

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1542**

**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ**

**ΚΟΡΑ ΙΚΕΝ**

**ΜΟΥΡΑΤΗΣ ΒΑΓΓΕΛΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2017**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην πτυχιακή μας θα αναφερθούμε στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ελαιόλαδου. Η πτυχιακή θα περιλαμβάνει υπολογισμό της κατανάλωσης που χρησιμοποιεί το ελαιοτριβείο κατά την διάρκεια της λειτουργίας του και υπολογισμούς διατομών και μέσων προστασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή μας θα αναφερθούμε στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ελαιόλαδου. Στο πρώτο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την καταγραφή των ονομαστικών και τον αριθμό των κινητήρων που χρησιμοποιούνται στην εγκατάστασή μας. Στην συνέχεια μέσω των ονομαστικών στοιχείων θα υπολογίσουμε την κατανάλωση που χρησιμοποιεί το ελαιοτριβείο κατά την διάρκεια της λειτουργίας του. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς που κάναμε ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε καταγραφή των αγωγών παροχής ρεύματος που θα χρειαστεί η εγκατάσταση καθώς και των μέσων προστασίας (ασφάλειες τήξεως, διακόπτης διαφυγής έντασης, θερμικά, ρελέ) που θα χρειαστούν ώστε να προστατέψουμε την μονάδα μας αλλά και τους εργάτες από βραχυκυκλώματα και διαρροές. Στο τρίτο κεφάλαιο θα σχεδιάσουμε και θα τοποθετήσουμε έναν αυτοματισμό, ο οποίος θα περιλαμβάνει έναν ιμάντα στον οποίο θα τοποθετούμε άδεια δοχεία ελαιόλαδου τα οποία θα γεμίζονται αυτόματα μέχρι το επιθυμητό βάρος που έχουμε δώσει.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....                                                                | I   |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....                                                               | II  |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....                                                            | III |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....                                                                | 1   |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....                                                              | 5   |
| ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....                          | 5   |
| 1.1    Ελαιοκομία.....                                                       | 5   |
| 1.2    Τρόποι Συλλογής της ελιάς.....                                        | 5   |
| 1.3    Η παραγωγή του λαδιού.....                                            | 6   |
| 1.3.1    Α' στάδιο: Η σύνθλιψη του καρπού και η παραγωγή του ελαιοπολτού.... | 7   |
| 1.3.2    Β' στάδιο: Η εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη.....          | 11  |
| 1.3.3    Γ' στάδιο: Ο διαχωρισμός του λαδιού από το νερό.....                | 15  |
| 1.4    Η μέτρηση της οξύτητας του λαδιού .....                               | 16  |
| 1.5    Τα απόβλητα του ελαιοτριβείου .....                                   | 17  |
| 1.6    Η ορολογία της ποιότητας του λαδιού.....                              | 17  |
| 1.7    Ποιοτικές κατηγορίες ελαιόλαδου και κριτήρια ποιότητας .....          | 19  |
| 1.7.1    Κριτήρια ποιότητας.....                                             | 20  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....                                                              | 22  |
| Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....                                        | 22  |
| 2.1    Γενικές Έννοιες.....                                                  | 22  |
| 2.2    Βασικά μέρη Ηλεκτρικών μηχανών.....                                   | 24  |
| 2.3    Κατηγορίες Ασύγχρονων Τριφασικών Κινητήρων. ....                      | 26  |
| 2.4    Χαρακτηριστική Ταχύτητας-Ροπής. ....                                  | 28  |
| 2.5    Ισοδύναμο κύκλωμα. ....                                               | 31  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....                                                              | 33  |
| ΤΑ ΜΕΣΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ .....                                    | 33  |
| ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....                                        | 33  |
| 3.1    Αυτόματοι διακόπτες προστασίας έναντι υπερρεύματος .....              | 36  |
| 3.2    Μικροαυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων .....                   | 39  |
| 3.3    Θερμικά ρελαί προστασίας κινητήρων.....                               | 40  |
| 3.4    Μικροαυτόματοι προστασίας γραμμών.....                                | 41  |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>                                   | <b>43</b> |
| <b>Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....</b>                       | <b>43</b> |
| 4.1 Περιγραφή της γραμμής του ελαιотριβείου .....        | 43        |
| 4.2 Ομαδοποίηση φορτίων .....                            | 51        |
| 4.3 Η ηλεκτρολογική μελέτη της εγκατάστασης .....        | 52        |
| 4.3.1 Φορτία υποπίνακα 1.....                            | 54        |
| 4.3.2 Φορτία υποπίνακα 2.....                            | 60        |
| 4.3.3 Φορτία υποπίνακα 3.....                            | 67        |
| 4.3.4 Φορτία υποπίνακα 5.....                            | 77        |
| 4.4 Συνολικό ρεύμα εγκατάστασης και εκλογή παροχής ..... | 80        |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>                                 | <b>81</b> |

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

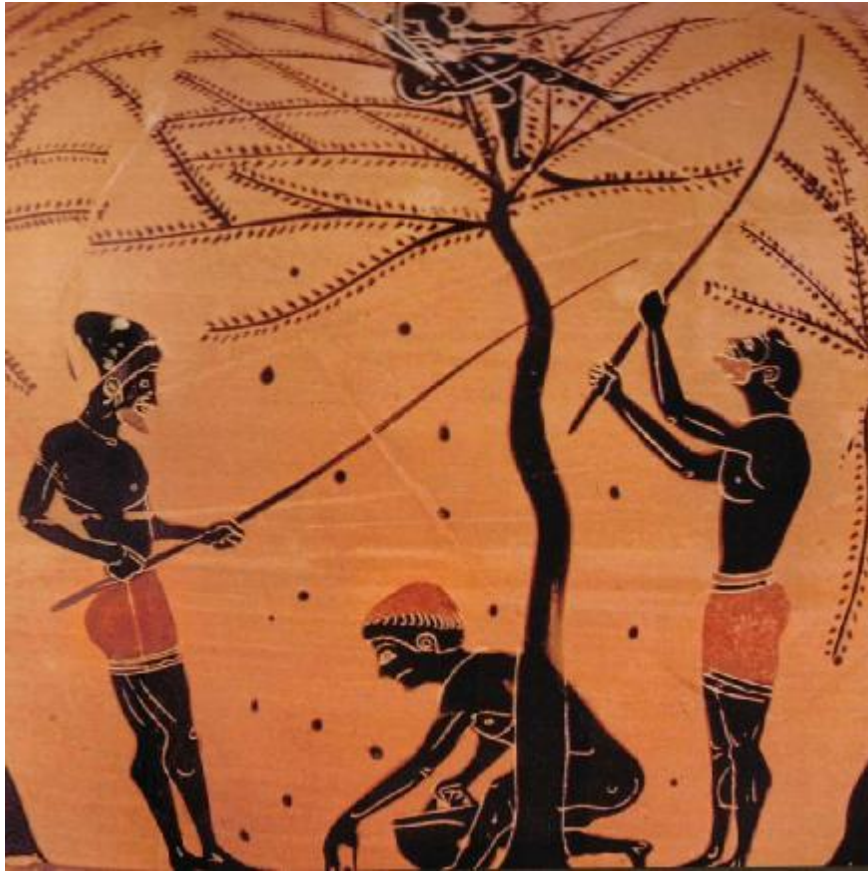
Το ελαιόλαδο είναι μια λιπαρή ρευστή ουσία η οποία παράγεται από την έκθλιψη του καρπού της ελιάς. Μαζί με το φοινικέλαιο είναι τα μόνα φυτικά λάδια που παράγονται από το καρπικό σάρκωμα και όχι από το κουκούτσι του καρπού, όπως άλλα λάδια όπως το σησαμέλαιο, βαμβακέλαιο, αραχιδέλαιο, λινέλαιο, κλπ.

Το ελαιόλαδο είναι ένα προϊόν που είναι γνωστό στον άνθρωπο από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους. Η ανεύρεση στο οροπέδιο των Μεθάνων του αρχαιότερου ελαιοτριβείου στον ελληνικό χώρο (που χρονολογείται την 4η χιλιετηρίδα π.Χ.) μαρτυρεί ότι η χρήση του ελαιόλαδου ήταν από την εποχή εκείνη ήδη γνωστή. Οι ανασκαφές στην Κνωσό, έφεραν στο φως πήλινα λυχνάρια που έκαιγαν λάδι, της πρωτομινωικής εποχής (πριν το 3000 π.Χ.).



**Εικόνα 1: Πιθάρια αποθήκευσης ελαιολάδου (ανασκαφή στην Κρήτη)**

Από εκείνη την εποχή λοιπόν η ευρεία χρήση του ελαιόλαδου είναι αποδειγμένη με βασικότερη απόδειξη φυσικά, πλήθος αναπαραστάσεων και ερειπίων αρχέγονων ελαιοτριβείων διεσπαρμένων σε όλο τον ελληνικό χώρο.



**Εικόνα 2: Συγκομιδή ελαιόκαρπου στην Αρχαία Ελλάδα**

Το λάδι χρησιμοποιήθηκε για φαγητό και φωτισμό, για θρησκευτικούς λόγους στις διάφορες ιεροτελεστίες, για λόγους υγιεινής τόσο σαν καλλυντικά όσο και σε θεραπευτικούς σκοπούς και τέλος στη βιομηχανία. Ως τροφή και μέσο φωτισμού το λάδι χρησιμοποιήθηκε από την εποχή που ο άνθρωπος κατόρθωσε με τα πρωτόγονα μέσα τα οποία διέθετε, να συνθλίψει τους καρπούς του ιερού δέντρου και μετά με την άσκηση πίεσης να συλλέξει το πολύτιμο υγρό.

Κατά τους ομηρικούς χρόνους το λάδι χρησιμοποιούνταν για την επάλειψη του σώματος και όχι για τροφή ή φωτισμό. Αργότερα έγινε είδος πρώτης ανάγκης για τους Έλληνες και άρχισε να χρησιμοποιείται για τροφή και φωτισμό όπως αναφέρουν πολλοί συγγραφείς, ανάμεσά τους ο Αριστοφάνης στις «Θεσμοφοριάζουσες» και τον «Πλούτο». Οι Ρωμαίοι επίσης χρησιμοποιούσαν ευρέως το λάδι για την παρασκευή διαφόρων εδεσμάτων και πολλά είναι τα δοχεία λαδιού που βρέθηκαν στις ανασκαφές της Πομπηίας μέσα στα σπίτια και τα ελαιοκαπηλεία, όπως ονομάζονταν εκείνη την εποχή τα καταστήματα που πουλούσαν το λάδι. Μεγάλη χρήση του λαδιού γινόταν από τους Ιουδαίους για θρησκευτικούς σκοπούς. Συνήθως πρόσφεραν

λάδι προς το Θεό ως ένδειξη ευγνωμοσύνης. Η σημερινή χρήση του ελαιόλαδου σύμφωνα με τους κανόνες του Χριστιανισμού αποτελεί κληρονομιά ανάλογων κανόνων άλλων θρησκειών και ιδιαίτερα φυσικά της ιουδαϊκής θρησκείας. Το λάδι χρησιμοποιήθηκε και για λόγους υγιεινής από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Αλλά και οι Ιουδαίοι και οι Άραβες άλειψαν το σώμα τους με λάδι, κυρίως δε τα πόδια τους για να διατηρείται το δέρμα ελαστικό και να αποφεύγονται οι πληγές στις μεγάλες πορείες, αλλά και να επιτυγχάνεται η ταχύτερη επούλωση αυτών που τυχόν υπήρχαν. Επίσης η επάλειψη του σώματος με λάδι το προστάτευε από τις ατμοσφαιρικές μεταβολές και τα τσιμπήματα των εντόμων. Με λάδι επίσης αλείβονταν οι αθλητές πριν και μετά την είσοδό τους στην παλαίστρα για να είναι το δέρμα τους ελαστικό και να έχει μεγαλύτερη αντοχή στις ταλαιπωρίες του αγωνίσματος της πάλης. Απαραίτητη επίσης θεωρούνταν η επάλειψη του σώματος με λάδι μετά το λουτρό για να γίνεται η επιδερμίδα απαλή.

Εκτός βέβαια από το κοινό ελαιόλαδο το οποίο δεν μυρίζει και πολύ ωραία, τόσο οι Ιουδαίοι όσο και οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι γνώριζαν την τεχνική παρασκευής αρωματικών λαδιών. Αυτά παρασκευάζονταν μετά την παραμονή για κάποιο ορισμένο χρονικό διάστημα διαφόρων ανθέων ή άλλων αρωματικών φυτών μέσα σε δοχείο που περιείχε ελαιόλαδο. Τα αρωματικά αυτά λάδια ήταν πολύ ακριβότερα από το κοινό λάδι και προσφέρονταν σε ένδειξη ιδιαίτερης τιμής. Ο Όμηρος αναφέρει ότι ο γιος του Οδυσσέα, ο Τηλέμαχος όταν επισκέφτηκε τον Μενέλαο, αλείφθηκε με αρωματικά λάδια που του προσφέρθηκαν τη πρώτη νύχτα που έφτασε στη Σπάρτη αφού πλύθηκε πρώτα με νερό. Τα αρωματικά λάδια ήταν προϊόντα ασιατικής προέλευσης. Ο Πλούταρχος απαριθμώντας τους θησαυρούς του βασιλιά Δαρείου περιγράφει αναλυτικά τέτοια αρωματικά έλαια. Στην αρχαία Κόρινθο, κατά την εποχή της ακμής της, γινόταν ευρεία χρήση τέτοιων λαδιών, τα οποία κατά το Διοσκουρίδη, είχαν το άρωμα των ανθέων του φοίνικα, του κρίνου και του άνθους της αμπέλου. Οι Ρωμαίοι παρασκεύαζαν αρωματικά έλαια με άρωμα ρόδων. Στα μεγάλα μάλιστα συμπόσιά τους, άλειψαν περιστέρια με αυτά τα αρωματικά έλαια, και τα ξαμολούσαν στην αίθουσα ώστε αυτά με τις κινήσεις των φτερών τους να αρωματίσουν το χώρο. Εναντίον της πολυτέλειας των αρωματικών αυτών ελαίων και της σπατάλης του ελαιόλαδου που απαιτούσε η Παρασκευή και χρήση τους καταφέρθηκαν κατά καιρούς συγγραφείς και νομοθέτες. Οι Λακεδαιμόνιοι, κατά το Σενέκα, κυνηγούσαν τους κατασκευαστές αρωματικών ελαίων, διότι θεωρούσαν ότι κατέστρεφαν το ελαιόλαδο. Ο Σόλων επίσης θέσπισε αυστηρές ποινές κατά αυτών, επειδή τους θεωρούσε υπεύθυνους για την παρακμή των λαών. Τα έλαια αυτά ήταν επίσης γνωστά και στους Άραβες κατοίκους της λιόφυτης ζώνης.



Ως θεραπευτικό μέσο το ελαιόλαδο χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Με αυτό κάνανε επαλείψεις σε αυτούς που είχαν πυρετό. Κατά των χρόνιων πυρετών, της κόπωσης και των νευραλγιών συνέστησαν λουτρό μέσα σε χλιαρό λάδι. Κατά τον Πλίνιο η πλύση του στόματος με λάδι διατηρούσε τη λευκότητα των δοντιών. Αλλά και εναντίον του τετάνου χρησιμοποιούσαν το λάδι, και ως αντίδοτο σε περιπτώσεις δηλητηριάσεων το έπαιρναν με μέλι διαλυμένο μέσα σε νερό. Επίσης και στη χειρουργική με την επάλειψη των πληγών για να επιταχύνεται η επούλωσή τους. Κατά της λέπρας, το φάρμακο ήταν λάδι αναμεμιγμένο με σκόνη από караβίδα, ενώ κατά των αφροδίσιων νοσημάτων χρησιμοποιούνταν λάδι μαζί με σκόνη από κεφάλι πέρκας.

Στην αρχαιότητα βιομηχανική χρήση του λαδιού γινόταν κατά την κατεργασία του λίνου, ώστε τα κατασκευαζόμενα υφάσματα να είναι μαλακότερα και να αντέχουν περισσότερο. Με το ελαιόλαδο οι αρχαίοι αντιμετώπιζαν και την οξειδωση των μετάλλων. Το βάθρο του χρυσελεφάντινου αγάλματος του Δία στην Ολυμπία ήταν κατασκευασμένο από σκουρόχρωμο μάρμαρο, ακριβώς για να μην φαίνονται τα λάδια με τα οποία αλείφονταν το άγαλμα και τα οποία έρρεαν αναγκαστικά προς τα κάτω.

Σήμερα ο λαός διατηρεί κάποια υπολείμματα της πίστης στις αποδιδόμενες άλλοτε θεραπευτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου (π.χ. το λαμβάνουν για πέτρες στη χολή) αν και η σύγχρονη ιατρική το χρησιμοποιεί ελάχιστα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

### 1.1 Ελαιοκομία

Το ελαιόλαδο σχηματίζεται μέσα στο περισπέρμιο (ψίχα) του καρπού της ελιάς. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία των ελιών, του βαθμού ωρίμανσής τους, μεγαλύτερη καρποφορία, η περιεκτικότητα του καρπού σε λάδι είναι μικρότερη από ότι στα ξερά), κλπ. Κατά μέσο όρο υπολογίζεται ότι ο ελαιόκαρπος περιέχει συνήθως 15-25% λάδι, 30-45% νερό και 35-40%, στερεά μέρη του καρπού γνωστά και ως ελαιοπυρήνες ή λιοκόκκια. Οι αναλογίες της σύνθεσης του καρπού της ελιάς που αναφέρθηκαν αποτελούν τα συνηθισμένα όρια κατά την χρονική περίοδο συλλογής του ώριμου καρπού. Η ωρίμανση και συλλογή του ελαιοκάρπου αρχίζει στη χώρα μας στα τέλη Οκτωβρίου. Φυσικά στα νοτιότερα και χαμηλότερου υψομέτρου μέρη η ωρίμανση αρχίζει νωρίτερα από ότι στα ψηλότερα και ψυχρότερα. Ο ελαιόκαρπος είναι έτοιμος για συλλογή, όταν το μεγαλύτερο μέρος του πάρει μια μαυροκοκκινομώβ απόχρωση. Στην Ελλάδα η ωρίμανση συνεχίζεται μέχρι τέλος Ιανουαρίου και η συλλογή σε πολλά μέρη παρατείνεται μέχρι και το Μάιο (παλαιότερα πολλοί ελαιοκαλλιεργητές πίστευαν λανθασμένα ότι όσο περισσότερο μείνει η ελιά πάνω στο δέντρο αυξάνει η απόδοσή της σε λάδι. Αν και είναι αλήθεια ότι το ποσοστό της απόδοσης σε λάδι των υπερώριμων ελιών είναι μεγαλύτερο αυτό δεν οφείλεται σε αύξηση της ποσότητας του λαδιού, αλλά στην απώλεια των φυτικών υγρών (νερού) του καρπού).

### 1.2 Τρόποι Συλλογής της ελιάς

Οι τρόποι συλλογής του ελαιοκάρπου είναι πολλών ειδών. Ο πιο συνηθισμένος είναι με τα χέρια και με ραβδισμό (συνήθως με καλάμια) του δέντρου. Σε κάποια μέρη η συλλογή γινόταν από το έδαφος όταν έπεφτε ο καρπός. Στη άλλα μέρη πάλι η συλλογή γινόταν με τα χέρια κατευθείαν από το δέντρο. Συνήθως κάτω από το δέντρο απλώνονται μεγάλα πανιά, τα λιόπανα ή δίχτυα, τα ελαιόδικτυα, στα οποία πέφτει ο καρπός που αποσπάται από το δέντρο με τα χέρια ή με το χτύπημα με καλάμια. Υπάρχουν βέβαια και τεχνικές που αντί για τα χέρια χρησιμοποιούνται ειδικά κτένια τα οποία όμως είναι αμφίβολης αποτελεσματικότητας γιατί επιφέρουν πληγές στα κλαδάκια του δέντρου. Ζημιά επιφέρει φυσικά και ραβδισμός που είναι η χειρότερη μέθοδος αφού σπάζει πολλά κλαδάκια τα οποία θα

καρποφορούσαν το επόμενο έτος, γι αυτό πρέπει να γίνεται με τέχνη από τους «ραβδιστάδες» οι οποίοι κάτω από τα δέντρα, ή ανεβασμένοι πάνω στις ελιές, ή σε σκάλες χτυπούν το δέντρο με προσοχή ώστε να μειώσουν τη ζημιά. Σε μερικές χώρες χρησιμοποιούν και καθαρά μηχανικά μέσα συλλογής όπως ένα μηχάνημα το οποίο προσαρμοσμένο στο τρακτέρ πιάνει τον κορμό του δέντρου και τον δονεί ώστε να πέσουν οι ελιές, χωρίς όμως να γνωρίσουν εξάπλωση και στην Ελλάδα. Ο ελαιόκαρπος αφού συλληχθεί μεταφέρεται με τσουβάλια, κοφίνια ή τελάρα στο ελαιοτριβείο για να ακολουθήσει η έκθλιψή του.

