

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1083**

# **ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΤΟΥΜΑΣ ΗΛΙΑΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2014**



## Πρόλογος / Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται μία πρότυπη μονάδα ελαιουργείου. Καταρχήν θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή της βιοτεχνίας και των βημάτων της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και των ηλεκτρικών μηχανών που περιλαμβάνει. Επιπρόσθετα, θα πραγματοποιηθεί μία καταμέτρηση των ηλεκτρικών κινητήρων και των ονομαστικών μεγεθών τους.

Κατόπιν, σκοπός είναι να εξοικειωθεί ο αναγνώστης με τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης. Η ανάλυση των καλωδίων, των διακοπών, των ασφαλειών και τηλεχειριζόμενων διακοπών που εφαρμόζονται για τον έλεγχο και την προστασία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων θα γίνει περιληπτικά.

Θα ακολουθήσει μία περιγραφή του ασύγχρονου κινητήρα που χρησιμοποιείται στις περισσότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και της αρχής λειτουργίας του. Με συντομία, ο συγγραφέας θα αναδείξει τα βασικά χαρακτηριστικά του και θα επιστήσει την προσοχή στα τεχνικά μεγέθη και τις ιδιαιτερότητες των επαγωγικών κινητήρων. Το αίτιο για αυτή την προσέγγιση είναι η συχνή χρήση τους στις εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα στο ελαιουργείο.

Τελικά, θα επιχειρηθεί ο προσδιορισμός της εγκατάστασης κίνησης του ελαιοτριβείου συνολικά, με έμφαση στον υπολογισμό των διατομών των καλωδίων των κινητήρων. Το πόνημα θα ολοκληρωθεί με το μονογραμμικό του πίνακα και φωτογραφίες της εγκατάστασης.



# Περιεχόμενα

|   |            |
|---|------------|
| <b>Πρόλογος/Περίληψη</b>                                  | <b>iii</b> |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°   | 1          |
| 1.1 Αντικείμενο της μελέτης                               | 1          |
| 1.2 Κτιριακές και τεχνολογικές εγκαταστάσεις              | 2          |
| 1.3 Ανάλυση παραγωγικής διαδικασίας                       | 4          |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°   | 10         |
| 2.1 Βασικά Μέρη μιας Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης   | 10         |
| 2.2 Αγωγοί και Καλώδια                                    | 11         |
| 2.3 Ασφάλειες   | 16         |
| 2.4 Μικροαυτόματοι  | 20         |
| 2.5 Αυτόματοι διακόπτες φορτίου                           | 22         |
| 2.6 Ηλεκτρονόμοι ισχύος (ΕΠΑΦΕΣ-CONTACTORS)               | 23         |
| 2.6 Ραγοδιακόπτες φορτίου                                 | 23         |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°   | 24         |
| 3.1 Κατασκευαστικά Στοιχεία Σύγχρονου Κινητήρα            | 24         |
| 3.2 Ανάπτυξη Αντιηλεκτρεγερτικής Δύναμης (ΑΗΕΔ) και ροπής | 25         |
| 3.3 Ολίσθηση  | 26         |
| 3.4 Τάση εξ' επαγωγής στο δρομέα                          | 27         |
| 3.5 Ισοδύναμο κύκλωμα ασύγχρονου κινητήρα                 | 30         |
| 3.6 Υπολογισμός ισχύος με το διάγραμμα ροής               | 31         |
| 3.7 Συντελεστής απόδοσης                                  | 32         |
| 3.8 Χαρακτηριστικές                                       | 33         |
| 3.9 Ρύθμιση στροφών                                       | 33         |
| 3.10 Εκκίνηση   | 34         |
| 3.11 Πέδηση   | 36         |

|  |    |
|--|----|
| 3.12 Μονοφασικοί ασύγχρονοι κινητήρες .....  | 36 |
| 3.13 Ηλεκτρικά μεγέθη μονοφασικού ασύγχρονου κινητήρα.....   | 38 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° .....  | 40 |
| 4.1 Βήματα για τη σύνταξη μελέτης ΕΗΕ.....   | 40 |
| 4.2 Μέρη μιας ΕΗΕ.....   | 41 |
| 4.3 Ηλεκτρική παροχή της ΔΕΗ .....   | 41 |
| 4.4 Κύρια ηλεκτρική γραμμή μετρητή ΔΕΗ – γενικού πίνακα ΕΗΕ .....  | 44 |
| 4.5 Υπολογισμός διατομών καλωδίων .....  | 46 |
| 4.6 Επιλογή καλωδίων .....   | 49 |
| 4.7 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις εκτός εδάφους..... | 50 |
| 4.8 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις μέσα στο έδαφος.....          | 50 |
| 4.9 Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης.....   | 51 |
| 4.10 Η εγκατάσταση .....   | 52 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....  | 58 |
| Βιβλιογραφία .....   | 70 |

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

## Παρουσίαση του ελαιοτριβείου

### 1.1 Αντικείμενο της μελέτης

Με την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας ο συγγραφέας θα επιχειρήσει να παρουσιάσει μιας πλήρη ηλεκτρολογική μελέτης μιας πρότυπης βιομηχανικής εγκατάστασης. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε ένα πρότυπο ελαιοτριβείο που βρίσκεται εγκατεστημένο στην Πύλο Μεσσηνίας. Αφορμή στάθηκε η γνωριμία του γράφοντος με τα μέλη του συνεταιρισμού που αυτόν τον καιρό ενδιαφέρονται για ορισμένες αλλαγές στον εξοπλισμό και τον τρόπο λειτουργίας του ελαιοτριβείου.

Συγκεκριμένα, το ελαιουργείο λειτουργεί κανονικά αλλά υπάρχουν σοβαρές σκέψεις για τον εκσυγχρονισμό του με απώτερο σκοπό την αυτοματοποίηση των εργασιών, της αύξηση της παραγωγής και την ποιοτική αναβάθμιση του παραγόμενου προϊόντος, δηλαδή του ελαιόλαδου. Οι αλλαγές αυτές προϋποθέτουν επαύξηση ισχύος της μονάδας και υπολογισμό εκ νέου όλων των ηλεκτρικών μεγεθών του ελαιοτριβείου.

Το σύστημα της κοινής έκθλιψης του ελαιοκάρπου έχει εφαρμοσθεί στη χώρα μας σε μικρό αριθμό συνεταιριστικών ελαιοτριβείων. Αντιθέτως, αποτελεί την κυρίαρχη πρακτική σε άλλες ελαιοπαραγωγικές χώρες (π.χ. Ισπανία). Κοινή έκθλιψη ή κοινή άλεση (ή και κάποιες φορές συνεχή άλεση) είναι ένα σύστημα παραγωγής ελαιολάδου που εφαρμόζεται στα ελαιουργεία σύμφωνα με το οποίο, ο ελαιοκάρπος πολλών διαφορετικών παραγωγών επεξεργάζεται ταυτόχρονα. Δηλαδή συγκεντρώνεται ο ελαιοκάρπος και αφού ζυγιστεί, αποθηκεύεται και αναμειγνύεται με καρπό διαφορετικών παρτίδων. Το ελαιόλαδο που θα προκύψει αποτελείται από καρπό πολλών παραγωγών. Έτσι όταν αναφερόμαστε σε κοινή άλεση εννοούμε την ταυτόχρονη άλεση ελαιοκάρπου διαφορετικών παρτίδων.

Κοινός σωρός είναι η συγκέντρωση του ελαιοκάρπου των διαφορετικών παρτίδων σε μη-διαχωρίσιμο αποθηκευτικό χώρο (σιλό ή παλέτες), ενώ με τον όρο συνεχή άλεση αναφερόμαστε στην συνεχή λειτουργία της γραμμής παραγωγής που συνήθως επιτυγχάνεται μέσω της συγκέντρωσης του κοινή σωρού και της κοινής έκθλιψης. Τα δυνητικά οφέλη αυτού του συστήματος είναι ποικίλα και αφορούν τόσο την αποδοτικότητα του ελαιουργείου όσο και την ποιότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου. Ωστόσο, τα οφέλη αυτά δεν προκύπτουν παρά μόνο έμμεσα από την εφαρμογή του συστήματος, και είναι άμεσα συνδεδεμένα με το μοντέλο

εφαρμογής. Τα γενικότερα οφέλη που υπόσχεται η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος έγκεινται στα παρακάτω:

- Η γραμμή παραγωγής λειτουργεί χωρίς διακοπή καθώς τροφοδοτείται συνεχώς με ελαιόκαρπο και έτσι το ελαιουργείο είναι σε θέση να εξυπηρετήσει μεγαλύτερες ποσότητες (και ενδεχομένως περισσότερους παραγωγούς) σε δεδομένο χρόνο λειτουργίας.
- Ο ελαιόκαρπος επεξεργάζεται άμεσα μετά τη συγκομιδή του και την άφιξή του στο ελαιουργείο, χωρίς να εκτίθεται στις καιρικές συνθήκες, με αποτέλεσμα το ελαιόλαδο που θα παραχθεί να είναι ανώτερης ποιότητας και να διατηρεί αναλλοίωτα τα φυσικά χαρακτηριστικά του. Για την εφαρμογή της κοινής έκθλιψης πρέπει το ελαιοτριβείο να εξοπλιστεί με επιπλέον μηχανήματα που θα επιτρέπουν την κοινή άλεση.

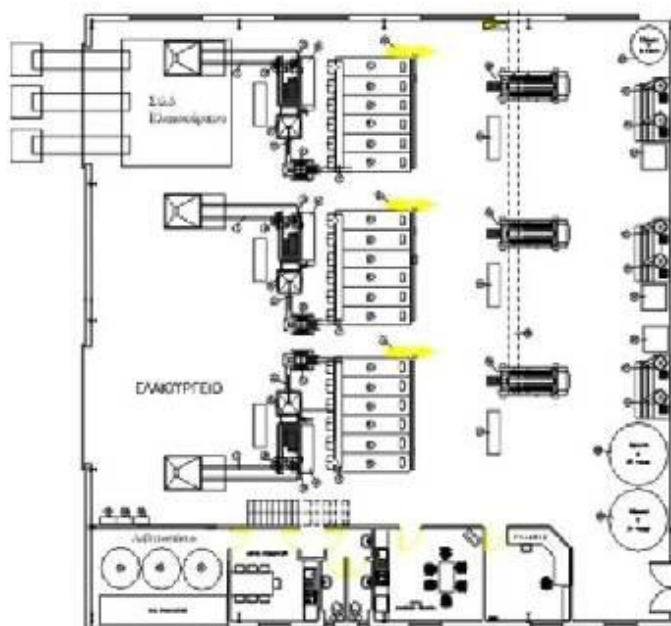
Τα μηχανήματα αυτά αφορούν κυρίως τις διαδικασίες παραλαβής του ελαιόκαρπου. Ο εξοπλισμός αυτός είναι απαραίτητος προκειμένου η κατανομή του τελικού προϊόντος να γίνεται αναλογικά με την ποσότητα και την ποιότητα του ελαιόκαρπου που παρέδωσε ο κάθε παραγωγός, και οι συνολικές διαδικασίες που απαιτούνται (παραλαβής, παραγωγής & διαχείρισης) να εκτελούνται απρόσκοπτα από τεχνολογικής άποψης.

