

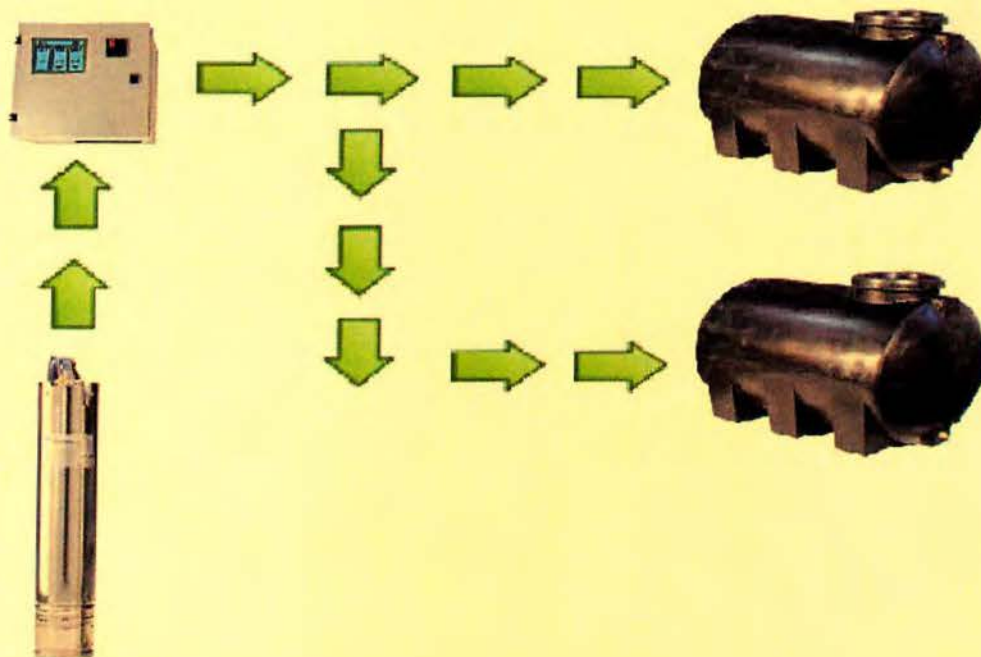


ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

#17
495
A4T

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΓΗ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ .



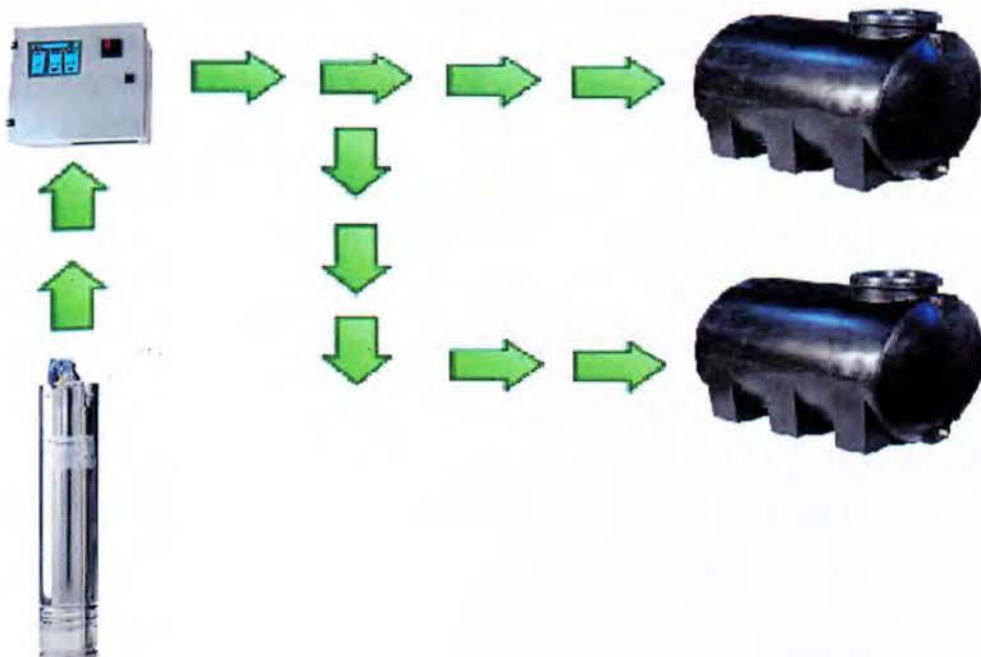
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ. Μιχάλης Παπουτσιδάκης
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ. Γκουρντίλης Βασίλειος ΑΜ.32665

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

AUTOMATION OF UNDERWATER THREE- PHASE MOTOR AND
ALTERATION OF THE CONTROL FLOW OF WATER TANKS.



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ. Μιχάλης Παπουτσιδάκης
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ. Γκουρντίλης Βασίλειος ΑΜ.32665

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.....	7
ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	8
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	10
- 1.1.1 Επαγωγή	10
- 1.1.2 Ρευματοφόρος αγωγός μέσα σε μαγνητικό πεδίο	11
- 1.1.3 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος	12
- 1.1.4 Είδη τυλιγμάτων ΣΡ – Είδη κινητήρων ΣΡ	15
- 1.1.5 Σύγχρονος κινητήρας ΕΡ	16
- 1.1.6 Αλλαγή φοράς περιστροφής	18
- 1.1.7 Ασύγχρονοι κινητήρες	20
- 1.1.8 Λειτουργία των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων	24
- 1.1.9 Απώλειες	29
1.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	30
- 1.2.1 Εισαγωγή	30
- 1.2.2 Κατηγορίες αντλιών	31
- 1.2.3 Εξαρτήματα του υποβρύχιου κινητήρα	32
1.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	36
- 1.3.1 Εισαγωγή	36
- 1.3.2 Ηλεκτρόδια στάθμης	38
1.4 ΑΓΩΓΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	40
1.5 ΓΕΩΤΡΗΣΗ.....	41
- 1.5.1 Εισαγωγή	41
- 1.5.2 Γεώτρηση	42
- 1.5.3 Εγκατάσταση του υποβρύχιου κινητήρα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	45
2.1 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	45
- 2.1.1 Εισαγωγή	45
- 2.1.2 Τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος	46

2.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	49
- 2.2.1 Βαθμός προστασίας	49
- 2.2.2 Εγκατάσταση του πίνακα	51
- 2.2.3 Μέρη του ηλεκτρικού πίνακα.....	52
2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	56
- 2.3.1 Κύριο κύκλωμα τριφασικού κινητήρα	56
- 2.3.2 Κύριο κύκλωμα του αστέρα τριγώνου	57
- 2.3.3 Λειτουργία κύριου κυκλώματος	58
- 2.3.4 Ασφάλειες τήξης	61
- 2.3.5 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι)	61
- 2.3.6 Ηλεκτρονόμοι	64
- 2.3.6.1 Αρχή λειτουργίας	65
- 2.3.6.2 Κατηγορίες ηλεκτρονόμων	66
- 2.3.7 Υπολογισμός ηλεκτρικών αγωγών	68
- 2.3.8 Θερμικό	71
- 2.3.8.1 Λειτουργία θερμικού	73
2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	74
- 2.4.1 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος αυτόματο – χειροκίνητο	75
- 2.4.2 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος αστέρα τρίγωνο	76
- 2.4.3 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος επιτ φάσεων και ελεγκτή στάθμης ...	79
- 2.4.4 Χρονικό	82
- 2.4.5 Επιτηρητής φάσης	83
- 2.4.6 Ελεγκτής στάθμης	84
- 2.4.7 Βάση λυχνείας	85
- 2.4.8 Βοηθητικές επαφές	85
2.5 Ο ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ	86
- 2.5.1 Εισαγωγή	86
- 2.5.2 Βοηθ κύκλωμα επιλογέα κατάστασης και τα μπουτόν start – stop	87
- 2.5.3 Όργανα μετρήσεων	89
- 2.5.4 Βοηθ κύκλωμα μπουτόν έκτακτης ανάγκης και ενδεικτικές λυχνίες	91
- 2.5.5 Μπουτόν start - stop	93
- 2.5.6 Διακόπτης λειτουργίας	94
- 2.5.7 Ενδεικτικές λυχνίες	94
- 2.5.8 Αναλογικό αμπερόμετρο	95
- 2.5.9 Αναλογικό βολτόμετρο	95
- 2.5.10 Μπουτόν ανάγκης	96
- 2.5.11 Διακόπτης μεταγωγής βολτόμετρου	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	97
3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	97
- 3.1.1 Έλεγχος της στάθμης του υγρού της δεξαμενής	97
- 3.1.2 Λειτουργία του συστήματος των δεξαμενών	99
- 3.1.3 Πιεζοστάτης ή (πρεσοστάτης)	101
- 3.1.4 Μανόμετρο απόλυτης πίεσης.....	102
- 3.1.5 Ηλεκτροβάννα	103
- 3.1.6 Ηλεκτρικός διακόπτης ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα	104
- 3.1.7 Πιεστική δεξαμενή	105
ΣΧΕΔΙΑ	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	112



Ο αυτοματισμός υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα και εναλλαγή ελέγχου ροής των δεξαμενών είναι ιδιαίτερα χρήσιμος. Ενδείκνυται σε εφαρμογές όπου είναι αδύνατο ο άνθρωπος να πλησιάσει τον χώρο εργασίας διότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού του τύπου κινητήρων κυρίως βρίσκεται στο υπέδαφος.

Ο αυτοματισμός του συστήματος βρίσκεται συνήθως μέσα σε μεταλλικό κουτί βιομηχανικού τύπου στην επιφάνεια στην πιο κοντινή απόσταση από τον κινητήρα προστατευόμενος από ένα μικρό κτίριο όπου υπάρχει και η τροφοδοσία αυτού από την ΔΕΗ, η λήψη του νερού των δεξαμενών πραγματοποιείται με σωληνώσεις με χρήση ηλεκτροβάνων, η απόσταση των δεξαμενών από το όλο σύστημα διαφέρει και εξαρτάται από τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής.

Υπάρχουν πολλά σενάρια με αυτοματοποιημένες λύσεις για τέτοιου είδους συστήματα μερικά από αυτά είναι .

- Αποστράγγιση υδάτων υδροφόρου ορίζοντα(επιφανειακή)
- Αντλίες όμβριων εργοταξιακής χρήσης
- Μεταφορά λυμάτων
- Άντληση καύσιμων

Στα παραπάνω συστήματα τα εξαρτήματα που περιέχει ο κινητήρας καθώς και ο αυτοματισμός διαφέρει και εξαρτάται από τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής.

Στην παρούσα πτυχιακή θα ασχοληθούμε με την άντληση του νερού με την χρήση ενός υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα ο οποίος θα περιέχει αντλία και την διευθέτηση του νερού εφαρμόζοντας ένα σενάριο.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η ανάλυση και η μελέτη του τριφασικού κινητήρα της άντλησης του νερού και η κατανομή του σε δεξαμενές.

Θα αναλυθεί η ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ του συστήματος .Συγκεκριμένα-αυτόματη προστασία του κινητήρα από υπέρταση ,προστασία του κινητήρα με χρήση αισθητήριων στάθμης του νερού (ηλεκτρόδια),χρήση θερμικού ,υλοποίηση κύριου κυκλώματος ,υλοποίηση αυτοματισμού βοηθητικού κυκλώματος με χρήση αστέρα τρίγωνο και χρονικό ,αυτοματισμός κατανομής του νερού με ηλεκτροβάνες αισθητήρια δεξαμενής και επικοινωνία με το σύστημα .

Θα αναλυθεί η ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ του συστήματος .Συγκεκριμένα-μπουτόν start και stop , μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο τριφασικός κινητήρας τοποθετείται στο υπέδαφος σε τέτοιο ύψος ώστε να έρχεται σε ικανοποιητική επαφή με το νερό. Επάνω στον κινητήρα είναι προσαρμοσμένη η αντλία ύδατος η συνδεσμολογία του κινητήρα πραγματοποιείται με ανθυγρά καλώδιο κατάλληλης διατομής σύμφωνα με τα στοιχεία του κινητήρα , εξωτερικά και επάνω στο μοτέρ τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια (αισθητήρια) για την προστασία του καθώς επίσης και ο σωλήνας του νερού άντλησης.

Στην επιφάνεια έχοντας έτοιμη την υποδομή(κτίριο) τοποθετείται ο μεταλλικός ηλεκτρικός πίνακας .Επάνω φέρει την εξωτερική πόρτα αναλογικά όργανα βολτόμετρο, αμπερόμετρο, ενδεικτικές λυχνίες, μετρητή ,μπουτόν χειρισμού σταρτ και στοπ ,διακόπτη λειτουργίας καθώς και μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

Στο εσωτερικό του πίνακα πραγματοποιούνται όλες οι απαραίτητες ενέργειες (ασφάλειες αυτόματοι διακόπτες κλπ) σύμφωνα με του κανονισμούς των εσωτερικών ηλεκτρικών βιομηχανικών εγκαταστάσεων , πραγματοποιείται η συνδεσμολογία του κύριου κυκλώματος , του βοηθητικού κυκλώματος αστέρα τρίγωνο με χρήση χρονικού , η συνδεσμολογία του επιτηρητή φάσης , του θερμικού , πιεσοστάτης , και τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα των αισθητήριων .

Οι δεξαμενές που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι δυο και θα είναι συνδεδεμένες με το όλο σύστημα , οι οποίες θα φέρουν και από ένα αισθητήριο στάθμης καθώς και από μια ηλεκτροβάνα, θα χρησιμοποιηθεί και μετρητής κατανάλωσης .

Όταν το σύστημα μας είναι στην χειροκίνητη λειτουργία ο χειριστής θα είναι σε θέση να ξεκινήσει η να σταματήσει άμεσα τον τριφασικό κινητήρα και την διαδικασία πλήρωσης των δεξαμενών .

Όταν το σύστημα μας είναι στην αυτόματη λειτουργία και αφού όλες οι συνθήκες είναι ιδανικές (ηλεκτρόδια , επιτηρητής φάσης κλπ) θα αντλεί νερό και θα τροφοδοτεί και τις δυο δεξαμενές ταυτόχρονα όταν η πρώτη δεξαμενή γεμίσει αυτόματα θα κλείνει την τροφοδοσία της και όταν η δεύτερη δεξαμενή γεμίσει και αυτή εξίσου θα κλείνει αυτόματα την τροφοδοσία της, αυτό θα επαναλαμβάνεται . Εάν μια δεξαμενή από τις δυο είναι πλήρες τότε θα τροφοδοτεί αυτήν η οποία το νερό της δεν επαρκεί , εάν και οι δυο δεξαμενές είναι πλήρες τότε το σύστημα αυτόματα θα σταματά.

Σε περίπτωση που έχουμε χειροκίνητη λειτουργία δεν θα πρέπει να ενεργοποιείται η αυτόματη λειτουργία και όταν έχουμε αυτόματη λειτουργία δεν θα πρέπει να ενεργοποιείται η χειροκίνητη λειτουργία .

Σε κάθε περίπτωση είτε έχουμε χειροκίνητη λειτουργία είτε αυτόματη λειτουργία η διαδικασία θα πρέπει άμεσα να διακόπτεται εάν πατήσουμε το μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση που είναι απαραίτητη σε όλες τις γνωστές μορφές ζωής του πλανήτη μας .οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους 60%-70% νερό , ενώ φθάνει και το 90% εκείνου των κυττάρων.

Από τα πρώτα χρόνια ο άνθρωπος είχε την ανάγκη αναζήτησης του νερού για την επιβίωση του .Η αναζήτηση αυτή διέφερε γεωγραφικά λόγω των κλιματολογικών φαινομένων ,δηλαδή σε κάποια σημεία της γης το νερό επαρκούσε και σε κάποια άλλα λόγω έλλειψη της βροχής λιγοστό ,με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να διανύει μεγάλες αποστάσεις για την αναζήτηση και αποθήκευση του.

Στα αρχαία χρόνια εφευρέθηκαν οι πρώτες μηχανές άντλησης του νερού και αποθήκευσης του ,μια από αυτές είναι ο κοχλίας του Αρχιμήδη η οποία χρησίμευε στην άντληση ύδατος από ένα χαμηλό επίπεδο σε ένα άλλο υψηλότερο, στα ρωμαϊκά χρόνια αυτά τα συστήματα εξελίχτηκαν περισσότερο με τα ρωμαϊκά υδραγωγεία τα οποία ήταν ένα τεχνητό κανάλι μεταφοράς του νερού από ένα σημείο σε ένα άλλο και αποθήκευσης του σε μεγάλες δεξαμενές αργότερα κάνουν την εμφάνιση τους οι πρώτες κεραμικές σωληνώσεις μεταφοράς του νερού.

Στα σημερινά χρόνια με την είσοδο των μηχανών η εύρεση του νερού και η αποθήκευση του έγινε ευκολότερη όσο ποτέ , η υπερκατανάλωση του όμως οδήγησε σε πολλά προβλήματα.

Η έλλειψη νερού αναγνωρίζεται ως παρούσα η μελλοντική απειλή στην ανθρώπινη δραστηριότητα ιδιαίτερα σε περιοχές όπου υπάρχει το φαινόμενο της ξηρασίας ,η αναζήτηση του νερού παραμένει μια καθόλου εύκολη υπόθεση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Ένας από τους σπουδαιότερους νόμους της φύσης είναι ο νόμος της διατήρησης της ενέργειας .

Η ενέργεια βρίσκεται στην φύση σε διάφορες μορφές (κινητική , θερμική , ηλεκτρική κλπ) που έχουν την δυνατότητα να μετατρέπονται από την μια μορφή στην άλλη παραμένοντας σε άθροισμα πάντοτε σταθερό . Οι ηλεκτρικές μηχανές είναι μηχανισμοί που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη , συγκεκριμένα .

- Η μηχανή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια λέγεται γεννήτρια
- Η μηχανή που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική ενέργεια λέγεται κινητήρας .

Ανάλογα με την μορφή του ηλεκτρικού ρεύματος οι ηλεκτρικές μηχανές χωρίζονται σε δυο κατηγορίες .

- Τους ηλεκτρικούς κινητήρες συνεχούς ρεύματος
- Τους ηλεκτρικούς κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

1.1.1 Επαγωγή .

Είναι το φαινόμενο που αναπτύσσεται ΗΕΔ στα άκρα .

α . Πηνίου όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διαπερνά τις σπείρες του και δίνεται από τον τύπο .

$$E = -\eta \frac{d\phi}{dt}$$

όπου η = αριθμός σπειρών

ϕ = μαγνητική ροή

t = ο χρόνος που διαρκεί το φαινόμενο

β . Αγωγού όταν αυτός κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο η αγωγού ακίνητου μέσα σε κινούμενο μαγνητικό πεδίο , και δίνεται από τον τύπο .

$$E = B l u \eta \sin \phi$$

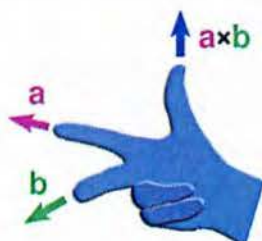
όπου B = μαγνητική επαγωγή

l = μήκος αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο

u = ταχύτητα

ϕ = η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τις μαγνητικές γραμμές .^[βλ.1]

Η φορά της ΗΕΔ βρίσκεται με πρακτικό τρόπο που λέγεται κανόνας του δεξιού χεριού που σχηματίζει ο δείκτης, ο αντίχειρας και το υπόλοιπο μέρος τρισσορθογώνιου άξονα. Σε αυτόν ο δείκτης δείχνει τη φορά του μαγνητικού πεδίου (a), ο αντίχειρας δείχνει την φορά κίνησης του αγωγού (axb) και το υπόλοιπο μέρος δείχνει την φορά της ΗΕΔ (b).



Εικόνα 1. κανόνας του δεξιού χεριού .

1.1.2 Ρευματοφόρος αγωγός μέσα σε μαγνητικό πεδίο .

Αν τοποθετηθεί αγωγός που διαρρέετε από ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε μαγνητικό πεδίο, παρατηρείται πως ο αγωγός κινείται προς μια ορισμένη διεύθυνση δηλαδή στον αγωγό εξασκείται κάποια δύναμη .

Η δύναμη αυτή δίνεται από τον τύπο .

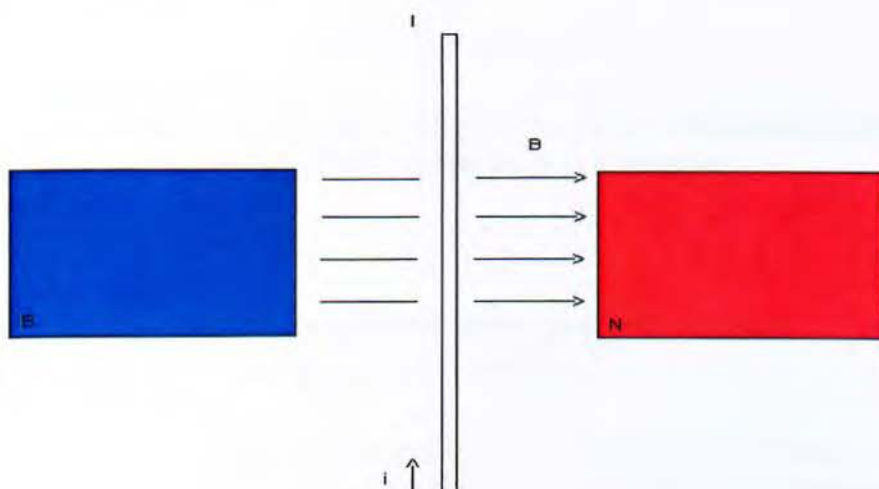
$$F = B I l \sin \phi$$

όπου B = μαγνητική επαγωγή

I = η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

l = μήκος αγωγού μέσα στο μαγνητικό πεδίο

ϕ = η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός μέσα στο μαγνητικό πεδίο . [βλ.1]



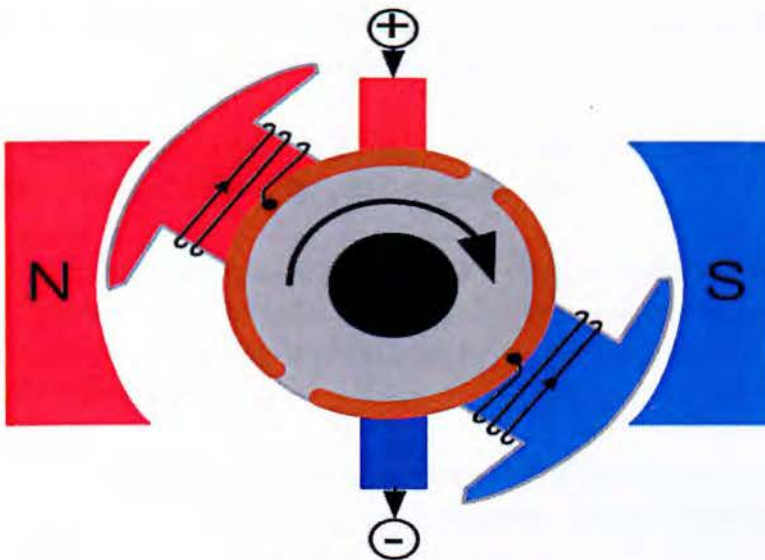
Εικόνα 2. Ρευματοφόρος αγωγός μέσα σε μαγνητικό πεδίο .

1.1.3 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος .

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος είναι όμοιοι κατασκευαστικά με τις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος .

Για να εξηγήσουμε την αρχή λειτουργίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος πρέπει να τροφοδοτήσουμε με ηλεκτρική ενέργεια την μηχανή από μια πηγή συνεχούς ρεύματος για να μας δώσει κινητική ενέργεια στο άξονα της .

Αυτό πραγματοποιείται μέσω των ψηκτρών και του συλλέκτη η πηγή διοχετεύει συνεχές ρεύμα εντάσεως στην σπείρα των δυο αγωγών , οι αγωγοί βρίσκονται μέσα στο μαγνητικό πεδίο της μηχανής και θα ασκηθεί σε κάθε ένα αγωγό μια δύναμη f που θα έχει διεύθυνση κατά την επαπτόμενη στο τύμπανο . Οι δυνάμεις αυτές αποτελούν ένα ζεύγος δυνάμεων που ασκεί ροπή στο επαγωγικό τύμπανο . Αποτέλεσμα της ροπής αυτής είναι να στραφεί το τύμπανο περί τον άξονα κατά την φορά που δείχνει το τόξο . Είναι εύκολο να δει κανείς ότι οποιαδήποτε θέση και αν έχει η σπείρα των δυο αγωγών κατά την περιστροφή του τύμπανου , η φορά της ροπής των δυνάμεων που ασκούνται στους αγωγούς είναι πάντοτε η ίδια .



Εικόνα 3. περιστροφή

Η ροπή τ που ασκεί το ζεύγος αυτό των δυνάμεων στο επαγωγικό τύμπανο δεν είναι σταθερή . Το μέτρο της κάθε στιγμή δίνεται από την σχέση .

$$\tau = 2 F r \quad \text{σε} \quad \text{Nm}$$

όπου F = η δύναμη σε N που ασκείται σε κάθε αγωγό της σπείρας
 r = η ακτίνα σε m του επαγωγικού τυμπάνου .

Για να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής του επαγωγικού τυμπανου σε έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος θα πρέπει η να αλλάξουμε την πολικότητα των μαγνητικών πόλων η να αλλάξουμε την φορά του ρεύματος μέσα στους αγωγούς του . Δηλαδή να αλλάξουμε την πολικότητα της πηγής , εάν αλλάξουμε και τα δυο η φορά περιστροφής του κινητήρα δεν αλλάζει .^[βλ.2]

Κατά την φορά του κινητήρα ανεξάρτητα την κατεύθυνση δημιουργούνται ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις από επαγωγή . Αυτό συμβαίνει και στους αγωγούς του περιστρεφόμενου επαγωγικού τυμπανου .

Παρατηρούμε ότι η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στην περιστρεφόμενη σπείρα του κινητήρα έχει φορά αντίθετη από την φορά που έχει η ένταση του ρεύματος που κυκλοφορεί μέσα σε αυτήν . Δηλαδή η τάση της πηγής που τροφοδοτεί τον κινητήρα πρέπει να υπερνικήσει αυτήν την αντίθετη ηλεκτρεγερτική δύναμη για να μπορέσει να κυκλοφορήσει το ρεύμα στους αγωγούς . Αυτός είναι ο λόγος που την ονομάζουμε αντιηλεκτρική δύναμη του κινητήρα .

Τα μέρη του κινητήρα είναι .

Οι στοιχειώδεις ηλεκτρικές μηχανές αποτελούνται από το ακίνητο και το περιστρεφόμενο μέρος .

Το ακίνητο μέρος των ηλεκτρικών μηχανών ονομάζεται Στάτης και το περιστρεφόμενο μέρος ονομάζεται δρομέας .

α. Στάτης

Ο προορισμός του στατη είναι να δημιουργεί καθορισμένη μαγνητική ροή , να στηρίζει την ηλεκτρική μηχανή και να ρυθμίζει με τους αγωγούς τροφοδοσίας την ηλεκτρική συμπεριφορά . Τα μέρη του στάτη είναι .

- Το ζύγωμα

Αποτελεί τον κορμό της ηλεκτρικής μηχανής , μέσω αυτού κλείνεται το μαγνητικό κύκλωμα που κατασκευάζεται συνήθως από χυτοχάλυβα .

- Οι μαγνητικοί πόλοι

Στερεώνονται στο εσωτερικό μέρος του ζυγώματος και είναι κατασκευασμένοι από έλασμα για την αποφυγή δυνουρευματων . Περιβάλλονται από το τύλιγμα διέγερσης που έχει σαν σκοπό την δημιουργία ηλεκτρομαγνήτη για την επίτευξη μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό της μηχανής .

- Πέδιλα πόλων

Αποτελούν τμήμα συνέχειας των πόλων και είναι στερεά βιδωμένα στο κάτω μέρος αυτών . Κατασκευάζονται από ελάσματα σκληρού σιδηρομαγνητικού υλικού μονωμένων μεταξύ τους .

- Τύλιγμα πόλων η τύλιγμα διέγερσης

Περιβάλλει τους πόλους και με αυτούς δημιουργούν μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του ηλεκτρικού κινητήρα . Είναι κατασκευασμένο από αγωγούς χαλκού μονωμένους μεταξύ τους με βαμβακερή ταινία βουτηγμένη σε βερνίκι .

- Καπάκια

Βρίσκονται κατά ζευγάρια και προφυλάσσουν το εσωτερικό της μηχανής

- Ψηκτροφορέας

Επάνω στην ειδική υποδοχή τοποθετούνται οι ψήκτρες

- Ψήκτρες

Είναι κομμάτια σκληρού ηλεκτραγωγίμου άνθρακα η γραφίτη , τοποθετούνται στις ψηκτροθηκες και με ελατήριο μηχανισμό εφάπτονται στον συλλέκτη .

- Βοηθητικοί πόλοι

Περιβάλλονται από το τύλιγμα διέγερσης που αποτελείται από λίγες σπείρες χοντρής διατομής και έχει σαν σκοπό την εξομάλυνση του μαγνητικού πεδίου της μηχανής και την λειτουργία της με φορτίο .

- Κιβώτιο ακροδεκτών

Πραγματοποιείται η σύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας

β. Δρομέας

Ο προσδιορισμός του δρομέα είναι να περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο και να δημιουργεί το φαινόμενο της επαγωγής .

Τα μέρη που αποτελείται είναι .

- Άξονας

Είναι κατασκευασμένος από ατσάλι , τα άκρα του στηρίζονται στα έδρανα για να υπάρχει η δυνατότητα της εύκολης περιστροφής .

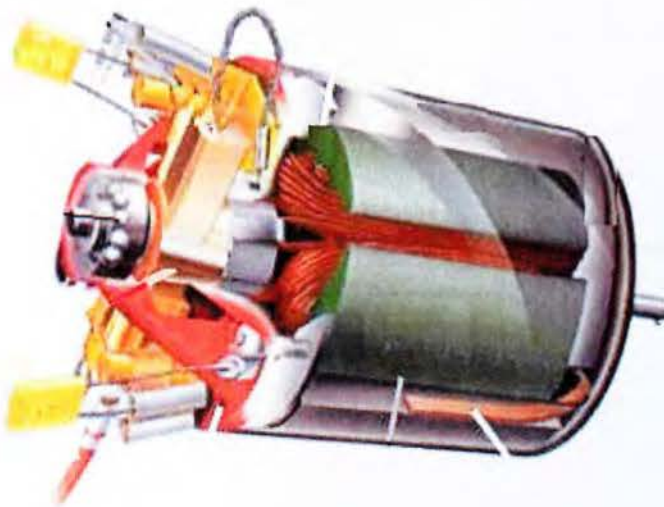
- Επαγωγικό τύμπανο

Περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο των πόλων , στην περιφέρεια του υπάρχουν αυλάκια που τοποθετούνται οι αγωγοί του τυλίγματος , το σύνολο των ελασμάτων αποτελούν τον πυρήνα του επαγωγικού τυμπανου .

- Συλλέκτης

Έχει σαν σκοπό την μεταβίβαση του ρεύματος από η στους αγωγούς του επαγωγικού τυμπανου ανάλογα με την συμπεριφορά της ηλεκτρικής μηχανής .

Αποτελείται από ελάσματα μιγμάτων χαλκού που λέγονται τομείς και είναι μονωμένοι μεταξύ τους και ως προς τον άξονα . Στους τομείς καταλήγουν τα άκρα των αγωγών των πλαισίων του επαγωγικού τυμπανου και επάνω τους εφάπτονται οι ψήκτρες .



Εικόνα 4.Κινητήρας ΣΡ

1.1.4 Είδη τυλιγμάτων ΣΡ – Είδη κινητήρων ΣΡ .

α. Βροχοτύλιγμα

Είναι εκείνο που τα άκρα μιας ομάδας συνδέονται σε διαδοχικούς τομείς συλλέκτη η σε τομείς συλλέκτη που απέχουν ένα η δυο τομείς . Διακρίνεται σε

- Απλό βροχοτύλιγμα
- Διπλό βροχοτύλιγμα
- τριπλό βροχοτύλιγμα

β. Κυματοτύλιγμα

Είναι εκείνο που τα άκρα της ομάδας συνδέονται σε απομακρυσμένους τομείς του συλλέκτη . Διακρίνονται σε

- Απλό κυματοτύλιγμα
- Διπλό κυματοτύλιγμα
- Πολλαπλό κυματοτύλιγμα

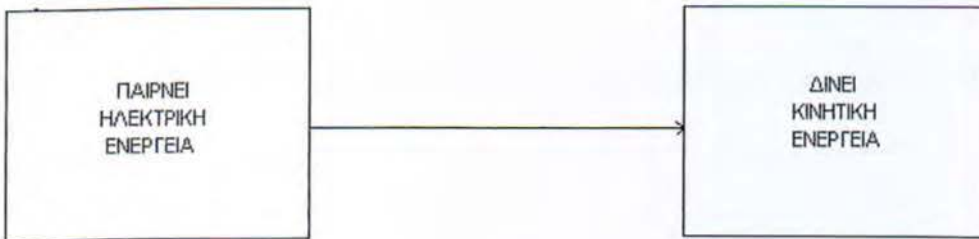
Επίσης υπάρχει το προοδευτικό και το αναδρομικό τύλιγμα .

Είδη κινητήρων ΣΡ .

- Κινητήρες ξένης διέγερσης
- Κινητήρες παράλληλης διέγερσης
- Κινητήρες με διέγερση σειράς
- Κινητήρες σύνθετης διέγερσης . ^[βλ.1]

1.1.5 Σύγχρονος κινητήρας ΕΡ

Ο σύγχρονος κινητήρας είναι η ηλεκτρική μηχανή που κατά τη λειτουργία της παίρνει ηλεκτρική ενέργεια και τη μετατρέπει σε κινητική ενέργεια .



Σχήμα 1. ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική ενέργεια .

Η κινητική ενέργεια αυτή εκφράζεται με την σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής η του κινητήρα . ^[βλ.3]

Σαν σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής ενός κινητήρα χαρακτηρίζεται εκείνη με την οποία θα έπρεπε να περιστρέφεται ο άξονας αυτής της ηλεκτρικής μηχανής , αν εργαζόταν σαν εναλλακτηρας και παρήγαγε ρεύμα ίδιας συχνότητας με αυτή που έχει το εναλλασσόμενο ρεύμα που την τροφοδοτεί τώρα που εργάζεται σαν κινητήρας .

Η σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής δίνεται από τη σχέση

$$n = 60 f/p$$

όπου f = η συχνότητα ρεύματος τροφοδοσίας του κινητήρα

p = ο αριθμός ζευγών πόλων του κινητήρα

Μέρη του κινητήρα .

Οι σύγχρονοι κινητήρες αποτελούνται και αυτοί από δυο βασικά τμήματα που είναι ο στατης και ο δρομέας .

α. Στάτης

Ο προορισμός του στατη είναι να στηρίζει την ηλεκτρική μηχανή και να συντελεί στην τροφοδοσία της μηχανής με την ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου .

- Το ζύγωμα

Ο κορμός της ηλεκτρικής μηχανής

- Επαγωγικό τύμπανο

Που περιλαμβάνει τον πυρήνα και το τύλιγμα

- Τον ψηκτροφορέα
- Τα καπάκια
- Το κιβώτιο ακροδεκτών

β. Δρομέας

Ο προορισμός του δρομέα στους σύγχρονους κινητήρες είναι να δημιουργεί σταθερό μαγνητικό πεδίο στους πόλους και να περιστρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητα κατά την λειτουργία .

- Άξονας
- Επαγωγικό τύμπανο

Που περιλαμβάνει τον πυρήνα του τυμπάνου τον πυρήνα των πόλων και το τύλιγμα των πόλων

- Δαχτυλίδια υποδοχής
- Την διεγέρτρια

Είδη σύγχρονων κινητήρων .

Οι σύγχρονοι κινητήρες χωρίζονται σε δυο είδη τα οποία είναι οι μονοφασικοί και οι τριφασικοί κινητήρες .



Σχήμα 2. μονοφασικοί και οι τριφασικοί κινητήρες .

α. Μονοφασικοί κινητήρες

Είναι εκείνη που διαθέτουν μονοφασικό τύλιγμα στο επαγωγικό τύμπανο του στατή τους .

Η τροφοδοσία τους γίνεται από το μονοφασικό δίκτυο της ΔΕΗ και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτείται σταθερότητα στροφών στην κίνηση κάποιου φορτίου

β. Τριφασικοί κινητήρες

Είναι εκείνη που διαθέτουν τριφασικό τύλιγμα στο επαγωγικό τύμπανο του στάτη τους .

Η τροφοδοσία τους γίνεται από το τριφασικό δίκτυο της ΔΕΗ και χρησιμοποιούνται

- Για την κίνηση φορτίων με σταθερές στροφές
- Για την διόρθωση του συνφ κάποιας εγκατάστασης

Αρχή λειτουργίας των σύγχρονων τριφασικών κινητήρων .

Ο κινητήρας τροφοδοτείται με τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα στο τύλιγμα του στάτη δημιουργώντας ένα μαγνητικό πεδίο , ο δρομέας περιστρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητα κατά την ίδια φορά με το μαγνητικό πεδίο .

Η πραγματική ισχύς την οποία απορροφά ο κινητήρας από το τριφασικό δίκτυο είναι

$$N = 1,73 U I \text{ συνφ}$$

όπου $N = \eta$ ισχύς

$U = \eta$ πολική τάση

$I = \eta$ ένταση

συνφ = ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα . [βλ.3]

Όταν το φορτίο είναι μηδενικό οι άξονες των πόλων σχεδόν συμπίπτουν . Δηλαδή η γωνία γίνεται πολύ μικρή γιατί οι εφαπτόμενες συνιστώσες των ελκτικών δυνάμεων έχουν να υπερνικήσουν μόνο τις μηχανικές και μαγνητικές απώλειες του κινητήρα . Όταν το φορτίο του κινητήρα αυξηθεί , ο δρομέας καθυστερεί λίγο ώστε να αυξηθεί η γωνία α . Η γωνία δεν πρέπει να υπερβεί το μισό της γωνιακής αποστάσεως μεταξύ των δυο διαδοχικών πόλων όποτε γίνεται μέγιστη η ροπή του κινητήρα .

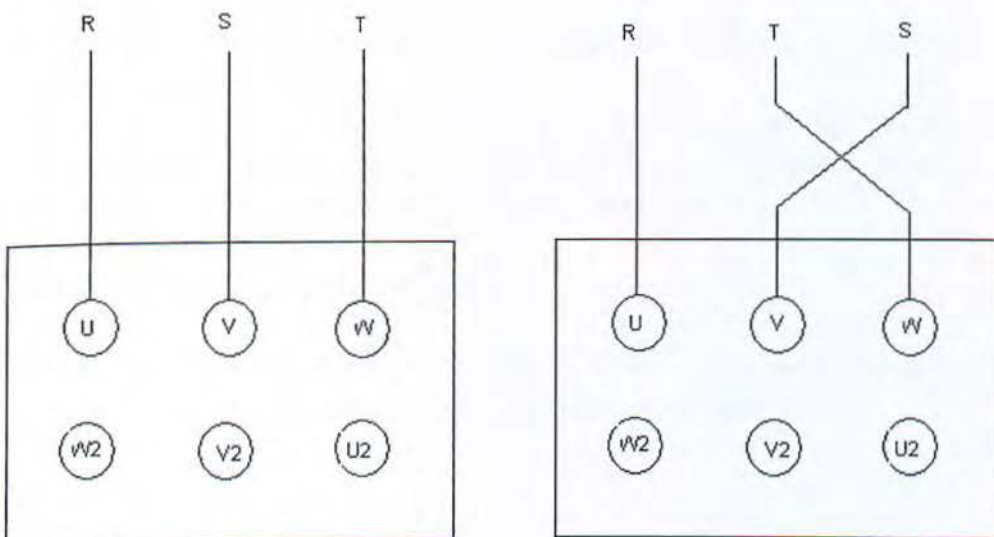
Εάν η γωνία αυτή γίνει μεγαλύτερη λόγω αύξησεως του φορτίου πέρα από ένα όριο η περιστροφή του δρομέα του σύγχρονου κινητήρα δεν είναι πια δυνατή . Ο δρομέας απαγκιστρώνεται από το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο και σταματά απότομα . Δηλαδή οι σύγχρονοι κινητήρες δεν είναι δυνατό να λειτουργήσουν παρά μόνο αν περιστρέφεται με ταχύτητα ακριβώς ίση με την σύγχρονη ταχύτητα . Το συμπέρασμα αυτό οδηγεί στο να μας πει γιατί οι σύγχρονοι κινητήρες δεν μπορούν να ξεκινήσουν μόνοι τους .