### **1.3 Η παραγωγή του λαδιού**

Στο πέρασμα των αιώνων δεν υπήρξαν ουσιαστικές αλλαγές στη διαδικασία παραγωγής του λαδιού, η οποία πραγματοποιείται μέσα από τρία στάδια:

1. Τη σύνθλιψη του καρπού για την παραγωγή του ελαιοπολτού
2. Την πίεση του ελαιοπολτού για την εξαγωγή του ελαιόλαδου
3. Το διαχωρισμό του λαδιού από το νερό και τα στερεά κατάλοιπα

Μετά το λιομάζωμα, τη συγκομιδή δηλαδή του καρπού, ακολουθεί η μεταφορά του μέσα σε πλαστικά συνήθως τελάρα, στο ελαιοτριβείο ή λιοτρίβι

Οι ελιές αφού ζυγιστούν ξεφορτώνονται και τοποθετούνται μέσα σε μια χοανοειδή υποδοχή από όπου με μια ταινία μεταφοράς μεταφέρονται στον αποφυλλωτήρα όπου με την διοχέτευση αέρα ξεχωρίζουν τα φύλλα και τα κλαδάκια από τον καρπό).

Τα φύλλα που με έναν σωλήνα απομακρύνονται και συγκεντρώνονται εκτός του ελαιοτριβείου είναι πολύ θρεπτικά και τα χρησιμοποιούν οι κτηνοτρόφοι για να ταΐζουν τα ζώα τους

Στη συνέχεια οι ελιές πλένονται με νερό για να καθαριστούν από υπολείμματα σκόνης και χώματος.



**Εικόνα 3: Το πλυντήριο του ελαιοτριβείου**

Η χρήση μεγάλης ποσότητας τρεχούμενου νερού ήταν ο βασικός λόγος που πολλά ελαιοτριβεία βρισκόνταν κατά το παρελθόν στις όχθες ρεμάτων που η αέναη ροή των υδάτων τους εξασφάλιζε και τη εύκολη απορροή των λυμάτων.

### **1.3.1 Α' στάδιο: Η σύνθλιψη του καρπού και η παραγωγή του ελαιοπολτού**

Στο στάδιο αυτό γίνεται η έκθλιψη του ελαιόκαρπου και ο τεμαχισμός του με σκοπό να διαχωριστούν οι ελαιοπυρήνες (κουκούτσια) από τη σάρκα (ψίχα) του καρπού. Οι τεχνικές για το σπάσιμο του καρπού είναι πολλές και εξελίσσονταν παράλληλα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Έτσι κατά την αρχαιότητα το σπάσιμο του καρπού γινόταν αρχικά είτε με το χέρι μέσα σε πέτρινα ή ξύλινα δοχεία (γουδιά), είτε με πίεση με γυμνά πόδια (όπως τα σταφύλια), ή φορώντας σε κάποιες περιοχές τις «κρούπεζες» ψηλά και βαριά τσόκαρα που διευκόλυναν και έκαναν ασφαλέστερο για τα πόδια το πάτημα του καρπού. Μια σημαντική καινοτομία ήταν η εμφάνιση των πέτρινων κυλίνδρων κατά τη Χαλκοκρατία που τους χειρίζονταν είτε με τα χέρια είτε με ξύλινο μοχλό. Λίγο αργότερα εμφανίστηκε ο κυλινδρικός σπαστήρας που μπορούσε να χρησιμοποιεί και τη ζωική δύναμη, (εικ. 1). Η εισαγωγή της κάθετης μυλόπετρας είναι πολύ σημαντική γιατί προϋποθέτει τη χρήση για πρώτη φορά της περιστροφικής κίνησης μέσω μηχανισμού μετατροπής.

Στην χώρα μας περιοχές με μεγάλη παραγωγή ελαιόλαδου είναι η Μεσσηνία, η Λακωνία, η Αργολίδα, τα Επτάνησα, η Φωκίδα (ελαιώνας Αμφισσας), η Χαλκιδική, η Λέσβος και η Κρήτη.

Ένας τυπικός ελαιόμυλος αποτελείται από ένα μεγάλο χτισμένο κυκλικό πέτρινο δοχείο<sup>1</sup> σαν λεκάνη, επί της οποίας περιστρέφεται σύστημα με μυλόπετρες που συγκρατούνται με κάθετο άξονα.

Οι μυλόπετρες μπορεί να είναι από μία έως τέσσερεις. Μια άλλη παραλλαγή περισσότερο συνηθισμένη στην Ισπανία είχε δυο μυλόπετρες σε σχήμα κόλουρου κώνου. Η περισσότερο πάντως διαδεδομένη εγκατάσταση είχε δυο μυλόπετρες. Αυτές είχαν διάμετρο 1,20 μέτρα και πάχος 0,30 μέτρα. Η κίνηση σε αυτές δίνονταν συνήθως από κάτω για να αποφεύγεται η πτώση ακαθαρσιών μέσα στον ελαιοπολτό. Μπορούσαν συνήθως να αλέσουν 800 κιλά/ώρα. Κάποια στιγμή οι πέτρινες μυλόπετρες έγιναν μεταλλικές αλλά χωρίς ωστόσο αυτό το είδος να γνωρίσει ιδιαίτερη επιτυχία παρότι είχε απόδοση έως 1000-1300 κιλά/ώρα. Η κίνηση όπως αναφέρθηκε αρχικά δίνονταν με το χέρι, μετά με άλογα, μετά με τον ατμό και τέλος με ηλεκτρισμό. Μεγάλη σημασία στα ελαιοτριβεία με μυλόπετρες είχε η ταχύτητα περιστροφής των μυλόπετρων. Οι παραγωγοί του λαδιού με ατμοκίνητα και υδροκίνητα ελαιοτριβεία συχνά είχαν πρόβλημα με την υπερθέρμανση («πύρωμα», «άναμμα») του λαδιού από τις γρήγορες περιστροφές των πετρών, γι αυτό θεωρούνταν καλύτεροι οι ζωκίνητοι μύλοι. Μάλιστα οι ειδικοί του λαδιού καταδίκασαν ακόμη και τους μύλους με δυο ή τρεις μυλόπετρες θεωρώντας ότι οι ελιές πρέπει να αλέθονται σιγά-σιγά με μία μυλόπετρα που την κινεί υποζύγιο και δεν κάνει πάνω από οκτώ περιστροφές το λεπτό.



**Εικόνα 4: Μυλόπετρες**

Σήμερα στου νέου τύπου φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία ο ελαιόκαρπος συνθλίβεται με ειδικούς μεταλλικούς σπαστήρες (με την χρήση μηχανικών σφυριών) που προκαλούν πολύ γρήγορη σύνθλιψη του καρπού αλλά το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι υπάρχει πιθανότητα να επιβαρύνουν το λάδι με ίχνη μετάλλου.

Μετά την σύνθλιψη του καρπού στα σύγχρονα ελαιοτριβεία ακολουθεί η μάλαξη της ελαιοζύμης. Το στάδιο αυτό είναι σημαντικό διότι βοηθάει στη συσσωμάτωση μικρών σταγονιδίων λαδιού σε μεγαλύτερες. Η μάλαξη γίνεται στους θερμομαλακτήρες, μεγάλες δεξαμενές στις οποίες ρυθμίζεται η θερμοκρασία τους κατάλληλα ώστε το μίγμα να απελευθερώσει τους «χυμούς» του, και να πάρει το άρωμά του μέσω της δράσης ενζύμων. Σε αυτή τη φάση έχει μεγάλη σημασία η τιμή της θερμοκρασίας στην οποία θα βρίσκεται το μίγμα ώστε να μην υπερθερμανθεί το λάδι και καταστραφούν τα πολύτιμα συστατικά του. Η μάλαξη πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον 30 λεπτά.



**Εικόνα 5:Μάλαξη στους θερμομαλακτήρες, όπου μαλάσσεται η ελαιοζύμη.**

### **1.3.2 Β' στάδιο: Η εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη**

Υπάρχουν δυο τρόποι για την εξαγωγή του ελαιόλαδου από την ελαιοζύμη: (α) με πίεση, (β) με φυγοκέντρωση

#### **1.3.2.1 Πίεση**

Οι τεχνικές άσκησης πίεσης στον ελαιοπολτό για την εξαγωγή του ελαιόλαδου είναι πολλές και μερικές χρονολογούνται από τότε που άρχισε η καλλιέργεια της ελιάς. Η βασική ιδέα για την άσκηση πίεσης είναι η τοποθέτηση ενός μεγάλου βάρους πάνω στον πολτό ώσπου η πίεση να φέρει το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Η πρώτη καινοτομία ήταν η χρήση του μοχλού με πακτωμένο το ένα άκρο και τον πολτό μέσα σε τσουβάλια να πιέζεται από το βάρος ανθρώπων και πετρών κρεμασμένων από το άλλο άκρο του. Στη συνέχεια η εισαγωγή του κοχλία στο τέλος της ελληνιστικής περιόδου έφερε σημαντική αύξηση της απόδοσης των ελαιοτριβείων αφού έκανε δυνατή την κατασκευή διαφόρων τύπων πρέσας. Η πρέσα ουσιαστικά μεταλλάχθηκε στα μεγάλα ξύλινα και μεταλλικά πιεστήρια που ήταν χειροκίνητα στην αρχή και που από το 1860 και μετά έγιναν υδραυλικά με δυνατότητα να ασκούν πιέσεις μέχρι και 100 κιλά ανά τετραγωνικό εκατοστό ελαιοπολτού.

Βέβαια ο ελαιοπολτός δεν πιεζόταν έτσι χύμα όπως έβγαινε από τις μυλόπετρες. Τον τοποθετούσαν μέσα σε ένα είδος κυκλικού ή τετράγωνου σάκου κατασκευασμένου από τρίχες γίδας ή διαφόρων φυτικών ινών (σπάρτου, κάνναβης, φοίνικα, κοκοφοίνικα, κλπ). Στο σάκο αυτό ο πολτός τοποθετούνταν σε λεπτά στρώματα πάχους μέχρι δυο δάκτυλα και αφού γεμίζονταν αρκετοί τέτοιοι σάκοι έμπαιναν στη συνέχεια ο ένας πάνω στον άλλο και όλοι μαζί στο πιεστήριο.





**Εικόνα 6: Παλιός τύπος πιεστηρίου με τους ελαιόσακους έτοιμους για την άσκηση πίεσης.**

Το πρώτο λάδι που έβγαινε χωρίς την προσθήκη ζεστού νερού ήταν παρθένο ελαιόλαδο, λάδι πολύ καλύτερης ποιότητας από αυτό που έπαιρναν στη συνέχεια με την προσθήκη ζεστού νερού. Με σκοπό τη μεγαλύτερη απόδοση και για να αποφεύγεται η χρήση τέτοιων ελαιόσακων από γιδόμαλλο που προσέδιδε μια βαριά μυρωδιά στο λάδι, κατασκευάστηκαν στην Ιταλία μεταλλικοί κλωβοί μέσα στους οποίους έμπαινε ο πολτός σε λεπτά στρώματα χωρισμένα από δίσκους (από σπάρτο ή κοκοφοίνικα). Ο κλωβός αυτός τοποθετούνταν στα υδραυλικά πιεστήρια και με πίεση από κάτω προς τα επάνω εξέρχονταν το λάδι από τα διάτρητα τοιχώματά του.

Σε κάθε περίπτωση πάντως απαιτούνταν η σχολαστική καθαριότητα των ενδιάμεσων αυτών διαχωριστικών για να μην

επηρεάσουν την ποιότητα του επόμενου ελαιόλαδου που θα έβγαινε από το πιεστήριο.

Σύμφωνα με τον τρόπο άσκησης της πίεσης τα πιεστήρια ταξινομούνται από τους ερευνητές στα εξής

| Πιεστήρια με σφήνα | Πιεστήρια με μοχλό                 | Πιεστήρια με κοχλία       |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------|
|                    | Με απλό βάρος                      | Με απλό κοχλία(μονόστηλο) |
|                    | Με στρόφαλο και πέτρινα στηρίγματα | Με διπλό κοχλία(δίστηλο)  |
|                    | Με στρόφαλο και βάρη               |                           |
|                    | Με συνδυασμό κοχλία και μοχλού     |                           |

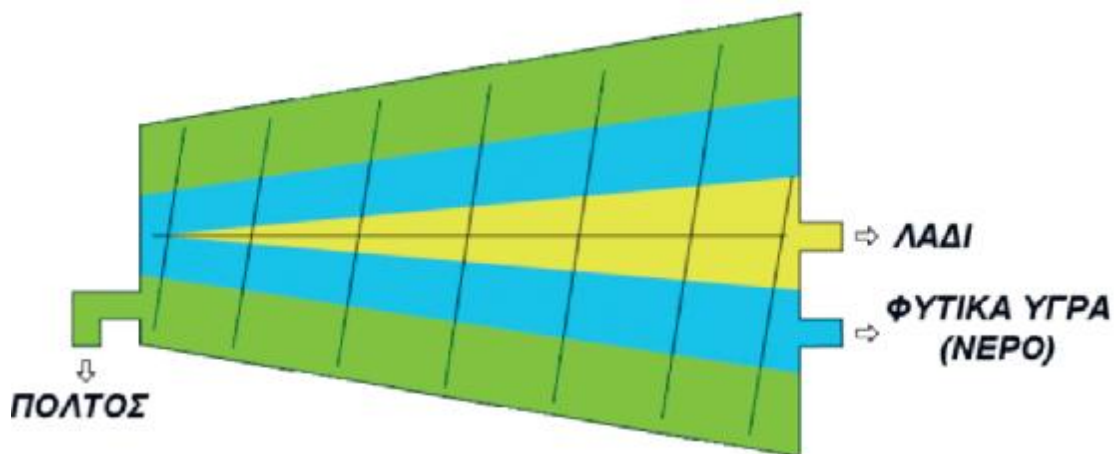
### 1.3.2.2 Φυγοκέντριση

Ο πολτός της ελιάς οδηγείται στη συνέχεια στους «φυγοκεντρωτές» δύο φάσεων όπου χωρίζονται τα στερεά από τα ρευστά συστατικά. Εδώ για να διευκολυνθεί η διαδικασία ανάλογα με τον τύπο του φυγοκεντρωτή είτε προστίθεται συνέχεια νερό, είτε τελευταία χρησιμοποιούνται τα ίδια τα υγρά της ελαιοζύμης.



**Εικόνα 7: Φυγοκεντρωτής (decanter), όπου διαχωρίζονται λάδι-νερό και στερεά κατάλοιπα.**

Ο φυγοκεντρωτής που αναφέραμε παραπάνω όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες δεν είναι παρά ένα μεγάλο δοχείο τοποθετημένο οριζόντια με ένα εσωτερικό κέλυφος που με ειδικό μηχανισμό περιστρέφεται με ταχύτητα περιστροφής 3000 στροφές το λεπτό. Η μεγάλη φυγόκεντρος δύναμη που αναπτύσσεται κατά την περιστροφή διαχωρίζει τις τρεις φάσεις της ελαιοζύμης ανάλογα με το ειδικό βάρος του καθενός συστατικού της. Τα στερεά έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος από το νερό και το νερό μεγαλύτερο από το λάδι. Μέσα στο περιστρεφόμενο κωνικό τύμπανο του φυγοκεντρωτή υπάρχει κατάλληλος σπειροειδής μηχανισμός που σπρώχνει τα στερεά συστατικά έξω από το σύστημα (σχ. 3), τα οποία με κοχλιωτή αντλία τύπου Αρχιμήδη αποθηκεύονται σε υπερυψωμένη δεξαμενή ή ειδικό χώρο εκτός του ελαιοτριβείου. Ο πυρήνας όπως ονομάζονται συνολικά τα στερεά απόβλητα της φυγοκέντρωσης θα μεταφερθεί με φορτηγό στο πυρηνελαιουργείο όπου εκεί θα αρχίσει ένας άλλος κύκλος επεξεργασίας για να παραχθεί το πυρηνέλαιο και άλλα προϊόντα. Στο ελαιοτριβείο θα επιστρέψει ένα μέρος από αυτόν τον πυρήνα εντελώς στεγνό πια το πυρηνόξυλο όπως λέγεται. Το πυρηνόξυλο θα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στους καυστήρες του ελαιουργείου για να ζεστάνει το νερό.



**Εικόνα 8: Εκτός του φυγοκεντρωτή δυο φάσεων που είναι ο πιο συνηθισμένος στα ελληνικά ελαιοτριβεία υπάρχουν και αυτοί των τριών και δυο και μισό φάσεων. Στο σχήμα φαίνεται το εσωτερικό ενός φυγοκεντρωτή τριών φάσεων.**

Το πρώτο ελαιοτριβείο με φυγοκεντρωτή παρουσιάστηκε στην Ελλάδα το 1965.

### 1.3.3 Γ' στάδιο: Ο διαχωρισμός του λαδιού από το νερό

Το τελευταίο στάδιο του διαχωρισμού του λαδιού από το νερό στηρίζεται στο ότι το λάδι είναι πιο ελαφρύ από το νερό, επιπλέει και μπορεί να μαζευτεί με το χέρι ή με ρηχή κουτάλα. Γι' αυτόν το λόγο όλα τα συστήματα διαχωρισμού από την αρχαιότητα ακόμη χρησιμοποίησαν το νερό ανεξάρτητα από το είδος των δοχείων: μεγάλα πιθάρια, ειδικά πήλινα δοχεία με προχή στο κάτω μέρος ή χτισμένες λεκάνες υποδοχής, κ.α.

Σήμερα, χωρίς τα στερεά υπολείμματα το λάδι μαζί με τα φυτικά υγρά (νερό) θα οδηγηθούν στους διαχωριστήρες (ουσιαστικά κάθετους φυγοκεντρωτές) οι οποίοι (με περίπου 7000 στροφές το λεπτό) θα διαχωρίσουν εντελώς λάδι και νερό. Το καθαρό λάδι θα τρέξει σε μια μικρή δεξαμενή μπροστά στους διαχωριστήρες και με αυτό θα γεμίσει τα δοχεία του ο παραγωγός.



**Εικόνα 9: Διαχωριστήρας**

Μόλις «βγει» το πρώτο λάδι από τα μηχανήματα, ακολουθεί η μέτρηση της οξύτητάς του με τη χρήση κάποιων χημικών αντιδραστηρίων. Η οξύτητα είναι το βασικότερο κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης του ελαιολάδου και είναι αυτή που καθορίζει την εμπορική του αξία. Ο βαθμός οξύτητάς του

υποδηλώνει την περιεκτικότητα του προϊόντος σε ελαϊκό οξύ. Ο τρόπος συγκομιδής, αποθήκευσης και έκθλιψης μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την τελική οξύτητα του ελαιολάδου.

Η οξύτητα εκφράζεται σε γραμμάρια ελεύθερου ελαϊκού οξέος ανά 100 γραμμάρια λιπαρής ύλης και αποτελεί τον βαθμό οξύτητας του ελαιολάδου. Η οξύτητα του ελαιολάδου είναι αυτή που καθορίζει το πόσο βρώσιμο είναι (οξύτητα μέχρι 2) και το βιομηχανικό ελαιολάδο (οξύτητα μεγαλύτερη των 2).

#### **1.4 Η μέτρηση της οξύτητας του λαδιού**

Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου μέτρησης της οξύτητας του λαδιού στηρίζεται στην τιτλοδότηση με αλκάλι συγκεκριμένης συγκεντρώσεως, μέχρι ολικής εξουδετέρωσης της οξύτητας του ελαιολάδου. Η ακρίβεια της μεθόδου αυτής είναι 0,2 βαθμοί οξύτητας. Ο απαραίτητος εξοπλισμός είναι ογκομετρικός σωλήνας, προχοϊδα, και αντιδραστήρια (διάλυμα αλκοόλης, δείκτης, διάλυμα υδροξειδίου του Νατρίου NaOH < 0,4 N)

Η διαδικασία είναι η εξής: προσθέτουμε στον ογκομετρικό κύλινδρο λάδι μέχρι να καλύψει τη γραμμή των 5 ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε στον ογκομετρικό κύλινδρο 5 ml διάλυμα αλκοόλης και δείκτη (μέχρι τη γραμμή των 10 ml). Ανακινούμε καλά ώστε να διαλυθούν τα υπολείμματα του ελαίου στον ογκομετρικό κύλινδρο. Τιτλοδοτούμε με την προχοϊδα (με συνεχή ανακίνηση) με το διάλυμα του NaOH. Η ανάδευση πρέπει να είναι καλή και η αλλαγή του χρώματος σε όλη τη μάζα του υγρού. Ρίχνουμε ακόμη μερικές σταγόνες διάλυμα NaOH σιγά – σιγά μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο.

Η μέτρηση ολοκληρώνεται όταν αλλάξει το χρώμα του δείκτη από ανοικτό πράσινο σε ανοικτό κόκκινο. Η αλλαγή χρώματος πρέπει να παραμένει μετά από καλή ανάδευση.

Αδειάζουμε τον ογκομετρικό κύλινδρο καλά από τα υπολείμματα του ελαίου και των αντιδραστηρίων. Πλένουμε καλά με νερό και υγρό σαπούνι και ξεβγάζουμε καλά με νερό (απιονισμένο αν είναι δυνατόν). Σκουπίζουμε με χαρτί κουζίνας εσωτερικά και εξωτερικά.

Για τον υπολογισμό της οξύτητας μετράμε με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, τα δέκατα του ml (γραμμές) του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκαν από την πτώση της στάθμης στην προχοϊδα. Καταγράφουμε την ένδειξη. Για κάθε 1 ml διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε αντιστοιχεί 2 βαθμοί οξύτητας. Άρα για κάθε 0,1 ml (δέκατο του ml) αντιστοιχούν 0,2 βαθμοί οξύτητας (ή 2 γραμμές). Έτσι, π.χ. αν καταγράφηκαν 0,5 ml τότε

η οξύτητα είναι 1 βαθμός (10 γραμμές), ενώ αν καταναλώθηκαν 1,7 ml τότε η οξύτητα είναι 3,4 βαθμοί (3 βαθμοί και 4 γραμμές). Όταν βρέχει σταματάει η συγκομιδή της ελιάς γιατί το ράβδισμα με βροχερό καιρό μεταδίδει βακτήριο που δημιουργεί καρκινώματα στο δέντρο.

