

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ 1658

**ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ
ΜΟΝΑΔΑΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΡΑΛΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το νερό είναι ένας από τους πιο σημαντικούς φυσικούς πόρους και αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ζωή του ανθρώπου. Καλύπτει σε μεγάλο βαθμό τις διάφορες οικονομικές δραστηριότητες που μπορεί να έχει ο άνθρωπος όπως είναι η γεωργία, η βιομηχανία και η ενέργεια. Το 80% του νερού που καταναλίσκεται για τις αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες καταλήγει στην αποχέτευση, άρα γίνονται υγρά λύματα τα οποία μπορεί να επηρεάσουν σοβαρά την ποιότητα των αποδεκτών, το περιβάλλον, τα φυσικά οικοσυστήματα και την δημόσια υγεία. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι είναι απαραίτητη η επεξεργασία των υγρών λυμάτων, ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν στη φύση ή στην παραγωγή με μεθόδους και τεχνικές φιλικές προς το περιβάλλον. Τα υγρά λύματα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες όπως είναι τα αστικά λύματα η επεξεργασία των οποίων αναφέρεται στην παρούσα πτυχιακή, τα βιομηχανικά λύματα και τα όμβρια λύματα τα οποία προέρχονται κυρίως από βροχοπτώσεις.

Αστικά λύματα είναι τα μη στερεά απόβλητα που προέρχονται από τα σπίτια και την εμπορική δραστηριότητα των ανθρώπων. Αποτελούνται κυρίως από νερό καθώς και από άλλες προσιμύξεις.

Η διαχείρισή τους πραγματοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας και γίνεται σε διάφορα στάδια. Οι εγκαταστάσεις αυτές διαφοροποιούνται σε μέγεθος και εξοπλισμό ανάλογα με τις ανάγκες και τον πληθυσμό που θα εξυπηρετούν. Η ορθή λειτουργία των μονάδων αυτών συμβάλει στην παραγωγή επεξεργασμένων αποβλήτων τα οποία θα αποτελούν εγγύηση για την δημόσια υγεία. Επιπλέον θα μειωθεί και το κόστος συντήρησης των μονάδων. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των εγκαταστάσεων αυτών είναι συνεχής για όλο το εικοσιτετράωρο έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης να υπάρξει άμεση αντιμετώπιση.

Στην παρούσα πτυχιακή θα γίνει μελέτη ενός βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων ξενοδοχειακής μονάδας 100 δωματίων. Προϋπόθεση της κατασκευής είναι η απουσία οσμών και θορύβου. Θα αναλυθούν όλα τα επιμέρους κομμάτια από τα οποία αποτελείται καθώς θα γίνει και υπολογισμός των σωληνώσεων και η ηλεκτρολογική μελέτη της εγκατάστασης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία θα γίνει μια μελέτη ενός βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων ξενοδοχειακής μονάδας. Απαρτίζεται από πέντε κεφάλαια.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** θα γίνει αναλυτική περιγραφή των επιμέρους μερών από τα οποία αποτελείται η μονάδα καθαρισμού και θα εξεταστεί η λειτουργία αυτών. Επιπλέον θα αναφερθεί με πιο τρόπο γίνεται η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων και της λάσπης που παράγονται.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** θα γίνει αναφορά στους ηλεκτρικούς κινητήρες οι οποίοι υπάρχουν σε μια τέτοια μονάδα, στις αντλίες που χρησιμοποιούνται και θα αναλυθούν κάποια είδη αυτών. Τέλος θα υπάρξει αναφορά και σε κάποια άλλα μηχανολογικά μέρη μιας τέτοιας μονάδας όπως είναι οι σωληνώσεις μεταφοράς των λυμάτων και του πόσιμου νερού και από τι είναι κατασκευασμένες αυτές.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** θα αναλυθούν τα μέσα προστασίας που συνήθως υπάρχουν σε μια τέτοια ηλεκτρολογική εγκατάσταση (ασφάλειες, μικροαυτόματοι) και θα γίνει ανάλυση και σε υλικά όπως είναι τα ρελέ ισχύος, τα θερμικά και οι θερμομαγνητικοί διακόπτες. Θα υπάρξει υπολογισμός των διατομών καλωδίων και των μέσων προστασίας που χρησιμοποιούνται στα φορτία (κινητήρες, αντλίες).

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** θα γίνει αναφορά στον αυτοματισμό που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο λειτουργίας της μονάδας και στα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτόν. Θα υπάρξουν σχέδια των κυκλωμάτων ισχύος της εγκατάστασης και του αυτοματισμού και θα υπάρξει ανάλυση αυτών.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
Εισαγωγή	1
1.1 Περιγραφή του συστήματος.....	1
1.1.1 Προεπεξεργασία.....	3
1.1.2 Εσχάρωση.....	3
1.1.3 Εξάμμιωση-Λιποσυλλογή.....	4
1.1.4 Δεξαμενή λυμάτων.....	5
1.1.5 Δεξαμενή αερισμού.....	5
1.1.6 Δεξαμενή καθίζησης.....	6
1.1.7 Δεξαμενή λασπών.....	7
1.1.8 Χλωρίωση.....	8
1.1.9 Ρύθμιση PH.....	9
1.1.10 Φιλτρόπρεσσα.....	9
1.2 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.....	10
1.3 Διάθεση λάσπης.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	16
2.1 Αντλίες.....	16
2.2 Συντήρηση αντλιών.....	26
2.3 Ηλεκτρικοί κινητήρες.....	26
2.4 Σωληνώσεις μεταφοράς λυμάτων.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	29
3.1 Ανάλυση καλωδίων και μέσων προστασίας.....	29
3.2 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	53
Αυτοματισμός	53
4.1 Λίγα λόγια για τον αυτοματισμό.....	53
4.2 Αυτοματισμός και ανάλυση ηλεκτρολογικών σχεδίων.....	53
4.2.1 Πίνακας αυτοματισμού και ανάλυση των υλικών των σχεδίων.....	53
4.2.2 Περιγραφή λειτουργίας αυτοματισμού και απεικόνιση σχεδίων.....	56
Βιβλιογραφία	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή του συστήματος

Η επεξεργασία των λυμάτων αποβλέπει στην εξουδετέρωση και απομάκρυνση των επικίνδυνων ουσιών ώστε να εξασφαλισθούν τα επιτρεπτά όρια για τον αποδέκτη. Στον βιολογικό σταθμό του ξενοδοχείου που θα ασχοληθούμε καταλήγουν αστικά λύματα και υπόγεια νερά που μπαίνουν στο δίκτυο από προβλήματα στους αγωγούς.

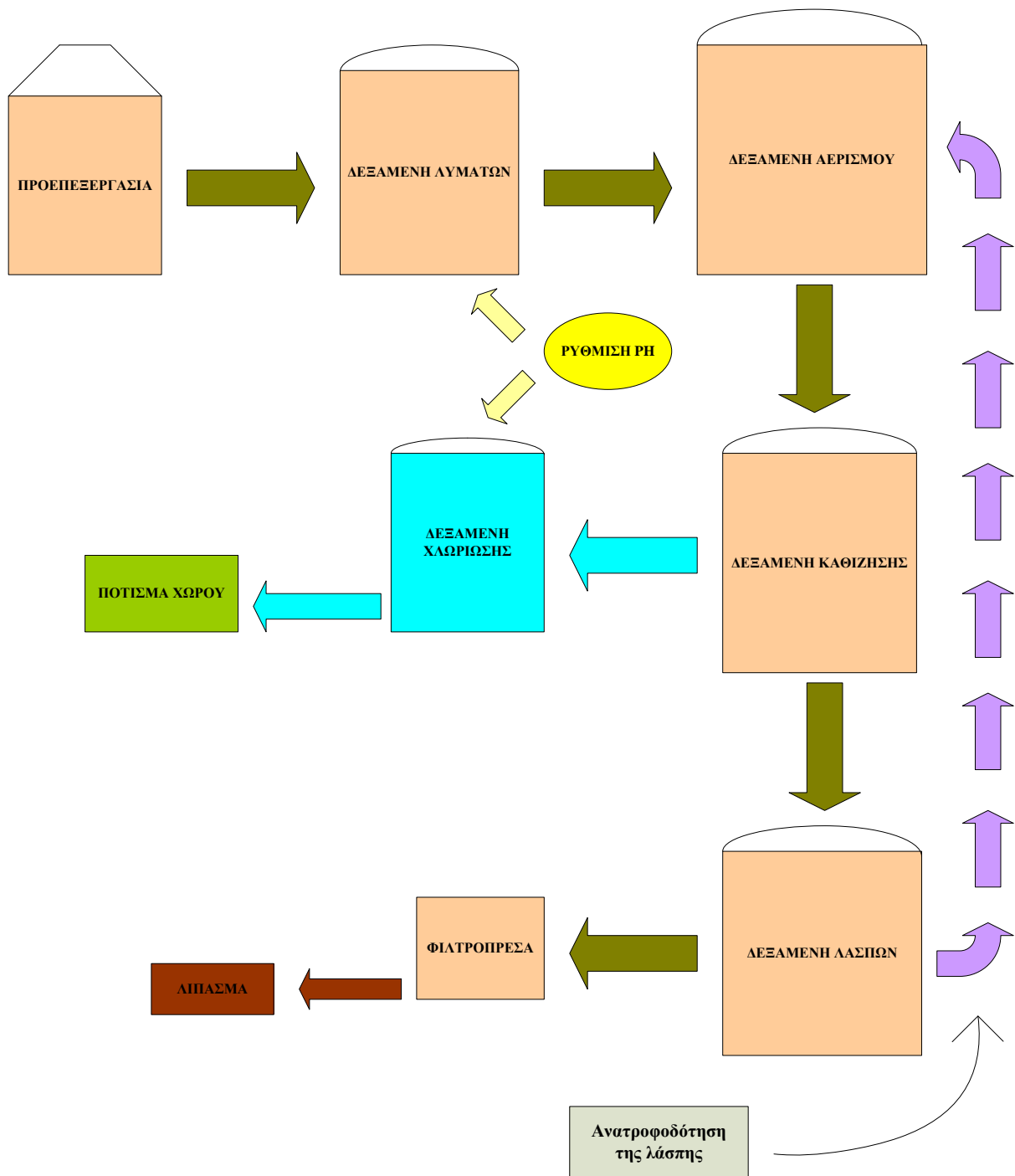
Τα λύματα αρχικά περνούν από το στάδιο της προεπεξεργασίας, όπου περιλαμβάνει την εσχάρωση και την εξάμμωση-λιποσυλλογή. Η σχάρα που υπάρχει συγκρατεί τα ογκώδη αντικείμενα που μπορεί να καταστρέψουν τον εξοπλισμό. Εν συνεχεία, στην εξάμμωση αφαιρείται από το νερό η άμμος, τα χαλίκια και άλλα στερεά.

Αφού πλέον έχει προηγηθεί η παραπάνω διαδικασία, τα λύματα οδηγούνται στην δεξαμενή λυμάτων, χωρητικότητας 50m³.

Από εκεί στην δεξαμενή αερισμού, χωρητικότητας 150m³, με συνεχή παροχή οξυγόνου στα λύματα, τα στερεά απόβλητα μετατρέπονται σε ίζημα. Το νερό, μέσω υπερχειλίσης οδηγείται στην δεξαμενή χλωρίωσης. Τα στερεά λύματα μέσω βάνας πηγαίνουν στη δεξαμενή λασπών.

Το νερό όπως αναφέρθηκε χλωριώνεται μέχρι την επιθυμητή τιμή και διοχετεύεται στον περιβάλλοντα χώρο του ξενοδοχείου για άρδευση. Η δεξαμενή λασπών στέλνει ένα μέρος της λάσπης πίσω στην δεξαμενή αερισμού.

Τέλος υπάρχει η φιλτρόπρεσσα, όπου εκεί η λάσπη αφυδατώνεται και μετά καταλήγει σε ανοιχτό χώρο για να παραμείνει 5 μήνες περίπου. Στην εγκατάσταση υπάρχουν κλασικοί αυτοματισμοί για κάθε στάδιο επεξεργασίας. Οι αυτοματισμοί αυτοί θα αναλυθούν παρακάτω ώστε να υπάρξει καλύτερη κατανόηση της όλης λειτουργίας της εγκατάστασης.



Εικόνα 1.1: Γενικό σχέδιο εγκατάστασης

1.1.1 Προεπεξεργασία

Στο στάδιο της προεπεξεργασίας περιλαμβάνονται σημαντικές κατεργασίες. Εδώ γίνεται η απομάκρυνση των στερεών αποβλήτων. Περιλαμβάνει την εσχάρωση, το κοσκίνισμα καθώς και την αφαίρεση λιπών. Τα λύματα μεταφέρονται στην μονάδα καθαρισμού μέσω υπονόμων ή αλλιώς μέσω ειδικών βυτιοφόρων οχημάτων. Τα βυτιοφόρα οχήματα εκκενώνουν τα λύματα από δύο στόμια εκκένωσης, μέσω εύκαμπτων σωλήνων, που συνδέονται με τα στόμια εκκένωσης των βυτιοφόρων.

1.1.2 Εσχάρωση

Η εσχάρωση έχει να κάνει με την απομάκρυνση ευμεγεθών στερεών τα οποία μπορεί να καταστρέψουν τον εξοπλισμό της εγκατάστασης και τις αντλίες. Τοποθετούνται πριν από τις αντλίες για να αποφευχθεί ζημιά σε αυτές. Τα στερεά συγκρατούνται στις σχάρες και στην συνέχεια μέσω κοχλίας τοποθετούνται σε δοχεία αποθήκευσης προς αποκομιδή. Για την καλύτερη λειτουργία της σχάρας θα πρέπει να εξασφαλίζονται τα ανώτερα και κατώτερα όρια ταχύτητας των λυμάτων για την αποφυγή της εναπόθεσης άμμου στον πυθμένα της αύλακας πριν σχάρα. Η ταχύτητα ροής στο κανάλι της σχάρας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.4 m/sec και η ταχύτητα στα διάκενα της σχάρας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1.2 m/sec στη μέγιστη παροχή.

Υπάρχουν διάφορα είδη σχαρών ανάλογα με το μέγεθος τους και τον τρόπο τοποθέτησής τους:

- Σχάρες με μεγάλο άνοιγμα.
- Σχάρες με μικρό άνοιγμα.
- Σχάρες οι οποίες καθαρίζονται χειρονακτικά.
- Σχάρες οι οποίες καθαρίζονται με μηχανικά ξάεστρα.
- Σχάρες κατακόρυφες.
- Σχάρες κεκλιμένες.

Η συνηθισμένη τοποθέτησή τους είναι μία ή δύο μηχανικές σχάρες και μια παρακαμπτήρια χειροκίνητη. Σε κανονική λειτουργία λειτουργούν μόνο οι μηχανικές σχάρες ενώ σε περίπτωση βλάβης τα λύματα πηγαίνουν αυτόματα στην παρακαμπτήρια σχάρα. Ο μηχανισμός για τον καθαρισμό της μηχανικής σχάρας αποτελείται από κτένι κατάλληλης μορφής για τον αποτελεσματικό καθαρισμό ολόκληρης της επιφάνειας της σχάρας χωρίς να προκαλεί κάμψη των ράβδων. Επιπλέον θα πρέπει να έχει διάταξη που επιτρέπει στο κτένι να υποχωρεί πάνω από σφηνωμένα αντικείμενα μεταξύ των ράβδων της σχάρας, χωρίς να υπάρξει διακοπή της λειτουργίας του καθαρισμού.

Στην περίπτωση της ξενοδοχειακής μονάδας έχουμε μια λεπτή αυτοκαθαριζόμενη σχάρα με μέγεθος διακένου 20mm καθώς και μια παρακαμπτήρια σχάρα. Το πάχος της είναι 5mm και αποτελείται από ανοξείδωτο χάλυβα.

1.1.3 Εξάμωση-Λιποσυλλογή

Οι εξαμμωτές χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση των χαλικιών και της άμμου από το ακατέργαστο νερό τα οποία μπορεί να προκαλέσουν φθορές σε μηχανήματα λόγω της απόθεσής τους στα τοιχώματα των σωληνώσεων και στα κανάλια. Τοποθετούνται σε δεξαμενή κατάλληλου όγκου ώστε να εξασφαλίζεται ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής των λυμάτων για την καθίζηση της άμμου και την επίπλευση των λιπών.

Καθώς η γέφυρα εκτελεί αυτόματα παλινδρομική κίνηση, η άμμος συγκεντρώνεται σε ειδικό χώρο. Στην συνέχεια απομακρύνεται με τη βοήθεια υποβρύχιας αντλίας. Τα επιπλέοντα λίπη συγκεντρώνονται στη μια πλευρά του εξαμμωτή και απορρίπτονται σε ειδικό φρεάτιο.

Υπάρχουν τρία είδη εξαμμωτών:

- **Οριζόντιας ροής σε ορθογώνια διάταξη:** Τα λύματα περνάνε σε οριζόντια κατεύθυνση με σταθερή ταχύτητα. Ο τύπος αυτός εξαμμωτή δεν χρησιμοποιείται συχνά πλέον λόγω δυσκολίας στην σταθεροποίηση της ροής.
- **Τύπου δίνης σε κυλινδρική δεξαμενή:** Ο διαχωρισμός της άμμου επιτυγχάνεται λόγω φυγόκεντρων δυνάμεων και βαρύτητας. Μεγάλα μειονεκτήματα είναι το ύψος και το υψηλό κόστος.
- **Αεριζόμενη δεξαμενή:** Η άμμος είναι ξεπλυμένη από οργανικά και δεν μυρίζει. Πλεονεκτήματα αυτών είναι ότι έχουν σταθερή απόδοση, έχουν μικρούς όγκους, τα απόβλητα αερίζονται σε αυτούς καθώς και η άμμος έχει καλή ποιότητα.

Ο αμμοσυλέκτης εδώ περιλαμβάνει μια γέφυρα, μια αντλία, ένα κοχλία διαχωρισμού και ένα ξάεστρο. Οι δεξαμενές αμμοσυλέκτη και λιποσυλλογής έχουν μήκος 5m, πλάτος 1.8m και βάθος 2m.



Εικόνα 1.2:Εσχάρωση και εξάμωση

1.1.4 Δεξαμενή λυμάτων

Τα λύματα μετά την εσχάρωση και την εξάμμωση-λιποσυλλογή διοχετεύονται στην δεξαμενή λυμάτων μέσω δύο φυγοκεντρικών αντλιών των 3KW η κάθε μια. Μέσα στην δεξαμενή υπάρχουν δύο αντλίες μεταφοράς των 2,2KW η κάθε μία οι οποίες διοχετεύουν τη δεξαμενή αερισμού στην συνέχεια. Υπάρχουν τρία επίπεδα στάθμης και ο χειριστής επιλέγει ποια από τις δύο αντλίες θα δουλέψει. Στην δεξαμενή γίνεται ρύθμιση PH, μια παράμετρος που θα αναλυθεί παρακάτω. Το σύστημα λειτουργεί με απλό αυτοματισμό ρελέ. Η δεξαμενή είναι χωρητικότητας 50m³.

1.1.5 Δεξαμενή αερισμού

Το πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι η δεξαμενή αερισμού (Εικόνα 1.3). Στην δεξαμενή αερισμού τα αστικά λύματα έρχονται σε επαφή με τους μικροοργανισμούς προκειμένου να αποικοδομηθούν. Τα στερεά που υπάρχουν στο νερό μετατρέπονται σε λάσπη και ίζημα. Οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν ως τροφή τις οργανικές ουσίες που περιέχονται στα λύματα για να συνθέσουν νέα κύτταρα και να παράγουν την ενέργεια που τους είναι απαραίτητη.

Για να προχωρήσει η όλη διαδικασία είναι απαραίτητη η συνεχή παροχή ατμοσφαιρικού αέρα. Τα λύματα θα πρέπει να αναδεύονται συνεχώς ώστε οι μικροοργανισμοί να έρχονται σε επαφή με το διαλυμένο οξυγόνο. Υπάρχουν δύο μεγάλοι κινητήρες (φουσητήρες), 15KW ο κάθε ένας, οι οποίοι αναδεύουν την επιφάνεια του νερού. Με αυτόν τον τρόπο οξυγονώνουν το περιεχόμενο της δεξαμενής. Τα λύματα παραμένουν στην δεξαμενή για περίπου 7,5 ώρες. Το οξυγόνο κυμαίνεται από 1,5mg/l-3,5mg/l και παροχή του ελέγχεται με την βοήθεια μετρητή οξυγόνου.

