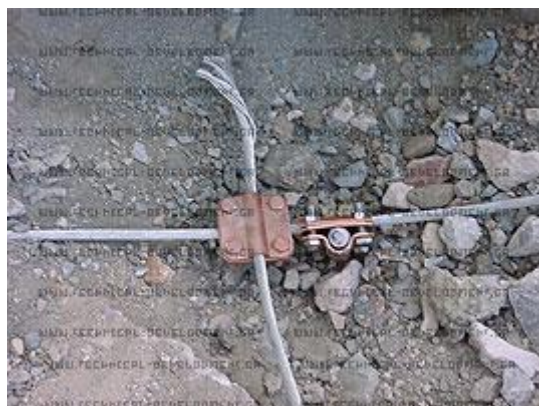
6.5 Εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας (ΕΑΠ)

Η εξωτερική ΕΑΠ έχει ως στόχο να συλλαμβάνει με το συλλεκτήριο τον κεραυνό πριν πλήξει το κτίριο που προστατεύει και να διοχετεύει το ρεύμα του κεραυνού προς το έδαφος χάρη στους αγωγούς καθόδου που διαθέτει χωρίς να προκαλούνται θερμικές και μηχανικές επιδράσεις στην κατασκευή αλλά και καθώς συμβάλει στην προστασία των ανθρώπων που βρίσκονται στο εσωτερικό της κατασκευής από τεράστιες υπερτάσεις.

Η ΕΑΠ αποτελείται από το συλλεκτήριο που όπως είπαμε και πιο πάνω συλλαμβάνει τον κεραυνό προτού χτυπήσει το κτίριο ,το σύστημα των αγωγών καθόδου που οδηγούν το ρεύμα του κεραυνού προς την γείωση καθώς και το σύστημα γείωσης που άγει και διαχέει το ρεύμα του κεραυνού στο έδαφος.



6.0.3 Αγωγός καθόδου για την όδευση του ρεύματος προς την γείωση



6.0.4 Γείωση διοχέτευση του ρεύματος του κεραυνού στο έδαφος

6.6 Υπολογισμοί της δικής μας εγκατάστασης για τοποθέτηση αντικεραυνικής προστασίας.

N_g Αγρινίου= 4κεραυνοί/ km^2 όπου N_g η πυκνότητα των κεραυνών

$N_d = N_g * \Delta c * C_e$ (ο τύπος αυτός δίνει τους ετήσιους κεραυνούς)

Το C_e παίρνει τιμές από 2-0 ανάλογα την προστασία του κτιρίου

Άρα $N_d = 4 \text{ κεραυνοί /km}^2 * 942,6 * 10^{-6} \text{ km}^2 * 1.3 = 0.00481 \text{ κεραυνοί /έτος.}$

Η αξιοπιστία τώρα δίνεται από τον τύπο $E = 1 - N_c / N_d$. Το N_c δείχνει για κάθε χώρα και είδος κτιρίου πόσοι κεραυνοί θα πέσουν στο κτίριο το N_c συγκεκριμένη περίπτωση είναι 0.005 άρα η αξιοπιστία θα ναι