## 1.5 Τα απόβλητα του ελαιοτριβείου

Τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα ρύπανσης και ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα στο χώρο των γεωργικών βιομηχανιών. Το κόστος της εγκατάστασης των μέχρι σήμερα προτεινόμενων συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων αποθαρρύνει τους ελαιοπαραγωγούς να αλλάξουν την υφιστάμενη πρακτική διαχείρισης που ακολουθούν, δηλαδή την απόρριψή τους σε παρακείμενους υδάτινους αποδέκτες (χειμαρρους, ρέματα, θάλασσα κ.λπ.). Με τέτοιες όμως πρακτικές η διαχείριση του κασίγαρου από τα περισσότερα ελαιουργεία, τα οποία στην πλειοψηφία τους είναι επιχειρήσεις μικρής κλίμακας, οδηγεί συχνά σε σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση της περιοχής. Από τα στερεά υπολείμματα που όπως είπαμε αποβάλλονται κατά την φυγοκέντριση, θα παραχθεί στη συνέχεια στο πυρηνελαιουργείο το πυρηνέλαιο και από εκεί το πράσινο σαπούνι ελιάς, ενώ το νερό ανήκει στα απόβλητα του ελαιοτριβείου και καταλήγει σε μεγάλους λάκκους ή δεξαμενές στο χώμα κατάλληλα διαμορφωμένους δίπλα στο ελαιοτριβείο.

## 1.6 Η ορολογία της ποιότητας του λαδιού

- § **ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ:** Η πιο φυσική κατηγορία ελαιόλαδου με τέλειο άρωμα και γεύση. Η οξύτητά του δεν ξεπερνά το 0,8°. Έχει έντονη φρουτώδη γεύση και άρωμα φρεσκοκομμένου καρπού ελιάς.
- § **ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ:** Φυσικό ελαιόλαδο με ευχάριστη γεύση και οσμή του οποίου η οξύτητα κυμαίνεται έως 1,50. Είναι επίσης πολύ καλής ποιότητας ελαιόλαδο.
- § **ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΑΠΟ ΕΞΕΥΓΕΝΙΣΜΕΝΑ & ΠΑΡΘΕΝΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΑ:** Όταν στην ετικέτα αναγράφεται απλώς η λέξη «ελαιόλαδο», τότε συχνά πρόκειται για μίγμα επεξεργασμένου (ραφιναρισμένου) ελαιόλαδου και παρθένου προκειμένου να βελτιωθούν τα χαρακτηριστικά του. Έχει οξύτητα που δεν ξεπερνά το 3,3° αλλά δυστυχώς δεν προσδιορίζεται η αναλογία ανάμιξης.

§ **ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟ:** Είναι ένα από τα υποπροϊόντα της διαδικασίας παρασκευής του ελαιόλαδου. Η απόληψη του λαδιού αυτού γίνεται από τον πυρήνα του καρπού της ελιάς. Σε κάποιες βόρειες χώρες και στην Αμερική το καταναλώνουν αντί του ελαιόλαδου, ωστόσο η ποιότητά του δεν συγκρίνεται με το καλής ποιότητας ελαιόλαδο. Πολλές φορές γίνεται ανάμιξη ραφιναρισμένου πυρηνέλαιου και παρθένου ελαιόλαδου (με εξαίρεση την κατηγορία ελαιόλαδου λαμπάντε), ώστε να βελτιωθεί η οξύτητά του.

§ **ΑΓΟΥΡΕΛΑΙΟ - ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΛΑΔΙ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΑΣ:** Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο του πρώτου άγουρου καρπού της ελιάς, έχει πλούσια, φρουτώδη, πικάντικη οσμή αλλά και χαρακτηριστική πικρόξινη γεύση. Θεωρείται το καλύτερο λάδι και γιαυτό οι καλλιεργητές συχνά το κρατούν για τον εαυτό τους. Συνήθως διατίθεται σε περιορισμένη ποσότητα και συλλέγεται από τις καλύτερες ελιές. Ελιές άγουρες, μαζεμένες με το χέρι και όχι από ραβδισμό ή πτώση. Λόγω της σπάνιας «ιδιοσυγκρασίας» του, το αγουρέλαιο έχει και περιορισμένη διάρκεια ζωής, το πολύ 9 μήνες. Το αγουρέλαιο, πλούσιο σε αντιοξειδωτικά, ιχνοστοιχεία και βιταμίνες από τη φύση του συνδυάζει την ανώτερη γεύση με την υψηλή βιολογική αξία. Πωλείται ακριβότερα, καθώς οι άγουρες ελιές έχουν μικρή απόδοση σε λάδι.

§ **ΕΛΑΙΟΛΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ:** Είναι το λάδι που προέρχεται από ελαιώνες όπου εφαρμόζονται οι αυστηροί κανόνες για τις βιολογικές καλλιέργειες. Εκεί δεν έχουν θέση ούτε τα λιπάσματα, ούτε οι ψεκασμοί, ούτε και κανένα είδος επεξεργασίας κατά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου, τη διατήρησή του και την εμφιάλωση του ελαιολάδου. Όταν δε πρόκειται να «βγει» βιολογικό λάδι τα καζάνια του ελαιοτριβείου πλένονται ώστε να μην υπάρχουν υπολείμματα από τις συμβατικές ελιές. Στην ετικέτα των βιολογικών προϊόντων πρέπει να αναγράφεται απαραίτητως ο αριθμός έγκρισης και πιστοποίησης από αναγνωρισμένους οργανισμούς ελέγχου και πιστοποίησης όπως ΔΗΩ, ΒΙΟΕΛΛΑΣ, κλπ.

§ **ΛΑΔΙ ΨΥΧΡΗΣ ΕΚΘΛΙΨΗΣ:** Πρόκειται για λάδι που κατά το στάδιο της μάλαξης του η θερμοκρασία διατηρείται κάτω των 25-27οC. Η διαδικασία παραγωγής αυτού του λαδιού είναι περισσότερο χρονοβόρα και δύσκολη, αλλά το παραγόμενο λάδι διατηρεί ανέπαφα πολλά από τα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά του ελαιόλαδου. Η φυσιολογική διάρκεια ζωής ενός ελαιόδεντρου είναι 300-

600 χρόνια αν και υπάρχουν ελιές με ηλικία που ξεπερνά τα 1000 χρόνια.

§ **ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΛΑΜΠΑΝΤΕ Ή ΡΑΦΙΝΑΡΙΣΜΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ:** Η γεύση και η οσμή αυτού του ελαιόλαδου δεν είναι ιδιαίτερα καλές, γι αυτό και πρέπει να υποστεί επεξεργασία (ραφινάρισμα) πριν καταναλωθεί. Η οξύτητά του ξεπερνά το 3ο και η χρήση του είναι κυρίως βιομηχανική, χρησιμοποιείται δηλαδή στις φυτίνες, φυτικά βούτυρα και κονσέρβες.

§ **ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΟΝΟΜΑΣΙΑΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ:** Πρόκειται για ελαιόλαδο που έχει παραχθεί μόνο σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και για την παραγωγή του τηρούνται αυστηροί όροι. Είναι άριστης ποιότητας.

§ **ΤΑΓΓΙΣΜΕΝΟ ΛΑΔΙ:** Λάδι μεγάλης οξύτητας που έχει λήξει ή έχει αποθηκευτεί σε ακατάλληλα δοχεία ή χώρο με υψηλή θερμοκρασία και έχει αποκτήσει πολύ οξεία γεύση που «πειράζει» τον λαιμό. Υποβαθμισμένο λάδι, χωρίς θρεπτικά συστατικά ακατάλληλο για κατανάλωση.

## 1.7 Ποιοτικές κατηγορίες ελαιόλαδου και κριτήρια ποιότητας

Ο βασικός κανονισμός 2568/91 της ΕΕ προβλέπει μια σειρά από φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (κριτήρια) καθώς και τις αντίστοιχες μεθόδους αναλύσεων βάσει των οποίων καθορίζονται η ποιότητα και η γνησιότητα (αυθεντικότητα) των ελαιόλαδων. Αντίστοιχα χαρακτηριστικά έχουν θεσπιστεί από το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιόλαδου.





**Σχήμα 1: Ποιοτική κατάταξη του ελαιόλαδου**

Βάσει των παραπάνω έχουν προσδιοριστεί και οι ποιοτικές κατηγορίες που επίσημα είναι αποδεκτές έως και το στάδιο της τελικής κατανάλωσης. Η κατάταξη σύμφωνα με το κανονιστικό αυτό πλαίσιο καθορίζει και τις εμπορικές τιμές των διαφορετικών ποιοτικών κατηγοριών. Επειδή το παρθένο (εξαιρετικό) ελαιόλαδο είναι ένα απολύτως φυσικό προϊόν γι' αυτό και ο παράγων των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών έχει ιδιαίτερη σημασία και επηρεάζει τόσο τις προτιμήσεις των τελικών καταναλωτών όσο και τις τιμές που διαμορφώνονται στο στάδιο του χονδρικού εμπορίου

### 1.7.1 Κριτήρια ποιότητας

Η οξύτητα αποτελεί το βασικότερο κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης του ελαιόλαδου και είναι αυτή που καθορίζει την εμπορική του αξία. Ο βαθμός οξύτητάς του υποδηλώνει την περιεκτικότητα του προϊόντος σε ελαϊκό οξύ. Ο τρόπος συγκομιδής, αποθήκευσης και έκθλιψης μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την τελική οξύτητα του ελαιόλαδου. Η οξύτητα

εκφράζεται σε γραμμάρια ελεύθερου ελαϊκού οξέος ανά 100 gr λιπαρής ύλης και αποτελεί το βαθμός οξύτητας του ελαιολάδου. Η οξύτητα του ελαιολάδου είναι αυτή που καθορίζει:

- Το πόσο βρώσιμο είναι (οξύτητα μέχρι 2 γρ.) και
- Το βιομηχανικό ελαιόλαδο (οξύτητα μεγαλύτερη των 2 γρ.)

Η οξείδωση είναι μία φυσική αλλοίωση που συμβαίνει όταν τα φυσικά προϊόντα έρχονται σε επαφή με το οξυγόνο. Η οξείδωση, δηλαδή το τάγγισμα, καταστρέφει την οσμή και τη γεύση του ελαιόλαδου. Το φως και το οξυγόνο είναι οι κύριες αιτίες του, αλλά και άλλοι παράγοντες όπως ο τρόπος συγκομιδής και αποθήκευσης του καρπού υποβοηθούν την οξείδωση. Η γεύση του ελαιόλαδου χαλάει, γίνεται δυσάρεστη, η μυρωδιά του θυμίζει χώμα και η ποιότητά του πέφτει κατακόρυφα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

#### 2.1 Γενικές Έννοιες

Όλες οι ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές και διατάξεις περιλαμβάνουν κυκλώματα ηλεκτρικών στοιχείων. Η θεωρία κυκλωμάτων αποτελεί την βάση για την ανάπτυξη της ηλεκτρικής τεχνολογίας και περιλαμβάνει μεθόδους ανάλυσης και σχεδιασμού ηλεκτρικών κυκλωμάτων κάθε τύπου. Η θεωρία κυκλωμάτων στηρίζεται στον ηλεκτρισμό, που είναι μέρος της Φυσικής.

Τα κυκλώματα αποτελούνται από στοιχεία. Τα στοιχεία κυκλωμάτων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες στα ενεργά και στα παθητικά. Τα ενεργά στοιχεία είναι ικανά να παρέχουν ενέργεια, ενώ τα παθητικά δεν μπορούν να παράγουν ενέργεια, αλλά καταναλώνουν ή αποθηκεύουν. Τα παθητικά στοιχεία είναι για παράδειγμα ο αντιστάτης, ο πυκνωτής και το πηνίο καθώς επίσης και ο μετασχηματιστής, που είναι στοιχείο τεσσάρων ακροδεκτών. Τα ενεργά στοιχεία περιλαμβάνουν τις μπαταρίες, γεννήτριες και μοντέλα τρανζίστορ.

Η επίλυση των κυκλωμάτων σκοπό έχει να υπολογίσει τάσεις ή/και ρεύματα σε δοσμένα στοιχεία του κυκλώματος. Πρώτη και πολύ σημαντική εργασία για την επίλυση ενός κυκλώματος είναι ο ορισμός της πολικότητας (φοράς) του ρεύματος και της τάσης αναφοράς σε κάθε στοιχείο του κυκλώματος ή αλλιώς του συστήματος αναφοράς του κυκλώματος.

Τα πρότυπα των φυσικών κυκλωμάτων είναι δύο ειδών, τα συγκεντρωμένα και τα κατανεμημένα. Τα συγκεντρωμένα κυκλώματα αποτελούνται από την διασύνδεση συγκεντρωμένων ηλεκτρικών στοιχείων, όπως ο αντιστάτης, ο πυκνωτής, το πηνίο και ο μετασχηματιστής. Οι νόμοι του Kirchhoff ισχύουν μόνο για τα συγκεντρωμένα κυκλώματα. Αυτός ο περιορισμός απορρέει από το γεγονός ότι οι νόμοι του Kirchhoff είναι προσέγγιση των εξισώσεων Maxwell, που είναι οι γενικές εξισώσεις του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Οι νόμοι του Kirchhoff είναι δύο: Ο νόμος των ρευμάτων και ο νόμος των τάσεων και εκφράζουν την αρχή της διατήρησης του φορτίου και της ενέργειας αντίστοιχα. Ο νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff έχει την παρακάτω μορφή: Σε κάθε κύκλωμα συγκεντρωμένων στοιχείων, κάθε χρονική στιγμή το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών των ρευμάτων σε ένα κόμβο είναι μηδέν. Ο

νόμος των τάσεων του Kirchhoff διατυπώνεται ως εξής: Σε κάθε κύκλωμα συγκεντρωμένων στοιχείων, κάθε χρονική στιγμή, το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων σ' ένα βρόχο κυκλώματος είναι μηδέν.

Το ηλεκτρικό φορτίο έχει δύο χαρακτηριστικά: την ποσότητα που μετριέται σε Coulombs (Cb) και το πρόσημο ή την πολικότητα. Το φορτίο που μεταφέρει ένα ηλεκτρόνιο είναι  $q_e = -1.60 \cdot 10^{-19} \text{Cb}$  και έχει αρνητική πολικότητα.

Ρεύμα είναι η διέλευση φορτίου από μία δοσμένη διατομή σε δοσμένο χρόνο. Αν η μεταφορά του φορτίου  $\Delta q$  γίνεται σε χρόνο  $\Delta t$ , τότε το μέσο ρεύμα είναι  $I = \Delta q / \Delta t$ . Το ρεύμα μετράται σε Amperes (A) που ισοδυναμεί με τη μεταφορά ενός Cb ανά δευτερόλεπτο (s).

$$1 \text{ A} = 1 \text{ Cb} / \text{s}$$

Το ηλεκτρικό μέγεθος που σχετίζεται με την μεταβολή της δυναμικής ενέργειας, ονομάζεται διαφορά δυναμικού ή τάση, και μετριέται σε Volts (V). Η σχέση που ορίζει την τάση  $u$ , αν ένα φορτίο  $dq$  προσφέρει ενέργεια  $dw$  όταν κινηθεί από ένα σημείο  $a$  σε ένα σημείο  $b$  είναι οι εξής:

$$u = dw/dq$$

Αν εκφράσουμε την ενέργεια σε joules (J), τότε η μονάδα της τάσης δίνεται από την σχέση:

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J} / \text{Cb}$$

Η στιγμιαία ισχύς ορίζεται σαν ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας και ορίζεται από την σχέση:

$$p = dw/dt$$

Η ηλεκτρική ισχύς μετρούμενη σε Watts (W) που καταναλώνεται ή παράγεται από ένα στοιχείο κυκλώματος είναι απλά το γινόμενο της τάσης επί το ρεύμα.

$$p = u \cdot i$$

$$\text{Άρα } 1 \text{ W} = 1 \text{ VA}$$

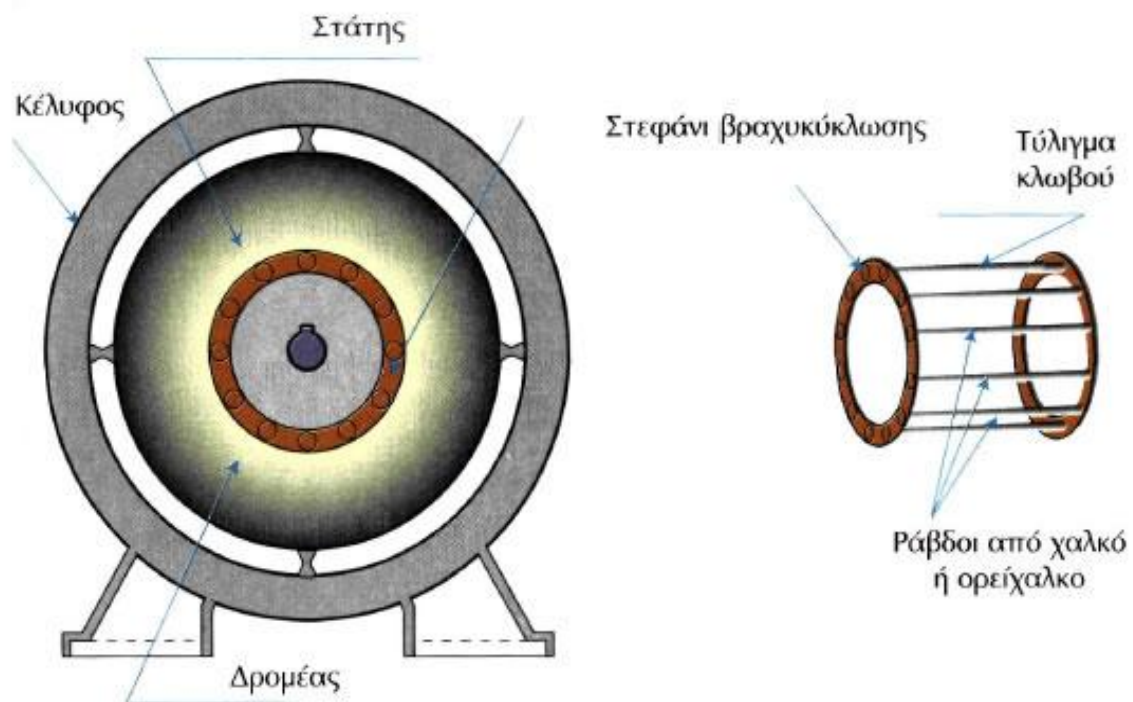
## 2.2 Βασικά μέρη Ηλεκτρικών μηχανών

Μια Ηλεκτρική Μηχανή έχει τρία βασικά μέρη :

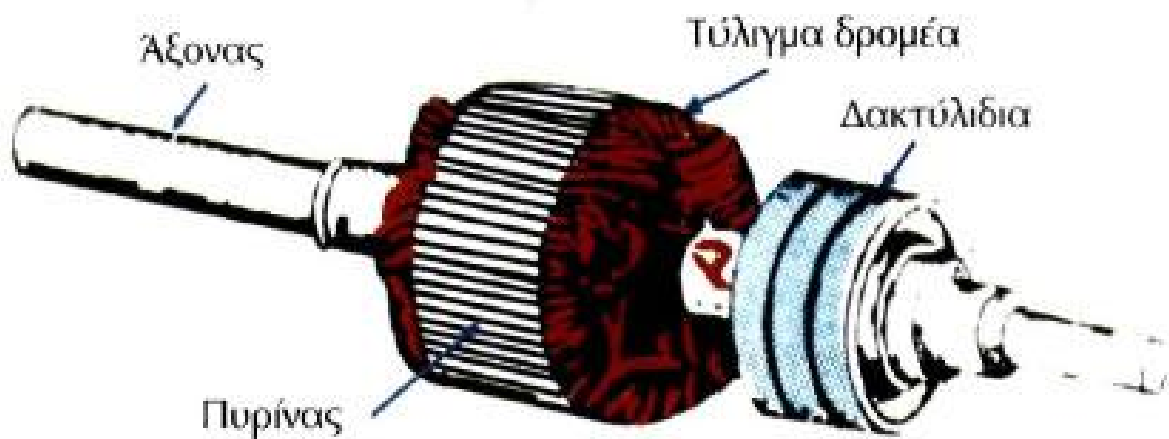
- i. Το σταθερό μέρος που αποτελείται από τον πυρήνα του στάτη και τον πυρήνα του δρομέα, οι οποίοι κατασκευάζονται από σιδηρομαγνητικά υλικά, είτε συμπαγή είτε υπό μορφή ελασμάτων, για την ελάττωση της μαγνητικής αντίστασης των δρόμων της μαγνητικής ροής, για την ελάττωση των απωλειών από τα δινορεύματα. Καθώς επίσης και τα τυλίγματα.
- ii. Τα μαγνητικά πεδία του στάτη και του δρομέα, που παράγονται από κατάλληλα τοποθετημένα τυλίγματα συγκεντρωμένα ή διανεμημένα.
- iii. Ο αριθμός των πόλων των τυλιγμάτων είναι πάντα άρτιος.