Κατά την λειτουργία του σύγχρονου κινητήρα η φορά περιστροφής είναι η ίδια με την φορά περιστροφής του μαγνητικού πεδίου . Άρα για να αλλάξουμε την φορά περιστροφής του κινητήρα , πρέπει να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής του μαγνητικού πεδίου .

1.1.6 Αλλαγή φοράς περιστροφής .

Η αλλαγή φοράς περιστροφής σε σύγχρονο τριφασικό κινητήρα γίνεται με την αλλαγή της φοράς περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου στο τύλιγμα του στάτη .

Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με την αλλαγή διαδοχής μεταξύ των φάσεων τροφοδοσίας του .^[3]



Σχήμα 3. αλλαγή φοράς περιστροφής.

Απώλειες

Στον σύγχρονο κινητήρα για την λειτουργία του δίνουμε ηλεκτρική ενέργεια και παίρνουμε κινητική ενέργεια , όμως υπάρχει κάποιο ποσοστό που δεν μετατρέπεται σε κινητική .

Αυτό συμβαίνει γιατί ένα μέρος της ενέργειας δαπανάται κατά την μετατροπή και αποτελεί τις απώλειες . Οι απώλειες των σύγχρονων κινητήρων χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες που είναι .

α. Οι σταθερές

- Μηχανικές
- Τριβές

- Ηλεκτρικές στο τύλιγμα της διέγερσης

- Μαγνητικές η σιδήρου
- Υστέρησης
- Δυνορρευσμάτων

β. Μεταβλητές η ηλεκτρικές απώλειες

- Ζεύξη αστέρα
- Ζεύξη τριγώνου

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σύγχρονων κινητήρων .

Τα πλεονεκτήματα των σύγχρονων κινητήρων είναι .

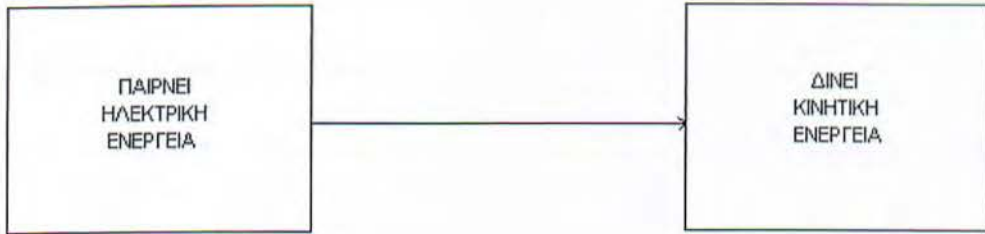
- πολύ καλός βαθμός απόδοσης
- η σταθερότητα των στροφών αν διατηρείται σταθερή η συχνότητα του ρεύματος τροφοδοσίας .
- η δυνατότητα της διόρθωσης του συντελεστή ισχύος (συνφ) μιας εγκατάστασης με ισχύ μεγαλύτερη των 100 KW με ταυτόχρονη εξυπηρέτηση του φορτίου που έχει συνδεδεμένο στον άξονα του .

Μειονεκτήματα των σύγχρονων κινητήρων .

Τα μειονεκτήματα των σύγχρονων κινητήρων είναι το μεγάλο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τους σε σχέση με τους ασύγχρονους κινητήρες .

1.1.7 Ασύγχρονοι κινητήρες .

Ο ασύγχρονος κινητήρας είναι η ηλεκτρική μηχανή που κατά τη λειτουργία της παίρνει ηλεκτρική ενέργεια και την μετατρέπει σε κινητική ενέργεια .



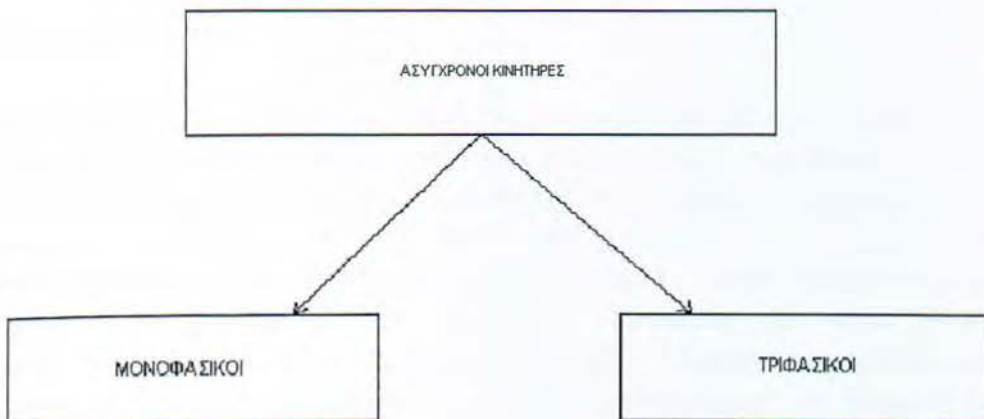
Σχήμα 4. ηλεκτρική ενέργεια σε κινητική ενέργεια.

Η κινητική αυτή ενέργεια εκφράζεται με την ασύγχρονοι ταχύτητα περιστροφής η που αναπτύσσει ο δρομέας του κινητήρα και είναι μικρότερη από την σύγχρονη ταχύτητα του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου . Η σχέση είναι .

$$\eta = 60 f / \rho$$

Οι ασύγχρονοι κινητήρες ονομάζονται και επαγωγικοί γιατί η λειτουργία τους στηρίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής .

Οι ασύγχρονοι κινητήρες χωρίζονται σε δυο είδη τα οποία είναι ο μονοφασικός και ο τριφασικός .^[βλ.3]



Σχήμα 5. ο μονοφασικός και ο τριφασικός .

α. Μονοφασικοί κινητήρες

Είναι εκείνη που διαθέτουν μονοφασικό τύλιγμα στο επαγωγικό τύμπανο του στάτη τους .

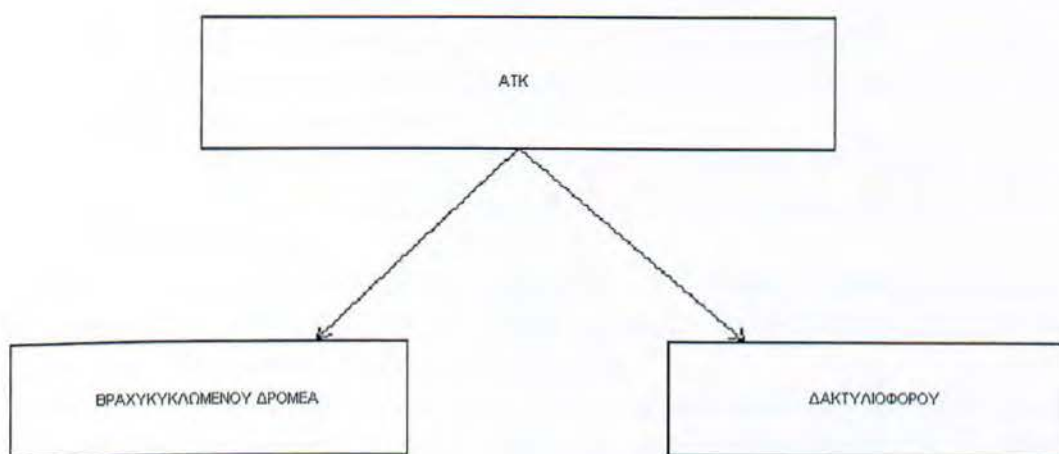
Η τροφοδοσία τους γίνεται από το μονοφασικό δίκτυο της ΔΕΗ .

β. Τριφασικοί κινητήρες

Είναι εκείνη που διαθέτουν τριφασικό τύλιγμα στο επαγωγικό τύμπανο του στάτη τους .

Η τροφοδοσία τους γίνεται από το τριφασικό δίκτυο της ΔΕΗ .

Οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες χωρίζονται στους κινητήρες βραχυκυκλωμένους δρομέα και στους δακτυλιοφόρους .



Σχήμα 6. βραχυκυκλωμένους δρομέα και δακτυλιοφόρο .

Κατασκευαστικό μέρος

Η ασύγχρονη μηχανή αποτελείται από ένα ακίνητο μέρος του στάτη και από ένα κινητό το δρομέα . Ο στάτης φέρει στο εσωτερικό του μέρος αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετείται ένα τύλιγμα (μονοφασικό , διφασικό , τριφασικό) . Το τύλιγμα αυτό παίρνει ρεύμα από το δίκτυο και δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο το οποίο εξ' επαγωγής δημιουργεί ρεύματα στον δρομέα . Τα ρεύματα αυτά μαζί με το πεδίο που τα δημιούργησε προκαλούν δυνάμεις και κατά συνέπεια ηλεκτρομαγνητική ροπή , με την επίδραση της οποίας ο δρομέας περιστρέφεται .

Οι αυλακώσεις του στάτη μέσα στις οποίες τοποθετείται το τύλιγμα έχουν κατάλληλο σχήμα και αυτές που συναντάμε σήμερα είναι αυλακώσεις κατά το μισό ανοιχτές και στον δρομέα ανοιχτές κατά το μισό η τελείως κλειστές . Η καλύτερη περίπτωση είναι οι αυλακώσεις να είναι κλειστές αλλά αυτό συνεπάγεται δύσκολη τοποθέτηση των αγωγών μέσα σε αυτές .

Όσο μικραίνει το άνοιγμα μιας αυλακώσης τόσο μικρότερη γίνεται η σκέδαση και τόσο μεγαλύτερη ασφάλεια έχουμε έναντι των φυγοκεντρικών δυνάμεων .

Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της μηχανής τόσο πιο δύσκολα γίνονται τα πράγματα , γιατί μεγαλώνουν οι δυσκολίες στην τοποθέτηση των τυλιγμάτων και η μηχανή γίνεται αντιοικονομική .

Στον στάτη όμως συναντάμε και ανοιχτές αυλακώσεις . Αυτό συμβαίνει για μηχανές υψηλής τάσης (π.χ 6 kv) όπου τα τυλίγματα απαιτούν ενισχυμένη μόνωση , αυτά κατασκευάζονται εκτός μηχανής και τοποθετούνται μέσα στις αυλακώσεις .

Ο στάτης επίσης περιλαμβάνει τα καπάκια και το κιβώτιο ακροδεκτών που πραγματοποιείται η ηλεκτρική σύνδεση .

Ο δρομέας όπως προαναφέραμε έχει τις ακόλουθες μορφές .

α. βραχυκυκλωμένου δρομέα

Αποτελείται από τις ράβδους που πάνω δημιουργείται το φαινόμενο της επαγωγής , τα στεφάνια βραχυκυκλώσεις που δια μέσο αυτού κλείνει το ηλεκτρικό κύκλωμα του δρομέα , οι ράβδοι του κλωβού τοποθετούνται περαστή μέσα στις οδοντώσεις του πυρήνα του δρομέα και είναι διαφορετικού αριθμού από τις οδοντώσεις του πυρήνα του επαγωγικού τυμπάνου του στάτη .

Μέσα στις αυλακώσεις χύνεται ρευστό αλουμίνιο , το οποίο αποτελεί τον ηλεκτρικό αγωγό . Ο αγωγός αυτός που μπορεί να είναι και από χαλκό δεν είναι μονωμένος με τον σίδηρο .

Τα ρεύματα ρέουν μέσα από την αγωγιμότητα του σιδήρου , μόνωση έχουμε σε περίπτωση που ο κλωβός αποτελείται από μπάρες . Στο επαγωγικό τύμπανο εκτός από το τύλιγμα του κλωβού υπάρχει και ο πυρήνας .

Ο πυρήνας του επαγωγικού τυμπάνου είναι κατασκευασμένος από ελάσματα σιδηρουμαγνητικού υλικού , κατά της εσωτερικής επιφάνειας του πυρήνα σχηματίζονται αυλακιά μέσα στα οποία τοποθετείται το τύλιγμα του κλωβού , οι μορφές των οδοντώσεων έχουν άμεση σχέση με την λειτουργία του κινητήρα .

β. δρομέας με δαχτύλιους

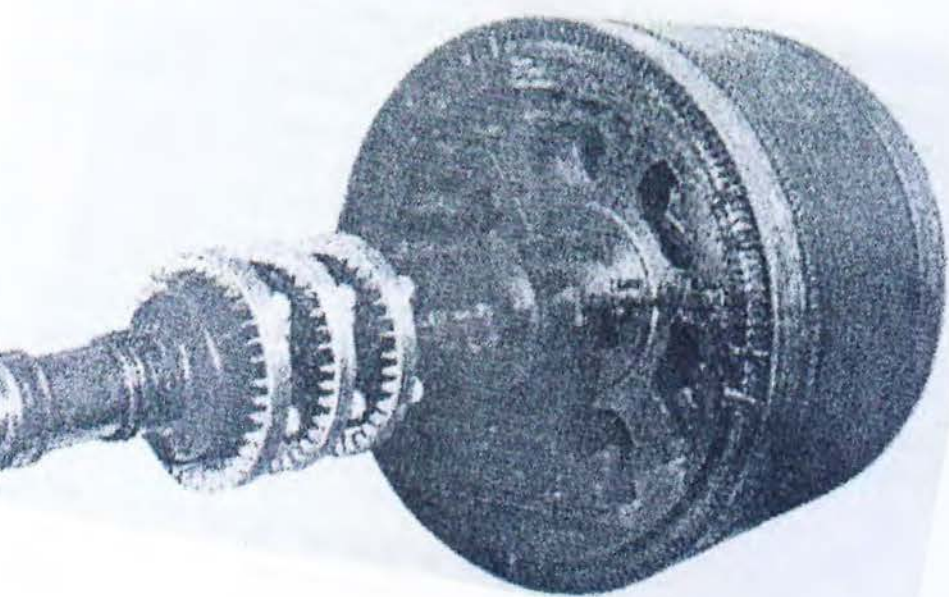
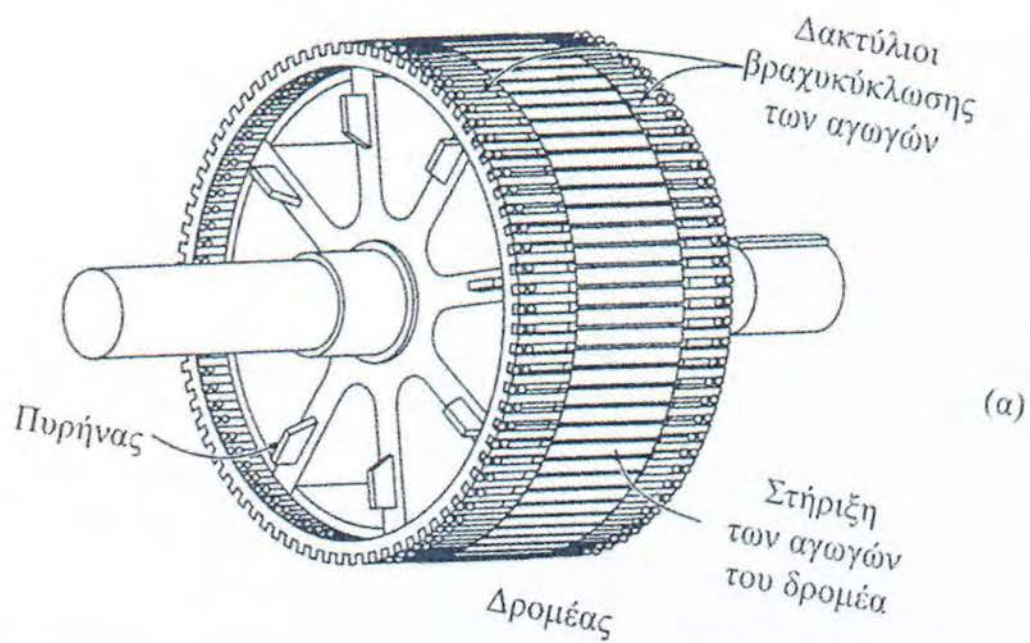
Ο δρομέας της μηχανής αυτής φέρει αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετείται ένα τριφασικό τύλιγμα όμοιο με του στάτη , τα άκρα του επάνω συνδέονται με τους τρεις δαχτύλιους . Στους δαχτύλιους εφάπτονται ψήκτρες που συνδέονται με ένα εξωτερικό κύκλωμα τριών ωμικών αντιστάσεων που είναι συνδεδεμένες σε αστέρα . Ο δρομέας αυτού του τύπου περιλαμβάνει και το σύστημα ανύψωσης ψηκτρών όπου ο χειρισμός του γίνεται από στρόφαλο που βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του στάτη και λειτουργεί μετά την εκκίνηση του κινητήρα .

Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνουμε .

1. ανυψώνονται οι ψήκτρες και δεν εφάπτονται

2. βραχυκυκλώνονται τα τρία δαχτυλίδια του κινητήρα

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να λειτουργεί ο δακτυλιοφόρος κινητήρας σαν ATK βραχυκυκλωμένου δρομέα .



Εικόνα 5.0 δρομέας

1.1.8 Λειτουργία των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων .

Η λειτουργία των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων βασίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής κατά το οποίο αναπτύσσεται ΗΕΔ στους αγωγούς του τυλίγματος του δρομέα που είναι ακίνητοι αρχικά όταν στρέφεται το μαγνητικό πεδίο του στάτη . Αυτός είναι ο λόγος που οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες λέγονται επαγωγικοί . Τα στάδια λειτουργίας ενός ATK είναι τα πιο κάτω .

1. Το τριφασικό τύλιγμα του στάτη τροφοδοτείται με ρεύμα από το τριφασικό δίκτυο οπότε δημιουργείται σε αυτό στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο ταχύτητας

$$\eta = 60 f / \rho$$

όπου $f = \eta$ συχνότητα του ρεύματος τροφοδοσίας
 $\rho = \sigma$ αριθμός ζευγών πόλων του κινητήρα

2. Οι αγωγοί του δρομέα που αρχικά είναι ακίνητος τέμνονται από τις μαγνητικές γραμμές του στρεφόμενου πεδίου οπότε σε αυτούς αναπτύσσεται ΗΕΔ που η φορά της προσδιορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού .

Οι αγωγοί αυτοί διαρρονται και από το επαγωγικό ρεύμα γιατί το ηλεκτρικό κύκλωμα του δρομέα κλείνει μέσα από .

α. Τα στεφάνια βραχυκύκλωσης στους ATK βραχυκυκλωμένου δρομέα

β. Τον εκκινητή στους ATK με δαχτυλίδια

3. Στους ρευματοφόρους αγωγούς του δρομέα που βρίσκονται μέσα στο στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του στάτη αναπτύσσονται δυνάμεις Laplace . Οι αντιδιαμετρικές από αυτές τις δυνάμεις αποτελούν μεταξύ τους ζεύγη που δημιουργούν ροπή στρέψης και περιστρέφουν το δρομέα του κινητήρα .

Η ταχύτητα περιστροφής που αναπτύσσει ο δρομέας του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα είναι η ασύγχρονη "n" και είναι μικρότερη από την ταχύτητα περιστροφής "η" του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου .

Όπως έχουμε αναφέρει και πριν κατά την λειτουργία ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα ο δρομέας του αναπτύσσει την ασύγχρονη ταχύτητα περιστροφής του n . Έτσι ουσιαστικά στο εσωτερικό υπάρχουν δυο ταχύτητες περιστροφής η "η" του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου του στατη και η "n" που αναπτύσσει ο δρομέας του κινητήρα .

Η διολίσθηση είναι το σχετικό σφάλμα μεταξύ των δυο παραπάνω ταχυτήτων και δίνεται από την σχέση

$$S = \eta - n / \eta$$

όπου $S = \sigma$ ο συμβολισμός της διολίσθησης
 $\eta = \eta$ ταχύτητα στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου του στάτη
 $n = \eta$ ταχύτητα του δρομέα του κινητήρα

Εκκίνηση κινητήρων-ροπή .

Οι επαγωγικοί κινητήρες δεν παρουσιάζουν κατά την εκκίνηση τους τα προβλήματα των σύγχρονων κινητήρων . Σε πολλές περιπτώσεις η εκκίνηση των επαγωγικών κινητήρων επιτυγχάνεται απλά με την σύνδεση τους στο δίκτυο ισχύος . Όμως πολλές φορές υπάρχουν σοβαροί λόγοι για να μην γίνεται κάτι τέτοιο . Μπορεί για παράδειγμα το ρεύμα εκκίνησης που απαιτείται να προκαλεί τέτοια πτώση τάσης στο δίκτυο ισχύος , που να κάνει ανεπίτρεπτη την απλή εκκίνηση με απ' ευθείας σύνδεση στην γραμμή .

Στους κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα η εκκίνηση μπορεί να επιτευχθεί με σχετικά μικρά ρεύματα εκκίνησης με την σύνδεση εξωτερικής αντίστασης στον δρομέα . Αυτή η ξεχωριστή αντίσταση δεν αυξάνει μόνο την ροπή εκκίνησης αλλά παράλληλα μειώνει και το ρεύμα εκκίνησης .

Στους κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού το ρεύμα εκκίνησης παίρνει μεγάλο εύρος τιμών και εξαρτάται κυρίως από την ονομαστική ισχύ του κινητήρα και από την ενεργό αντίσταση του δρομέα στις συνθήκες εκκίνησης . Για τον προσδιορισμό του ρεύματος στις συνθήκες εκκίνησης όλοι οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου κλωβού χαρακτηρίζονται με κάποιο κωδικό γράμμα (δεν πρέπει να συγχέεται με το γράμμα που προσδιορίζει την κλάση) που βρίσκεται στις πινακίδες τους . Το κωδικό γράμμα θέτει τα όρια της έντασης του ρεύματος με την οποία μπορεί να λειτουργήσει ο τριφασικός κινητήρας κατά την εκκίνηση .

Τα παραπάνω όρια εκφράζονται με την φαινομένη ισχύ του κινητήρα συναρτήσει της ονομαστικής του υποδύναμης .

Ο προσδιορισμός του ρεύματος εκκίνησης ενός επαγωγικού κινητήρα γίνεται με ανάγνωση της ονομαστικής τάσης , της ονομαστικής υποδύναμης και του κωδικού γράμματος από την πινακίδα του κινητήρα .

Αν είναι απαραίτητο το ρεύμα εκκίνησης ενός επαγωγικού κινητήρα μπορεί να μειωθεί με τη χρήση κάποιου κυκλώματος εκκίνησης . Όμως εάν εισαχθεί ένα τέτοιο κύκλωμα μειώνεται επίσης η ροπή εκκίνησης του κινητήρα .

Ένας τρόπος μείωσης του ρεύματος εκκίνησης είναι η εισαγωγή αυτεπαγωγών η αντιστάσεων στο δίκτυο ισχύος κατά την εκκίνηση .

Άλλος εναλλακτικός τρόπος είναι η μείωση της τάσης εισόδου του κινητήρα κατά την εκκίνηση με την εισαγωγή αυτοσχηματιστών .

Εδώ πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το ρεύμα εκκίνησης μειώνεται ανάλογα με την μείωση της τάσης εισόδου , η ροπή εκκίνησης μειώνεται με το τετράγωνο της τάσης στα άκρα του κινητήρα .

Έτσι η ελάττωση του ρεύματος εκκίνησης μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο για ένα συγκεκριμένο ποσοστό εάν ο κινητήρας πρέπει να ξεκινάει με κάποιο φορτίο στον άξονα του .

Η ροπή που αναπτύσσει ένας ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας δίνεται από την σχέση

$$M = N / \omega = N / 2\pi n / 60$$

όπου $N =$ ισχύς που αποδίδει στον άξονα του ο τριφασικός κινητήρας

$\omega =$ η γωνιακή ταχύτητα (rad/sec)

$n =$ ασύγχρονοι ταχύτητα περιστροφής (στρ/min) . ^[βλ.3]

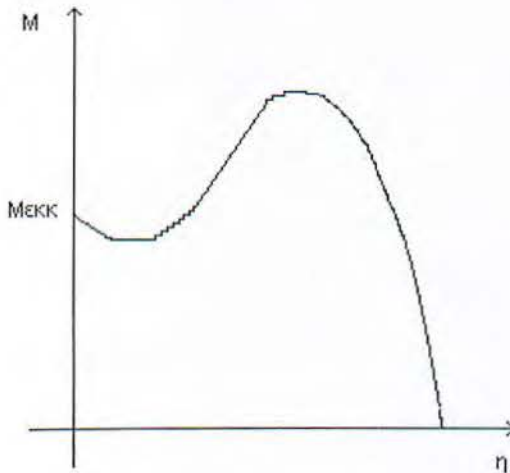
Από την παραπάνω σχέση η ροπή στρέψης

- εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο .
- είναι η αιτία της δημιουργίας της ασύγχρονης ταχύτητας περιστροφής του δρομέα του κινητήρα .

Η εξάρτηση της ροπής στρέψης από την ασύγχρονη ταχύτητα περιστροφής του ΑΤΚ εκφράζεται από την συναρτησιακή σχέση .

$$M = f(\eta)$$

Η χαρακτηριστική της ροπής έχει το παρακάτω σχήμα .



Σχήμα 7. χαρακτηριστική της ροπής

Από την στιγμή της εκκίνησης του κινητήρα μέχρι την στιγμή που αποκτά μέγιστη ροπή στρέψης (M_{max}) υπάρχει το διάστημα της ασταθούς λειτουργίας του . Αν στο διάστημα αυτό συνδεθεί μεγάλο φορτίο στον άξονα του κινητήρα υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των τυλιγμάτων του από υπερθέρμανση . Αυτό γίνεται γιατί ουσιαστικά ο κινητήρας βρίσκεται στο στάδιο εκκίνησης του και απορροφά μεγάλη ένταση ρεύματος από το δίκτυο τροφοδοσίας του .

Από την στιγμή που αναπτύσσεται η μέγιστη ροπή μέχρι την στιγμή που ο κινητήρας αποκτά την κανονική ροπή στρέψης υπάρχει το διάστημα της ευσταθούς λειτουργίας εργαζόμενος στις κανονικές του στροφές .

Εάν από την στιγμή που αναπτύσσεται η κανονική ροπή η οποία αντίστοιχη στην κανονική ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα υπάρξει και άλλη αύξηση των στροφών του κινητήρα , τότε η ροπή του κινητήρα ελαττώνεται μέχρι να μηδενιστεί και επέρχεται το απότομο σταμάτημα του .

Η ροπή που πρέπει να υπερνικηθεί για να τεθεί σε κίνηση ένας ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας είναι

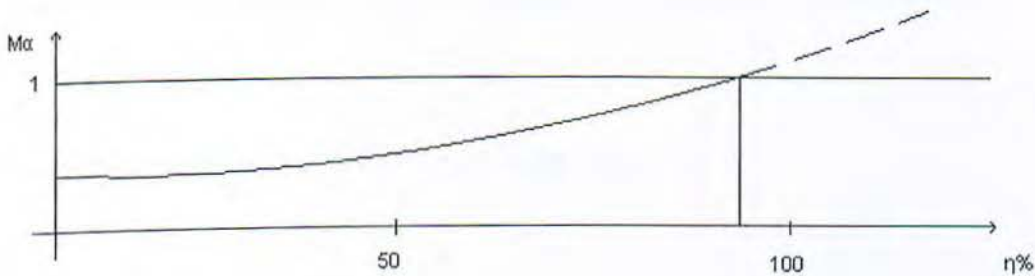
- στην εκκίνηση και αφορά την αντίσταση του κινητήρα π.χ τριβές , αδράνεια μάζας δρομέα κλπ
- στην λειτουργία και αφορά την αντίσταση του φορτίου π.χ τριβές μετάδοσης της κίνησης κλπ

Η ροπή αυτή ονομάζεται ανθιστάμενη ροπή . Και εκφράζεται από την σχέση

$$M_a = f(\eta)$$

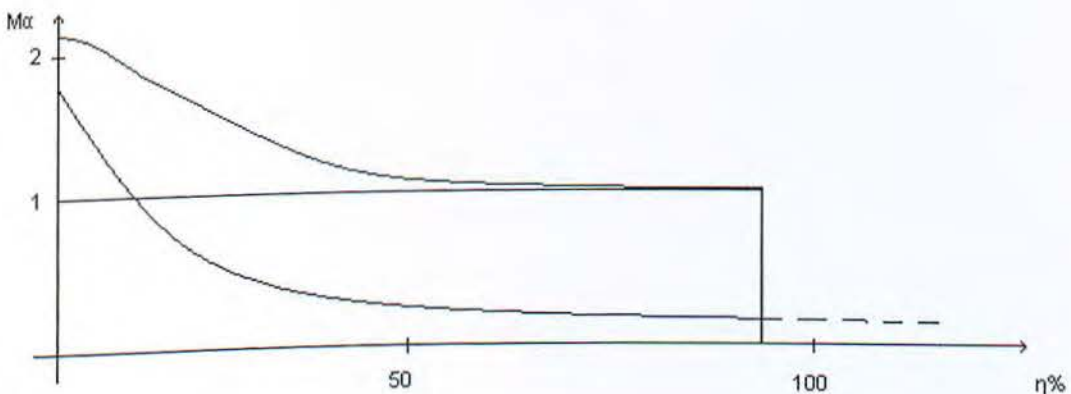
Η ανθιστάμενη ροπή (M_a) έχει τις μορφές .

α. Αύξουσα για περιπτώσεις φυγοκεντρικών αντλιών , συμπιεστές , ανεμιστήρες κλπ



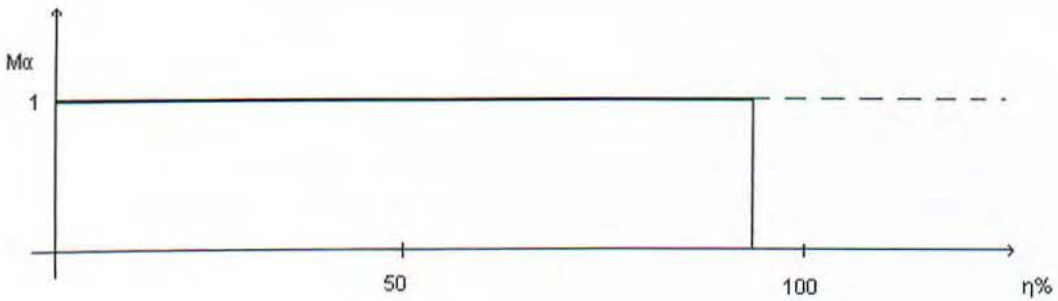
Σχήμα 8. Η ανθιστάμενη ροπή

β. Φθίνουσα για περιπτώσεις οριζόντιας κίνησης ανυψωτικών μηχανημάτων κλπ



Σχημα 9. Η ανθιστάμενη ροπή .

γ. Σταθερές τιμές για περιπτώσεις μεταφορικών ταινιών που ξεκινούν με φορτίο , ανυψώσεων κλπ .



Σχήμα 10. Σταθερή τιμή με φορτίο .

Η εκκίνηση ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα γίνεται μόνο με την προϋπόθεση πως η ροπή M κινητήρα > ανθιστάμενη ροπή M_a

$$M > M_a$$

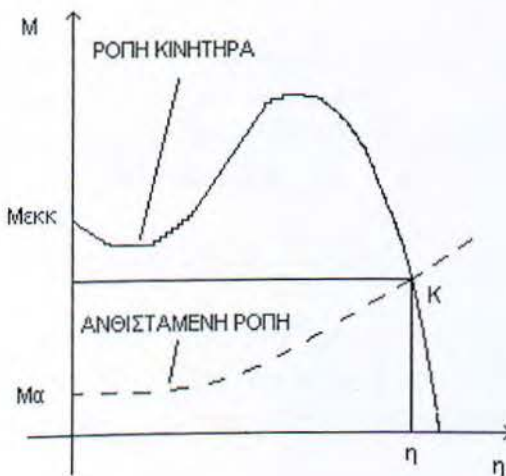
Η διαφορά αυτών των δυο ροπών λέγεται ροπή επιτάχυνσης και η σχέση είναι

$$M_b = M - M_a$$

Η σταδιακή επιτάχυνση του κινητήρα γίνεται μέχρι

$$M = M_a$$

Και αφορά το σημείο K (Κανονική λειτουργία) του ΑΤΚ στις ονομαστικές στροφές και προκύπτει από την τομή των καμπυλών παρακάτω . ^[βλ.3]



Σχήμα 11. Καμπύλη ανθιστάμενης ροπής και ροπής κινητήρα .

1.1.9 Απώλειες .

Οι απώλειες των ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες που είναι

α. Οι σταθερές

Εξαρτώνται από τα κατασκευαστικά και τεχνητά χαρακτηριστικά του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα , είναι ανεξάρτητες από το φορτίο του κινητήρα και διακρίνονται σε .

- Μηχανικές
- Τριβές
- Ηλεκτρικές στο τύλιγμα της διέγερσης
- Μαγνητικές η σιδήρου
- Υστέρησης
- Δυνορρευμαίων

β. Μεταβλητές η ηλεκτρικές απώλειες

Εξαρτώνται από την λειτουργία του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα με φορτίο και είναι .

- του σάτη
- του δρομέα

Αλλαγή φοράς περιστροφής

Η αλλαγή φοράς περιστροφής σε ασύγχρονο τριφασικό κινητήρα γίνεται με την αλλαγή της φοράς περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου στο τύλιγμα του σάτη του .

Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με την αλλαγή διαδοχής μεταξύ των φάσεων τροφοδοσίας του .

Η συνδεσμολογία αλλαγής φάσης είναι ακριβώς ίδια με το σχήμα του σύγχρονου τριφασικού κινητήρα που έχουμε δείξει παραπάνω .

Ένας άλλος τρόπος είναι με χρήση ειδικού διακόπτη χειροκίνητο τριών θέσεων .

I. Για την δεξιόστροφη περιστροφή του δρομέα

Ο. Για το σταμάτημα του δρομέα

II. Για την αριστερόστροφη περιστροφή του δρομέα

Επίσης υπάρχει και ο αυτόματος τρόπος με χρήση δυο ηλεκτρονόμων , ο ένας να συντελεί στην δεξιόστροφη περιστροφή του δρομέα και άλλος την αριστερόστροφη , ηλεκτρική μανδαλωση , χρήση θερμικού , και μπουτόν χειρισμού .

ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ



1.2.1 Εισαγωγή .

Οι υποβρύχιοι τριφασικοί κινητήρες μπορεί να είναι καταδυόμενοι που είναι συνήθως μονοβάθμιοι και χρησιμοποιούνται για αποστραγγίσεις σε εργοτάξια ή ορυχεία, αντλήσεις ακαθάρτων κλπ , και μόνιμοι που είναι συνήθως πολυβάθμιοι και χρησιμοποιούνται για αντλήσεις από μεγάλα βάθη ή σε γεωτρήσεις, αρδεύσεις , αύξηση πίεσης κλπ .

Μια ειδική κατηγορία υποβρυχίων αντλιών είναι οι ελικοφόρες που χρησιμοποιούνται για μεγάλες παροχές και μικρά μανομετρικά ύψη. Οι υποβρύχιοι κινητήρες μπορούν να βυθίζονται στο υγρό παροδικά είτε μόνιμα. Συνήθως είναι τριφασικοί ηλεκτροκινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Υπάρχουν όμως και υποβρύχια αντλίες με υδραυλικό κινητήρα ή αεροκίνητες .

Στις υποβρύχια αντλίες ο ηλεκτροκινητήρας είναι τοποθετημένος κάτω από την αντλία και τροφοδοτείται με ανθυγρά καλώδιο μέσα από στυπιοθλίπτη. Ο κινητήρας έχει κατάλληλες μονώσεις και είναι γεμάτος με ειδικό υγρό για ψύξη των τυλιγμάτων και λίπανση των εδράνων. Στεγανοποιείται με ειδικό στυπιοθλίπτη. Μια βαλβίδα αντεπιστροφής είναι ενσωματωμένη στη σύνδεση εξόδου στην κορυφή της αντλίας. ^[βλ. w2]

Στις εγκαταστάσεις υποβρυχίων αντλιών σε γεώτρηση το αντλητικό συγκρότημα κρέμεται από τον σωλήνα ανύψωσης νερού επάνω στον οποίο στερεώνεται και το ηλεκτρικό καλώδιο . Οι αντλίες αυτές μπορούν να εργασθούν και οριζόντια π.χ. μέσα σε αύλακα .

Γενικά οι υποβρύχιες αντλίες αποτελούν συνήθως την οικονομικότερη λύση άντλησης από γεωτρήσεις για περιπτώσεις μικρών παροχών σε μεγάλα μανομετρικά ύψη ενώ ταυτόχρονα είναι μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση για περιπτώσεις μεγάλων παροχών σε μικρά έως μέσα μανομετρικά ύψη .

1.2.2 Κατηγορίες αντλιών .

- Αντλίες ακτινικής ροής

Είναι αντλίες κατάλληλες να δουλεύουν με μικρότερη παροχή και εξαιτίας των μικρών τους διαστάσεων μπορούν να δεχθούν μεγάλο αριθμό βαθμίδων που σημαίνει υψηλές πιέσεις (αναφερόμενοι στην ίδια ιπποδύναμη). Κάθε βαθμίδα αποτελείται από το , συνήθως , χυτοσίδηρο μπολ , και τη φτερωτή που πάλι ανάλογα με τον τύπο της αντλίας μπορεί να είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο ή κασσιτεροχαλκό ή πρεσαριστό ορείχαλκο ή από θερμοπλαστική ρητίνη. Ο άξονας στηρίζεται στην εισαγωγή και εξαγωγή με ισχυρά δαχτυλίδια και εκτός από τα επιχρωμιωμένα χιτώνια στα άκρα προστατεύεται από τους προεκταμένους αφαλούς των φτερωτών. Για τις μακρύτερες αντλίες έχει προβλεφθεί η τοποθέτηση μιας ενδιάμεσης βάσης με δαχτυλίδι .

- Αντλίες μικτής ροής .

Είναι κατασκευασμένες με περισσότερες βαθμίδες από χυτοσίδηρο μπολ και φτερωτές . Οι φτερωτές μπορεί ομοίως με τις αντλίες ακτινικής ροής να είναι από κασσιτεροχαλκό ή πρεσαριστό ορείχαλκο ή από θερμοπλαστική ρητίνη. Ο άξονας στηρίζεται σε κάθε μπολ με μια σειρά από λαστιχένια κουζινέτα . Στην κανονική παραγωγή ο άξονας μπορεί να είναι από επιχρωμιωμένο ατσάλι ή και από ανοξείδωτο ατσάλι . Κάθε αντλία είναι εφοδιασμένη και με μια βαλβίδα αντεπιστροφής.

- Ακτινικές αντλίες με περίβλημα από ανοξείδωτη λαμαρίνα .