$$E = 1 - 0,005 / 0,0048 = - 0,041$$

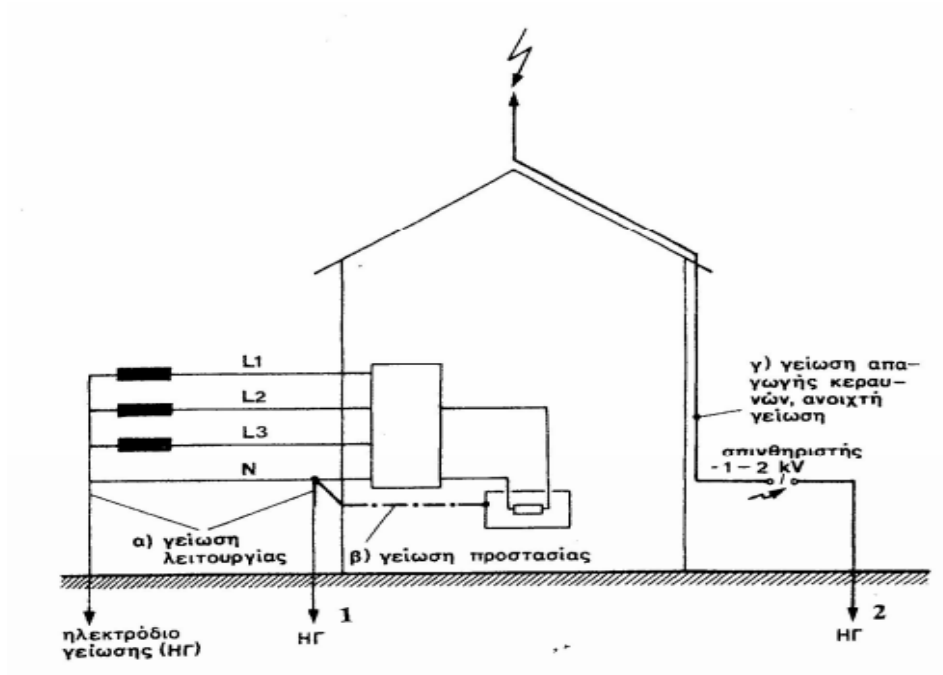
Ο κανονισμός λέει πως αν $E < 1$ τότε το κτίριο θέλει αντικεραυνική προστασία έτσι και εμείς έχουμε βάλει αντικεραυνική προστασία η οποία περιγράφεται πιο πάνω λεπτομερώς.

6.7 Γειώσεις

Γείωση ονομάζεται η αγώγιμη σύνδεση με την γη. Σκοπός της γείωσης είναι η προστασία ηλεκτρικών συσκευών και των ανθρώπων μέσα στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση όπου προστατεύει από τα βραχυκυκλώματα και την ηλεκτροπληξία. Κάθε γείωση εξαρτάται από σκοπό για τον οποίο γίνεται, την αντίσταση γείωσης η οποία πρέπει να είναι όσο πιο χαμηλή γίνεται και από το έδαφος στο οποίο κατασκευάζεται.

Είδη γειώσεων:

- Λειτουργίας είναι η γείωση ενός σημείου του ενεργού κυκλώματος δηλαδή αποτελεί μέρος του κυκλώματος λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Προστασίας είναι γείωση την οποία βάζουμε κυρίως στα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης για να μην εμφανιστεί επικίνδυνη τάση.
- Ασφαλείας αυτό το είδος χρησιμοποιείται για την αντικεραυνική προστασία διότι μεταφέρει τα στατικά ηλεκτρικά φορτία προς την γη.