Η ονομασία Επαγωγικοί Κινητήρες προήλθε από το γεγονός ότι η τάση στον δρομέα, η οποία παράγει το ρεύμα διέγερσης και στην συνέχεια το πεδία του δρομέα, επάγεται στα τυλίγματά του, χωρίς να προσφέρεται από κάποια εξωτερική ηλεκτρική πηγή. Αν σταθούμε σε αυτή την ιδιότητά του, μπορούμε πολύ εύκολα να πούμε πώς ένας επαγωγικός κινητήρας θεωρείται και σαν ένας μετασχηματιστής με στρεφόμενο το δευτερεύον τύλιγμα. Οι στάτες από έναν επαγωγικό κινητήρα και μιας σύγχρονης γεννήτριας, έχουν ακριβώς την ίδια δομή. Στον αντίποδα, ανάλογα με τον τύπο δρομέα (ο οποίος κατασκευάζεται από δυναμοελάσματα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω δινορευμάτων), οι επαγωγικοί κινητήρες διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες : σε αυτούς με βραχυκυκλωμένο κλωβού (ο πιο κοινός τύπος) και σε αυτούς με δακτυλιοφόρο δρομέα.

Ο δρομέας βραχυκυκλωμένου κλωβού φέρει αυλάκια στην επιφάνεια του, μέσα στα οποία είναι τοποθετημένες αγώγιμες ράβδοι. Τα άκρα των τελευταίων βραχυκυκλώνονται μέσω των λεγόμενων δακτυλίων βραχυκύκλωσης. Οι Δακτυλιοφόροι δρομείς φέρουν τριφασικό τύλιγμα αντίστοιχο με αυτό του στάτη. Οι φάσεις τους συνδέονται κατά κανόνα σε αστέρα και τα τρία ελεύθερα άκρα των αγωγών συνδέονται σε ισάριθμους δακτυλίους, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνονται μέσω ψηκτρών που εφάπτονται στους δακτυλίους. Η διάταξη αυτή έχει το προφανές χαρακτηριστικό ότι επιτρέπει τη σύνδεση εξωτερικών αντιστάσεων στο κύκλωμα του δρομέα.



**Εικόνα 10: Τύλιγμα κλωβού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.**



**Εικόνα 11: Δακτυλιοφόρος δρομέας.**

## 2.3 Κατηγορίες Ασύγχρονων Τριφασικών Κινητήρων.

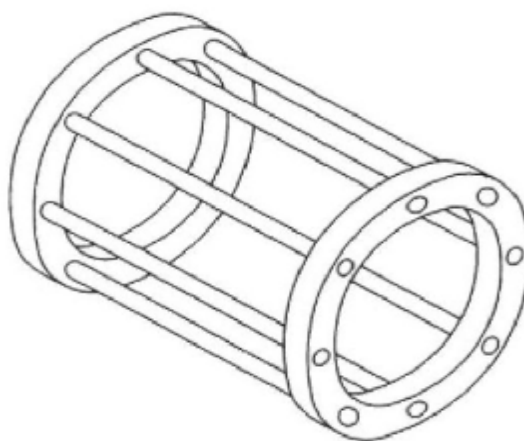
Κινητήρες τυλιγμένου δρομέα : Στους κινητήρες τυλιγμένου δρομέα, υπάρχει η δυνατότητα μέσω ψηκτρών, να παρεμβάλουμε εξωτερικά και να προσθέσουμε ωμική αντίσταση σε σειρά σε κάθε φάση του δρομέα.

- i. Ο δρομέας έχει τριφασικά τυλίγματα περίπου σαν και αυτά του στάτη.
- ii. Η συνδεσμολογία του είναι πάντα σε αστέρα.
- iii. Τα τρία άκρα του καταλήγουν σε “δακτυλίδια”.
- iv. Το κύκλωμα είναι ανοικτό και οι συνδέσεις μπορούν να γίνουν μέσω συλλεκτών πάνω στα δακτυλίδια.

Η χρήση ενός κινητήρα τυλιγμένου δρομέα γίνεται κυρίως σε μεγάλες ισχείς.

Κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ή τύπου κλωβού :

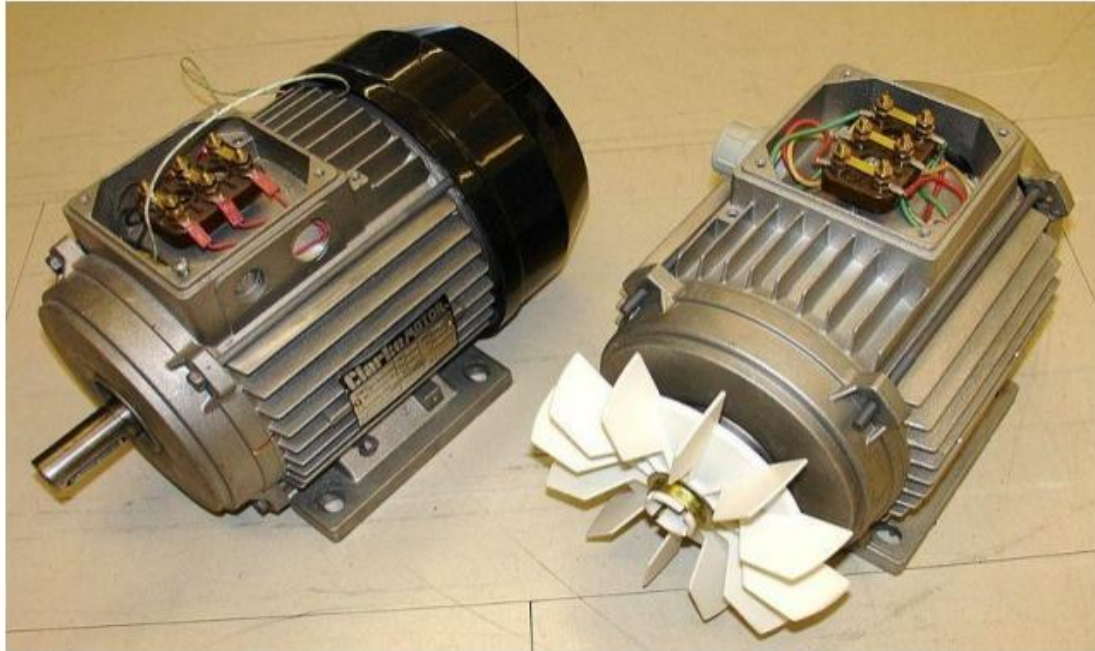
- i. Ο πυρήνας του αποτελείται από δυναμοελάσματα και αγωγίμες ράβδους (αλουμινίου) τοποθετημένες σε ειδικά αυλάκια. Κάθε αυλάκι περιέχει έναν συμπαγή αγωγό.
- ii. Η τοποθέτηση των ράβδων γίνεται ομοιόμορφα στην περιφέρεια του δρομέα.
- iii. Η επιφάνεια του δρομέα καλύπτεται από ένα στρώμα οξειδίου, που λειτουργεί ως μονωτικό υλικό για την αποφυγή δινορευμάτων.



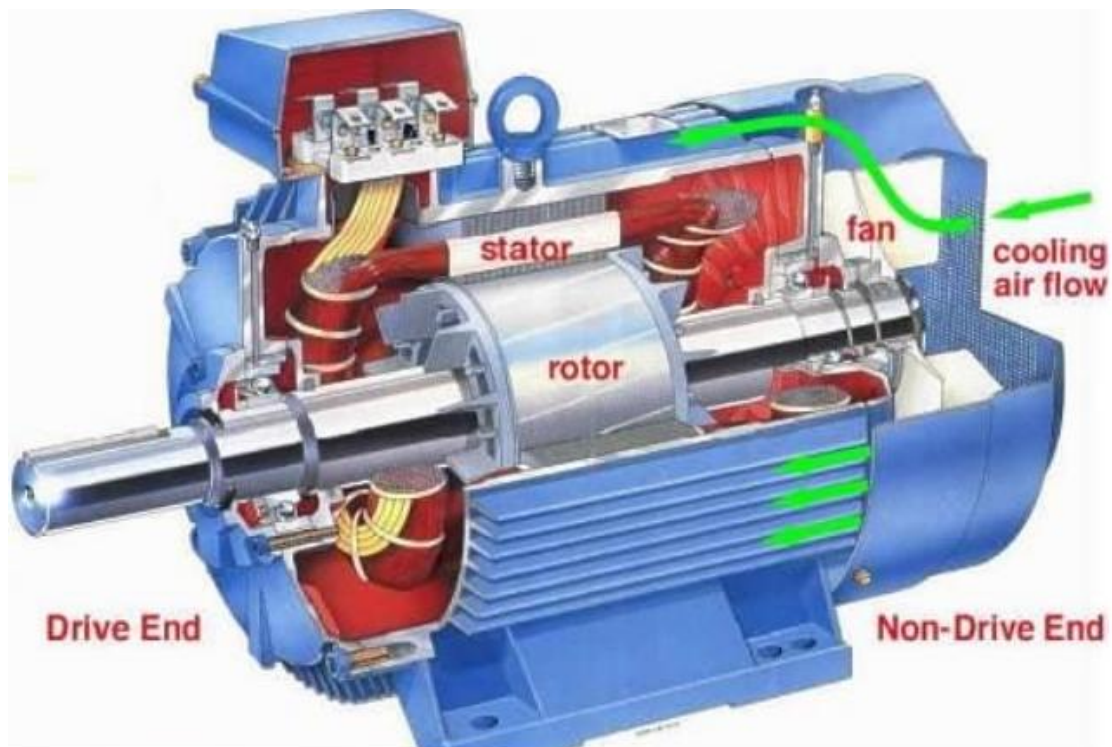
Εικόνα12: Βραχυκυκλωμένος κλωβός.

Αν και οι κινητήρες τυλιγμένου δρομέα, παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία για τον έλεγχο της ροπής και των στροφών, οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, λόγω χαμηλότερου κόστους, μικρότερου όγκου και στιβαρότερης κατασκευής, προτιμούνται περισσότερο στις συνηθισμένες βιομηχανικές εφαρμογές. Σε περιπτώσεις που απαιτούνται υψηλές ροπές

κατά την εκκίνηση, μπορεί να γίνει χρήση δρομέα διπλού κλωβού.



Εικόνα 13: Εξωτερική Όψη Ασύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα με το ακροκιβώτιο



Εικόνα 14: Τομή ενός Ασύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα



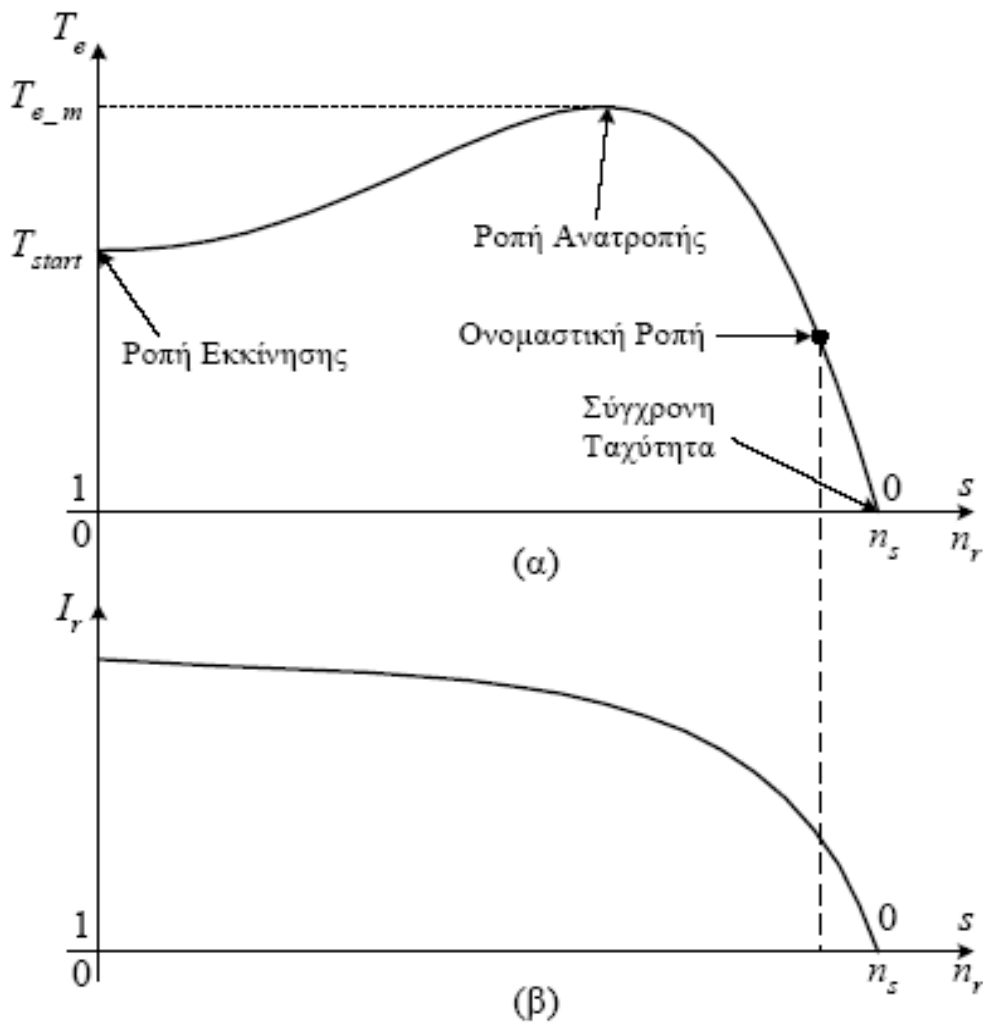
## 2.4 Χαρακτηριστική Ταχύτητας-Ροπής.

Η ροπή που αναπτύσσει ένας επαγωγικός κινητήρας μεταβάλλεται με την ταχύτητα, με τον τρόπο που εικονίζεται στο Σχήμα 2α.

Προκειμένου να ερμηνεύσουμε τη χαρακτηριστική αυτή, θεωρούμε ότι ο κινητήρας λειτουργεί αρχικά χωρίς φορτίο (Σχήμα 2α.) Τότε, η ταχύτητα του κινητήρα είναι περίπου ίση με τη σύγχρονη. Το μαγνητικό πεδίο του στάτη  $B_{sr}$  παράγεται από το ρεύμα  $I_s$ . Το ολικό μαγνητικό πεδίο  $B_m$  είναι ανάλογο με το ρεύμα μαγνήτισης  $I_m$ . Το ρεύμα μαγνήτισης εξαρτάται από την τάση  $E$ , όταν ο κινητήρας είναι ακόρεστος. Επειδή η πτώση τάσης στη σύνθετη αντίσταση του στάτη είναι πολύ μικρή, η τάση  $E$  είναι σταθερή και περίπου ίση με την τάση τροφοδοσίας  $V$ . Επομένως, το ολικό μαγνητικό πεδίο στο διάκενο του κινητήρα είναι σταθερό και ανεξάρτητο από τη ροπή του φορτίου. Η τάση που επάγεται στο τύλιγμα του δρομέα  $E_r$  είναι πολύ μικρή, εξαιτίας της μικρής ολίσθησης.

Έτσι, το ρεύμα του δρομέα  $I_r$  και το πεδίο που αυτό αναπτύσσει  $B_{rs}$ , είναι μικρά. Επειδή η συχνότητα των επαγόμενων τάσεων είναι μικρή, η αντίδραση του δρομέα είναι πολύ μικρή σε σχέση με την ωμική του αντίσταση και η διαφορά φάσης μεταξύ  $I_r$  και  $E_r$  είναι ελάχιστη. Μολονότι το ρεύμα του δρομέα είναι πολύ μικρό στη λειτουργία χωρίς φορτίο, το ρεύμα τροφοδοσίας του στάτη είναι αρκετά μεγάλο, καθώς παρέχει το ρεύμα μαγνήτισης.

Όταν η ροπή του φορτίου αυξηθεί στην ονομαστική τιμή, η ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται και η ολίσθηση αυξάνει. Έτσι, η τάση που επάγεται στο δρομέα αυξάνεται. Η αυξημένη τάση  $E_r$  προκαλεί την αύξηση του ρεύματος και του μαγνητικού πεδίου στο δρομέα. Ταυτόχρονα, η αύξηση της συχνότητας στο δρομέα έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διαφορά φάσης μεταξύ των  $E_r$  και  $I_r$  (Σχήμα 3β). Η αύξηση του πεδίου  $B_{rs}$  τείνει να αυξήσει την αναπτυσσόμενη ροπή. Αντίθετα, η αύξηση της γωνίας  $\delta$ , η οποία είναι μεγαλύτερη από  $90^\circ$ , τείνει να μειώσει τη ροπή. Καθώς η επίδραση του πεδίου είναι μεγαλύτερη από την επίδραση της γωνίας, η ροπή αυξάνεται.

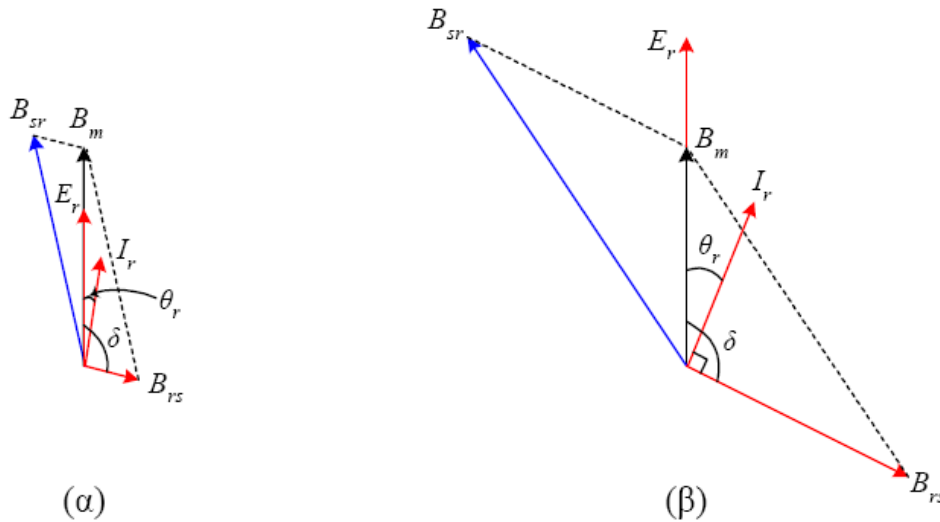


**Σχήμα 2: Χαρακτηριστική ροπής-ταχύτητας(α)**

**Μεταβολή του ρεύματος δρομέα με την ταχύτητα(β)**

Η επίδραση του μαγνητικού πεδίου του δρομέα  $B_{rs}$  υπερिशύει της γωνίας  $\delta$ , μέχρι μια τιμή του φορτίου, η οποία αντιστοιχεί στη μέγιστη ροπή (Σχήμα 3α). Η μέγιστη ροπή ονομάζεται ροπή ανατροπής. Η ροπή ανατροπής είναι 2 έως 3 φορές μεγαλύτερη της ονομαστικής. Όταν η ροπή του φορτίου γίνει μεγαλύτερη από τη ροπή ανατροπής, η επίδραση του  $\sin\delta$  είναι εντονότερη από εκείνη του μαγνητικού πεδίου και η ροπή που αναπτύσσει ο κινητήρας μειώνεται. Το αποτέλεσμα στην περίπτωση αυτή είναι ο κινητήρας να σταματήσει (παθητικό φορτίο).

Η μεταβολή του ρεύματος του δρομέα με την ταχύτητα εικονίζεται στο Σχήμα 3β. Σε μικρές τιμές της ολίσθησης, η μεταβολή του ρεύματος στο δρομέα και της ροπής είναι γραμμική με την ολίσθηση.



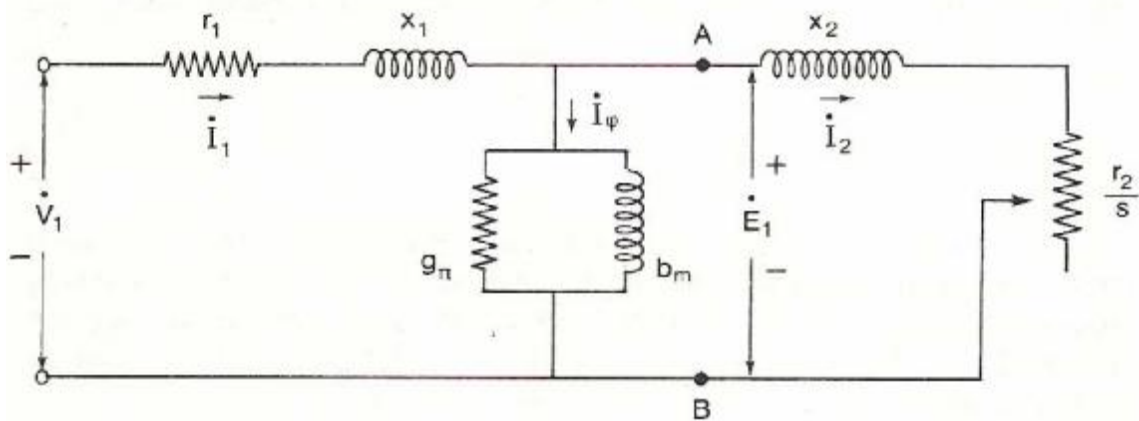
**Σχήμα 3: Διανυσματικό διάγραμμα κινητήρα χωρίς φορτίο(α)  
Με φορτίο(β)**

Σε ροπές μεγαλύτερες από την ονομαστική, η συχνότητα των ρευμάτων στο δρομέα είναι αρκετά μεγάλη. Έτσι, ο συντελεστής ισχύος του δρομέα  $\cos\theta_r$  μειώνεται. Η μεταβολή του ρεύματος του δρομέα και της ροπής περιορίζεται, σε ροπές μεγαλύτερες από την ονομαστική. Σε ροπές υψηλότερες από τη ροπή ανατροπής, ο συντελεστής ισχύος του δρομέα γίνεται πολύ μικρός και η ροπή μειώνεται αντί να αυξάνει. Ακόμη, το ρεύμα του δρομέα είναι περίπου σταθερό.