Είναι κατασκευασμένες με διάχυτες από θερμοπλαστική ρητίνη με μεταλλική εσωτερική επικάλυψη, τοποθετημένες μέσα σε ατσάλινη ανοξείδωτη σωλήνα και ασφαλισμένες σε χυτοσίδηρά στηρίγματα στις θήκες αναρρόφησης και κατάθλιψης με σφιγκτήρες . Οι φτερωτές μπορεί να είναι από κασσιτεροχαλκό . Οι ανοξείδωτοι ατσάλινοι άξονες στους οποίους υπάρχουν τα επιχρωμιωμένα χιτώνια στηρίζονται στα άκρα σε κουζινέτα με επαρκή προστασία από την άμμο .

Η διάμετρός τους μπορεί να είναι τόση ώστε να τοποθετούνται σε γεώτρηση διαμέτρου μέχρι και 10 cm .

1.2.3 Εξαρτήματα του υποβρύχιου κινητήρα .



Εικόνα 6. υποβρύχιος τριφασικός κινητήρας .

Τα μέρη ενός υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα είναι τα παρακάτω .

- Ο ηλεκτροκινητήρας .

Ο ηλεκτροκινητήρας είναι συνήθως ασύγχρονος τριφασικός , βραχυκυκλωμένου δρομέα , για τάση 400V/50Hz . Μπορεί όμως να είναι και μονοφασικός . Είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα NEMA και VDE , είναι υποβρυχίου τύπου και όλα τα εσωτερικά μέρη υδατοβρεχτά , υδρολίπαντα και υδρόψυκτα . Στο επάνω μέρος του υπάρχει τάπα πληρώσεως (που είναι και βαλβίδα εξαερώσεως ειδικού τύπου) η οποία προστατεύει τον κινητήρα από εισδοχή άμμου . Το εξωτερικό περίβλημα του κινητήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα .

Τα τυλίγματα του στάτη (περιέλιξη) είναι από ειδικό αγωγό χαλκού ο οποίος φέρει ειδική θερμοπλαστική επένδυση, με ηλεκτρική μόνωση η οποία είναι δοκιμασμένη σε υψηλή τάση λειτουργίας 3kV, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη ψύξη αυτών. Ο πυρήνας του στάτη φέρει ειδική αντισκωρική επένδυση .

Ο άξονας του ρότορα κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα και είναι πλήρως ζυγοσταθμισμένος . Τα ακτινικά έδρανα είναι από ειδικό γραφιτούχο υλικό μεγάλης επιφάνειας έδρασης τα οποία εξασφαλίζουν τη σωστή ευθυγράμμιση του άξονα (ρότορα). Ο ρότορας καταλήγει σε άξονα ο οποίος είναι και ο άξονας του κινητήρα ο οποίος με τη σειρά του φέρει ειδική διάταξη λαβυρίνθου ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο άμμου με αποτέλεσμα να μπορεί να την απομακρύνει ο μηχανικός στυπιοθλίπτης .

- Ωστικό έδρανο .

Το ωστικό έδρανο είναι αυτολιπαινόμενο πολύ ισχυρής κατασκευής , με ελαστικούς τομείς , που εργάζονται με δίσκο από ανοξείδωτο χάλυβα . Στο κάτω μέρος του κινητήρα παρατηρούμε να υπάρχει η ελαστική μεμβράνη η οποία είναι μια διάταξη αποσυμπίεσης και εξίσωσης των διαστολών του νερού του κινητήρα , η οποία είναι κατασκευασμένη από ειδικό ελαστικό .

- Ο άξονας .

Ο άξονας μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα στις πτερωτές και την απαραίτητη ισχύ για την πρόσδοση ενέργειας στο ρευστό . Ο άξονας είναι από ανοξείδωτο χάλυβα απόλυτα ευθυγραμμισμένος και στιλβωμένος με επιφανειακή ταχύτητα μικρότερη από 40 RMS και με κατάλληλες διαστάσεις ώστε να εξασφαλίζεται η αντοχή για τη μεταφορά της μέγιστης ισχύος της αντλίας . Η επιλογή του άξονα γίνεται σύμφωνα με τον τύπο της αντλίας που θα χρησιμοποιηθεί και στις βαθμίδες του . Έτσι ο άξονας μπορεί να έχει σφηναύλακες, οι οποίοι μεταξύ τους κατασκευάζονται σε γωνία 180 μοιρών , ή έναν ή δύο αντιδιαμετρικούς σφηνόδρομους σε όλο το μήκος του άξονα . Στα δύο τους άκρα φέρει τρύπες με σπείρωμα οι οποίες στην μεριά του κινητήρα και στερεώνονται με κοχλία . Η τρύπα στην άλλη μεριά του άξονα χρησιμεύει για τη σύσφιξη των πτερωτών και των δακτυλίων απόστασης πάνω στον άξονα , έτσι ώστε να μην έχουμε την μετατόπιση τους σε σχέση μ' αυτόν. Εδράζεται σε ελαστικά κουζινέτα τα οποία είναι διαταγμένα σε τακτά διαστήματα . Ο αριθμός των κουζινέτων εξαρτάται απ' τον αριθμό των βαθμίδων και κατά συνέπεια το μήκος του άξονα. Όσο μεγαλύτερο το μήκος, τόσο περισσότερα τα κουζινέτα .

- Η βαλβίδα αντεπιστροφής .

Το περίβλημα της κατασκευάζεται από φαιό χυτοσίδηρο . Τα εσωτερικά της εξαρτήματα (γλώσσα, αξονάκι και ελατήριο) κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα .

Η βαλβίδα έχει ελατήριο που πιέζει τη γλώσσα και επιτρέπει τη ροή του νερού μόνο προς τη μία κατεύθυνση. Τοποθετείται στα κατακόρυφα συγκροτήματα για να αποτρέψει την περιστροφή πτερωτών κατά ανάποδη φορά, από το νερό της υπερκείμενης στήλης, όταν η αντλία σταματήσει.

- Κόμπλερ .

Η σύνδεση του Η/Κ με την αντλία γίνεται μέσω ισχυρού συνδέσμου (κόμπλερ) . Το κόμπλερ είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι διαστάσεις του είναι τέτοιες ώστε να είναι ικανός να μεταφέρει τη συνολική ροπή και το συνολικό φορτίο του συγκροτήματος προς κάθε φορά περιστροφής. Από την μία πλευρά έχει εσωτερικό περίβλημα πολύσφηνο κατά NEMA στο οποίο εφαρμόζει το αντίστοιχο πολύσφηνο του ρότορα του κινητήρα . Στο τμήμα αυτό υπάρχει οπή η οποία λειτουργεί σαν ασφάλεια συγκρατώντας το κόμπλερ με τον ρότορα . Από την άλλη μεριά έχει κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να ταιριάζει στον τύπο του στροβίλου που θα χρησιμοποιηθεί . Ανάλογα με τον τύπο του στροβίλου έχει σφηνόδρομους για την σύνδεση του με τον άξονα. Το κόμπλερ συνδέεται με τον άξονα με ένα Allen το οποίο περνάει από μια ροδέλα σφηνωμένη μέσα του. Κάποιοι τύποι κόμπλερ αποτελούνται από δυο ξεχωριστά κομμάτια. Καθένα στερεώνεται σταθερά πάνω στο αντίστοιχο εξάρτημα και μετά αυτά συνδέονται με το πολύσφηνο που φέρουν .

- Ο στρόβιλος (πτερωτές) .

Είναι το υπόλοιπο μισό κομμάτι με το οποίο μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα αποτελούν ένα αντλητικό συγκρότημα . Ο στρόβιλος είναι πολυβάθμιος, μεικτής ή ακτινικής ροής με ομοαξονική εξαγωγή . Το υλικό του εξωτερικού κελύφους του στροβίλου εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται (νερό γλυκό, εφάλμυρο ή θαλασσινό) .

Οι πτερωτές είναι κατασκευασμένες από φωσφορούχο ορείχαλκο ή από NORYL με ενισχυμένες ίνες για μεγαλύτερη αντοχή στην άμμο . Στις πτερωτές γίνεται στατική και ζυγοστάθμιση και κατόπιν στερεώνονται στον άξονα στις ειδικές σφήνες που έχουν τοποθετηθεί . Σε ορισμένους τύπους στροβίλων οι πτερωτές στερεώνονται με κώνους , οι οποίοι σφίγγουν στην πτερωτή με χτύπημα. Η πλήμνη , της οποίας η διάμετρος είναι κατά 0,1mm μεγαλύτερη από την διάμετρο του άξονα, συγκρατείται πάνω του με τις σφήνες . Από την πλήμνη ξεκινούν τα πτερύγια που έχουν ελικοειδή μορφή και η κλίση τους είναι αντίθετη προς τη φορά περιστροφής της πτερωτής . Οι πτερωτές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι κλειστού τύπου . Οι πτερωτές αυτές πλεονεκτούν γιατί έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης και αναπτύσσουν υψηλή πίεση , δηλαδή μεγάλο μανομετρικό ύψος .

Τα μπόλ είναι ένα από τα σταθερά μέρη του στροβίλου . Είναι από φαιό χυτοσίδηρο ή από φωσφορούχο ορείχαλκο ή κράμα νικελιούχου αλουμινορείχαλκου όταν το απαιτούν οι συνθήκες (εφάλμυρα ή θαλασσινά νερά) .

Τα μπολ διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της αντλίας (ακτινικής ή μικτής ροής). Τα μπολ των αντλιών ακτινικής ροής φέρουν στο εσωτερικό τους πρόσθετο δίσκο με ειδικά πτερύγια . Το μπολ των αντλιών μικτής ροής έχει στο εσωτερικό του κώνο ο οποίος με το εξωτερικό κέλυφος δημιουργεί δίοδο για τη διέλευση του ρευστού . Μέσα στη δίοδο αυτή υπάρχουν τα πτερύγια τα οποία είναι χυτά . Φέρουν πατούρα στην οποία προσαρμόζεται ελαστικό κουζινέτο . Ο αριθμός των κουζινέτων εξαρτάται από τον αριθμό των βαθμίδων του στροβίλου. Εξωτερικά τα μπολ έχουν μπουζόνια για την σύνδεση μεταξύ τους ή το ένα μπαίνει μέσα στο άλλο σε ειδικές πατούρες . Ορισμένοι τύποι μπολ φέρουν πατούρα στην οποία προσαρμόζεται ελαστικός δακτύλιος . Αυτός συνεργάζεται με ανοξείδωτο δακτύλιο στην πτερωτή . Κρατάει την ανοχή μεταξύ μπολ και πτερωτής σε ελάχιστο επίπεδο και όταν φθαρεί αλλάζεται εύκολα , φέρνοντας την αντλία στην αρχική της κατάσταση . Το τελευταίο μπολ σε ορισμένους τύπους αντλιών μικτής ροής είναι διαμορφωμένο διαφορετικά στην μεριά εξόδου του νερού . Έχει μια ειδική πατούρα για να τοποθετηθεί το στεγανοποιητικό παρέμβυσμα (περμανίτης) και στη συνέχεια η βαλβίδα αντεπιστροφής που προσαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω δηλαδή πάνω σ' αυτό .

- Η αναρρόφηση .

Πρόκειται για το σημείο εκείνο από το οποίο γίνεται η εισροή νερού στον στρόβιλο . Είναι κατασκευασμένη από φαιό χυτοσίδηρο ή από φωσφορούχο ορείχαλκο ή κράμα νικελιούχου αλουμινορειχαλκού όταν το απαιτούν οι συνθήκες (εφάλμυρα ή θαλασσινά νερά) . Η αναρρόφηση είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να προσαρμόζεται στον Η/Κ από τη μια πλευρά και από την άλλη να εφαρμόζει στο πρώτο από τα μπολ . Έτσι οι αναρροφήσεις διακρίνονται ως προς τον τύπο του Η/Κ και ως προς τον τύπο του στρόβιλου στον οποίο χρησιμοποιούνται. Στην επιφάνεια κάθε αναρρόφησης υπάρχει ειδική πατούρα στην οποία τοποθετείται η σήτα για την αποφυγή εισροής χαλικιών και γενικότερα αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρές φθορές στον στρόβιλο. Ορισμένοι τύποι αναρροφήσεων έχουν ειδική διαμόρφωση όπου προσαρμόζεται ελαστικό κουζινέτο για την έδραση του άξονα . Περιμετρικά υπάρχουν εγκοπές – διαμορφώσεις για να περνάνε τα καλώδια τροφοδοσίας του ηλεκτροκινητήρα . ^[βλ.w1]

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

1.3.1 Εισαγωγή .

Οι πρώτοι αισθητήρες εμφανίζονται μαζί με τα όμβρια όντα και αποτελούν τα όργανα τους . Το μάτι και το αυτί είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα , το πρώτο ανιχνεύει τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και το δεύτερο τον ήχο δηλαδή κύματα πίεσης . Ο άνθρωπος για να λύσει κάποια καθημερινά προβλήματα συνειδητοποιεί ότι χρειάζεται όργανα μέτρησης και αισθητήρες .

Αισθητήριο είναι εκείνο που μετατρέπει την φυσική μεταβλητή σε μια ηλεκτρική τάση . Η φυσική αυτή μεταβλητή μπορεί να είναι π.χ. η θερμοκρασία, η πίεση, η υγρασία , η στάθμη υγρού κτλ .

Με τους αισθητήρες γίνονται οι μετρήσεις σε βιομηχανίες, εργαστήρια και γενικά όπου επιζητείται η παρακολούθηση μιας φυσικής μεταβλητής συναρτήσει του χρόνου. Αφού η μετατροπή της φυσικής μεταβλητής γίνεται σε ηλεκτρική τάση εξόδου από τον αισθητήρα, εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε ότι η μέτρηση της φυσικής μεταβλητής ανάγεται σε μέτρηση της ηλεκτρικής τάσης, η οποία μπορεί να γίνει με βολτόμετρο ή καταγραφικό αν ζητάμε μεταβολές συναρτήσει του χρόνου, η ακόμα με προσαρμογή σε βαθμίδα μετατροπής αναλογικής σε ψηφιακή μορφή (A/D Converter), με σκοπό την αποθήκευση των πληροφοριών σε Η/Υ για μετέπειτα επεξεργασία.

Εκτός όμως από τους αισθητήρες που μετατρέπουν τη φυσική μεταβολή σε ηλεκτρική τάση, υπάρχουν και άλλοι αισθητήρες που μετατρέπουν την φυσική μεταβολή σε άλλης μορφής ενέργεια όπως για παράδειγμα σε μηχανική (π.χ. μετακίνηση μοχλών), αλλά αυτοί οι αισθητήρες είναι συγκεκριμένα όργανα φθηνής κατασκευής, για οικιακές κυρίως χρήσεις .

Στην αγορά αισθητήρων μπορεί κανείς να βρει και έτοιμους αισθητήρες με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα με σκοπό η τάση εξόδου να αλλάζει κατάσταση από 0 σε 1 (π.χ. 5V η 0V , επαφή εντός – εκτός), αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή (alarm sensors) . Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανίες, θερμοκήπια, κτίρια και γενικώς εκεί που θέλουμε να εκδηλωθεί συναγερμός, αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου που μετρά ο αισθητήρας υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή. Συνήθως τα όργανα αυτά διαθέτουν ποτενσιόμετρο για την αλλαγή της συγκεκριμένης τιμής συναγερμού . Πάρα πολλά αισθητήρια είναι σήμερα διαθέσιμα για τη μετατροπή του επιθυμητού μεγέθους σε ηλεκτρικό .

Η καλύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων και η ανάπτυξη νέων υλικών, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή αισθητηρίων με υψηλή ακρίβεια, ταχύτητα απόκρισης και ευρεία περιοχή μέτρησης .

Τα αισθητήρια διακρίνονται σε ενεργά όταν για την μετατροπή του φυσικού μεγέθους σε αντίστοιχο ηλεκτρικό (τάση, ρεύμα, φορτίο) δεν απαιτείται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας .

Η αρχή λειτουργίας των ενεργών αισθητηρίων βασίζεται:

- A) Στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής
- B) Στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο
- Γ) Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
- Δ) Στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο και
- E) Στο φαινόμενο Hall

Και στα παθητικά αισθητήρια όπου το μετρούμενο φυσικό μέγεθος μεταβάλει την τιμή της αντίστασης , της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας, επομένως απαιτείται η τροφοδοσία του αισθητηρίου από εξωτερική πηγή για την λήψη του σήματος εξόδου .

Η λειτουργία των παθητικών αισθητήρων στηρίζεται στην μεταβολή της ωμικής αντίστασης της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας από την επίδραση του φυσικού μεγέθους είτε στις διαστάσεις του υλικού είτε απευθείας στις ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού .

Υπάρχουν αισθητήρια με μεταβολή της ειδικής αντίστασης η οποία μπορεί να οφείλεται .^[βλ.10]

- A) Στη θερμοκρασία
- B) Στη φωτεινή ακτινοβολία
- Γ) Στην υγρασία
- Δ) Στη μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων του υλικού

1.3.2 Ηλεκτρόδια στάθμης .

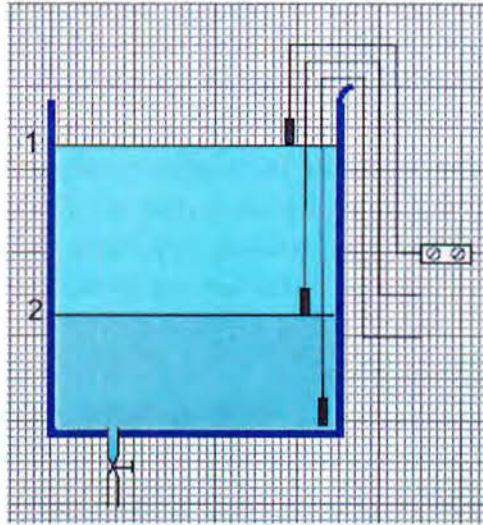
Τα αισθητήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως στους υποβρύχιους τριφασικούς κινητήρες ονομάζονται ηλεκτρόδια στάθμης . Τα ηλεκτρόδια στάθμης είναι αισθητήρια τα οποία ανιχνεύουν την ύπαρξη του νερού αλλάζοντας τις ιδιότητες του υλικού δηλαδή την μέτρηση της μεταβολής της αντίστασης ανάμεσα στα ηλεκτρόδια, τοποθετούνται ανά τρία και είναι όμοια μεταξύ τους , αυτό το οποίο τους κάνει να διαφέρουν είναι η συνδεσμολογία τους , ένα ηλεκτρόδιο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της πάνω στάθμης , ένα ηλεκτρόδιο για τον έλεγχο της κάτω στάθμης του νερού ενώ το τρίτο είναι το ηλεκτρόδιο της γείωσης . Λόγο της στενότητας του χώρου της περιοχής εργασίας του υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται προσκολλημένα επάνω του μέσα σε πλαστικό σωλήνα τύπου PVC η ακόμα και χωρίς εξωτερικό κάλυμα αρκεί να τοποθετηθούν με την σωστή σειρά όπως ορίζει ο κατασκευαστής .



Εικόνα 7. Ηλεκτρόδια στάθμης .

Η επικοινωνία με τον πίνακα αυτοματισμού πραγματοποιείται με ανθυγρά καλώδιο κατάλληλης διατομής όπου τα ηλεκτρόδια είναι συνδεδεμένα με ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα το οποίο ονομάζεται ηλεκτρονικός διακόπτης ελέγχου στάθμης αγώγιμου υγρού .

Η χρησιμότητα των ηλεκτροδίων στο σύστημα μας πραγματοποιείται για την ασφάλεια του τριφασικού υποβρύχιου κινητήρα από έλλειψη νερού άντλησης που έχει ως αποτέλεσμα την καταπόνηση εξαρτημάτων της αντλίας η ακόμα και την καταστροφή του κινητήρα .



Εικόνα 8. Ηλεκτρόδια μέσα σε υγρό .

Η αρχή λειτουργίας των ηλεκτροδίων με τον ηλεκτρονικό διακόπτη ελέγχου στάθμης αγωγίμου υγρού θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο που θα εξηγήσουμε και την λειτουργία του όλου συστήματος , εδώ θα αναφέρουμε περιληπτικά την λειτουργία των αισθητήριων αυτών ώστε να έχουμε μια πρώτη μάτια στο πως εργάζονται .

Τα ηλεκτρόδια είναι τοποθετημένα στον πλαστικό σωλήνα όπως προαναφέραμε για να ανιχνεύουν την παρουσία του νερού .

Όταν το νερό της γεώτρησης είναι πλήρες το επάνω ηλεκτρόδιο (1) είναι καλυμμένο από το νερό και συνεπώς σε κατάσταση άμεσης λειτουργίας εφόσον μέσω του πιεζοστάτη υπάρχει ανάγκη άντλησης του νερού . Εάν η στάθμη του νερού πέσει κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια που έχουμε θέση μέσω του κάτω ηλεκτροδίου (2) η ακόμα και του ηλεκτροδίου της γείωσης θα πρέπει άμεσα να γίνει η αυτόματη διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα .

Η τάση που υπάρχει στα ηλεκτρόδια είναι πολύ μικρή της τάξεως των 12 V και 24 V όπως και το ρεύμα τους το οποίο και αυτό βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα ώστε να έχουμε σε περίπτωση διαρροής ρεύματος μεγαλύτερη ασφάλεια και να μην δημιουργείται το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης .

Η μεγαλύτερες φθορές των ηλεκτροδίων οφείλονται στην κακή ποιότητα του νερού κυρίως από άλατα τα οποία προσκολλούνται στο εξάρτημα με συνέπεια την μη λειτουργία του αισθητήριου .

Η συντήρηση , επισκευή η αντικατάσταση των ηλεκτροδίων ενός υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα δεν είναι εύκολη υπόθεση διότι από την στιγμή που θα τοποθετήσουμε την αντλία στο υπέδαφος ο χώρος εργασίας δεν είναι επισκέψιμος , για την συντήρηση η αλλαγή θα πρέπει να υπάρχει ειδικός γερανός αποσυναρμολόγησης των σωληνώσεων για να μπορέσουμε να φέρουμε στην επιφάνεια τον κινητήρα και να κάνουμε τις απαραίτητες αλλαγές .

ΑΓΩΓΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Αγωγοί ονομάζονται τα αγώγιμα σύρματα (χαλκός) που χρησιμοποιούμε για την διοχέτευση του ηλεκτρικού ρεύματος και χαρακτηρίζονται από την μόνωση , το χρώμα της μόνωσης , το υλικό της μόνωσης και από των αριθμό των κλώνων χωρίζοντας τους σε μονόκλωνους και πολύκλωνους .



Εικόνα 9. άνθυγρος αγωγός .

Υπάρχουν στο εμπόριο πολλά είδη καλωδίων τα οποία χρησιμοποιούμε ανάλογα με την εφαρμογή που έχουμε να υλοποιήσουμε όπως τηλεφωνικά , βιομηχανικά , πυράντοχα κλπ .

Για τον υποβρύχιο τριφασικό κινητήρα το καλώδιο της ηλεκτρικής τροφοδοσίας του και αυτών των ηλεκτροδίων ανήκουν σε μια ειδική κατηγορία που ονομάζονται άνθυγροι αγωγοί ΝΥΥ όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μόνιμη εγκατάσταση μέσα σε υγρά .

Τα αρχικά ΝΥΥ σημαίνουν

N = κατά VDE (Γερμανικό πρότυπο)

Y = μόνωση PVC

Y = μανδύας PVC

Αυτοί περιέχουν όπως φαίνεται και από το σχήμα παραπάνω τον εξωτερικό μανδύα την εσωτερική επικάλυψη την μόνωση pvc και τους αγωγούς .

Οι αγωγοί μπορεί να είναι είτε μονόκλωνη είτε πολύκλωνοι οι οποίοι συνδέονται στο κιτίο του κινητήρα , ο αριθμός των αγωγών είναι τέσσερις για τον κινητήρα όπου οι τρεις αποτελούν τις φάσεις (καφέ , μαύρο , γκρι) και ο τέταρτος είναι η γείωση (κιτρινοπράσινο) , για τα αισθητήρια χρησιμοποιούνται τρεις αγωγοί μικρότερης διατομής συνδέοντας κάθε καλώδιο σε ένα ηλεκτρόδιο .

Το μήκος των καλωδίων εξαρτάται από την κάθε εφαρμογή , δηλαδή από την απόσταση της αντλίας και του πίνακα αυτοματισμού , ενώ οι διατομές των αγωγών και η συνδεσμολογία πραγματοποιούνται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα του κινητήρα του κατασκευαστή όπου θα αναφερθούμε στο επόμενο κεφάλαιο .



Εικόνα 10. Γεώτρηση .

1.5.1 Εισαγωγή .

Για την πραγματοποίηση μιας γεώτρησης και την ανάδειξη της θέσης της απαιτείται ειδική μελέτη από γεωλόγους και μηχανολόγους . η μελέτη αυτή αφορά

- τα χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων του εδάφους .
- Εντόπιση των θέσεων από θερμικές λήψεις με τη βοήθεια δορυφόρων .
- γεωλογικούς χάρτες που παρέχει το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) .
- Έλεγχος του υδροφόρου ορίζοντα με τη χρήση υπέρηχων συχνοτήτων .

1.5.2 Γεώτρηση .

Μετά από σχετική άδεια μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της γεώτρησης .

Η γεώτρηση είναι μέθοδος διατρήσεως του εδάφους σε σημαντικό βάθος με τη διάνοιξη οπών κατάλληλης διαμέτρου για την έρευνα και την αξιοποίηση των πόρων του υπεδάφους, δηλαδή την απευθείας άντληση νερού ή τη χρησιμοποίηση της γεωθερμίας . Η γεώτρηση εκτελείται με τα κατάλληλα μηχανήματα που ονομάζονται γεωτρύπανα .

Τα γεωτρύπανα είναι τα κατάλληλα εργαλεία με τα οποία εκτελούνται οι γεωτρήσεις, τόσο για την άντληση νερού όσο και για την αξιοποίηση της γεωθερμίας. Κάθε γεωτρύπανο αποτελείται από τρία βασικά μέρη: το κοπτικό εργαλείο (όργανο που εκτελεί την εκσκαφή), την κεφαλή (που δέχεται την κίνηση), το σύστημα συνθέσεως των χαλύβδινων ράβδων (που λέγονται στελέχη γεωτρήσεως) και το σύστημα αεροσυμπιεστής. Η ανώτερη από αυτές ονομάζεται τετραγωνικό στέλεχος. Τα στελέχη αυτά (μακάπια) κοχλιώνονται μεταξύ τους, καθώς το μηχάνημα εισχωρεί σιγά σιγά στο έδαφος .

Κατά το άνοιγμα της οπής και εάν κρίνεται απαραίτητο χρησιμοποιούνται περιφραγματικοί σωλήνες για τη συγκράτηση των τοιχωμάτων της γεώτρησης ή για την αποφυγή απώλειας νερού από την ύπαρξη ρωγμών στα τοιχώματα της γεώτρησης .

Οι περιφραγματικοί σωλήνες είναι σωλήνες κατασκευασμένοι από ειδικό χάλυβα, χωρίς ραφή, οι οποίοι κατασκευάζονται σε διάφορα μήκη και οι διάμετροί τους ακολουθούν την τυποποίηση του εξοπλισμού της διατρητικής στήλης. Η απαιτούμενη στήλη γίνεται με αλληλοσύνδεση των σωλήνων .

Υπάρχουν δύο ειδών συνδέσεις των σωλήνων .

A) Σύνδεση σωλήνων με συνδέσμους με εξωτερικό σπείρωμα, όπως στα διατρητικά στελέχη. Το πάχος των σωλήνων αυτών είναι μικρό.

B) Σύνδεση σωλήνων απευθείας με διαμόρφωση στο ένα άκρο του σωλήνα εξωτερικού σπειρώματος και στο άλλο άκρο του σωλήνα διαμόρφωση εσωτερικού σπειρώματος. Το πάχος των σωλήνων αυτών πρέπει να είναι μεγαλύτερο από ότι των προηγούμενων, οπότε είναι και κατά 30 % βαρύτεροι.

Εκτός από αυτούς τους τύπους υπάρχει και ειδικός τύπος ενισχυμένων σωλήνων που αντέχουν στην κρούση και χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που η τοποθέτηση - προχώρηση των περιφραγματικών σωλήνων γίνεται με κρούση. Η στήλη των σωλήνων συγκρατείται στη θέση της με την τριβή με τα τοιχώματα της γεώτρησης και με τη στήριξή τους από την επιφάνεια με κατάλληλο σφικτήρα. Για την καλύτερη εξαγωγή των σωλήνων, μετά το τέλος της γεώτρησης, η εξωτερική επιφάνεια των σωλήνων αλείφεται με γράσο ή άλλο παρασκεύασμα .

Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι οι τσιμεντενέσεις . Οι τσιμεντενέσεις σε συνδυασμό με γεώτρηση στεγανοποιούν και ενισχύουν το υπέδαφος .

Ειδικότερα, η πλήρωση των κενών ενός εδαφικού ή των ρωγμών ενός βραχώδους σχηματισμού με ένεμα υπό πίεση βελτιώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά και μειώνει τη διαπερατότητά του , εξασφαλίζοντας στεγανοποίηση .

Η ίδια μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη δημιουργία στεγανού πετάσματος, για τον έλεγχο της υπόγειας ροής. Επίσης, τσιμεντενέσεις μπορούν να εφαρμοστούν και για τη στεγανοποίηση θεμελίωσης φραγμάτων, τη σταθεροποίηση και στεγανοποίηση πυθμένα και πρανών βαθιών εκσκαφών, τη σταθεροποίηση σηράγγων ή τη θεμελίωση κτιρίων.

Οι σωλήνες κατακόρυφης στήλης νερού είναι γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες του εμπορίου μήκους 6 μέτρων, ονομαστικής διαμέτρου ανάλογα με τα στοιχεία της μελέτης και να έχουν συνδέσμους (μούφες). Οι σωλήνες τοποθετούνται μεταξύ των εξωτερικών τοιχωμάτων της σωλήνωσης και των τοιχωμάτων της γεώτρησης και έχουν σκοπό την άντληση του υπόγειου νερού. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τις υδρογεωτρήσεις και τοποθετούνται κομμάτι κομμάτι από τον ειδικό γερανό .

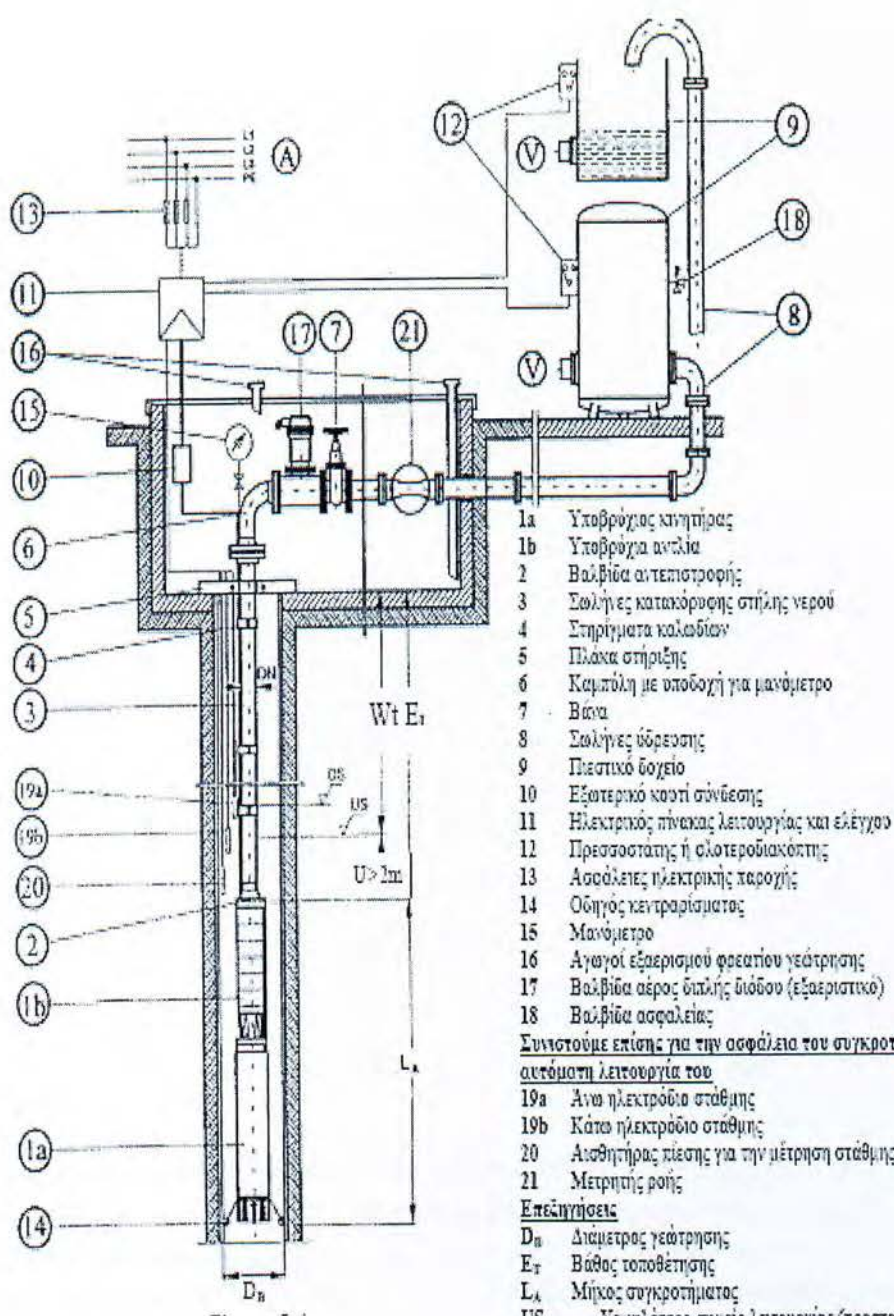
1.5.3 Εγκατάσταση του υποβρύχιου κινητήρα .

Στον πυθμένα της γεωτρήσεως τοποθετείται ο υποβρύχιος τριφασικός κινητήρας και η αντλία που φέρουν επάνω τους και τα ηλεκτρόδια στάθμης , στο επάνω μέρος της αντλίας τοποθετείται η βαλβίδα αντεπιστροφής η οποία χρησιμοποιείται για την αποφυγή του επιστρεφόμενου νερού . Οι σωλήνες τοποθετούνται κατά κομμάτι και είναι συνδεδεμένοι με ειδικούς συνδέσμους , όταν η συναρμολόγηση έχει τελειώσει φτάνοντας στην επιφάνεια τοποθετείται η πλάκα στήριξης η οποία είναι κατασκευασμένη από σίδηρο και καλύπτει όλη την επιφάνεια της οπής της γεωτρήσεως . Στο σημείο αυτό ο σωλήνας πραγματοποιεί κλίση ενενήντα μοιρών στρεφόμενος προς της μονάδες αποθήκευσης του νερού .

Επάνω και μετά από την κλίση του σωλήνα τοποθετούνται τα υδραυλικά εξαρτήματα όπως βαλβίδες αέρος (εξαέριστικο) , βάνα χειροκίνητη , μανόμετρο κλπ . Στο τέλος της διάταξης υπάρχει το πιεστικό δοχείο και ο πιεζοστάτης .

Μετά το τέλος των εργασιών, ο χώρος που περιβάλλει τη σωλήνωση πρέπει να προστατεύεται στην επιφάνεια από πλάκα σκυροδέματος (με τσιμέντο 350kg/m³), διαστάσεων 1,00 x 1,00 x 0,40 m. Στην επιφανειακή πλάκα της γεώτρησης (πλάκα προστασίας) τοποθετείται ελαφρά κεκλιμένος πλαστικός σωλήνας 4", για συμπλήρωση χαλικόφιλτρου .

Αναλυτικά η δομή μιας γεώτρησης δίνεται στο παρακάτω σχέδιο . [βλ.w4]



Διάγραμμα συστήματος παροχής νερού

Εικόνα 11.Εγκατάσταση του συστήματος .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1.1 Εισαγωγή .

Για την προστασία του αντλητικού συστήματος και των εξαρτημάτων του από τις καιρικές συνθήκες συνήθως κατασκευάζεται ένα μικρό κτίριο πάνω από την πλάκα σκυροδέματος που έχουμε προαναφέρει στο προηγούμενο κεφάλαιο , με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε την στεγανότητα και την ασφάλεια του ηλεκτρικού πίνακα και της υδραυλικής εγκατάστασης .

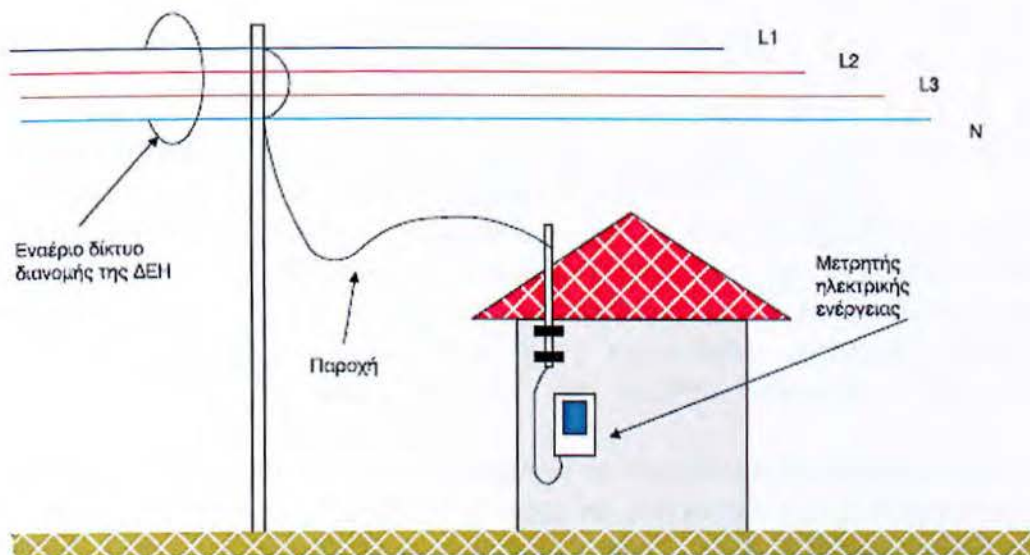
Ο τοίχος του αντλιοστασίου είναι κατασκευασμένος από οικοδομικά υλικά τα οποία κυκλοφορούν στο εμπόριο όπως τούβλα ή τσιμεντινα τούβλα ή γtong κλπ και είναι κτισμένος περιμετρικά της πλάκας . Η είσοδος της κατασκευής αποτελείται από μια μεταλλική πόρτα με κλειδαριά καθώς και από ένα παράθυρο με περσίδες για να αποβάλλεται η υγρασία , οι διαστάσεις του θα πρέπει να είναι ικανοποιητικές ώστε ο χώρος να είναι επισκέψιμος και κατάλληλος για οποιαδήποτε εργασία συντήρησης . Η σκεπή του αντλιοστασίου είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε το κομμάτι που είναι από επάνω από την οπή της γεώτρησης να μετακινείται εύκολα και να μπορεί να επανατοποθετείται χωρίς να προκαλέσουμε ζημία στην εγκατάσταση .

2.1.2 Τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος .

Η ρευματοδότηση ή παροχή του συστήματος πραγματοποιείται από την ΔΕΗ η οποία κατασκευάζει εγκαθιστά και είναι υπεύθυνη για την εγκατάσταση μέχρι τον μετρητή .