## **1.2 Κτιριακές και τεχνολογικές εγκαταστάσεις**

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κάτοψη του ελαιοτριβείου και πιο συγκεκριμένα ο χώρος όπου πραγματοποιείται η επεξεργασία του ελαιόκαρπου. Από το σχέδιο διακρίνονται οι τρεις γραμμές παραγωγής που λειτουργούν στο ελαιοτριβείο, οι οποίες είναι όμοιες μεταξύ τους. Τα κυριότερα μέρη της κάθε γραμμής είναι:

- Η ταινία αυτόματης τροφοδοσίας για τον αποφυλλωτήρα
- Ο αποφυλλωτήρας
- Το πλυντήριο
- Αυτόματη τροφοδοσία για τον σπαστήρα
- Ο σφυρόμυλος (ή σπαστήρας)
- Έξι μαλακτικές
- Αντλία MONO
- Το decanter
- Ο διαχωριστήρας





Εικόνα 1:Ενδεικτική κάτοψη ελαιουργείου

Τα μηχανήματα που διαθέτει αυτό το ελαιοτριβείο συνολικά για την επεξεργασία του ελαιοκαρπού περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

| A/A | Περιγραφή                                | KW   |
|-----|--|------|
| 1   | Αποφυλλωτήριο πλυντήριο                  | 45   |
| 2   | Αναβατήριο ελαιοκάρπου                   | 7    |
| 3   | Σπαστήρας ελαιοκάρπου                    | 30,6 |
| 4   | Διανομέας Ελαιοζύμης Μαλακτήρων          | 2,5  |
| 5   | Οριζόντιοι Μαλακτήρες χωρητικ. 1.200 lit | 3    |
| 6   | Αντλία τροφοδ. Ελαιοζύμης                | 22,5 |
| 7   | Decanter UNVX-X32 3                      | 9,75 |
| 8   | Φυγοκεντρικός διαχωριστήρας              | 22   |
| 9   | Μεταφορική ταινία                        | 1,5  |
| 10  | Πυρηνοκαυστήρας                          | 2,25 |
| 11  | Κοχλίας με αναβατήριο πυρήνα             | 1,5  |
| 12  | Διαχωρηστήρας αυτόματος                  | 6    |
| 12  | Μονάδα θέρμανσης νερού                   | 8    |

### 1.3 Ανάλυση παραγωγικής διαδικασίας

Η διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου περιλαμβάνει τρεις γραμμές παραγωγής όμοιες μεταξύ τους. Ανάλογα με τους παραγωγούς και την ποσότητα ελαιοκάρπου που έχει συγκεντρωθεί τίθεται σε λειτουργία η μία, οι δύο ή και οι τρεις γραμμές παραγωγής. Κατά τη λειτουργία του ελαιοτριβείου διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις διαδικασίες:

#### A) Παραλαβή

- Άφιξη παραγωγών
- Ξεφόρτωμα ελαιοκάρπου
- Καταμέτρηση του σακιών
- Σημαίνονται τα σακιά με τον ελαιοκάρπο

#### B) Παραγωγή

- Αποφύλλωση: απομακρύνονται φύλλα και κλαδάκια
- Πλυντήριο: απομακρύνονται πετρες και λάσπες
- Ζύγισμα ελαιοκάρπου
- Σπαστήρας: αλέθονται οι ελιές, σπάει το κουκούτσι και προκύπτει η ελαιοζύμη
- Μάλλαξη: ανάδευση της ελαιοζύμης σε θερμενόμενη λεκάνη Decanter: διαχωρισμός ελαιοζύμης σε ελαιόλαδο, υδατικά απόβλητα και ελαιοπυρήνα.
- Διαχωρισμός: τελική διάγνωση ελαιόλαδου (απόμακρυνση ανεπιθύμητων προσμίξεων)

#### Γ) Διαχείριση

- Έλεγχος ποιότητας ελαιόλαδου
- Ζύγισμα
- Αποθήκευση
- Οικονομική εκκαθάριση

Κατά τη διαδικασία της παραγωγής ο καρπός περνάει από έξι κυρίως μηχανές:

- αποφυλλωτήρα,
- πλυντήριο,
- σπαστήρα,
- μαλακτήρα,
- decanter,
- διαχωριστήρα.

Η κάθε γραμμή παραγωγής περιλαμβάνει:

- 1 αποφυλλωτήρα,
- 1 πλυντήριο

- 1 σπαστήρα,
- 5 μαλακτήρες,
- 1 decanter
- 1 διαχωριστήρα

Τα στάδια παραγωγής είναι τα εξής:

### **Αυτόματη τροφοδοσία**

Υπάλληλοι της ένωσης (ή εναλλακτικά οι ίδιοι οι παραγωγοί) αδειάζουν τα σακιά με τον ελαιόκαρπο της κάθε παρτίδας στις χοάνες υποδοχής, στην αρχή της γραμμής παραγωγής. Από εκεί και μέσω του συστήματος αυτόματης τροφοδοσίας, ο ελαιόκαρπος οδηγείται σ' ένα ατέρμονα κοχλία ή σ' ένα ειδικό πλαστικό ιμάντα, επί του οποίου έχουν συγκολληθεί με βουλκάνισμα, τακούνια που μεταφέρουν τις ελιές στο αποφυλλωτήριο.

### **Αποφυλλωτήρας**

Οι ελιές πέφτουν σε μια σκαφίδα που κινείται παλινδρομικά. Η παλινδρομική κίνηση της σκαφίδας, επιτυγχάνει τη μεταφορά και αναπήδηση των ελιών με αποτέλεσμα την ευκολότερη απομάκρυνση των φύλλων και τυχόν μικρών κλαδιών που περιέχονται μέσα στα τσουβάλια.



### **Πλυντήριο**

Οι ελιές μετά την αποφύλλωση τους, πέφτουν σε μια λεκάνη ειδικά διαμορφωμένη, όπου πλένονται (ραντίζονται) με πίεση νερού. Οι ελιές μαζί με το νερό οδηγούνται σε μια ανηφορική διαδρομή με αποτέλεσμα στο χώρο της λεκάνης να παραμένουν πέτρες, λάσπες,

άμμος, χώμα, μεταλλικά αντικείμενα και ότι άλλο ανεπιθύμητο σώμα. Στη συνέχεια, οι ελιές μαζί με το νερό διανύουν μια μεγάλη διαδρομή στο πλυντήριο όπου πλένονται, για να καταλήξουν στεγνές σε κοχλιωτό αναβατήριο.



### **Ζύγισμα**

Είναι ένα σύστημα δύο λεκανών, τοποθετημένες η μία πάνω από την άλλη, οι οποίες με ένα μηχανισμό ανοίγουν από κάτω. Το ζύγισμα πραγματοποιείται στην δεύτερη λεκάνη (την κάτω) η οποία έχει αισθητήρες ρυθμισμένους να αντέχουν συγκεκριμένο βάρος (π.χ. 50 κιλών). Ο ελαιόκαρπος μεταφέρεται με αυτόματη τροφοδοσία και πέφτει από την πρώτη στη δεύτερη λεκάνη. Μόλις η δεύτερη λεκάνη γεμίσει με βάρος 50 κιλών η πρώτη κλείνει για να σταματήσει να πέφτει ελαιόκαρπος. Ο ελαιόκαρπος που έχει συγκεντρωθεί στη δεύτερη λεκάνη καταλήγει σε μία ταινία μεταφοράς καθώς η λεκάνη ανοίγει. Μόλις αδειάσει η δεύτερη λεκάνη κλείνει και ανοίγει ξανά η πρώτη για να πέσει ελαιόκαρπος στη δεύτερη. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να ζυγιστεί ο ελαιόκαρπος όλης της παρτίδας. Στο τέλος του πλυντηρίου, οι ελιές πέφτουν σε μια χοάνη ενός αναβατηρίου, όπου ένας ατέρμονας κοχλίας, τις μεταφέρει στον σπαστήρα.

### **Τροφοδοσία σπαστήρα - Σπαστήρας**

Οι ελιές πέφτουν σε μια χοάνη ενός αναβατηρίου, όπου ένας ατέρμονας κοχλίας, τις μεταφέρει στον σπαστήρα. Η έκθλιψη των ελιών πραγματοποιείται σ' ένα οριζόντιο σπαστήρα. Εδώ αλέθονται οι ελιές και προκύπτει η ελαιοζύμη. Το περιστρεφόμενο του διάφραγμα (κόσκινο), του εξασφαλίζει τη μεγάλη απόδοση και την άριστη ποιότητα της ελαιοζύμης. Ο ελαιόκαρπος οδηγείται στον σπαστήρα.

## **Μαλακτήρες**

Είναι δεξαμενές με διπλά τοιχώματα μέσα στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό. Στο εσωτερικό των μαλακτήρων περιστρέφονται πτερύγια με τα οποία επιτυγχάνεται η θερμομάλαξη της ελαιοζύμης. Η διαδικασία της θερμομάλαξης βοηθάει στο διαχωρισμό του ελαιόλαδου στα επόμενα στάδια. Η ελαιοζύμη αναδεύεται σε θερμαινόμενη ανοξειδωτή λεκάνη, για καλύτερο διαχωρισμό, βέλτιστη ποιότητα και μεγαλύτερη απόδοση λαδιού. Η ελαιοζύμη αναδεύεται στο μαλακτήρα έτσι που να μεταφέρεται διανεμόμενη ομοιόμορφα στα θερμαινόμενα τοιχώματα του θερμομαλακτήρα. Με διάφορα όργανα, έχουμε τη δυνατότητα να ρυθμίζουμε την ποσότητα και την θερμοκρασία του νερού, ώστε να επιτυγχάνουμε την καλύτερη ποιότητα λαδιού. Η θερμοκρασία και η πληρότητα του μαλακτήρα αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

Όταν οι μαλακτήρες είναι γεμάτοι, η ανάδευση είναι ομοιόμορφη, οπότε και η ελαιοζύμη δέχεται ομοιόμορφα ίδιες θερμοκρασίες. Η χωρητικότητα των μαλακτήρων αποτελεί δείκτη δυναμικότητας για ολόκληρη τη γραμμή παραγωγής. Το μέγεθος της παρτίδας του ελαιόκαρπου είναι αυτό που θα καθορίσει την πλήρωση των σκαφών με ελαιοζύμη, επομένως και τη δυναμικότητα παραγωγής για τη συγκεκριμένη παρτίδα. Η μέση δυναμικότητα για τη διαδικασία παραγωγής σε παρτίδες ανά παραγωγό έχει υπολογιστεί εμπειρικά στο 60% (το ποσοστό αυτό υπολογίζεται ακριβέστερα μέσα από τις προσομοιώσεις των επόμενων κεφαλαίων) της μέγιστης δυναμικότητας παραγωγής. Δηλαδή, οι μαλακτήρες περιστρέφονται έχοντας μειωμένη αποδοτικότητα προσεγγιστικά κατά 40%

Μετά το πέρας της μάλαξης ο μαλακτήρας ξεπλένεται με καθαρό νερό, ώστε τα υπολείμματα της ελαιοζύμης, άρα και το ελαιόλαδο που αυτός περιέχει, να πιστωθεί στον παραγωγό της συγκεκριμένης παρτίδας ελαιόκαρπου και όχι στον επόμενο.

## **Αντλία MONO**

Η αντλία τύπου mono τροφοδοτεί την ελαιοζύμη από το μαλακτήρα στο φυγοκεντρικό μηχάνημα (Decanter).

## **Decanter (Οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας)**

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 εξάγεται 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 ελαιόλαδο και στην δεύτερη έξοδο βγαίνει ο ελαιοπυρήνας αναμεμειγμένος μαζί με τα υδατικά απόβλητα (τον κασίγαρο).



Η ελαιοζύμη οδηγείται με τη βοήθεια αντλίας στον οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Στο εσωτερικό της συσκευής περιστρέφονται δίσκοι με μεγάλη ταχύτητα και έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του ελαιολάδου. Όταν αρχίσει να γίνεται ο διαχωρισμός του λαδιού στο εσωτερικό τύμπανο, απαιτείται η χρήση μικρής ποσότητας ζεστού νερού χαμηλής θερμοκρασίας 35 οC , που είναι αναγκαία για την παραγωγή πλούσιου σε άρωμα και χαμηλής περιεκτικότητας σε οξέα λάδι. Το ζεστό νερό βοηθάει στον καλύτερο διαχωρισμό του ελαιολάδου. Όσο καλύτερα και ομοιόμορφα αναδεύεται η ζύμη, τόσο περισσότερο λάδι μπορεί να αποδώσει το DECANTER. Αν η ανάδευση δεν γίνει σωστά τότε παραμένει περισσότερο λάδι στον πυρήνα.