Τέλος υπάρχουν δύο μικρότεροι κινητήρες 1,5KW περίπου ο κάθε ένας στην άκρη της δεξαμενής οι οποίοι μέσω δύο αντλιών μεταφοράς στέλνουν πάλι πίσω τα ιζήματα και τα λύματα για τον καλύτερο αερισμό αυτών. Ακόμη υπάρχει 1 βάννα ανακύκλωσης από την δεξαμενή λασπών.

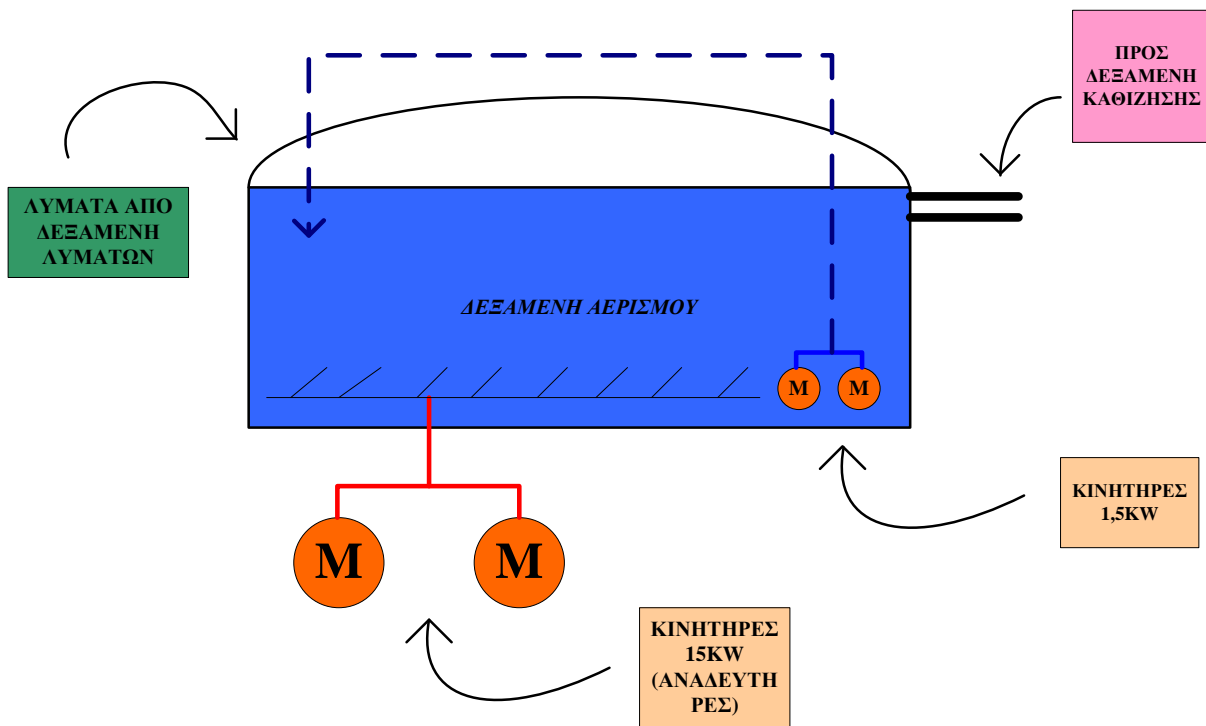
Ο χειριστής μέσω βασικών αυτοματισμών επιλέγει πόσοι φουσητήρες θα δουλέψουν ανάλογα με το επίπεδο οξυγόνου. Τα επίπεδα αυτά είναι τρία. Αν το επίπεδο είναι υψηλό τότε υπάρχει διακοπή και των δύο, αν είναι μεσαίο τότε λειτουργεί ο ένας από τους δύο φουσητήρες και αν είναι χαμηλό λειτουργούν και οι δύο. Η χωρητικότητα της δεξαμενής είναι 150m³. Είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο πυθμένας των δεξαμενών είναι κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε να μην υπάρχουν αδρανείς περιοχές.

Μετρητής οξυγόνου: Ο μετρητής αυτός ελέγχει τη στάθμη του διαλυμένου οξυγόνου στα υγρά της δεξαμενής. Αποτελείται από ένα αισθητήριο κι ένα μεταδότη ενισχυτή. Το αισθητήριο έχει βαθμό προστασίας IP68. Έχει θερμοστοιχείο για τη διόρθωση της μέτρησης απ' τις μεταβολές της θερμοκρασίας, έχει αυτόματο σύστημα καθαρισμού της μεμβράνης καθώς και τα κατάλληλα στηρίγματα για τοποθέτηση σε ανοιχτή δεξαμενή. Η μεμβράνη αποτελείται από υλικά PVC. Αντέχει σε θερμοκρασία -20 έως 50°C.

Το όργανο είναι βαθμού προστασίας IP68. Ο επεξεργαστής σήματος είναι ηλεκτρονικός και διαθέτει ειδικό δείκτη της συγκέντρωσης του οξυγόνου. Στην έξοδο δίνει 4-20mA. Η λειτουργία του μεταδότη γίνεται με μικροεπεξεργαστή.



Εικόνα 1.3: Δεξαμενή αερισμού



Εικόνα 1.4: Δεξαμενή αερισμού (block diagram)

1.1.6 Δεξαμενή καθίζησης

Μετά την δεξαμενή αερισμού τα λύματα οδηγούνται λόγω βαρυτικών δυνάμεων στην δεξαμενή καθίζησης (Εικόνα 1.4) για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών που δημιουργούνται από την βιολογική δράση. Αν η δεξαμενή δεν έχει την κατάλληλη χωρητικότητα υπάρχει πιθανότητα υπερχείλισης των αιωρούμενων στερεών. Για να αποφευχθεί αυτό, σε κάποια στάθμη της δεξαμενής, η λάσπη φεύγει με την βοήθεια μιας αντλίας αυτόματης αναρρόφησης των 3KW προς την δεξαμενή λασπών. Επίσης μέσω υπερχείλισης το νερό φεύγει προς την δεξαμενή χλωρίωσης. Η χωρητικότητα της δεξαμενής είναι 70m³. Συνήθως είναι κυκλικού σχήματος με κεντρική διάταξη εισροής και περιφερειακή

διάταξη εκροής. Η δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα για να αντέχει στις πιέσεις.

Τα κυριότερα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό μιας δεξαμενής καθίζησης είναι:

1. **Αριθμός δεξαμενών:** Συνήθως ο αριθμός των δεξαμενών καθίζησης είναι μεγαλύτερος από 2. Στις μικρότερες μονάδες όμως, όπως είναι σε αυτήν την περίπτωση το ξενοδοχείο είναι 1 δεξαμενή.
2. **Ελάχιστη ροή στερεών:** Για τον υπολογισμό της επιφάνειας της δεξαμενής.
3. **Επιφανειακή φόρτιση στερεών.**
4. **Ρυθμός υπερχείλισης.**
5. **Χρόνος παραμονής.**
6. **Επιφανειακή ταχύτητα υπερχείλισης.**



Εικόνα 1.5: Δεξαμενή καθίζησης

1.1.7 Δεξαμενή λασπών

Σκοπός της δεξαμενής λασπών είναι η επιστροφή του ανάμεικτου υγρού (βιομάζας) στην δεξαμενή αερισμού με την βοήθεια μιας φυγοκεντρικής αντλίας ανοιχτής φτερωτής των 2,2KW. Η ταχύτητα της αντλίας είναι κάτω από 1000 στρ/λ για να μην διασπώνται οι κροκίδες της βιομάζας. Η υπόλοιπη βιομάζα περνάει από την φιλτρόπρεσσα για αφυδάτωση με την βοήθεια αντλίας 2,2KW.



Εικόνα 1.6: Δεξαμενή λασπών

1.1.8 Χλωρίωση

Η χλωρίωση έχει σκοπό την απολύμανση και την εξαφάνιση παθογόνων μικροοργανισμών ώστε να αποφευχθεί η μετάδοση ασθενειών και παθογόνων μικροοργανισμών στον υδροφόρο ορίζοντα. Είναι το μοναδικό που σκοπός του είναι η καταστροφή και απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών αν και μερική απομάκρυνση γίνεται και στα άλλα στάδια του βιολογικού. Το πιο συνηθισμένο απολυμαντικό μέσο είναι το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl). Το χλώριο διοχετεύεται στην αρχή της δεξαμενής. Η ροή χλωρίου είναι συνεχής μέσω δοσομετρικής αντλίας έως ότου η τιμή του PH να είναι η κατάλληλη. Στην συνέχεια η ροή του PH διακόπτεται μέσω βάνας μέχρι να πέσει από ένα όριο. Επιπλέον μια φορά τον μήνα, στην έξοδο της δεξαμενής χλωρίωσης γίνεται δειγματοληψία έτσι ώστε να προσδιοριστούν σημαντικοί παράμετροι όπως η θερμοκρασία και το PH.

Η μέθοδος αυτή, της χλωρίωσης εκτός από πολλά πλεονεκτήματα έχει και κάποια μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι η αρνητική επίδραση του χλωρίου όταν το νερό διοχετεύεται σε υδάτινους πόρους. Η επίδραση του χλωρίου είναι άμεση με τις διάφορες μορφές ζωής όπως τα ψάρια και άλλα ζώα λόγω της τοξικότητας αυτού. Έτσι θα πρέπει να υπάρχει διαδικασία αποχλωρίωσης. Η αποχλωρίωση γίνεται ακαριαία χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή δεξαμενή. Υπάρχει διοχέτευση διοξειδίου του θείου σε περιοχές με ισχυρή ανάμιξη και χρόνο παραμονής ίσο με 40-60 sec. Η μεγαλύτερη διοχέτευση διοξειδίου του θείου μπορεί να αποφευχθεί με τον σωστό έλεγχο του συστήματος αποχλωρίωσης. Στην περίπτωση της ξενοδοχειακής μονάδας με την οποία ασχολούμαστε το χλωριωμένο νερό χρησιμοποιείται για πότισμα του περιβάλλοντα χώρου (κήπου) μέσω αυλακιών.

Η δεξαμενή είναι χωρητικότητας 40m^3 , ενώ τα λύματα παραμένουν σε αυτή 20min περίπου. Είναι κατασκευασμένη από σκυρόδεμα για να έχει μεγάλη αντοχή και έχει συνήθως σχήμα μαιάνδρου για να επιτυγχάνεται μεγάλο μήκος της δεξαμενής.



Εικόνα 1.7: Δεξαμενή χλωρίωσης (εξωτερική, με μαιανδρική διαδρομή)

1.1.9 Ρύθμιση ΡΗ

Το ΡΗ είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος η οποία αναφέρθηκε παραπάνω και χαρακτηρίζει τα φυσικά νερά αλλά και τα υγρά απόβλητα. Ρύθμιση ΡΗ γίνεται τόσο στην δεξαμενή λυμάτων όσο και στην δεξαμενή χλωρίωσης. Το κατάλληλο εύρος είναι μεταξύ 6 και 9. Τα πολύ όξινα απόβλητα είναι σχεδόν αδύνατο να υποστούν βιολογική επεξεργασία. Οι τιμές ΡΗ των επεξεργασμένων αποβλήτων πρέπει να είναι 6,5-8,5. Το ΡΗ μετριέται με ηλεκτρονικές συσκευές που ονομάζονται πεχάμετρα.

1.1.10 Φιλτρόπρεσσα

Η φιλτρόπρεσσα είναι μια ειδική ταινία όπου εκεί αφυδατώνεται η λάσπη μέσω ενός συστήματος κυλίνδρων και φίλτρων. Οι φιλτρόπρεσες χρησιμοποιούν υψηλή πίεση για αύξηση της ταχύτητας της φίλτρανσης ώστε η λάσπη που παράγεται να έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό. Αποτελείται από:

- Το πλαίσιο πάνω στο οποίο εγκαθίσταται η πρέσα. Είναι μια σταθερή κατασκευή έτσι ώστε να μην υπόκειται σε στρεβλώσεις.
- Τις ταινίες αφυδάτωσης οι οποίες έχουν διάρκεια ζωής πάνω από 5000 ώρες.
- Σύστημα συναγερμού σε περίπτωση που θα υπάρξει αποευθυγράμμιση ταινιών ή υπερφόρτιση.
- Διάταξη ευθυγράμμισης των ταινιών.
- Τη διάταξη κίνησης των ταινιών.
- Το μέρος όπου γίνεται η συλλογή των υγρών αφυδάτωσης. Είναι ένα μεγάλο κουτί το οποίο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και τοποθετείται κάτω από το πλαίσιο και κοντά στις ταινίες που κινούνται.
- Τους κυλίνδρους, οι οποίοι κάνουν διάφορες εργασίες όπως η ευθυγράμμιση και η κίνηση που αναφέρθηκαν παραπάνω. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται κύλινδροι κίνησης, ευθυγράμμισης, προσυμπίεσης και συμπίεσης. Οι κύλινδροι είναι από χάλυβα και στηρίζονται σε εξωτερικά έδρανα. Δεν επιτρέπεται η ύπαρξη κυλίνδρου επί του οποίου είναι η ταινία χωρίς επικάλυψη ελαστικού. Ο αριθμός των κυλίνδρων συμπίεσης χαρακτηρίζει την ποιότητα της

φιλτρόπρεσσας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κυλίνδρων συμπίεσης τόσο καλύτερη αφυδάτωση της λάσπης επιτυγχάνεται.

- Τον ηλεκτρικό πίνακα από όπου γίνονται όλοι οι χειρισμοί της φιλτρόπρεσσας. Ο ηλεκτρικός πίνακας περιλαμβάνει:
 - Διακόπτες χειρισμών.
 - Αυτόματο έλεγχο εκκίνησης.
 - Ρυθμιστή ταχύτητας ταινίας.
 - Λυχνίες λειτουργίας.
 - Θερμικά προστασίας κινητήρων.
 - Ωρομετρητές.
 - Σύστημα διακοπής έκτακτης ανάγκης.

Το προϊόν στην έξοδο έχει συνήθως 55%-65% υγρασία και μεταφέρεται σε χώρο όπου παραμένει 5 μήνες περίπου. Έτσι, αφού ξεραθεί θα είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Η φιλτρόπρεσσα έχει δικό της αυτοματισμό και δεν θα μας απασχολήσει η λειτουργία της στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 1.8: Φιλτρόπρεσσα

1.2 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων

Στην εποχή αυτή, όπου η κλιματική αλλαγή είναι όλο ένα πιο φανερή, (απουσία βροχών, μεγάλα διαστήματα ξηρασίας, αύξηση μέσης τιμής της θερμοκρασίας), η αύξηση του πληθυσμού είναι συνεχής και υπάρχει ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, η κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων υδατικών αναγκών είναι σημαντική. Η χρήση των επεξεργασμένων αποβλήτων συγκεντρώνει όλο και περισσότερο ενδιαφέρον ως μια βιώσιμη λύση υδάτινου πόρου. Η διατήρηση των υδάτινων αποθεμάτων, η ορθολογική χρήση του νερού και ανάπτυξη διαχείρισης νέων υδάτινων πόρων είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στις εξής περιπτώσεις:

- a) **Απεριόριστη άρδευση:** Αφορά καλλιέργειες όπου τα προϊόντα τους καταναλώνονται ωμά όπως τα λαχανικά.
- b) **Περιορισμένη άρδευση:** Αφορά καλλιέργειες όπου τα προϊόντα τους δεν καταναλώνονται από τον άνθρωπο. Διάφορα παραδείγματα είναι τα λιβάδια, καλλιέργειες ζωοτροφών κλπ. Στην περιορισμένη άρδευση απαγορεύεται η πρόσβαση στην αρδευόμενη έκταση.



Εικόνα 1.9: Άρδευση αμπελιών

- c) **Βιομηχανική χρήση:** Αποτελεί την δεύτερη μεγαλύτερη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Οι χρήσεις τους μπορεί να είναι το νερό ψύξης ή το νερό τροφοδοσίας λεβητών. Το νερό ψύξης είναι η επικρατέστερη εφαρμογή βιομηχανικής επαναχρησιμοποίησης, το οποίο είτε σε πύργους ψύξης είτε σε δεξαμενές ψύξης αποτελεί την μεγαλύτερη απαίτηση βιομηχανιών σε νερό.
- d) **Αστική επαναχρησιμοποίηση:** Αφορά την οποιαδήποτε χρήση του επανακτημένου νερού σε αστικές περιοχές εκτός της πόσης. Μερικές αστικές χρήσεις είναι η άρδευση αστικού πράσινου όπως τα δημόσια πάρκα και τα κέντρα αναψυχής, σχολικών αυλών, πλύσιμο δρόμων, πυρόσβεση καθώς και πότισμα κήπων πολυκατοικιών. Σε πολλές από τις εφαρμογές αυτές χρησιμοποιείται διπλό σύστημα διανομής, ένα για πόσιμο νερό και ένα για ανακτημένο νερό. Τέλος, όταν η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων αφορά αστική χρήση, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η προστασία της δημόσιας υγείας και η αξιοπιστία εξυπηρέτησης.
- e) **Ιχθυοκαλλιέργειες.**
- f) **Ενίσχυση πηγών πόσιμου νερού.**
- g) **Σκοπός της ύδρευσης:** Η εφαρμογή για άμεση ή έμμεση ύδρευση είναι πολύ περιορισμένη με εξαίρεση περιοχές οι οποίες δεν μπορούν να εκμεταλλευτούν τους υδάτινους πόρους. Ο περιορισμός αυτός αφορά πιθανές επιδράσεις στην υγεία από ανάμειξη ανόργανων και οργανικών συστατικών.

Στην περίπτωση μας, στο ξενοδοχείο το νερό επαναχρησιμοποιείται για το πότισμα του περιβάλλοντα χώρου (κήπου).



Εικόνα 1.10: Παράδειγμα αυτόματου ποτίσματος κήπου



Εικόνα 1.11: Παράδειγμα αυτόματου ποτίσματος γκαζόν



Εικόνα 1.12: Πότισμα λουλουδιών

1.3 Διάθεση λάσπης

Κατά τον βιολογικό καθαρισμό παράγονται ορισμένα παραπροϊόντα όπως η άμμος, τα σχαρίσματα και η λάσπη. Η λάσπη είναι το μεγαλύτερο σε όγκο και το δυσκολότερο σε χειρισμό παραπροϊόν.

Η λάσπη που παράγεται έχει υγρασία 75-80% και χαρακτηρίζεται από έντονη δυσάρεστη οσμή. Περιέχει βαρέα μέταλλα, θρεπτικά συστατικά και μικροοργανισμούς. Λόγω της μορφής υγρού που έχει, υπάρχει επεξεργασία συμπυκνώσεως και αφυδατώσεως για να πάρει μια πιο στερεή μορφή με αρκετή όμως υγρασία ακόμη. Αυτή μπορεί να ελαττωθεί πολύ με θερμική ξήρανση και να γίνει λίπασμα. Κύριοι στόχοι επεξεργασίας της λάσπης είναι η ελάττωση του όγκου της και η ελάττωση της υγρασίας καθώς και η διάλυση των οργανικών ουσιών που περιέχονται σε αυτή. Η διαδικασία επεξεργασίας περιλαμβάνει:

- **Προσωρινή αποθήκευση:** Στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης υπάρχει η λάσπη η οποία συλλέγεται και αποθηκεύεται προσωρινά. Συνήθως αποθηκεύεται σε ειδικό χώρο.
- **Συμπύκνωση:** Εδώ γίνεται πάχυνση της λάσπης λόγω της υγρής μορφής της. Αυτό μπορεί να γίνει με το να παραμείνει η λάσπη περισσότερο στην δεξαμενή καθίζησης.
- **Βιολογική χώνευση:** Η χώνευση έχει σκοπό την διάλυση των οργανικών και γίνεται είτε αερόβια με αερισμό, είτε αναερόβια σε κλειστές δεξαμενές. Επίσης εξαλείφονται σε μεγάλο βαθμό οι έντονες οσμές.

Αναερόβια χώνευση: Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται χωρίς οξυγόνο. Κατά την αναερόβια χώνευση παράγεται βιοαέριο με υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση των δεξαμενών καθώς και για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των εγκαταστάσεων. Σε μεγάλες μονάδες βιολογικού καθαρισμού μπορεί να παραχθεί περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για την κάλυψη αναγκών της μονάδας. Κάποια πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι η παραγωγή μεθανίου. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας η περιεκτικότητα σε

οργανικά πέφτει και το κύριο προϊόν είναι αέριο που κατά 70% περιέχει μεθάνιο και 30% διοξείδιο του άνθρακα, ενώ ο όγκος της λάσπης μειώνεται στο 1/3. Το αέριο που παράγεται χρησιμοποιείται για καύση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα μειονεκτήματα της διαδικασίας αυτής είναι η μεγάλη χρονική περίοδος που χρειάζεται η διαδικασία καθώς και το υψηλό κόστος.