Η ροπή που αναπτύσσει ο κινητήρας στη μηδενική ταχύτητα ονομάζεται ροπή εκκίνησης (Tstart). Η ροπή εκκίνησης είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική ροπή, συνήθως της τάξης του 150% της ονομαστικής.

## 2.5 Ισοδύναμο κύκλωμα.

Οι μηχανές επαγωγής έχουν μόνο συμμετρικά τριφασικά τυλίγματα τα οποία διεγείρονται από συμμετρικές πολυφασικές τάσεις. Μελετούμε τη μία φάση μόνο εφόσον όλες οι φάσεις συμπεριφέρονται κατά τον ίδιο τρόπο και η μόνη διάκριση μεταξύ τους είναι η χαρακτηριστική διαφορά φάσης χρόνου. Το τυλίγμα στάτη θεωρείται συνδεδεμένο κατ'αστέρα. Επίσης θεωρείται ότι όλα τα ρεύματα και οι τάσεις έχουν ημιτονοειδή μορφή κύματος. Οι επιδράσεις των αρμονικών χώρου στη διανομή της ροής αγνοούνται, ενώ λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό των αντιδράσεων σκέδασης στάτη και δρομέα. Το ισοδύναμο κύκλωμα του επαγωγικού κινητήρα δίνεται στο παρακάτω σχήμα



Σχήμα 4: Ισοδύναμο κύκλωμα επαγωγικού κινητήρα.

Τα μεγέθη που παριστάνονται στο ισοδύναμο κύκλωμα είναι τα εξής:

$V_1$  τάση ακροδεκτών στάτη

$E_1$  αντί  $-HE\Delta$  που αναπτύσσεται από τη συνισταμένη ροή διακένου

$I_1$  ρεύμα στάτη

$r_1$  πραγματική αντίσταση στάτη

$X_1$  αντίδραση σκέδασης στάτη

$I_\phi$  συνιστώσα ρεύματος διέγερσης

$I_\pi$  συνιστώσα απωλειών πυρήνα

$I_m$  συνιστώσα μαγνήτισης

$g_m$  αγωγιμότητα απωλειών πυρήνα

$b_m$  μαγνητίζουσα αγωγιμότητα

$I_2$  συνιστώσα φορτίου

$X_2$  αντίδραση σκεδάσεως δρομέα ανοιγμένοι στη συχνότητα στάτη

$r_{2/s}$  ανακλώμενη αντίσταση, συνδυασμένη επίδραση του φορτίου στον

άξονα και της αντιστάσεως του δρομέα.

Επισημαίνεται ότι όταν τα ρεύματα και οι τάσεις του δρομέα ανακλώνται στο στάτη ,η συχνότητα τους μετατρέπεται σε συχνότητα στάτη. Όλα τα ηλεκτρικά φαινόμενα του δρομέα, όταν παρατηρούνται στο στάτη , γίνονται φαινόμενα συχνότητας στάτη, διότι το τύλιγμα του στάτη απλώς βλέπει κύματα ΜΕΔ και ροής να οδεύουν στη σύγχρονη ταχύτητα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΤΑ ΜΕΣΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όταν όλα τα στοιχεία μιας εγκατάστασεως παρουσιάζουν την απαραίτητη αντοχή (θερμική, μηχανική και διηλεκτρική) είναι δυνατή η οικονομική λειτουργία της εγκατάστασεως. Οι διατάξεις προστασίας αποσκοπούν στην εξασφάλιση της λειτουργίας των διαφόρων στοιχείων σε μία ευρεία περιοχή και στην απόζευξη των στοιχείων εκείνων, τα οποία σε περιπτώσεις υπερφορτίσεων και σφαλμάτων (βραχυκυκλωμάτων) κινδυνεύουν να καταπονηθούν περισσότερο, από όσο επιτρέπεται, και να καταστραφούν. Η καταστροφή ενός στοιχείου έχει συνήθως πολύ μεγαλύτερες οικονομικές επιπτώσεις, λόγω της διακοπής της παραγωγικής διαδικασίας, από τις δαπάνες αντικαταστάσεως του στοιχείου αυτού.

Ο όρος υπερένταση χρησιμοποιείται για ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που μπορεί να εμφανισθεί σε λειτουργία χωρίς σφάλμα (π.χ. σε περίπτωση μεγαλύτερου μηχανικού φορτίου σε ένα κινητήρα) ή σε βραχυκύκλωμα. Ο όρος υπερφόρτιση χαρακτηρίζει ένταση μεγαλύτερη της ονομαστικής που δεν οφείλεται σε σφάλμα. Η προστασία υπερεντάσεως είναι συνεπώς η προστασία διαφόρων στοιχείων της εγκατάστασεως τόσο έναντι ρευμάτων υπερφορτίσεως όσο και έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως.

Τα στοιχεία μιας εγκατάστασεως χαρακτηρίζονται από τα ονομαστικά τους μεγέθη (ισχύς, τάση, ένταση, συχνότητα) και από άλλα πρόσθετα μεγέθη (θερμοκρασία περιβάλλοντος, μέγιστη θερμοκρασία, υψόμετρο). Για ένα τριφασικό ασύγχρονο κινητήρα π.χ. της κατηγορίας μονώσεως Β καθορίζονται βάσει των κανονισμών VDE 0530 Μέρος 1 [1] εκτός της ισχύος, της τάσεως, της εντάσεως και της συχνότητας και

- § η μέγιστη επιτρεπόμενη ανύψωση της θερμοκρασίας 80°C
- § η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία 130°C
- § το μέγιστο υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας 1000 m.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί στα πλαίσια των καθορισμένων αυτών τιμών έχει μία αναμενόμενη διάρκεια ζωής. Διάρκεια ζωής ενός στοιχείου είναι η χρονική διάρκεια κατά την οποία η μόνωσή του παραμένει ασφαλής υπό θερμοκρασία

ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία. Όταν όμως γίνει υπέρβαση ενός από τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν την κανονική

λειτουργία, μπορεί να προκληθεί υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας και περιορισμός της διάρκειας ζωής. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια και το μέγεθος της μη επιτρεπόμενης θερμοκρασίας τόσο μεγαλύτερη είναι και η επίπτωση στη διάρκεια ζωής, δηλαδή τόσο γρηγορότερα επέρχεται η “γήρανση” της μονώσεως. Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι η συνεχής λειτουργία με υπέρβαση θερμοκρασίας κατά 6°C πέραν της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας περιορίζει στο μισό τη διάρκεια ζωής. Όταν οι εντάσεις υπερφορτίσεως έχουν μεγάλες τιμές και δεν διακοπούν έγκαιρα μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και σε σύντομο χρονικό διάστημα καταστροφή της μόνωσης, ηλεκτρικό τόξο και τελικά βραχυκύκλωμα.

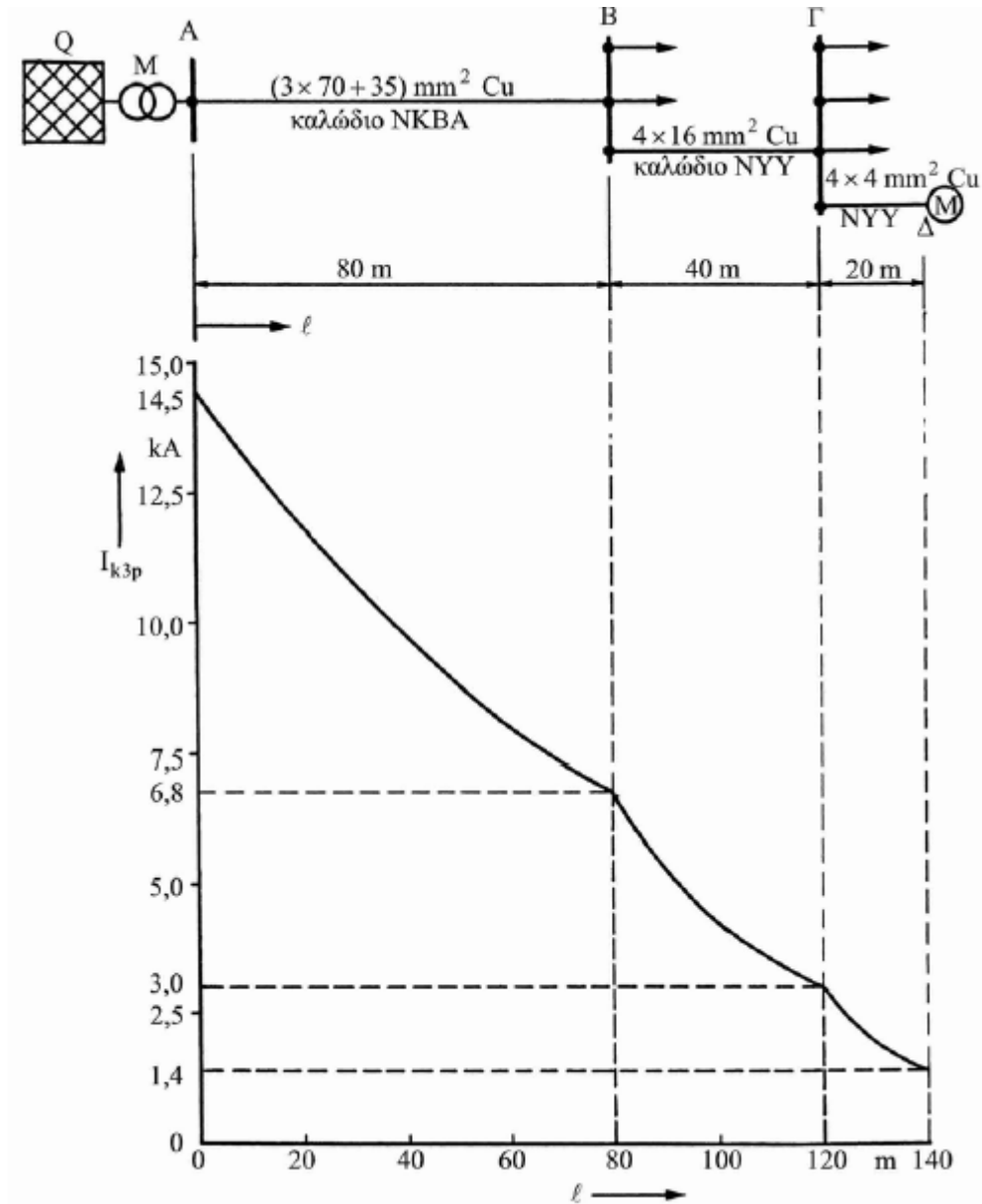
Σημαντικές υπερεντάσεις βραχείας διάρκειας εμφανίζονται και κατά την κανονική λειτουργία χωρίς να προκαλούν ανεπίτρεπτη ανύψωση της θερμοκρασίας (ρεύματα εκκινήσεως κινητήρων, ρεύματα ζεύξεως μετασχηματιστών σε κενή λειτουργία, ρεύματα ζεύξεως πυκνωτών, ρεύματα ζεύξεως λυχνιών).

Τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως είναι τόσο μεγάλα, ώστε σε πολύ σύντομο χρόνο να μπορούν να προκαλούν ενεπίτρεπτες υπερθερμάνσεις, όχι μόνο στο σημείο του σφάλματος αλλά και σε άλλα στοιχεία που διαρρέονται από τα ρεύματα αυτά. Οι υπερθερμάνσεις αυτές μπορεί να γίνουν αιτίες καταστροφής του εξοπλισμού και πυρκαϊάς. Η υπερθέρμανση είναι ανάλογη της ενέργειας που εκλύεται, δηλαδή ανάλογη του  $\int_0^{T_k} i_k^2(t) dt$  (όπου  $i_k(t)$  το ρεύμα και  $T_k$  η διάρκεια βραχυκυκλώσεως). Από τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως αναπτύσσονται ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν μηχανικές καταστροφές. Οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις είναι ανάλογες του τετραγώνου του κρουστικού ρεύματος βραχυκυκλώσεως.

Εκτός των θερμικών και των μηχανικών επιπτώσεων τα σφάλματα μπορεί να είναι αιτίες σοβαρών ατυχημάτων: κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, κίνδυνος εγκαυμάτων από το ηλεκτρικό τόξο, κίνδυνος πυρκαϊάς.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι οι υπερεντάσεις πρέπει να διακόπτονται σε σχετικά σύντομο χρόνο χωρίς να προλάβουν να προκαλέσουν υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης θερμοκρασίας. Η τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως στο δίκτυο και στις εγκαταστάσεις χαμηλής τάσεως είναι πρακτικά ανεξάρτητη από την ισχύ βραχυκυκλώσεως του δικτύου μέσης τάσεως και εξαρτάται από την ισχύ και την τάση βραχυκυκλώσεως του μετασχηματιστή μέσης προς χαμηλή τάση και από τις σύνθετες αντιστάσεις μεταξύ μετασχηματιστή και σημείου σφάλματος. Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως έχει μεγάλες τιμές για σφάλματα κοντά στο μετασχηματιστή. Η παρεμβολή όμως των αντιστάσεων του δικτύου χαμηλής τάσεως περιορίζει

δραστικά το ρεύμα βραχυκυκλώσεως. Το σχήμα 1 δείχνει για παράδειγμα τη μεγάλη επίπτωση των αντιστάσεων των γραμμών χαμηλής τάσεως, ιδιαίτερα εκείνων μικρής διατομής που χρησιμοποιούνται συνήθως στις εσωτερικές εγκαταστάσεις, στο ρεύμα βραχυκυκλώσεως.



Σχήμα 5. Ρεύματα βραχυκυκλώσεως σε εγκατάσταση χαμηλής τάσεως

Q : Δίκτυο μέσης τάσεως ισχύος βραχυκυκλώσεως  $S \text{ MVA}_Q = 250$

M: Μετασχηματιστής  $S \text{ kVA}_n = 630$ ,  $u_k = 6\%$ ,  $u_r = 15\%$ ,  $u_x = 5.8\%$ ,

$U \text{ V}_n = 400$  (δευτερεύον τύλιγμα)

A, B, Γ πίνακες, Δ ακροδέκτες κινητήρα M,  $R_1'$  στους  $20^\circ\text{C}$

Καλώδιο AB:  $R_1' = 0.271 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X_1' = 0.085 \text{ } \Omega/\text{km}$

Καλώδιο ΒΓ:  $R_1' = 1.141 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X_1' = 0.090 \text{ } \Omega/\text{km}$

Καλώδιο ΓΔ:  $R_1' = 4.560 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X_1' = 0.0107 \text{ } \Omega/\text{km}$



Ενώ το τριπολικό ρεύμα για βραχυκύκλωμα στους ακροδέκτες χαμηλής τάσεως του μετασχηματιστή είναι 14.5 kA μετά την παρεμβολή του καλωδίου μετασχηματιστή-πίνακα Β το ρεύμα ελαττώνεται στα 6.8 kA. Για σφάλμα στον πίνακα Γ το ρεύμα είναι 3kA και για σφάλμα στους ακροδέκτες του κινητήρα Μ 1.4 kA. Στην πραγματικότητα οι τιμές των ρευμάτων βραχυκυκλώσεως είναι μικρότερες από αυτές που προκύπτουν από τους υπολογισμούς, επειδή με τους υπολογισμούς δεν λαμβάνονται υπόψη οι αντιστάσεις των ηλεκτρικών τόξων, οι αντιστάσεις διελεύσεως στους ακροδέκτες ασφαλειών, διακοπών κ.λ.π., η αυτεπαγωγή των μετασχηματιστών εντάσεως και η αύξηση της επαγωγικής αντιδράσεως από την ενδεχόμενη γειτνίαση των αγωγών με σιδηρές διατάξεις στις εγκαταστάσεις.

### 3.1 Αυτόματι διακόπτες προστασίας έναντι υπερρεύματος

Οι αυτόματι διακόπτες ισχύος μπορούν να διακόπτουν και να αποκαθιστούν κυκλώματα και σε περίπτωση σφαλμάτων (βραχυκυκλωμάτων), εφόσον παρουσιάζουν την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής και ζεύξεως:

- § Η ονομαστική ικανότητα διακοπής του διακόπτη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το αρχικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως " $I_k$ ", το οποίο μπορεί να εμφανισθεί στο σημείο εγκαταστάσεως του διακόπτη.
- § Η ονομαστική ικανότητα ζεύξεως του διακόπτη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το κρουστικό ρεύμα βραχυκυκλώσεως  $I_s$  το οποίο μπορεί να εμφανισθεί στο σημείο εγκαταστάσεως του διακόπτη.

Οι αυτόματι διακόπτες προστασίας στοιχείων εγκαταστάσεων χαμηλής τάσεως έναντι υπερεντάσεως είναι γενικά διακόπτες ισχύος. Στην κάθε φάση έχουν ένα θερμικό (διμεταλλικό) στοιχείο για την προστασία έναντι υπερφορτίσεως και ένα ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο για την προστασία έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώσεως.

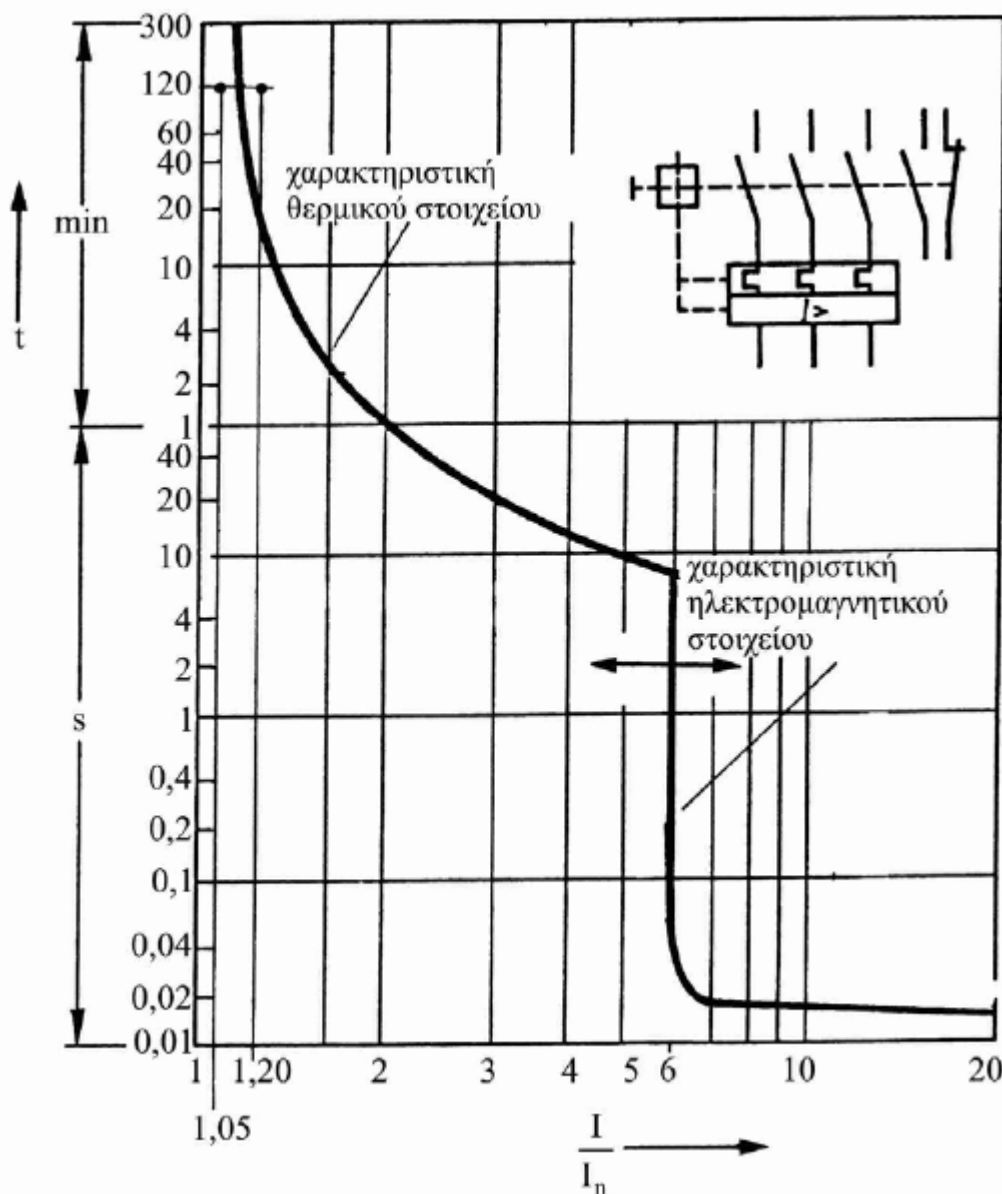
Στο σχήμα 9 φαίνεται η χαρακτηριστική εντάσεως-χρόνου διακοπής ενός αυτόματου διακόπτη χαμηλής τάσεως. Η ένταση, στην οποία επέρχεται η λειτουργία του διακόπτη μπορεί να ρυθμισθεί σε μία ορισμένη περιοχή και να προσαρμοσθεί έτσι στις απαιτήσεις του στοιχείου που προστατεύεται. Το στοιχείο υπερφορτίσεως

- § δεν διακόπτει εντός 2 ωρών για ρεύματα  $I_{ln} \leq 105$ ,
- § διακόπτει εντός 2 ωρών για ρεύματα  $I_{ln} \geq 120$ , όπου  $I_{ln}$  το ρεύμα διακοπής για το οποίο ρυθμίζεται ο διακόπτης.