Εκτός από το ελαιόλαδο, από άλλο σημείο του decanter εξάγονται υδατικά απόβλητα (κασίγαρος) και από μια τρίτη έξοδο βγαίνει ο ελαιοπυρήνας (σπασμένα κουκούτσια και σάρκα από την ελαιοζύμη). Ο τελευταίος αποθηκεύεται προσωρινά σε σιλό και μεταφέρεται αργότερα στο πυρηνελαιουργείο για την παραλαβή του υπολειπόμενου ελαίου (πυρηνελαίου), ενώ προκύπτει και πυρηνόξυλο.

### **Διαχωριστήρας**

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 ελαιόλαδο, 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.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

### Ηλεκτρική εγκατάσταση χαμηλής τάσης

#### 2.1 Βασικά Μέρη μιας Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Μια Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) τροφοδοτείται από τις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ μέσω του μετρητή. Από το κιβώτιο του μετρητή αρχίζει η κύρια γραμμή που τροφοδοτεί το σύνολο της Ε.Η.Ε.. Η γραμμή αυτή καταλήγει στον πίνακα διανομής και λέγεται «γραμμή μετρητή - πίνακα».

Μια γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα είναι δυνατόν να τροφοδοτεί:

- Είτε μία μόνο συσκευή κατανάλωσης.
- Είτε περισσότερες από μια συσκευές κατανάλωσης.
- Είτε έναν άλλο πίνακα, που λέγεται «δευτερεύων πίνακας».

Ανεξάρτητες (ή ευθείες) γραμμές, είναι εκείνες που η καθεμία τροφοδοτεί μία μόνο συσκευή κατανάλωσης.

Τέτοιες γραμμές στις κατοικίες π.χ. είναι:

- Η γραμμή μαγειρείου που τροφοδοτεί την ηλεκτρική κουζίνα.
- Η γραμμή του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα.
- Οι γραμμές που τροφοδοτούν σταθερές συσκευές κατανάλωσης μεγάλης σχετικά ισχύος, όπως π.χ. οι κινητήρες στο ελαιουργείο.

- Οι γραμμές, που η καθεμία τροφοδοτεί ένα μόνο ρευματοδότη που λέγεται ενισχυμένος. Ρευματοδότες με ανεξάρτητη γραμμή χρησιμοποιούμε για την τροφοδότηση φορητών συσκευών μεγάλης σχετικά ισχύος, π.χ.

Δευτερεύοντες πίνακες (ή υποπίνακες) χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης που βρίσκονται σε κάποια απόσταση ή έχουν κάποιο φυσικό διαχωρισμό από τη θέση που βρίσκεται ο γενικός πίνακας, κατά τρόπο που θα ήταν ασύμφορο να ξεκινούν από το γενικό πίνακα όλες οι γραμμές που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν αυτές τις συσκευές. Σε ένα τριώροφο κτίριο π.χ., από κάθε υποπίνακα θα ξεκινούν γραμμές για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης του ίδιου ορόφου. Κάθε πίνακας, ανάλογα με τον αριθμό φάσεων με τις οποίες τροφοδοτείται, είναι μονοφασικός ή τριφασικός.

Ο αγωγός προστασίας αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή όπου συνδέεται με τον αγωγό γείωσης και μέσω αυτού με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Σε όλη τη διαδρομή ο αγωγός



προστασίας ακολουθεί τους ενεργούς αγωγούς μέχρι τις συσκευές κατανάλωσης για να συνδεθεί με τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη τους.

Τα βασικά μέρη μιας Ε.Η.Ε. είναι:

- Αγωγοί και καλώδια
- Ηλεκτρικοί πίνακες
- Γειώσεις
- Σωλήνες - εξαρτήματα - κανάλια διανομής
- Ασφάλειες
- Διακόπτες
- Ρευματοδότες και ρευματολήπτες
- Φωτιστικά σώματα

## 2.2 Αγωγοί και Καλώδια

Αγωγοί ονομάζονται αγωγή σύρματα που διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα. Διακρίνονται σε γυμνούς ή μονωμένους όταν έχουν μονωτικό περίβλημα. Ανάλογα με τον αριθμό των κλώνων οι αγωγοί διακρίνονται σε μονόκλωνους (λιγότερο εύκαμπτοι και με διατομή μέχρι 16 mm<sup>2</sup>) και πολύκλωνους. Κατασκευάζονται από χαλκό ή αλουμίνιο και κράματά τους. Οι αγωγοί χαρακτηρίζονται από τη διατομή του πυρήνα τους που υπολογίζεται ως εξής:

|  |   |
|--|---|
| <b>Μονόκλωνος αγωγός: <math>S = \pi \cdot d^2 / 4 = 0,785 \cdot d^2</math></b>                 |   |
|  | όπου d: διάμετρος πυρήνα του αγωγού σε mm<br>S: διατομή σε mm <sup>2</sup>                                |
| <b>Πολύκλωνος αγωγός: <math>S = n \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 0,785 \cdot d^2 \cdot n</math></b> |   |
|  | όπου d: διάμετρος κλώνου σε mm<br>n: αριθμός κλώνων n=1+6=7 (μια στρώση)<br>S: διατομή σε mm <sup>2</sup> |

Καλώδιο εννοούμε το σύνολο δύο ή περισσότερων μονωμένων αγωγών που βρίσκονται μέσα στο ίδιο μονωτικό περίβλημα.

### ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΝΕΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΜΕ ΠΑΛΑΙΟΥΣ

| Νέος τύπος | Παλιός τύπος |
|------------|--------------|
| HO7V-K     | NYAF         |
| HO7V-U     | NYA(re)      |
| HO7V-R     | NYA(rm)      |
| AO5VV-U    | NYM(re)      |
| AO5VV-R    | NYM(rm)      |
| HO5VV-F    | NYMHY        |
| HO3VV-F    | NYLHY(rd)    |
| HO3VH-H    | NYFAZ        |
| HO5RR-F    | NMH          |
| HO7RN-F    | NSHou        |
| J1VV-U     | NYI(re)      |
| J1VV-R     | NYI(rm)      |
| J1VV-S     | NYI(sm)      |
| AO5VVH3-U  | NYIFY        |

### ΓΥΜΝΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ

| Διατομή<br>2<br>(mm <sup>2</sup> ) | Αντίσταση<br>(Ω/km) |
|------------------------------------|---------------------|
| 1,0 *                              | 18,1                |
| 1,5 *                              | 12,1                |
| 2,5 *                              | 7,4                 |
| 4 *                                | 4,61                |
| 6 *                                | 3,08                |
| 10 **                              | 1,83                |
| 16 **                              | 1,15                |
| 25 **                              | 0,727               |
| 35 **                              | 0,524               |
| 50 **                              | 0,38                |
| 70 **                              | 0,2687              |
| 95 **                              | 0,193               |
| 120 **                             | 0,153               |
| 150 **                             | 0,124               |
| 185 **                             | 0,0991              |
| 240 **                             | 0,0754              |
| 300 **                             | 0,0601              |

- \* Μονόκλωνος αγωγός
- \*\* Πολύκλωνος αγωγός

Η αντίσταση R αγωγού με μήκος l και διατομή S είναι :  $R = \rho \cdot l/S$  όπου ρ η ειδική αγωγιμότητα και Ο χαλκός έχει ειδική αγωγιμότητα  $\rho = 0,017241 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  στους  $20^\circ \text{C}$ .

### **Χρωματισμοί μονωμένων αγωγών.**

Για τη διευκόλυνση των συνδέσεων κατά την εγκατάσταση των αγωγών και των καλωδίων, αλλά και κατά τις επεμβάσεις που ενδεχομένως θα χρειασθεί να γίνουν μεταγενέστερα, οι μονώσεις των αγωγών έχουν συγκεκριμένα χρώματα που διευκολύνουν την αναγνώριση των αγωγών. Οι κανόνες που ισχύουν είναι οι ακόλουθοι :

Ο αγωγός προστασίας έχει μόνωση με λωρίδες πράσινες και κίτρινες κατά τη διεύθυνση του αγωγού. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί αγωγός άλλου χρώματος ως αγωγός προστασίας και ο αγωγός με χρώμα πράσινο - κίτρινο δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί για κανέναν άλλο σκοπό. Επίσης δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί για άλλο σκοπό ούτε μονόχρωμος αγωγός που να έχει ένα από τα δύο αυτά χρώματα, ούτε δίχρωμος αγωγός που να περιέχει ένα από τα δύο αυτά χρώματα.

Ο ουδέτερος αγωγός έχει μόνωση με χρώμα μπλε ανοιχτό. Όμως είναι επιτρεπτό να χρησιμοποιηθεί ως αγωγός φάσης ένας αγωγός που έχει χρώμα μπλε ανοιχτό, αν στο κύκλωμα δεν υπάρχει ουδέτερος. Οι αγωγοί φάσεων πρέπει να είναι μονόχρωμοι με οποιοδήποτε χρώμα, εκτός από το κίτρινο και το πράσινο.

### **Επιτρεπόμενες εντάσεις αγωγών.**

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- Από τη διατομή του αγωγού
- Από το είδος της μόνωσής του
- Από τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας του.

Αν ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή έντασης του παρακάτω πίνακα τότε ο αγωγός υπερθερμαίνεται (λόγω της αναπτυσσόμενης θερμότητας  $Joule \quad Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$  σε cal) και φθείρεται πρόωρα. Αν η υπερθέρμανση είναι πιο ισχυρή τότε υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς.

**Επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς ροής για χάλκινους αγωγούς με μόνωση** (για θερμοκρασία περιβάλλοντος 25 °C και μέγιστη θερμοκρασία αγωγού 60 °C)

| Διατομή<br>αγωγού (mm <sup>2</sup> ) | Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση σε (A) |          |          |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|
|                                      | 1η ομάδα                           | 2η ομάδα | 3η ομάδα |
| 0,75                                 | -                                  | 15       | 16       |
| 1                                    | 12                                 | 18       | 20       |
| 1,5                                  | 16                                 | 22       | 25       |
| 2,5                                  | 21                                 | 31       | 34       |
| 4                                    | 27                                 | 41       | 45       |
| 6                                    | 35                                 | 54       | 57       |
| 10                                   | 48                                 | 70       | 78       |
| 16                                   | 65                                 | 96       | 104      |
| 25                                   | 88                                 | 128      | 137      |
| 35                                   | 110                                | 153      | 168      |
| 50                                   | 140                                | 178      | 210      |
| 70                                   | 175                                | 220      | 260      |
| 95                                   | 210                                | 265      | 310      |
| 120                                  | 250                                | 310      | 365      |
| 150                                  | -                                  | 355      | 415      |
| 185                                  | -                                  | 405      | 475      |
| 240                                  | -                                  | 480      | 560      |
| 300                                  | -                                  | 555      | 645      |

**Ομάδες:**

**1η:** Τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή στο ίδιο καλώδιο, σε ορατή ή χωνευτή εγκατάσταση.

**2η:** Μονωμένοι αγωγοί που είναι τοποθετημένοι σε ορατή εγκατάσταση χωρίς σωλήνες, με απόσταση μεταξύ τους ίση ή μεγαλύτερη από τη διάμετρό τους.