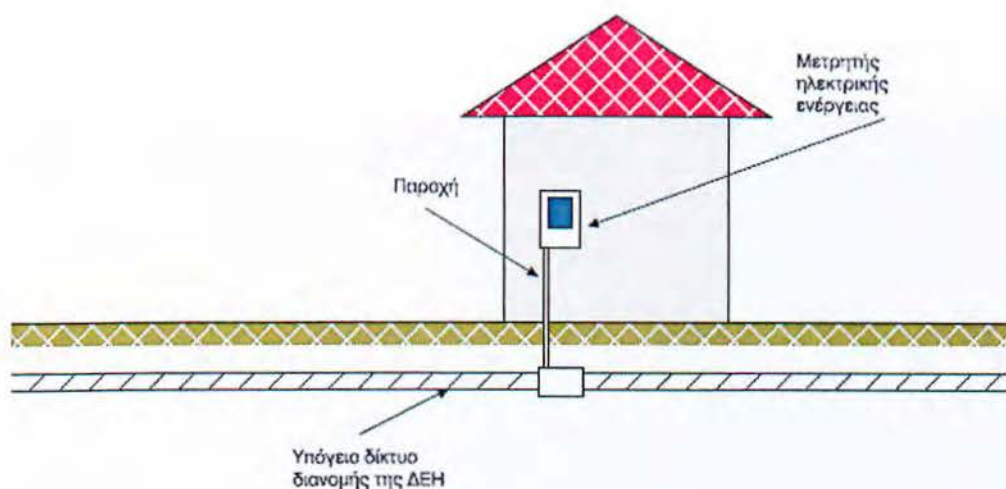
Από εκεί και πέρα την ευθύνη έχει ο συντηρητής ηλεκτρολόγος της εγκατάστασης . Ανάλογα με τον τρόπο ρευμαδότησης του καταναλωτή διακρίνουμε τις εναέριες και τις υπόγειες παροχές .

Οι εναέριες παροχές τροφοδοτούνται από το εναέριο δίκτυο διανομής . Στις παροχές αυτές το καλώδιο της ΔΕΗ καταλήγει σε ένα στυλίσκο από γαλβανισμένο σωλήνα η δίνεται κατάλληλα στο κτίριο σε ασφαλές ύψος από τον δρόμο . Η τοποθέτηση του μετρητή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στο εξωτερικό μέρος του κτιρίου του καταναλωτή .



Εικόνα 12. εναέριο δίκτυο διανομής .

Οι υπόγειες παροχές τροφοδοτούνται από το υπόγειο δίκτυο διανομής της ΔΕΗ . Στις υπόγειες παροχές η τροφοδοσία γίνεται με διακλάδωση από το κεντρικό καλώδιο του φρεατίου της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας , η τοποθέτηση του μετρητή γίνεται πάλι στο εξωτερικό τμήμα του κτιρίου με την διάφορα όμως ότι η παροχή έρχεται μέσω του σωλήνα από το έδαφος . Οι υπόγειες παροχές δεν συναντώνται συχνά σε εφαρμογές τέτοιου είδους παρά μόνο κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα . ^[βλ.4]



Εικόνα 13. υπόγειο δίκτυο διανομής .

Η παροχή της ηλεκτρικής ισχύος ενός καταναλωτή και μέχρι τα 135 KVA γίνεται κατά κανόνα από το δίκτυο χαμηλής τάσης (Χ.Τ. – 380/400 V) της ΔΕΗ .

Για μεγαλύτερη ισχύ η παροχή γίνεται από το δίκτυο μέσης τάσης (Μ.Τ. - 6 KV, 15 KV, 20 KV, 22 KV) . Η ΔΕΗ ωστόσο μπορεί να επιβάλλει την τροφοδοσία ενός καταναλωτή , ακόμη και ισχύ μικρότερη των 135 KVA , από το δίκτυο μέσης τάσης για τεχνικούς ή οικονομικούς λόγους ή σε περιπτώσεις εκκίνησης μεγάλων κινητήρων ή όταν στο δίκτυο της ΣΤ έχει επέλθει κορεσμός , από ήδη τροφοδοτούμενους καταναλωτές .

Ο μετρητής μπαίνει μέσα στα γνωμονόκιβωτια τα οποία τοποθετούνται σε προσιτά μέρη στο κτίριο του καταναλωτή , έτσι ώστε να ελέγχονται και να παίρνονται οι μετρήσεις κατανάλωσης από τους αρμόδιους φορείς . Είναι κατασκευασμένη από ειδικό πλαστικό μονωτικό υλικό για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες για την ασφαλή ορθή και μακρόχρονη λειτουργίας τους .

Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας είναι τύπου επαγωγικού δίσκου , φέρουν ένα πηνίο τάσης και ένα πηνίο ρεύματος . Ο δίσκος περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη της πραγματικής ισχύος , με μηχανισμό αθροίζονται οι στροφές και παρουσιάζονται σε έναν καταχωρητή (απαριθμητή) , όπου διαβάζει κανείς απ' ευθείας την ενέργεια (σε KWh) , που έχει καταναλωθεί από τον χρόνο εγκατάστασης του μετρητή . Στο κάτω μέρος του μετρητή υπάρχουν τοποθετημένες τρεις ασφάλειες πορσελάνης ή μπορεί να υπάρχουν αυτόματοι διακόπτες πάνω στους οποίους συνδέονται οι ηλεκτροφόροι αγωγοί με σκοπό να προστατεύσουν την εγκατάσταση από τυχόν βραχυκυκλώματα .

Για κάθε τυποποιημένη παροχή δίνονται στοιχεία που αφορούν την μέγιστη ισχύ της παροχής , τις ασφάλειες στο μετρητή , τις γενικές ασφάλειες της εγκατάστασης και τις ελάχιστες διατομές της γραμμής παροχής .^[βλ.4]

Τα παρακατω στοιχεία είναι για τις τριφασικές τυποποιημένες παροχές .

Νούμερο Παροχής	Μέγιστη ισχύς παροχής σε kW	Ασφάλειες ΔΕΗ στο μετρητή σε A	Ασφάλειες εγκατάστασης (γενικές) σε A	Ελάχιστη διατομή γραμμής από το μετρητή μέχρι τον γενικό πίνακα σε mm ²
1	15	25	25	5x6
2	25	35	35	5x10
3	35	63	50	5x16
4	55	100	80	3x25+16+16
5	85	160	125	3x50+25+25
6	135	200	160	3x120+70+70 3x120+95+95
7	250	400	315 355	3x240+120+120 3x240+150+150

Πίνακας 1. τριφασικές τυποποιημένες παροχές .

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

2.2.1 Βαθμός προστασίας .

Ο ηλεκτρολογικός πίνακα αποτελείται από το εξωτερικό περίβλημα και τον υπόλοιπο εξοπλισμό στο εσωτερικό .

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του πλαισίου ενός πίνακα είναι τέτοια ώστε να έχουν την ικανότητα να αντέξουν έντονες μηχανικές, ηλεκτρικές και θερμικές καταπιέσεις, να έχουν την απαραίτητη διηλεκτρική αντοχή και να μην επηρεάζονται από την υγρασία . Επίσης η χρήση ειδικών υλικών ή ειδικών επιστρωμάτων για την πρόληψη έναντι διάβρωσης κρίνεται αναγκαία .

Τα τμήματα του περιβλήματος τα οποία διαρρέονται από ρεύμα σε φυσιολογική λειτουργία καλύπτονται με σκοπό να μην είναι δυνατή η άμεση επαφή με αυτά και να είναι προσβάσιμα μόνο με τη χρήση κλειδιού ή τη χρήση ενός ειδικού εργαλείου. Επιπλέον πρέπει να υποστηρίζεται η δυνατότητα σύνδεσης με την κεντρική γείωση της εγκατάστασης και τα περιβλήματα με μεταλλικό υλικό κατασκευής να τηρούν όλα τα προβλεπόμενα μέτρα έτσι ώστε να μην παρατηρηθεί διαρροή ηλεκτρικού ρεύματος σε αυτά . Ο βαθμός προστασίας έναντι μηχανικών καταπιέσεων (κωδικός IK) και ο βαθμός προστασίας έναντι ξένων σωματιδίων και νερού (κωδικός IP) επιλέγονται από τον κατασκευαστή σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 62262 και IEC 60529 αντίστοιχα ανάλογα με την εφαρμογή που προορίζεται το προϊόν .

Οι πίνακας IK δίνεται παρακάτω .

Βαθμός IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Ενέργεια αντοχής κρούσεως (J)	Καμία προστα σία	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

Πίνακας 2. βαθμός προστασίας έναντι μηχανικών καταπιέσεων .

Ο βαθμός προστασίας IP αποτελείται από δύο χαρακτηριστικά ψηφία και ένα προαιρετικό γράμμα που ακολουθεί και περιγράφεται στο πρότυπο IEC 60529 . Με το πρώτο ψηφίο δηλώνεται η προστασία ατόμων έναντι προσέγγισης και επαφής με επικίνδυνα σημεία και η προστασία του εξοπλισμού έναντι της εισόδου ξένων σωμάτων . Το δεύτερο ψηφίο δηλώνει το βαθμό προστασίας έναντι των καταστροφικών επιδράσεων της εισόδου νερού στο εσωτερικό του περιβλήματος.

Οι δυνατοί βαθμοί προστασίας που δηλώνονται με βάση το πρώτο ψηφίο είναι οι εξής:

- **IP1X:** Τα υπάρχοντα ανοίγματα στο περίβλημα δεν επιτρέπουν την είσοδο σφαιριδίου με διάμετρο 50 mm. Με άλλα λόγια αυτό ισοδυναμεί με προστασία στην είσοδο ενός ανθρώπινου χεριού, χωρίς όμως να παρέχεται προστασία στην είσοδο των δαχτύλων .
- **IP2X:** Τα υπάρχοντα ανοίγματα στο περίβλημα δεν επιτρέπουν την είσοδο σφαιριδίου με διάμετρο 12,5 mm. Αυτό ισοδυναμεί με προστασία στην είσοδο ανθρώπινου δαχτύλου .
- **IP3X:** Τα υπάρχοντα ανοίγματα στο περίβλημα δεν επιτρέπουν την είσοδο ράβδου ή σφαιριδίου με διάμετρο 2,5 mm .
- **IP4X:** Τα υπάρχοντα ανοίγματα στο περίβλημα δεν επιτρέπουν την είσοδο ράβδου ή σφαιριδίου με διάμετρο 1 mm .
- **IP5X:** Αυτός και ο επόμενος βαθμός προστασίας αφορά στην προστασία έναντι εισόδου σκόνης. Επιτρέπει την είσοδο μικροποσότητας σκόνης μόνο σε σημεία που η ύπαρξη της δεν αποδεικνύεται επικίνδυνη .
- **IP6X:** Δεν επιτρέπεται η είσοδος καμίας μικροποσότητα σκόνης .

Οι διάφοροι βαθμοί προστασίας με βάση το δεύτερο χαρακτηριστικό ψηφίο του κώδικα IP είναι οι παρακάτω:

- **IPX1:** Δηλώνει την προστασία έναντι κατακόρυφης πτώσης νερού .
- **IPX2:** Δηλώνει την προστασία έναντι κατακόρυφης πτώσης νερού και πτώσης νερού με γωνία έως και 15° ως προς την κατακόρυφο με ροή μεγαλύτερη από την προηγούμενη περίπτωση .
- **IPX3:** Δηλώνει την προστασία έναντι βροχής. Η μέγιστη γωνία προστασίας ως προς τη κατακόρυφο για αυτόν τον βαθμό ορίζεται στις 60° .
- **IPX4:** Δηλώνει την προστασία έναντι έντονης ισχυρής βροχής ή έντονου ψεκασμού. Πρέπει να παρέχεται προστασία στην είσοδο νερού προς όλες τις κατευθύνσεις .
- **IPX5:** Δηλώνει την προστασία έναντι έντονου ψεκασμού υπό πίεση .
- **IPX6:** Δηλώνει την προστασία έναντι έντονου ψεκασμού υπό πίεση σε συνθήκες δριμύτερες από την προηγούμενη περίπτωση .
- **IPX7 και IPX8:** Δηλώνει την προστασία έναντι προσωρινή ή μόνιμης βύθισης σε νερό.

Με το γράμμα μετά τα δυο ψηφία, οι βαθμοί προστασίας διαμορφώνονται ως εξής:

- **IPXXB:** Επιτρέπεται η είσοδος στο εσωτερικό του περιβλήματος σώματα με διάμετρο μεγαλύτερη από 12,5 mm αλλά κατά τον έλεγχο με το ομοίωμα αρθρωτού δακτύλου δεν εισέρχεται τμήμα μεγαλύτερο από 80 mm .
- **IPXXC:** Επιτρέπεται η είσοδος σωμάτων με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 mm αλλά μια ράβδος ίδιας διαμέτρου και μήκους 100 mm δεν επιτρέπεται προσεγγίζει επικίνδυνα σημεία .

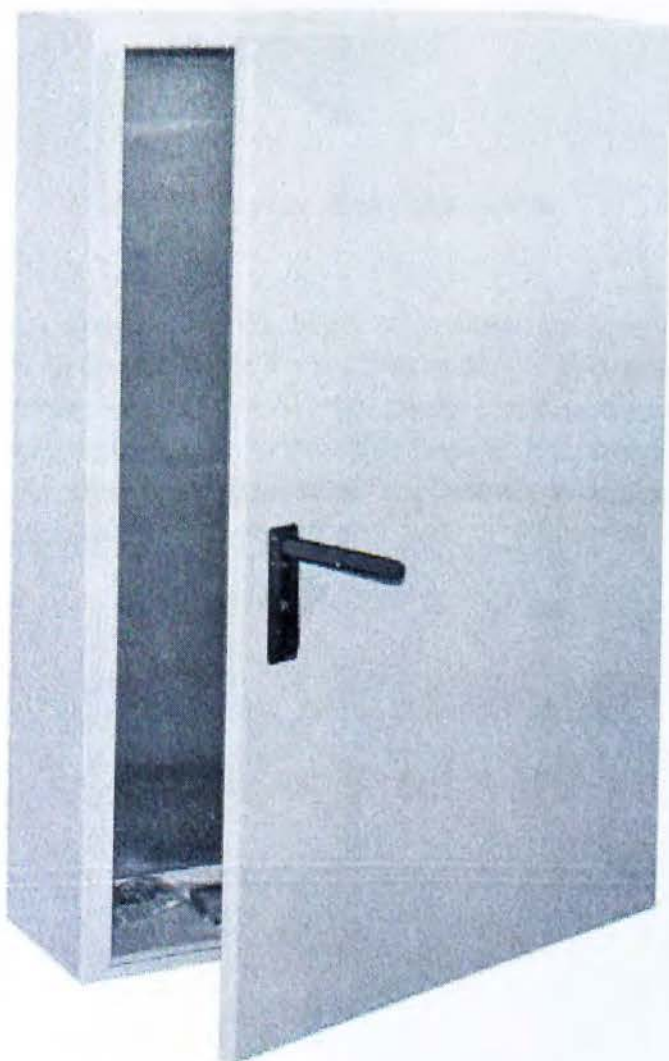
- **IPXXD:** Ισχύουν τα ίδια με την προηγούμενη περίπτωση με τη διαφορά ότι η διάμετρος των σωμάτων είναι 1 mm . ^[βλ.4]

2.2.2 Εγκατάσταση του πίνακα .

Στους υποβρύχιους κινητήρες ο αυτοματισμός πραγματοποιείται συνήθως σε μεταλλικό πίνακα με βαθμό προστασίας IP 66 και αντοχή σε κρούσεις IK 10 .

Οι διαστάσεις του κιβωτίου που προτείνονται είναι ΠxΥxΒ (πλάτος , ύψος , βάθος) 655x915x260 mm ώστε να έχουμε την δυνατότητα της τοποθέτησης των υλικών με άνεση καθώς και τον κατάλληλο χώρο για συντήρηση ή πιθανή βλάβη . Η επικάλυψη του σκελετού γίνεται με φύλλα χαλυβοελάσματος με πάχος 2mm , σε ολόκληρο τον πίνακα σε εσωτερικό και εξωτερικό πραγματοποιείται ηλεκτροστατική βαφή πούδρας (κατά DIN 43656) αφού προηγηθεί διαδικασία απολίπανσης και φωσφάτωσης .

Υπάρχει η δυνατότητα βαφής σε κάθε άλλη τυποποιημένη απόχρωση για χρήση του πίνακα σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο .

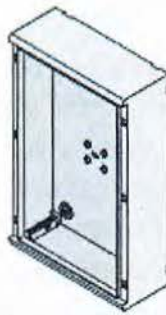


Εικόνα 14. Μεταλλικός πίνακας .

Ο ηλεκτρικός πίνακας μπορεί να τοποθετηθεί είτε επάνω στο τοίχο του κτιρίου με τη χρησιμοποίηση ειδικών στηριγμάτων είτε επάνω σε μεταλλική βάση στηριζόμενη από βίδες στην πλάκα του κτιρίου , σε κάθε περίπτωση θα πρέπει ο πίνακας να είναι τοποθετημένος στη καταλληλότερη θέση μακριά από υγρασία και σε μέρος στο οποίο ο αρμόδιος τεχνικός να έχει την δυνατότητα να επισκεφτεί .

2.2.3 Μέρη του ηλεκτρικού πίνακα .

- Από το κυρίως μέρος του πίνακα ο οποίος έχει διαστάσεις 655x915x260 mm , στο εσωτερικό του βρίσκονται οι βάσεις στήριξης (ντίζες) πάνω στις οποίες τοποθετείται η μεταλλική βάση στήριξης υλικών .



Εικόνα 15. κυρίως μέρος του πίνακα .

- Από την μεταλλική πόρτα η οποία φέρει το χερούλι και την κλειδαριά , τους μεντεσέδες στήριξης οι οποίοι συνδέονται με το κυρίως σώμα του πίνακα , και το μονωτικό λάστιχο στεγανότητας . Επάνω στην πόρτα τοποθετούνται όλα τα όργανα (αμπερόμετρα , βολτόμετρα κλπ) οι ενδεικτικές λυχνίες , τα μπουτόν start stop , οι διακόπτες ελέγχου κλπ . Στο κάτω άκρο της πόρτας συνδέεται ένας αγωγός γείωσης με το κυρίως σώμα για προστασία από διαρροή ρεύματος .



Εικόνα 16. μεταλλική πόρτα .

- Από την μεταλλική βάση στήριξης υλικών η οποία τοποθετείται στο εσωτερικό μέρος του πίνακα .



Εικόνα 17. μεταλλική βάση .

- Από δυο αποσπώμενα μέρη τα οποία βρίσκονται στο επάνω μέρος και στο κάτω μέρος του πίνακα , στηρίζονται με τέσσερις βίδες σε κάθε πλευρά και φέρουν ανάγλυφα επάνω τους διάφορα μεγέθη οπών .

Στις οπές αυτές προσαρμόζονται εξαρτήματα τα οποία ονομάζονται στυπιοθλήπτες και είναι αυτά τα οποία δέχονται τα εξωτερικά καλώδια στις υποδοχές τους και από εκεί πραγματοποιείται η διανομή τους στον ηλεκτρικό πίνακα . Οι στυπιοθλήπτες χρησιμοποιούνται σε μεγέθη ανάλογα με τις διατομές των αγωγών και φέρουν βαθμό προστασίας IP .



Εικόνα 18 . στυπιοθλήπτης .

Κατασκευαστικά αποτελούνται από το κύριο σώμα το οποίο φέρει αριστερά και δεξιά πάσα και στο μέσο ένα εξάγωνο σταθερό παξιμάδι , την φλάντζα καθώς και το καπάκι σύσφιξης . Το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένα μπορεί να είναι πλαστικό , ορειχάλκινο κλπ . Με τους στυπιοθλήπτες επιτυγχάνουμε κυρίως την στεγανότητα του εσωτερικού μέρους του πίνακα .

Τελος τα αποσπώμενα μέρη διαθέτουν στην περίμετρο τους ειδικό μονωτικό υλικό το οποίο στεγανοποιεί το κιβώτιο . Η εισαγωγή των αγωγών στον ηλεκτρικό πίνακα αυτοματισμού διαφέρει από εφαρμογή σε εφαρμογή και εξαρτάται από τα σημεία τοποθέτησης της κεντρικής παροχής (Δ.Ε.Η) καθώς και από τα καλώδια τροφοδοσίας και επικοινωνίας του κινητήρα .

Σε ειδικές εφαρμογές και ιδιαίτερα σε εφαρμογές στις οποίες οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό μέρος του ηλεκτρικού πίνακα είναι μεγάλες χρησιμοποιούνται αποσπώμενα μέρη τα οποία φέρουν περσίδες απαγωγής της θερμότητας . Σε αυτές τις συνθήκες προτείνεται και η χρήση ανεμιστήρων .

- Από τους ορθοστάτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την στήριξη υλικών και την κάθετη διέλευση καλωδίων .



Εικόνα 19. Ορθοστάτες .

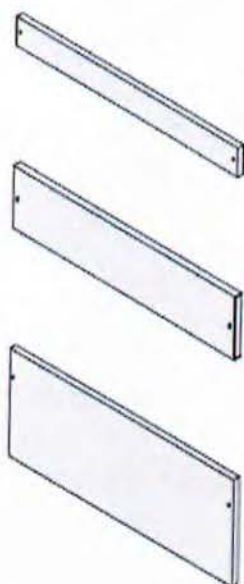
- Από τις ράγες οι οποίες είναι μεταλλικές ράβδοι με εγκοπές και χρησιμοποιούνται για την στήριξη των εξαρτημάτων .



Εικόνα 20. Ράγα και κανάλι .

- Από τα κανάλια στα οποία τοποθετούνται οι αγωγοί . Είναι κατασκευασμένα από πλαστικό με επαναλαμβανόμενες οπές διελεύσεις των αγωγών , στο επάνω μέρος τους προσαρμόζεται το καπάκι .

- Από τις μετώπες οι οποίες είναι είτε με άνοιγμα είτε τυφλές . Είναι και αυτές μεταλλικές με ηλεκτροστατική βαφή τοποθετούνται στο εσωτερικό του πίνακα επάνω από τα εξαρτήματα και του αγωγούς . Χρησιμοποιείται κυρίως για να κάλυψη των εκτεθειμένων ηλεκτρικών συνδέσεων και των καλωδίων του πίνακα .



Εικόνα 21. Μετώπες .

- Από τα εξαρτήματα στήριξης τα οποία περιλαμβάνουν τις μεταλλικές βάσεις , τις βίδες , τις ροδέλες , και τα βύσματα .
- Από τις κλέμες της γείωσης και του ουδετέρου . Οι κλέμες αυτές τοποθετούνται στο εσωτερικό του πίνακα στο αριστερό και δεξιό άκρο αντίστοιχα , στην κλέμα του ουδετέρου υπάρχουν μονωτήρες οι οποίοι φέρουν οπές για την στήριξη τους , σε αντίθεση με την κλέμα της γείωσης η οποία δεν χρησιμοποιεί μονωτήρες και εφάπτεται απ' ευθείας στο μεταλλικό μέρος του πίνακα . ^[βλ. w5]

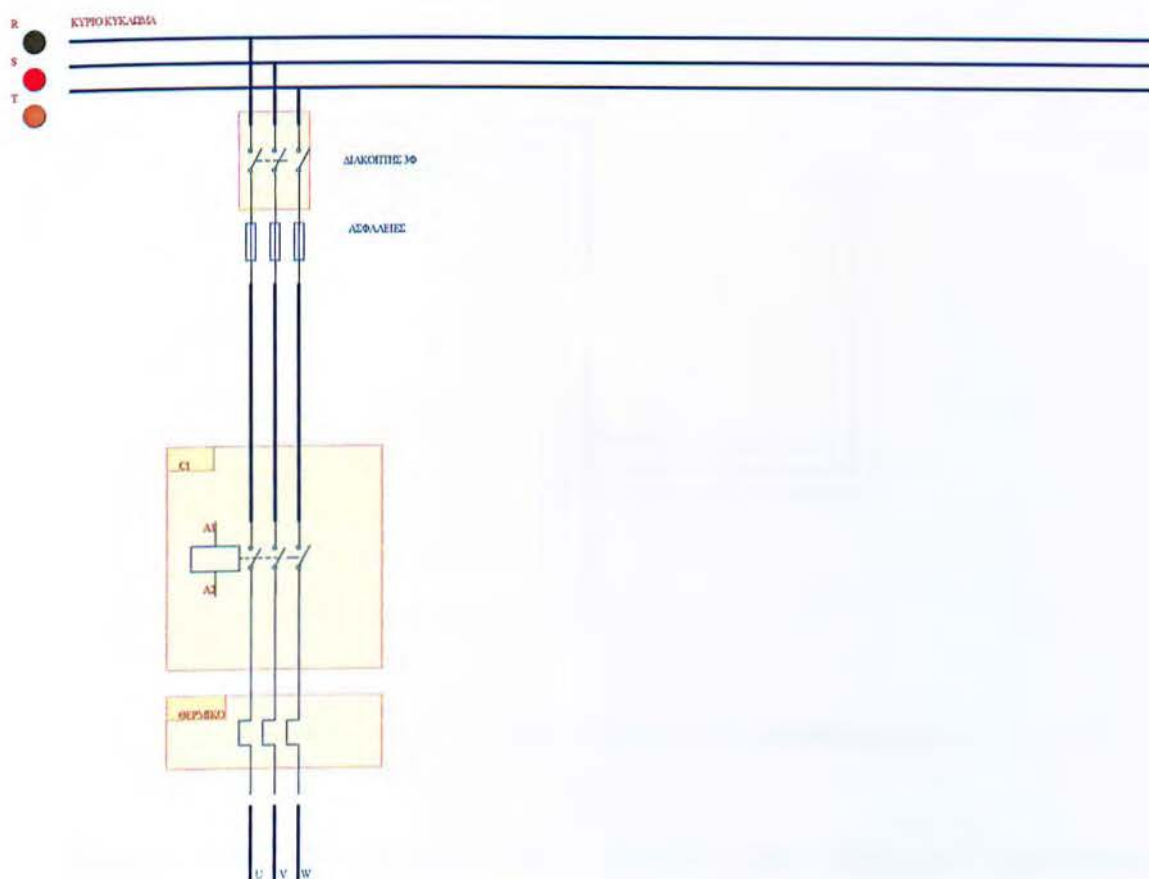


Εικόνα 22. κλέμες γείωσης και ουδετέρου .

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

2.3.1 Κύριο κύκλωμα τριφασικού κινητήρα .

Για υποβρύχιους κινητήρες κάτω από 3 KW σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΔΕΗ το κύκλωμα ενός τριφασικού κινητήρα είναι .

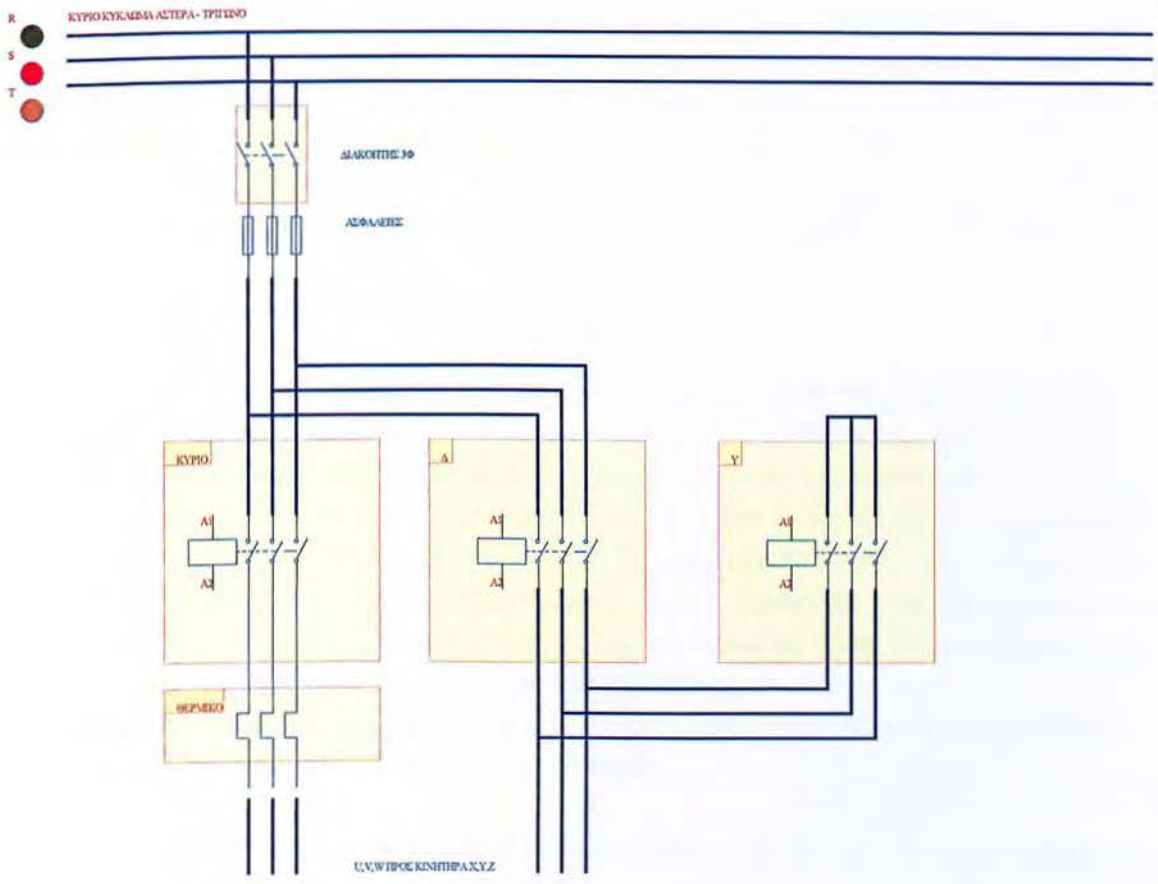


Σχήμα 12. κύριο κύκλωμα .

Τα εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για το κύριο κύκλωμα είναι ένας ηλεκτρονόμος ανάλογης αντοχής με την ισχύ του κινητήρα , ένα θερμικό για την προστασία του κινητήρα , ένας αυτόματος τριφασικός διακόπτης και ασφάλειες για προστασία του κυκλώματος . [βλ.8]

2.3.2 Κύριο κύκλωμα του αστέρα τριγώνου .

Το κύκλωμα του αστέρα τριγώνου είναι η ποιο διαδεδομένη εφαρμογή αυτοματισμού που χρησιμοποιείται σε πολλούς κινητήρες . Παρακάτω δίνεται το πολυγραμμικό σχέδιο ενός τέτοιου συστήματος .



Σχήμα 13.Κύριο κύκλωμα του αστέρα τριγώνου .

Τα εξαρτήματα τα οποία χρειάζονται για την υλοποίηση ενός τέτοιου κυκλώματος είναι .

- Τρεις ηλεκτρονόμοι ανάλογης αντοχής με την ισχύ του κινητήρα .
- Ένα θερμικό για την προστασία του κινητήρα .
- Ένα χρονικό , που ρυθμίζει το χρονικό διάστημα μεταγωγής από αστέρα σε τρίγωνο .
- Ένας αυτόματος τριφασικός διακόπτης και ασφάλειες για προστασία .

Είναι γνωστό το μειονέκτημα που παρουσιάζουν οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες , ότι δηλαδή κατά την εκκίνηση τους τραβούν ρεύμα 6 με 7 φορές περισσότερο από το ρεύμα λειτουργίας τους . Για να αντιμετωπισθεί αυτό το μειονέκτημα και για την ομαλή εκκίνηση και λειτουργία του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα μπορούμε να χρησιμοποιούμε διάφορα μέσα . Το πιο συνηθισμένο είναι η αυτόματη εναλλαγή αστέρα τρίγωνο που δεν κάνει τίποτα άλλο παρά να βοηθάει στην ομαλή εκκίνηση του κινητήρα .

Είναι γνωστό ότι σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΔΕΗ ότι όταν έχουμε έναν ασύγχρονο τριφασικό κινητήρα πάνω από 3 KW και όταν τα τυλίγματα του είναι κατασκευασμένα ώστε ο κινητήρας αυτός να μπορεί να λειτουργήσει σε σύνδεση τριγώνου , τότε είμαστε υποχρεωμένοι να τον εκκινήσουμε με αστέρα τρίγωνο .

Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην επιλογή του αυτόματου τριφασικού διακόπτη , των ασφαλειών , του θερμικού καθώς και η περιοχή ρύθμισης αυτού .

2.3.3 Λειτουργία κύριου κυκλώματος .

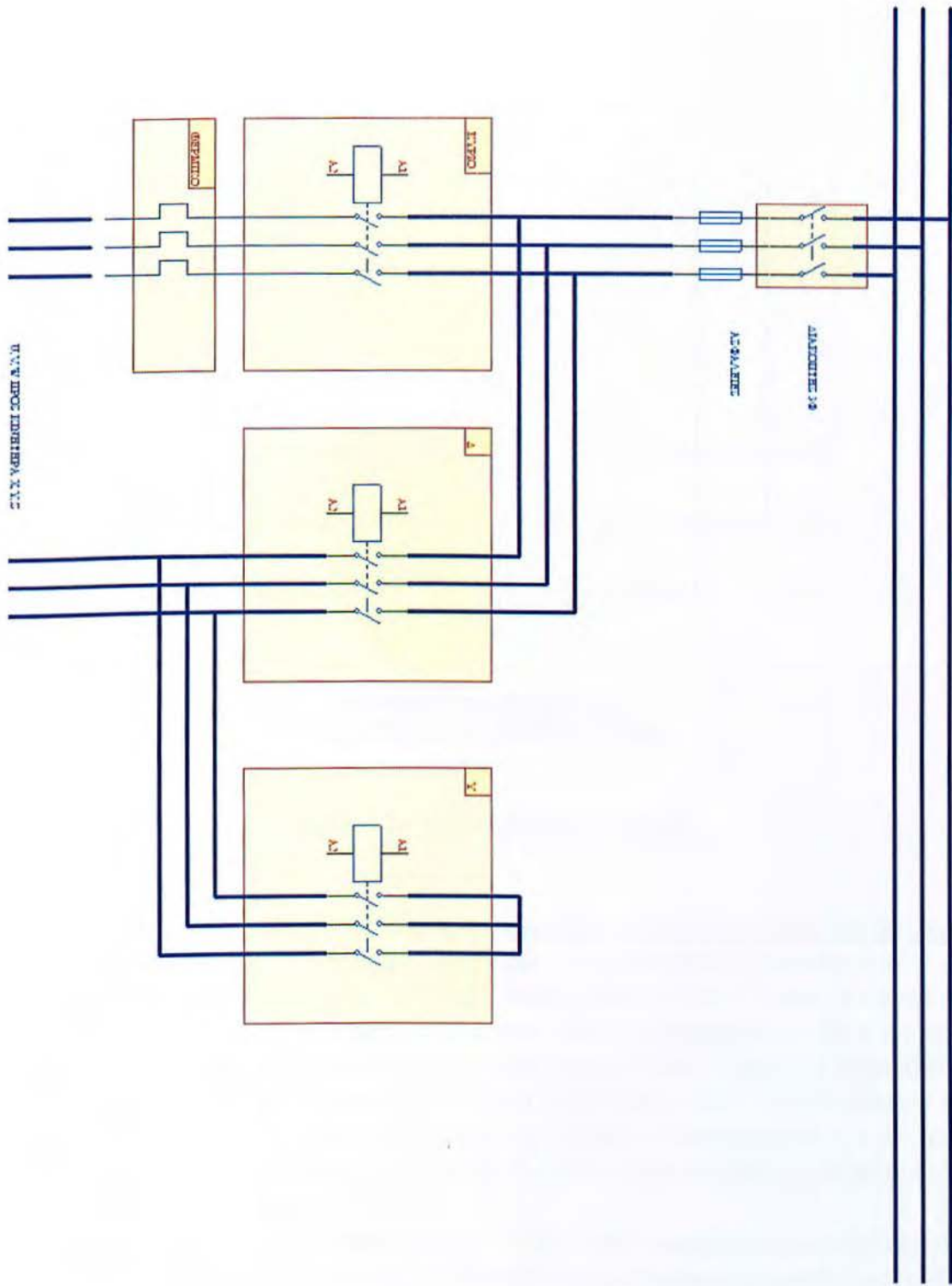
Παρατηρούμε ότι το κύκλωμα ισχύος του αυτόματου αστέρα τριγώνου αποτελείται από τρία ρελέ και ένα θερμικό . Από τα τρία ρελέ το C1 ή κύριο παραμένει μονίμως στο κύκλωμα όσο εργάζεται ο κινητήρας . Το ρελέ C3 ή αστέρα εργάζεται για κάποια δευτερόλεπτα σε συνδυασμό με το ρελέ C1 και δεν κάνει τίποτε άλλο παρά παίζει το ρόλο που θα έπαιζαν τα λαμάκια , δηλαδή βραχυκυκλώνει τους τρεις ακροδέκτες του κινητήρα Z , X , Y , σε αστέρα και μετά την παρέλευση των απαιτούμενων δευτερολέπτων βγαίνει εκτός και μπαίνει στο κύκλωμα το ρελε C2 ή τρίγωνο , το οποίο δουλεύει πάντα σε συνδυασμό με τον ηλεκτρονόμο C1 .

Η εναλλαγή αστέρα τρίγωνο με χρήση χρονικού θα αναλυθεί πιο κάτω , σε αυτή την ενότητα αυτό που χρειάζεται να ξέρουμε είναι ότι .

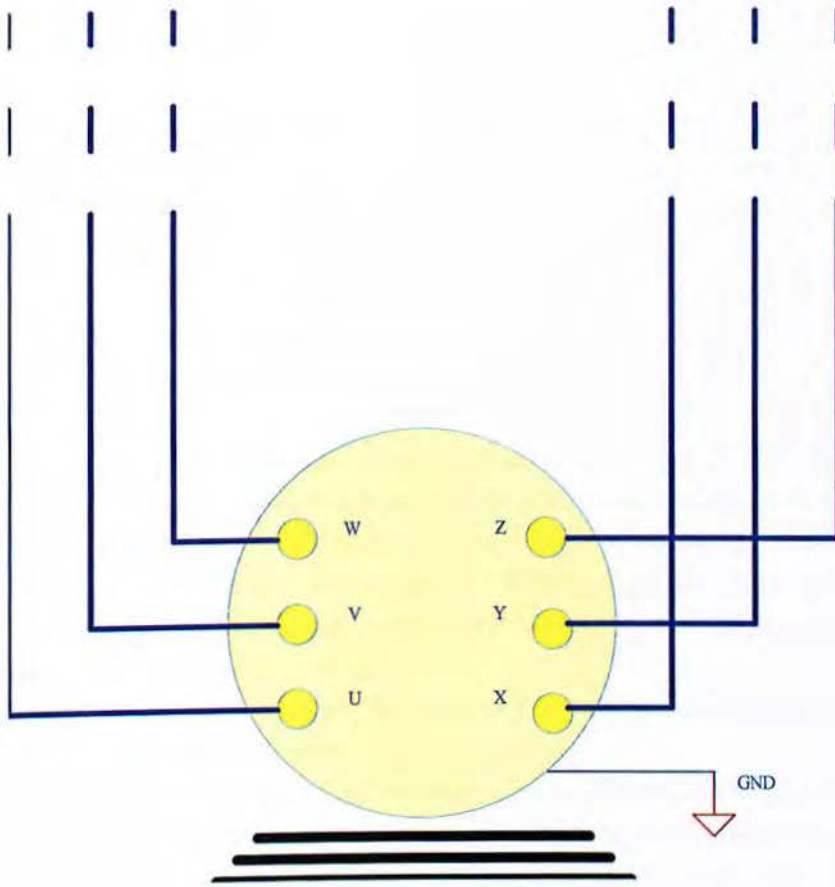
- Ο πρώτος ηλεκτρονόμος θα τροφοδοτεί τα άκρα U , V , W , και θα ενεργοποιείται και στον αστέρα και στο τρίγωνο .
- Ο δεύτερος ηλεκτρονόμος θα βραχυκυκλώνει τα άκρα Z , X , Y , και θα ενεργοποιείται στην συνδεσμολογία αστέρα .
- Ο τρίτος ηλεκτρονόμος θα τροφοδοτεί τα άκρα Z , X , Y , και θα ενεργοποιείται στην συνδεσμολογία τρίγωνο .