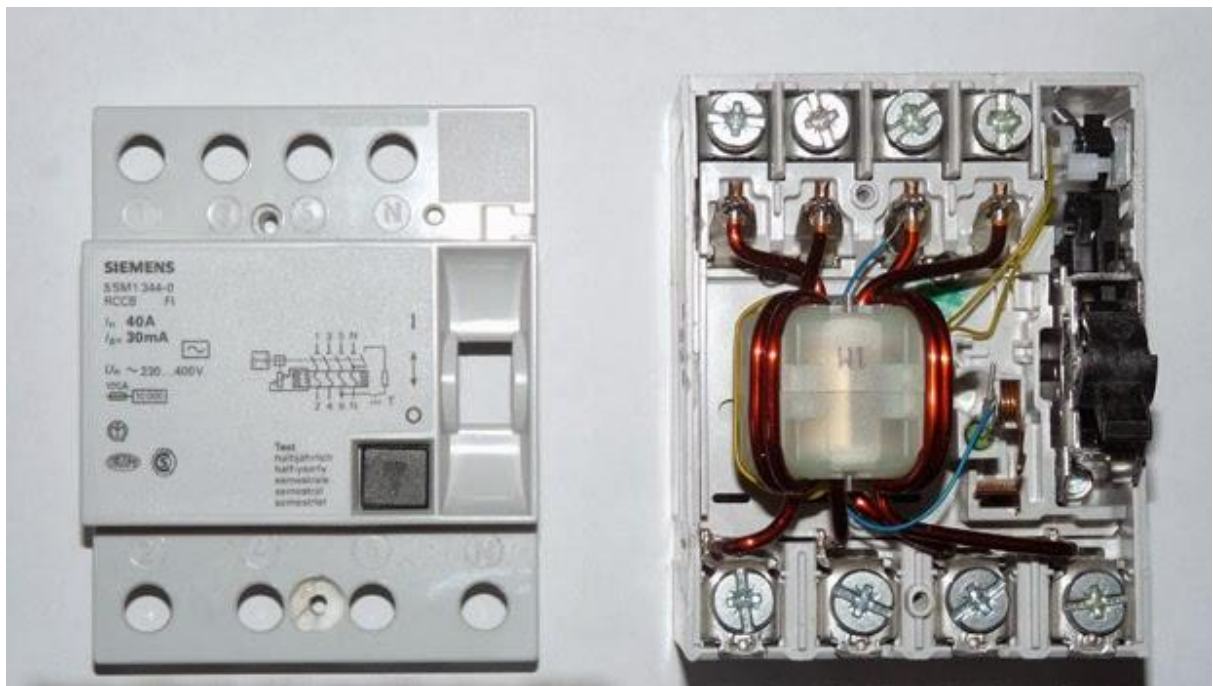
Το ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο μπορεί επίσης να ρυθμισθεί ώστε να γίνεται διακοπή, π.χ.

- § για  $I \sim 6I_n$  για την προστασία γραμμών
- § για  $I \sim 12I_n$  για την προστασία κινητήρων

Ανάλογα με τον τρόπο σβέσεως του ηλεκτρικού τόξου οι αυτόματοι διακόπτες διακρίνονται σε διακόπτες με διακοπή κατά το μηδενισμό του ρεύματος και σε διακόπτες με περιορισμό του ρεύματος.



Σχήμα 6. Χαρακτηριστική εντάσεως-χρόνου διακοπής αυτόματου διακόπτη με θερμικό και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο.



**Εικόνα 16:        Αυτόματος Διακόπτης (Εξωτερική και Εσωτερική Όψη και Διάταξη)**

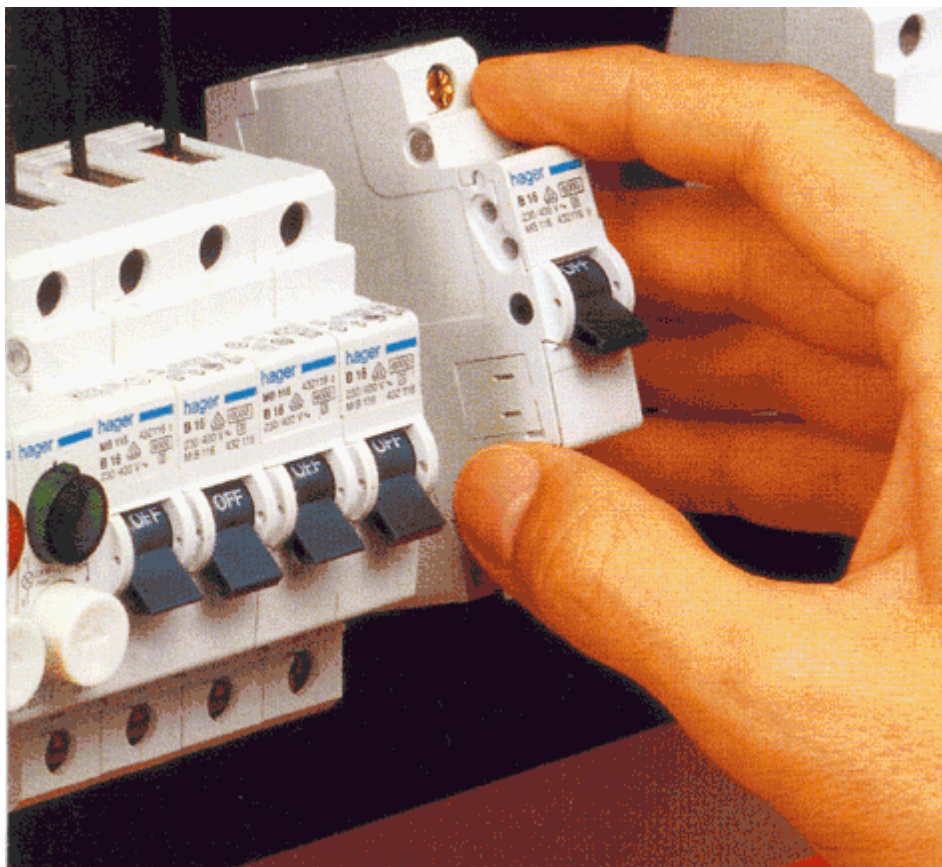
Αποτελούνται κυρίως από δύο ή τρία μέρη:

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

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

### 3.2 Μικροαυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες προστασίας κινητήρων έχουν χειρισμό δύο μπουτόν (stop-start) και μπορούν να έχουν θερμική και μαγνητική προστασία ή μόνο μαγνητική προστασία με περιστροφικό ή ON-OFF χειριστήριο.



**Εικόνα 17: Μικροαυτόματοι Διακόπτες**

Κατασκευάζονται για κινητήρες με ονομαστικό ρεύμα μέχρι 25Α. Χαρακτηριστικά στοιχεία είναι:

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

### 3.3 Θερμικά ρελαί προστασίας κινητήρων

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



**Εικόνα 18: Θερμικά Ρελαί**

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

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

Η επιλογή γίνεται με βάση:

- Την κλάση προστασίας .
- Το χρόνο διακοπής .
- Την περιοχή ρύθμισης .
- Την τάση του κυκλώματος ελέγχου .
- Την τάση του κυκλώματος ισχύος .
- Την προστασία του από βραχυκυκλώματα .
- Το ρελαί ισχύος με το οποίο μπορεί να συνδεθεί .
- Τη θερμοκρασία περιβάλλοντος .

- Το θερμικό ρεύμα της κλειστής επαφής του βοηθητικού κυκλώματος (μέγιστο διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα μέσα από την κλειστή επαφή 95-96) .
- Τη δυνατότητα για χειροκίνητο ή αυτόματο reset ή και τα δύο.

### 3.4 Μικροαυτόματοι προστασίας γραμμών

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

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

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

Τα βασικά μέρη μιας αυτόματης ασφάλειας είναι:

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

Τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία είναι:

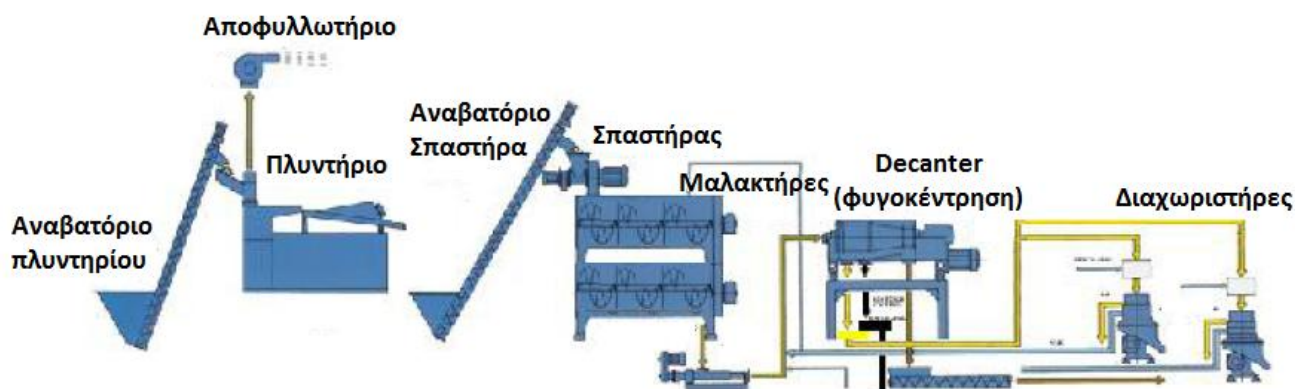
- Η τάση
- Το ονομαστικό ρεύμα  $I_N$  .
- Το μικρό και μεγάλο ρεύμα δοκιμής, αυτά αφορούν κυρίως το θερμικό στοιχείο
- Η ικανότητα διακοπής σε σφάλμα. Χωρίζονται σε τρεις ομάδες με αντίστοιχες ικανότητες διακοπής 3,6-10 A
- Η κλάση περιορισμού ροής του ρεύματος. Οι κλάσεις είναι 1,2,3 .

- Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου . Οι μικροαυτόματοι έχουν περιορισμένη ικανότητα διακοπής ρευμάτων βραχυκύκλωσης. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβαίνει την ικανότητα διακοπής του μικροαυτόματου πρέπει να προταχθεί μια ασφάλεια που μπορεί να είναι από 2-4 βαθμίδες μεγαλύτερη. Η σχέση ρεύματος πτώσης σκανδαλισμού και χρόνου λέγεται χαρακτηριστική. Οι χαρακτηριστικές ονομάζονται A, B, C, O και διαφέρουν στο ηλεκτρομαγνητικό τους στοιχείο. Ειδικότερα η χαρακτηριστική A έχει προβλεφθεί για γραμμές που τροφοδοτούν ημιαγωγούς όπου το ρεύμα που προκαλεί την πτώση είναι τριπλάσιο. Αντί της A μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Z. Η χαρακτηριστική B αφορά κυκλώματα κατοικιών, γραφείων όπου δεν τροφοδοτούνται κινητήρες Π.χ. κλιματιστικά. Η C έχει προβλεφθεί για κυκλώματα συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης όπως κινητήρες, φωτιστικά ισχύος. Η O για κυκλώματα συσκευών με πολύ υψηλά κρουστικά ρεύματα όπως M/Σ ισχύος, πηνία, πυκνωτές. Αντί της O μπορεί να χρησιμοποιηθεί η K.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

#### 4.1 Περιγραφή της γραμμής του ελαιοτριβείου



Εικόνα 19: Το ελαιοτριβείο – Όλη η γραμμή

##### 1. Αντλία νερού πλυντηρίου – Κόσκινο – Φίλτρο

Ο ελαιόκαρπος είναι απαραίτητο αρχικά να καθαριστεί από χώματα και ακαθαρσίες. Για το λόγο αυτό πριν να ξεκινήσει η επεξεργασία πλένεται στο πλυντήριο με μεγάλη ποσότητα νερού, ικανή να απομακρύνει ακαθαρσίες και χώματα, τα οποία περνούν μέσα από το κόσκινο και στη συνέχεια μέσα από το φίλτρο αφήνοντας και το νερό και τον καρπό καθαρό.

##### 2. Διαχωριστήρας κλαδιών – Ταινία αποφυλλωτηρίου – Αποφυλλωτήρια

Στη συνέχεια ο ελαιόκαρπος με τα φύλλα, διέρχεται από τον διαχωριστήρα κλαδιών όπου και απομακρύνονται τυχόν κλαδιά που μπορεί να έχουν πέσει κατά τη συλλογή του. Κατόπιν μέσω της ταινίας αποφυλλωτηρίου, ο καρπός οδηγείται στο αποφυλλωτήριο, όπου και απομακρύνονται τα φύλλα του δέντρου που αναπόφευκτα συλλέγονται και μεταφέρονται μαζί με τον καρπό.



### 3. Σπαστήρας

Μετά την αφαίρεση των φύλλων ακολουθεί η σύνθλιψη (σπάσιμο) του καρπού η οποία συντελείται στον σπαστήρα. όπου και προκύπτει το πρώτο «ζυμάρι» του καρπού ή κατά το ορθότερο ελαιοζύμη, μία ρευστή μάζα από κουκούτσια και σάρκα ελιάς.

### 4. Μαλακτήρες

Μέσω του τροφοδότη μαλακτήρων προωθείται η ελαιοζύμη στον πρώτο μαλακτήρα, όπου και ξεκινάει η μάλαξή της, διαδικασία συνεχούς ανάδευσης με στόχο την εμφάνιση- ανάδειξη του ελαιολάδου από την υπόλοιπη ελαιοζύμη. Όταν απαιτείται συμπληρώνεται νερό με τη βοήθεια της αντλίας νερού. Αυτό γίνεται σταδιακά μιας και η ελαιοζύμη διέρχεται σταδιακά και από τους οκτώ μαλακτήρες πριν διοχετευθεί στο decanter (ευρέως γνωστό ως φυγοκεντρικό)

### 5. Decanter (Φυγοκεντρικό η Ντεκάντερ)

Η ελαιοζύμη εισέρχεται στο ντεκάντερ όπου με φυγοκέντριση επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός στερεών υπολειμμάτων και υγρών (ελαιολάδου). Φυγοκέντριση είναι η διαδικασία διαχωρισμού στερεού/υγρού με τη βοήθεια (εφαρμογή) ενός πεδίου φυγοκεντρικών δυνάμεων. Τα μηχανήματα μέσα στα οποία λαμβάνει χώρα, ονομάζονται φυγόκεντροι (centrifuges) και αποτελούνται συνήθως από ένα περιστρεφόμενο κυλινδρικό ρότορα (άξονα), που είναι τοποθετημένος σ'ένα ομοαξονικό κυλινδρικό πλαίσιο και μπορεί να έχει διάτρητα ή μη τοιχώματα. Οι φυγόκεντρες δημιουργήθηκαν με σκοπό να επιτευχθεί υψηλότερη ταχύτητα διαχωρισμού των ετερογενών συστημάτων, σε σύγκριση με αυτή που επιτυγχάνεται στις εγκαταστάσεις κατακάθισης (ή διήθησης), που λειτουργούν απλά με την επίδραση της βαρύτητας. Υπάρχουν δύο τύποι decanter, δύο φάσεων (διφασικός) και τριών φάσεων (τριφασικός).

- Φυγοκεντρικός 3 φάσεων: Η ελαιοζύμη διαχωρίζεται από το ένα μέρος της συσκευής σε λάδι και νερό σε ανεξάρτητες εξαγωγές και από το άλλο μέρος εξαγεται ο πυρήνας.
- Φυγοκεντρικός 2 φάσεων (οικολογικό): Ο διαχωρισμός γίνεται σε λάδι και σε πυρήνα χωρίς βοηθητικό νερό. Υπάρχουν δηλαδή δύο έξοδοι, από τη μία βγαίνει το ελαιολάδο και στην δεύτερη έξοδο βγαίνει ο ελαιοπυρήνας αναμεμειγμένος μαζί με τα υδατικά απόβλητα (τον κασίγαρο).



## 6. Διαχωριστήρες

Μετά από το φυγοκεντρικό, το λάδι περνάει από ένα δονητικό φίλτρο και αποθηκεύεται. Με μια αντλία μεταφέρεται στον ελαιοδιαχωριστήρα όπου γίνεται ο διαχωρισμός. Ο διαχωριστήρας λέγεται και κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας και περιέχει στο εσωτερικό του δίσκους που περιστρέφονται με μεγάλη ταχύτητα. Εκεί γίνεται η τελική διαύγαση του ελαιολάδου (απαλλαγή από ανεπιθύμητες προσμίξεις). Εισάγεται ζεστό νερό, το οποίο βοηθάει στον διαχωρισμό των ανεπιθύμητων προσμίξεων, καθώς οι τελευταίες φεύγουν από το λάδι και πηγαίνουν στην υδατική φάση. Έτσι, εκτός από το ελαιολάδο, παράγονται και υδατικά απόβλητα (κατσίγαρος). Το τελευταίο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας είναι πολύ σημαντικό καθώς η διάρκεια της μάλαξης της ελαιοζύμης και η θερμοκρασία του νερού που θα χρησιμοποιηθεί, θα επηρεάσουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου που θα παραχθεί. Η θέρμανση της ελαιοζύμης που περιστρέφεται διευκολύνει την έξοδο του ελαιολάδου από τα φυτικά κύτταρα. Πάνω στους ελαιομαλακτήρες πρέπει να υπάρχουν και να λειτουργούν αυτόματοι θερμοστάτες, ώστε η θερμοκρασία να μην ξεπερνά τους 20-25°C . Η αύξηση της θερμοκρασίας καταστρέφει τα πτητικά συστατικά του ελαιολάδου, με αποτέλεσμα το λάδι να χάνει τα αρωματικά χαρακτηριστικά του, να αυξάνεται η οξύτητά του και να αποκτά ένα κοκκινωπό χρώμα. Καταγράφονται ωστόσο και περιπτώσεις, στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία, εφόσον δεν το απαιτήσει ο ιδιοκτήτης του «αλεστού καρπού», οι θερμοκρασίες να ανέρχονται συχνά στους 35-40°C.

Το παραγόμενο ελαιολάδο συσκευάζεται σε δοχεία των 17kg, τα οποία μετακινούνται με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας σε μια ζυγαριά που λειτουργεί με δυναμοκυψέλη. Οι δυναμοκυψέλες είναι στην ουσία οι αισθητήρες στα συστήματα ζύγισης. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές κατηγορίες αλλά η βασική αρχή λειτουργίας είναι κοινή: Η πίεση που ασκείται από το βάρος μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό, συνήθως, σήμα του οποίου είναι απευθείας ανάλογο με τη δύναμη που ασκείται. Το σήμα της δυναμοκυψέλης μεταφέρεται σε μια ηλεκτρονική διάταξη και αυτή προβάλλει την τιμή της δύναμης. Οι βασικές κατηγορίες είναι οι υδραυλικές, οι πνευματικές και οι δυναμοκυψέλες τεχνολογίας strain gauge. Οι εφαρμογές των δυναμοκυψελών είναι πολλές, από εργαστηριακές ζυγαριές ακριβείας, βιομηχανικές πλάστιγγες, πλατφόρμες ζύγισης κ.α. Δυναμοκυψέλες συναντούμε και σε διάφορες εφαρμογές δοκιμής αγωνιστικών αυτοκινήτων.

§ Πιεζοηλεκτρικές δυναμοκυψέλες: Μια από τις πιο συνηθισμένες κατηγορίες είναι οι δυναμοκυψέλες με πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα. Πιεζοηλεκτρισμός είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα όταν τους ασκείται πίεση. Η ένταση του ρεύματος είναι συνήθως

ανάλογη της πίεσης που ασκείται στο υλικό της δυναμοκυψέλης και αυτή η κατηγορία είναι χρήσιμη για τη μέτρηση δυνάμεων. Οι πιεζοηλεκτρικές δυναμοκυψέλες χρησιμοποιούνται σε δυναμικές φορτώσεις (αλλάζει το φορτίο κατά τη διάρκεια της μέτρησης) εκεί που οι δυναμοκυψέλες strain gauge δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω αστοχίας.