**3η:** Εύκαμπτα καλώδια τροφοδότησης κινητών ή φορητών συσκευών κατανάλωσης.

Για θερμοκρασίες περιβάλλοντος μεγαλύτερες των 30 °C πρέπει οι τιμές του παραπάνω πίνακα να πολλαπλασιαστούν αντίστοιχα με τους παρακάτω συντελεστές.

|                                  |               |               |               |               |               |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Θερμοκρασία περιβάλλοντος</b> | <b>35 ° C</b> | <b>40 ° C</b> | <b>45 ° C</b> | <b>50 ° C</b> | <b>55 ° C</b> |
| <b>Συντελεστής</b>               | <b>91 %</b>   | <b>82 %</b>   | <b>71 %</b>   | <b>58 %</b>   | <b>41 %</b>   |

**Αν οι ενεργοί αγωγοί που βρίσκονται στο ίδιο περίβλημα είναι περισσότεροι από τρεις παίρνουμε μέρος των τιμών του πίνακα επιτρεπομένων εντάσεων.**

•

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| <b>Για 4 - 6 αγωγούς</b> | <b>80 %</b> |
| <b>7 - 9 αγωγούς</b>     | <b>70 %</b> |

## Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές χάλκινων αγωγών σε Ε.Η.Ε.

| Χρήση του αγωγού   | Ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγού (mm <sup>2</sup> ) |
|--|---|
| Γραμμές μόνιμης εγκατάστασης φωτισμού                      | 1,5   |
| Γραμμές ρευματοδότησης κινητήρων (εγκατ. κίνησης)          | 2,5   |
| Παροχές καταναλωτών Χ.Τ. (ΔΕΗ)                             | 6 (συνήθως 10)  |
| Σύνδεση φωτιστικών σημείων                                 | 0,75  |
| Εύκαμπτα καλώδια σύνδεσης συσκευών μέσω ρευματοληπτών για: | -   |
| 1 < 2,5 A  | 0,5   |
| 2,5 < 1 < 10 A   | 0,75  |
| 1 > 10A  | 1,0   |
| Αιωρούμενες γραμμές μήκους:                                |   |
| < 20 m   | 4   |
| 20-40 m  | 6   |
| <b>Αγωγοί προστασίας</b>                                   |   |
| Γείωση μετρητή   | 16  |
| Ενταφιασμένοι ή απρόσιτοι αγωγοί γείωσης προστασίας        | 25  |
| Ανεξάρτητοι μονωμένοι αγωγοί γείωσης                       | 2,5   |
| Ανεξάρτητοι γυμνοί αγωγοί γείωσης                          | 6   |

### 2.3 Ασφάλειες

Ασφάλεια ονομάζουμε την διάταξη που προορίζεται να διακόπτει αυτόματα ένα κύκλωμα, όταν η έντασή του ξεπεράσει μία ορισμένη τιμή (ονομαστική ένταση). Αυτό γίνεται είτε με το λιώσιμο ενός λεπτού σύρματος (ασφάλειες τήξεως) είτε με την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη (αυτόματες ασφάλειες). Έτσι, έχουμε προστασία των αγωγών, των μονώσεων και των συσκευών του κυκλώματος από υπερεντάσεις και βραχυκυκλώματα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά με βάση τα οποία γίνεται η επιλογή μιας ασφάλειας είναι:

A) η ονομαστική τάση (π.χ 500 V)

B) η ονομαστική ένταση: είναι η μέγιστη τιμή του ρεύματος για να μη καταπονηθεί η μόνωση του αγωγού.

Γ) Οι χαρακτηριστικές καμπύλες χρόνου τήξεως-έντασης από τις οποίες προκύπτουν οι χρόνοι στους οποίους επέρχεται η τήξη του τηκτού για διάφορες τιμές υπερέντασης.

Δ) Την ικανότητα διακοπής, δηλαδή το μέγιστο ρεύμα [kA] που μπορούν να διακόψουν υπό ορισμένη τάση χωρίς βλάβη.

Η ασφάλεια μπαίνει πάντα στον αγωγό τής φάσεως και στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί στον αγωγό της γειώσεως και στον ουδέτερο.

Ο χρόνος που χρειάζεται μία ασφάλεια για να διακόψει την τροφοδοσία, εξαρτάται από το μέγεθος της υπερεντάσεως και από τον τύπο της ασφάλειας. Γενικά σε περίπτωση βραχυκυκλώματος η διακοπή γίνεται σε μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου, ενώ σε περίπτωση υπερεντάσεως σε μερικά δευτερόλεπτα ή και λεπτά.

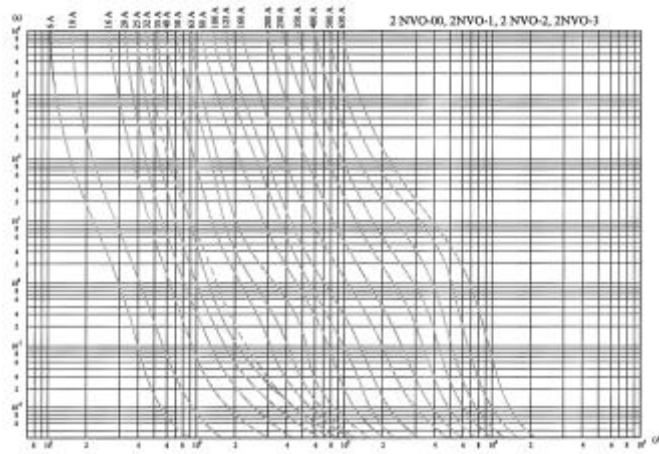
Διακρίνουμε δύο τύπους ασφαλειών τήξης, ανάλογα με την ταχύτητα που διακόπτουν την τροφοδοσία: Τις ασφάλειες ταχείας τήξης (τύπος L) και τις ασφάλειες βραδείας τήξης (τύπος G). Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ασφάλειες ταχείας τήξης, ενώ οι βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων ή σε συνεργασία με ασφάλειες ταχείας τήξης. Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής διακρίνουμε δύο είδη ασφαλειών: Τις ασφάλειες τήξεως και τις αυτόματες ασφάλειες (ή μικροαυτόματους).

Με κριτήριο τη λειτουργική τους συμπεριφορά οι ασφάλειες διακρίνονται σε κατηγορίες που χαρακτηρίζονται από δύο γράμματα. Το πρώτο γράμμα συμβολίζει την περιοχή της χαρακτηριστικής χρόνου-έντασης για την οποία προορίζονται να προσφέρουν προστασία και μπορεί να είναι: ο g: (general fuses), πλήρης προστασία, δηλ. ικανές να διακόπτουν ρεύματα από την μικρότερη τιμή για την οποία τήκεται η ασφάλεια μέχρι την ονομαστική ικανότητα διακοπής. Με άλλα λόγια, παρέχουν προστασία τόσο έναντι υπερφορτίσεων όσο και έναντι βραχυκυκλωμάτων. α: (accompanied fuses), μερική προστασία, δηλ. ικανές να διακόπτουν ρεύματα με τιμές μόνο πάνω ένα καθορισμένο πολλαπλάσιο της ονομαστικής έντασης. Με άλλα λόγια, παρέχουν προστασία μόνο έναντι βραχυκυκλωμάτων. Το δεύτερο γράμμα συμβολίζει το στοιχείο της εγκατάστασης στο οποίο προσφέρουν προστασία και μπορεί να είναι: L (κατά IEC G)= γραμμές (Line), M=κινητήρες (Motor), S=διακόπτες(Switch), R = ανορθωτές (Rectifier)

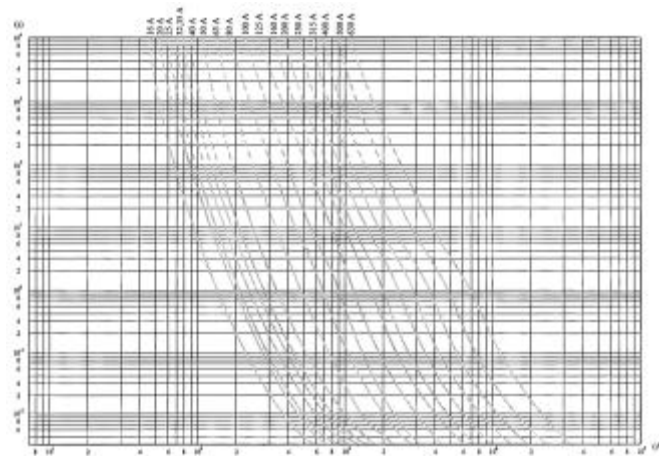
Οι πιο συνηθισμένες από τις παραπάνω κατηγορίες είναι οι κατηγορίες:

- gL: για προστασία γραμμών τόσο σε υπερφόρτιση όσο και σε βραχυκύκλωμα

- aM: για προστασία κινητήρων σε βραχυκύκλωμα (οι ασφάλειες, για διάφορους λόγους, δεν προστατεύουν τους κινητήρες έναντι υπερφορτίσεως. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται θερμικά



Εικόνα 2:Χαρακτηριστικές ασφαλειών τύπου GL



Εικόνα 3:Χαρακτηριστικές ασφαλειών τύπου aM



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

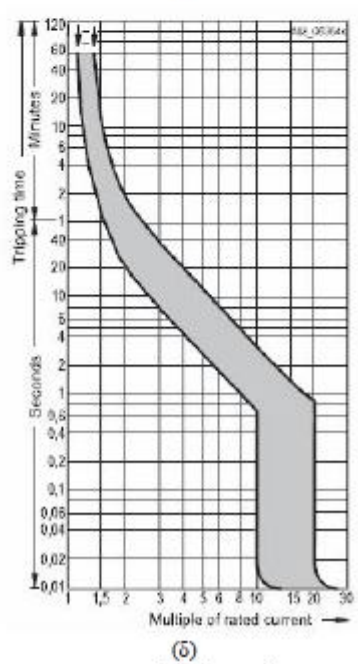
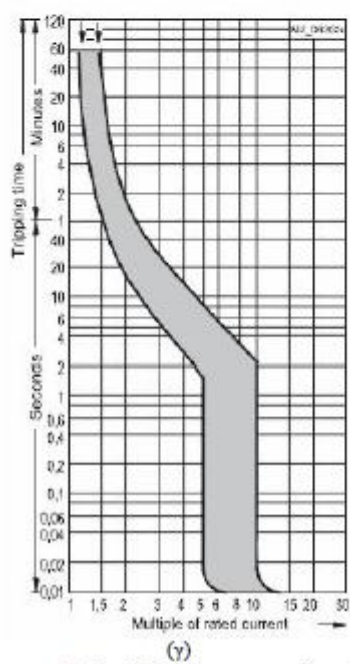
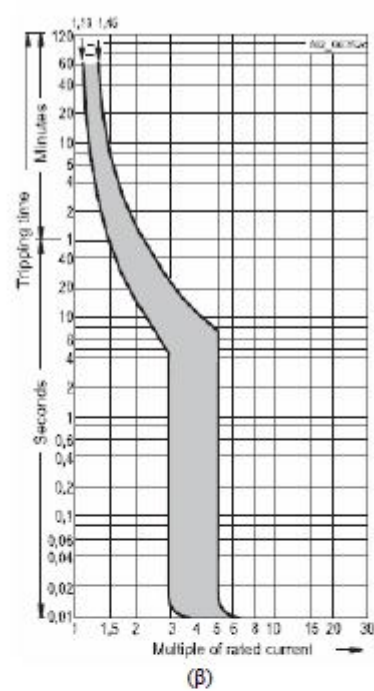
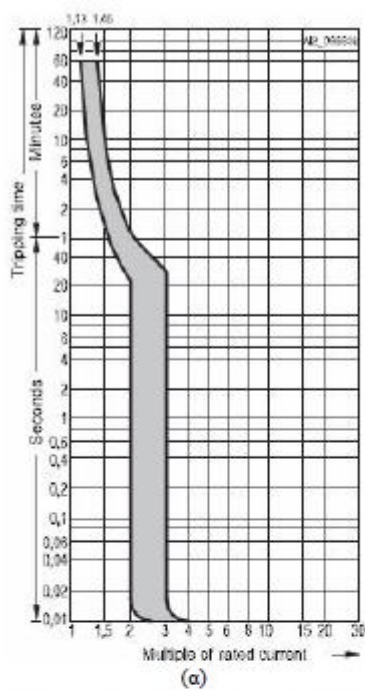
Πίνακας: Διατομές-Ονομαστικές τιμές ρεύματος και τιμές ασφαλειών προστασίας

## 2.4 Μικροαυτόματοι

Οι μικροαυτόματοι (Miniature Circuit Breakers) ή για συντομία MCB ονομάζονται και αυτόματες ασφάλειες. Ο λόγος είναι ότι όταν εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην δεκαετία του 1960, η πρώτη τους εφαρμογή ήταν η αντικατάσταση των τηκτών ασφαλειών στους οικιακούς πίνακες. Πρακτικά είναι αυτόματοι διακόπτες (Circuit Breakers) , με ενσωματωμένη θερμική και μαγνητική προστασία, σε μικρές διαστάσεις (miniature). Θεωρητικά θα έπρεπε να τους εντάξουμε στην κατηγορία των αυτόματων διακοπών αλλά καθιερώθηκε να αποτελούν ένα ξεχωριστό κεφάλαιο στα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών.

Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται, κυρίως, για την προστασία καλωδίων και αγωγών από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα. Έτσι, προστατεύουν τον ηλεκτρικό εξοπλισμό από υπερθέρμανση σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα, π.χ. DIN ΥΔΕ 0100-430. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μικροαυτόματοι στα συστήματα TN παρέχουν επίσης προστασία από ηλεκτροπληξία στην περίπτωση υπερβολικά υψηλών τάσεων επαφής που οφείλονται σε βλάβες της μόνωσης, Π.χ. σύμφωνα με τα πρότυπα HD 384.4.41/ IEC 364-4-41. Ακολουθούν ενδεικτικές φωτογραφίες μικροαυτόματων διάφορων κατασκευαστών.





Εικόνα 4::Χαρακτηριστικές χρόνου διακοπής-ρεύματος μικροαυτομάτων διακοπών.

## 2.5 Αυτόματοι διακόπτες φορτίου

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος τοποθετούνται με σκοπό την προστασία των γραμμών, κινητήρων κλπ. Περιλαμβάνουν θερμικά και μαγνητικά στοιχεία, από ένα σε κάθε πόλο, ρυθμιζόμενα για την προστασία έναντι υπερεντάσεως και βραχυκυκλώματος. Θα είναι σύμφωνοι με τους κανονισμούς VDE 0660 και VDE 0113 και θα έχουν τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τάση μονώσεως: 1000V
- Ονομαστική τάση λειτουργίας: τουλάχιστον 500V,50Hz
- Κλάση μονώσεως:0 σύμφωνα με VDE 0110 Ικανότητα διακοπής: τουλάχιστον το ρεύμα της στάθμης βραχυκυκλώματος που αντιστοιχεί στον πίνακα που ανήκει και μάλιστα σύμφωνα με τον κύκλο δοκιμής 0-T-C/O-T-C/O κατά VDE 0660/IEC 157.
- Διάρκεια ζωής: τουλάχιστον 6000 -10000 χειρισμοί σε φόρτιση ACI.
- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 40°C.

Θα είναι εξοπλισμένοι με βοηθητικές επαφές σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Θα έχουν τη δυνατότητα να εξοπλισθούν με πηνία εργασίας ή ελλείψεως τάσης. Ο διακόπτης θα έχει δύο θέσεις : «ΑΝΟΙΚΤΟΣ» , «ΚΛΕΙΣΤΟΣ» πλήρως διακεκριμένες και σημειούμενες στην μπροστινή του επιφάνεια. Κάθε λειτουργική θέση του διακόπτη δείχνεται καθαρά από τη θέση της χειρολαβής. Είναι επιθυμητό η χειρολαβή να έχει τη δυνατότητα για αλληλομανδάλωση του διακόπτη στη θέση "ΚΛΕΙΣΤΟΣ" με την πόρτα ή το κάλυμμα του πίνακα και να ασφαλισθεί με λουκέτο. Τα μαγνητικά στοιχεία των κυρίων διακοπών ισχύος στο δευτερεύον των Μ/Σ Ισχύος θα είναι εφοδιασμένα και με κατάλληλο στοιχείο καθυστέρησης ώστε να μπορεί να ρυθμιστεί ο χρόνος λειτουργίας τους.



Εικόνα 5: Διακόπτης προστασίας κινητήρα της Schneider

## 2.6 Ηλεκτρονόμοι ισχύος (ΕΠΑΦΕΣ-CONTACTORS)

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος θα έχουν πηνίο σε ονομαστική τάση 230V, 50Hz. Εκείνοι που τροφοδοτούν κινητήρες βραχυκυκλωμένους δρομέα θα πρέπει να εκλεγούν έτσι ώστε το ονομαστικό τους ρεύμα σε φόρτιση AC3 και για διάρκεια ζωής ένα εκατομμύριο χειρισμούς είναι τουλάχιστον ίσο προς το ονομαστικό ρεύμα που διαρρέει τον κλάδο όπου τοποθετούνται. Αντίστοιχα ισχύουν για εκείνους που τροφοδοτούν περίπου ωμικά φορτία (συνφ>0,95) η ονομαστική τους ένταση όμως θα αναφερθεί σε κατηγορία φορτίσεως AC1. (Κατηγορίας φορτίσεως AC1 , AL2, AC2, AC3, AC4 σύμφωνα με VDE 0660 & IEC158). Τα παραπάνω αναφερόμενα είναι απλώς ενδεικτικά για τη σωστή εκλογή ηλεκτρονόμων ισχύος. Σε ποια κατηγορία λειτουργίας (φορτίσεως) θα καταταγεί το φορτίο, θα καθορισθεί από τις πληροφορίες του κατασκευαστή του μηχανήματος και της επιβλέψεως οπότε τότε θα εκλεγεί το σωστό μέγεθος του ηλεκτρονόμου ισχύος για ένα εκατομμύριο χειρισμούς. Όλοι οι ηλεκτρονόμοι ισχύος θα είναι εφοδιασμένοι με 2 NO και 2NC τουλάχιστον βοηθητικές επαφές. Η τάση έλξεως του ηλεκτρονόμου ισχύος θα είναι 0,75 έως 1,1 της ονομαστικής τάσεως λειτουργίας του πηνίου, ενώ η τάση αποδιεγέρσεως 0,4 έως 0,6 αντιστοίχως.

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0660/IEC 158. Η μηχανική τους διάρκεια ζωής να είναι τουλάχιστον δέκα εκατομμύρια χειρισμοί. Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος όπου θα τοποθετηθούν 40°C.

### 2.6 Ραγοδιακόπτες φορτίου

Οι ραγοδιακόπτες φορτίου θα είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση σε πίνακα και θα χρησιμοποιούνται για διακοπή ηλεκτρικών κυκλωμάτων ως γενικοί ή μερικοί διακόπτες. Οι διακόπτες αυτοί μονοπολικοί , διπολικοί , τριπολικοί ή τετραπολικοί θα είναι κατάλληλοι για δίκτυο 400V/230V και θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Ικανότητα διακοπής :  $1,25 \cdot I_n, 1.1 U_n, \cos\phi=0.3$ .
- Ικανότητα απόξευξης σε βραχυκύκλωμα : 25kA, σε σειρά με ασφάλεια NH 1C 100A gL-gG και 10kA , σε σειρά με ασφάλεια NH 1C 125A gL –gG.
- Αριθμός μηχαν./ηλεκτρ.χειρισμών : 20.000/10.000.
- Κανονισμοί :EN 60947-1 EN 60947-3.
- Λειτουργία θετικού ανοίγματος : Σύμφωνα με VDE 0113.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

### Ασύγχρονοι κινητήρες

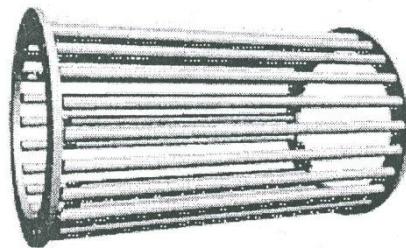
Οι ασύγχρονοι κινητήρες είναι οι πλέον διαδεδομένοι κινητήρες επειδή είναι αξιόπιστοι, έχουν σχετικά μικρός κόστος κατασκευής και έχουν χαμηλές απαιτήσεις για συντήρηση. Οι κινητήρες αυτοί δέχονται τριφασική ή μονοφασική τροφοδότηση. Οι τριφασικοί κινητήρες έχουν ισχύς από 0,3 KW ως μερικά MW και έχουν βιομηχανική χρήση. Οι μονοφασικοί χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές με μικρότερες τιμές ισχύος .

Στους ασύγχρονους κινητήρες το ρεύμα διέγερσης AC τροφοδοτεί τα τυλίγματα του στάτη και τα τυλίγματα του δρομέα δέχονται ρεύμα εξ επαγωγής από το στάτη (λόγω του μαγνητικού πεδίου). Αυτή η αρχή λειτουργίας τους ευθύνεται για το ότι εναλλακτικά καλούνται και επαγωγικοί κινητήρες (εξ επαγωγής).

#### **3.1 Κατασκευαστικά Στοιχεία Σύγχρονου Κινητήρα**

Ο στάτης είναι μια συμπαγής κατασκευή σταθερή κυλινδρική κατασκευή που φέρει στο εσωτερικό του αυλακώσεις όπου τοποθετούνται με κατάλληλο τρόπο διατεταγμένοι αγωγοί (τυλίγματα). Τα τυλίγματα –ένα, δύο ή τρία- δημιουργούν αντιστοίχως διαφορετικά ηλεκτρικά κυκλώματα . Τα τυλίγματα παίρνουν ρεύμα απευθείας από το δίκτυο και με τη σειρά τους ευθύνονται για τη δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου .

Ο δρομέας είναι και αυτός κατασκευασμένος από σιδηρομαγνητικό υλικό με αυλάκια στο εξωτερικό του. Μπορούμε να συναντήσουμε δύο τύπους δρομέα: α) τύπου κλωβού ή βραχυκυκλωμένου κλωβού και β) τυλιγμένου δρομέα. Ο δρομέας κλωβού αποτελείται από ράβδους αλουμινίου ή χαλκού τοποθετημένες μέσα στα αυλάκια του δρομέα και τα άκρα τους καταλήγουν σε δύο διαφορετικά δαχτυλίδια αλουμινίου ή χαλκού.



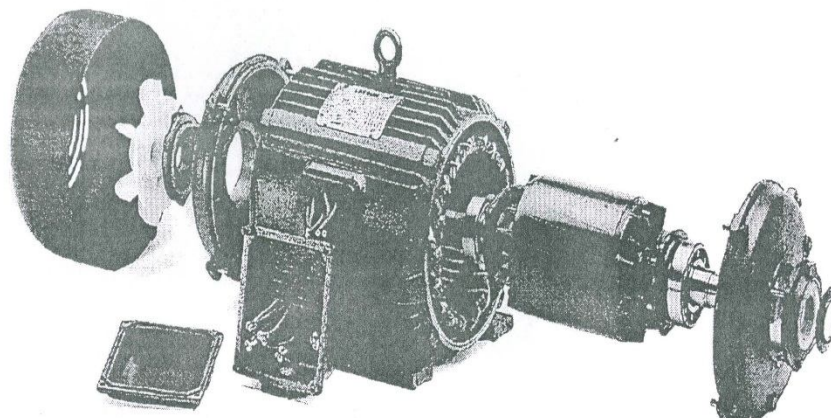
*Εικόνα 6:Κλωβός δρομέα επαγωγικού κινητήρα*

Ο τυλιγμένος δρομέας αποτελείται από τρία τυλίγματα σε αστέρα ή τρίγωνο και οι ακροδέκτες των τυλιγμάτων καταλήγουν σε δακτυλίους και αυτοί με την σειρά τους με τις ψήκτρες.



*Εικόνα 7: Τμήμα τυλιγμένου δρομέα επαγωγικού κινητήρα. Brook Crompton Parkinson Ltd.*

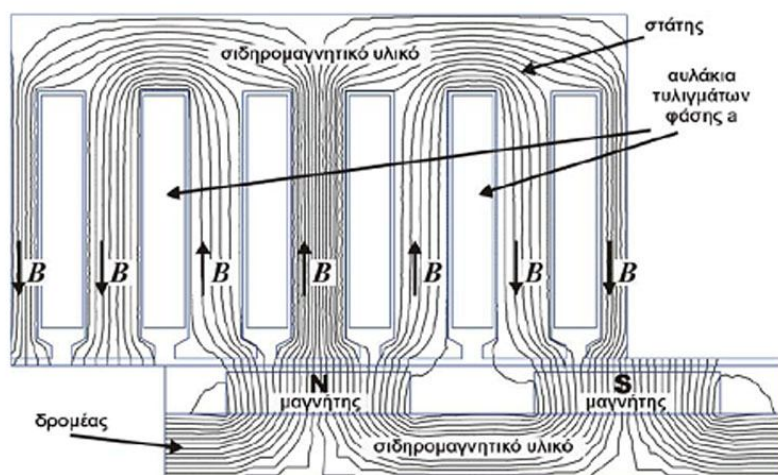
Μια απεικόνιση ενός ασύγχρονου κινητήρα είναι η εξής:



*Εικόνα 8: Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας. Από αριστερά, διακρίνονται το κάλυμα του ανεμιστήρα, ο ανεμιστήρας, οπίσθιο κώλυμα κινητήρα, ο στάτης με πυρήνα και τυλίγματα, ο δρομέας τύπου κλωβού, οι ένσφαιροι τριβείς και από τις δυο πλευρές του δρομέα, η άτρακτος*

### **3.2 Ανάπτυξη Αντιηλεκτρεγερτικής Δύναμης (ΑΗΕΔ) και ροπής**

Ο στάτης διαρρέεται από το ρεύμα τροφοδότησης και εξ επαγωγής προκαλείται τάση και στον δρομέα. Η τάση αυτή προκαλεί τη ροή ρεύματος στα τυλίγματα του δρομέα. Η ροπή δημιουργείται από την κίνηση ρευματοφόρων αγωγών του δρομέα μέσα στο μαγνητικό πεδίο του στάτη.