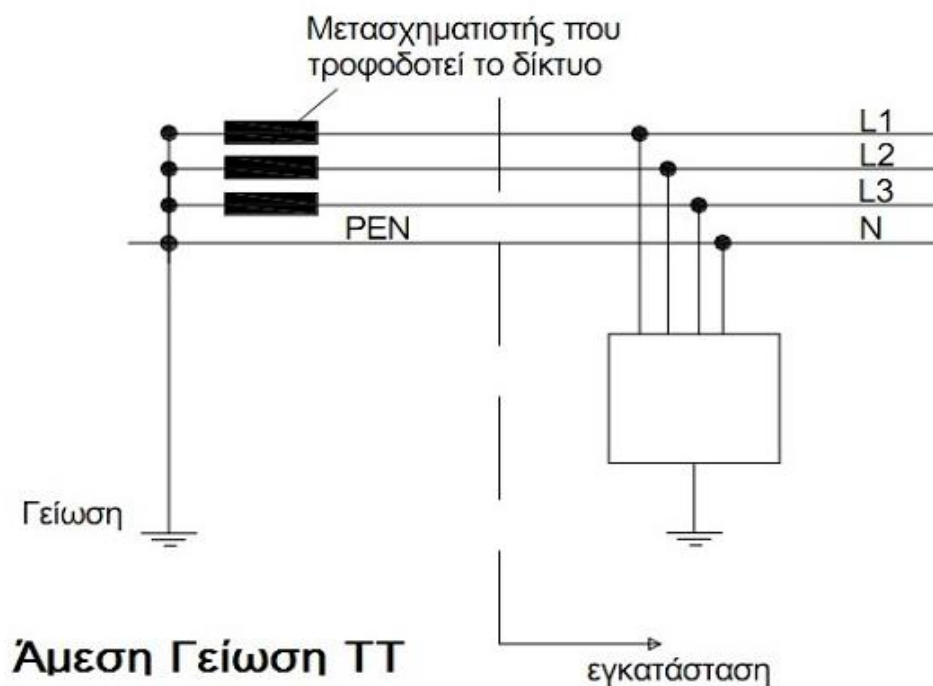


6.0.5 Τα τρία είδη γείωσης σε ένα σχήμα

6.8 Μέθοδοι γείωσης προστασίας

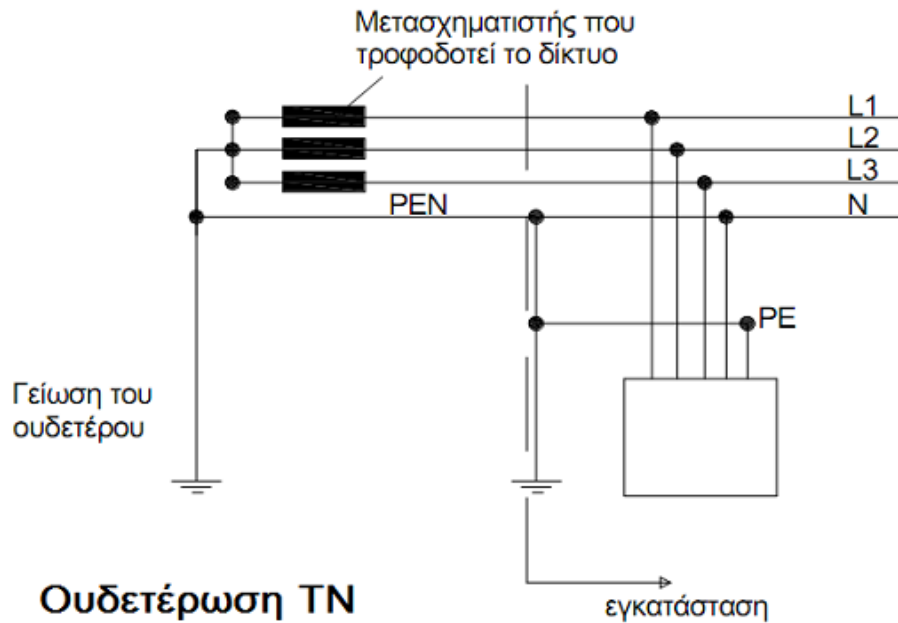
Η μέθοδος γείωσης προστασίας μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους. Με την άμεση γείωση την ουδετέρωση.

Η άμεση γείωση συνδέει τα μεταλλικά μέρη απευθείας με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Έτσι σε περίπτωση σφάλματος ο διακόπτης διαρροής ρεύματος θα δει διαφορά μαγνητικού πεδίου και θα διακόψει την ροή του ρεύματος. Αυτό η μέθοδος γείωσης απαιτεί πολύ μικρή γείωση αντίστασης 1Ω. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνο στην Αττική. Δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιούνται δυο μέθοδοι γείωσης ταυτόχρονα.



6.0.6 Άμεση γείωση

Η ουδετέρωση πήρε το όνομα της λόγω του ότι συνδέεται με τον ουδέτερο του δικτύου, αυτή η σύνδεση γίνεται μέσα στον μετρητή της ΔΕΗ. Η ΔΕΗ γειώνει ανά δεύτερη κολώνα και στο ρολόι του καταναλωτή.