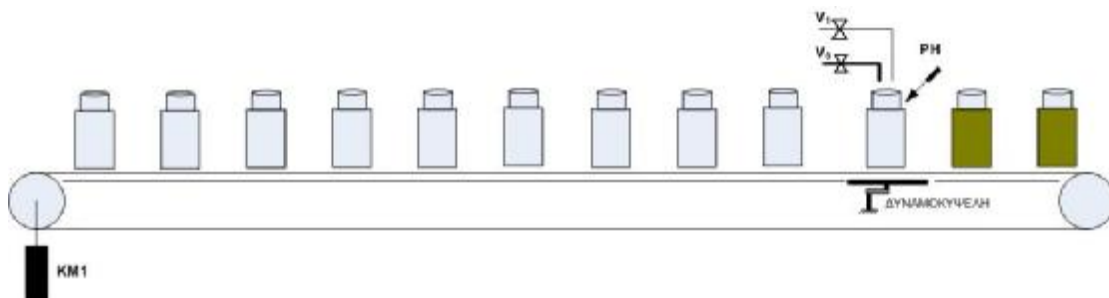
§ Πνευματικές δυναμοκυψέλες με συμβατική διάταξη πιστονιού-κυλίνδρου: Το πιστόνι τοποθετείται σε ένα ελαστικό διάφραγμα και στην ουσία δεν έρχεται σε επαφή με τη δυναμοκυψέλη. Μηχανικά stop αποτρέπουν την άσκηση υπερβολικής πίεση στο διάφραγμα και εμποδίζουν την καταστροφή του. Η δυναμοκυψέλη γεμίζει με λάδι και όταν ασκείται δύναμη από κάποιο φορτίο στο πιστόνι αυξάνει η πίεση του λαδιού. Η πίεση του λαδιού μεταφέρεται σε ένα σωλήνα Bourdon στο εσωτερικό τη δυναμοκυψέλης για να μετρηθεί η το αρχικό φορτίο. Επειδή αυτή η διάταξη δεν περιλαμβάνει ηλεκτρισμό είναι ευνοϊκή για επικίνδυνα φορτία και εγκατάστασης με κίνδυνο φωτιάς ή έκρηξης π.χ. βυτία καυσίμων. Συνηθισμένες εφαρμογές υδραυλικών δυναμοκυψελών είναι δεξαμενές, χοάνες και κάδους. Μια τέτοια δυναμοκυψέλη είναι ανθεκτική σε αιφνίδια ηλεκτρικά φορτία (π.χ .κεραυνοί) και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια σε συστήματα ζύγισης εξωτερικών χώρων π.χ. πλάστιγγες. Από όλες τις κατηγορίες, οι υδραυλικές δυναμοκυψέλες είναι αυτές που κοστίζουν περισσότερο.

§ Πνευματικές δυναμοκυψέλες για εξισορρόπηση αντίθετων πιέσεων. Από τη διαφορά αυτών των πιέσεων προκύπτει η μέτρηση του φορτίου. Στην μία πλευρά της δυναμοκυψέλης ασκείται πίεση σε ένα διάφραγμα και η πίεση εκτονώνεται από μια βαλβίδα στον πυθμένα της δυναμοκυψέλης. Ένας μετρητής πίεσης εντός της δυναμοκυψέλης χρησιμοποιείται για να μετρήσει την πίεση στο εσωτερικό του διαφράγματος. Η παραμόρφωση του διαφράγματος επηρεάζει τη ροή του αέρα εντός της βαλβίδας και την πίεση μέσα στο θάλαμο.

Οι δυναμοκυψέλες είναι επιρρεπείς στο φαινόμενο του “ringing” όταν υποβάλλονται σε απότομες αλλαγές φορτίου. Στην ουσία πρόκειται για μια συμπεριφορά τύπου ελατηρίου αφού οι δυναμοκυψέλες παραμορφώνονται κατά την άσκηση φορτίων. Με αυτό ως δεδομένο, μία δυναμοκυψέλη πρέπει να είναι σχεδιασμένη ώστε να ταλαντώνεται στην φυσική της συχνότητα. Αυτό το πρότυπο ταλάντωσης είναι το αποτέλεσμα του ringing και πολλές φορές απαιτείται η χρήση ενός συστήματος σίγασης.

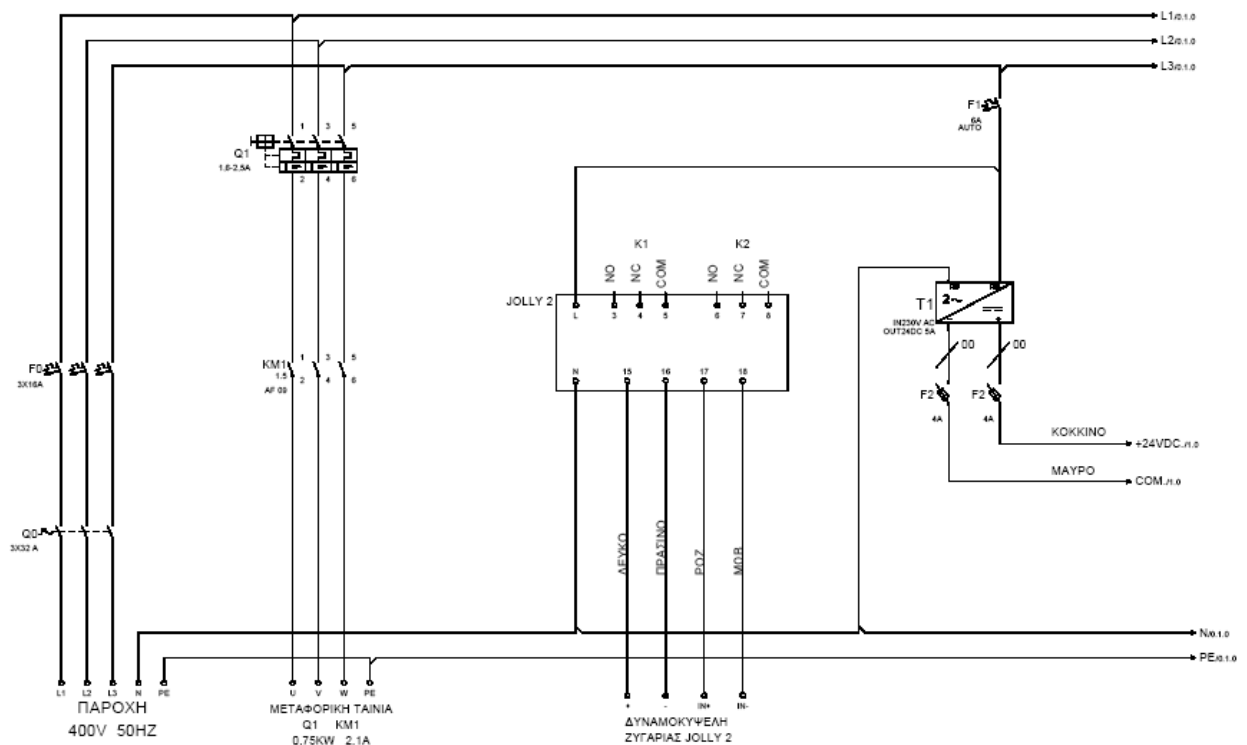
Αφού γίνει η πλήρωσή τους (με τις βάνες  $V_1$  και  $V_0$ ) που ελέγχεται με τη βοήθεια φωτοκυττάρου (PH), προωθούνται στο

τέλος της γραμμής. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η μεταφορική ταινία

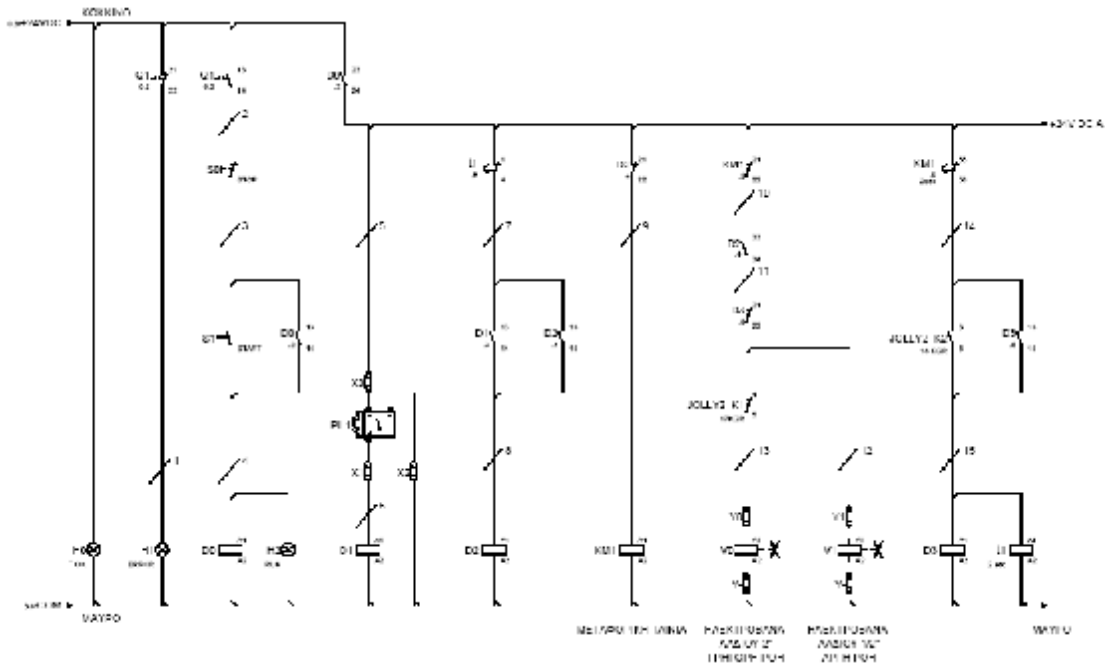


**Εικόνα 20: Η μεταφορική ταινία με τα δοχεία**

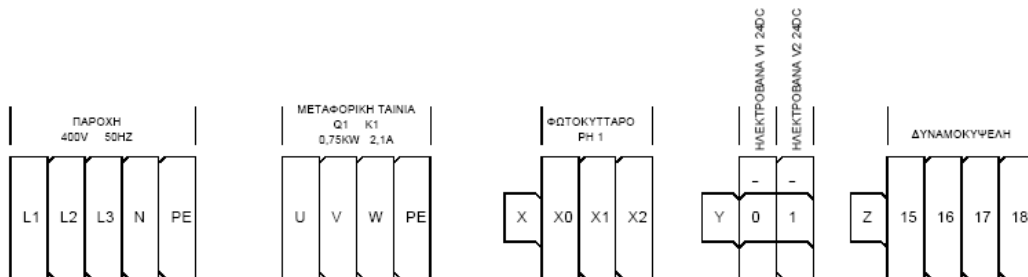
Ακολουθούν τα κυκλώματα ισχύος και εντολής του παραπάνω αυτοματισμού καθώς και μια σύντομη εξήγηση της αρχής λειτουργίας



**Εικόνα 21: το κύκλωμα ισχύος της μεταφορικής ταινίας**



**Εικόνα 22: Το κύκλωμα εντολής του αυτοματισμού**



**Εικόνα 23: Τα κλεμνες του κυκλώματος**

### Αρχή λειτουργίας του αυτοματισμού

Με το πάτημα του start, οπλίζει η επαφή D0 και κάνει αυτοσυγκράτηση. Η επαφή D0 (23-24) κλείνει και οπλίζει η επαφή KM1 και ξεκινάει η μεταφορική ταινία να προωθεί τα δοχεία. Όταν το δοχείο φτάσει και εντοπιστεί από το φωτοκύτταρο PH1, τότε οπλίζει η D1 και ταυτόχρονα οπλίζει και η D2 και κάνει αυτοσυγκράτηση. Έπειτα η επαφή D2 (21-22) σταματάει το KM1 ώστε να σταματήσει η κίνηση των δοχείων και ενεργοποιούνται οι βαλβίδες V<sub>0</sub> (σωλήνας 2'') και V<sub>1</sub> (σωλήνας ½'') και αρχίζει να ρέει λάδι στο δοχείο. Όταν το βάρος φτάσει στα 17kgr, οπλίζει η jolly K1(setpointA) και σταματάει η V<sub>0</sub>. Στα 18kgr από jolly K2(setpointB) οπλίζει το D3, σταματάει την

παροχή η V1, έχω απόλυτη στράγγιση λαδιού και αρχίζει και μετράει το t1 το οποίο είναι ρυθμισμένο στα 2sec. Με το πέρας του χρόνου των 2sec, ανοίγει η επαφή 1-4 του t1 και απενεργοποιεί το D2. Τότε ξανά ενεργοποιείται ο KM1. Το D3 και το t παραμένουν ενεργοποιημένα για 2sec ακόμη για να φύγει το δοχείο από το φωτοκύτταρο. Έπειτα κάνει απενεργοποίηση (reset). Έπειτα κάνει απενεργοποίηση στο D3 και t1 μέσω της κλειστής on-delay (55-56) του KM1 (ο χρόνος του ondelay είναι καθορισμένος ώστε να φύγει από το φωτοκύτταρο. Έπειτα η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

## 4.2 Ομαδοποίηση φορτίων

Τα φορτία έχουν διαχωρισθεί σε πέντε υποπίνακες με βάση τη διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα

1. Πλυντήριο – αποφυλλωτήριο
2. Σπαστήρας
3. Μαλακτήρες
4. Decanter
5. Διαχωριστήρες

**Πίνακας 1: Τα στοιχεία των κινητήρων (Τα στοιχεία έχουν ληφθεί από τις πινακίδες των κινητήρων)**

| ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ                  | ΙΣΧΥΣ<br>(HP) | ΙΣΧΥΣ<br>(kW) | ΡΕΥΜΑ<br>(A) | cosφ | ΒΑΘΜΟΣ<br>ΑΠΟΔΟΣΗΣ | ΤΡΟΦΟ<br>ΔΟΣΙΑ |
|----------------------------|---------------|---------------|--------------|------|--------------------|----------------|
| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ 1</b>        |               |               |              |      |                    |                |
| ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ<br>ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ | 1             | 0.746         | 1.4          | 0.85 | 0.9                | 3Φ             |
| ΚΟΣΚΙΝΟ                    | 0.5           | 0.373         | 0.7          | 0.86 | 0.9                | 3Φ             |
| ΦΙΛΤΡΟ                     | 0,5           | 0.373         | 2            | 0.87 | 0.9                | 1Φ             |
| ΤΑΙΝΙΑ<br>ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟΥ   | 1             | 0.746         | 1.44         | 0.84 | 0.89               | 3Φ             |
| ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ              | 1.5           | 1.119         | 2.44         | 0.76 | 0.87               | 3Φ             |
| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ 2</b>        |               |               |              |      |                    |                |
| ΤΑΙΝΙΑ<br>ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ      | 1             | 0.746         | 1.53         | 0.78 | 0.9                | 3Φ             |
| ΚΡΗΣΑΡΑ                    | 0.5           | 0.373         | 0.75         | 0.8  | 0.9                | 3Φ             |
| ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟ<br>ΣΠΑΣΤΗΡΑ     | 1             | 0.746         | 1.6          | 0.76 | 0.88               | 3Φ             |
| ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ<br>ΣΠΑΣΤΗΡΑ     | 0.5           | 0.373         | 0.755        | 0.78 | 0.88               | 3Φ             |
| ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ                  | 30            | 22.38         | 47.5         | 0.8  | 0.85               | 3Φ             |
| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ 3</b>        |               |               |              |      |                    |                |
| ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ<br>ΜΑΛΑΚΤΗΡΩΝ   | 0.5           | 0.373         | 0.67         | 0.88 | 0.91               | 3Φ             |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 1               | 4             | 2.984         | 6.59         | 0.76 | 0.86               | 3Φ             |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 2               | 4             | 2.984         | 6.59         | 0.76 | 0.86               | 3Φ             |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 3               | 4             | 2.984         | 6.59         | 0.76 | 0.86               | 3Φ             |
| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ 4</b>        |               |               |              |      |                    |                |
| ΑΝΤΛΙΑ<br>ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ        | 0.5           | 0.373         | 0.7          | 0.85 | 0.91               | 1Φ             |
| ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ               | 0.5           | 0.373         | 0.76         | 0.78 | 0.91               | 3Φ             |
| ΔΟΝΗΤΗΣ                    | 0,5           | 0.373         | 0.85         | 0.7  | 0.9                | 3Φ             |
| ΚΟΧΛΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ            | 1             | 0.746         | 1.58         | 0.78 | 0.87               | 3Φ             |
| DECANTER                   | 30            | 22.38         | 46.95        | 0.80 | 0.86               | 3Φ             |
| DECANTER                   | 30            | 22.38         | 46.95        | 0.80 | 0.86               | 3Φ             |
| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ 5</b>        |               |               |              |      |                    |                |
| ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ 1            | 1             | 0.746         | 1.57         | 0.78 | 0.89               | 3Φ             |
| ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ              | 6             | 4.476         | 9.28         | 0.8  | 0.87               | 3Φ             |



### 4.3 Η ηλεκτρολογική μελέτη της εγκατάστασης

Οι διατομές θα επιλεγθούν με βάση τον ακόλουθο πίνακα

**Πίνακας 2: Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση καλωδίων Χ.Τ. 0.6/1kV εγκατεστημένων στον ελεύθερο χώρο**

| 1                                  | 2                                     | 3   | 4        | 5      | 6   | 7   | 8                | 9                  | 10       | 11     | 12   |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----|----------|--------|-----|-----|------------------|--------------------|----------|--------|------|
| Μονωτικό                           | PVC <sup>3)</sup>                     |     |          |        |     |     | δικτυωμένο PE    |                    |          |        |      |
| Μεταλλικός μανδύας                 | —                                     |     |          |        |     |     | μόλυβδος         | —                  |          |        |      |
| Κωδικός π.χ.                       | N(A)YY, N(A)YCWY <sup>1)</sup> , J1VV |     |          |        |     |     | NYKY             | N(A)2XY            |          |        |      |
| Κανονισμός καλωδίων                | VDE 0271 IEC 60502                    |     |          |        |     |     | DIN57265 VDE0265 | VDE 0273 IEC 60502 |          |        |      |
| Επιτρεπόμενη θερμοκρασία           | 70° C                                 |     |          |        |     |     | 90° C            |                    |          |        |      |
| Διάταξη                            | 2)<br>⊙                               | ⊙   | 4)<br>⊙⊙ | ⊙<br>⊙ | ⊙⊙  | ⊙   | 4)<br>⊙⊙         | 2)<br>⊙            | 4)<br>⊙⊙ | ⊙<br>⊙ | ⊙⊙   |
| Όνομ. διατ. γαλκού mm <sup>2</sup> | Φόρτιση σε Ampère για 0,61/1 kV       |     |          |        |     |     |                  |                    |          |        |      |
| 1,5                                | 26                                    | 20  | 18,5     | 20     | 25  | 20  | 18,5             | 32                 | 24       | 25     | 32   |
| 2,5                                | 35                                    | 27  | 25       | 27     | 34  | 27  | 25               | 43                 | 32       | 34     | 42   |
| 4                                  | 46                                    | 37  | 34       | 37     | 45  | 37  | 34               | 57                 | 42       | 44     | 56   |
| 6                                  | 58                                    | 48  | 43       | 48     | 57  | 48  | 43               | 72                 | 53       | 57     | 71   |
| 10                                 | 79                                    | 66  | 60       | 66     | 78  | 66  | 60               | 99                 | 73       | 77     | 96   |
| 16                                 | 105                                   | 89  | 80       | 89     | 103 | 89  | 80               | 131                | 96       | 102    | 128  |
| 25                                 | 140                                   | 118 | 106      | 118    | 137 | 118 | 106              | 177                | 130      | 139    | 173  |
| 35                                 | 174                                   | 145 | 131      | 145    | 169 | 145 | 131              | 218                | 160      | 170    | 212  |
| 50                                 | 212                                   | 176 | 159      | 176    | 206 | 176 | 159              | 266                | 195      | 208    | 258  |
| 70                                 | 269                                   | 224 | 202      | 224    | 261 | 224 | 202              | 338                | 247      | 265    | 328  |
| 95                                 | 331                                   | 271 | 244      | 271    | 321 | 271 | 244              | 416                | 305      | 326    | 404  |
| 120                                | 386                                   | 314 | 282      | 314    | 374 | 314 | 282              | 487                | 355      | 381    | 471  |
| 150                                | 442                                   | 361 | 324      | 361    | 428 | 361 | 324              | 559                | 407      | 438    | 541  |
| 185                                | 511                                   | 412 | 371      | 412    | 494 | 412 | 371              | 648                | 469      | 507    | 626  |
| 240                                | 612                                   | 484 | 436      | 484    | 590 | 484 | 436              | 779                | 551      | 606    | 749  |
| 300                                | 707                                   | —   | 481      | 549    | 678 | —   | 492              | 902                | 638      | 697    | 864  |
| 400                                | 359                                   | —   | 560      | 657    | 817 | —   | 563              | 1270               | 746      | 816    | 1918 |
| 500                                | 1000                                  | —   | —        | 749    | 940 | —   | —                | 1246               | —        | 933    | 1173 |
| Όνομ. διατ. αλουμ. mm <sup>2</sup> | Φόρτιση σε Ampère για 0,61/1 kV       |     |          |        |     |     |                  |                    |          |        |      |
| 25                                 | 128                                   | 91  | 83       | —      | —   | —   | —                | 1371               | 100      | —      | —    |
| 35                                 | 145                                   | 113 | 102      | 113    | 131 | —   | —                | 68                 | 122      | 131    | 163  |
| 50                                 | 176                                   | 138 | 124      | 138    | 160 | —   | —                | 206                | 147      | 161    | 200  |
| 70                                 | 224                                   | 174 | 158      | 174    | 202 | —   | —                | 262                | 1892     | 205    | 254  |
| 95                                 | 271                                   | 210 | 190      | 210    | 249 | —   | —                | 323                | 32       | 253    | 313  |
| 120                                | 314                                   | 274 | 220      | 244    | 291 | —   | —                | 377                | 270      | 296    | 366  |
| 150                                | 361                                   | 281 | 252      | 281    | 33  | —   | —                | 433                | 308      | 341    | 420  |
| 185                                | 412                                   | 320 | 289      | 320    | 384 | —   | —                | 502                | 357      | 395    | 486  |
| 240                                | 484                                   | 378 | 339      | 378    | 460 | —   | —                | 605                | 435      | 475    | 585  |
| 300                                | 548                                   | —   | 377      | 433    | 530 | —   | —                | 699                | 501      | 548    | 675  |
| 400                                | 666                                   | —   | 444      | 523    | 642 | —   | —                | 830                | 592      | 647    | 798  |
| 500                                | 776                                   | —   | —        | 603    | 744 | —   | —                | 966                | —        | 749    | 926  |

Η επιλογή των αυτόματων διακοπών θα γίνει με βάση τον πίνακα 3.