Αερόβια χώνευση: Η αερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία όπου υπάρχει η παρουσία οξυγόνου και βακτηριδίων. Τα βακτήρια καταναλώνουν με γρήγορο ρυθμό την οργανική ύλη και αυτή μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα. Αφού η οργανική ύλη καταναλωθεί τα βακτήρια πεθαίνουν και καταναλώνονται από άλλα βακτήρια. Ένα πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι πραγματοποιείται πολύ ταχύτερα. Το λειτουργικό κόστος όμως είναι πολύ μεγαλύτερο εξαιτίας του ενεργειακού κόστους για τον αερισμό που χρειάζεται για την προσθήκη οξυγόνου κατά την διάρκεια της διαδικασίας.

Η χώνευση της λάσπης περιέχει 5% στερεά. Όταν γίνεται η ξήρανση σε ρηχές δεξαμενές τότε το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 25% και έτσι υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς της.

- **Αφυδάτωση και ξήρανση:** Η αφυδάτωση και ξήρανση έχει σκοπό την ελάττωση της υγρασίας ώστε η λάσπη να πάρει μια πιο στερεή μορφή. Το ποσοστό υγρασίας πέφτει περίπου στο επίπεδο του 60%. Σε σχετικά μικρές μονάδες επεξεργασίας όπως το ξενοδοχείο, η αφυδάτωση γίνεται σε κλίνες ξηράνσεως. Σε μεγάλη έκταση χρησιμοποιείται η φυγοκέντρωση και η θερμική ξήρανση.
- **Σταθεροποίηση:** Η σταθεροποίηση γίνεται με καύση ή υγρή οξείδωση που διαλύουν τις οργανικές ουσίες και μειώνουν τον όγκο της λάσπης. Και στις δύο περιπτώσεις παράγονται ανόργανα προϊόντα που έχουν ανάγκη τελικής διαθέσεως.
- **Τελική διάθεση:** Η λάσπη μετά την επεξεργασία και την σταθεροποίηση διατίθεται στον τελικό αποδέκτη που είναι η ξηρά ή η θάλασσα. Η διάθεση στην ξηρά γίνεται με διασπορά στο έδαφος σαν λίπασμα ή με απόρριψη σε κοιλάτη του εδάφους. Η διάθεση στην θάλασσα γίνεται μέσω μεγάλων φορτηγών πλοίων σε ανοιχτές θάλασσες ή μέσω ειδικών υποβρυχίων αγωγών.



Εικόνα 1.13: Λυματολάσπη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Αντλίες

Οι αντλίες συνιστούν ένα από τα πιο σημαντικά μηχανολογικά αντικείμενα στις βιομηχανίες, στα δημόσια δίκτυα αλλά και στα δίκτυα σωληνώσεων. Υπάρχει ένα μεγάλο φάσμα τύπων αντλιών τα οποία διαφέρουν ως προς την αρχή λειτουργίας αλλά και την δομή και τις εφαρμογές που καλύπτουν. Κάποια είδη αντλιών ενδεικτικά είναι οι φυγοκεντρικές αντλίες, οι παλινδρομικές, οι περιστροφικές, αντλίες κενού, τζιφάρια αλλά και αντλίες ατμού και αερίων. Ωστόσο τα βασικότερα είδη είναι οι φυγοκεντρικές, οι παλινδρομικές και οι εκτοπίσματος. Επίσης τα τρία είδη αυτά τα συναντάμε συχνά σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και σε άλλους βιομηχανικούς χώρους.

- **Φυγοκεντρικές αντλίες**

Αρχή λειτουργίας: Οι φυγοκεντρικές αντλίες χρησιμοποιούν τη φυγόκεντρο δύναμη που δημιουργείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο στον οποίο υπάρχουν πτερύγια και ονομάζεται φτερωτή ή στροφέιο. Οι αντλίες αυτές αποτελούνται από περιστρεφόμενες μονάδες υψηλής ταχύτητας και μεγάλης δυναμικότητας, οι οποίες κινούνται από μηχανές εσωτερικής καύσης ή από ηλεκτρικούς κινητήρες. Η ροή του υγρού δημιουργείται από την φυγόκεντρη κινητική ενέργεια που δημιουργεί η κίνηση της φτερωτής. Το αναρροφούμενο υγρό φτάνει στο άνοιγμα αναρρόφησης και παρασύρεται στην περιστροφή οδηγούμενο από τα πτερύγια. Η κίνηση της φτερωτής προκαλεί περιστροφή της μάζας του υγρού η οποία οδηγείται από τα πτερύγια μεταδίδοντας φυγοκεντρική δύναμη στο υγρό. Αυτό περνάει κατά μήκος των πτερυγίων και πετάγεται έξω από την φτερωτή. Το υγρό που διαφεύγει μαζεύεται σε έναν εσωτερικό χώρο της αντλίας, ο οποίος έχει σπειροειδή μορφή και τελικά στην συνέχεια φεύγει από την έξοδο της αντλίας.

Δομή: Τα βασικότερα μέρη από τα οποία αποτελείται μια φυγοκεντρική αντλία είναι

- Το σώμα της αντλίας.
- Η φτερωτή ή στροφέιο.
- Δακτύλιοι φθοράς.
- Άτρακτο της αντλίας.

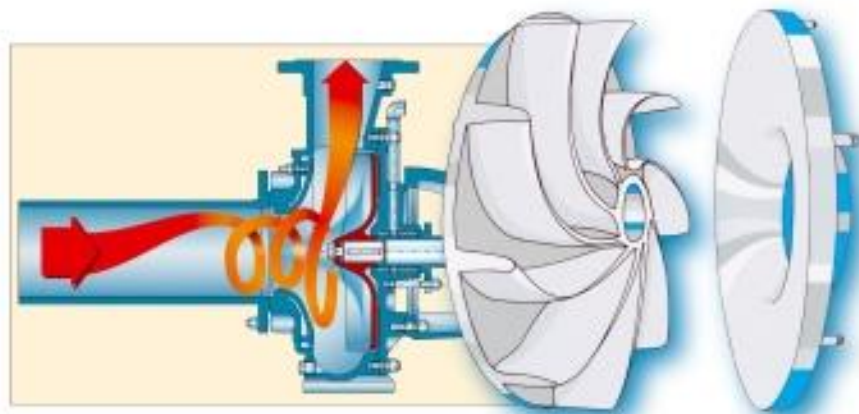
Το σώμα της αντλίας: Το σώμα της αντλίας είναι το μέρος πάνω στο οποίο μπαίνουν όλα τα άλλα μέρη της αντλίας. Κατασκευάζεται από υλικά ανθεκτικά και στα υγρά που πρόκειται να μεταφερθούν και στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας. Το κέλυφος της αντλίας είναι είτε οριζόντια, είτε κάθετα, είτε διαγώνια σε γωνία διαφορετική από 90 μοίρες. Τα κελύφη που διαιρούνται οριζόντια λέγονται και αξονικά διαιρούμενα κελύφη, ενώ τα κάθετα λέγονται και ακτινικά. Οι λαιμοί για τις φλάντζες εισόδου είναι και εξόδου είναι και οι δύο στο κάτω τμήμα του διαιρούμενου κελύφους. Το σώμα επίσης μπορεί να έχει σχεδιαστεί σε τύπο βαρελιού και χρησιμοποιείται σε αντλίες πολύ υψηλών πιέσεων. Με βάση το κριτήριο λειτουργικότητας το σώμα μπορεί να χωριστεί σε τμήμα εισόδου και σε τμήμα εξόδου.

Η βασική απαίτηση για να επιτυγχάνεται ικανοποιητική λειτουργία στην αναρρόφηση της αντλίας είναι το τμήμα εισόδου να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη διανομή της ταχύτητας στην συμμετρική ως προς τον άξονα επιφάνεια εισόδου της φτερωτής. Με αυτό τον τρόπο τα πτερύγια λειτουργούν ομοιόμορφα. Ευκολότερος είναι ο

σωστός σχεδιασμός του τμήματος εισόδου σε ορισμένους τύπους αντλιών, όπως στις μονοβάθμιες αντλίες με την φτερωτή σε πρόβολο και στις κατακόρυφες αντλίες μικτής ροής. Σε αυτούς τους τύπους αντλιών το τμήμα εισόδου έχει κωνική μορφή ή κυλινδρική με κυκλική διατομή. Στις πολυβάθμιες αντλίες το τμήμα εισόδου δεν γίνεται να έχει τέτοιου είδους μορφή.

Το τμήμα εξόδου μιας φυγοκεντρικής αντλίας καταλαμβάνει το μεγαλύτερο όγκο του σώματος της αντλίας και είναι αυτό που καθοδηγεί το υγρό στην έξοδο. Εκεί το υγρό έχει αρκετά μεγάλη ταχύτητα λόγω διάφορων παραμέτρων όπως για παράδειγμα ο τύπος της περωτής. Η ταχύτητα αυτή πρέπει να μειωθεί όταν το υγρό φτάσει στην έξοδο. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τμημάτων εξόδου, το σπειροειδές κέλυφος ο οποίος είναι και ο συχνότερα συναντώμενος και ο διαχύτης.

Πτερωτή: Ο σχεδιασμός της φτερωτής καθορίζεται από δύο σημαντικά σημεία. Το πρώτο είναι η γωνία κλίσης των περυγίων στη διατομή εξόδου της φτερωτής και το δεύτερο είναι ο καθορισμός του αριθμού των περυγίων. Συνήθως η επιλογή της γωνίας κλίσης είναι 20-25 μοίρες. Το πλήθος των περυγίων της φτερωτής συνδέεται άμεσα με τον βαθμό απόδοσης της φτερωτής και κατ' επέκταση και της αντλίας καθώς όσο περισσότερα είναι τα περυγία τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης. Ωστόσο η αύξηση του πλήθους των περυγίων επιφέρει αύξηση των απωλειών τριβής και έτσι μειώνεται ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας. Έτσι έχουμε για κάθε περιοχή τιμών της γωνίας κλίσης να υπολογίζεται ένας βέλτιστος αριθμός περυγίων.



Εικόνα 2.1: Πτερωτή

Δακτύλιοι φθοράς: Οι δακτύλιοι φθοράς έχουν συγκεκριμένο σχεδιασμό ώστε να επιτυγχάνουν μια δακτυλιοειδή σχισμή μεταξύ του ακίνητου κελύφους και της περωτής. Η σχισμή αφήνει ένα συγκεκριμένο ακτινικό διάκενο και έχει ένα συγκεκριμένο μήκος. Σκοπός της διαμόρφωσης λαβυρίνθων με τη χρήση των δακτυλίων φθοράς είναι η διατήρηση των ογκομετρικών απωλειών σε συγκεκριμένη χαμηλή τιμή. Οι δακτύλιοι φθοράς είναι αφαιρούμενοι και μπορούν να αντικατασταθούν όταν έχουν φθαρεί αρκετά. Το κόστος αντικατάστασής τους είναι χαμηλότερο από την αντικατάσταση του κελύφους ή της περωτής.

Άτρακτος: Η άτρακτος μεταφέρει τη ροπή στρέψης από τον κινητήρα προς την πτερωτή. Σε μόνιμη λειτουργία μια φυγοκεντρικής αντλίας με σταθερή ταχύτητα περιστροφής η ροπή αυτή ισούται με τη ροπή αντιστάθμισης που προκύπτει από τις μηχανικές απώλειες κατά τη λειτουργία. Δεδομένου του μεγάλου κατά κανόνα μήκους της ατράκτου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ελαστικότητα της. Στόχος είναι να υπάρχει κατά τη λειτουργία μικρή κλίση και βέλος κάμψης της ατράκτου για να μην επηρεάζεται η λειτουργία των εξαρτημάτων που είναι συνδεδεμένα σε αυτή.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες παρουσιάζουν κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους τύπους αντλιών. Ένα από αυτά είναι η ομαλή λειτουργία τους σε σχέση με τις παλινδρομικές αλλά επίσης έχουν την δυνατότητα επιλογής του επιθυμητού εύρους λειτουργίας. Άλλο πλεονέκτημα είναι ότι απαιτούν μικρότερο χώρο σε σχέση με άλλα είδη. Προτιμούνται στο να προσφέρουν πολύ μεγάλες παροχές όπου οι άλλοι τύποι αντλιών αδυνατούν να το καταφέρουν.

Βέβαια υπάρχουν και διάφορα προβλήματα τα οποία μπορεί να αντιμετωπίσουμε με τις φυγοκεντρικές αντλίες όπως είναι προβλήματα μηχανικής φύσεως, όπως η λειτουργία με θόρυβο ή ταλαντώσεις, υπερθέρμανση των τριβών ή άλλων εξαρτημάτων και καταστροφές διαφόρων ανταλλακτικών της αντλίας. Τις περισσότερες φορές ένα μηχανικό λάθος ξεκινάει μια αλυσιδωτή αντίδραση προβλημάτων. Κάποια παραδείγματα είναι μη ευθυγραμμισμένη αντλία με τον οδηγό, σωληνώσεις να εξασκούν δυνάμεις στο κέλυφος ή αζυγοστάθμητα περιστρεφόμενα τμήματα λόγω εισόδου στερεών υλικών τα οποία φράζουν τις διόδους προς το στροφέιο. Έτσι το σύστημα ταλαντεύεται και συνήθως τα σταθερά και κινητά τμήματα τρίβονται μεταξύ τους. Η τριβή μπορεί να αυξήσει τις ανοχές των δακτυλίων φθοράς με επακόλουθο τις αυξημένες απώλειες από διαρροές. Επιπλέον με την τριβή υπάρχει αύξηση της κατανάλωσης ισχύος με αποτέλεσμα την μείωση της αποδοτικότητας της αντλίας. Οι ταλαντώσεις μπορεί να λασκάρουν τις βίδες μεταξύ της μονάδας άντλησης και των θεμελίων καθώς και των βιδών που συγκρατούν διάφορα εξαρτήματα.

Μια ανάλογη αλυσιδωτή αντίδραση αρχίζει από παράγοντες που προκαλούν θέρμανση εξαρτημάτων της αντλίας, όπως είναι η ελλιπής λίπανση των τριβών, η μη ικανοποιητική ψύξη του στυπιοθλίπτη και η υπερβολική ποσότητα γράσου στα ρουλεμάν και λανθασμένο είδος λιπαντικών. Κάθε ένας παράγοντας από αυτούς μπορεί να προκαλέσει υπερβολική υπερθέρμανση ορισμένων εξαρτημάτων του συστήματος. Αυτό μπορεί να καταστρέψει το λιπαντικό υγρό προκαλώντας ακόμη περισσότερη θερμοκρασία με αποτέλεσμα την φορά διάφορων υλικών.

Είδη φυγοκεντρικών αντλιών

- Οριζόντιες και κάθετες αντλίες



Εικόνα 2.2: Κάθετη αντλία



Εικόνα 2.3: Οριζόντια αντλία

- Ακτινικής και αξονικής ροής
- Απλής και διπλής αναρρόφησης
- Μονοβάθμιες και πολυβάθμιες



Εικόνα 2.4: Μονοβάθμια φυγοκεντρική



Εικόνα 2.5: Πολυβάθμια φυγοκεντρική

Κάποια άλλα είδη φυγοκεντρικών αντλιών τα οποία συναντάμε συχνά σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού είναι:

Φυγοκεντρικές αντλίες Vortex

Οι αντλίες αυτές είναι ανοιχτής φτερωτής τύπου vortex, οι οποίες είναι για διαβρωτικά και ακάθαρτα υγρά τα οποία περιέχουν πολλά στερεά.

Χαρακτηριστικά

- ♦ Οριζόντιες μονοβάθμιες αντλίες με ανοιχτή φτερωτή.
- ♦ Παροχή έως 600m³/h .
- ♦ Μανομετρικό ύψος έως 70m.
- ♦ Θερμοκρασία ρευστού έως 170°C.
- ♦ Ανοιχτό σπειροειδές κέλυφος για τη διαχείριση στερεών και αποφυγή φυσαλίδων αέρα.
- ♦ Στεγανοποίηση άξονα με μηχανικό στυπιοθλίπτη.

Η φτερωτή των αντλιών αυτών είναι ανοιχτού τύπου και είναι εγκατεστημένη σε οπισθοχωρημένη θέση μέσα στο κέλυφος για τη δημιουργία ροής. Με τον τρόπο αυτό το αντλούμενο υγρό εξέρχεται από την αντλία χωρίς να περνάει από τα πτερύγια της φτερωτής. Επομένως η αντλία μπορεί να διαχειριστεί παχύρρευστα υγρά με πολλές ποσότητες στερεών σωμάτων.

Το κέλυφος το οποίο διαθέτουν είναι διαιρούμενου τύπου ώστε να επιτυγχάνεται η αφαίρεση του άξονα με την φτερωτή χωρίς να αποσυνδέεται το κέλυφος από το δίκτυο σωληνώσεων.



Εικόνα 2.6: Φυγοκεντρική αντλία τύπου vortex ανοιχτής φτερωτής

Φυγοκεντρικές αντλίες με ελικοειδή φτερωτή

Οι αντλίες αυτές είναι με ελικοειδή φτερωτή ανοιχτού τύπου, έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και είναι για διαβρωτικά και ακάθαρτα υγρά.

Χαρακτηριστικά

- ♦ Οριζόντιες μονοβάθμιες φυγοκεντρικές, με φτερωτές υψηλής απόδοσης.
- ♦ Παροχή έως 2000m³/h.
- ♦ Μανομετρικό ύψος έως 75m.
- ♦ Θερμοκρασία υγρού έως 170°C.
- ♦ Ανοιχτό σπειροειδές κέλυφος για τη διαχείριση στερεών και αποφυγή φυσαλίδων αέρα.
- ♦ Στεγανοποίηση άξονα με μηχανικό στυπιοθλίπτη.

Η φτερωτή των αντλιών αυτών είναι ελικοειδής ανοιχτού τύπου με μεγάλες διατομές ανάμεσα στα πτερύγια.

Το κέλυφός τους είναι διαιρούμενου τύπου ώστε να επιτυγχάνεται η αφαίρεση του άξονα με την φτερωτή χωρίς το κέλυφος να χρειάζεται να αποσυνδεθεί από το δίκτυο σωληνώσεων.



Εικόνα 2.7: Φυγοκεντρική αντλία με ελικοειδή φτερωτή

- **Αντλίες θετικού εκτοπίσματος**

Αντλίες που παραδίδουν σταθερό όγκο ανά κύκλο λειτουργίας με ότι πιέσεις είναι απαραίτητες. Διαφέρουν από τις φυγοκεντρικές αντλίες στο ότι για την αύξηση της στατικής πίεσης του υγρού δεν μεταβάλλουν την κινητική του ενέργεια. Δίνουν μεγάλες πιέσεις με μικρό αριθμό στροφών γι' αυτό και έχουν μεγάλο όγκο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντλιών μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται οι παλινδρομικές και περιστροφικές. Χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία, την παροχέτευση πετρελαίων και παχύρρευστων υγρών ενώ εφαρμόζονται στους ψεκαστήρες γιατί εργάζονται με υψηλές πιέσεις.



Εικόνα 2.8:Περιστροφική αντλία

Μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού όπως του ξενοδοχείου περιέχει και άλλα είδη αντλιών στις δεξαμενές όπου γίνεται η επεξεργασία των λυμάτων. Κάποια από αυτά είναι:

— Αντλίες για μεταφορά λυμάτων

Οι συγκεκριμένες αντλίες είναι υποβρύχιες και χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές. Σε ένα βιολογικό σταθμό τις συναντάμε συνήθως στις δεξαμενές λυμάτων και στις δεξαμενές αερισμού. Η ισχύς τους είναι 1,5-2,5 KW. Στην περίπτωση της μονάδας του ξενοδοχείου υπάρχουν 2 αντλίες στην δεξαμενή λυμάτων και δύο στην δεξαμενή αερισμού. Κάποιες ιδιαιτερότητές τους και πλεονεκτήματα που έχουν είναι η λειτουργία σε στατική υγρή και ξηρή τοποθέτηση, έχουν την δυνατότητα βύθισης, ελάχιστο βάρος, υπάρχει λυόμενο καλώδιο σύνδεσης, είναι ανθεκτικές στην διάβρωση και έχουν μικρή φθορά.

Χαρακτηριστικά

- ♦ Τάση 3φ-400V, 50 Hz.
- ♦ Μέγιστη θερμοκρασία ρευστού: 3-40 °C.
- ♦ Μέγιστο βάθος βύθισης: 20m.