ΕΠΙΧΡΩΜΑΤΑ ΑΓΙΕΡΑ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ



ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ



Σχήμα 14. ακροκιβώτιο κινητήρα .

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται που καταλήγουν οι αγωγοί του κυκλώματος ισχύος στο ακροκιβώτιο του τριφασικού κινητήρα . Η εσωτερική συνδεσμολογία του κινητήρα των τυλιγμάτων είναι το $V \rightarrow Z$, $W \rightarrow X$, και το $U \rightarrow Y$. Στους τριφασικούς κινητήρες εκτός από τις συνδεσμολογίες που έχουμε αναφέρει , μεγάλη σημασία δίνεται στον αγωγό της γείωσης όπου συνδέεται και αυτός μέσα στο ακροκιβώτιο του κινητήρα ο οποίος εφάπτεται με τα μεταλλικά μέρη του . Η τοποθέτηση του θερμικού μετά τον C1 ή κύριο ηλεκτρονόμο χρειάζεται για την καλύτερη προστασία του κινητήρα , αυτό γίνεται γιατί έτσι το θερμικό ελέγχει ακριβώς το ρεύμα που περνάει από τα τυλίγματα . ^[βλ.9]

Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε εκτός από αυτόματη εναλλαγή αστέρα τριγώνου και χειροκίνητη εναλλαγή , κάτι τέτοιο όμως θα μπορούσε εάν γινότανε σε λανθασμένη χρονική στιγμή να έκαψε ο κινητήρας τις δυο από τις τρεις ασφάλειες . Παρακάτω δίνονται πληροφορίες και πίνακες για τους ηλεκτρονόμους , ασφάλειες τους αγωγούς και ότι άλλα εξαρτήματα αναφέραμε σχετικά με το κύκλωμα ισχύος.

2.3.4 Ασφάλειες τήξης .

Οι ασφάλειες τήξης χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις ως μέσο προστασίας έναντι υπερεντάσεων και απομόνωσης . Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς IEC πρέπει να αποφεύγεται η δυνατότητα χειρισμού μιας εγκατάστασης με αυτές .

Υπερεντάσεις μπορεί να προκληθούν με τη άμεση επαφή δύο αγωγών (βραχυκύκλωμα) ενός κυκλώματος, όπου παρατηρούνται εξαιρετικά μεγάλες τιμές έντασης, είτε να προκληθούν σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων. Υπερφορτίσεις μπορεί να παρουσιαστούν με την χρήση μιας συσκευής σε ισχύ μεγαλύτερη από την ονομαστική είτε από την κακή κατάσταση της. Σε κάθε περίπτωση αν τα φαινόμενα αυτά συνεχίζουν για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα η ασφάλεια τήξης πρέπει να προστατεύσει την ηλεκτρική εγκατάσταση θέτοντας την εκτός λειτουργίας.

Κατασκευαστικά η ασφάλεια τήξης αποτελείται από ένα αγωγίμο στοιχείο όπου γίνεται η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος και ένα μονωτικό περίβλημα, το οποίο εσωτερικά είναι επενδυμένο από άκαυστο υλικό. Τα υλικά επιλέγονται κατάλληλα για να επιτευχθούν τα επιθυμητά ηλεκτρικά και θερμικά χαρακτηριστικά .

Ουσιαστικά όταν επικρατήσουν δυσμενείς συνθήκες (μεγαλύτερη τιμή ρεύματος από την ονομαστική της) τότε το αγωγίμο υλικό λιώνει (καταστρέφεται μόνιμα) και το κύκλωμα βγαίνει εκτός λειτουργίας .

Σε αυτή την περίπτωση για να αποκατασταθεί η λειτουργία του κυκλώματος πρέπει η ασφάλεια τήξης να αντικατασταθεί με καινούρια .

Οι ασφάλειες τήξης χωρίζονται στις ασφάλειες τύπου Diazed οι οποίες προορίζονται για την προστασία κυκλωμάτων με ονομαστική τάση τροφοδοσίας έως και 500 V, ενώ μπορεί να έχουν και ικανότητα διακοπή ρεύματος έως και 7,5 KA, στις ασφάλειες τήξης τύπου Neozed που προορίζονται για χρήση σε κυκλώματα με ονομαστική τάση τροφοδοσίας έως και 440 V και έχουν ικανότητα διακοπή ρεύματος βραχυκύκλωσης έως και 100 KA και στις μαχαιρωτές ασφάλειες NH που διατίθενται συνήθως για ονομαστικές τάσεις λειτουργίας 500 V και 690 V και για ονομαστικό ρεύμα από 40 A έως 1250 A .

2.3.5 Αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι) .

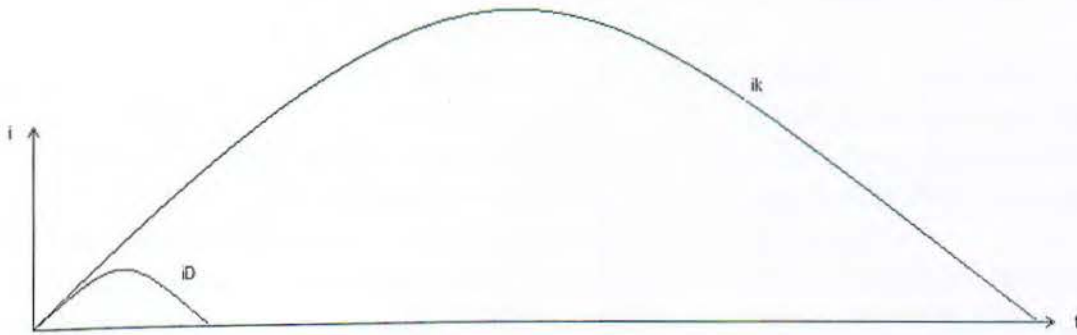
Οι αυτόματες ασφάλειες διακρίνονται σε μονοπολικούς ή τριπολικούς, ανάλογα με το αν προορίζονται για την προστασία μονοφασικού ή τριφασικού κυκλώματος τροφοδοσίας .

Οι μικροαυτόματοι είναι μεταγενέστεροι από τις ασφάλειες τήξης που αναφεραμε κ χρησιμοποιούνται και αυτοί επίσης για προστασία έναντι υπερεντάσεων. Το βασικό πλεονέκτημα τους έναντι των πρώτων είναι ότι δεν καταστρέφονται με την πρώτη ενεργοποίησή τους .

Στο εσωτερικό τους φέρουν ένα θερμικό στοιχείο για την προστασία από υπερφορτίσεις και ένα μαγνητικό στοιχείο για την προστασία του κυκλώματος έναντι των βραχυκυκλωμάτων.

Επιπλέον διαθέτουν έναν διακόπτη χειρισμού για να γίνεται δυνατή η χειροκίνητη ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του για άλλους μη δυσμενής λόγους (π.χ. εργασίες συντήρησης) .

Συγκεκριμένα σε περίπτωση βραχυκυκλώματος οι αυτόματες ασφάλειες διακόπτουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης I_k στην αρχή της ανοδικής πορείας της πρώτης μισής ημιτονοειδούς καμπύλης . Το ρεύμα I_D που προλαβαίνει να περάσει είναι μόνο ένα μικρό μέρος του ρεύματος βραχυκύκλωσης . Σε αυτή την ελάχιστη τιμή του ρεύματος ο μικροαυτόματος προσφέρει πλήρη ασφάλεια , διαθέτοντας πολύ μεγάλη ευαισθησία σε σύγκριση με τις προηγούμενες ασφάλειες μέσα στον πίνακα ή στον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας .



Σχήμα 15. Χαρακτηριστική μικροαυτόματων .

Όπου i = Το ρεύμα
 i_k = Το ρεύμα βραχυκύκλωσης
 i_D = Το ελάχιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης
 t = Ο χρόνος

Οι μικροαυτόματοι ανάλογα με την κλάση του ρεύματος βραχυκύκλωσης διακρίνονται σε .

- κλάση 1 μικρών απαιτήσεων
- κλάση 2 μεσαίων απαιτήσεων
- κλάση 3 υψηλών απαιτήσεων

Δύο είναι τα είδη σφαλμάτων που προκαλούν την αντίδραση της αυτόματης ασφάλειας .

- Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος , το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο ανοίγει τις επαφές της ασφάλειας σε ελάχιστο χρόνο , της τάξης των χιλιοστών του δευτερολέπτου .

- Σε περίπτωση υπερφόρτωσης ή υπερθέρμανσης , το διμεταλλικό στοιχείο ανοίγει τις επαφές της ασφάλειας . Ο χρόνος διέλευσης του ρεύματος είναι αντιστρόφως ανάλογος της έντασης του .

Οι μικροαυτόματοι εφαρμόζονται επάνω στην μεταλλική ράγα του πίνακα , οι ακροδέκτες τους είναι εγκιβωτισμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται η τυχαία επαφή με αυτούς . Εκτός των μονοπολικών και τριπολικών μικροαυτομάτων υπάρχουν οι διπολικοί και οι τετραπολικοί αυτόματοι διακόπτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε άλλου είδους εφαρμογές .

Ο μέσος όρος ζωής των μικροαυτομάτων είναι 20.000 ζεύξεις – αποζεύξεις . Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ηλεκτροκινητήρων και στην συνέχεια με την βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών τους επεκτάθηκε η χρήση σε όλων των ειδών εγκαταστάσεων αντικαθιστώντας τις ασφάλειες τήξης που μέχρι τότε ήταν αποκλειστικό μέσο για την προστασία έναντι υπερεντάσεων .

Παρακάτω μπορούμε να δούμε έναν μονοπολικό και έναν τριπολικό αυτόματο διακόπτη , στο μπροστινό μέρος παρατηρούμε την εταιρεία παραγωγής , το ηλεκτρολογικό σχέδιο του διακόπτη , την ευαισθησία , και το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα . Στο πίσω και κάτω μέρος του μικροαυτόματου υπάρχει το σύστημα στήριξης το οποίο διαθέτει μια οπή , τραβώντας προς τα κάτω με ένα κατσαβίδι μπορούμε να ξεκουμπώσουμε τον αυτόματο διακόπτη από την ράγα .



Εικόνα 23. αυτόματες ασφάλειες .

2.3.6 Ηλεκτρονόμοι .

Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ (*relay*) ή ρελές 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. Εφευρέθηκε από τον Τζόζεφ Χένρυ το 1835 . Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή.

Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από το πηνίο , τις επαφές , και αν είναι απαραίτητο το θερμικό .

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 κανονικά 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 .

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι κανονικά-ανοικτή (Normally Open, NO), Κανονικά-Κλειστή (Normally Closed, NC) ή μεταγωγικός (change-over), ανάλογα με τον τύπο της .

- Μια επαφή κανονικά 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 .

- Μια επαφή Μεταγωγική μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν ένα κοινό ακροδέκτη. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής C .

Ο ηλεκτρονόμος τοποθετείτε και αυτός επάνω στη μεταλλική σχάρα με παρόμοιο τρόπο στήριξης όπως και ο μικροαυτόματος . Η αρχή λειτουργίας του ρελέ παρουσιάζεται στην αμέσως επόμενη σελίδα . ^[βλ.w3]

2.3.6.1 Αρχή λειτουργίας .

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, τυπικά το 1/10 . 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 εκφορτίσεων μορφής τόξου) .



Εικόνα 24. Ηλεκτρονόμος .

Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές dc ρεύμα , ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια διόδος 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.

2.3.6.2 Κατηγορίες ηλεκτρονόμων .


Ανάλογα με την χρήση του ηλεκτρονόμου διακρίνονται στις εξής κατηγορίες .

- Κατηγορία AC – 1 Για έλεγχο και λειτουργία διανομής .
- Κατηγορία AC – 2 Για έλεγχο και λειτουργία ειδικών τύπων κινητήρων , π.χ κινητήρων δακτυλιοφόρου δρομέα .
- Κατηγορία AC – 3 Για έλεγχο και λειτουργία κινητήρων .
- Κατηγορία AC – 4 Για έλεγχο και λειτουργία πυκνωτών κινητήρων σε ειδικές συνθήκες .

Οι εταιρίες που κατασκευάζουν ηλεκτρονόμους , ανάλογα με την κατηγορία χρήση τους (AC- 1 ,AC – 2 ,AC – 3 ,AC - 4) , δίνουν χαρακτηριστικά τους που αφορούν .

- 1) Την τάση λειτουργία τους
- 2) Το ονομαστικό ρεύμα τους
- 3) Το πλήθος και την κατάσταση των βοηθητικών επαφών τους και
- 4) Έναν κωδικό για κάθε τύπο ρελέ

Στην επόμενη σελίδα δίνονται οι πίνακες επιλογής ρελέ ισχύος από τους κατασκευαστές , που χρησιμοποιούνται για την σύνδεση ή αποσύνδεση της τροφοδοσίας τριφασικών κινητήρων .^[βλ.4]

Τριπολικά ρελέ για χρήση AC-3 (κινητήρες) από 4 kW έως 75 kW Κύκλωμα ισχύος: εναλλασσόμενο ρεύμα - Κύκλωμα ελέγχου: εναλλασσόμενο ρεύμα				
	Ισχύς 3φασικού κινητήρα (kW)	Ονομαστικό ρεύμα (A)	Βοηθητικές επαφές	Κωδικός ρελέ
	4	9	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D09•7
	5,5	12	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D12•7
	7,5	18	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D18•7
	11	25	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D25•7
	15	32	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D32•7
	18,5	38	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D38•7
	18,5	40	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D40•5
	22	50	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D50•5
	30	65	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D65•5
	37	80	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D80•5
	45	95	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D95•5
	55	115	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D115•5
75	150	1 "A" + 1 "K"	LC1 - D150•7	

Πίνακας 3. Ηλεκτρονόμοι .

Τριπολικά ρελέ για χρήση AC-3 (κινητήρες) από 90 kW έως 450 kW Κύκλωμα ισχύος: εναλλασσόμενο ρεύμα - Κύκλωμα ελέγχου: εναλλασσόμενο ρεύμα				
	Ισχύς 3φασικού κινητήρα (kW)	Ονομαστικό ρεύμα (A)	Βοηθητικές επαφές	Κωδικός ρελέ
	90	185	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F185•5
	110	225	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F225•5
	132	265	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F265•7
	160	330	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F330•7
	200	400	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F400•7
	250	500	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F500•7
	335	630	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F630•7
	450	800	1 "A" + 1 "K"	LC1 - F800•7

Σημείωση: Στον κωδικό του ρελέ η τελεία (•) αντικαθίσταται με κάποιο γράμμα που αντιστοιχεί στην τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος ελέγχου του ρελέ

Πίνακας 4. Ηλεκτρονόμοι .

2.3.7 Υπολογισμός ηλεκτρικών αγωγών .

Διηλεκτρικό είναι η μόνωση ή το μη αγώγιμο τμήμα ενός καλωδίου. Κάθε αγωγός πρέπει να καλύπτεται με ένα διηλεκτρικό υλικό για να αποτρέπεται η διέλευση ρεύματος σε άλλους αγωγούς και σε άλλα μεταλλικά αντικείμενα εντός του πίνακα . Τα καλώδια των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κατασκευάζονται με χάλκινους αγωγούς δύσκαμπτους (μονόκλωνους ή πολύκλωνους) όταν προορίζονται για μόνιμη εγκατάσταση ή εύκαμπτους (λεπτοπολύκλωνους) όταν προορίζονται για εγκαταστάσεις όπου απαιτείται κινητικότητα των καλωδίων .

Ως μονωτικό υλικό χρησιμοποιείται κυρίως PVC ή ελαστικό και ως προστατευτικός μανδύας , αντίστοιχα , PVC ή ελαστικό . Η PVC μόνωση κατασκευάζεται από χλωριούχο πολυβινύλιο και δεν χρησιμοποιείται σε εφαρμογές για πυροπροστασία . Η διαδικασία επιλογής της κατάλληλης διατομής αγωγών στον ηλεκτρικό πίνακα αυτοματισμού γίνεται με βάση της επιλογές στον πίνακα των μέγιστων τιμών των επιτρεπόμενων ρευμάτων και λαμβάνοντας υπ' όψιν τα στοιχεία της πινακίδας του κατασκευαστή .

Από τους πίνακες αυτούς παρατηρούμε ότι οι Έλληνες κατασκευαστές αγωγών και καλωδίων , λόγω της χρήσης μονωτικών υλικών με αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασίες , δίνουν επιτρεπόμενα ρεύματα μεγαλύτερα από αυτά που ορίζουν οι Ελληνικοί κανονισμοί των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων , οι οποίοι είναι ιδιαίτερα αυστηροί .

Σύμφωνα με το άρθρο 130 των ελληνικών κανονισμών , ο υπολογισμός της διατομής γραμμής τροφοδοσίας ηλεκτρικού κινητήρα , χρησιμοποιώντας στοιχεία που αφορούν του Ελληνικούς κανονισμούς , πρέπει να γίνεται παίρνοντας ρεύμα μεγαλύτερο κατά 25% από αυτό που προκύπτει .

$$I = 1,25 \times I_{ov}$$

Όπου I_{ov} = Το πολικό ρεύμα (ρεύμα γραμμής) που υπολογίστηκε

Η προσαύξηση αυτή γίνεται για να ληφθεί υπόψη το αυξημένο ρεύμα κατά την εκκίνηση του κινητήρα και καλύπτει ελαφριές εκκινήσεις μέχρι μερικά δευτερόλεπτα , ενώ για εκκινήσεις μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας , ή όταν έχουμε αναστροφή της φοράς περιστροφής των κινητήρων χρειάζονται ειδικές μελέτες . Για θερμοκρασίες πάνω από 30 βαθμούς Κελσίου τα δεδομένα του πίνακα αλλάζουν .

Συνήθως σε τέτοιου τύπου βιομηχανικούς πίνακες ο τύπος των καλωδίων που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του κύριου κυκλώματος είναι NYA εύκαμπτος λεπτοπολύκλωνος όπου μπορούμε να δουλέψουμε τους αγωγούς με πολύ μεγαλύτερη ευκολία συνδέοντας τους και τοποθετώντας τους μέσα στο κανάλι καλωδίωσης , με εξαίρεση κάποιες φορές τις γέφυρες όπου χρησιμοποιούμε μονόκλωνο δύσκαμπτο που υλοποιούμε μεταξύ των ηλεκτρονόμων κατά την συνδεσμολογία αστέρα τρίγωνο. Οι γέφυρες αυτές μπορεί να είναι εμφανείς και δεν χρειάζεται να εισέλθουν μέσα στο κανάλι των αγωγών .

Διατομή αγωγών mm ²	Επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος (Α)						Προτεινόμενη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος σε (Α)		Προτεινόμενη ασφάλεια προστασίας σε (Α) για καλώδια για καλώδια ΝΥΥ		
	H07V-K (NYAF) (αέρας)	H07V-U H07V-R (NYA) (αέρας)	A05VY-U A05VY-R (NYM) (αέρας)	J1W-U J1W-R J1W-S (NYY)		αέρας	έδαφος	αέρας	έδαφος	αΜ	gL
				αέρας	έδαφος						
1	12	12	-	-	-	12	-	10	-		
1,5	16	16	20	18	27	18	25	16	20		
2,5	21	21	27	25	35	25	35	20	25		
4	27	27	36	35	45	35	45	25	35		
6	35	35	47	45	56	45	55	35	50		
10	48	48	65	58	75	55	75	50	63		
16	65	65	87	80	98	80	95	63	80		
25	-	88	-	103	130	100	125	80	100		
35	-	110	-	125	150	120	150	100	125		
50	-	140	-	155	180	150	175	125	160		
70	-	175	-	195	225	180	220	160	200		
95	-	210	-	240	270	220	260	200	224		
120	-	-	-	280	310	260	300	224	250		
150	-	-	-	320	345	300	335	250	300		
185	-	-	-	360	390	340	380	300	355		
240	-	-	-	425	455	400	440	355	400		
300	-	-	-	525	540	500	525	400	500		
375	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Πίνακας 5. Διατομές αγωγών .

Κατά την συνδεσμολογία των ηλεκτροφόρων λεπτοπολύκλωνων αγωγών και στις άκρες αυτών σε επαφές ή σύνδεση μεταξύ δυο ή περισσότερων καλωδίων χρησιμοποιούνται ακροδέκτες οι οποίες ονομάζονται ακροχιτώνια (μύτες) , διαφόρων διατομών .

Τα ακροχιτώνια διατίθενται στο εμπόριο με ή χωρίς μόνωση σε διάφορα χρώματα (τα οποία δηλώνουν και την μέγιστη διατομή) και με την βοήθεια μιας πρέσας τοποθετούνται στα άκρα των καλωδίων . Χρησιμεύουν για την μέγιστη καλύτερη επαφή και την ασφάλεια που προσφέρει η μόνωση .^[βλ.4]

Ασφάλειες τήξης .

Οι ασφάλειες , τήξης ή αυτόματες , τοποθετούνται στους πίνακες διανομής στην αρχή κάθε κυκλώματος , καθώς και στα σημεία αλλαγής της διατομής μιας γραμμής ενός κυκλώματος τροφοδοσίας .

Οι ασφάλειες τήξης χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις ως μέσο προστασίας έναντι υπερεντάσεων και απομόνωσης. Σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς IEC πρέπει να αποφεύγεται η δυνατότητα χειρισμού μιας εγκατάστασης με αυτές. Υπερεντάσεις μπορεί να προκληθούν με τη άμεση επαφή δύο αγωγών (βραχυκύκλωμα) ενός κυκλώματος, όπου παρατηρούνται εξαιρετικά μεγάλες τιμές έντασης, είτε να προκληθούν σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων. Υπερφορτίσεις μπορεί να παρουσιαστούν με την χρήση μιας συσκευής σε ισχύ μεγαλύτερη από την ονομαστική είτε από την κακή κατάσταση της. Σε κάθε περίπτωση αν τα φαινόμενα αυτά συνεχίζουν για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα η ασφάλεια τήξης πρέπει να προστατεύσει την ηλεκτρική εγκατάσταση θέτοντας την εκτός λειτουργίας. Κατασκευαστικά η ασφάλεια τήξης αποτελείται από ένα αγωγίμο στοιχείο όπου γίνεται η διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος και ένα μονωτικό περίβλημα, το οποίο εσωτερικά είναι επενδυμένο από άκαυστο υλικό. Τα υλικά επιλέγονται κατάλληλα για να επιτευχθούν τα επιθυμητά ηλεκτρικά και θερμικά χαρακτηριστικά. Ουσιαστικά όταν επικρατήσουν δυσμενείς συνθήκες (μεγαλύτερη τιμή ρεύματος από την ονομαστική της) τότε το αγωγίμο υλικό λιώνει (καταστρέφεται μόνιμα) και το κύκλωμα βγαίνει εκτός λειτουργίας. Σε αυτή την περίπτωση για να αποκατασταθεί η λειτουργία του κυκλώματος πρέπει η ασφάλεια τήξης να αντικατασταθεί με άλλη καινούρια .

Οι ασφάλειες χωρίζονται σε διάφορους τύπους .

- τύπου Diazed οι οποίες προορίζονται για την προστασία κυκλωμάτων με ονομαστική τάση τροφοδοσίας έως και 500 V, ενώ μπορεί να έχουν και ικανότητα διακοπή ρεύματος έως και 7,5 KA,

- Στις ασφάλειες τήξης τύπου Neozed που προορίζονται για χρήση σε κυκλώματα με ονομαστική τάση τροφοδοσίας έως και 440 V και έχουν ικανότητα διακοπή ρεύματος βραχυκύκλωσης έως και 100 KA .

- Και στις μαχαιρωτές ασφάλειες NH που διατίθενται συνήθως για ονομαστικές τάσεις λειτουργίας 500 V και 690 V και για ονομαστικό ρεύμα από 40 A έως 1250 A.

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ασφαλειών είναι .

- Η τάση λειτουργίας σε Volt

- Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας σε Ampere

- Το ρεύμα διακοπής (Το μέγιστο ρεύμα που μπορούν να διακόψουν υπό τάση) και η σχέση μεταξύ χρόνου ενεργοποίησης και ρεύματος που τις διαρρέει .

2.3.8 Θερμικό .

Τα θερμικά είναι διατάξεις (εξαρτήματα) , που συνδέονται (κουμπώνουν) μηχανικά και ηλεκτρικά με τα ρελέ ισχύος . Χρησιμοποιούνται για την προστασία του κινητήρα μόνο από υπερφόρτιση και όχι από βραχυκύκλωμα , δηλαδή παρέχουν στον κινητήρα θερμική προστασία και όχι μαγνητική .

Τα θερμικά κατασκευαστικά αποτελούνται .

- Από τις επαφές εισόδου
- Από τις επαφές ελέγχου
- Τον μηχανισμό ρύθμισης του ρεύματος και
- μπουτόν start και reset .


Σύμφωνα με τον IEC 947 – 4 κανονισμό , καθορίζεται για κάθε θερμικό η κλάση του σε σχέση με τον χρόνο διακοπής , π.χ κλάση 10 με χρόνο διακοπής 2-10 sec , κλάση 20 με χρόνο διακοπής 6-20 sec κλπ . Οι εταιρίες που κατασκευάζουν θερμικά δίνουν στοιχεία που αφορούν για κάθε τύπο .

- Την περιοχή ρύθμισης σε Ampere .
- Τον κωδικό του ρελέ ισχύος με το οποίο μπορεί να συνεργαστεί .
- Την κλάση του και .
- Έναν κωδικό για κάθε τύπο θερμικού .




Εικόνα 25.Θερμικό .

Παρακάτω δίνονται οι πίνακες επιλογής ρελέ από 0,1 – 140 A και 30 – 630 A . ^[βλ.4]

Τριπολικά θερμικά προστασίας με περιοχή ρύθμισης από 0,1 έως 140 A, κλάση 10 A			
	Περιοχή ρύθμισης σε A (από έως)	Κωδικοί ρελέ ισχύος που συνεργάζονται	Κωδικός θερμικού
		0,1 - 0,16	D09 • D38
	0,16 - 0,25	D09 • D38	LRD-02
	0,25 - 0,40	D09 • D38	LRD-03
	0,40 - 0,63	D09 • D38	LRD-04
	0,63 - 1	D09 • D38	LRD-05
	1 - 1,6	D09 • D38	LRD-06
	1,6 - 2,5	D09 • D38	LRD-07
	2,5 - 4	D09 • D38	LRD-08
	4 - 6	D09 • D38	LRD-10
	5,5 - 8	D09 • D38	LRD-12
	7 - 10	D09 • D38	LRD-14
	9 - 13	D12 • D38	LRD-16
	12 - 18	D18 • D38	LRD-21
	17 - 25	D25 • D38	LRD-22
	23 - 32	D25 • D38	LRD-32
	30 - 38	D32 και D38	LRD-35
	17 - 25	D40 • D95	LRD-3322
	23 - 32	D40 • D95	LRD-3353
	30 - 40	D40 • D95	LRD-3355
	55 - 70	D50 • D95	LRD-3361
	63 - 80	D65 και D95	LRD-3363
	80 - 104	D80 και D95	LRD-3365
	80 - 104	D115 και D150	LRD-4365
	95 - 120	D115 και D150	LRD-4367
	110 - 140	D150	LRD-4369

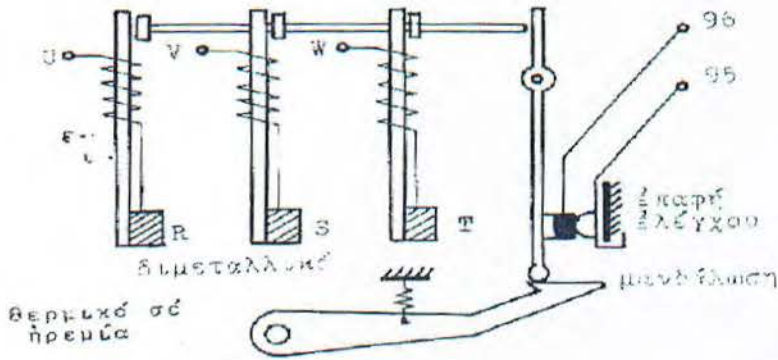
Πίνακας 6. Τριπολικά θερμικά .

Τριπολικά θερμικά προστασίας με περιοχή ρύθμισης από 30 έως 630 A, κλάση 10 A			
	Περιοχή ρύθμισης σε A	Στήριξη κάτω από ρελέ LC1	Κωδικός θερμικού
		30 - 50	F185
	48 - 80	F185	LR9-F5363
	60 - 100	F185	LR9-F5367
	90 - 150	F185	LR9-F5369
	132 - 220	F225 και F265	LR9-F5371
	200 - 330	F225...F500	LR9-F7375
	300 - 500	F225...F500	LR9-F7379
	380 - 630	F400...F800	LR9-F7381

Πίνακας 7. Τριπολικά θερμικά .

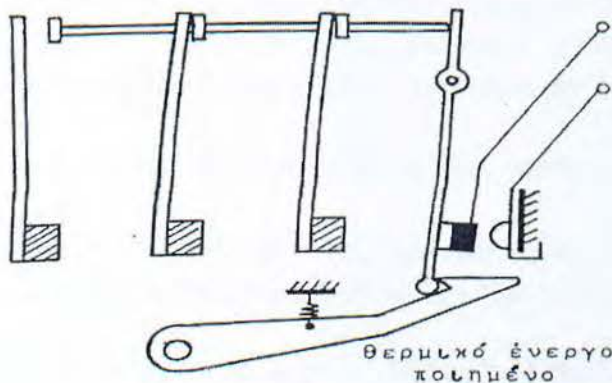
2.3.8.1 Λειτουργία θερμικού .

Το θερμικό αποτελείται από 3 διμεταλλικά στοιχεία γύρω από τα οποία περνούν οι φάσεις πριν τροφοδοτήσουν τον κινητήρα. Από το σχήμα βλέπουμε το κύκλωμα μεταξύ των σημείων 95-96 είναι κλειστό .



Σχήμα 16.Κανονική λειτουργία θερμικού .

Έστω από τις φάσεις περνάει περισσότερο ρεύμα (υπερένταση). Αυτό έχει σαν συνέπεια τη θέρμανση των διμεταλλικών τα οποία λυγίζουν και κινούν τον πλαστικό άξονα ο οποίος θα ανοίξει την επαφή 95-96 που προκαλεί τελικά το σταμάτημα του κινητήρα όπως φαίνεται στο δεύτερο σχήμα το θερμικό ελέγχει και τις 3 φάσεις αλλά σ' όποια φάση και αν φανεί υπερένταση το θερμικό ανοίγει μια επαφή την 95-96. Τα θερμικά έχουν όπως και τα ρελέ βοηθητικές επαφές . Για την επαναφορά στην αρχική του κατάσταση αρκεί να πατήσουμε το reset . ^[βλ.8]



Σχήμα 17. Θέρμανση των διμεταλλικών στοιχείων .

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΒΟΗΘ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Γενικά .

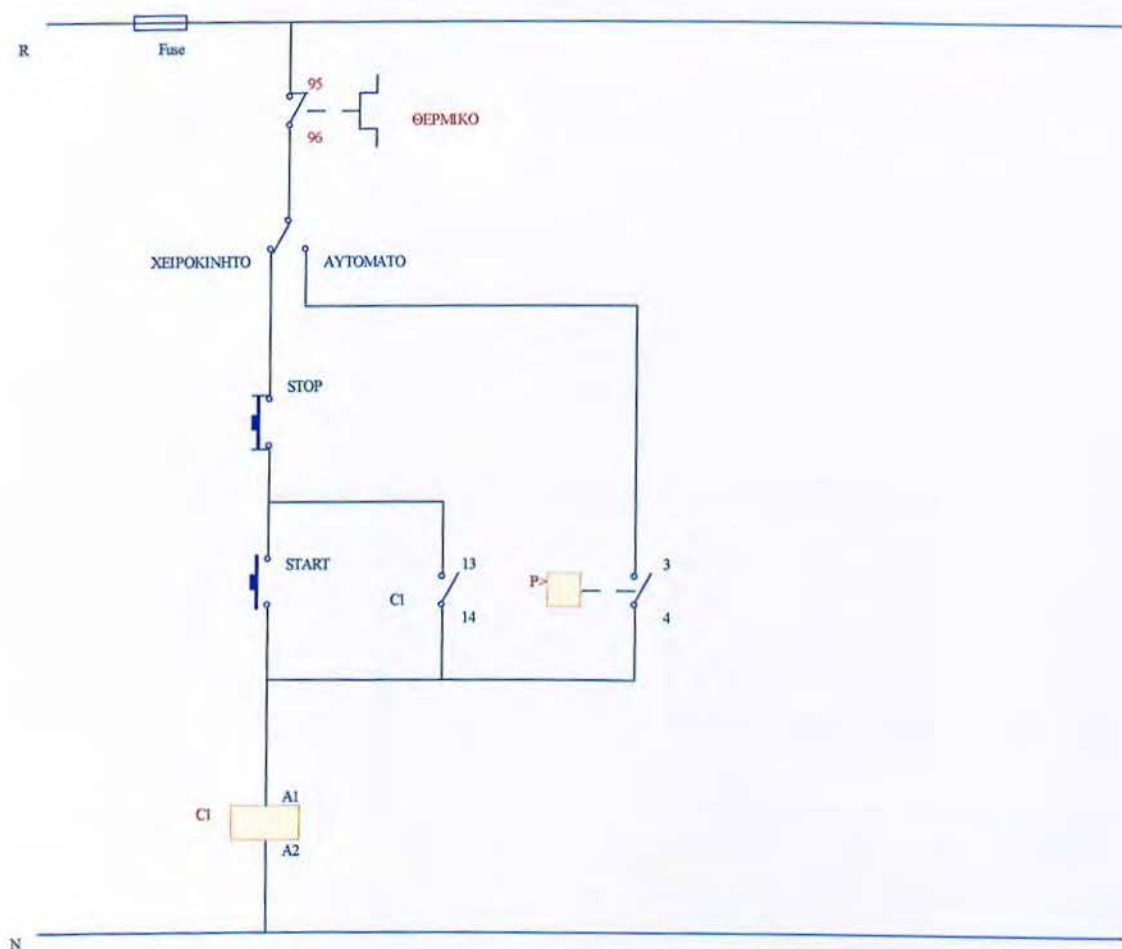
Σε αυτήν την ενότητα θα αναφέρουμε τις συνδεσμολογίες και την λειτουργία των εξαρτημάτων του βοηθητικού κυκλώματος του συστήματος μας . Η ανάλυση θα γίνει τμηματικά , δηλαδή σε πρώτο στάδιο θα αναλυθεί ο αστέρας τρίγωνο και η σημασία του χρονικού , όπου ήδη έχουμε αναφέρει κάποια πράγματα στο κύκλωμα ισχύος , ο ρόλος των μπουτόν start και stop και η σύνδεση του θερμικού . Σε δεύτερο στάδιο θα αναλυθεί ο αυτοματισμός του επιτηρητή φάσεων και του ελεγκτή στάθμης του νερού , και σε επόμενα στάδια η συνδεσμολογίες των οργάνων , του διακόπτη αυτόματο – χειροκίνητο , του μπουτόν έκτακτης ανάγκης κλπ .

Σε κάθε στάδιο ανάλυσης θα υπάρχει και το αντίστοιχο σχέδιο πολυγραμμικό ή μονογραμμικό και σχήματα .

Στο τέλος του κεφαλαίου θα υπάρξει το συγκεντρωτικό σχέδιο συνδεσμολογίας όλων των σταδίων που προαναφέραμε καθώς και πληροφορίες και σχέδια για κάθε ένα εξάρτημα που έχουμε αναλύσει .

Για το κύκλωμα με χρήση ενός ηλεκτρονόμου αυτόματο – χειροκίνητο , καθώς και τον αστέρα τρίγωνο με χρονικό και για την καλύτερη κατανόηση τους είναι προτιμότερο να αναλυθεί το βοηθητικό τους κύκλωμα με τα μονογραμμικά σχέδια που ακολουθούν παρακάτω .

2.4.1 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος αυτόματο – χειροκίνητο .

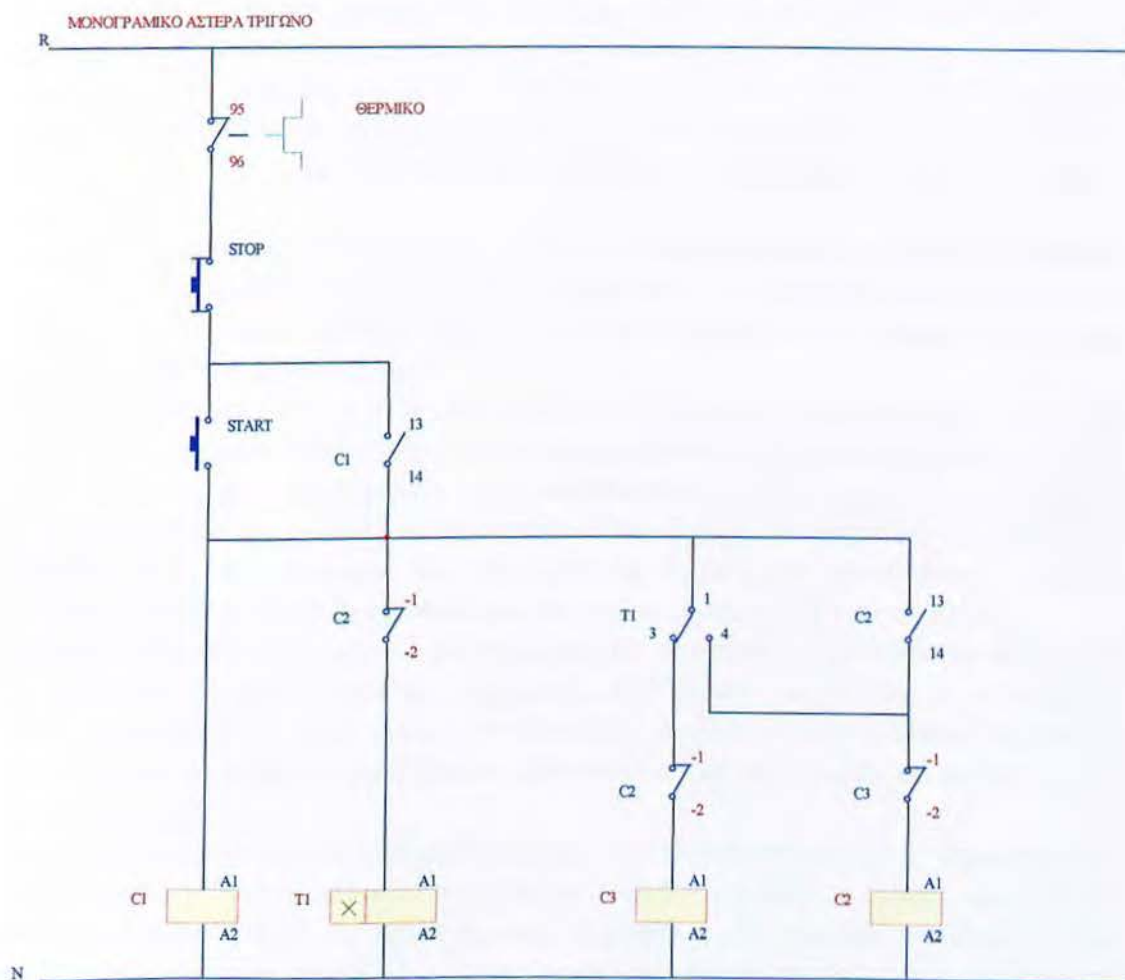


Σχήμα 18. βοηθητικό κύκλωμα αυτόματο – χειροκίνητο .