6.0.7 Μέθοδος ουδετέρωσης

6.9 Τεχνικές Γείωσης

Για την εγκατάσταση της γείωσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορες τεχνικές ώστε να πετύχουμε όσο πιο μικρή αντίσταση μπορούμε. Παρακάτω θα γίνει μια βασική ανάλυση μερικών τεχνικών.

Αρχικά υπάρχει μια εύκολη λύση ο γειωτής ράβδου από γαλβανισμένο χάλυβα η οποία καρφώνεται στο έδαφος ευθεία η ελαφρώς λοξά. Ο γειωτής ράβδου καρφώνεται σε βάθος 2,5m.

Γείωση ταινίας είναι μια τεχνική στην οποία χρησιμοποιούμε γαλβανισμένο χάλυβα ή χαλκό σε ταινία. Εδώ πρέπει να μπει σε σκαμμένο έδαφος από 0,7-1m βάθος ώστε το έδαφος να είναι υγρό και η υγρασία να κάνει μικρότερη την αντίσταση γείωσης. Απατάται να έχει βάθος τουλάχιστον 0,5m. Τοποθετείται ευθύγραμμα η κυκλικά γύρω από την εγκατάσταση.

Ακτινικός γείωσης είναι μία γείωση όπου μπαίνουν ράβδοι στο έδαφος με μορφή αστέρα σε βάθος 0,8m. Σε αυτή την γείωση χρησιμοποιούμε γαλβανισμένο χάλυβα η χαλκό.

Η θεμελιακή γείωση ονομάζεται έτσι λόγω του ότι μπαίνει στα θεμέλια της εγκατάστασης και πλέον με τον ΕΛΟΤ HD 384 συνιστάται αλλά δεν είναι υποχρεωτική. Η επιλογή της θεμελιακής γείωσης έχει γίνει και στην δική μας εγκατάσταση. Τα υλικά ομοίως είναι από γαλβανισμένο χάλυβα η χαλκό. Το σχήμα της γείωσης είναι ένας κλειστός βρόχος μέσα στο σκυρόδεμα και τοποθετείτε γύρω γύρω όπως πάνε οι εξωτερικοί τοίχοι του κτηρίου.



6.0.8 Θεμελιακή γείωση από γαλβανισμένο χάλυβα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Πυρασφάλεια

7.1 Ανιχνευτές

Στο αντλιοστάσιο υπάρχουν κάποια είδη ανιχνευτών για την άμεση ανίχνευση περίπτωσης πυρκαγιάς και την άμεση πυρόσβεσης αυτής χρησιμοποιούνται ανιχνευτές καπνού ,ανιχνευτές φλόγας και πυροσβεστήρες τύπου κόνεως (ξηρής σκόνης). Το αντλιοστάσιο έχει τρεις ανιχνευτές φλόγας και καπνού καθώς και έξι πυροσβεστήρες τύπου κόνεως διασκορπισμένους σε εμφανή σημεία μέσα στο αντλιοστάσιο. Φωτοηλεκτρικός ανιχνευτής δεν υπάρχει στο αντλιοστάσιο διότι δεν είναι καθαρό το περιβάλλον στο εσωτερικό του παρολαυτά θα αναφερθούν κάποιες λεπτομέρειες πιο κάτω .Ας δούμε τα παραπάνω μέτρα ανίχνευσης και πυρόσβεσης αναλυτικά.

7.2 Ανιχνευτές καπνού

Οι ανιχνευτές καπνού αποτελούν μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες ανιχνευτών. Ουσιαστικά αντιλαμβάνονται την ύπαρξη καπνού και τότε δίνουν το ανάλογο σήμα συναγερμού. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε επαγγελματικές εφαρμογές, όπως βιομηχανίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία ή και κτίρια γραφείων. Στην ευρύτερη κατηγορία των ανιχνευτών καπνού ανήκουν διάφορες υποκατηγορίες με κριτήριο διαφοροποίησης την αρχή λειτουργίας τους. Συγκεκριμένα υπάρχουν οι ανιχνευτές ιονισμού, οι φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές - που και αυτοί χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες, τους σημειακούς και τους ανιχνευτές δέσμης και τέλος οι ανιχνευτές δειγματοληψίας αέρα (air sampling smoke detectors).