Εικόνα 9: Μαγνητικό πεδίο στάτη

### 3.3 Ολίσθηση

Ο στάτης τροφοδοτούμενος από τριφασικό ρεύμα δημιουργεί ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα (σύγχρονη ταχύτητα).

Ο δρομέας περιστρέφεται με διαφορετική ταχύτητα από την σύγχρονη. Αν περιστρεφόταν με την σύγχρονη τότε δεν θα είχαμε τάση από επαγωγή και δεν θα διαρρέονταν από ρεύμα, έτσι περιστρέφεται με μια ταχύτητα λίγο μικρότερη από την σύγχρονη. Η διαφορά αυτή των δύο, της σύγχρονης και του δρομέα, λέγεται ταχύτητα ολίσθησης.

$$n_s = \frac{120f}{P} \quad N_{slip} = ns - n_{\mu\eta\chi} \text{ [rpm]}$$

$$s = \frac{n_{slip}}{n_s} = \frac{n_s - n_{\mu\eta\chi}}{n_s} = 1 - \frac{n_{\mu\eta\chi}}{n_s} < 1$$

Ως ολίσθηση ορίζεται το ποσοστό των ταχυτήτων και είναι:

Η τιμή της ολίσθησης θα είναι μικρότερη της μονάδος. Η ολίσθηση θα πάρει την τιμή 1 μόνο κατά την εκκίνηση, αφού η ταχύτητα του δρομέα θα είναι ανύπαρκτη.

Οι στροφές στον δρομέα (μηχανικές στροφές) είναι:

$$n_{\mu\eta\chi} = (1-s)n_s$$

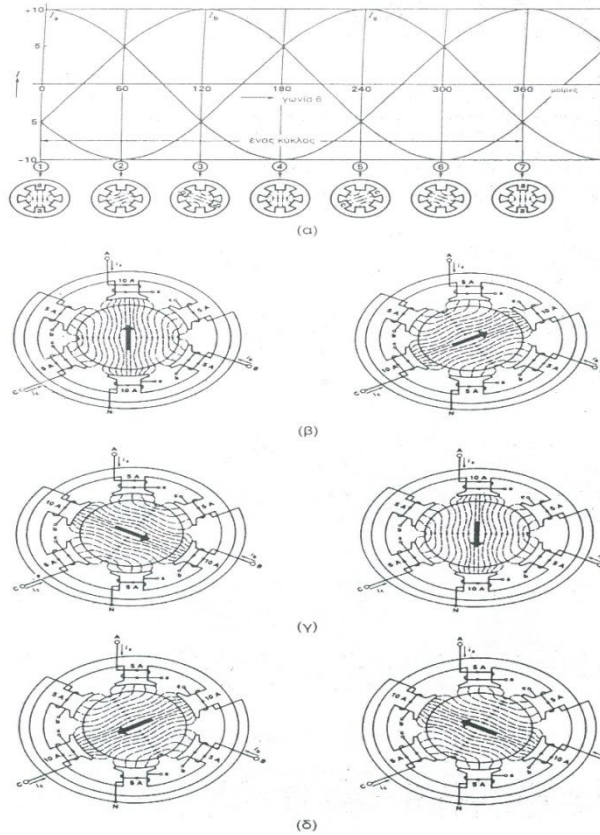
και η γωνιακή ταχύτητα αντίστοιχα:

$$\omega_{\mu\eta\chi} = (1-s)\omega_s = (1-s)\frac{4\pi f}{P}$$



### 3.4 Τάση εξ' επαγωγής στο δρομέα

Με τα τριφασικά τυλίγματα του στάτη δημιουργείται περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο εικονίζεται ως εξής:



Εικόνα 9: Ρεύματα και πεδίο επαγωγικού 3Φ κινητήρα 2 μαγνητικών πόλων. (α) Ρεύματα στα τυλίγματα του στάτη. (β) Η ροή για τα ρεύματα 1 και 2 του Σχ.7-9α. γ) Η ροή για τα ρεύματα 3 και 4 του Σχ.7-9α. (δ) Η ροή για τα ρεύματα 5 και 6 του Σχ.7-9α. Οι ακροδέκτες a-a, b-b και c-c στα σχήματα ταυτίζονται (είναι βραχυκυκλωμένοι).

Αν η συνισταμένη ροή γραφτεί σαν στρεφόμενο διάνυσμα, με την υπόθεση ότι τα διανυσματικά μεγέθη περιστρεφόμενα με την σύγχρονη ταχύτητα, έχουμε:

$$\phi_s = \phi_{s,m} e^{j\omega_s t}$$

όπου  $\phi_{s,m}$  η μέγιστη ροή λόγω του ρεύματος στάτη.

Επειδή υπάρχει η διαφορά στην ταχύτητα δρομέα και στάτη (σύγχρονη) μπορεί να γραφτεί αυτή η ταχύτητα ως εξής:

$$\omega_s - \omega_{\mu\eta\chi} = \omega_s - (1-s)\omega_s = s\omega_s$$

Η ροή για την τάση από επαγωγή είναι:

$$\phi_{s,r} = \phi_{s,rm} e^{is\omega_s t}$$

Η τάση επαγωγής στον δρομέα σύμφωνα με την ολίσθηση θα είναι:

$$e_2 oc \frac{d}{dt} e^{is\omega_s t} = s\omega_s e^{is\omega_s t} oc sf_1 e^{i2\pi\phi_1}$$

Και ο δείκτης 1 αναφέρεται στον στάτη και το 2 στον δρομέα.

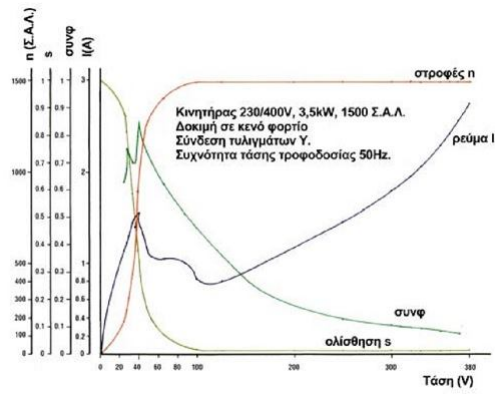
Η συχνότητα της επαγόμενης τάσης στον δρομέα δεν είναι ίση με την τάση τροφοδοσίας αλλά εξαρτάται από την ολίσθηση:

$$F_2 = sf_1$$

Η  $F_2$  είναι η συχνότητα ολίσθησης. Αν η τάση που επάγεται όταν ο δρομέας είναι ακίνητος  $E_2$ , και όταν κινείται  $E_{2,\pi}$ , τότε ο λόγος του θα μου δώσει την σχέση:

$$\frac{E_2}{E_{2,\pi}} = \frac{1}{s} \rightarrow E_{2,\pi} = sE_2$$

Παρατηρούμε ότι η επαγόμενη τάση του δρομέα ελαττώνεται όσο τείνει το  $s$  να γίνει μηδέν. Ακόμα οι τάσεις μηδενίζονται όταν ο κινητήρας στρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητα. Ενώ είναι μεγίστη όταν είναι ακίνητος ο κινητήρας.



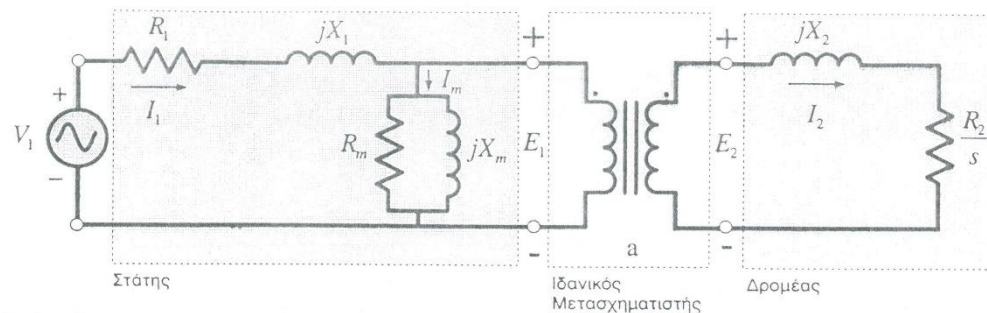
Εικόνα 10:τροφοδότηση ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα 230/400V 3,5kW με σταθερή συχνότητα και πολική τάση από 0 μέχρι 380V.

### 3.5 Ισοδύναμο κύκλωμα ασύγχρονου κινητήρα

Το ισοδύναμο κύκλωμα του ασύγχρονου κινητήρα φαίνεται στην εικόνα 11:

όπου  $R_m$  είναι οι απώλειες ισχύος του πυρήνα και  $X_m$  η αντίδραση μαγνήτισης. Η  $R_2$  στον δρομέα συμπεριλαμβάνει και την εξωτερική αντίσταση με την οποία βραχυκυκλώνονται τα τυλίγματα των τυλιγμένων δρομέων.

Ο λόγος μετασχηματισμού με δρομέα κλωβού είναι αφού έχει πολλά κοινά σημεία με έναν μετασχηματιστή ο κινητήρας.



Εικόνα 11::Ισοδύναμο κύκλωμα μιας φάσης επαγωγικού κινητήρα.

$$a = v \frac{m_1 k_{w1} N_1}{m_2 k_{w2} N_2}$$

όπου  $N_1, N_2$  είναι ο αριθμός τυλιγμάτων φάσης στάτη και δρομέα αντίστοιχα, ακόμα  $K_{w1}, K_{w2}$  είναι συντελεστές τυλιγμάτων στάτη και δρομέα αντίστοιχα και τέλος  $m_1$  ο αριθμός φάσεων στάτη και  $m_2$  ο αριθμός αγώνων ανά ζεύγος.

Στον κινητήρα με τυλιγμένο δρομέα ο λόγος μετασχηματισμού είναι:

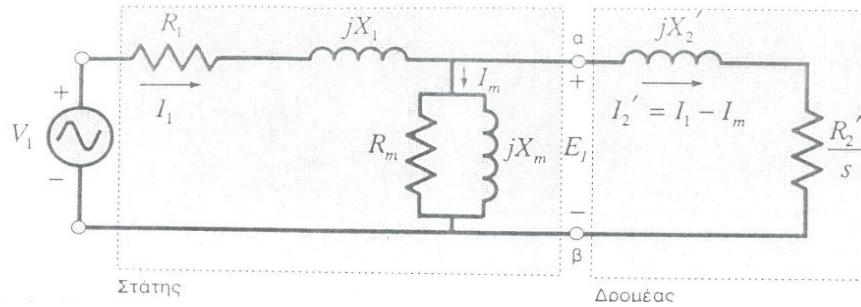
$$a = \frac{N_1}{N_2}$$

Οι ισοδύναμες αντιστάσεις και αντιδράσεις ανοιγμένες στο πρωτεύον με την βοήθεια του λόγου μετασχηματισμού γίνεται:

$$X'_2 = a^2 X_2$$

$$R'_2 = a^2 R_2$$

Το ισοδύναμο κύκλωμα γίνεται ως προς τον στάτη (πρωτεύον) ανοιγμένο είναι



Εικόνα 12: Ισοδύναμο κύκλωμα μιας φάσης επαγωγικού κινητήρα ανοιγμένο στο στάτη.