- ◆ Βαθμός προστασίας: IP 68.
- ◆ Θερμική παρακολούθηση κινητήρα.
- ◆ Ψύξη ρεύματος μανδύα.



Εικόνα 2.9: Υποβρύχια αντλία λυμάτων

— Αντλίες αυτόματης αναρρόφησης

Οι αντλίες αυτόματης αναρρόφησης είναι ιδανικές για αναρρόφηση υγρών με αιωρούμενα στερεά. Στην παρούσα μονάδα υπάρχει μια αντλία μετά την δεξαμενή καθίζησης.

Χαρακτηριστικά

- ◆ Παροχή έως 1300m³/h.
- ◆ Μανομετρικό ύψος έως 90m.
- ◆ Βάθος άντλησης 8m.
- ◆ Ανοιχτή φτερωτή και πλάκα φθοράς βαρέως τύπου.
- ◆ Ενσωματωμένη βαλβίδα αντεπιστροφής.



Εικόνα 2.10: Αντλία αυτόματης αναρρόφησης

— Αντλίες προοδευτικής κοιλότητας Gavo

Οι αντλίες αυτές χρησιμοποιούνται για την διαχείριση της παχυμένης και αφυδατωμένης λάσπης. Χρησιμοποιείται μια τέτοια αντλία μετά την επεξεργασία της λάσπης από την φιλτρόπρεσσα.

Χαρακτηριστικά

- ♦ Παροχή έως 50m³/h.
- ♦ Πίεση έως 24 bar.
- ♦ Θερμοκρασία ρευστού έως 80°C.
- ♦ Μεταβλητής παροχής με εξωτερικό Inverter.
- ♦ Άντληση ρευστών μεγάλης ξηρότητας.



Εικόνα 2.11: Αντλία προοδευτικής κοιλότητας

— Δοσομετρικές αντλίες

Οι δοσομετρικές αντλίες χρησιμοποιούνται σε μια βιολογική μονάδα για την κατάλληλη ρύθμιση του ΡΗ. Η ισχύς που παρέχουν είναι πάρα πολύ μικρή της τάξης των 200W. Υπάρχουν τρεις αντλίες του είδους αυτού στην μονάδα, δύο πριν την δεξαμενή λυμάτων και μια στην δεξαμενή χλωρίωσης. Αποτελούνται από καταδυτικό έμβολο ή διάφραγμα και λειτουργούν με ηλεκτροκινητήρα. Η αντλία, ο κινητήρας και το σύστημα μετάδοσης της κίνησης είναι συναρμολογημένα πάνω σε κοινή ανθεκτική πλάκα βάσης η οποία έχει την δυνατότητα αποστράγγισης. Οι αντλίες λειτουργούν συνέχεια ανάλογα με την παροχή που χρειαζόμαστε στην δεξαμενή χλωρίωσης

Χαρακτηριστικά

- ♦ Ρύθμιση ροής από 10%-100%. Η ροή ελέγχεται ρυθμίζοντας την ταχύτητα του κινητήρα μέσω ενός ποτενσιόμετρου το οποίο είναι τοποθετημένο στην πρόσοψη.
- ♦ Ακρίβεια δοσομέτρησης $\pm 1\%$.
- ♦ Θερμοκρασία έως 80°C.



Εικόνα 2.12: Δοσομετρική αντλία

2.2 Συντήρηση αντλιών

Ο ρυθμός φθοράς μιας μηχανής μεταβάλλεται ανάλογα με το τετράγωνο του χρόνου λειτουργίας. Πρέπει συνεπώς η φθορά και άλλα ελαττώματα να ανακαλυφθούν στα πρώτα τους στάδια. Κυρίως οι φυγοκεντρικές αντλίες πρέπει να ανοίγονται αρκετά συχνά και να επιθεωρούνται και να ελέγχονται για τυχόν φθορές, διαβρώσεις και σπασίματα τα οποία μπορεί να έχουν προκληθεί από λειτουργία κάτω από ακατάλληλες συνθήκες. Όλα αυτά μπορεί να οδηγήσουν σε υπερθέρμανση της αντλίας και πιθανόν σε ανώμαλη φθορά των δακτυλίων φθοράς καθώς και σε παραμορφώσεις στον άξονα της αντλίας.

Ξεκινώντας, πρώτα απομακρύνουμε τους συνδετικούς κοχλίες και ελέγχουμε την ευθυγράμμιση των αξόνων της αντλίας και του κινητήρα. Η εγκάρσια και η γωνιακή μετατόπιση θα ελεγχθούν με τη βοήθεια ενός μετρητή με δίσκο ενδείξεων.

Τα έδρανα θα πρέπει να καθαρίζονται πλήρως από εναπομείναντα λάδια καθώς και από νερά που μπορεί να έχουν διαρρεύσει μέσα τους. Οι επιφάνειες άξονα και εδράνου θα πρέπει να καθαρίζονται με πετρέλαιο και να ελέγχεται η κατάστασή τους. Τα ρουλεμάν δεν θα πρέπει να γεμίζουν με λίπος περισσότερο από το ένα τρίτο, και αυτό θα πρέπει να ανανεώνεται κάθε έξι μήνες περίπου. Οι κατά μήκος του άξονα σχισμές των εδράνων ελέγχονται με τον εξής τρόπο. Τυλίγουμε ένα λεπτό μαλακό μολύβδινο σύρμα γύρω από τον άξονα και μετά σφίγγουμε το κάλυμμα του εδράνου προς τα κάτω. Τότε το μέγιστο διάκενο του εδράνου δίνεται από το πάχος κατά το οποίο έχει θλιβεί το σύρμα. Εάν το διάκενο είναι πολύ μεγάλο τα έδρανα πρέπει να ρυθμιστούν. Η φθορά στο κάτω μισό του εδράνου και στο κέντρο του άξονα στο έδρανο μπορεί να ελεγχθεί με τη βοήθεια ενός μετρητή. Η θερμοκρασία του εδράνου πρέπει να ελέγχεται μερικές φορές κατά την διάρκεια της λειτουργίας.

Η ελεύθερη διαμήκης κίνηση του συγκροτήματος του ρότορα θα πρέπει επίσης να ελεγχθεί κινώντας το και προς τις δύο ακραίες θέσεις του. Η ελεύθερη διαμήκης κίνηση θα πρέπει να είναι αρκετά μικρή για να εξασφαλιστεί ότι οι φτερωτές δεν ακουμπούν το εσωτερικό του κελύφους.

Τέλος οι φτερωτές θα πρέπει να ελέγχονται ανά κάποια διαστήματα για να διαπιστωθεί ότι δεν έχουν γίνει χαλαρές ως προς τον άξονα. Υπερβολικό ακτινικό διάκενο μεταξύ φτερωτής και δακτυλίου φθοράς επηρεάζουν αντίθετα την απόδοση της αντλίας.

2.3 Ηλεκτρικοί κινητήρες

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε μια τέτοια μονάδα είναι συνήθως μονοφασικοί ή τριφασικοί ασύγχρονοι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα. Οι στροφές τους κυμαίνονται μεταξύ 700-1500 rpm. Οι κινητήρες είναι απαραίτητοι για την κίνηση των αντλιών και των διάφορων μηχανικών συστημάτων. Οι άτρακτοι των κινητήρων έχουν μεγάλη διάμετρο ώστε να εξασφαλίζεται η ακαμψία τους και είναι κατασκευασμένες από χάλυβα υψηλής αντοχής. Τα καλύμματα των κινητήρων είναι ανθεκτικά, με υποδοχές για την στερέωση των κελυφών των αντλιών. Οι περιελίξεις των κινητήρων είναι πλήρως προστατευμένες από την υγρασία. Επίσης υπάρχει προστασία από την υπερθέρμανση και την υπερφόρτιση. Οι διατάξεις στεγανοποίησης των ατράκτων μεταξύ αντλίας και κινητήρα χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα. Λειτουργούν χωρίς κραδασμούς και οι ρότορες είναι ζυγοσταθμισμένοι δυναμικά και στατικά.

Φυσητήρες: Οι δύο φυσητήρες βρίσκονται στην δεξαμενή αερισμού για την παροχή οξυγόνου στα λύματα. Το κέλυφος ενός φυσητήρα είναι κατασκευασμένο από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο με ισχυρές εξωτερικές πτερυγώσεις. Οι εξωτερικές επιφάνειες των λοβών έχουν λειανθεί με ακρίβεια ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε μικρές ανοχές. Οι άξονες είναι χαλύβδινοι. Κάθε φυσητήρας διαθέτει δύο γρανάζια χρονισμού που διατηρούν την ακριβή θέση των λοβών. Τα γρανάζια αυτά είναι μέσα σε στεγανό κέλυφος και λιπαίνονται με ορυκτέλαιο.

Ο κάθε φυσητήρας δουλεύει μέσω ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα, ισχύος 15KW ο κάθε ένας. Οι δύο κινητήρες συνδέονται σε τάση 380V και έχουν βαθμό προστασίας IP44. Το κέλυφος είναι κατασκευασμένο από ειδικό χυτοσίδηρο και υπάρχει αερόψυξη. Οι κινητήρες είναι συνήθως 2 ταχυτήτων ή ρυθμίζονται μέσω inverter. Εκκινούν σε σύνδεση αστέρα τριγώνου και υπάρχει κύκλωμα αυτοματισμού με ρελέ. Θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για ομοιόμορφη φθορά.



Εικόνα 2.13:Φυσητήρας

2.4 Σωληνώσεις μεταφοράς λυμάτων

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται σε μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού είναι συνήθως σωλήνες από χυτοσίδηρο, από χάλυβα, σωλήνες από μη πλαστικοποιημένο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) και τσιμεντοσωλήνες. Σε κάθε εγκατάσταση σωληνώσεων περιλαμβάνονται φλάντζες, υλικά και εξαρτήματα σύνδεσης, εξαρτήματα στερέωσης και άλλα απαραίτητα υλικά. Κατά τον έλεγχο της ποιότητας των υλικών εφαρμόζονται τα ελληνικά πρότυπα ΕΛΟΤ.

Σωλήνες λυμάτων και λάσπης: Για την μεταφορά των λυμάτων χρησιμοποιούνται τσιμεντοσωλήνες με εσωτερική και εξωτερική προστασία ή σωλήνες PVC με διάμετρο Φ500. Για την λάσπη χρησιμοποιούνται σωλήνες από σκληρό πολυπροπυλένιο.

Σωλήνες πόσιμου νερού: Για το πόσιμο νερό χρησιμοποιούνται σωλήνες από PVC και σωλήνες από χάλυβα μικρότερης διαμέτρου. Επιπλέον στους αγωγούς πόσιμου νερού γίνεται απολύμανση με υγρό χλώριο ή νάτριο. Η ποσότητα του χλωρίου θα πρέπει να είναι συγκεκριμένη ώστε η συγκέντρωσή του μέσα στο νερό να είναι στο κατάλληλο όριο. Το χλώριο παρέχεται μέσω ειδικού εξοπλισμού.

Τέλος οι σωλήνες από χυτοσίδηρο χρησιμοποιούνται για εγκαταστάσεις εντός ή εκτός του εδάφους και έχουν εσωτερική και εξωτερική προστασία. Για τους σωλήνες οι οποίοι είναι εντός του εδάφους θαμμένοι, αυτοί περιβάλλονται από σκυρόδεμα για την προστασία τους από καθιζήσεις και άλλες επιδράσεις που μπορούν να δεχτούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Ανάλυση καλωδίων και μέσων προστασίας

Είδη και διατομές καλωδίων: Για την επιλογή της διατομής ενός καλωδίου σε μια εγκατάσταση θα πρέπει να ικανοποιούνται κάποια βασικά κριτήρια. Ένα από αυτά είναι ότι οι αγωγοί θα πρέπει να διαρρέονται από τη μέγιστη ένταση ρεύματος που αντέχουν χωρίς η θερμότητα που αναπτύσσεται σε αυτούς να καταστρέφει την μόνωσή τους. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί με ασφάλεια η γραμμή.

Ένα άλλο κριτήριο πολύ σημαντικό είναι η διατομή που θα επιλεγεί να μην προκαλεί πτώση τάσης μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τιμή. Στην μονάδα βιολογικού καθαρισμού όπου υπάρχουν κυρίως εγκαταστάσεις κίνησης, με βάση τους κανονισμούς η επιτρεπόμενη πτώση τάσης είναι 3%. Γενικά για οικιακούς καταναλωτές η επιτρεπόμενη τιμή είναι 4%.

Ο υπολογισμός της διατομής σε μια γραμμή γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την επιτρεπόμενη πτώση τάσης στην γραμμή, το μήκος της γραμμής και τα φορτία. Η επιλογή της διατομής γίνεται από ειδικούς πίνακες όπου περιγράφουν τον τρόπο εγκατάστασης (όπως για παράδειγμα αν τα καλώδια είναι μέσα σε τοίχο, μέσα σε σωλήνα ή πάνω σε σχάρα) και την ένταση της φόρτισης.

Στην περίπτωση του βιολογικού καθαρισμού τα καλώδια βρίσκονται πάνω σε μεταλλικές σχάρες. Αυτές είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένη λαμαρίνα και έχουν αυξημένη μηχανική αντοχή. Το μήκος τους είναι περίπου στα 2,5m.

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στους αγωγούς είναι συνήθως το PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο) με μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία τους 70°C, το EPR (αιθυλενιούχο προπυλαινιούχο ελαστικό) με μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία τους 90°C και το XLPE (δικτυωμένο πολυαιθυλαίνιο) με μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία τους 90°C.

Οι αγωγοί των καλωδίων κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό ή από αλουμίνιο. Ο χαλκός έχει μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς του ρεύματος από ότι το αλουμίνιο.

Χρώματα μονώσεων αγωγών:

Φάση : Συνήθως τα χρώματα που χρησιμοποιούνται για τον αγωγό της φάσης είναι το μαύρο ή το καφέ. Επίσης μπορεί να είναι οτιδήποτε άλλο χρώμα εκτός από μπλε και κίτρινο.

Ουδέτερος: Το χρώμα που χρησιμοποιείται για τον αγωγό του ουδέτερου είναι μπλε.

Αγωγός προστασίας: Το χρώμα που χρησιμοποιείται είναι πράσινο-κίτρινο.

Τα συνήθη είδη καλωδίων στην χαμηλή τάση είναι:

- J1VV κατά ΕΛΟΤ 843 ή NYY κατά VDE για εγκατάσταση σε χώμα ή νερό.
- H05VV-R κατά CENELEC ή NYM κατά VDE για εγκατάσταση στον αέρα.
- H05VV-UI ή NYA για εγκατάσταση μέσα σε σωλήνες.
- H05VV-F ή H05RN-F για εύκαμπτες συνδέσεις.



Εικόνα 3.1: Πολύκλιωνα καλώδια (αγωγοί)

Ασφάλειες:

Τήξης: Οι ασφάλειες τήξης είναι ίσως η πιο αξιόπιστη μέθοδος προστασίας των κυκλωμάτων και των συσκευών από εντάσεις ρεύματος που είναι μεγαλύτερες της επιτρεπόμενης τιμής. Τις ασφάλειες χαρακτηρίζει η ικανότητα διακοπής ισχυρών ρευμάτων. Τα είδη των ασφαλειών τήξης είναι:

- ❖ **Βιδωτές ασφάλειες:** Οι βιδωτές ασφάλειες αποτελούνται από το φυσίγγιο με το νήμα, τη βάση, το κάλυμμα, τη μήτρα και το πώμα. Το φυσίγγιο είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη με εσωτερική κοιλότητα μέσα στην οποία υπάρχει το τηκτό (νήμα). Το τηκτό αποτελείται από κράμα ψευδαργύρου-μολύβδου, αλουμίνιο ή χαλκό. Για ρεύματα < 20A το τηκτό αποτελείται μόνο από χαλκό. Για ρεύματα >20A το τηκτό είναι από άργυρο. Η βάση είναι κατασκευασμένη από πορσελάνη και πλαστικό και έχει τις δύο επαφές για τη σύνδεση της εισόδου και της εξόδου της γραμμής και σπείρωμα για να μπαίνει το πώμα. Το πώμα είναι και αυτό από πορσελάνη. Η μήτρα έχει σκοπό τη σταθεροποίηση του φυσιγγίου στο εσωτερικό της μήτρας. Κάποια υποείδη των βιδωτών ασφαλειών είναι:
 - Οι μεγάλες βιδωτές ασφάλειες τύπου D (Diazed) με μέγιστο ρεύμα διακοπής τα 50kA.
 - Οι μικρές βιδωτές ασφάλειες τύπου DO (Neozed) με μέγιστο ρεύμα διακοπής 25kA.
 - Οι μικρές βιδωτές ασφάλειες τύπου CF.
 - Οι μικρές βιδωτές ασφάλειες σε κυλινδρικό γυάλινο σωλήνα τύπου G.
- ❖ **Μαχαιρωτές ασφάλειες τύπου NH:** Οι μαχαιρωτές ασφάλειες χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις με μεγάλα ρεύματα. Έχουν μέγιστο ρεύμα διακοπής 100kA. Το κεντρικό τους σώμα είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη. Στο εσωτερικό είναι τοποθετημένο το τηκτό. Εξωτερικά υπάρχουν δύο λεπίδες που χρησιμεύουν για να στερεώνονται οι ασφάλειες στην βάση.

Η επιλογή των ασφαλειών γίνεται με βάση κάποια κριτήρια. Αυτά είναι η ονομαστική τάση και η ονομαστική ισχύς διακοπής ή ρεύμα διακοπής.

Ανάλογα με την ταχύτητα που διακόπτουν διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών τήξεως, τις ταχείας τήξης (L) και της βραδείας τήξης (G). Στην περίπτωση όπου υπάρχουν ηλεκτροκινητήρες χρησιμοποιούνται βραδείας τήξης.

Σε αντίθεση με τις αυτόματες ασφάλειες, οι ασφάλειες τήξης εμφανίζονται μόνο σαν μονοπολικές και συνδέονται πάντοτε στη φάση του κυκλώματος, ώστε να περνάει από αυτές όλο το ρεύμα. Δεν τοποθετούνται σε αγωγούς γείωσης, στον ουδέτερο αγωγό και σε διακλαδώσεις εναέριων και υπόγειων καλωδίων.



Εικόνα 3.2: Ασφάλεια τήξεως

Μικροαυτόματοι: Οι μικροαυτόματοι μπορούν να υποκαταστήσουν τις ασφάλειες τήξης. Χρησιμοποιούνται στην αναχώρηση γραμμών για την προστασία τους από υπερένταση και βραχυκύκλωμα. Τα τυποποιημένα ρεύματά τους είναι 4 έως 63A. Κατασκευάζονται σε μονοπολική ή τριφασική μορφή. Ο χειρισμός τους είναι στο κλείσιμο χειροκίνητος ενώ το άνοιγμα γίνεται αυτόματα. Οι αυτόματες ασφάλειες προσφέρουν

- a) Θερμική προστασία: Σε περίπτωση που η ένταση του ρεύματος γίνει μεγαλύτερη από την κανονική, θερμαίνεται ένα διμεταλλικό στοιχείο, το θερμικό στοιχείο κάμπτεται και διακόπτεται το κύκλωμα.
- b) Μαγνητική προστασία: Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, ρεύμα πολύ μεγαλύτερο από το κανονικό περνάει μέσα από το μαγνητικό στοιχείο, προκαλεί την έλξη του οπλισμού και το άνοιγμα των επαφών του αυτομάτου.

Τα βασικά μέρη της ασφάλειας αυτής είναι:

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

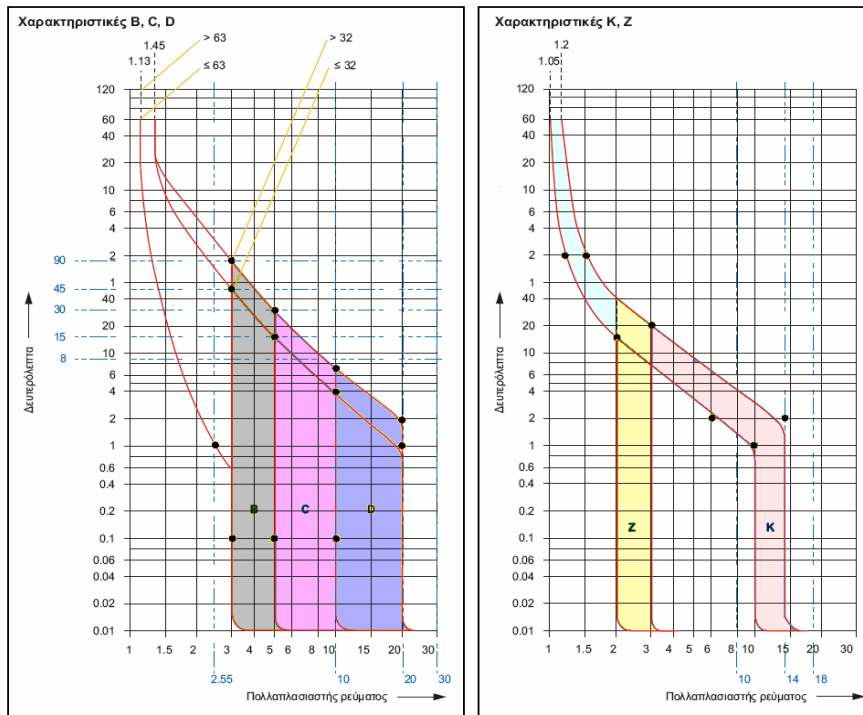
Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των αυτόματων ασφαλειών είναι:

- Τάση λειτουργίας σε V.
- Ονομαστική ένταση λειτουργίας σε A.
- Ένταση ρεύματος διακοπής σε KA.
- Χαρακτηριστική χρόνου-ρεύματος.