Οι ανιχνευτές ιονισμού ουσιαστικά αποτέλεσαν τον πρώτο εκπρόσωπο αυτής της κατηγορίας. Αποτελούνται από δύο θαλάμους ιονισμού. Ο ένας από αυτούς επικοινωνεί με το περιβάλλον και ονομάζεται θάλαμος μέτρησης. Ο δεύτερος που είναι κλειστού τύπου, χρησιμοποιείται ως θάλαμος αναφοράς και παρουσιάζει πολύ μεγάλο βαθμό ευαισθησίας σε φωτιές βραδείας καύσης. Στο θάλαμο αναφοράς τοποθετείται μία πηγή ιονίζουσας ακτινοβολίας, όπως το χημικό στοιχείο Americium 241, με το οποίο επιτυγχάνεται ο

ιονισμός του αέρα μεταξύ των δύο θαλάμων, δημιουργώντας έτσι μια ροή ηλεκτρικού ρεύματος από τον εσωτερικό προς τον εξωτερικό θάλαμο, όταν φυσικά ο ανιχνευτής είναι υπό τάση. Όταν ο καπνός εισχωρεί μέσα στον ιονισμένο χώρο, ελκύεται από τα ιονισμένα σωματίδια και αυτό προκαλεί τη μείωση της ροής του ρεύματος και την αύξηση της τάσης που καταγράφεται μεταξύ των δύο θαλάμων. Αυτή η αύξηση της τάσης εντοπίζεται από ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που ενεργοποιεί τον ανιχνευτή και δίνεται ένδειξη συναγερμού. Το πλεονέκτημα των ανιχνευτών ιονισμού είναι ότι αντιδρούν τόσο στα ορατά όσο και στα αόρατα προϊόντα της καύσης, αλλά δεν επηρεάζονται από μεταβολές θερμοκρασίας, υγρασίας του περιβάλλοντος και οριζόντιων ρευμάτων μέχρι την ταχύτητα των 10 m/sec. Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να ρυθμιστεί ο βαθμός ευαισθησίας τους ανάλογα με τις συνθήκες του χώρου. Όμως μειονεκτούν στο γεγονός ότι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε πολύ δυνατά ρεύματα αέρα, ενώ συχνά δεν συμπεριφέρονται σωστά και σε ορισμένους τύπους καπνού, όπως σε αυτούς που παράγονται από το μαγείρεμα, από τις μηχανές εσωτερικής καύσης αλλά και από διάφορες χημικές διεργασίες. Οι ανιχνευτές ιονισμού οφείλουν να είναι πιστοποιημένοι από επίσημους Οργανισμούς τόσο για την ποσότητα εκπεμπόμενης ραδιενέργειας όσο και γενικότερα για τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.



7.0.1 Ανιχνευτής καπνού

7.3 Ανιχνευτές φλόγας

Μια ειδική κατηγορία ανιχνευτών που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεγάλου ύψους όπως αποθήκες, είναι οι ανιχνευτές φλόγας. Καθώς η φλόγα αποτελεί το ορατό αποτέλεσμα της καύσης μπορεί να εντοπισθεί από τη συχνότητα πάλμωσης που παρουσιάζει. Ακριβώς αυτό το χαρακτηριστικό ανιχνεύουν οι ανιχνευτές φλόγας και ενεργοποιούν το σύστημα πυρανίχνευσης. Θα πρέπει πάντα η χρήση τους να συνδυάζεται με ανιχνευτές καπνού, για λόγους αυξημένης ασφάλειας.