### 3.6 Υπολογισμός ισχύος με το διάγραμμα ροής

Η ισχύς εισόδου ανά φάση είναι:

$$P_{i\phi} = V_i I_i \cos(\angle V_i I_i)$$

Η συνολική ισχύς εισόδου:

$$P_{3\phi} = V_i I_i \cos(\angle V_i I_i)$$

Οι ωμικές απώλειες στάση υπολογίζονται:

$$P_{\alpha,\eta\lambda,t} = 3I_t^2 R_t$$

Οι απώλειες πυρήνα υπολογίζονται:

$$P_{\alpha,\pi\nu\rho} = 3 \frac{V_1^2}{R_m}$$

όπου  $R_m$  γιατί σύμφωνα με το ισοδύναμο κύκλωμα οι απώλειες πυρήνα είναι μικρές και έτσι

θεωρούνται αμελητέες και υπολογίζονται μόνο από την αντίσταση  $R_m$ .

Οι απώλειες διακένου είναι:

$$P_{\text{διακ}} = 3I_2 \frac{2P'_2}{s}$$

Ακόμα οι ωμικές απώλειες δρομέα είναι:

$$P_{\alpha,\eta\lambda,2} = 3I_2'^2 P'_2 = sP_{\text{διακ}}$$

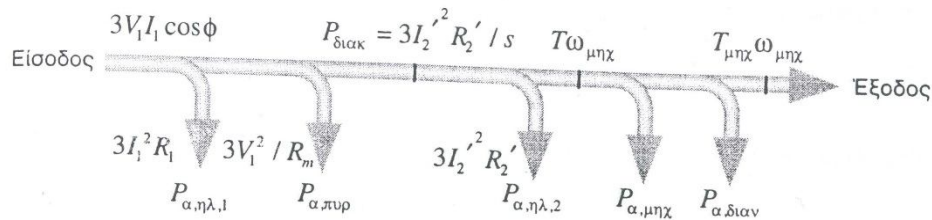
Η μετατρεπόμενη μηχανική ισχύς είναι:

$$T\omega_{\mu\eta\chi} = P_{\text{διακ}} - P_{\alpha,\eta\lambda,2} = 3I_2'^2 P'_2 \frac{1-s}{2} = (1-s)P_{\text{διακ}}$$

Η ροπή μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση:

$$T = \frac{P_{\text{διακ}}}{\omega_s}$$

Με όλα τα παραπάνω θα ήταν εύκολο στην κατανόηση αν χαράζαμε το διάγραμμα ροής ισχύος.



Εικόνα 13: Διάγραμμα ροής ισχύος σε επαγωγικό κινητήρα

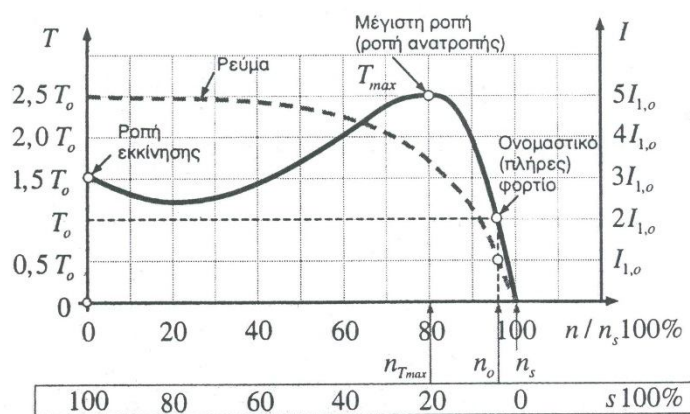
### 3.7 Συντελεστής απόδοσης

Με τους παραπάνω τύπους θα είναι εύκολο να υπολογίσουμε τον συντελεστή απόδοσης του κινητήρα, ο οποίος θα έχει ως εξής:

$$n_x = \frac{T_{\mu\eta\chi} \omega_{\mu\eta\chi}}{3V_1 I_1 \cos \phi} = \frac{T_{\mu\eta\chi} \omega_{\mu\eta\chi}}{T_{\mu\eta\chi} \omega_{\mu\eta\chi} + P_{\alpha,\eta\lambda,1} + P_{\alpha,\eta\lambda,2} + P_{\alpha,\piυρ} + P_{\alpha,\mu\eta\chi} + P_{\alpha,\deltaιαν}}$$

### 3.8 Χαρακτηριστικές

Με τις χαρακτηριστικές μπορούμε να δούμε με αριθμούς αλλά και γραφικά πως συμπεριφέρεται ο κινητήρας μας. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι η χαρακτηριστική ροπής και στροφών, όπου βλέπουμε τι ροπή θα εμφανίσει ο κινητήρας σε συγκεκριμένες στροφές του. Αν ακόμα μπορέσουμε και συνδυάσουμε χαρακτηριστικές τότε ακόμα καλύτερα και θα βγάλουμε καλύτερα συμπτώματα για τον εξεταζόμενο κινητήρα. Στην χαρακτηριστική ρεύματος-στροφών βλέπουμε την απόκτηση ρεύματος ανά στροφές στον κινητήρα.



Εικόνα 14::Χαρακτηριστική ροπής-στροφών και ρεύματος-στροφών επαγωγικού κινητήρα.

Στην χαρακτηριστική βλέπουμε την μέγιστη ροπή στην μέγιστη ολίσθηση, όπως την είχαμε υπολογίσει λίγο παραπάνω.

### 3.9 Ρύθμιση στροφών

Σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται λειτουργία του κινητήρα με μεταβλητές στροφές, είτε ακολουθώντας κάποιο μεταβαλλόμενο πρόγραμμα παραγωγικής διαδικασίας, είτε γιατί το απαιτεί το φορτίο. Στη συνέχεια εξετάζονται οι τρόποι εκείνοι με τους οποίους ο επαγωγικός κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπου απαιτούνται μεταβαλλόμενες ταχύτητες περιστροφής. Αυτό πραγματοποιείται :

- α) Με μεταβολή συχνότητα τροφοδοσίας.
- β) Με μεταβολή συχνότητας και κρατώντας σταθερό τον λόγο τάσης-συχνότητας τροφοδοσίας.
- γ) Με μεταβολή τάσης τροφοδοσίας.

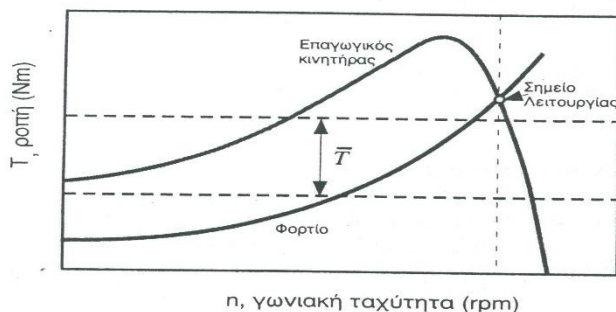
### 3.10 Εκκίνηση

Κατά την εκκίνηση το ρεύμα μπορεί να φτάσει στιγμιαία ως και 4-5 φορές μεγαλύτερο του ονομαστικού καθώς και η ροπή ως 1-2,5 φορές της ονομαστικής. Τα μεγάλα ρεύματα εκκίνησης μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητα φαινόμενα, όπως ενεργοποίηση διακοπών, τήξη ασφαλειών, σημαντικές βυθίσεις τάσης και προβλήματα στη λειτουργία γειτονικών καταναλωτών. Γενικά, μονοφασικοί κινητήρες μέχρι 1 HP ή 3φασικοί μέχρι 2 kW εκκινούν με απευθείας σύνδεση στο δίκτυο. Για μεγαλύτερους κινητήρες πρέπει να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για τον περιορισμό του ρεύματος εκκίνησης.

Για να γίνει εκκίνηση του κινητήρα θα πρέπει η χαρακτηριστική του κινητήρα να είναι μεγαλύτερη του φορτίου σε καθοδόν στροφές. Σημαντικό είναι ακόμα και το σημείο λειτουργίας, όπου είναι η τομή των δύο αυτών χαρακτηριστικών και προσδιορίζει την ευστάθεια του κινητήρα. Ο χρόνος που θα χρειαστεί να εκκινήσει ο κινητήρας υπολογίζεται:

$$t_{0-\omega_{μνχ}} = \frac{J_{I\sigma}}{T} \omega_{μνχ} \frac{J_{I\sigma}}{T} (1-s)\omega_{χ}$$

όπου T η μέση διαφορά ροπής του κινητήρα και του φορτίου.



Εικόνα 15::Κατά προσέγγιση υπολογισμός του χρόνου εκκίνησης

Οι μέθοδοι που μπορούμε να συναντήσουμε για την εκκίνηση του κινητήρα είναι:

α) Εκκίνηση με αστέρα- τρίγωνο ή με μειωμένη τάση τυλίγματος. Με τον αυτοματισμό αυτό, ένας 3φασικός κινητήρας εκκινεί με τα τυλίγματα του στάτη συνδεδεμένα σε αστέρα υπό φασική τάση, άρα μικρότερη κατά 3 φορές της ονομαστικής και μόλις φτάσει κοντά στην ονομαστική ταχύτητα περιστροφής, τα τυλίγματα συνδέονται σε τρίγωνο, λειτουργώντας πλέον με πολική τάση. Η μεταγωγή αυτή ελέγχεται με χρονοδιακόπτη. Έτσι έχουμε κατά αστέρα ή ροπή και το ρεύμα να είναι ίσο με το 1/3 κοντά τρίγωνο στα αντίστοιχα μεγέθη.

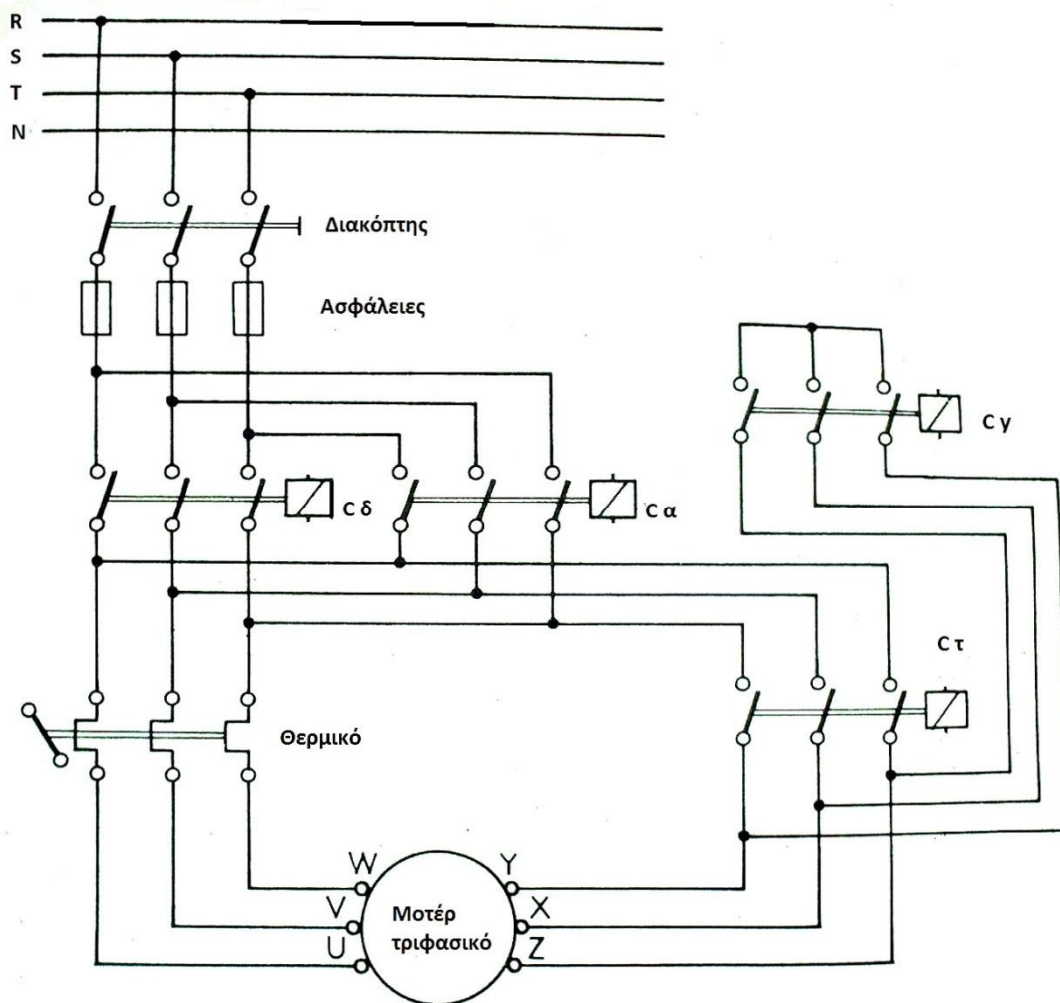


β) Εκκίνηση με ηλεκτρονικό ρυθμιστή τάσης. Τέτοιες διατάξεις υλοποιούνται με χρήση thyristors και μπορούν να τροφοδοτήσουν τον κινητήρα με μεταβλητή τάση που ξεκινά από κάποια χαμηλή τιμή και ακολουθώντας κάποια προγραμματισμένη διαδικασία μεταβολής φτάνει στην ονομαστική τιμή, όταν ο κινητήρας έχει αποκτήσει τις ονομαστικές στροφές

γ) Εκκίνηση με οδήγηση μεταβλητών συχνότητας.