Οι μικροαυτόματοι έχουν περιορισμένη ικανότητα διακοπής που είναι 3-10KA.

Η συμπεριφορά ενός μικροαυτόματου περιγράφεται από τις χαρακτηριστικές λειτουργίας ρεύματος χρόνου. Με βάση τα ισχύοντα πρότυπα οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας ρεύματος χρόνου είναι:

- Χαρακτηριστική B: Μικροαυτόματοι που καλύπτουν ωμικά φορτία και γραμμές φωτισμού.
- Χαρακτηριστική C: Μικροαυτόματοι που καλύπτουν ωμικά φορτία και ελαφρώς επαγωγικά φορτία.
- Χαρακτηριστική D: Μικροαυτόματοι που καλύπτουν φορτία ισχυρά επαγωγικά και φορτία με υψηλά ρεύματα εκκίνησης.
- Χαρακτηριστική K: Μικροαυτόματοι που είναι για προστασία στην τροφοδοσία κινητήρων, λαμπτήρων χαμηλής τάσης, ηλεκτρονικών μπάλαστ, κλιματιστικών και μετασχηματιστών.
- Χαρακτηριστική Z: Μικροαυτόματοι οι οποίοι είναι κατάλληλοι για την προστασία διατάξεων ημιαγωγών και κυκλωμάτων μετασχηματισμού τάσης.



Εικόνα 3.3: Οι πέντε χαρακτηριστικές των μικροαυτόματων



Εικόνα 3.4: Μικροαυτόματη ασφάλεια

Διακόπτες φορτίου (ραγοδιακόπτες):

Οι διακόπτες φορτίου χρησιμοποιούνται για να διακόπτουμε τις τροφοδοτικές γραμμές των εγκαταστάσεων. Πρέπει να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο που να αποκλείουν τη δημιουργία βραχυκυκλωμάτων ή ενώσεων με τη γη. Επιπλέον οι διακόπτες θα πρέπει να μπορούν να διακόπτουν ένα κύκλωμα με φορτίο (ονομαστική τάση και ένταση) για το οποίο έχουν κατασκευαστεί.

Η ονομαστική ένταση των χρησιμοποιούμενων γενικών ή μερικών διακοπών γραμμών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας των γραμμών.

Ο διακόπτης θα πρέπει να διακόπτει και τον ουδέτερο αγωγό, όταν αυτός δε χρησιμοποιείται για προστασία.

Οι διακόπτες φορτίου ονομάζονται μονοπολικοί όταν συνδέουν ή αποσυνδέουν έναν αγωγό και πολυπολικοί όταν συνδέουν ή αποσυνδέουν περισσότερους αγωγούς.

Ο τύπος διακόπτη που χρησιμοποιείται σήμερα είναι ο διακόπτης τύπου τυμπάνου λόγω της ισχυρότερης κατασκευής, των μικρών διαστάσεων και της μεγάλης διάρκειας ζωής. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν και περιστροφικοί διακόπτες.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των διακοπών φορτίου είναι:

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

Οι κατηγορίες χρήσης των διακοπών φορτίου είναι:

- a) Για το εναλλασσόμενο ρεύμα:
 - AC-20, για χειρισμό χωρίς φορτίο.
 - AC-21, για χειρισμό ωμικών φορτίων.
 - AC-22, για χειρισμό μικτών φορτίων.
 - AC-23, για χειρισμό κινητήρων ή επαγωγικών φορτίων.
- b) Για το συνεχές ρεύμα:
 - DC-20.
 - DC-21.
 - DC-22.
 - DC-23.



Εικόνα 3.5:Ραγοδιακόπτης (μονοπολικός).

Ασφαλειοποζεύκτης

Ο ασφαλειοποζεύκτης είναι συνδυασμός ασφάλειας και διακόπτη δηλαδή χρησιμοποιείται ταυτόχρονα και σαν διακόπτης και σαν ασφάλεια.



Εικόνα 3.6: Ασφαλειοποζεύκτης

Διακόπτες ισχύος χαμηλής τάσης, αυτόματοι:

Οι διακόπτες ισχύος προστατεύουν καταναλωτές από θερμική υπερφόρτιση και διακόπτουν το κύκλωμα σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν γενικοί διακόπτες και παρέχουν την δυνατότητα κατασκευής γραμμών αναχώρησης χωρίς τη χρήση ασφαλειών, για ρεύματα βραχυκυκλώματος έως 50kA. Εκτός του θαλάμου σβέσης μπορεί να έχουν θερμικό και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο, βοηθητικές επαφές σήμανσης και μανδάλωσης, καθώς και στοιχεία καθυστέρησης της πτώσης. Οι διακόπτες ισχύος κατασκευάζονται από 20A έως 5000A.

Τα χαρακτηριστικά των διακοπών ισχύος είναι:

- Η τάση.
- Το ονομαστικό συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα.
- Το θερμικό ρεύμα 1 δευτερολέπτου, δηλαδή η αντοχή των επαφών για 1 δευτερόλεπτο.

- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα απόζευξης.
- Περιοχή ρύθμισης του θερμικού.



Εικόνα 3.7:Αυτόματος διακόπτης ισχύος χαμηλής τάσης

Διακόπτες διαφορικού ρεύματος:

Οι διακόπτες διαφορικού ρεύματος χρησιμοποιούνται για την προστασία από ηλεκτροπληξία και κατά της πυρκαγιάς. Ο διακόπτης αυτός παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη. Αν αυτό υπερβεί τα 30mA το διακόπτει το κύκλωμα. Η εφαρμογή του είναι υποχρεωτική.

Τα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα. Είναι το ρεύμα στο αναφέρονται οι χρόνοι απόζευξης.
- Το ονομαστικό ρεύμα.
- Το διαφορικό ρεύμα στο οποίο αντιδρούν.

Υπάρχουν διακόπτες διαφορικού ρεύματος μονοφασικοί ή τριφασικοί. Αυτοί οι οποίοι έχουν $I_{\Delta N} = 30mA$ προσφέρουν προστασία στην περίπτωση που γίνεται άμεση επαφή

ανθρώπου με γυμνό αγωγό. Οι ΔΔΡ συνίσταται σε καταναλωτές με ουδετέρωση και ιδιαίτερα εκεί που υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Μεγάλοι καταναλωτές δεν προστατεύονται μόνο από έναν ΔΔΡ, αλλά με πολλούς. Σε σχέση με άλλα μέσα προστασίας αυτός μας προστατεύει από την πυρκαγιά γιατί περιορίζει άμεσα το ρεύμα διαρροής προς τη γη.

Θα πρέπει να συντηρείται και να δοκιμάζεται μέσω του κουμπιού TEST κάθε έξι μήνες έτσι ώστε να μην θεωρείται μειωμένη η αξιοπιστία του. Σε έναν πίνακα διανομής ο ΔΔΡ συνίσταται να μπαίνει μετά τον γενικό διακόπτη και την γενική ασφάλεια.



Εικόνα 3.8: Διακόπτης διαφορικού ρεύματος (Τριφασικός)

Ηλεκτρονόμοι (Ρελέ Ισχύος)

Τα ρελέ ισχύος ανοίγουν και κλείνουν επαφές με τη βοήθεια ενός πηνίου με οπλισμό (ηλεκτρομαγνήτη). Το άνοιγμα και το κλείσιμο του ρελέ μπορεί να γίνει χειροκίνητα (start-stop) ή να γίνει αυτόματα με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων και βοηθητικών συσκευών όπως είναι τα χρονικά, οι θερμοστάτες και άλλοι προγραμματιστές.

Τα κύρια μέρη ενός ηλεκτρονόμου είναι:

- Το πηνίο (συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος). Η διέγερση του πηνίου ενός ρελέ γίνεται με εναλλασσόμενο ή συνεχές ρεύμα.
- Οι κύριες επαφές.
- Οι βοηθητικές επαφές (διακρίνονται σε ανοιχτές ή κλειστές επαφές).
- Το μαγνητικό κύκλωμα και ο μηχανισμός του.

- Ο θάλαμος σβέσης τόξου.

Οι ηλεκτρονόμοι χρησιμοποιούνται κυρίως στην βιομηχανία. Ειδικότερα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο μηχανημάτων από απόσταση, για εκκίνηση και έλεγχο λειτουργίας κινητήρων, για έλεγχο λειτουργίας δικτύων απομόνωσης και για έλεγχο λειτουργίας αντιστάσεων και πηνίων.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των ηλεκτρονόμων είναι:

- Ονομαστική ισχύς (KW).
- Ονομαστική τάση λειτουργίας (V).
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC-3 (έλεγχος κινητήρων).
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC-1 (έλεγχος δικτύων διανομής).
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για κατηγορία AC-4 (πυκνωτές).
- Τάση λειτουργίας κυκλώματος ελέγχου (τάση τροφοδοσίας του πηνίου του ηλεκτρονόμου).
- Αριθμός βοηθητικών επαφών (κλειστές-ανοιχτές).
- Διάρκεια ζωής επαφών ηλεκτρονόμου (αριθμός ανοίγματος-κλεισίματος του ηλεκτρονόμου).

Ο συμβολισμός NO σε ένα ρελέ σημαίνει ότι αυτή η επαφή είναι ανοιχτή όταν το ρελέ δεν είναι οπλισμένο. Όταν οπλίσει η επαφή αυτή θα ανοίξει.

Ο συμβολισμός NC σε ένα ρελέ σημαίνει ότι αυτή η επαφή είναι κλειστή όταν το ρελέ δεν είναι οπλισμένο. Όταν οπλίσει η επαφή αυτή θα ανοίξει.

Τα ρελέ χαμηλής τάσης βρίσκονται στο εμπόριο σε τυποποιημένα μεγέθη μέχρι και 325KW, σε κατηγορία χρήσης AC3. Μετά από παραγγελία κατασκευάζονται και σε μεγαλύτερα μεγέθη. Συνήθως όμως δεν υπάρχουν κινητήρες χαμηλής τάσης άνω των 325KW. Τα ρελέ ισχύος χρησιμοποιούνται σαν διακόπτες φορτίου, έτσι ώστε να αντέχουν μηχανικά και ηλεκτρικά σε πολλούς κύκλους λειτουργίας. Δεν κατασκευάζονται συνήθως ρελέ για να διακόπτουν ή να αντέχουν σε βραχυκυκλώματα. Έτσι σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να προστατεύονται σε βραχυκυκλώματα ή με ασφάλειες ή με διακόπτες ισχύος, αλλιώς λιώνουν ή συγκολλούνται οι επαφές τους.

Ανάλογα με το μέγεθός τους διακρίνονται σε ρελέ ισχύος και σε βοηθητικά ρελέ (1KW).

Ανάλογα με το ρεύμα του κυκλώματος ισχύος τα ρελέ διακρίνονται σε συνεχούς ή εναλλασσομένου ρεύματος.

Ανάλογα με τα φορτία που χρησιμοποιούνται γίνεται διάκριση των ρελέ σε ρελέ κινητήρων, αντιστάσεων, μετασχηματιστών συγκόλλησης και πυκνωτών.

Ανάλογα με την χρήση τους τα ρελέ διακρίνονται:

- Για έλεγχο και λειτουργία δικτύων διανομής (κατηγορία AC-1).
- Για έλεγχο και λειτουργία ειδικών τύπων κινητήρων, όπως για παράδειγμα δακτυλιοφόροι κινητήρες (κατηγορία AC-2).
- Για έλεγχο και λειτουργία κινητήρων (κατηγορία AC-3).

- Για έλεγχο και λειτουργία πυκνωτών και για ειδικές συνθήκες λειτουργίας κινητήρων (κατηγορία AC-4).

Για την επιλογή ενός ρελέ ισχύος λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- Κλάση προστασίας (IP55 ανοιχτό ρελέ για τοποθέτηση σε πίνακα, IP55 για κλειστό ρελέ, IP65 για ερμητικά κλειστό ρελέ).
- Κατηγορία χρήσης.
- Ονομαστική τάση δικτύου.
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας για την αντίστοιχη κατηγορία (ονομαστικό ρεύμα φορτιού).
- Το θερμικό ρεύμα (μέγιστο διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα όταν το ρελέ είναι οπλισμένο).
- Αντιεκρηκτική ή άλλη προστασία.
- Προστασία του ρελέ (ασφάλειες ή αυτόματος διακόπτης ισχύος).
- Τάση τροφοδοσίας του πηνίου.
- Διάρκεια ζωής.
- Αριθμός και είδος των βοηθητικών επαφών (κλειστές, ανοιχτές).

Η διάρκεια ζωής αναφέρεται κυρίως στη διάρκεια των επαφών ισχύος. Δίνεται για κάθε κατηγορία χρήσης, για την ονομαστική λειτουργία. Η μηχανική διάρκεια ζωής είναι πολλαπλάσια της ηλεκτρικής. Αν η πραγματική λειτουργία είναι ελαφρύτερη ή σε ρεύμα ή σε κατηγορία χρήσης, τότε η διάρκεια ζωής είναι μεγαλύτερη. Οι κατασκευαστές δίνουν την εξάρτηση της διάρκειας ζωής από το ρεύμα.



Εικόνα 3.9: Ηλεκτρονόμος (Ρελέ Ισχύος)

Βοηθητικά ρελέ: Εκτός από τα ρελέ ισχύος υπάρχουν και τα βοηθητικά ρελέ τα οποία κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ μικρότερη του 1KW. Στα ρελέ αυτά έχουμε τις επαφές τροφοδοσίας του πηνίου και τις βοηθητικές επαφές (ανοιχτές ή κλειστές).

Στις βοηθητικές επαφές έχουμε δύο αριθμούς για κάθε επαφή από τους οποίους ο πρώτος συμβολίζει τη σειρά της βοηθητικής επαφής και ο δεύτερος σημαίνει ανοιχτή αν είναι 3 ή 4 και κλειστή αν είναι 1 ή 2. Για τις περιπτώσεις χρονικών επαφών, αν έχουμε δεύτερο αριθμό 7 ή 8 σημαίνει ότι η επαφή αυτή είναι ανοιχτή και προηγείται στο κλείσιμο, ενώ αν έχουμε 5 ή 6 είναι κλειστή με καθυστέρηση στο άνοιγμα. Τα βοηθητικά ρελέ χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ελέγχου των εγκαταστάσεων, των συσκευών και των μηχανημάτων. Οι κατασκευαστές μας δίνουν διάφορες κατηγορίες βοηθητικών ρελέ με βάση την τάση λειτουργίας του πηνίου και την ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να περάσει από τις βοηθητικές επαφές.



Εικόνα 3.10:Βοηθητικό ρελέ

Θερμικά ρελέ προστασίας κινητήρων

Οι κινητήρες μπορούν να προστατευθούν από υπερφόρτιση, από υπερβολικό ρεύμα, ή από απώλεια μιας φάσης (αν είναι τριφασικά), με θερμικό ή θερμομαγνητικό στοιχείο προστασίας. Το θερμικό κάνει εξομοίωση της θερμοκρασίας που αναπτύσσει ο κινητήρας χρησιμοποιώντας διμεταλλικά στοιχεία.

Δύο μέταλλα, με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής, είναι κολλημένα μεταξύ τους και όταν ζεσταίνονται, από το ρεύμα που πάει στον κινητήρα και περνάει από μέσα τους, το ένα από τα δύο διαστέλλεται περισσότερο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μετακίνηση της επαφής προς την μεριά του μετάλλου με τον μικρότερο συντελεστή θερμικής διαστολής.

Τα θερμικά συνδέονται με τα ρελέ ισχύος των κινητήρων και ελέγχουν την λειτουργία τους. Ο απλός τύπος θερμικού αποτελείται από τρεις επαφές εισόδου, τρία διμεταλλικά ελάσματα, τρεις επαφές εξόδου και τις επαφές 95-96 κλειστή και 95-98 ανοιχτή ή 95-96 κλειστή και 97-98 ανοιχτή. Στο θερμικό, επίσης, υπάρχουν μηχανισμός για την περιοχή ρύθμισης του θερμικού και τα κομβία stop και start.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των θερμικών είναι:

- Η κλάση με βάση το χρόνο διακοπής που καθορίζει ο κανονισμός IEC 947-4.
- Περιοχή ρύθμισης θερμικού σε (A).

Για να επιλέξουμε το θερμικό λαμβάνουμε υπόψη:

- Την κλάση προστασίας.
- Το χρόνο διακοπής.
- Την περιοχή ρύθμισης.
- Την τάση του κυκλώματος ελέγχου.
- Την τάση του κυκλώματος ισχύος.
- Την προστασία του από βραχυκυκλώματα.
- Το ρελέ ισχύος με το οποίο μπορεί να συνδεθεί.
- Την θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Το θερμικό ρεύμα της κλειστής επαφής του βοηθητικού κυκλώματος.
- Τη δυνατότητα για χειροκίνητο ή αυτόματο reset ή και τα δύο.

Εκτός των θερμικών ρελέ υπερφόρτισης υπάρχουν και τα ηλεκτρονικά θερμικά με διαφορεική προστασία, πράσινο LED για τη λειτουργία του κινητήρα και κόκκινο για το χειροκίνητο ή αυτόματο reset για τάση μέχρι 460V.

Τέλος το θερμικό το επιλέγουμε και το ρυθμίζουμε σύμφωνα με το ονομαστικό ρεύμα στην πινακίδα του κινητήρα.



Εικόνα 3.11:Θερμικό ρελέ

Θερμομαγνητικός διακόπτης

Οι αυτόματοι θερμομαγνητικοί διακόπτες παρέχουν ολοκληρωμένη προστασία σε εφαρμογές κίνησης, όπου χρησιμοποιούνται ηλεκτρικοί κινητήρες. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τον χειροκίνητο έλεγχο ON/OFF κινητήρων και για προστασία χωρίς ασφάλειες, από βραχυκυκλώματα, υπερφόρτιση και απώλεια φάσης. Με την προστασία χωρίς ασφάλειες υπάρχει εξοικονόμηση χώρου και χρημάτων και εξασφαλίζεται ταχεία αντίδραση σε συνθήκες βραχυκυκλώματος με διακοπή της τροφοδοσίας μέσα σε ελάχιστο χρόνο.

Κάποια βασικά χαρακτηριστικά είναι:

- Χειροκίνητος έλεγχος/προστασία από βραχυκύκλωμα και υπερφόρτιση.
- Ρυθμιζόμενη τιμή ρεύματος για προστασία από υπερφόρτιση και ένδειξη ενεργοποίησης της μαγνητικής προστασίας.
- Τηλεχειρισμός μέσω πηνίου έλλειψης τάσης ή πηνίου εργασίας.
- Ικανότητα διακοπής σε βραχυκύκλωμα μέχρι 100KA.

Βασικά πλεονεκτήματα είναι:

- Μικρές διαστάσεις.
- Προστασία και σε εφαρμογές αστέρα-τρίγωνο.
- Εύκολη διακοπή των κυκλωμάτων τροφοδοσίας κινητήρων για μικρότερο χρόνο συντήρησης και ολοκληρωμένη προστασία κινητήρων για αποφυγή βλαβών.