Από τον αγωγό της φάσης R που ξεκινάει το βοηθητικό μας κύκλωμα το ρεύμα μέσω του θερμικού σταματάει στην επαφή του επιλογέα . Εάν επιλέξουμε χειροκίνητο , τότε το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέετε μέσω του μπουτόν stop και κατευθύνεται στις επαφές του start και στην βοηθητική επαφή 13 του ρελέ C1 όπου και παλι περιμένει . Πατώντας το μπουτόν start , το ρεύμα σπλίζει τον ηλεκτρονόμο C1 , η βοηθητική επαφή 13 14 κλείνει και το μπουτόν start επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση . Ο υποβρύχιος κινητήρας βρίσκεται σε κανονική λειτουργία και θα εργάζεται συνεχώς.

Όταν ο χειρίστης επιλέξει να σταματήσει τον κινητήρα πατώντας το μπουτόν stop το ρεύμα σταματάει να πηγαίνει στον ηλεκτρονόμο C1 με αποτέλεσμα να χαθεί η συγκράτηση στην επαφή 13 14 , επαναφέροντας την σε κατάσταση ηρεμίας . Εάν ο χειρίστης επιλέξει αυτόματο , το ρεύμα περνάει από τον επιλογέα στην επαφή του πιεζοστάτη όπου και περιμένει . Εάν η πίεση πέσει κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα τα οποία έχουμε θέσει , η επαφή του πιεζοστάτη μηχανικά κλείνει και το ρεύμα σπλίζει το ρελέ C1. Ο κινητήρας είναι σε κατάσταση λειτουργίας μέχρι η πίεση του κυκλώματος να ανέβει πάλι στα ίδια επίπεδα με πριν . Οπότε έχουμε και το σταμάτημα του . Αυτό επαναλαμβάνεται όσο χρόνο έχουμε τον επιλογέα ρυθμισμένο στο αυτόματο .

2.4.2 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος αστέρα τρίγωνο .



Σχήμα 19. βοηθητικό κύκλωμα αστέρα τρίγωνο .

Από την φάση R που ξεκινάει το βοηθητικό μας κύκλωμα το ρεύμα μέσω του θερμικού και μέσω του μπουτόν stop κατευθύνεται στις επαφές του start και στην βοηθητική επαφή 13 του ρελέ C1 όπου και περιμένει . Πατώντας το μπουτόν start , το ρεύμα οπλίζει τον ηλεκτρονόμο C1 ή κύριο , η βοηθητική επαφή 13 14 κλείνει και το μπουτόν start επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση . Το ρελέ C1 κλείνει το κύκλωμα του στο πηνίο συνδέοντας του την A2 επαφή στον ουδέτερο , το ρεύμα πλέον διαρρέετε σε όλο το κύκλωμα μας .

Το ρεύμα μας τώρα μπορεί να περάσει από την κλειστή επαφή C2 του τριγώνου και να οπλίζει το πηνίο του χρονικού T1 . Ο χρόνος εναλλαγής της κατάστασης του χρονικού εξαρτάται από τα στοιχεία της πινακίδας που μας δίνει ο κατασκευαστής , συνήθως σε πολλά χρονικά ο χρόνος αυτός μεταβάλλεται από ένα εξωτερικό ποτενσιόμετρο το οποίο ο χρήστης αλλάζει την τιμή βάση μιας κλίμακας που διακρίνεται πίσω από αυτό . [βλ.8]

Ο χρόνος εναλλαγής στις περισσότερες εφαρμογές είναι από 9→12 δευτερόλεπτα , χρόνος αρκετός ώστε να προστατέψουμε το κύκλωμα και τον κινητήρα .

Αφού το χρονικό οπλίσει και μέχρι να αλλάξει η κατάσταση του , ο τριφασικός μας κινητήρας δουλεύει σε κατάσταση αστέρα , αυτό συμβαίνει διότι το ρεύμα έχει οπλίσει εκτός από το χρονικό και τον ηλεκτρονόμο C3 ή αστέρα μέσω της επαφής του T1 1 3 .

Πρέπει να αναφέρουμε ότι κάθε πηνίο για να μπορέσει να λειτουργήσει θα πρέπει να κλείσει κύκλωμα με τον αγωγό του ουδέτερου . Σε κάποιες άλλες εφαρμογές μάλιστα συναντάμε πολλές φορές πηνία ηλεκτρονόμων τα οποία ελέγχονται αποκλειστικά από τον ουδέτερο .

Έχοντας οπλισμένο και το ρελέ του αστέρα η βοηθητική κλειστή επαφή C3 -1 -2 πλέον ανοίγει , αυτό ονομάζεται ηλεκτρική μανδάλωση και χρησιμοποιείται σε όλες τις εφαρμογές αστέρα τριγώνου . Με λίγα λόγια αυτό που μπορεί να πετύχει η ηλεκτρική μανδάλωση είναι να εξαλείψει κάθε κίνδυνο λειτουργίας του ρελέ του αστέρα με τον ηλεκτρονόμο του τριγώνου να δουλέψουν ταυτόχρονα , κάτι το οποίο θα δημιουργούσε βραχυκύκλωμα και πιθανόν να έκαιγε τον κινητήρα .

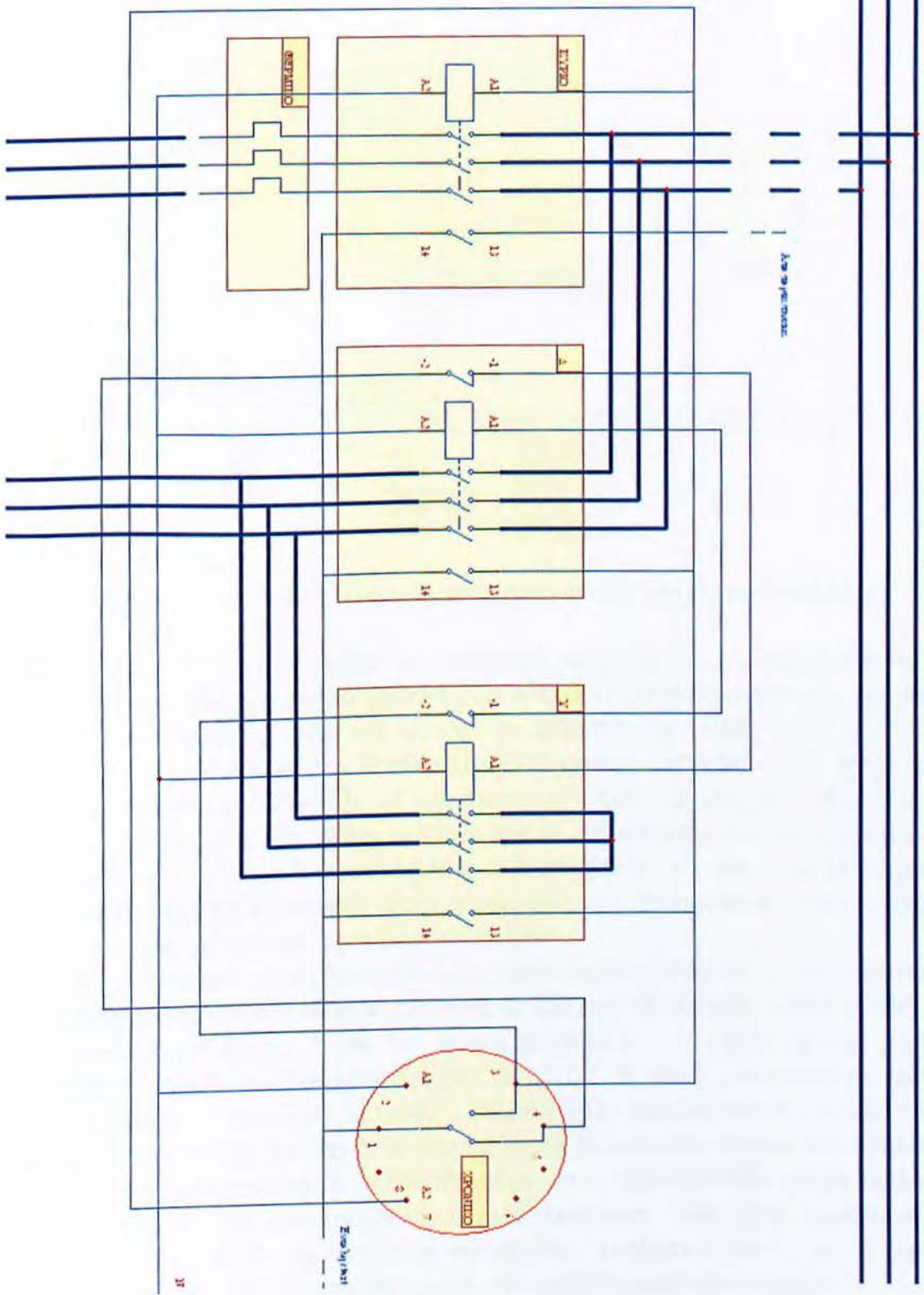
Σε εφαρμογές όπου το κόστος είναι πολύ μεγάλο προτιμάτε πέρα από την ηλεκτρική μανδάλωση να τοποθετείται και μηχανική μανδάλωση , ώστε εάν σε περίπτωση κάτι πάει στραβά στο κύκλωμα και δεν δουλέψει η ηλεκτρική μανδάλωση να μπορεί να παρέμβει η μηχανική μανδάλωση προστατεύοντας τον τριφασικό κινητήρα και τον αυτοματισμό του .

Στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο έχουμε τον ηλεκτρονόμο C1 ή κύριο και τον ηλεκτρονόμο C3 ή αστέρα σε λειτουργία . Όταν ο χρόνος περάσει και όταν ο κινητήρας μας πιάσει τις απαιτούμενες στροφές , το χρονικό εναλλάσσει την κατάσταση του και η επαφή T1 1 3 ανοίγει κλείνοντας την επαφή T1 1 4 , αμέσως το ρελέ C3 επανέρχεται σε κατάσταση ηρεμίας κλείνοντας την επαφή C3 -1 -2 .

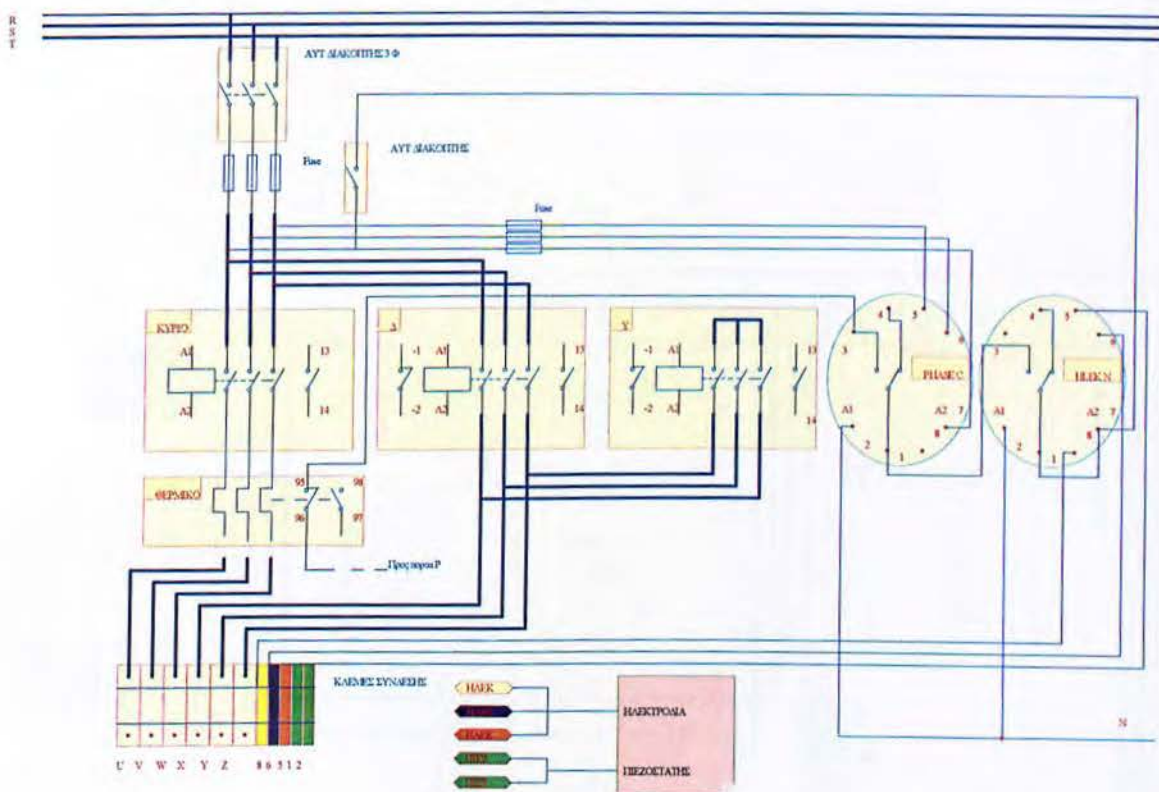
Το ρεύμα τώρα περνάει και οπλίζει το πηνίο C2 ή τρίγωνο . Η επαφή C2 13 14 κλείνει , η επαφή C2 -1 -2 ανοίγει όπου έχουμε και την ηλεκτρική μανδάλωση , και η επαφή C2 -1 -2 που βρίσκεται πάνω από το χρονικό ανοίγει και θέτει τώρα εκτός λειτουργίας το χρονικό , το οποίο δεν χρειαζόμαστε πλέον αφού ο κινητήρας από εδώ και πέρα θα δουλεύει σε κανονική λειτουργία έχοντας ενεργοποιημένα τους ηλεκτρονόμους C1 ή κύριο και C2 ή τρίγωνο .

Ο τριφασικός κινητήρας θα δουλεύει κανονικά ώσπου χειροκίνητα ο χειριστής θα διακόψει την λειτουργία , και όλο το κύκλωμα θα έρθει στην κατάσταση ηρεμίας που ήταν πριν . Ένας άλλος τρόπος διακοπής θα μπορούσε να γίνει αυτόματα εάν υπήρχε παραμόρφωση στις διμεταλλικές επαφές του θερμικού , αυτό θα οφειλόταν λόγω κάποιας βλάβης που θα είχε δημιουργηθεί εκείνη την στιγμή .

Για τον αυτόματο τρόπο λειτουργίας , χωρίς εκκίνηση start και σταμάτημα stop από κάποιον χειριστή αλλά με χρήση πιεζοστάτη θα αναφερθούμε σε κάποια άλλη ενότητα , παρακάτω δίνεται και το πολυγραμμικό σχέδιο , οι ασφάλειες και ο αυτόματος τριφασικός διακόπτης έχουν παρακαμφθεί (για σχεδιαστικούς λόγους) ενώ τα start και stop θα αναλυθούν με άλλο σχέδιο και αυτά παρακάτω .



2.4.3 Λειτουργία βοηθητικού κυκλώματος επιτ φάσεων και ελεγκτή στάθμης .

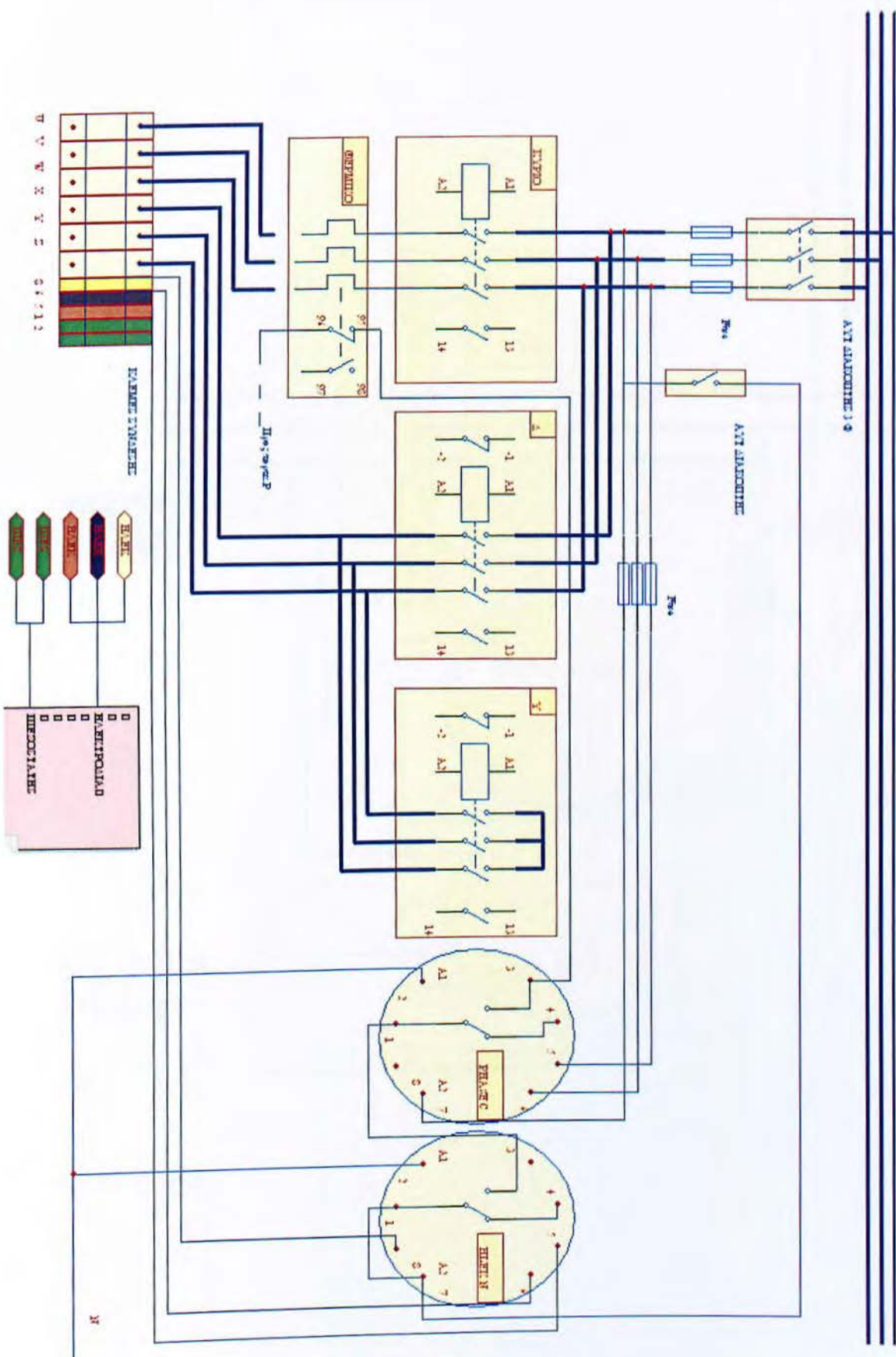


Σχήμα 20. βοηθητικό κύκλωμα επιτηρητή φάσης και ελεγκτή στάθμης .

Παρατηρούμε στο επάνω σχέδιο το βοηθητικό κύκλωμα του επιτηρητή φάσης και του ελεγκτή στάθμης χωρίς το χρονικό . Το κύκλωμα τροφοδοτείται από μια φάση την R και ασφαρίζεται από ένα αυτόματο διακόπτη της τάξεως των 10 A , οι διατομές των καλωδίων στο βοηθητικό είναι μικρές 1.0 mm² ή 1.5 mm² διότι θέλουμε να κάνουμε μόνο έλεγχο στο σύστημα . Από τον αυτόματο διακόπτη το ρεύμα πηγαίνει στο πηνίο A2 και γεφυρώνεται με την επαφή 1 του ελεγκτή στάθμης , οι αγωγοί των ηλεκτροδίων συνδέονται στις επαφές 5 , 6 , και 8 και καταλήγουν στις κλέμες όπου θα συνδεθούν με τους αγωγούς των ηλεκτροδίων , στο A1 δίνεται ουδέτερος για να μπορεί το πηνίο να οπλίσει .

Εφόσον τα ηλεκτρόδια μας βρίσκονται στις κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας τους , η κατάσταση της επαφής αλλάζει δίνοντας ρεύμα από την επαφή 3 στην επαφή 7 ή A2 του επιτηρητή φάσης . Το A1 του πηνίου συνδέεται με τον ουδέτερο , οι αγωγοί R S T αφού ασφαλιστούν καταλήγουν στις επαφές 7 , 6 , και 5 του επιτηρητή φάσης . Έχοντας όλες τις συνθήκες ιδανικές , δηλαδή όταν έχουμε σωστή εποπτεία των φάσεων ο επιτηρητής οπλίζει δίνοντας σε σειρά ρεύμα στις επαφές του θερμικού 95 , 96 . Τα εξαρτήματα αυτά τα τοποθετούμε για να προστατεύσουμε το κύκλωμα μας και κυρίως τον υποβρύχιο τριφασικό κινητήρα , σε κάθε περίπτωση η λειτουργία θα πρέπει να σταματά άμεσα και αυτόματα όταν έχουμε κακής ποιότητας ρεύμα , χαμηλό επίπεδο νερού , ή υπερθέρμανση των αγωγών .

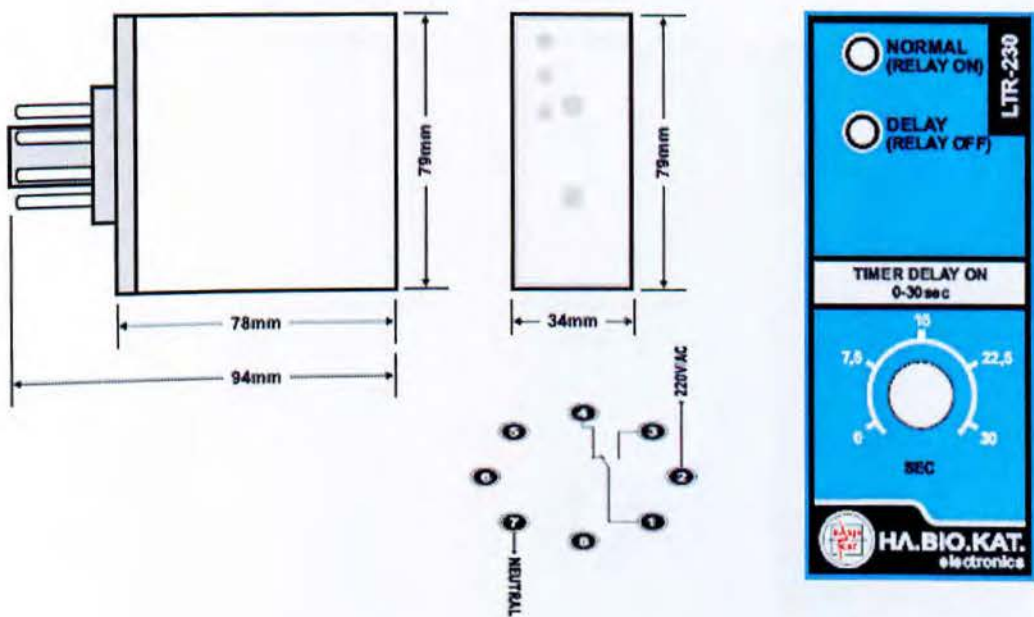
Για επιτηρητή φάσεων και ελεγκτή στάθμης χωρίς αστέρα τρίγωνο η λογική του βοηθητικού κυκλώματος είναι ίδια .



2.4.4 Χρονικό .

Το χρονικό (ρελέ καθυστέρησης) χρησιμοποιείται εκεί όπου χρειάζονται μικρές καθυστερήσεις (δευτερόλεπτα ή λίγα λεπτά) π.χ στην εκκίνηση αστέρα τρίγωνου , στην αυτόματη εκκίνηση με αντιστάσεις για την σταδιακή έξοδο των αντιστάσεων από το κύκλωμα κλπ . Υπάρχουν διάφοροι τύποι με κινητήρα , θερμικοί , με πηνίο κλπ . Ο πιο διαδεδομένος είναι ο τελευταίος ο οποίος παρουσιάζει ενδιαφέρουσες τεχνικές τελειοποιήσεις .

- Λειτουργεί με πηνίο και επομένως μπορεί να προσαρμοσθεί σε διάφορες τάσεις χειρισμού .
- Έχει μεγάλη περιοχή ρύθμισης (0-30 sec 0-30 min) .
- Έχει δυνατότητα προσθήκης μή καθυστερημένων βοηθητικών επαφών .
- Μπορεί να στηριχθεί σε τυποποιημένη ράγα .
- Έχει δυνατότητα καθυστέρησης είτε στην σύνδεση είτε στην διακοπή .
- Έχει πλήκτρο χειροκίνητης δόκιμης . [βλ.6]

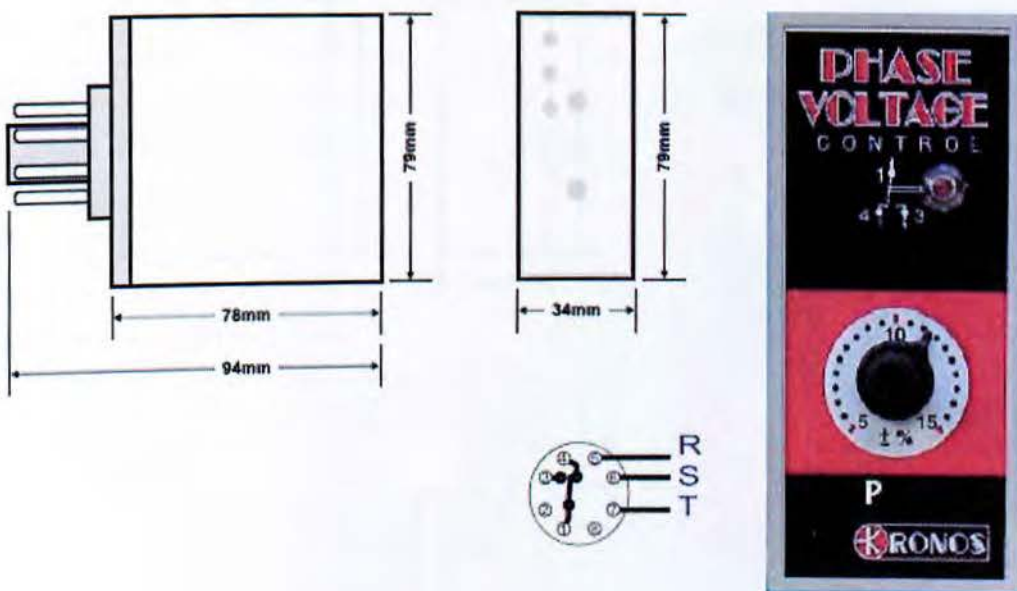


Εικόνα 26. Χρονικό .

2.4.5 Επιτηρητής φάσης .

Ο τριφασικός επιτηρητής φάσης , εξασφαλίζει την προστασία από υπερτάσεις ή υποτάσεις στο δίκτυο . Συγκεκριμένα επιτρέπει την εποπτεία της τάσης μεταξύ κάθε φάσης και ουδέτερου (υπάρχουν και επιτηρητές φάσης που δεν έχουν ουδέτερο) , έχοντας δυνατότητα ανίχνευσης τυχόν διακοπής της τάσης ή απόκλισης αυτής , εκτός των προεπιλεγμένων ορίων , καθώς επίσης και τυχόν διακοπής του ουδέτερου . Ο επιτηρητής φάσης με ουδέτερο παρουσιάζει ενδιαφέρουσες τεχνικές τελειοποιήσεις .

- Παρέχεται μια έξοδος μεταγωγικής επαφής και αντίστοιχη σηματοδοσία για υπέρβαση του κάτω ή του άνω ορίου της τάσης .
- Χρόνος καθυστέρησης έναρξης επιτήρησης κατά την εκκίνηση 3 sec .
- Μπορεί να στηριχθεί σε τυποποιημένη ράγα .
- Επιλογή αλλαγής του χρόνου απόκρισης (εξωτερικό trimmer) αριστεροστροφα ή δεξιόστροφα προκειμένου να πραγματοποιηθεί μείωση ή αύξηση του χρόνου .
- Θερμοκρασία λειτουργίας και αποθήκευσης – 30 έως 70 βαθμούς Κελσίου .



Εικόνα 27. επιτηρητής φάσης .

2.4.6 Ελεγκτής στάθμης .

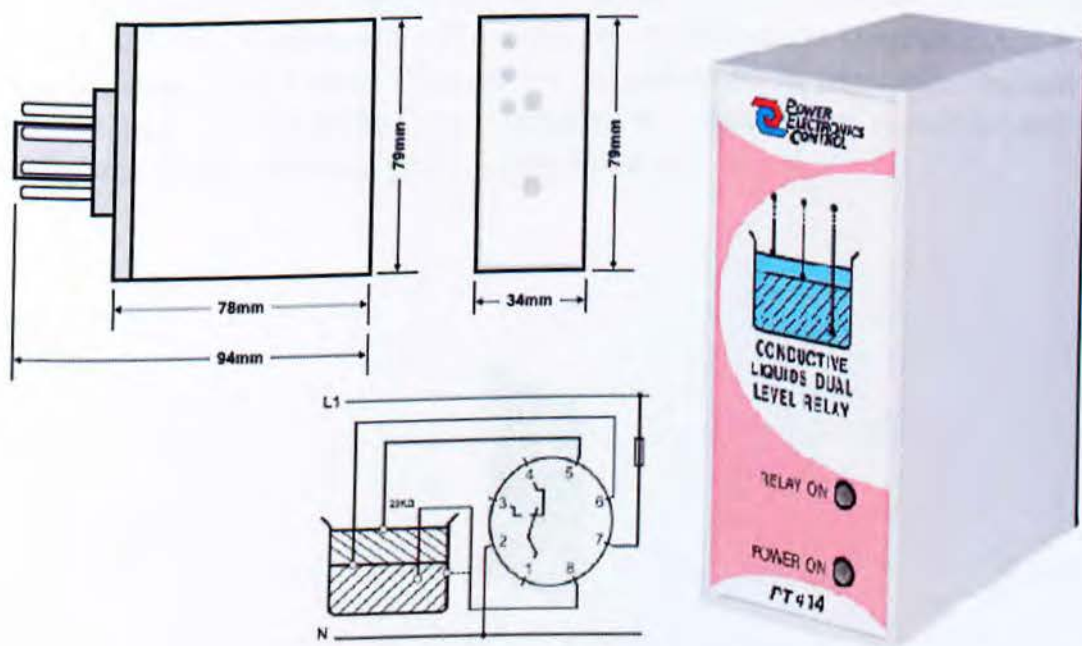
Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της στάθμης αγώγιμων υγρών σε δεξαμενές και γεωτρήσεις.

Εγκαθίσταται σε ηλεκτρολογικό πίνακα σε βάση τύπου λυχνίας και χρησιμοποιεί ηλεκτρόδια κρεμαστού τύπου .

Η λειτουργία του βασίζεται στην μέτρηση της μεταβολής της αντίστασης ανάμεσα στα ηλεκτρόδια. Το ρελέ ενεργοποιείται όταν η στάθμη του υγρού φτάσει στο πάνω ηλεκτρόδιο και απενεργοποιείται όταν η στάθμη πέσει κάτω από το μεσαίο ηλεκτρόδιο.

Το κατώτερο από τα τρία ηλεκτρόδια χρησιμεύει ως αναφορά και μπορεί να αντικατασταθεί από τη γείωση όταν η δεξαμενή είναι μεταλλική. Η χρήση ασφαλούς χαμηλής εναλλασσόμενης τάσης μεταξύ των ηλεκτροδίων αποτρέπει το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης. Η σύνθετη αντίσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων θα πρέπει να είναι μικρότερη από 20 kΩ .

- Μπορεί να στηριχθεί σε τυποποιημένη ράγα .
- Max αντίσταση νερού 20 KΩ
- Ένδειξη λειτουργίας πράσινο LED , ένδειξη relay on κόκκινο LED .
- Θερμοκρασία λειτουργίας - 20 to + 60 βαθμούς Κελσίου , προστασία IP 20 .^[βλ.w3]



Εικόνα 28. Ελεγκτής στάθμης .

2.4.7 Βάση λυχνείας .

Τα παραπάνω εξαρτήματα (ελεγκτής στάθμης , επιτηρητής φάσης , και χρονικό) προσαρμόζονται σε βάση ράγας τύπου λυχνίας οκτώ επαφών . Το ηλεκτρονικό εξάρτημα αφού υλοποιήσουμε την ανάλογη συνδεσμολογία κουμπώνει επάνω στην βάση για να μπορέσει να είναι σε κατάσταση λειτουργίας . Υπάρχουν βάσεις λυχνίας με παραπάνω αριθμό επαφών π.χ 12 επαφών , οι οποίες χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά εξαρτήματα με παραπάνω ακίδες .



Εικόνα 29. Βάση λυχνείας .

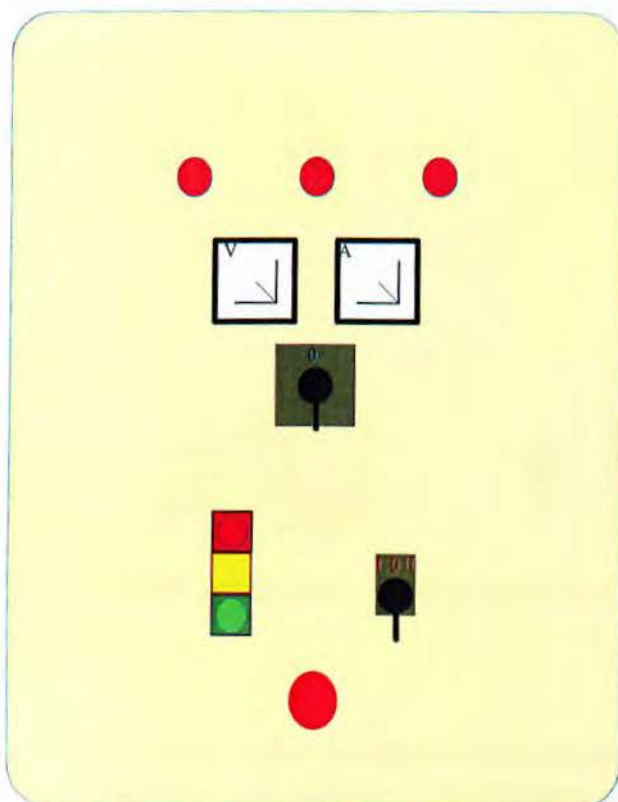
2.4.8 Βοηθητικές επαφές .

Οι βοηθητικές επαφές προσαρμόζονται επάνω στους ηλεκτρονόμους , τις βρίσκουμε σε δυο καταστάσεις , μπορεί να είναι κανονικά-ανοικτή (Normally Open, NO) , ή Κανονικά-Κλειστή (Normally Closed, NC) . Χρησιμοποιούνται ως βοηθητικές εάν στην υλοποίηση μιας εφαρμογής κρίνεται απαραίτητη η ανάγκη για παραπάνω επαφές από όσες διαθέτουμε . Μπορούν να τοποθετηθούν κουμπώνοντας πάνω από μια επαφή και να ακολουθήσουν την λειτουργία αυτής μηχανικά , δηλαδή σε κάθε αλλαγή της κατάστασης της επαφής θα αλλάζει και η κατάσταση της βοηθητικής επαφής ανάλογα βέβαια με το είδος της .



Εικόνα 30. βοηθητικές επαφές .

Ο ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΟΡΤΑΣ



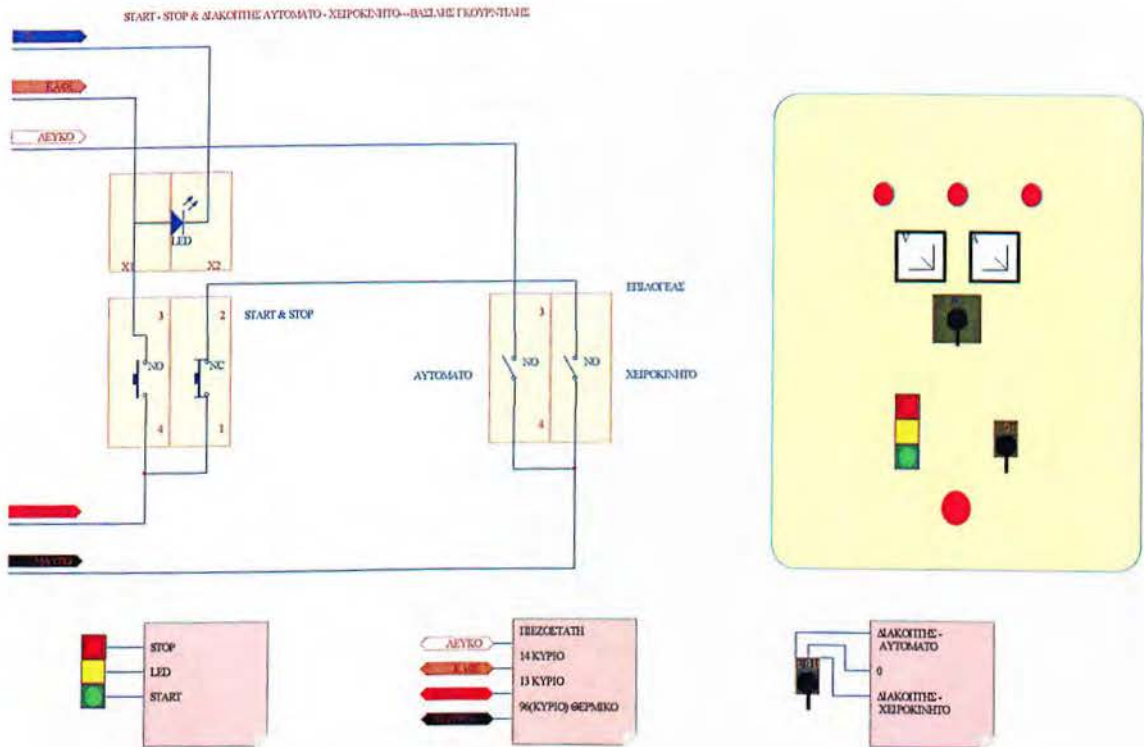
Εικόνα 31. Πόρτα πίνακα .

2.5.1 Εισαγωγή .