7.0.2 Ανιχνευτής φλόγας bosch

7.4 Πυροσβεστήρας ξηράς σκόνης

Με το πέρασμα του χρόνου, οι φορητοί πυροσβεστήρες έχουν βελτιωθεί και χρησιμοποιούν κάθε τύπο κατασβεστικού μέσου. Πολλαπλής χρήσεως πυροσβεστήρες ξηρής χημικής ουσίας (κονεως) έχουν σχεδιασθεί για να χρησιμοποιούνται σε κοινά καύσιμα (Κατηγορίας Α), εύφλεκτα υγρά (Κατηγορίας Β) και πυρκαγιές ηλεκτρικών (τύπου C). Οι πυροσβεστήρες καθαρού νερού είναι κατάλληλοι για χρήση σε πυρκαγιές Κατηγορίας-Α. Υπάρχουν πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακος και αλογονούχων μέσων για πυρκαγιές Κατηγοριών Α, Β και C. Ένας πυροσβεστήρας εύφλεκτων μετάλλων (κατηγορίας D) μπορεί να είναι τόσο απλός όσο ένας κουβάς ξηρής άμμου με ένα φανάρι που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της άμμου.

Τα μέσα κατάσβεσης που χρησιμοποιούνται σε εύφλεκτα μέταλλα είναι τα μέσα ξηράς σκόνης. Συνήθως το μέσον "κυκλοφορεί" σε κουβά, ή πυροσβεστήρα. Αυτά τα μέσα ελέγχουν τη φωτιά δημιουργώντας ένα κάλυμμα στην καιγόμενη επιφάνεια και αποβάλλουν το οξυγόνο. Ορισμένα δεν είναι τίποτε περισσότερο από ξηρή άμμο και άλλα είναι γραφίτες ή ειδικές σκόνες. Ορισμένα περιέχουν πλαστικά σταγονίδια τα οποία λειώνουν και βοηθούν στη δημιουργία καλύμματος. Το νερό δεν χρησιμοποιείται ευρέως σε εύφλεκτα μέταλλα αφού μπορεί να αντιδράσει βίαια, ειδικά με το Μαγνήσιο και το Νάτριο προκαλώντας εκρήξεις. Αυτές οι εκρήξεις μπορούν να καταιονίσουν καιγόμενο υλικό στους πυροσβέστες, προκαλώντας τραυματισμούς από εγκαύματα. Το έντονο φως που δημιουργείται από την έκρηξη μπορεί επίσης να προκαλέσει βλάβες στα μάτια. Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί νερό πρέπει να εφαρμόζεται σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Τέλος λίγα λόγια για τους φωτοηλεκτρικούς ανιχνευτές τους οποίους δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λόγω των αιωρούμενων σωμάτων(π.χ. σκόνη) στο εσωτερικό του αντλιοστασίου

7.4 Φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές καπνού

Μια άλλη κατηγορία ανιχνευτών καπνού είναι και οι φωτοηλεκτρικοί, που χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους: τους σημειακούς και τους ανιχνευτές δέσμης. Οι σημειακοί αποτελούνται από ένα θάλαμο στον οποίο έχουν τοποθετηθεί ένας πομπός υπέρυθρης ακτινοβολίας και ένας αντίστοιχος δέκτης. Όταν ο χώρος στον οποίο είναι τοποθετημένος ο ανιχνευτής είναι καθαρός, τότε επόμενο είναι να είναι καθαρός και ο θάλαμος του ανιχνευτή. Στην περίπτωση τώρα όπου εισέλθει καπνός στο θάλαμο, τότε η υπέρυθρη ακτινοβολία προσκρούει στα σωματίδια του καπνού και αλλάζει χωρίς τάξη την πορεία της. Τότε λοιπόν ένα ποσοστό αυτής προσεγγίζει το δέκτη και σε περίπτωση που ξεπεραστεί μια προκαθορισμένη τιμή τότε δίνεται και η ένδειξη συναγερμού. Το πρόβλημα είναι όμως ότι το ίδιο μπορεί να συμβεί και στην περίπτωση ύπαρξης άλλων σωματιδίων όπως σκόνης ή ακόμα και μικρών εντόμων. Για το λόγο αυτό και για να αποφεύγονται οι λανθασμένοι συναγερμοί δεν θα πρέπει να τοποθετούνται φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές σε χώρους με όχι καλές συνθήκες καθαρότητας του αέρα.