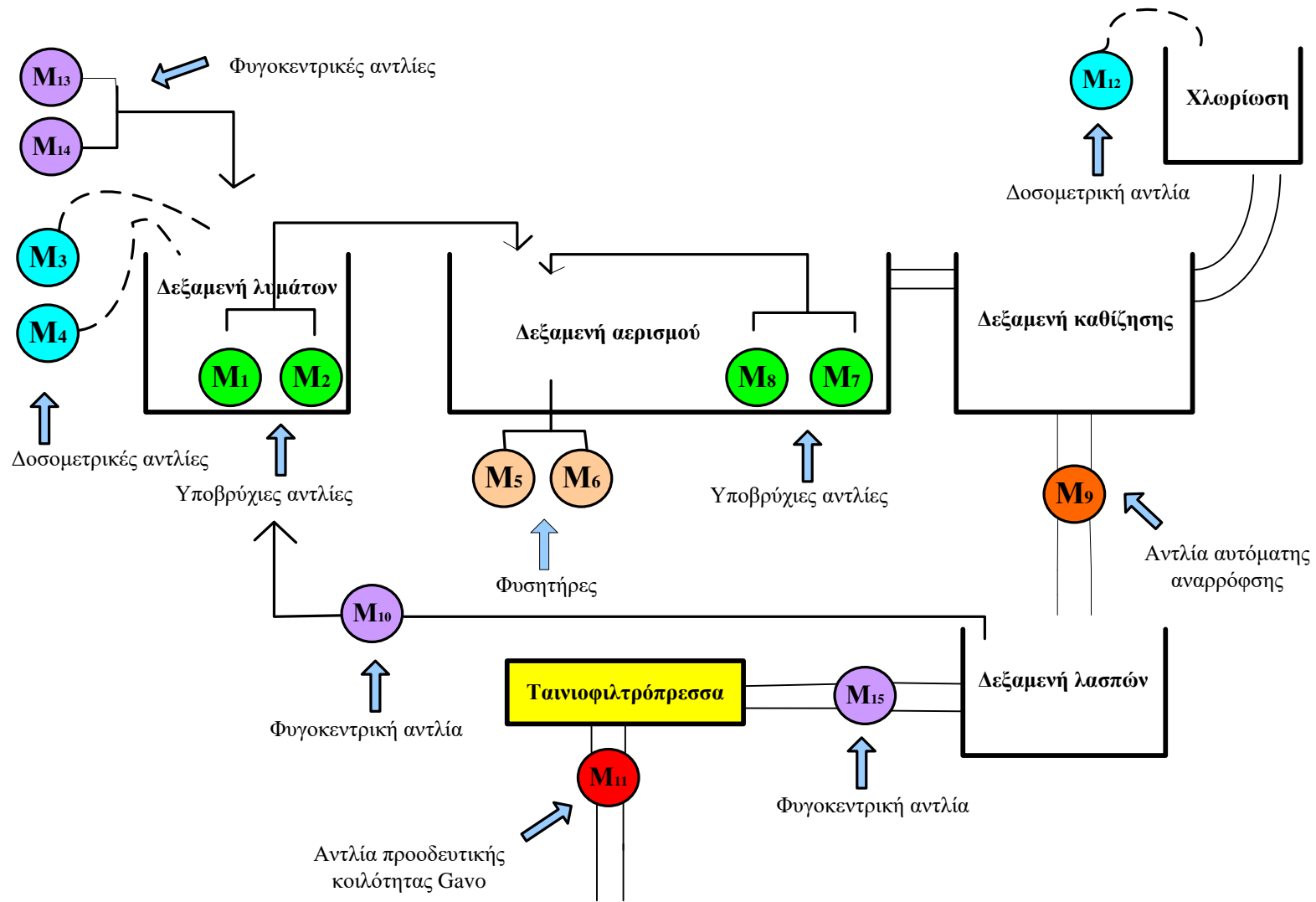
Εικόνα 3.12:Θερμομαγνητικός διακόπτης

3.2 Υπολογισμός διατομών και μέσων προστασίας

Ο υπολογισμός των διατομών και των ασφαλειών θα γίνει με βάση δύο κριτήρια. Το ένα είναι με βάση την ασφαλή λειτουργία της γραμμής μέσω του υπολογισμού του ονομαστικού ρεύματος της γραμμής. Το δεύτερο κριτήριο είναι με βάση την πτώση τάσης. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή πτώσης τάσης σε εγκαταστάσεις κίνησης όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι 3%. Οι διατομές αναγράφονται σε ειδικούς πίνακες από όπου επιλέγουμε την κατάλληλη διατομή ανάλογα με το ρεύμα που θα υπολογίσουμε και στην συνέχεια από την πτώση τάσης. Επιπλέον θα υπάρξει αναφορά και στα είδη των ηλεκτρονόμων και των θερμικών για τα οποία θα γίνει περισσότερη ανάλυση στο επόμενο κεφάλαιο.

Ο τύπος για τον υπολογισμό της πτώσης τάσης είναι $\Delta V = I \cdot R \cdot \cos\phi + X \cdot I \cdot \sin\phi$. Για διατομές μεγαλύτερες από 16mm^2 και για απόσταση μικρότερη από 100m το X από τον τύπο είναι μηδέν. Η αντίσταση πρέπει να είναι υπολογισμένη για τους 70°C . Πρώτα βρίσκουμε την αντίσταση στους 20°C από τον τύπο $R_{20^\circ\text{C}} = 1 / (K \cdot \Delta)$, όπου K σταθερά και Δ διατομή. Ο τύπος για τους 70°C είναι $R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + 0,004 \cdot 50)$. Το ρεύμα είναι το ονομαστικό.

Ο υπολογισμός θα γίνει για όλους τους κινητήρες των αντλιών εκτός από τις δοσομετρικές αντλίες οι οποίες έχουν δικό τους ενσωματωμένο μικρό ηλεκτροκινητήρα.



Εικόνα 3.13:Block διάγραμμα

Το 3% της πτώσης τάσης στα είναι 6,9 Volt (ανά φάση).

M1,M2: Απόσταση από πίνακα διανομής 70m. Καλώδια πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 0,87 (δύο πολυπολικά καλώδια μαζί).

- Ισχύς: P=2,2 KW (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: F=50 Hz.
- Προστασία IP55.
- Cosφ=0,82.
- n=81%.
- Αριθμός πόλων: 4.
- Ταχύτητα: 1420 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 1500 στρ/λ).

$$I_{ον} = \frac{2200/0,81}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = 4,87A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{4,87 \cdot 1,25}{0,87} = 6,86A.$$

Άρα: Διατομή 1,5mm² με I_ο=20A.

Για τον υπολογισμό της ασφάλειας: I_{max} = 20 · 0,87 = 17,4A.

Για την ασφάλεια θα πρέπει να ισχύει (I_{ον} < ΑΣΦ < I_{max}). Άρα έχουμε ασφάλεια τήξεως 16A βραδείας τήξεως a.m.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με I_N=9A, ισχύς 4KW, AC-23.

Θερμικά: Θερμικά 4,2-5,7A με ρύθμιση στα 4,8A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} 0,0119 \Omega/m. \quad , \quad 0,0119 \cdot 70 = 0,833 \Omega.$$

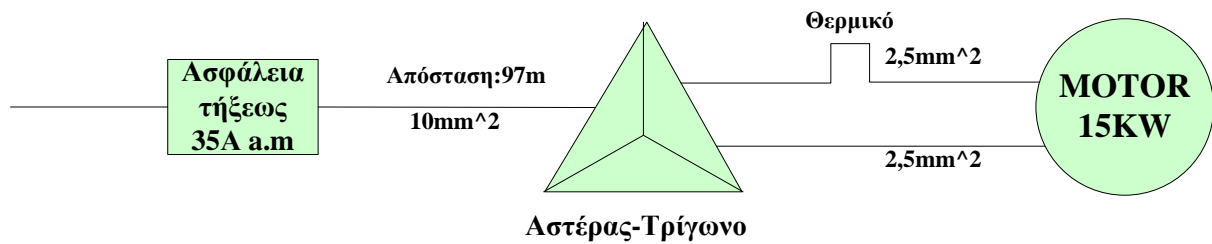
$$R_{70^{\circ}\text{C}} = 0,833 \cdot 1,2 = 0,9996 \Omega.$$

$$\text{Άρα } \Delta V = 4,78 \cdot 0,9996 \cdot 0,82 = 3,81 \text{ Volt. } < 6,9 \text{ Volt άρα είμαστε εντάξει.}$$

Άρα Διατομή 1,5mm² και Ασφάλεια τήξης 16A a.m.

M5,M6: Απόσταση από πίνακα διανομής 97m. Καλώδια πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 0,87 (δύο πολυπολικά καλώδια μαζί). Εκκίνηση κινητήρων σε αστέρα-τρίγωνο.

- Ισχύς: P=15KW (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: F=50 Hz.
- Προστασία IP55.
- Cosφ=0,87.
- n=91%.
- Αριθμός πόλων: 4.
- Ταχύτητα: 1455 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 1500 στρ/λ).



$$I_{on} = \frac{15000/0,91}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,87} = 27,34A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{27,34 \cdot 1,25}{0,87} = 39,29A.$$

Άρα: Διατομή $6mm^2$ με $I_o=43A$.

Στους παρακάτω δύο κινητήρες αντί για ασφάλειες θα βάλουμε θερμομαγνητικούς διακόπτες. Ο υπολογισμός τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως με τις ασφάλειες.

Για τον υπολογισμό του θερμομαγνητικού: $I_{max} = 43 \cdot 0,87 = 37,41A$.

Για τον θερμομαγνητικό θα πρέπει να ισχύει ($I_{on} < \Theta EPM < I_{max}$). Άρα έχουμε θερμομαγνητικό διακόπτη 32A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ C} = \frac{1}{56 \cdot 6} \equiv 0,002976 \Omega/m. \quad , \quad 0,002976 \cdot 97 = 0,2886 \Omega.$$

$$R_{70^\circ C} = 0,2886 \cdot 1,2 = 0,3464 \Omega.$$

Άρα $\Delta V = 27,34 \cdot 0,3464 \cdot 0,87 = 8,24 Volt$. $> 6,9 Volt$ άρα δεν είμαστε εντάξει.

Σε αυτή την περίπτωση όπου η πτώση τάση περνάει την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή των 6,9 Volt πηγαίνουμε στην αμέσως μεγαλύτερη διατομή.

Άρα: Διατομή $10mm^2$ με $I_o=59A$.

Για τον υπολογισμό του θερμομαγνητικού: $I_{max} = 59 \cdot 0,87 = 51,33A$.

Για τον θερμομαγνητικό θα πρέπει να ισχύει ($I_{on} < \Theta EPM < I_{max}$). Άρα έχουμε θερμομαγνητικό διακόπτη 50A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ C} = \frac{1}{56 \cdot 10} = 1,785 \Omega/m. \quad , \quad 1,785 \cdot 97 = 0,1732 \Omega.$$

$$R_{70^\circ C} = 0,1732 \cdot 1,2 = 0,2078 \Omega.$$

Άρα $\Delta V = 27,34 \cdot 0,2078 \cdot 0,87 = 4,94 Volt$. $< 6,9 Volt$ άρα είμαστε εντάξει.

Άρα Διατομή $10mm^2$ και Θερμομαγνητικό διακόπτη 50A.

$$I_{\Delta} = \frac{27,34}{\sqrt{3}} = 15,78A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } 15,78 \cdot 1,25 = 19,73A.$$

Άρα Διατομή $2,5mm^2$.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): ΚΜ_{ΤΡΑΜΜΗΣ}: AF16-30-10 με $I_N=18A$, AC-23.

ΚΜ_{ΑΣΤΕΡΑ}: AF09-30-10 με $I_N=18A$, AC-23.

ΚΜ_{ΤΡΙΓΩΝΟ}: AF16-30-10 με $I_N=18A$, AC-23.

Θερμικά: Θερμικά 16-20A με ρύθμιση στα 16A.

M7,M8: Απόσταση από πίνακα διανομής 98,5m. Καλώδια πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 0,87 (δύο πολυπολικά καλώδια μαζί).

- Ισχύς: $P=1,5KW$ (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: $F=50$ Hz.
- Προστασία IP55.
- $\cos\phi=0,75$.
- $\eta=78\%$.
- Αριθμός πόλων: 6.
- Ταχύτητα: 944 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 1000 στρ/λ).

$$I_{ον} = \frac{1500/0,78}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,75} = 3,70A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{3,70 \cdot 1,25}{0,87} = 5,31A.$$

Άρα: Διατομή $1,5mm^2$ με $I_0=20A$.

Για τον υπολογισμό της ασφάλειας: $I_{max} = 20 \cdot 0,87 = 17,4A$.

Για την ασφάλεια θα πρέπει να ισχύει ($I_{ον} < A\Phi < I_{max}$). Άρα έχουμε ασφάλεια τήξης 16A βραδείας τήξεως a.m.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με $I_N=9A$, ισχύς 4KW, AC-23.

Θερμικά: Θερμικά 3,1-4,2A με ρύθμιση στα 3,8A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ C} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,0119\Omega/m. \quad , \quad 0,0119 \cdot 98,5 = 1,17215\Omega.$$

$$R_{70^\circ C} = 1,17215 \cdot 1,2 = 1,40658\Omega.$$

Άρα $\Delta V = 3,70 \cdot 1,40658 \cdot 0,75 = 3,903V_{olt}$. $< 6,9V_{olt}$ άρα είμαστε εντάξει.

Άρα Διατομή $1,5mm^2$ και Ασφάλεια τήξης 16A a.m.

M9: Απόσταση από πίνακα διανομής 80m. Καλώδιο πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 1 (είναι 1 γιατί είναι μόνο του ένα πολυπολικό καλώδιο).

- Ισχύς: $P=3KW$ (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: $F=50$ Hz.
- Προστασία IP55.
- $\cos\phi=0,76$.
- $\eta=86\%$.

- Αριθμός πόλων: 6.
- Ταχύτητα: 960 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 1000 στρ/λ).

$$I_{ov} = \frac{3000/0,86}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,76} = 6,62A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{6,62 \cdot 1,25}{1} = 8,275A.$$

Άρα: Διατομή $1,5\text{mm}^2$ με $I_o=20A$.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με $I_N=9A$, ισχύς 4KW, AC-23.

Στον παρακάτω κινητήρα αντί για ασφάλειες και θερμικό θα βάλουμε θερμομαγνητικό διακόπτη.

Θερμομαγνητικός διακόπτης: Θερμομαγνητικός 6,3-10A με ρύθμιση στα 6,62A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ C} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,0119\Omega/m. \quad , \quad 0,0119 \cdot 80 = 0,952\Omega.$$

$$R_{70^\circ C} = 0,952 \cdot 1,2 = 1,1424\Omega.$$

$$\text{Άρα } \Delta V = 6,62 \cdot 1,1424 \cdot 0,76 = 5,74\text{Volt}. < 6,9\text{Volt} \text{ άρα είμαστε εντάξει.}$$

Άρα Διατομή $1,5\text{mm}^2$ και Θερμομαγνητικός διακόπτης ρυθμισμένος στα 6,62A.

M10, M15: Απόσταση από πίνακα διανομής 50m. Καλώδια πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 0,87 (δύο πολυπολικά καλώδια μαζί).

- Ισχύς: $P=2,2\text{KW}$ (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: $F=50\text{ Hz}$.
- Προστασία IP 55.
- $\text{Cos}\phi=0,71$.
- $n=78\%$.
- Αριθμός πόλων: 8.
- Ταχύτητα: 710 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 750 στρ/λ).

$$I_{ov} = \frac{2200/0,78}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,71} = 5,73A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{5,73 \cdot 1,25}{0,87} = 8,23A.$$

Άρα: Διατομή $1,5\text{mm}^2$ με $I_o=20A$.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με $I_N=9A$, ισχύς 4KW, AC-23.

Στους παρακάτω κινητήρες αντί για ασφάλειες και θερμικά θα βάλουμε θερμομαγνητικούς διακόπτες.

Θερμομαγνητικοί διακόπτες: Θερμομαγνητικοί 4-6,3A με ρύθμιση στα 5,73A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ C} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,0119\Omega/m. \quad , \quad 0,0119 \cdot 50 = 0,595\Omega.$$

$$R_{70^\circ C} = 0,595 \cdot 1,2 = 0,714\Omega.$$

$$\text{Άρα } \Delta V = 5,73 \cdot 0,714 \cdot 0,71 = 2,90\text{Volt}. < 6,9\text{Volt} \text{ άρα είμαστε εντάξει.}$$

Άρα Διατομή $1,5\text{mm}^2$ και Θερμομαγνητικοί διακόπτες ρυθμισμένοι στα 5,73A.

M11: Απόσταση από πίνακα διανομής 35m. Καλώδιο πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 1 (είναι 1 γιατί είναι μόνο του ένα πολυπολικό καλώδιο).

- Ισχύς: P=3KW (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: F=50 Hz.
- Προστασία IP55.
- Cosφ=0,73.
- n=79%.
- Αριθμός πόλων: 8.
- Ταχύτητα: 710 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 750 στρ/λ).

$$I_{ον} = \frac{3000/0,79}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,73} = 7,50A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{7,50 \cdot 1,25}{1} = 9,38A.$$

Άρα: Διατομή 1,5mm² με I_ο=20A.

Για τον υπολογισμό της ασφάλειας: I_{max} = 20 · 1 = 20A.

Για την ασφάλεια θα πρέπει να ισχύει (I_{ον} < ΑΣΦ < I_{max}). Άρα έχουμε ασφάλεια τήξης 16A βραδείας τήξεως a.m.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με I_N=9A, ισχύς 4KW, AC-23.

Θερμικό: Θερμικό 7,6-10A με ρύθμιση στα 7,50A.

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,0119\Omega/m. \quad , \quad 0,0119 \cdot 35 = 0,4165\Omega.$$

$$R_{70^{\circ}C} = 0,4165 \cdot 1,2 = 0,4998\Omega.$$

Άρα ΔV = 7,50 · 0,4998 · 0,73 = 2,73Volt. <6,9Volt άρα είμαστε εντάξει.

Άρα Διατομή 1,5mm² και Ασφάλεια τήξης 16A a.m.

M13,M14: Απόσταση από πίνακα διανομής 72m. Καλώδια πάνω σε σχάρα. Συντελεστής γειτνίασης 0,87 (δύο πολυπολικά καλώδια μαζί).

- Ισχύς: P=3KW (Ασύγχρονος τριφασικός βραχυκυκλωμένου δρομέα).
- Συχνότητα: F=50 Hz.
- Προστασία IP55.
- Cosf=0,76.
- n=87%.
- Αριθμός πόλων: 6.
- Ταχύτητα: 960 στρ/λ (Ασύγχρονες στροφές, οι σύγχρονες είναι 1000 στρ/λ).

$$I_{ον} = \frac{3000/0,87}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,76} = 6,54A. \quad \text{Επειδή έχω κινητήρα τότε } \frac{6,54 \cdot 1,25}{0,87} = 9,39A.$$

Άρα: Διατομή 1,5mm² με I_ο=20A.

Είδη ηλεκτρονόμων (ρελέ ισχύος): AF09-30-10 με $I_N=9A$, ισχύς 4KW, AC-23.

Στους παρακάτω κινητήρες αντί για ασφάλειες και θερμικά θα βάλουμε θερμομαγνητικούς διακόπτες.

Θερμομαγνητικοί διακόπτες: Θερμομαγνητικοί 6,3-10A με ρύθμιση στα 6,54A.

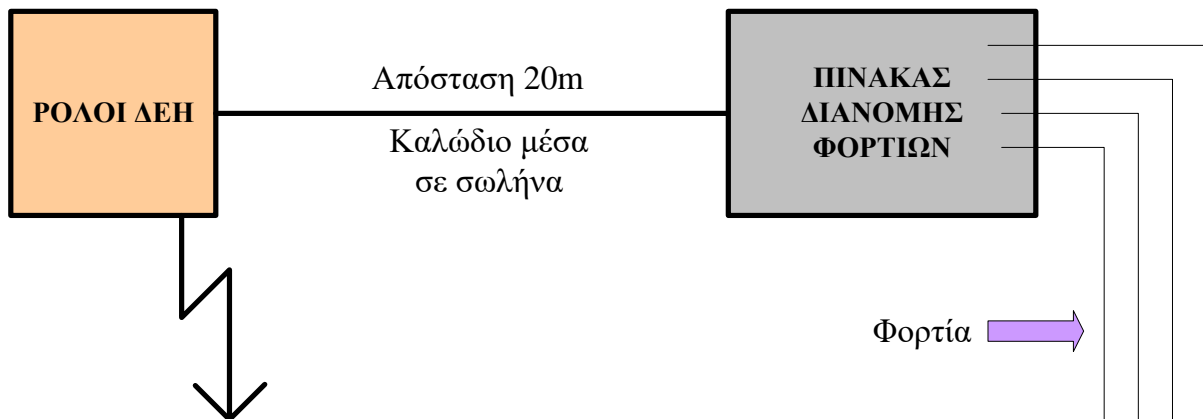
Έλεγχος πτώσης τάσης: $R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,0119 \Omega/m$, $0,0119 \cdot 72 = 0,8568 \Omega$.