**Πίνακας 3: Τυπικές τιμές αυτόματων διακοπών**

Αυτόματοι θερμομαγνητικοί διακόπτες προστασίας κινητήρων MS116, έως 50 kA



MS116-16



| Τύπος      | Κωδικός | Περιγραφή / Τεχνικά χαρακτηριστικά |                                   |
|------------|---------|------------------------------------|-----------------------------------|
|            |         | Περιοχή ρύθμισης θερμικού (A)      | Ικανότητα διακοπής βραχυπρος (kA) |
| MS116-0.16 | 17927   | 0.1 - 0.16                         | 50                                |
| MS116-0.25 | 17928   | 0.16 - 0.25                        | 50                                |
| MS116-0.4  | 17929   | 0.25 - 0.4                         | 50                                |
| MS116-0.63 | 17930   | 0.4 - 0.63                         | 50                                |
| MS116-1    | 17931   | 0.63 - 1.0                         | 50                                |
| MS116-1.6  | 17932   | 1.0 - 1.6                          | 50                                |
| MS116-2.5  | 17933   | 1.6 - 2.5                          | 50                                |
| MS116-4    | 17934   | 2.5 - 4.0                          | 50                                |
| MS116-6.3  | 17935   | 4.0 - 6.3                          | 50                                |
| MS116-10   | 17936   | 6.3 - 10.0                         | 50                                |
| MS116-16   | 17937   | 10.0 - 16.0                        | 16                                |
| MS116-20   | 47902   | 16.0 - 20.0                        | 10                                |
| MS116-25   | 47903   | 20.0 - 25.0                        | 10                                |
| MS116-32   | 47904   | 25.0 - 32.0                        | 10                                |

Αυτόματοι θερμομαγνητικοί διακόπτες προστασίας κινητήρων MS450 - MS495, 50 kA



| Τύπος     | Κωδικός | Περιγραφή / Τεχνικά χαρακτηριστικά |  |
|-----------|---------|------------------------------------|--|
|           |         | Περιοχή ρύθμισης θερμικού (A)      |  |
| MS450-40  | 17596   | 28 - 40                            |  |
| MS450-45  | 17597   | 36 - 45                            |  |
| MS450-50  | 17598   | 40 - 50                            |  |
| MS495-63  | 17599   | 45 - 63                            |  |
| MS495-75  | 15782   | 57 - 75                            |  |
| MS495-90  | 17601   | 70 - 90                            |  |
| MS495-100 | 17602   | 80 - 100                           |  |

#### 4.3.1 Φορτία υποπίνακα 1

- ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ,  $P = 0.746\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0,9, συντελεστής ισχύος 0,85, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 1,4\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 1.4 \cdot 0.4284 \cdot 0,85 = 0.5\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Αρα:

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1.6A με ρύθμιση θερμικού στα 1.4A

- ΚΟΣΚΙΝΟ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.9, συντελεστής ισχύος 0.86, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.86 \cdot 0.9} = 0.7A$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}C} = R_{\kappa,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 0.7 \cdot 0.4284 \cdot 0.86 = 0.257V$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.7A

- ΦΙΛΤΡΟ,  $P = 0.373 \text{ kW}$ , βαθμός απόδοσης 0,9, συντελεστής ισχύος 0.87, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{1492}{230 \cdot 0.87 \cdot 0.9} = 2A$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}C} = R_{\kappa,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 2 \cdot 0.4284 \cdot 0.87 = 0.745V$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 2.5A με ρύθμιση θερμικού στα 2 A

- ΤΑΙΝΙΑ ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟΥ,  $P = 0.746 \text{ kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.89, συντελεστής ισχύος 0.84, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.84 \cdot 0.89} = 1.44A$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}C} = R_{\kappa,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 1.44 \cdot 0.4284 \cdot 0.84 = 0.5V$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1.6A με ρύθμιση θερμικού στα 1.44A

- ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ,  $P = 1.119 \text{ kW}$ , βαθμός απόδοσης  $0.87$ , συντελεστής ισχύος  $0.76$ , σε απόσταση  $50\text{m}$  από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{1119}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.76 \cdot 0.87} = 2.44\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 2.44 \cdot 0.4284 \cdot 0.76 = 0.8\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης:  $4\text{A}$  με ρύθμιση θερμικού στα  $2.44\text{A}$

## ΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 1

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ1}} = (1.4\text{L} - 31.79^\circ) + (0.7\text{L} - 30.68^\circ) + (2\text{L} - 29.54^\circ) + (1.44\text{L} - 32.86^\circ) + (2.44\text{L} - 40.54^\circ) \Rightarrow$$

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ1}} = 8\text{L} - 34^\circ \text{A}$$

Άρα

- Διατομή 2.5 mm<sup>2</sup>
- Γενική ασφάλεια 16A

| <b>ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 1</b> |                     |                     |                            |
|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>ΦΟΡΤΙΟ</b>             | <b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>      | <b>ΘΕΡΜΙΚΟ</b>      | <b>ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ</b> |
| ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ   | 2.5mm <sup>2</sup>  | 1.4A                | 1.6A                       |
| ΚΟΣΚΙΝΟ                   | 2.5mm <sup>2</sup>  | 0.7A                | 1A                         |
| ΦΙΛΤΡΟ                    | 2.5mm <sup>2</sup>  | 2A                  | 2.5A                       |
| ΤΑΙΝΙΑ ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟΥ     | 2.5mm <sup>2</sup>  | 1.44A               | 1.6A                       |
| ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ             | 2.5mm <sup>2</sup>  | 2.44A               | 4 <sup>A</sup>             |
| ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ                | 2.5 mm <sup>2</sup> | ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 16A |                            |



### 4.3.2 Φορτία υποπίνακα 2

- ΤΑΙΝΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ,  $P = 0.746\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.9, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.9} = 1.53\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 1.53 \cdot 0.4284 \cdot 0.76 = 0.51\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 2.5A με ρύθμιση θερμικού στα 1.53A

- ΚΡΗΣΑΡΑ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.9, συντελεστής ισχύος 0.8, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 0.9} = 0.75\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.75 \cdot 0.4284 \cdot 0.8 = 0.257\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.75A

- ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟ ΣΠΑΣΤΗΡΑ,  $P = 0.746\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.88, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.88} = 1.57\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 1.57 \cdot 0.4284 \cdot 0.78 = 0.524\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 2.5A με ρύθμιση θερμικού στα 1.6A

- ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ ΣΠΑΣΤΗΡΑ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.8, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.8} = 0.755\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.755 \cdot 0.4284 \cdot 0.78 = 0.25\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.75A

- ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ,  $P = 22.38\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.85, συντελεστής ισχύος 0.88, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I_{\Sigma\Pi\text{ΑΣΤΗΡΑ}} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n}$$

$$= \frac{22380}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.88 \cdot 0.85} = 47.5\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=6\text{mm}^2$ .

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.1488\Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.1488 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.1786\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 47.5 \cdot 0.1786 \cdot 0.8 = 6.8\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=6\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $6 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 63A με ρύθμιση θερμικού στα 47.5A

Ο σπαστήρας εκκινεί μέσω διακόπτη αστέρα- τριγώνου οπότε το ρεύμα του είναι

$$I_{\Sigma\text{ΠΑΣΤΗΡΑ.ΜΕΤΑ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Υ/Δ}} = \frac{47.5}{\sqrt{3}} = 27.4\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=4\text{mm}^2$ .

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 4.464 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 4.464 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.22\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.22 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.264\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 27.4 \cdot 0.264 \cdot 0.88 = 6.36\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=4\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $4 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 32A με ρύθμιση θερμικού στα 27.4A

## ΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 2

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ2}} = (1.53\text{L} - 25.84^\circ) + (0.75\text{L} - 36.86^\circ) + (1.6\text{L} - 38.74^\circ) + (0.7551\text{L} - 38.74^\circ) + (47.5\text{L} - 28.36^\circ) \Rightarrow$$

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ1}} = 52\text{L} - 28.87^\circ \text{A}$$

Άρα

- Διατομή 10 mm<sup>2</sup>
- Γενική ασφάλεια 63A

| <b>ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 2</b> |                    |                     |                            |
|---------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>ΦΟΡΤΙΟ</b>             | <b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>     | <b>ΘΕΡΜΙΚΟ</b>      | <b>ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ</b> |
| ΤΑΙΝΙΑ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ        | 2.5mm <sup>2</sup> | 1.53A               | 2.5A                       |
| ΚΡΗΣΑΡΑ                   | 2.5mm <sup>2</sup> | 0.75A               | 1A                         |
| ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟ ΣΠΑΣΤΗΡΑ       | 2.5mm <sup>2</sup> | 1.6A                | 2.5A                       |
| ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ ΣΠΑΣΤΗΡΑ       | 2.5mm <sup>2</sup> | 0.75A               | 1A                         |
| ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ                 | 6mm <sup>2</sup>   | 47.5A               | 63A                        |
| ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ                | 10 mm <sup>2</sup> | ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 63A |                            |

### 4.3.3 Φορτία υποπίνακα 3

- ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ ΜΑΛΑΚΤΗΡΩΝ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.91, συντελεστής ισχύος 0.88, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.88 \cdot 0.91} = 0.67\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.67 \cdot 0.4284 \cdot 0.88 = 0.25\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.7A



- ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ,  $P = 2.984\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.86, συντελεστής ισχύος 0.76, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{2984}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.76 \cdot 0.86} = 6.59\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 6.59 \cdot 0.4284 \cdot 0.76 = 2.145\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 10A με ρύθμιση θερμικού στα 6.6A

### ΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 3

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ}} = (0.67L - 28.36^\circ) + (3 \cdot 6.59L - 40.535^\circ) \Rightarrow$$

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ}} = 20.425L - 40.14^\circ A$$

Άρα

- Διατομή 2.5 mm<sup>2</sup>
- Γενική ασφάλεια 16A

| <b>ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 3</b> |                     |                     |                            |
|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>ΦΟΡΤΙΟ</b>             | <b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>      | <b>ΘΕΡΜΙΚΟ</b>      | <b>ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ</b> |
| ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣ ΜΑΛΑΚΤΗΡΩΝ     | 2.5mm <sup>2</sup>  | 0.7A                | 1A                         |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 1              | 2.5mm <sup>2</sup>  | 6.7A                | 10A                        |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 2              | 2.5mm <sup>2</sup>  | 6.7A                | 10A                        |
| ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ 3              | 2.5mm <sup>2</sup>  | 6.7A                | 10A                        |
| ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ                | 2.5 mm <sup>2</sup> | ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 16A |                            |

#### Φορτία υποπίνακα 4

- ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.91, συντελεστής ισχύος 0.85, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85 \cdot 0.91} = 0.7\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.7 \cdot 0.4284 \cdot 0.85 = 0.25\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.7A

- ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.91, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.91} = 0.76\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.76 \cdot 0.4284 \cdot 0.78 = 0.25\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.75A

- ΔΟΝΗΤΗΣ,  $P = 0.373\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.9, συντελεστής ισχύος 0.7, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{373}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.7 \cdot 0.9} = 0.85\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 0.85 \cdot 0.4284 \cdot 0.7 = 0.25\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 1A με ρύθμιση θερμικού στα 0.85A

- ΚΟΧΛΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ,  $P = 0.746\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.87, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.87} = 1.58\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 1.58 \cdot 0.4284 \cdot 0.78 = 0.53\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 2.5A με ρύθμιση θερμοκού στα 1.6A

- DECANTER, P = 22.38kW, βαθμός απόδοσης 0.86, συντελεστής ισχύος 0.8, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I_{DECANTER} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n}$$

$$= \frac{22380}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 0.86} = 46.95A$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=6\text{mm}^2$ .

$$R_{20^{\circ}C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 6} = 2.976 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} \cdot \ell = 2.976 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.1488 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}C} = R_{\kappa,20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.089 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.1068 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}C} \cdot \cos \varphi = 46.95 \cdot 0.1488 \cdot 0.8 = 5.6V$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=6\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $6 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 50A με ρύθμιση θερμικού στα 46.95A

Το decanter εκκινεί μέσω διακόπτη αστέρα- τριγώνου οπότε το ρεύμα του είναι

$$I_{DECANTER,ΜΕΤΑ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Υ/\Delta} = \frac{46.95}{\sqrt{3}} = 27.1A$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=4\text{mm}^2$ .

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 1.464 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{κ,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 1.464 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.22 \Omega$$

$$R_{κ,70^\circ\text{C}} = R_{κ,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.22 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.264 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{κ,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 27.1 \cdot 0.264 \cdot 0.8 = 5.7V$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=4\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $4 \text{ mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 32A με ρύθμιση θερμικού στα 27.1A



## ΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 4

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ4}} = (0.7\text{L} - 31.79^\circ) + (0.76\text{L} - 38.74^\circ) + (0.85\text{L} - 45.57^\circ) + (1.58\text{L} - 38.74^\circ) + (2 \cdot 46.95\text{L} - 30.68^\circ) \Rightarrow$$

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ4}} = 97.74\text{L} - 31^\circ\text{A}$$

Άρα

- Διατομή 25 mm<sup>2</sup>
- Γενική ασφάλεια 100A

| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 4</b> |                    |                      |                            |
|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|
| <b>ΦΟΡΤΙΟ</b>      | <b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>     | <b>ΘΕΡΜΙΚΟ</b>       | <b>ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ</b> |
| ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ   | 2.5mm <sup>2</sup> | 0.7A                 | 1A                         |
| ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ       | 2.5mm <sup>2</sup> | 0.75 <sup>A</sup>    | 1A                         |
| ΔΟΝΗΤΗΣ            | 2.5mm <sup>2</sup> | 0.85A                | 1A                         |
| ΚΟΧΛΙΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ    | 2.5mm <sup>2</sup> | 1.6 <sup>A</sup>     | 2.5A                       |
| DECANTER           | 10mm <sup>2</sup>  | 46.95A               | 50A                        |
| DECANTER           | 10mm <sup>2</sup>  | 46.95A               | 50A                        |
| ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ         | 35 mm <sup>2</sup> | ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 125A |                            |

#### 4.3.4 Φορτία υποπίνακα 5

- ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ,  $P = 0.746\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.87, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{746}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.78 \cdot 0.89} = 1.57\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3}\Omega$$

$$R_{\kappa,20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357\Omega$$

$$R_{\kappa,70^\circ\text{C}} = R_{\kappa,20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0.004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284\Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^\circ\text{C}} \cdot \cos \varphi = 1.57 \cdot 0.4284 \cdot 0.78 = 0.5\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9.2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5\text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 2.5A με ρύθμιση θερμικού στα 1.6A

- ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ,  $P = 4.476\text{kW}$ , βαθμός απόδοσης 0.8, συντελεστής ισχύος 0.78, σε απόσταση 50m από τον υποπίνακα

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

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{\frac{P_{out}}{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{4476}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 0.78} = 9.28\text{A}$$

Από τον πίνακα 2 παρατηρούμε ότι είναι κατάλληλη η διατομή  $q=1.5\text{mm}^2$ . Επειδή όμως το φορτίο είναι κινητήρας, θα χρησιμοποιήσουμε  $2.5\text{mm}^2$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2.5} = 7.14 \cdot 10^{-3} \Omega$$

$$R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \ell = 7.14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0.357 \Omega$$

$$R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} = R_{\kappa,20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0.357 \cdot (1 + 0,004 \cdot (70 - 20)) = 0.4284 \Omega$$

Η πτώση τάσης είναι:

$$\Delta V = I \cdot R_{\kappa,70^{\circ}\text{C}} \cdot \cos \varphi = 9.28 \cdot 0.4284 \cdot 0.8 = 3.18\text{V}$$

Πρέπει  $\Delta V \leq 4\% \cdot 230 = 9,2\text{Volt}$  Ισχύει, οπότε επιλέγεται διατομή  $q=2.5\text{mm}^2$

Άρα

- Διατομή  $2.5 \text{mm}^2$
- Αυτόματος διακόπτης: 10A με ρύθμιση θερμικού στα 9.3A

## ΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 5

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ}} = (1.57\text{L} - 38.74^\circ) + (9.28\text{L} - 36.87^\circ) \Rightarrow$$

$$I_{\text{ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ}} = 10.85\text{L} - 37.14^\circ \text{A}$$

Άρα

- Διατομή 2.5 mm<sup>2</sup>
- Γενική ασφάλεια 16A

| <b>ΥΠΟΠΙΝΑΚΑ 5</b> |                     |                     |                            |
|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>ΦΟΡΤΙΟ</b>      | <b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>      | <b>ΘΕΡΜΙΚΟ</b>      | <b>ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ</b> |
| ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ      | 2.5mm <sup>2</sup>  | 1.58A               | 2.5A                       |
| ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ      | 2.5mm <sup>2</sup>  | 9.28A               | 10A                        |
| ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ         | 2.5 mm <sup>2</sup> | ΓΕΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 16A |                            |

#### 4.4 Συνολικό ρεύμα εγκατάστασης και εκλογή παροχής

Το συνολικό ρεύμα της εγκατάστασης είναι:

$$I_{\text{ΠΙΝΑΚΑ}} = 8L - 34^\circ + 52L - 28.87^\circ + 20.425L - 40.14^\circ + 97.74L - 31^\circ + 10.85L - 37.14^\circ = 188.66L - 32.78^\circ$$

Συνολική Ισχύς εγκατάστασης

$$S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Π}} \cdot I_{\text{Π}} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 188.66 = 130707.4821 \text{VA}$$

Με βάση τον πίνακα των τυποποιημένων παροχών της ΔΕΗ (πλέον ΔΕΔΔΗΕ) θα χρησιμοποιηθεί ΠΑΡΟΧΗ Νο 6, ΙΣΧΥΟΣ 135KVA.



#### ΠΙΝΑΚΑΣ IV

Στοιχεία μονοφασικών και τριφασικών παροχών Χ.Τ.

| ΠΑΡΟΧΗ                     | ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ                 |          |     |                        |                         | ΜΕΤΡΗΤΗΣ                 | ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ |                     | ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ | ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΜΣ |
|----------------------------|---------------------------|----------|-----|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                            | Γενική ειστ. εγκατάστασης | Μετρητής |     | Ελάχ. Αναγ. δικτύου ΧΤ | Συγκεντρωτικά θ.Ν. (Cu) |                          | X - LPE                  |                     |                                                                        |                   |
| No                         | kVA                       | A        | A   |                        |                         | A                        |                          | A                   | mm <sup>2</sup>                                                        | mm <sup>2</sup>   |
| <b>ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b> |                           |          |     |                        |                         |                          |                          |                     |                                                                        |                   |
| 03                         | 8                         | 35       | 35  | 40                     | 63                      | 10/40<br>15/60           | 2 x 6                    | -                   | 3 x 10                                                                 | 50                |
| 05                         | 12                        | 50       | 63  | 63                     | 80                      | 15/60                    | 2 x 16                   | -                   | 3 x 16                                                                 | 50                |
| <b>ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>  |                           |          |     |                        |                         |                          |                          |                     |                                                                        |                   |
| 1                          | 15                        | 25       | 25  | 25                     | 63                      | 3 x 10/40<br>3 x 10/60   | 4 x 6                    | -                   | 5 x 6                                                                  | 50                |
| 2                          | 25                        | 35       | 35  | 40                     | 63                      | 3 x 10/40<br>3 x 10/60   | 4 x 6                    | -                   | 5 x 10                                                                 | 50                |
| 3                          | 35                        | 50       | 63  | 63                     | 100                     | 3 x 20/60<br>3 x 10/60   | 4 x 16                   | -                   | 5 x 16                                                                 | 100 (75)          |
| 4                          | 55                        | 80       | 100 | -                      | 160                     | 3 x 50/100<br>3 x 20/100 | 4 x 25                   | -                   | 3x25+16+16 <sup>(3)</sup>                                              | 100               |
| 5                          | 85                        | 125      | 160 | -                      | 250                     | 3 x 1.5/6<br>3x 1/6      | 4 x 50                   | 3x95 Al<br>+ 35 Cu  | 3x50+25+25 <sup>(3)</sup>                                              | 160               |
| 6                          | 135                       | 200      | 250 | -                      | 400                     | 3 x 1.5/6<br>3x 1/6      | Μονοπολ.<br>95 Cu        | 3x150 Al<br>+ 50 Cu | 3x120+70+70 <sup>(3)</sup>                                             | 250               |

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ, HD 384
- Πέτρος Ντοκόπουλος, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών», Εκδόσεις ΖΗΤΗ
- Α. Σ. Σαφιγιάννη, Ηλεκτρικά Δίκτυα Καταναλωτών, Παραδόσεις Μαθήματος,
- ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ, «Το ελαιόλαδο, Μια εκπαιδευτική προσέγγιση»
- [http://thesecretrealtruth.blogspot.com/2016/02/blog-post\\_408.html](http://thesecretrealtruth.blogspot.com/2016/02/blog-post_408.html)
- <https://www.grelia.gr/gr/blog/to-elaiolado-stin-arxaiotita-98>
- <https://www.oliveoilpetrina.com/%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%B1/>
- <http://gjcc.gr/δυναμοκυψέλες-τι-είναι-κατηγορίες-κα/>