Σήμερα οι φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές χρησιμοποιούνται περισσότερο από τους ανιχνευτές ιονισμού, διότι έχουν μεγάλο βαθμό αξιοπιστίας και εμφανίζουν μικρότερο ποσοστό λανθασμένων συναγερμών. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι έχουν πολύ καλή συμπεριφορά στον ορατό καπνό που αποτελείται από μεγάλα σωματίδια, ενώ αντιθέτως δεν είναι τόσο ευαίσθητοι σε μικρά σωματίδια καπνού (όπως οι ανιχνευτές ιονισμού). Εντούτοις τα μικρά σωματίδια καπνού προκαλούνται συνήθως από φωτιές ταχείας καύσης, κάτι το οποίο στις σύγχρονες κατασκευές λόγω των υλικών που επιλέγονται, δεν είναι τόσο συνηθισμένο. Για το λόγο αυτό οι φωτοηλεκτρικοί αποκαλούνται και ανιχνευτές ορατού καπνού. Άλλο ένα πλεονέκτημά τους είναι η χαμηλότερη ενεργειακή τους κατανάλωση, διότι ο πομπός δεν εκπέμπει συνεχώς αλλά ανά περιόδους, που απέχουν φυσικά λίγα δευτερόλεπτα μεταξύ τους. Οι φωτοηλεκτρικοί ανιχνευτές δέσμης χρησιμοποιούνται για την κάλυψη μεγάλων χώρων. Αποτελούνται από ένα πομπό που εκπέμπει τη δέσμη και ένα δέκτη. Όταν στο χώρο δεν υπάρχουν σωματίδια καπνού, τότε ολόκληρη η δέσμη φτάνει στο δέκτη - ενώ στην αντίθετη περίπτωση κάποιο ποσοστό της δέσμης απορροφάται και μειώνεται η ποσότητα που φτάνει στο δέκτη. Όταν αυτή η μείωση υπερβεί κάποια καθορισμένη τιμή, τότε δίνεται και η ανάλογη ένδειξη συναγερμού.

Βιβλιογραφία

Βιβλίο Βασιλείου Μπιτζιώνη <<Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις>> 2^η έκδοση, εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Βιβλίο Πέτρου Ντοκόπουλου <<Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών>>, εκδόσεις ΖΗΤΗ

Βιβλίο Παντελή Μαλατέστα Ηλεκτρικές Μηχανές 2^η έκδοση, εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Βιβλίο Λάμπρου Οικονόμου, Γεώργιου Φώτη, Χρήστου Χριστοδούλου <<Υψηλές Τάσεις>> 3^η έκδοση, εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

<http://technicaldrawing.mouroutsos.net>

ΤΕΙ Πάτρας Ηλεκτρολογίας σημειώσεις εργαστηρίου ΕΗΕ

ΤΕΙ Πάτρας Ηλεκτρολογίας σημειώσεις εργαστηρίου Βιομηχανικά Ηλεκτρονικά Ισχύος

Διπλωματική Εργασία <<Μέτρηση της αντίστασης γείωσης σε εγκαταστάσεις κτηρίων>>
Καγιά Ευθύμιου

<http://www.electrocom.gr>

Κατάλογοι εταιρίας ABB

Κατάλογοι εταιρίας Schneider Electric

Κατάλογοι εταιρίας Bosch

<http://www.michanikos.gr>

Ηλεκτρολογικά σχέδια erlan και Microsoft visio