$R_{70^{\circ}C} = 0,8568 \cdot 1,2 = 1,02816 \Omega$.

Άρα $\Delta V = 6,54 \cdot 1,02816 \cdot 0,76 = 5,11 Volt$. <6,9Volt άρα είμαστε εντάξει.

Άρα Διατομή $1,5mm^2$ και Θερμομαγνητικοί διακόπτες ρυθμισμένοι στα 6,54A.

Υπολογισμός παραγωγικού καλωδίου: Απόσταση από ρολόι της ΔΕΗ 20m. Καλώδιο μέσα σε σωλήνα. Συντελεστής γειννίασης 0,85 (ένα πολυπολικό καλώδιο μόνο του).



$$\begin{aligned}
 I_{o\lambda R} &= 4,87 \cdot 0,82 + 4,87 \cdot 0,82 + 27,34 \cdot 0,87 + 27,34 \cdot 0,87 + 3,70 \cdot 0,75 + 3,70 \cdot 0,75 \\
 &\quad + 6,62 \cdot 0,76 + 5,73 \cdot 0,71 + 5,73 \cdot 0,71 + 7,50 \cdot 0,73 + 6,54 \cdot 0,76 + 6,54 \\
 &\quad \cdot 0,76 \\
 &= 3,9934 + 3,9934 + 23,78 + 23,78 + 2,775 + 2,775 + 5,031 + 4,0683 \\
 &\quad + 4,0683 + 5,475 + 4,97 + 4,97 \equiv 89,67A.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{o\lambda x} &= 4,87 \sin(\cos^{-1}0,82) + 4,87 \sin(\cos^{-1}0,82) + 27,34 \sin(\cos^{-1}0,87) \\
 &\quad + 27,34 \sin(\cos^{-1}0,87) + 3,70 \sin(\cos^{-1}0,75) + 3,70 \sin(\cos^{-1}0,75) \\
 &\quad + 6,62 \sin(\cos^{-1}0,76) + 5,73 \sin(\cos^{-1}0,71) + 5,73 \sin(\cos^{-1}0,71) \\
 &\quad + 7,50 \sin(\cos^{-1}0,73) + 6,54 \sin(\cos^{-1}0,76) + 6,54 \sin(\cos^{-1}0,76) \\
 &= 63,38A.
 \end{aligned}$$

$$I_{ολ} = \sqrt{I_{ολ}R^2 + I_{ολ}X^2} = 109,80A.$$

$$\cos\varphi_{ολ} = \frac{89,67}{109,80} = 0,81. \quad , \quad 109,82 \div 0,85 = 129,2A.$$

Άρα: Διατομή 50mm^2 με $I_0=168A$.

Για τον υπολογισμό του μέσου προστασίας:

$$I_{max} = 168 \cdot 0,85 = 142,8A.$$

Άρα θα βάλουμε αυτόματο διακόπτη 125A (88-125A).

$$\text{Έλεγχος πτώσης τάσης: } R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{56 \cdot 50} = 3,57 \cdot 10^{-4} \Omega/m. \quad , \quad 3,57 \cdot 10^{-4} \cdot 20 = 7,14 \cdot 10^{-3} \Omega.$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = 7,14 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 = 8,568 \cdot 10^{-3}.$$

Άρα $\Delta V = 109,80 \cdot 8,568 \cdot 10^{-3} \cdot 0,81 = 0,762\text{Volt}$. $< 6,9\text{Volt}$ άρα είμαστε εντάξει.

Άρα Διατομή 50mm^2 και Αυτόματος διακόπτης 125A (88-125A).

Στο ρολόι της ΔΕΗ θα μπουν Ασφάλειες τήξεως 125A.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Αυτοματισμός

4.1 Λίγα λόγια για τον αυτοματισμό

Λέγοντας την λέξη αυτοματισμός εννοούμε την διαδικασία κατά την οποία γίνεται έλεγχος μίας ή περισσότερων διαδικασιών. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με ηλεκτρομηχανικά υλικά. Κάποια από αυτά τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε ένα κλασικό αυτοματισμό είναι τα ρελέ ισχύος αλλιώς οι ηλεκτρονόμοι, τα θερμικά και τα χρονικά. Με την πάροδο των χρόνων όμως και καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και υπάρχει η ανάγκη για πολύπλοκες εφαρμογές τα ηλεκτρομηχανικά μέρη αδυνατούν να ανταπεξέλθουν. Έτσι έχουν αναπτυχθεί τα ηλεκτρονικά. Τα ηλεκτρονικά έχουν πιο γρήγορη απόκριση από ότι τα ρελέ ισχύος και μπορούν να προγραμματιστούν σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες. Στην παρούσα πτυχιακή θα ασχοληθούμε κυρίως με τα ηλεκτρομηχανικά μέρη ενός αυτοματισμού.

Ο αυτόματος έλεγχος σε μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Μια μονάδα καθαρισμού δέχεται στην είσοδό του οτιδήποτε καταλήγει στο δίκτυο αποχέτευσης. Έτσι μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα και κίνδυνοι στην υγεία, διάφορα χημικά μπορούν να προκαλέσουν το θάνατο των χρήσιμων για την αποσύνθεση μικροοργανισμών ενώ επιπλέον μπορεί να πλημμυρίσει η μονάδα από υψηλές παροχές αποβλήτων. Με βάση όλα αυτά η αξιοπιστία των αισθητήρων και των κυκλωμάτων αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι μεγάλη. Ο σωστός έλεγχος, συντήρηση και χειρισμός αυτών οδηγεί στην ομαλή λειτουργία της μονάδας και στην αποφυγή των παραπάνω προβλημάτων.

4.2 Αυτοματισμός και ανάλυση ηλεκτρολογικών σχεδίων

4.2.1 Πίνακας αυτοματισμού και ανάλυση των υλικών των σχεδίων

Ο έλεγχος της παραπάνω μονάδας βιολογικού καθαρισμού γίνεται μέσω πίνακα αυτοματισμού. Τα υλικά τα οποία περιέχονται στον πίνακα είναι τα εξής:

- Γενικός αυτόματος διακόπτης 125A.
- Μετασχηματιστές έντασης 150/5, για την καταγραφή μέσω ψηφιακού πολυόργανου της τάσης, του ρεύματος και του $\cos\phi$.



Εικόνα 4.1: Μετασχηματιστής έντασης

- Ψηφιακό πολύοργανο: Το ψηφιακό πολύοργανο τοποθετείται στην πόρτα και μετρά όλες τις καταναλώσεις.



Εικόνα 4.2: Ψηφιακό πολύοργανο

- Επιτηρητής τάσης: Ο επιτηρητής τάσης είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που κάνει έλεγχο της τάσης στο δίκτυο της εγκατάστασης για υπόταση, υπέρταση και ασυμμετρία φάσεων στα τριφασικά συστήματα. Ο επιτηρητής εγκαθίσταται μετά τον γενικό διακόπτη και πριν από κάθε άλλο υλικό στον πίνακα ώστε να μπορεί να έχει τον έλεγχο της τάσης. Στον πίνακα αυτοματισμού της μονάδας βιολογικού καθαρισμού ο επιτηρητής ασφαρίζεται μέσω τριών μικροαυτόματων 6Α ο κάθε ένας.



Εικόνα 4.3:Επιτηρητής τάσης

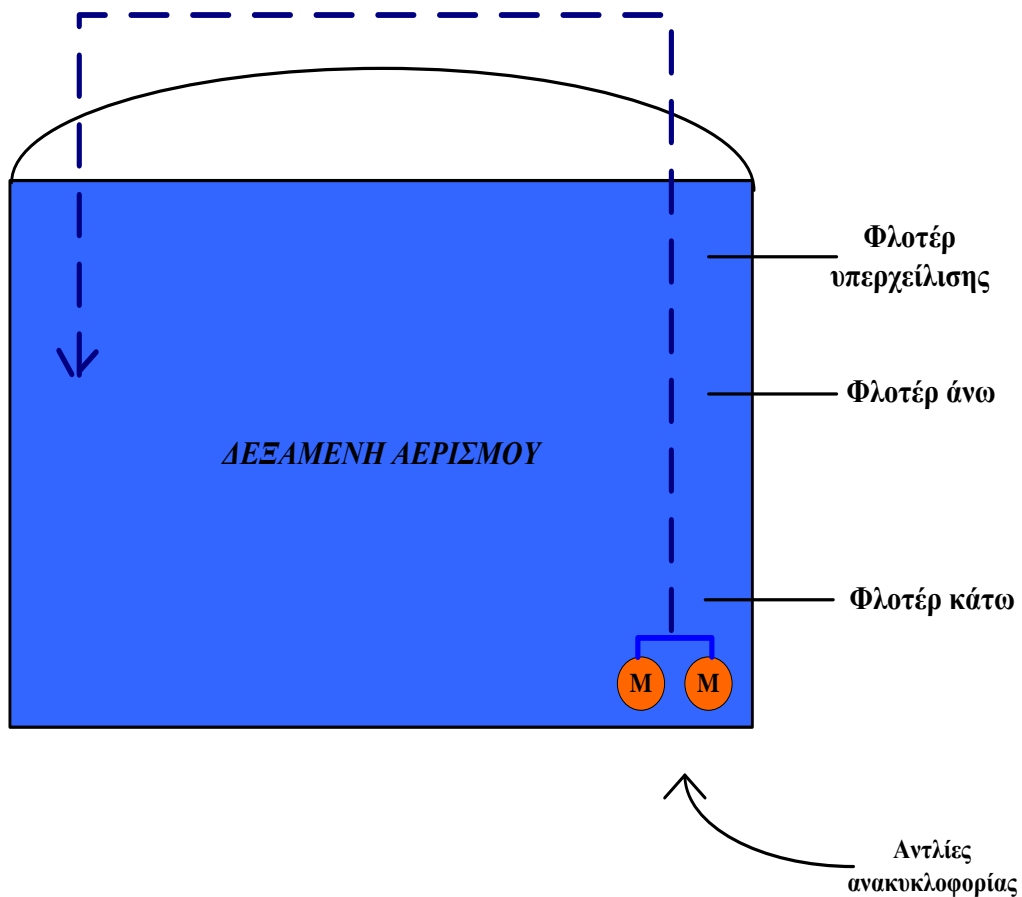
- Θερμομαγνητικά και θερμικά: Στο κύκλωμα ισχύος χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα θερμομαγνητικά και θερμικά με την σωστή ρύθμιση για το κάθε ένα από αυτά.
- Ρελέ ισχύος: Τα ρελέ ισχύος που χρησιμοποιούνται είναι με τάση πηνίου 230V.
- Διακόπτες επιλογής 1-0-2 (auto-manual). Οι συγκεκριμένοι διακόπτες έχουν 2 θέσεις λειτουργίας και στην εφαρμογή μας τους χρησιμοποιούμε για να θέσουμε τις αντλίες σε αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία.



Εικόνα 4.4: Διακόπτης επιλογής 1-0-2

4.2.2 Περιγραφή λειτουργίας αυτοματισμού και απεικόνιση σχεδίων

Ο αυτοματισμός ο οποίος έχει σχεδιαστεί στο παρακάτω σχέδιο αφορά την δεξαμενή αερισμού και πιο συγκεκριμένα την λειτουργία των δύο αντλιών ανακυκλοφορίας. Στην δεξαμενή αερισμού της μονάδας του βιολογικού καθαρισμού είναι τοποθετημένα τρία φλοτέρ στάθμης τα οποία ορίζουν την στάθμη του νερού που υπάρχει σε αυτή. Όταν η στάθμη του νερού βρίσκεται στο ύψος του πρώτου φλοτέρ δεν λειτουργεί καμία από τις δύο αντλίες ανακυκλοφορίας. Όταν το νερό φτάσει στο ύψος του δεύτερου φλοτέρ θα ξεκινήσει να δουλεύει η πρώτη αντλία. Στην συνέχεια, όταν το νερό ξαναπέσει στο ύψος του πρώτου φλοτέρ θα σταματήσει η λειτουργία της αντλίας. Με την επανάληψη της ίδιας διαδικασίας για δεύτερη φορά, θα μπει σε λειτουργία η δεύτερη αντλία (εναλλαγή αντλιών). Τέλος, όταν το νερό φτάσει στο ύψος του τρίτου φλοτέρ θα μπουν σε ταυτόχρονη λειτουργία και οι δύο αντλίες. Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται με την βοήθεια τεσσάρων ρελέ ισχύος, δύο κύριων για τις δύο αντλίες και δύο βοηθητικά ρελέ.




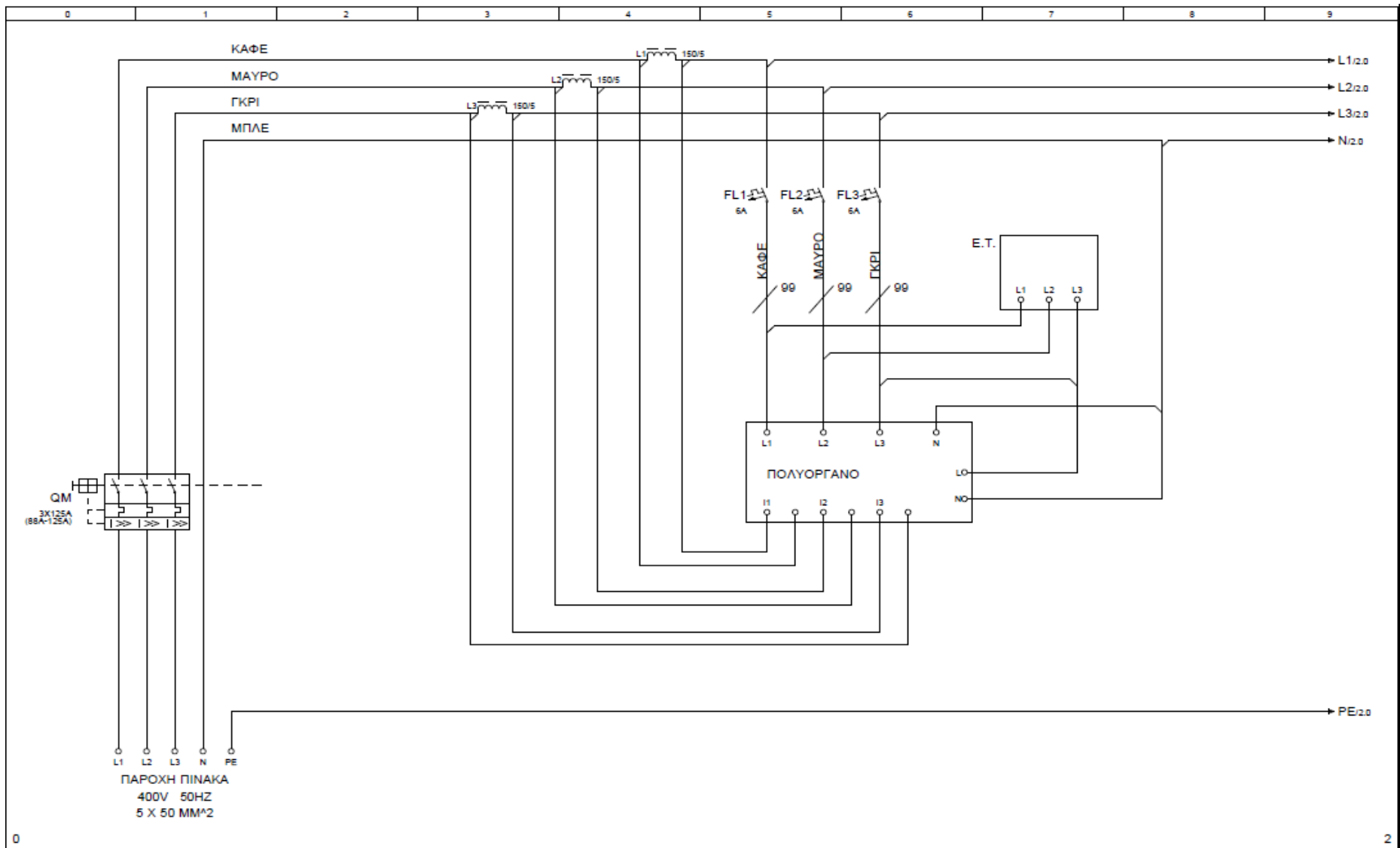
Εικόνα 4.5: Δεξαμενή αερισμού


Το κύκλωμα ισχύος αφορά τα μοτέρ όλης της μονάδας του βιολογικού καθαρισμού της ξενοδοχειακής μονάδας. Αυτά προστατεύονται μέσω θερμομαγνητικών διακοπών, θερμικών αλλά και ασφαλειών τήξης.

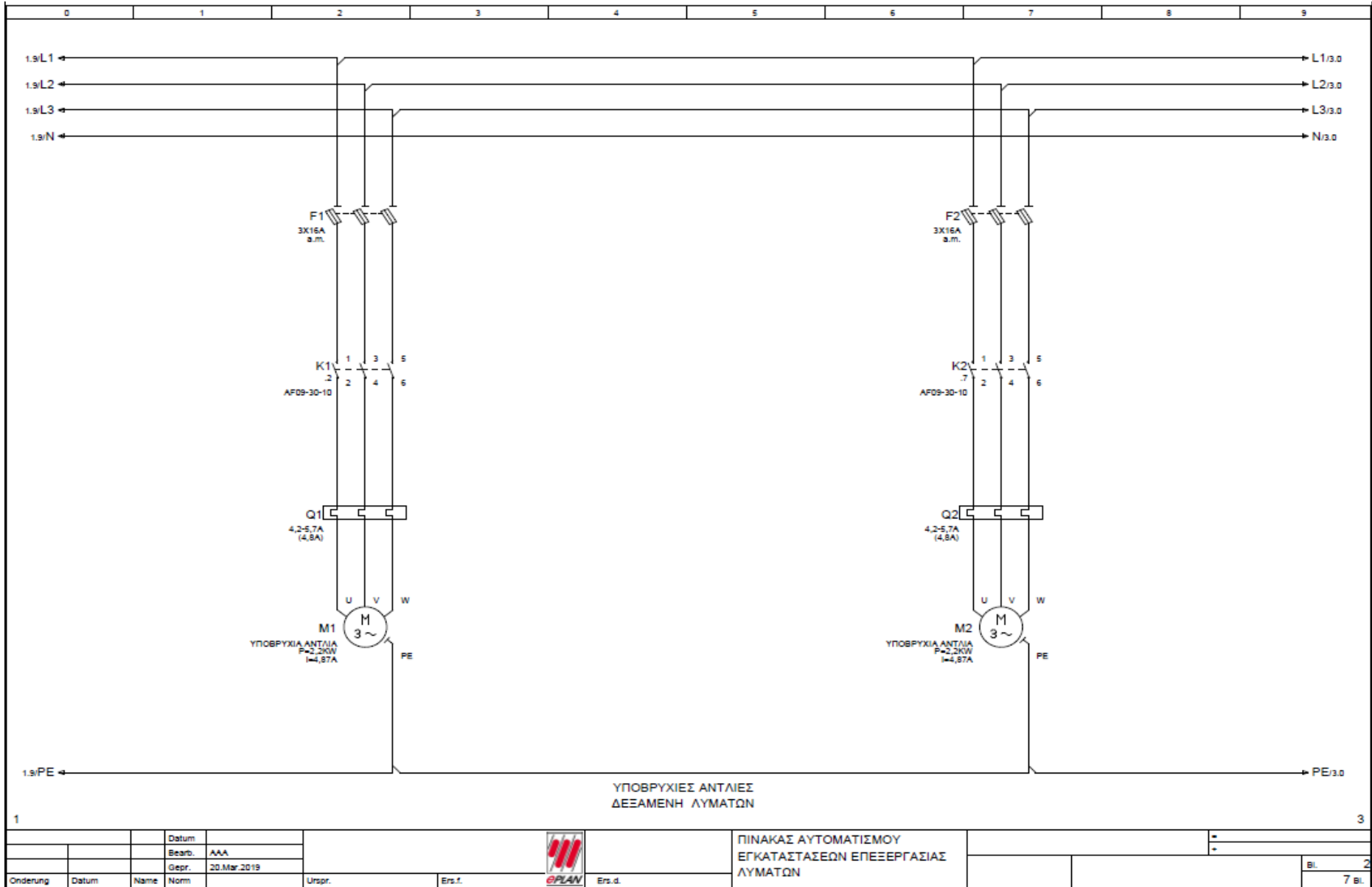
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