Αυτή είναι η όψη της πόρτας ενός μέσου ηλεκτρικού πίνακα σε ένα σύστημα αυτοματισμού ενός υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα . Επάνω της φέρει τις τρεις ενδεικτικές λυχνίες , τα αναλογικά όργανα βολτόμετρο και αμπερόμετρο , έναν διακόπτη μεταγωγής βολτομέτρου , μπουτόν start και stop , έναν επιλογέα για αυτόματη και χειροκίνητη χρήση και ένα μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

Ο χειριστής μπορεί χωρίς να επέμβει στο εσωτερικό του πίνακα να θέσει σε αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία τον υποβρύχιο τριφασικό κινητήρα ή σε καμία από τις δυο αυτές καταστάσεις , μπορεί να ελέγχει την κατάσταση των φάσεων από τις ενδεικτικές λυχνίες ή μπορεί να ελέγχει την τάση μέσω του οργάνου με τον επιλογέα βολτομέτρου και το ρεύμα του κινητήρα από το αμπερόμετρο όταν αυτός είναι σε κατάσταση λειτουργίας , σε κάθε περίπτωση μπορεί να θέσει εκτός λειτουργίας το όλο σύστημα από το μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

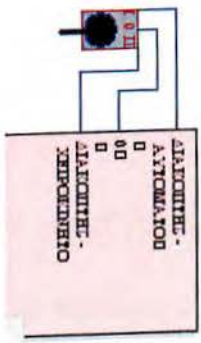
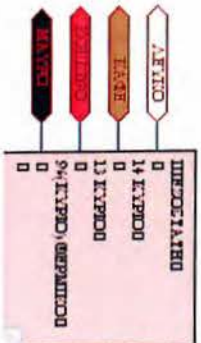
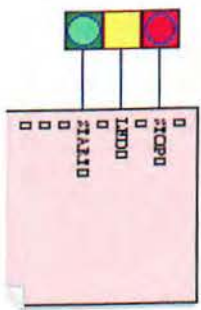
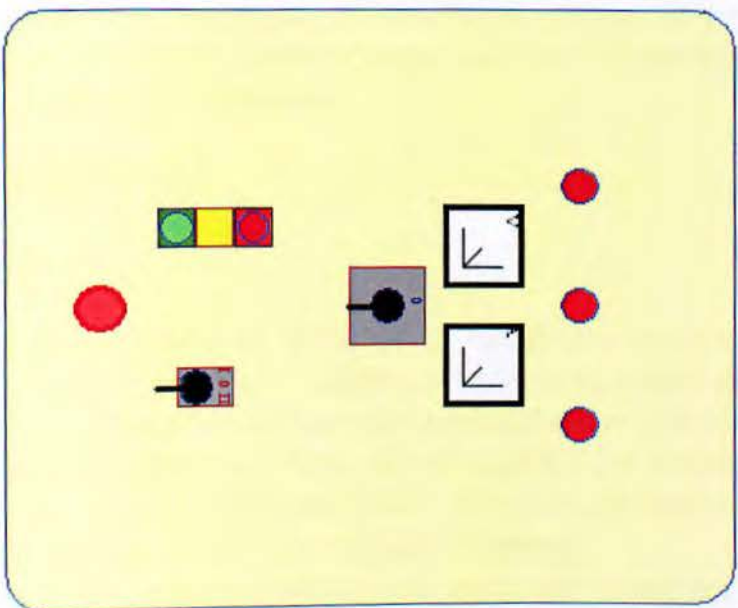
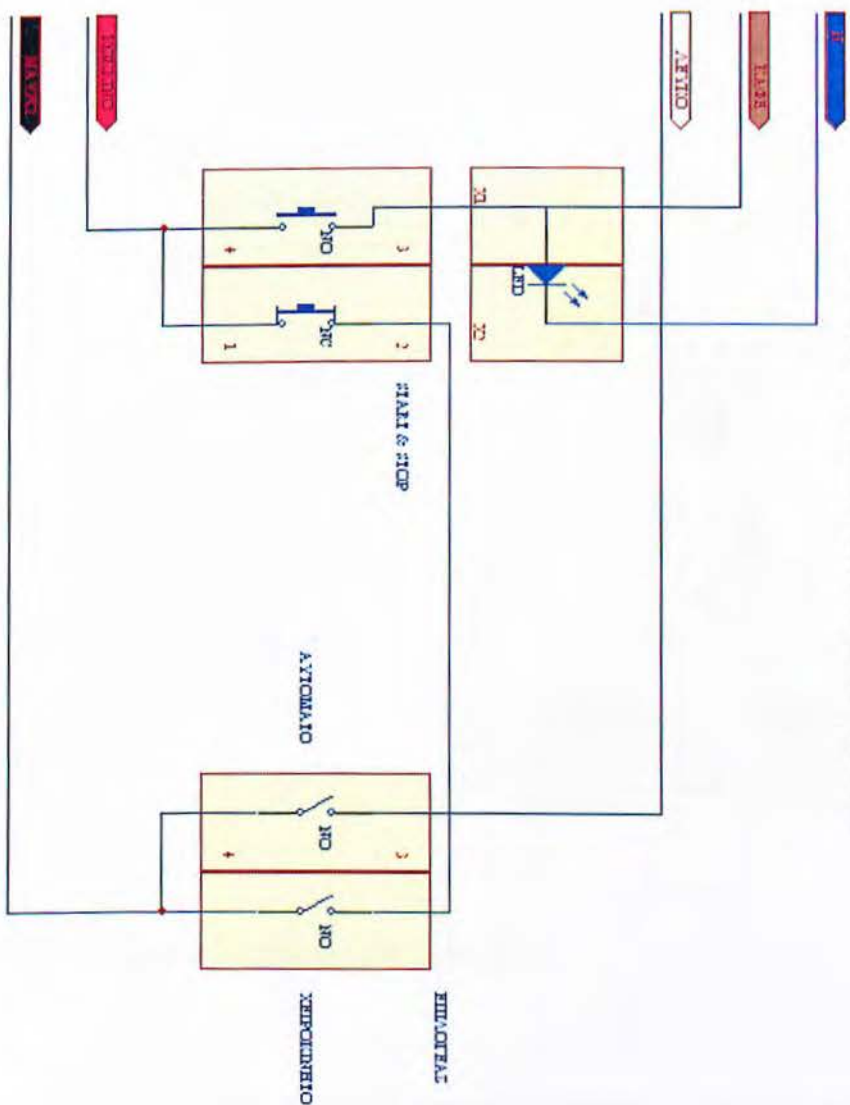
2.5.2 Βοθη κύκλωμα επιλογέα κατάστασης και τα μπουτόν start – stop .



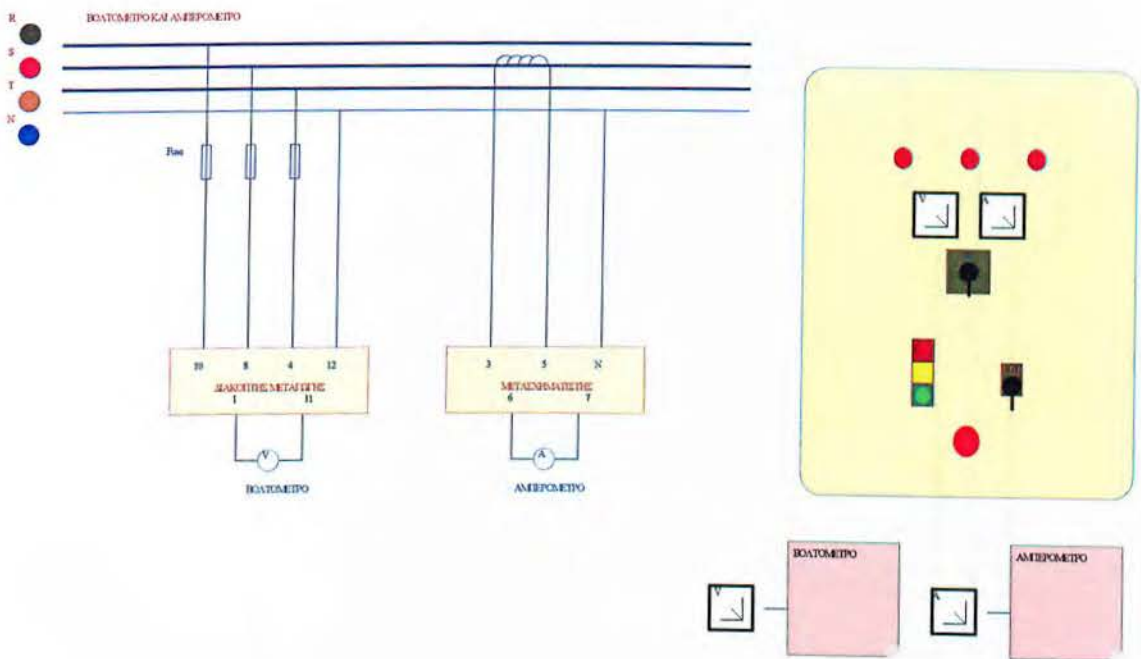
Σχήμα 21. επιλογέας κατάστασης και τα μπουτόν start – stop .

Η χρωματική κωδικοποίηση των αγωγών βοηθάει τον κατασκευαστή ενός πίνακα αυτοματισμού διότι κατηγοριοποιεί και απλουστεύει το κύκλωμα . Εδώ σε αυτό το σχήμα βλέπουμε το πολυγραμμικό κομμάτι που δεν είναι τίποτα άλλο από την συνδεσμολογία του αυτοματισμού αστέρα τρίγωνο με χρονικό που αναλύσαμε το μονογραμμικό σχέδιο στις προηγούμενες σελίδες . Ο λόγος που ξανά αναφερόμαστε είναι διότι αυτό το κομμάτι συνδεσμολογήτε στην πόρτα του ηλεκτρικού πίνακα αλλά και ένας άλλος λόγος είναι η εισαγωγή του επιλογέα αυτόματο – χειροκίνητο . Από την κλειστή επαφή 95 , 96 του θερμικού (μαύρη ετικέτα) το ρεύμα περνάει στον επιλογέα , εάν επιλέξουμε χειροκίνητη χρήση η NO επαφή του χειροκίνητου κλείνει , περνάει από το μπουτόν stop και περιμένει , η γέφυρα και ο αγωγός (κόκκινη ετικέτα) είναι η σύνδεση στην 13 επαφή του C1 ή κύριο ηλεκτρονόμο . Όταν ο χειριστής πατήσει το μπουτόν start η επαφή 13 , 14 κλείνει αφού ο C1 έχει πλέον ενεργοποιηθεί . Ο αγωγός (καφέ ετικέτα) είναι αυτός ο οποίος δίνει την στιγμιαία εντολή να σπλίσει το πηνίο του κύριου ρελέ και να έχουμε την συγκράτηση στην κανονικά ανοικτή επαφή 13 , 14 . Ανάμεσα σε αυτό παρεμβάλλεται μια ενδεικτική λυχνεία η οποία είναι και αυτή συνδεδεμένη στη επαφή 14 του C1 , σκοπός της είναι να μας ενημερώσει ότι ο κινητήρας είναι σε λειτουργία (πορτοκαλί φως) . Εάν επιλέξουμε αυτόματη χρήση , η NO επαφή του αυτόματου κλείνει και δίνει ρεύμα στον πιεζοστάτη .

ЗАДАЧА: ПОДГОТОВКА И РЕГУЛИРОВКА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



2.5.3 Όργανα μετρήσεων .



Σχήμα 22. όργανα μετρήσεων .

Μετά από τις ασφάλειες του ηλεκτρικού πίνακα γίνεται η σύνδεση των αναλογικών οργάνων.

Το βολτόμετρο συνδέεται πάντα παράλληλα με το τμήμα του οποίου η τάση πρέπει να μετρηθεί . Κάθε φάση R S T καταλήγει στις επαφές του μεταγωγέα καθώς και ο αγωγός του ουδέτερου . Οι συνδυασμοί που μπορούμε πραγματοποιήσουμε είναι μεταξύ φάση με φάση ή φάση και ουδέτερος .

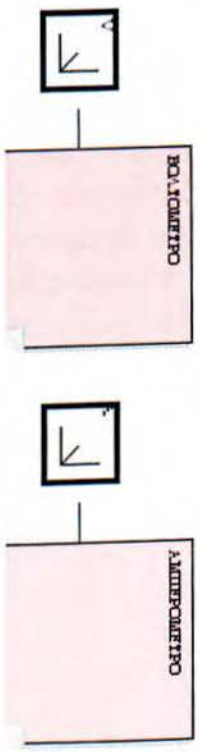
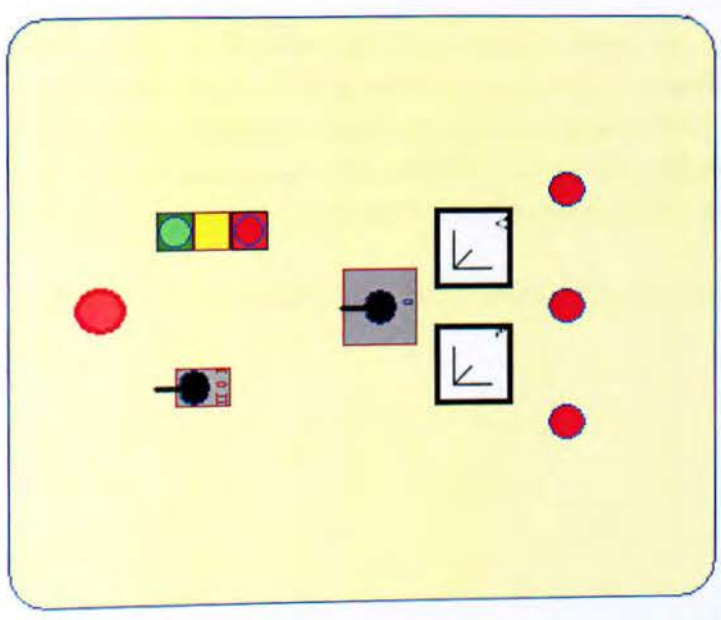
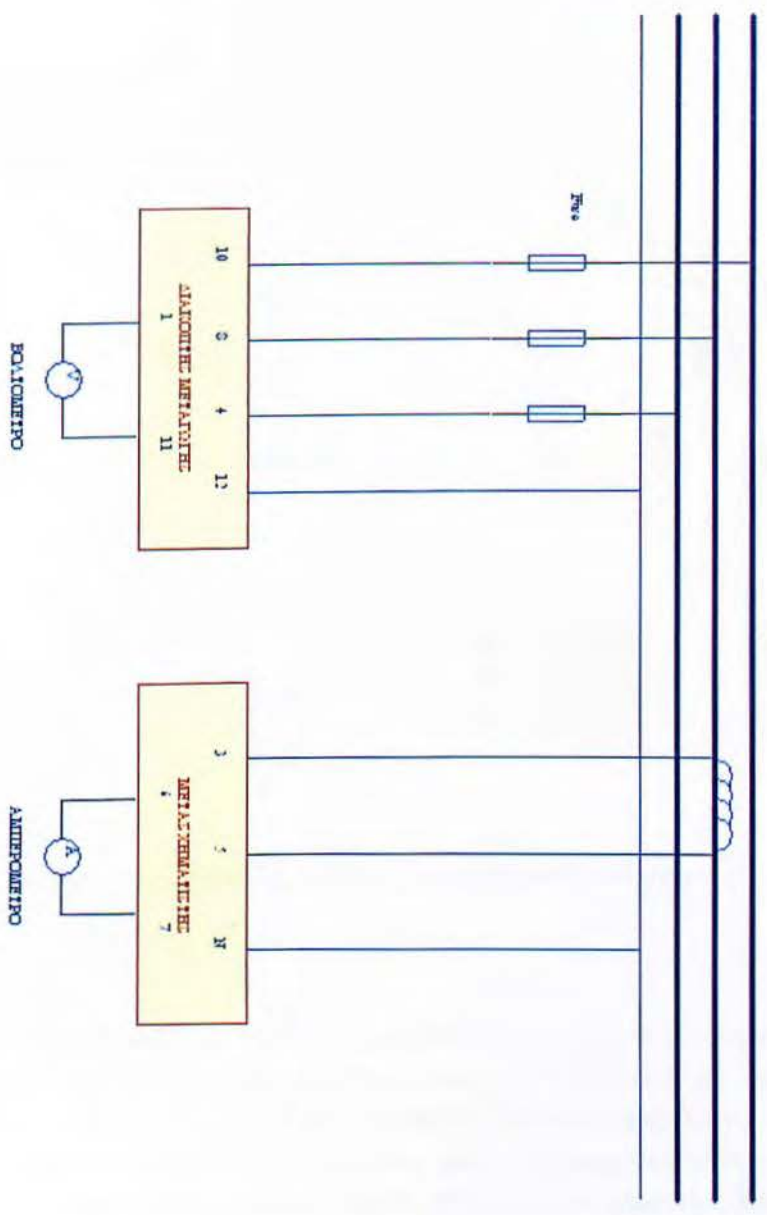
- L1 – L2 , L2 – L3 , και L1 – L3 .
- L1 – N , L2 – N , και L3 – N .

Το αμπερόμετρο συνδέεται πάντα σε σειρά με το τμήμα του οποίου η ένταση πρέπει να μετρηθεί . Με την χρήση ενός μετασχηματιστή στην μεσαία φάση S και την σύνδεση του στον ουδέτερο μπορούμε πραγματοποιήσουμε μια μέτρηση της έντασης όταν ο τριφασικός κινητήρας είναι σε λειτουργία . Για μετρήσουμε τα Ampere της κάθε φάσης ξεχωριστά θα χρειαζότανε άλλη δυο μετασχηματιστές και άλλα δυο αναλογικά όργανα με την ίδια περιοχή μέτρησης .

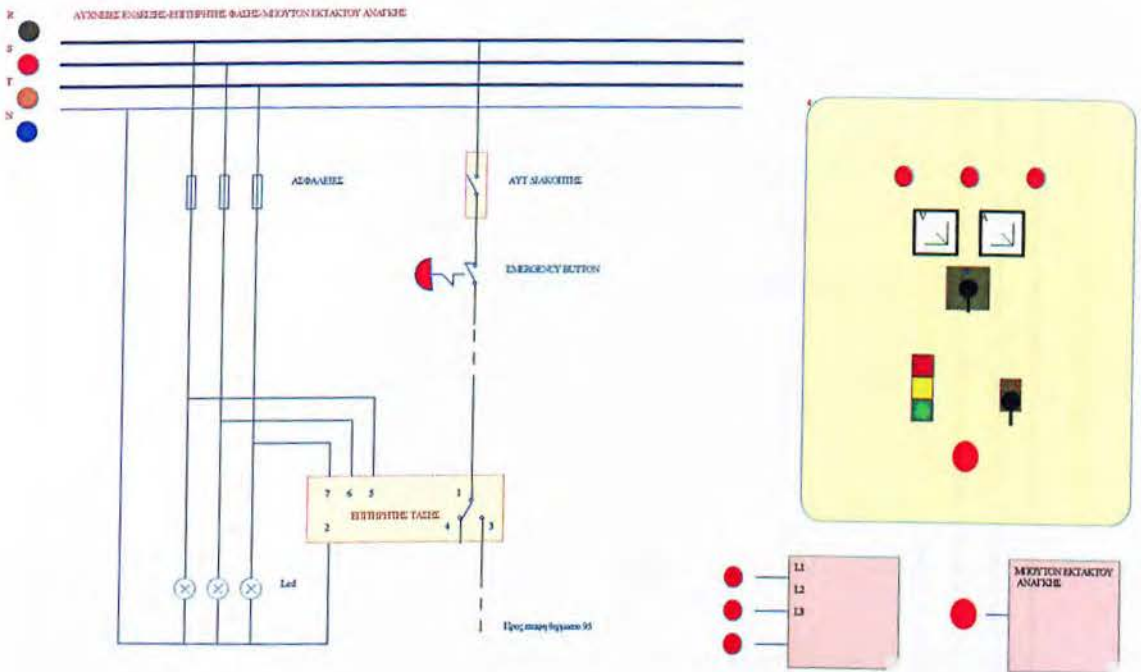
Μια άλλη λύση είναι τα ψηφιακά πολυόργανα που εκτός από μετρήσεις τάσης και έντασης έχουν την δυνατότητα να μετρήσουν και συχνότητα . ^[βλ.w3]

- 1 ●
- 2 ●
- 3 ●
- N ●

BOJICOMEPHOJA AMPEPOMETPO



2.5.4 Βοηθ κύκλωμα μπουτόν έκτακτης ανάγκης και ενδεικτικές λυχνίες .



Σχήμα 23. μπουτόν έκτακτης ανάγκης και ενδεικτικές λυχνίες .

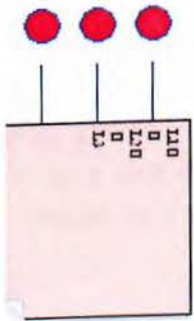
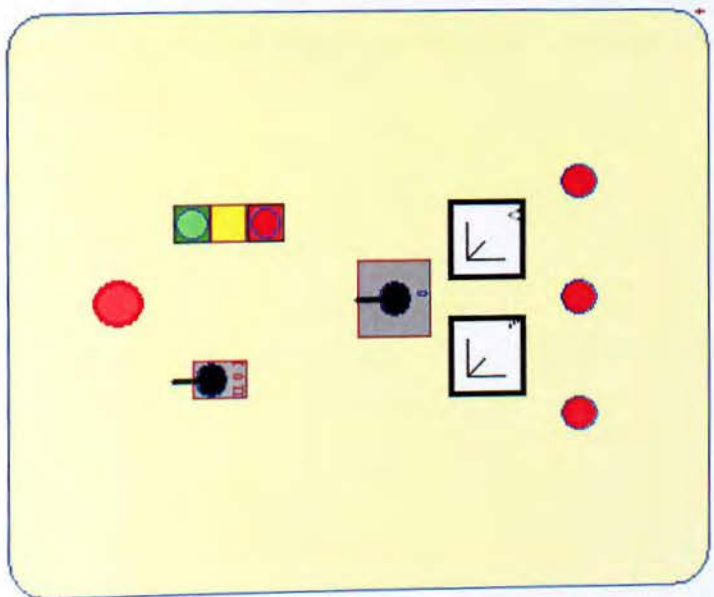
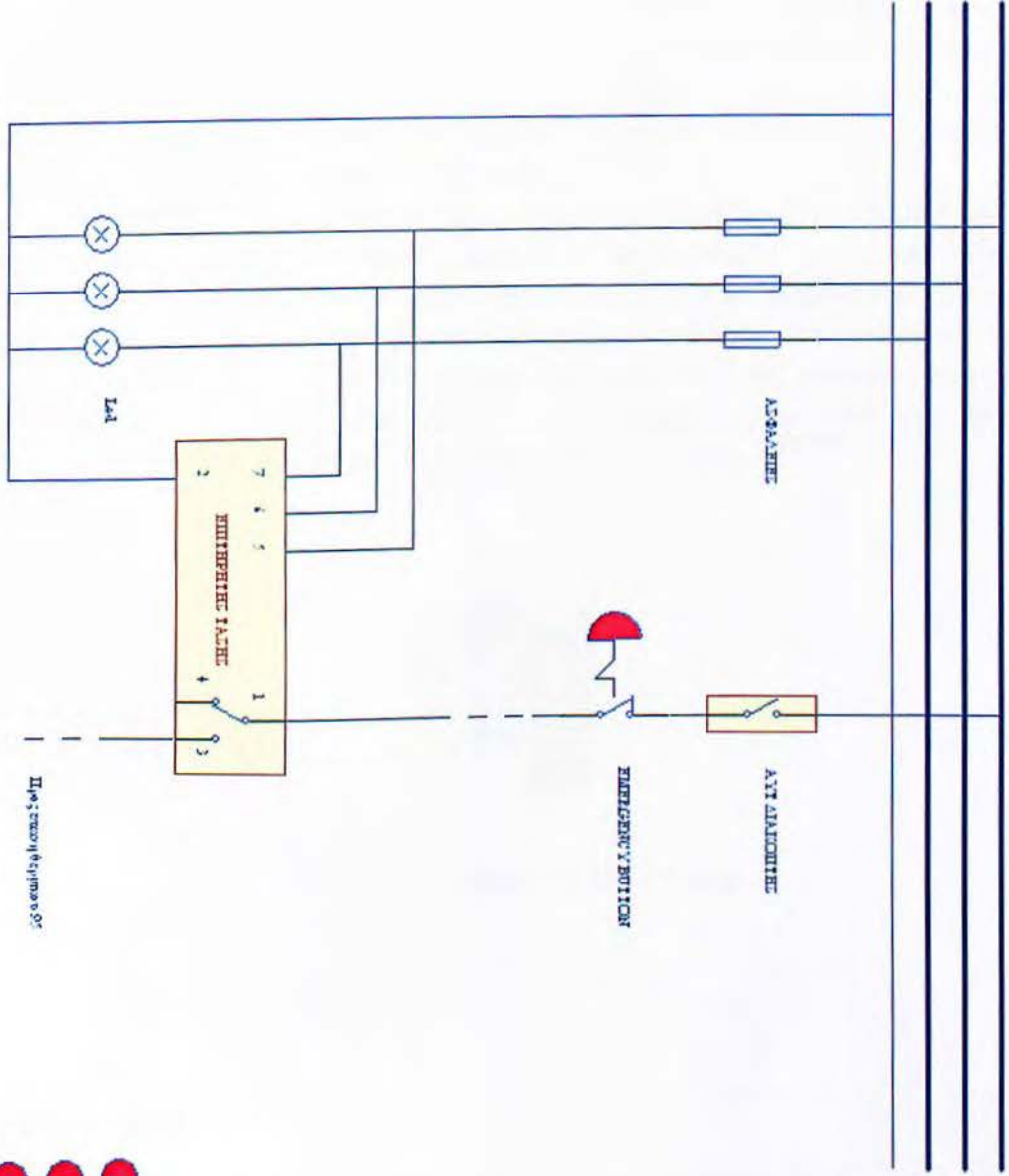
Το μπουτόν έκτακτης ανάγκης ή μανιτάρι χρησιμοποιείται για να μπορέσουμε να θέσουμε άμεσα εκτός λειτουργίας το σύστημα μας . Τοποθετείτε σε σειρά στο βοηθητικό κύκλωμα μετά από τον αυτόματο διακόπτη και πριν από τον ελεγκτή στάθμης και τον επιτηρητή φάσης . Η επαφή του είναι κανονικά κλειστή και όταν τεθεί υπό λειτουργία ο χειριστής θα πρέπει για να έχουμε ξανά κανονική λειτουργία στον τριφασικό κινητήρα να το επαναφέρει είτε με την μέθοδο της στρέψης είτε να γίνει η απομανδάλωση με κλειδί .

Οι ενδεικτικές λυχνίες όπως φαίνονται και στο σχήμα είναι σε αριθμό τρεις χρώματος κόκκινο (κίνδυνος) μια για κάθε φάση ξεχωριστά , ασφαίζονται από ασφάλειες ή ασφαλειοκλέμες (υάλινες ασφάλειες) των 2Α και η τάση λειτουργίας τους είναι 220V , κάθε μια συνδέεται με τον ουδέτερο ώστε να κλείσει κύκλωμα . Σκοπός τους είναι να ενημερώσουν τον χειριστή ότι ο ηλεκτρολογικός πίνακας είναι υπό τάση .

Στις επόμενες σελίδες δίνεται η περιγραφή των εξαρτημάτων που κάναμε αναφορά.

AVTORHEB EBHREBET-EMHREBET 4A3HE-AMOVTON EMATNOY AVATHEE

- 11
- 12
- 13
- 14



2.5.5 Μπουτόν start – stop .

Τα μπουτόν χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές . Τα μπουτόν είναι κωδικοποιημένα χρωματικά , έτσι ώστε ο χειριστής να μην ωθήσει το λανθασμένο μπουτόν προς τα μέσα . Τα συνήθως χρησιμοποιημένα χρώματα είναι το κόκκινο για την παύση της μηχανής ή της διαδικασίας και το πράσινο για την έναρξη της μηχανής ή της διαδικασίας .

Το μπουτόν start είναι μια επαφή N.O , όταν το πιέσουμε προς τα μέσα και αφού αφήσουμε το δάχτυλο μας επανέρχεται στην κατάσταση ηρεμίας που ήταν πριν , παρόμοια λειτουργία έχει και το μπουτόν stop με την διάφορα όμως ότι είναι μια επαφή N.C και συνεπώς έχει την αντίθετη συμπεριφορά . Στο εμπόριο υπάρχουν πολλά είδη start stop , τα οποία μπορεί να είναι ξεχωριστά δηλαδή μόνο μπουτόν start και μόνο μπουτόν stop ή μαζί όπως φαίνεται και από την παρακάτω φωτογραφία η οποία περιέχει και ενσωματωμένη λυχνεία .^[βλ.w3]



Εικόνα 32. Μπουτόν start – stop .

2.5.6 Διακόπτης λειτουργίας .

Ο διακόπτης λειτουργίας χρησιμοποιείται για να μπορέσει ο χειριστής να θέσει σε αυτόματη κατάσταση λειτουργίας ή χειροκίνητη το σύστημα μας ή σε καμία από τις δυο αυτές καταστάσεις . Ο διακόπτης τοποθετείται είτε στο πλαϊνό μέρος του πίνακα είτε συνήθως στο μπροστινό μέρος της πόρτας , ώστε να είναι πιο εύκολα προσβάσιμος για τον χειριστή .



Εικόνα 33. διακόπτης λειτουργίας .

2.5.7 Ενδεικτικές λυχνίες .

Οι ενδεικτικές λυχνίες νέον είναι κατάλληλες για βιομηχανική χρήση ,είναι συνήθως βιδωτές και προσαρμόζονται στο μπροστινό μέρος του ηλεκτρικού πίνακα ώστε να είναι εμφανής . Είναι κωδικοποιημένες χρωματικά κυρίως με ποιο γνωστά χρώματα το κόκκινο (κίνδυνος) , το πράσινο (ασφαλή λειτουργία) , και το πορτοκαλί ή το κίτρινο (προειδοποίηση) . Η τάση λειτουργίας τους είναι 220V AC.



Εικόνα 34. ενδεικτικές λυχνίες

2.5.8 Αναλογικό αμπερόμετρο .

Αμπερόμετρο είναι το ηλεκτρικό όργανο που μετρά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κλάδο ενός κυκλώματος . Τοποθετείται πάντα σε σειρά περιέχοντας έναν εξωτερικό μετασχηματιστή ο οποίος μετατρέπει το μαγνητικό πεδίο γύρω από έναν αγωγό σε ένα μικρό ρεύμα , το οποίο μπορεί να μετρηθεί εύκολα σε αρκετή απόσταση από τον αγωγό ενώ παράλληλα εξασφαλίζεται ηλεκτρική του απομόνωση .

Εκτός από τα αναλογικά αμπερόμετρα διατίθενται και ψηφιακά αμπερόμετρα τα οποία χρησιμοποιούν ένα μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC) για να μετρήσουν την πτώση τάσεως πάνω σε μια αντίσταση ακριβείας μικρής τιμής που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα .



Εικόνα 35. Αμπερόμετρο .

2.5.9 Αναλογικό βολτόμετρο .

Βολτόμετρο είναι το ηλεκτρικό όργανο που μετρά ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο σημείων ενός κυκλώματος . Τοποθετείται πάντα παράλληλα με το τμήμα του οποίου η τάση πρέπει να μετρηθεί , για τον λόγο αυτό έχουν μεγάλη εσωτερική αντίσταση σε σχέση με τα άλλα στοιχεία του κυκλώματος ώστε να μην επηρεάζουν τα πραγματικά χαρακτηριστικά του . Περιοχή μέτρησης από 0 έως 500 V .

Εκτός από τα αναλογικά βολτόμετρα διατίθενται και ψηφιακά βολτόμετρα . Ειδικός τύπος είναι τα ηλεκτροστατικά βολτόμετρα για υψηλές τάσεις . ^[βλ.w3]

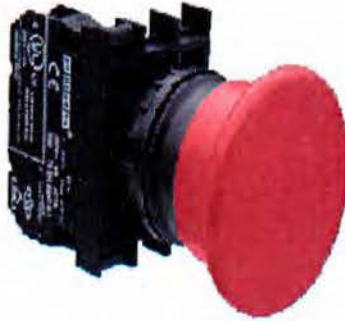


Εικόνα 36. Βολτόμετρο .

2.5.10 Μπουτόν ανάγκης .

Το μπουτόν έκτακτης ανάγκης ή μανιτάρι χρησιμοποιείται για να μπορέσουμε να θέσουμε άμεσα εκτός λειτουργίας το σύστημα μας . Είναι χρώματος κόκκινο με μεγάλη επιφάνεια στο επάνω του μέρος (μανιτάρι) και περιέχει μηχανισμό μανδάλωσης ασφάλειας , τοποθετήτε στο εμπρός μέρος του ηλεκτρικού πίνακα ώστε να είναι προσβάσιμο από τον χειριστή . Στο εμπόριο βρίσκουμε διάφορες

παραλλαγές μπουτόν ανάγκης όπως μπουτόν που διαθέτουν απομανδάλωση με έλξη , μπουτόν απομανδάλωση με στρέψη , και μπουτόν απομανδάλωση με κλειδί . Η επαφή του μπορεί να είναι NO ή NC . ^[βλ.4]



Εικόνα 37. μπουτόν έκτακτης ανάγκης .

2.5.11 Διακόπτης μεταγωγής βολτόμετρου .

Ο διακόπτης μεταγωγής βολτόμετρου είναι ένας επιλογέας επτά θέσεων που μας επιτρέπει να ρυθμίσουμε την επιλογή μέτρησης που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε . Εάν δηλαδή θέλουμε να κάνουμε μια μέτρηση μεταξύ φάση με φάση , θα πρέπει να ρυθμίσουμε τον επιλογέα στις αντίστοιχες τρεις θέσεις αριστερά , L1 – L2 , L2 – L3 , και L1 – L3 . Εάν θέλουμε να κάνουμε μια μέτρηση τάσης φάση με ουδέτερο , θα πρέπει να ρυθμίσουμε τον επιλογέα στις αντίστοιχες τρεις θέσεις δεξιά , L1 – N ή L2 – N ή L3 – N .



Εικόνα 38. διακόπτης μεταγωγής βολτόμετρου .

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

3.1.1 Έλεγχος της στάθμης του υγρού της δεξαμενής .

Ο έλεγχος της στάθμης ενός υγρού που περιέχεται σε μια δεξαμενή , γίνεται με κατάλληλες διατάξεις που περιέχουν αισθητήρια στάθμης , χειροκίνητες και αυτόματες βάνες ελέγχου ροής εισόδου και εξόδου .

Τα αισθητήρια τα οποία χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της στάθμης σε δεξαμενές νερού είναι .

- Ηλεκτρικός διακόπτης ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα (φλοτέρ) .

Αποτελείται από ένα πλωτήρα (φούσκα) , το αντίβαρο , και από έναν μικροδιακόπτη που βρίσκεται εντός του πλωτήρα . Μπορούμε να κάνουμε έλεγχο της στάθμης του υγρού ανάλογα με την κλίση του πλωτήρα και την απόσταση που έχουμε τοποθετήσει το αντίβαρο . Στο συγκεκριμένο τύπο θα αναφερθούμε αναλυτικά πιο κάτω .

- Διακόπτης στάθμης με ηλεκτρόδια .

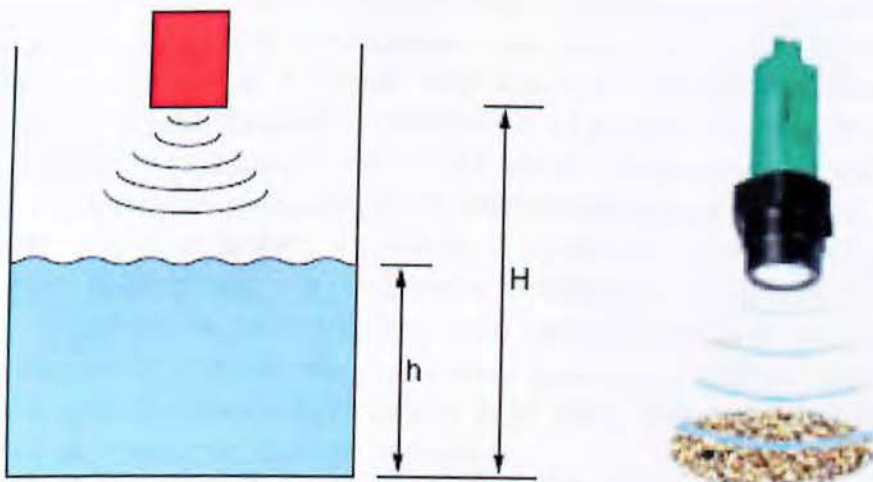
Είναι μια μέθοδος της χωρητικής μέτρησης της στάθμης , βασίζεται σε έναν πυκνωτή που σχηματίζεται μεταξύ των ηλεκτροδίων τα οποία εμβαπτίζονται μέσα στο υπό μέτρηση υγρό και αποτελούν του οπλισμούς τους . Το υγρό αποτελεί το διηλεκτρικό του πυκνωτή . Καθώς μεταβάλλεται το ύψος της στάθμης του υγρού , αλλάζει ο όγκος του διηλεκτρικού και συνεπώς μεταβάλλεται και η χωρητικότητα του πυκνωτή ανάλογα με το ύψος της στάθμης .

- Διακοπτης στάθμης με την μέθοδο των υπερήχων .

Ένας πομποδέκτης υπερήχων εκπέμπει και λαμβάνει ηχητικούς παλμούς πάνω από την επιφάνεια ενός υγρού . Τα υπερηχητικά σήματα ανακλώνται στην επιφάνεια του υγρού και λαμβάνονται από τον δέκτη . Ο αισθητήρας μεταδίδει συνεχώς ηχητικούς παλμούς υψηλής συχνότητας , γύρω στα 42 KHz . Η ακριβής απόσταση της επιφάνειας του υγρού από τον αισθητήρα μπορεί να μετρηθεί με μεγάλη ακρίβεια (+ 0,5 . - 0,5 της μέγιστης κλίμακας) .

Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την εκπομπή του ηχητικού παλμού μέχρι την λήψη του , είναι ανάλογο της στάθμης του υγρού μέσα στο δοχείο . Γενικά μπορούν να μετρήσουν στάθμες υγρού μέχρι και 10 m .

Βλέποντας το παρακάτω σχέδιο , εάν H είναι η απόσταση του πομποδέκτη από τον πυθμένα του δοχείου και h είναι το ύψος της στήλης του υγρού , τότε ο χρόνος μεταξύ εκπομπής και λήψης του ήχου θα είναι ανάλογος της αποστάσεως του πομποδέκτη από την επιφάνεια του υγρού .



Εικόνα 39. μέθοδος των υπερήχων .

- Διακόπτης μηχανικός με βραχίονα .

Αποτελεί το πιο απλό τρόπο ελέγχου στάθμης υγρού σε μια δεξαμενή , αποτελείται από τον βραχίονα (μηχανικό χέρι) επάνω στον οποίο προσαρμόζεται ο πλωτήρας . Τοποθετείται στην είσοδο του σωλήνα του υγρού έτσι ώστε να μπορέσει όταν η δεξαμενή φτάσει το επιθυμητό επίπεδο στάθμης να διακόψει την ροή του υγρού μηχανικά μέσω του διακόπτη . ^[βλ.5]

3.1.2 Λειτουργία του συστήματος των δεξαμενών .

Έχοντας αναφερθεί στην λειτουργία του υποβρύχιου τριφασικού κινητήρα και έχοντας αναλύσει τον αυτοματισμό του μπορούμε να πραγματοποιήσουμε έλεγχο και εναλλαγή της ροής του νερού στις δεξαμενές . Κάθε δεξαμενή έχει μια είσοδο και μια έξοδο , η είσοδος της , δηλαδή από το σημείο στο οποίο εισέρχεται το νερό βρίσκεται στο επάνω μέρος της , ενώ η έξοδος , δηλαδή από το σημείο που το νερό εξέρχεται βρίσκεται στο κάτω μέρος της , λίγα εκατοστά πιο πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής . Χρησιμοποιώντας έναν για κάθε δεξαμενή ηλεκτρικό διακόπτη ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα (φλοτέρ) , μπορούμε να κάνουμε έλεγχο σε κάθε μια από αυτές ξεχωριστά . Υποθέτουμε ότι και οι δυο δεξαμενές είναι πλήρες και ότι όλο το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας , εάν μια από τις δυο δεξαμενές το επίπεδο της στάθμης πέσει λόγω ζήτησης νερού , το αισθητήριο θα αντιληφθεί την διαφορά της στάθμης της συγκεκριμένης δεξαμενής , η επαφή του που είναι ΝΟ (κανονικά ανοικτή) θα κλείσει στέλνοντας ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο της ηλεκτροβάνας η οποία είναι συνδεδεμένη στην παροχή εισόδου της δεξαμενής . Η ηλεκτροβάνα αφού πλέον είναι οπλισμένοι , ανοίγει τον διακόπτη νερού και αυτό εισέρχεται μέσα από τον σωλήνα στην δεξαμενή .

Ο τριφασικός κινητήρας για να μπορέσει να λειτουργήσει πρέπει να έχει ρυθμισμένο τον επιλογέα κατάστασης στην θέση αυτόματο . Δεν είναι απαραίτητο όμως να εκκινήσει απ' ευθείας ο υποβρύχιος κινητήρας , αυτό οφείλεται στην πίεση που υπάρχει στο κύκλωμα η οποία εξαρτάται από την ρύθμιση που έχουμε πραγματοποίηση στον πιεζοστάτη ή (πρεσοστάτη) και της πιεστικής δεξαμενής ή (πιεστικό δοχείο) αποθήκευσης νερού υπό πίεση . Ανάλογα με τα επίπεδα της ρύθμισης της πίεσης των σωληνώσεων την συγκεκριμένη χρονική στιγμή , η οποία οπτικά φαίνεται από το αισθητήριο πίεσης (μανόμετρο) της εγκατάστασης και αφού έχουμε μείωση της , ο τριφασικός υποβρύχιος κινητήρας τίθεται σε λειτουργία . Η ροή του νερού στο σημείο αυτό κατευθύνεται προς την δεξαμενή η οποία τα επίπεδα της στάθμης του νερού είναι χαμηλότερο από το επιθυμητό . Η δεύτερη δεξαμενή δεν τροφοδοτείται από νερό μέσω των σωληνώσεων διότι η ηλεκτροβάνα της παραμένει απενεργοποιημένη .