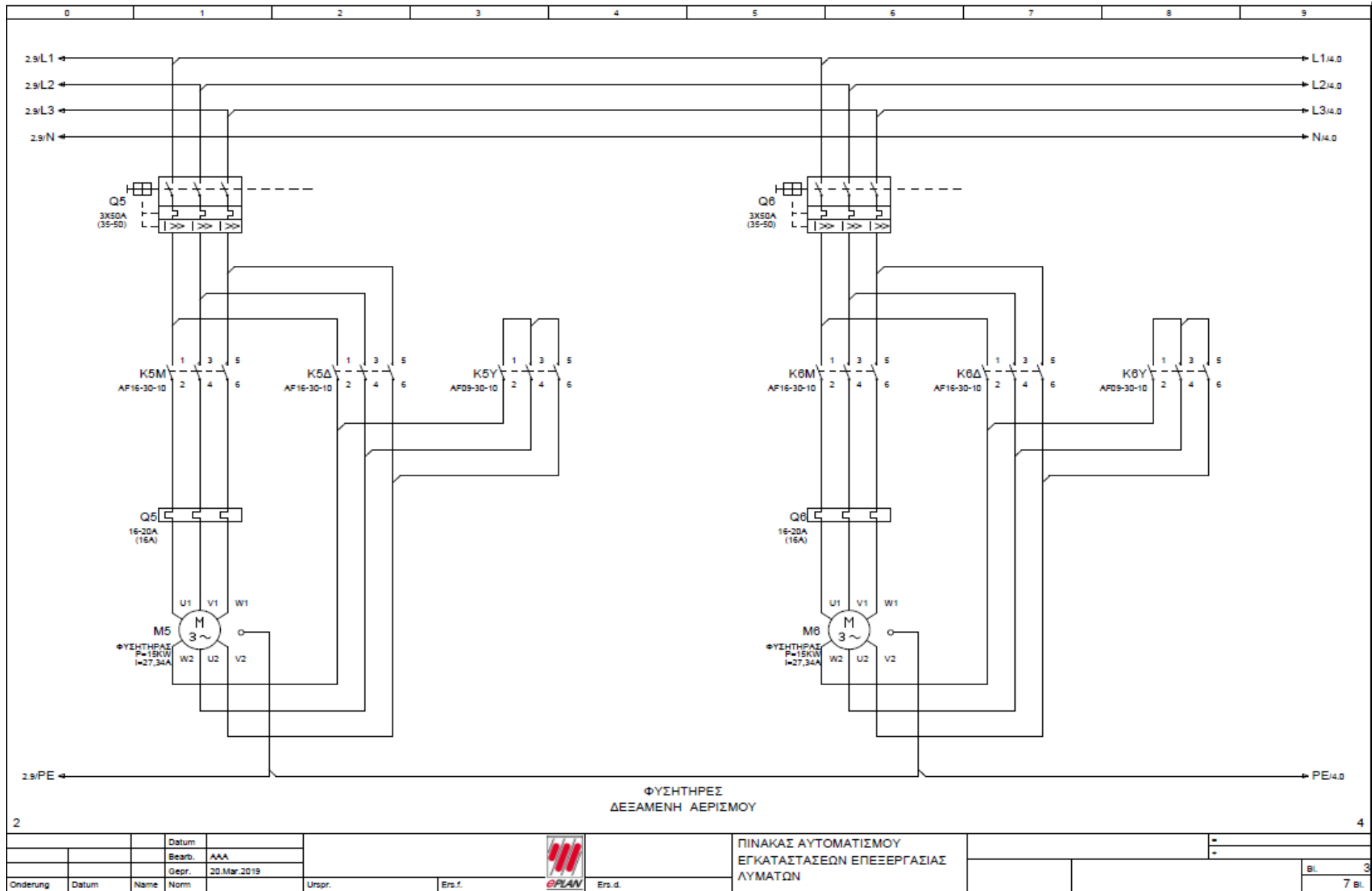
1

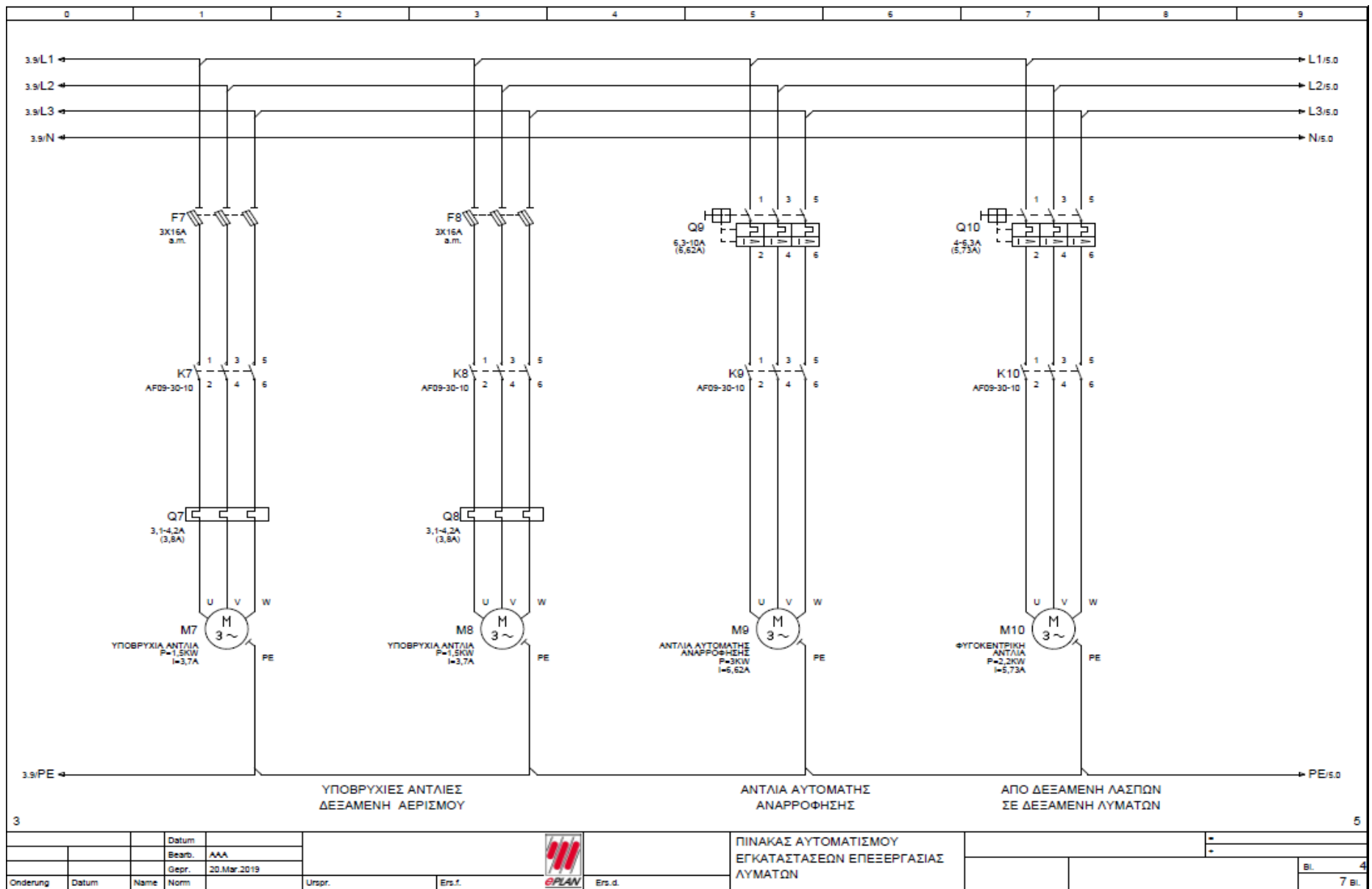
		Datum				ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ			-	
		Bearb.	AAA						-	
		Gepr.	15.Oct.2018						Bil.	0
Änderung	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.			Bil.	0 Bil.



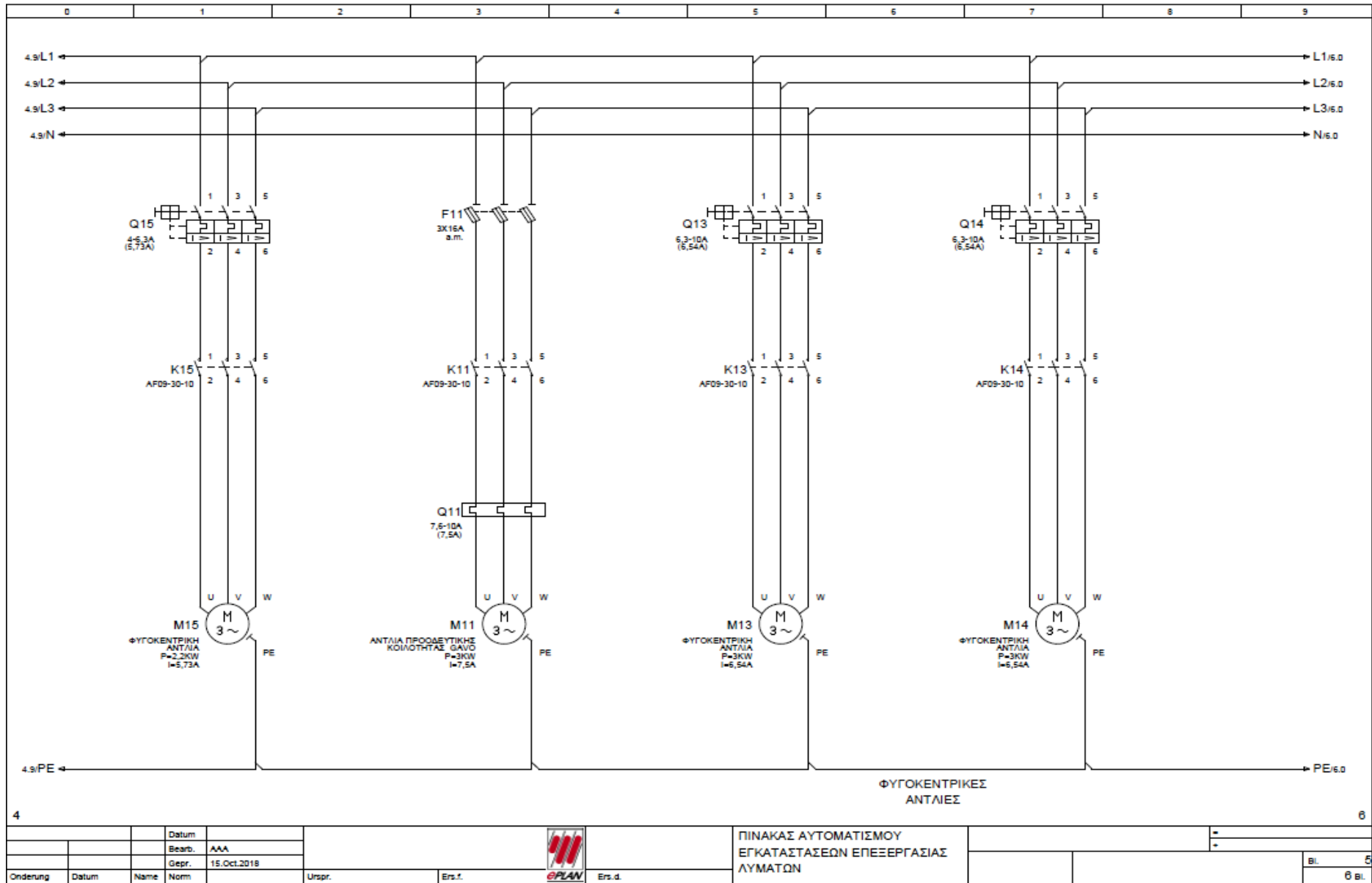
		Datum	05.Oct.2012				ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ			
		Bearb.	AAA				ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ			
		Gepr.	20.Mar.2019				ΛΥΜΑΤΩΝ			
Ondering	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.			Bl.	1
									7 Bl.	

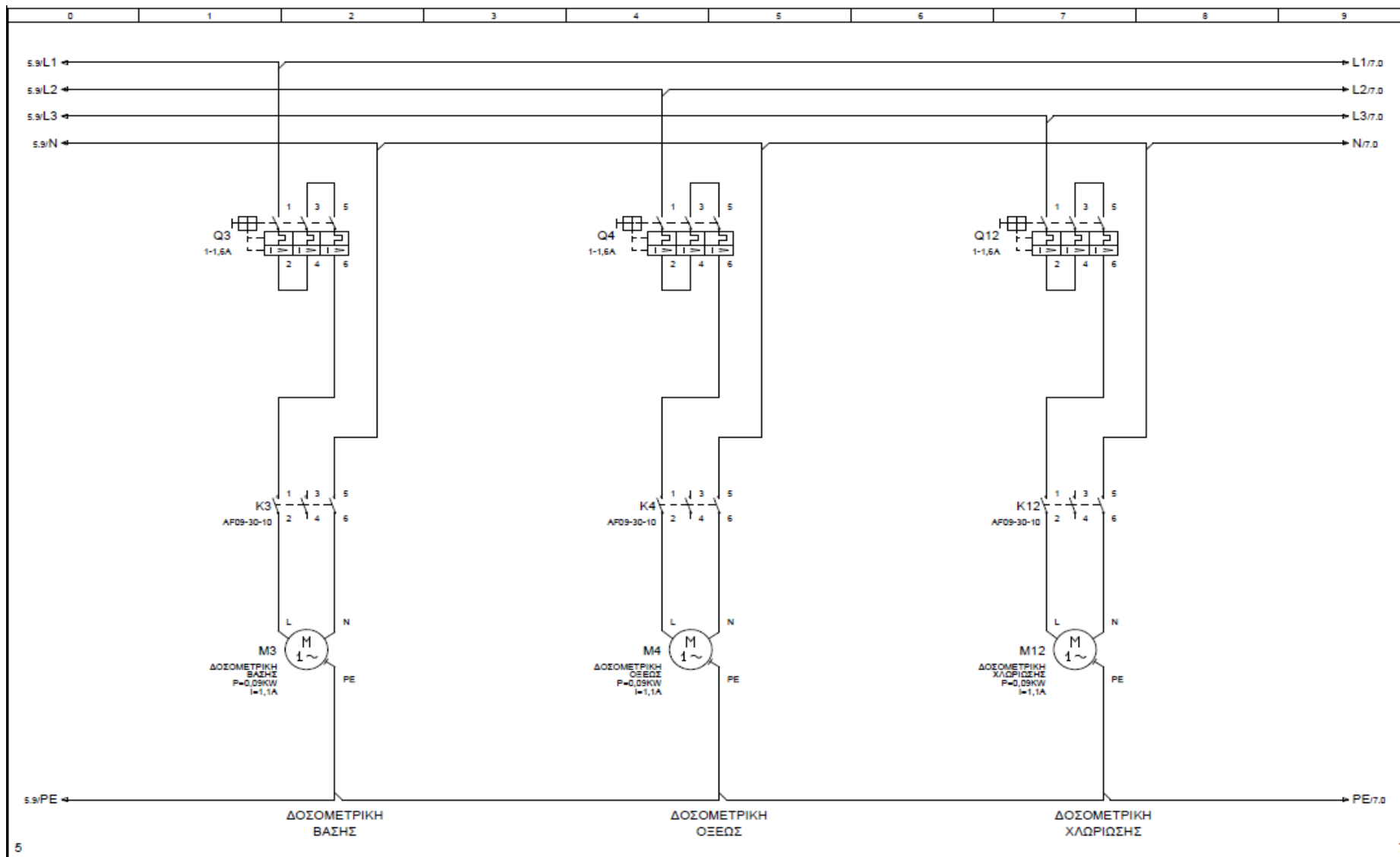




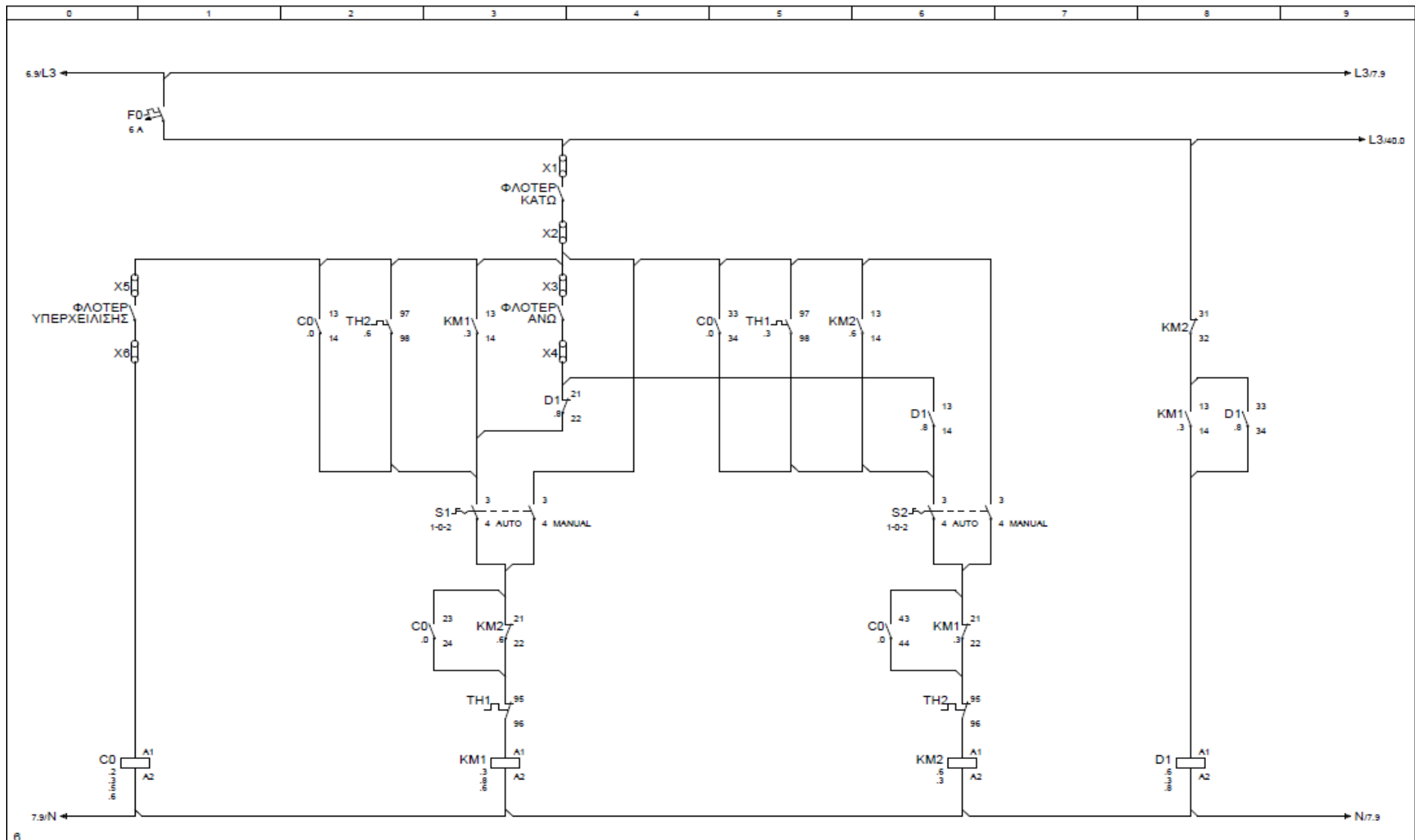



3		Datum		Ers.d.		ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ		-	
		Bearb. AAA		Ers.f.				-	
		Gepr. 20.Mar.2019		Ers.d.				Bl. 4	
Ondering	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.			7 Bl.





		Datum									
		Bearb.	AAA								
		Gepr.	20.Mar.2019								
Orderung	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.		Ers.d.	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ			
										Bl. 7 Bl.	



		Datum					ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ			
		Bearb.	WAA				ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ			
		Gepr.	20.Mar.2019				ΛΥΜΑΤΩΝ			
Ondering	Datum	Name	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.			Bl.	7
										7 Bl.

Βιβλιογραφία

Βιβλία

1. Β. Μπιτζιώνης, Βιομηχανικές εγκαταστάσεις, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2014.
2. Πέτρος Ντοκόπουλος, Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών, εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2005.

Διαδίκτυο

3. <http://www.valiadis.gr/?viewp=258> (Ανάκτηση 17/4/2018).
4. <https://new.abb.com/gr> (Ανάκτηση 29/6/2018).
5. <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC104/l.%20CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82/VI.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82%2C%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85.pdf> (Ανάκτηση 3/10/2018).
6. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1117/1/02_chapter_6.pdf (Ανάκτηση 10/12/2018).
7. <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK106713A4376&LanguageCode=el&DocumentPartId=&Action=Launch> (Ανάκτηση 26/2/2019).
8. <http://www.metadosi-ischios.gr/article.php?ID=76> (Ανάκτηση 26/2/2019).