Όταν το νερό φτάσει το επιθυμητό επίπεδο της στάθμης της πρώτης δεξαμενής , το αισθητήριο ελέγχου διακόπτη το ηλεκτρικό σήμα ανοίγοντας την ηλεκτρική επαφή του αισθητηρίου επαναφέροντας το στην αρχική κατάσταση ηρεμίας . Η ηλεκτρική βάνα απενεργοποιείται , και κλείνει την εισαγωγή νερού προς την δεξαμενή . Ο υποβρύχιος τριφασικός κινητήρας σταματά μόνο όταν η πίεση φτάσει στα επιθυμητά επίπεδα που έχουμε ρυθμίσει . Η επαφή του πιεζοστάτη ανοίγει , και ο κινητήρας τίθεται εκτός λειτουργίας .

Όταν στην δεύτερη δεξαμενή το επίπεδο της στάθμης του νερού πέσει κάτω από το όριο που έχουμε θέσει η διαδικασία επαναλαμβάνεται αυτή την φορά όμως η ροή του νερού εισέρχεται προς την κατεύθυνση της δεύτερης δεξαμενής και όχι στην πρώτη η οποία είναι πλήρες και η ηλεκτρική της βάνα κλειστή . Το αισθητήριο της δεύτερης δεξαμενής στέλνει ηλεκτρικό ρεύμα στον ενεργοποιητή , ο οποίος οπλίζει αφήνοντας το νερό να περάσει . Όταν η πίεση πάλι πέσει κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα ο τριφασικός κινητήρας μέσω της επαφής του πιεζοστάτη τίθεται σε λειτουργία .

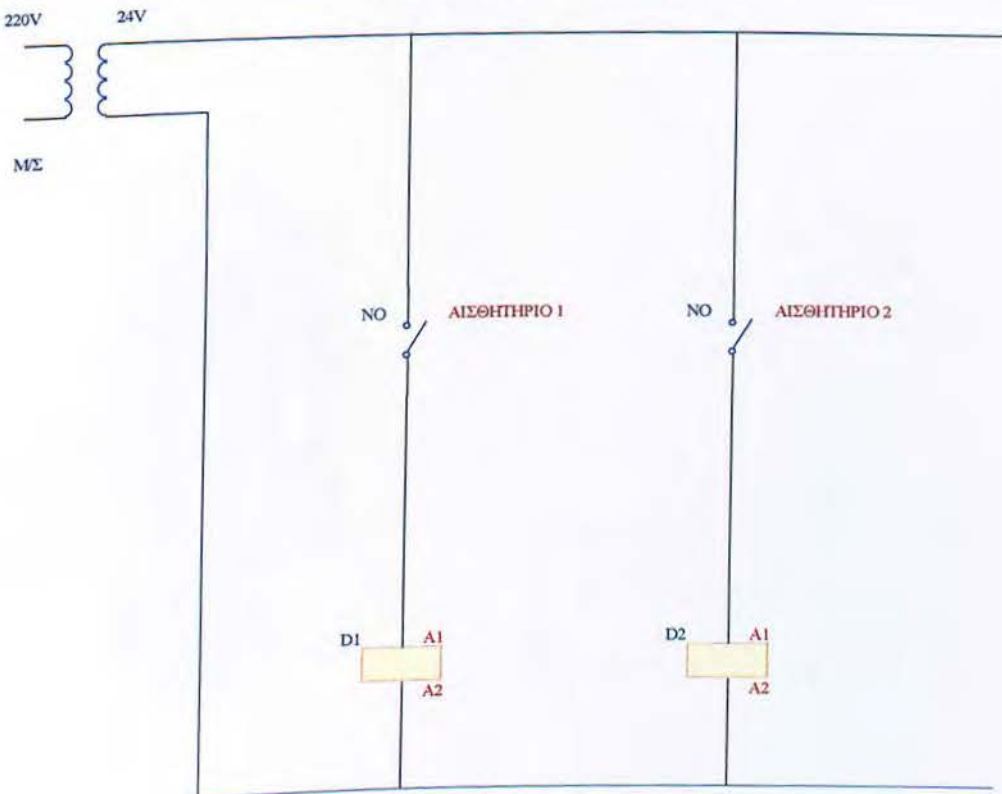
Η ροή του νερού σε αυτό το σημείο κατευθύνεται προς την δεύτερη δεξαμενή χωρίς να εισέρχεται στην πρώτη . Στην περίπτωση τώρα που και η πρώτη δεξαμενή το επίπεδο της στάθμης της πέσει κάτω από το επιθυμητό ο ενεργοποιητής της τίθεται σε λειτουργία μέσω του αισθητηρίου στάθμης έχοντας πλέον ταυτόχρονη τροφοδοσία νερού και στις δυο κατευθύνσεις των δεξαμενών .

Η ποσότητα του νερού θα πρέπει να επαρκεί όταν το σύστημα είναι σε πλήρες λειτουργία αυτό επιτυγχάνεται από τους αρμόδιους γεωλόγους και μηχανολόγους οι οποίοι έχουν πραγματοποιήσει σχετική μελέτη για τα κυβικά του νερού ανά ώρα τα οποία μπορούν να αντληθούν από μια γεώτρηση , καθώς και τις διατομές των σωληνώσεων οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν .

Ένα από τα ελαττώματα του συστήματος είναι οι συχνές εκκινήσεις και οι παύσεις που κάνει κατά την λειτουργία του ένας υποβρύχιος τριφασικός κινητήρας . Μπορούν να ελαττωθούν εάν το δοχείο πίεσης είναι μεγάλο αποθηκεύοντας περισσότερο νερό υπό πίεση . Η πιεστική δεξαμενή μια άλλη ιδιότητα που έχει είναι να συμβάλλει στην απορρόφηση των υδραυλικών πηγμάτων της εγκατάστασης . Σε όλες τις υποβρύχιες αντλίες τοποθετείται μια βαλβίδα αντεπιστροφής , για να αποφύγουμε τα επιστρεφόμενα νερά στον τριφασικό κινητήρα και για την διατήρηση της πίεσης .

Μια άλλη αυτόματη λύση για τον έλεγχο ροής δεξαμενής , είναι και με την χρήση ελεγκτή ο οποίος λαμβάνει το σήμα από το αισθητήριο , το ενισχύει και δίνει εντολή στη βαλβίδα ελέγχου ροής εξόδου ώστε να ανοίξει ή να κλείσει . Ακολουθεί το μονογραμμικό σχέδιο των επαφών των αισθητηρίων και των ηλεκτροβανών .

ΣΧΕΔΙΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΒΑΝΕΣ



Σχήμα 24.Βοηθητικό κύκλωμα ελεγχού ροής .

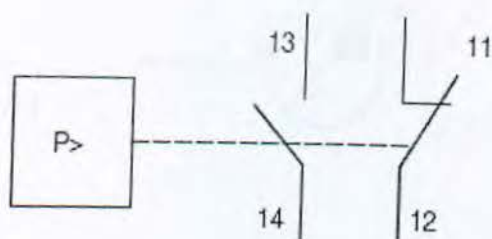
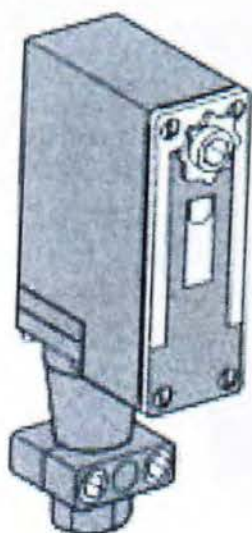
3.1.3 Πιεζοστάτης ή (πρεσοστάτης) .

Οι πιεζοστάτες ή πρεσοστάτες είναι συσκευές οι οποίες μετρούν την πίεση ενός ρευστού είτε αυτό είναι υγρό ή αέριο .

Κάθε πιεζοστάτης αποτελείται από τέσσερα μέρη .

- Το αισθητήριο πίεσης , το οποίο ανιχνεύει την μεταβολή της πίεσης και ανοίγει ή κλείνει τον διακόπτη .
- Το διακόπτη , ο οποίος αποτελείται από δυο επαφές μια κλειστή και μια ανοικτή .
- Το ρυθμιστή πίεσης , ο οποίος καθορίζει την ανώτερη και κατώτερη στάθμη πίεσης, ρυθμίζοντας τα όρια με ρυθμιστικές βίδες .
- Τη βάση , πάνω στην οποία είναι τοποθετημένα το αισθητήριο , ο διακόπτης και ο ρυθμιστής πίεσης και η οποία έχει κατάλληλες υποδοχές για στήριξη πάνω σε σωλήνες μέτρησης της πίεσης .

Η λειτουργία του πιεζοστάτη ή πρεσοστάτη είναι η ακόλουθη . Το αισθητήριο πίεσης μετράει την απόλυτη ή τη διαφορική (σχετική) πίεση σε ένα υγρό ή αέριο και ανοίγει ή κλείνει τις επαφές του διακόπτη ανάλογα με την ανώτερη ή κατώτερη τιμή που έχουμε προδιαγράψει στον ρυθμιστή πίεσης . Ο διακόπτης με την σειρά του ανοίγει ή κλείνει το κύκλωμα λειτουργίας του συμπιεστή . Ο πρεσοστάτης ή πιεζοστάτης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα . ^[βλ.5]



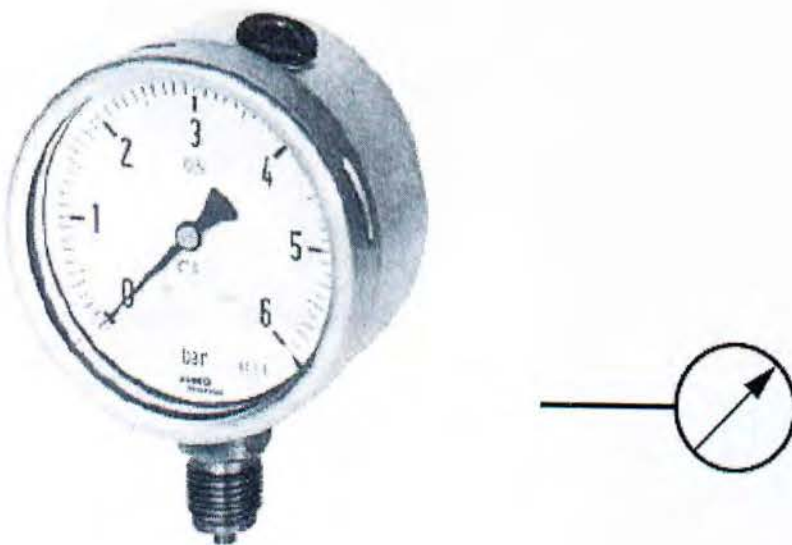
Εικόνα 40. Πιεζοστάτης ή (πρεσοστάτης) .

3.1.4 Μανόμετρο απόλυτης πίεσης .

Τα μανόμετρα που μετρούν απόλυτη πίεση βασίζονται στο σωλήνα Bourdon . Ο σωλήνας Bourdon είναι ένα εύκαμπτος σωλήνας κυκλικού σχήματος . Από το ένα άκρο του είναι ανοικτό , διοχετεύεται το ρευστό του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε την πίεση . Το άλλο άκρο του είναι κλειστό και συνδέεται με ένα σύστημα μοχλών και οδοντωτών τροχών που καταλήγει σε βελόνα η οποία μετακινείται επάνω σε βαθμονομημένη κλίμακα πίεσης . Έτσι κάθε αυξομείωση της πίεσης του υγρού έχει σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σωλήνα και κατά συνέπεια την μετακίνηση της βελόνας από την αρχική θέση ηρεμίας πάνω στην βαθμονομημένη κλίμακα . Με αυτόν τον τρόπο το όργανο μας δείχνει την απόλυτη πίεση του υγρού .

Με το σωλήνα Bourdon μπορούν να μετρηθούν πιέσεις από 35 KPa μέχρι και 700 MPa ανάλογα με τη διάμετρο , το πάχος και το υλικό του σωλήνα . Συνήθως είναι λιγότερο ακριβής από ότι τα διαφράγματα αλλά είναι ένα φθηνός αισθητήρας πίεσης . Η ευαισθησία του κυμαίνεται από 0,1 – 10 % και εξαρτάται από το μήκος του σωλήνα , το πάχος του καθώς και το σχήμα της διατομής του σωλήνα . Στο σχήμα φαίνεται ένα όργανο μέτρησης πίεσης με σωλήνα Bourdon καθώς και το σύμβολο του .

Τα κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου μέτρησης με σωλήνα Bourdon , είναι η μεγάλη διάρκεια του οργάνου και η ακρίβεια των μετρήσεων .^[βλ.5]



Εικόνα 41. μανόμετρο

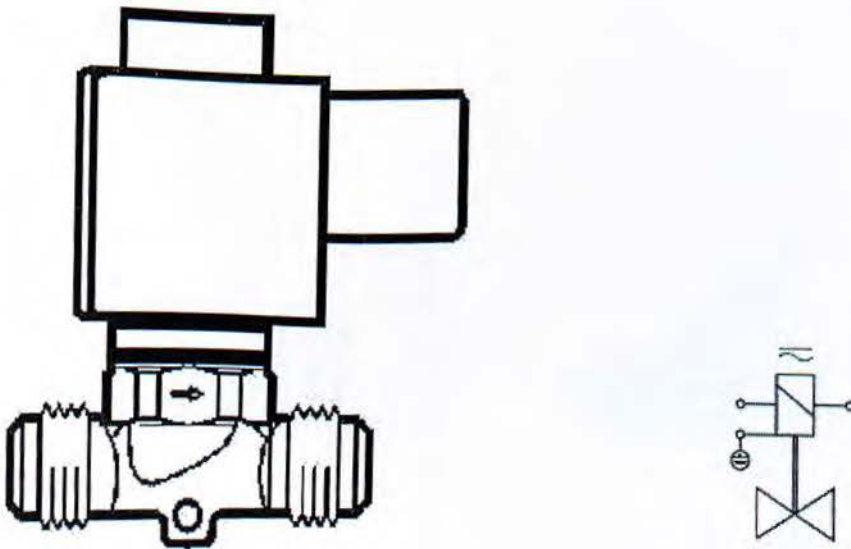
3.1.5 Ηλεκτροβάννα .

Οι ηλεκτρικές βάνες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική .
Αποτελούνται από τέσσερα μέρη .

- Το πηνίο με τον σπλισμό του .
- Απο το έμβολο της βαλβίδας .
- Το ελατήριο .
- Και το κυρίως σώμα .

Η τάση λειτουργίας μπορεί να είναι 220V ή με την χρήση κατάλληλου μετασχηματιστή στα 110V και 24V . Στα συστήματα στα οποία οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες χρησιμοποιούνται για έλεγχο νερού συνήθως τοποθετείται μετασχηματιστής 220V → 24V .

Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες διακρίνονται σε επαφές κανονικά κλειστές NC και σε επαφές κανονικά ανοικτές NO . Οι κανονικά κλειστές NC , και μόλις αυτές ενεργοποιηθούν ανοίγουν ενώ αντίθετη λογική έχουν οι επαφές κανονικά ανοικτές NO οι οποίες μόλις ενεργοποιηθούν κλείνουν . Η ηλεκτρική συνδεσμολογία περιλαμβάνει τον αγωγό του ρεύματος και τον αγωγό του ουδέτερου στα άκρα του πηνίου και τέλος τον αγωγό της γειώσεως .



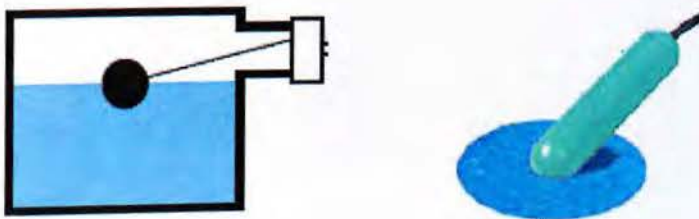
Εικόνα 42. Ηλεκτροβάννα .

3.1.6 Ηλεκτρικός διακόπτης ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα (φλωτέρ) .

Ο διακόπτης ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα είναι κατάλληλος για έλεγχο στάθμης σε δεξαμενή . Αποτελείται από τέσσερα μέρη .

- Από τον πλωτήρα ο οποίος είναι κατασκευασμένος από πλαστικό (φούσκα) σε σχήμα σφαίρας ή αχλαδιού ή δίσκου , ο οποίος περιέχει αέρα και επιπλέει πάνω στην επιφάνεια του υγρού .
- Απο έναν μικροδιακόπτη , ο οποίος βρίσκεται εντός του πλωτήρα
- Από το σφαιρίδιο , το οποίο και αυτό είναι εντός του φλωτέρ .
- Το αντίβαρο , το οποίο τοποθετείται επάνω στο ανθηυγρό καλώδιο .

Η τάση λειτουργίας είναι συνήθως 24V διότι τοποθετείται εντός του νερού της δεξαμενής , το μήκος του ανθηυγρού καλωδίου διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή και μπορεί να φτάσει έως και τα 10 μέτρα . Η λειτουργία του είναι απλή , ανάλογα με το μήκος που θα τοποθετήσουμε το αντίβαρο μπορούμε να κάνουμε έλεγχο στάθμης σε μια δεξαμενή , δηλαδή όσο πιο κοντά είναι το αντίβαρο στον πλωτήρα λόγο της κλίσης που δημιουργείται επιτυγχάνουμε συχνότερο έλεγχο στο επίπεδο της στάθμης ενώ αντίθετα όσο το αντίβαρο απομακρύνετε από τον πλωτήρα και πάλι λόγο της κλίσης που δημιουργείται επιτυγχάνουμε λιγότερο έλεγχο στο επίπεδο της στάθμης . Αυτό συμβαίνει διότι , όταν η στάθμη της δεξαμενής κατεβαίνει το σφαιρίδιο που βρίσκεται εντός του πλωτήρα ολισθαίνει εκμεταλλευόμενο την βαρύτητα σπλίζοντας μηχανικά τις επαφές του μικροδιακόπτη . Αντίθετα όταν η στάθμη του νερού αναβαίνει το σφαιρίδιο ολισθαίνει προς την αντίθετη κατεύθυνση φέρνοντας πάλι το μικροδιακόπτη στην αρχική κατάσταση ηρεμίας .



Εικόνα 43. διακόπτης ελέγχου στάθμης τύπου πλωτήρα .

3.1.7 Πιεστική δεξαμενή .

Η πιεστική δεξαμενή ή πιεστικό δοχείο είναι δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης νερού υπό πίεση , οι οποίες σκοπό έχουν να διατηρούν την απαραίτητη πίεση στο σύστημα μας στο διάστημα ανάμεσα στο τριφασικό κινητήρα και στην εξαγωγή του νερού προς τις δεξαμενές .

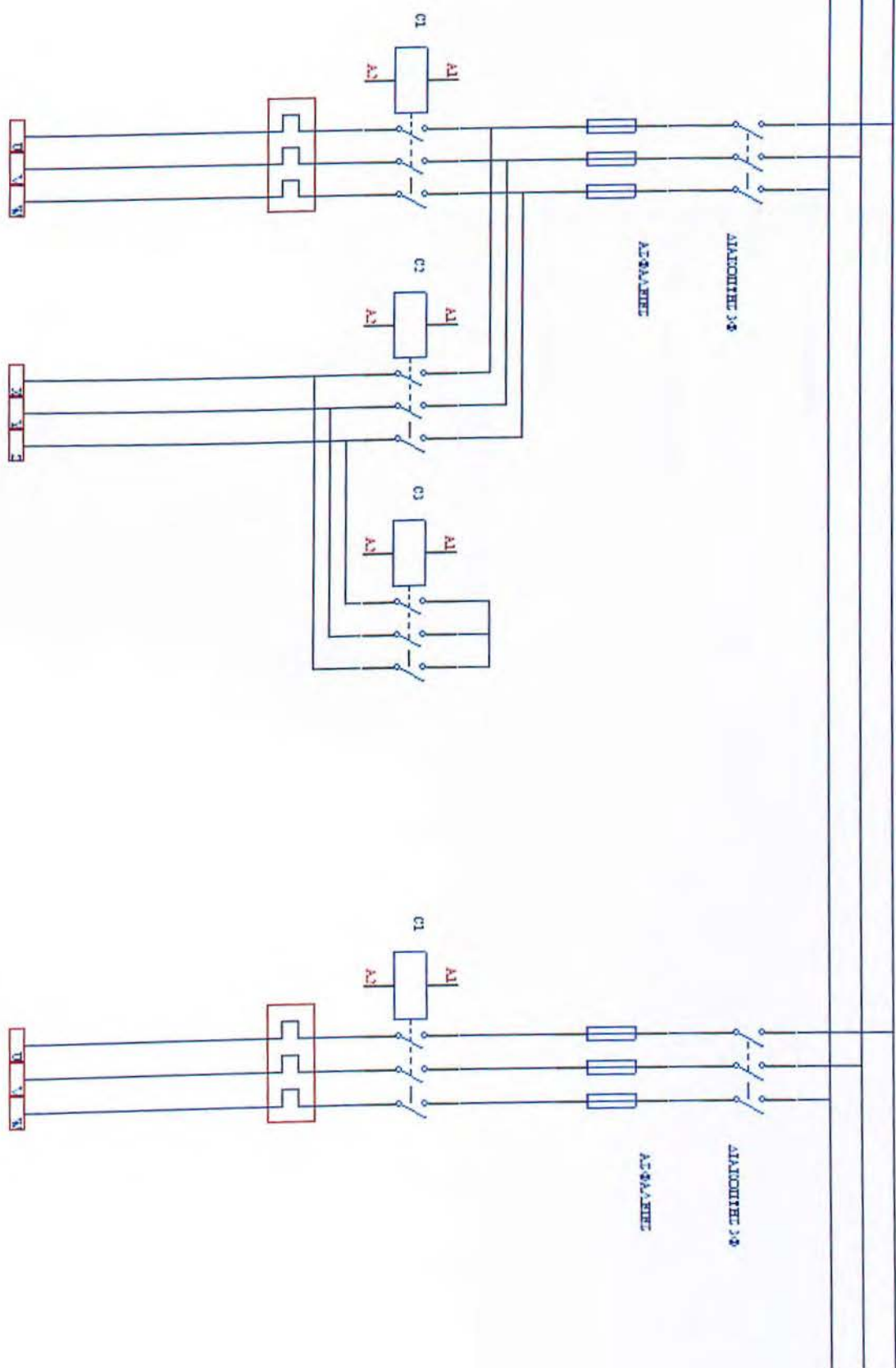
Μια άλλη ιδιότητα που έχουν τα πιεστικά δοχεία είναι να συμβάλλουν στην απορρόφηση των υδραυλικών πλήγμάτων που δημιουργούνται κατά την εκκίνηση ή την παύση των κινητήρων αντλιών καθώς και στον περιορισμό των εκκινήσεων . Υδραυλικό πλήγμα είναι το ισχυρό κτύπημα των σωληνώσεων με αποτέλεσμα το τράνταγμα τους , το οποίο οφείλεται στην απότομη μεταβολή της ταχύτητας ροής του νερού , δηλαδή μεταβολή πάνω από 0,5 m / sec .

Οι πιεστικές δεξαμενές ή πιεστικά δοχεία διακρίνονται .

- Με μεμβράνη (πιεστικό δοχείο) , που διαθέτουν ελαστική μεμβράνη η οποία διαχωρίζει το χώρο του νερού από το χώρο του αέρα . Διατίθενται με χωρητικότητα από 60 έως 500 λίτρα και χρησιμοποιούνται για σχετικά μικρές εγκαταστάσεις .
- Με χρήση αεροσυμπιεστή , που διατίθενται με χωρητικότητα από 1000 έως 2000 λίτρα , χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις και κατασκευάζονται με βάση τους γερμανικούς κανονισμούς κατά DIN 4810 . ^[βλ.7]



Εικόνα 44. πιεστική δεξαμενή ή πιεστικό δοχείο .



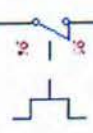
2. 220 V



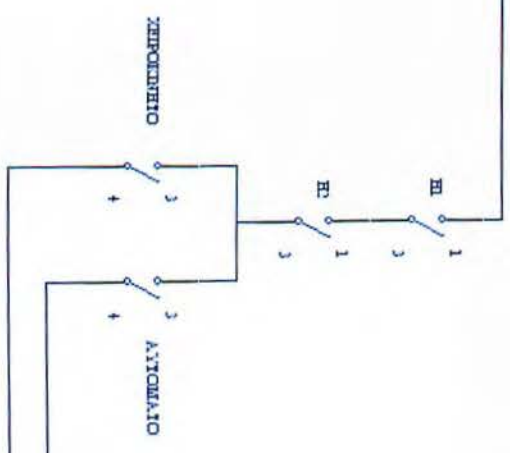
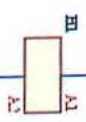
AVT AILKORHEE



HEOYTON EHT APATHEE



GEPAHIO



HEPOMHEE

AYOMATO

R



COUVEZ 2
COUVEZ 4

1
2
3
4

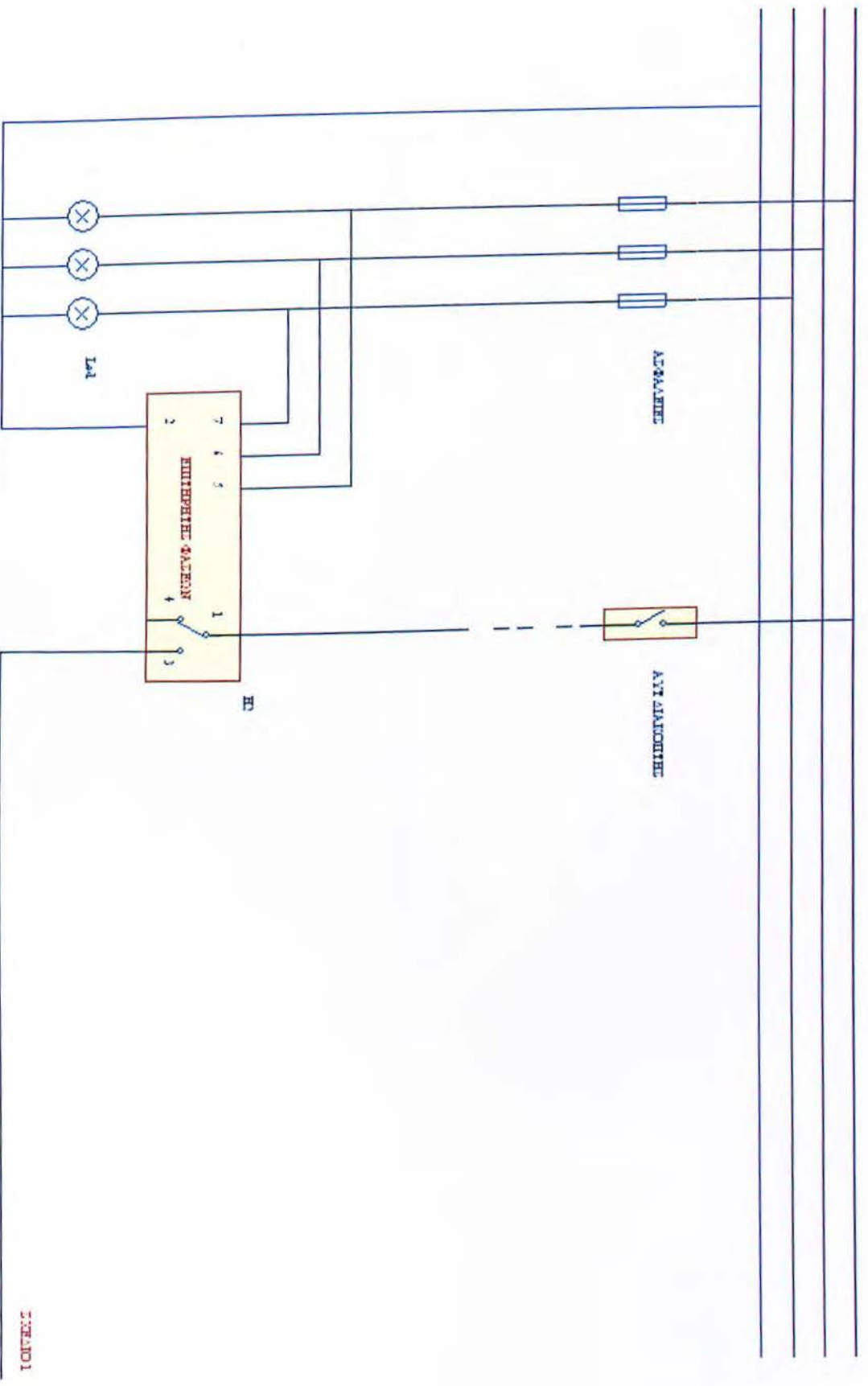
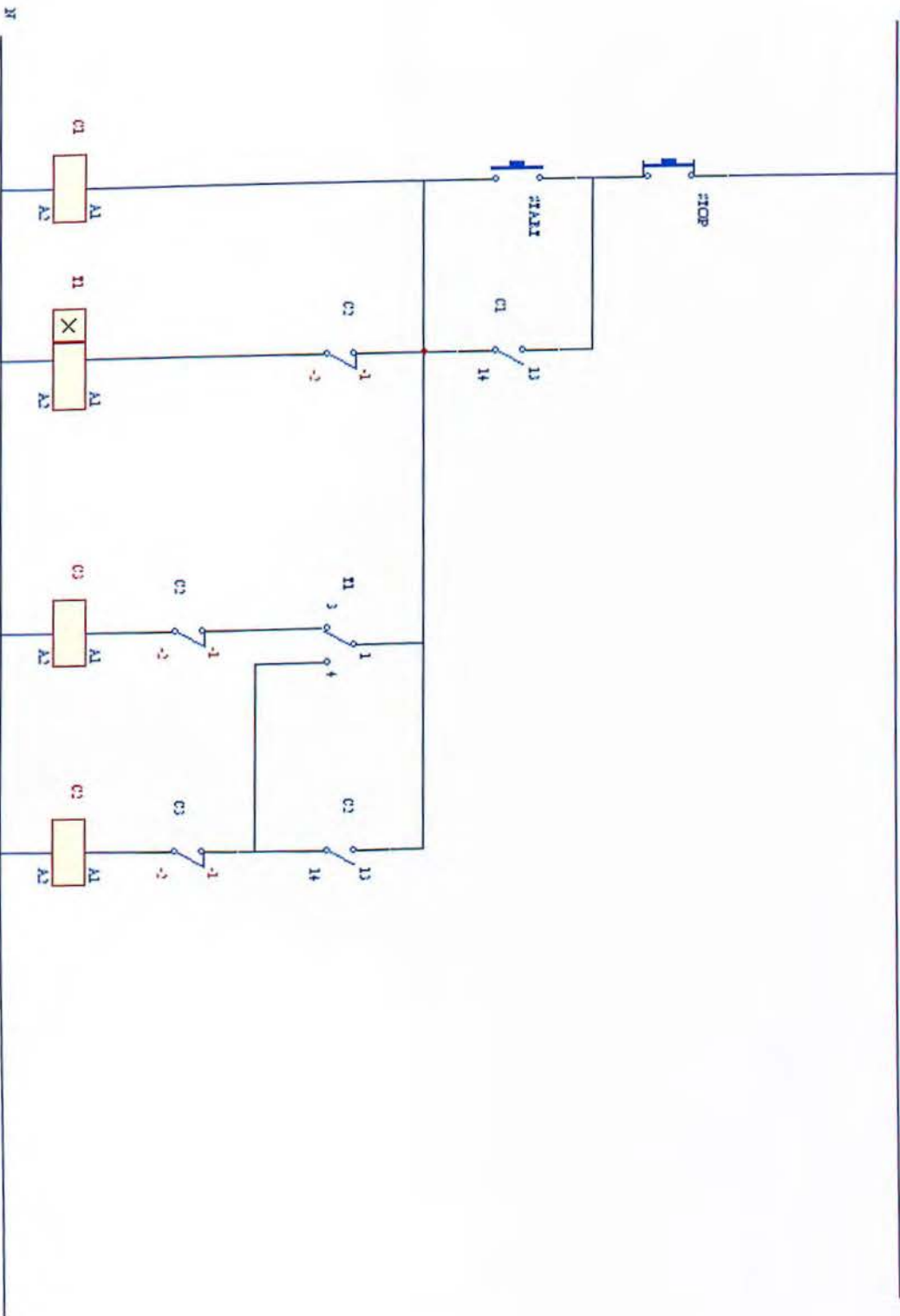
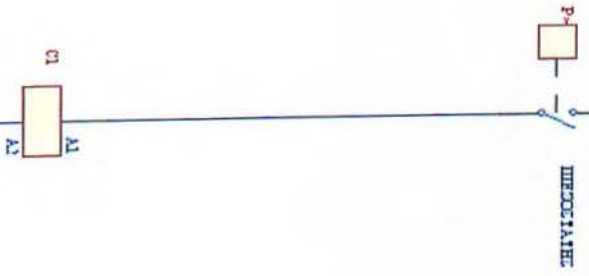


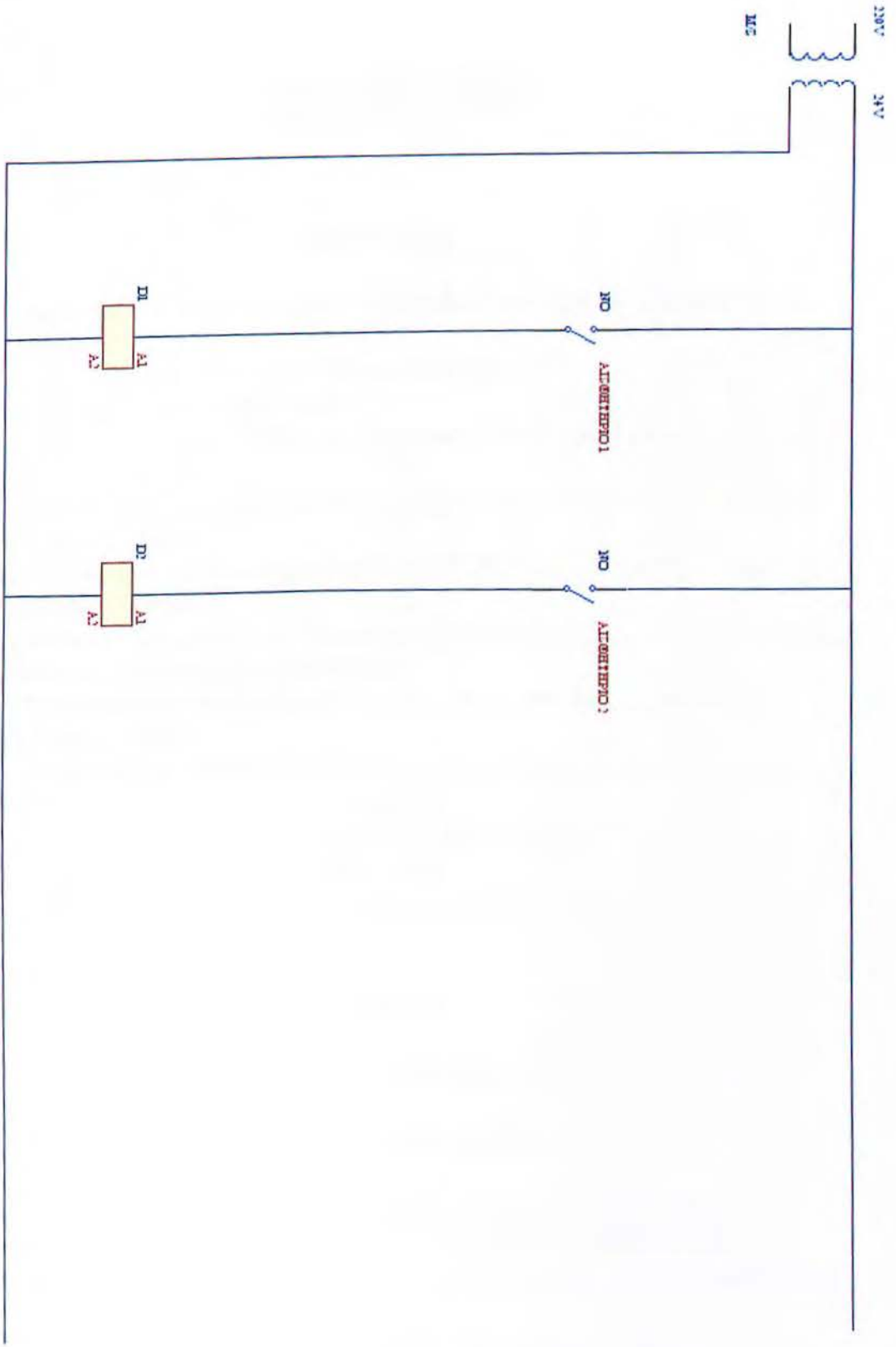
FIGURE 1

FIGURE 1



ГОУ ВПО
"СФЭД УО"





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] . Βαγγέλη Στεργίου – Στέφανου Τουλόγλου “ Ηλεκτρικές μηχανές ΣΡ “
Εκδόσεις “ ΙΩΝ “
- [2] . Σπύρ.Ν.Βασιλακόπουλου “ Ηλεκτρικές μηχανές “
Εκδόσεις “ ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ “
- [3] . Βαγγέλη Στεργίου – Στέφανου Τουλόγλου “ Ηλεκτρικές μηχανές ΕΡ “
Εκδόσεις “ ΙΩΝ “
- [4] . Απ.Κεμίδης – Χρ.Σανδαλίδης “Βιομηχανικές εγκαταστάσεις-Υποσταθμοί”
Εκδόσεις “ ΟΕΒΔ “
- [5] . Μ.Ιωαννίδου-Ν.Πανταζής-Ι.Παπάδακης“ Ηλεκτρολόγια-αυτοματισμοί”
Εκδόσεις “ ΟΕΒΔ “
- [6] . Φιλίππου Ι.Δημοπούλου “Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις-κίνηση-αυτοματισμός”
Εκδόσεις “ Φιλίππου Ι.Δημοπούλου “
- [7] . Β.Δημητροπουλος-Θ.Γεωργάκης “ειδικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις “
Εκδόσεις “ ΟΕΒΔ “
- [8] . Ι.Κουρκούλης , σημειώσεις “κλασσικές εγκαταστάσεις αυτοματισμού”
Σημειώσεις “ Τμήματος αυτοματισμού “
- [9] . Π.Νίνος , σημειώσεις “βιομηχανικές εγκαταστάσεις “
Σημειώσεις “ Τμήματος αυτοματισμού “
- [10] . Ν.Γλώσσας-Δ.Τσελές “Αρχές αυτοματισμού”
Εκδόσεις “ΟΕΔΒ “

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- [w1] . Υποβρύχιες αντλίες PLEUGER “διαδικτυακός τόπος”
<http://www.pleuger.com/>
- [w2] . Υποβρύχιες αντλίες GRUNDFOS “διαδικτυακός τόπος”
<http://www.grundfos.gr/>
- [w3] . Ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια , βικιπαίδεια “διαδικτυακός τόπος”
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%8D%CE%BB%CE%B7/>
- [w4] . Τεχνικό έντυπο λειτ. υποβρύχιου κινητήρα PLEUGER“διαδικτυακός τόπος”
<http://www.flowserve.com/>
- [w5] . Τεχνικό έντυπο εξαρτημάτων της ABB “διαδικτυακός τόπος”
<http://www.abb.gr/>