δ) Εκκίνηση με εξωτερικούς ροοστάτες, μόνο στους κινητήρες με δακτυλιοφόρο δρομέα. Κατάλληλες μεταβλητές ωμικές αντιστάσεις ισχύος συνδέονται εξωτερικά σε σειρά με τα τυλίγματα του δρομέα, προσφέροντας έτσι τη δυνατότητα μεταβολής της τιμής της  $r_2$ .

ε) Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή.



Εικόνα 16: Εκκίνηση 3φ κινητήρα με διακόπτη Υ-Δ

### 3.11 Πέδηση

Σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές, ο επαγωγικός κινητήρας και το φορτίο του πρέπει να φρενάρουν απότομα. Αυτό μπορεί να γίνει εάν ο κινητήρας αναγκαστεί να αλλάξει τη φορά περιστροφής του μέχρι την ακινητοποίηση του φορτίου και να σταματήσει να περιστρέφεται πριν αρχίσει να γυρίζει το φορτίο αντίστροφα. Η λειτουργία αυτή του επαγωγικού κινητήρα χαρακτηρίζεται σαν πέδηση. Οι τρόποι πέδησης είναι:

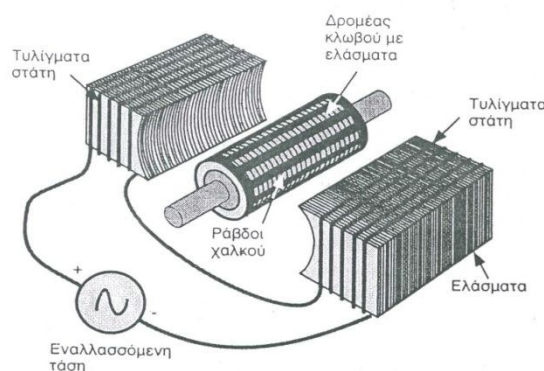
α) Μηχανική πέδηση. Είναι η ηλεκτρομηχανική πέδηση του κινητήρα που είναι στην άτρακτο εξωτερικά αυτού.

β) Εναλλαγή δύο φάσεων. Κατά την εναλλαγή των δύο φάσεων στον κινητήρα δημιουργείτε αντίθετο στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο και έτσι σταματάει ο κινητήρας. Φυσικά όταν έχουμε μηδενικές στροφές πρέπει να κάνουμε αποσύνδεση του κινητήρα. Σε αυτή την μέθοδο έχουμε μεγάλη θερμική καταπόνηση του κινητήρα.

γ) Πέδηση με συνεχές (DC) ρεύμα. Τότε αποσυνδέουμε την εναλλασσόμενη τροφοδότηση του κινητήρα και τον τροφοδοτούμε από πηγή συνεχούς τάσης. Έτσι έχουμε την δημιουργία ακίνητων μαγνητικών πόλων και περιστροφή του δρομέα με ροπή πέδησης. Στην ουσία ο κινητήρας λειτουργεί ως γεννήτρια, αλλά δεν έχουμε μεγάλες θερμικές απώλειες.

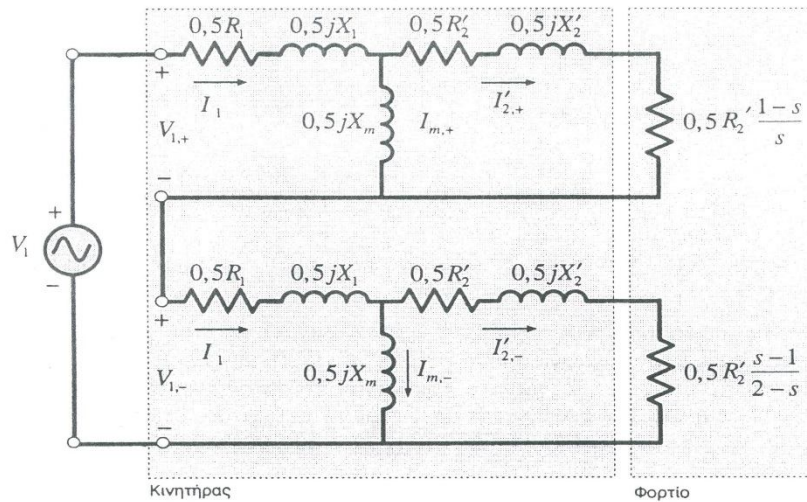
### 3.12 Μονοφασικοί ασύγχρονοι κινητήρες

Αυτοί οι κινητήρες χρησιμοποιούνται ως οικιακές συσκευές. Η κατασκευή τους είναι απλή ωστόσο δεν μπορούν να δημιουργήσουν εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο οπότε για την κίνηση του δρομέα απαιτείται η χρήση βοηθητικού τυλίγματος για τον εκκινήτη που έχει τον ίδιο αριθμό πόλων με το κύριο.

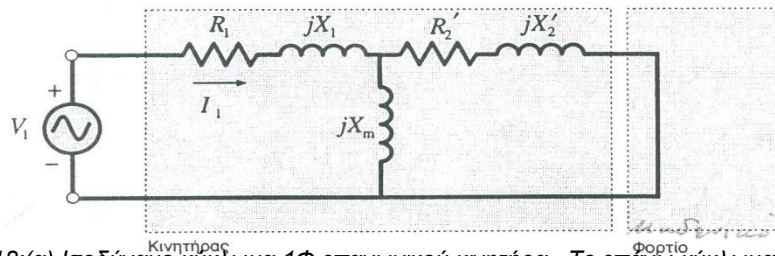


Εικόνα 17::Σχηματική απεικόνιση 1Φ επαγωγικού κινητήρα με δρομέα κλωβού

Το ισodύναμο κύκλωμα του μονοφασικού ασύγχρονου κινητήρα είναι παρόμοιο με του τριφασικού.



(α)



Εικόνα 18:(α) Ισοδύναμο κύκλωμα 1Φ επαγωγικού κινητήρα. Το επάνω κύκλωμα αντιστοιχεί στο θετικά περιστρεφόμενο πεδίο ενώ το κάτω κύκλωμα στο πεδίο που στρέφεται αντίθετα. (β) Ισοδύναμο κύκλωμα που προκύπτει όταν ο δρομέας ακινητεί ( $s=1$ ).

### 3.13 Ηλεκτρικά μεγέθη μονοφασικού ασύγχρονου κινητήρα

Η ισχύς εισόδου δεν θα μπορούσε να είναι άλλη:

$$P_{in} = P_{1\phi} = V_1 I_1 \cos \phi$$

Ενώ το ρεύμα εισόδου είναι:

$$I_1 = \frac{V_1}{Z_{\omega}} = \frac{V_1}{R_1 + R_+ + R + j(X_1 + X_+ + X_-)}$$

όπου οι δείκτες συν (+) και πλην (-) είναι για τον θετικό και αρνητικό περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του κινητήρα αντίστοιχα. Η ισχύς διακένου θα υπολογίζεται ως εξής:

$$P_{\delta\alpha\chi^+} = 0.5 \frac{I_{2,+}'^2 2P_2'}{s} = I_1^2 R_+$$

Όμοια είναι και για το αρνητικό μαγνητικό πεδίο.

Η συνολική ισχύς διακένου βρίσκεται:

$$P_{\delta\alpha\chi} = P_{\delta\alpha\chi,+} + P_{\delta\alpha\chi,-} = I_1^2 (R_+ + R_-)$$

Οι ωμικές απώλειες στον στάτη είναι:

$$P_{\alpha,\eta\lambda,1} = I_1^2 R_1$$

ενώ στον δρομέα θα είναι:

$$P_{\alpha,\eta\lambda,2} = 0.5 (I_{2,+}'^2 R_2' + I_{2,-}'^2 R_2') = sP_{\delta\alpha\chi,+} + (2-s)P_{\delta\alpha\chi,-}$$

Η ροπή κατά τα θετικά περιστρεφόμενα πεδία είναι:

$$T = \frac{P_{\text{διακ,+}}}{\omega s} = \frac{0,5 I'_{2,+}{}^2 P'_2}{s \omega_s}$$

Ενώ στο αρνητικό πεδίο

$$T = \frac{P_{\text{διακ,-}}}{\omega s} = \frac{0,5 I'_{2,-}{}^2 P'_2}{(2-s)\omega s}$$

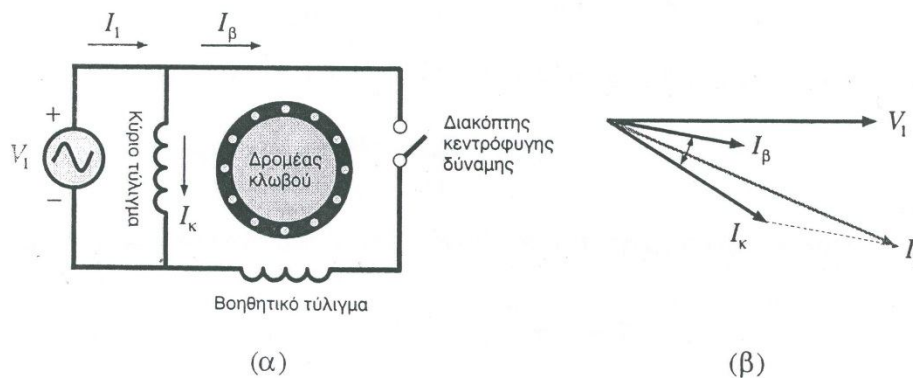
Η συνολική ηλεκτρομαγνητική ροπή υπολογίζεται:

$$T = T_+ - T_- = \frac{P_{\text{διακ,+}} - P_{\text{διακ,-}}}{\omega_s} = \frac{0,5 R'_2}{\omega_s} \left( \frac{I'_{2,+}{}^2}{s} - \frac{I'_{2,-}{}^2}{(2-s)} \right)$$

Ο συντελεστής απόδοσης θα είναι:

$$\eta_\chi = \frac{T_{\text{μηχ}} \omega_{\text{μηχ}}}{V_1 I_1 \cos \phi} = \frac{T_{\text{μηχ}} \omega_{\text{μηχ}}}{T_{\text{μηχ}} \omega_{\text{μηχ}} + P_{\alpha,\eta\lambda,1} + P_{\alpha,\eta\lambda,2} + P_{\alpha,\pi\omega\rho} + P_{\alpha,\text{μηχ}} + P_{\alpha,\text{διακ}}}$$

Ακόμα μπορούμε να παραθέσουμε και το μπλοκ διάγραμμα ροής ισχύος με όλες τις απώλειες και ισχύς του κινητήρα και με τις απώλειες περιστροφής που είναι οι απώλειες πυρήνα, μηχανικές απώλειες και τις διανεμημένες απώλειες



Εικόνα 18:α)Κυκλωματικό διάγραμμα 1Φ επαγωγικού κινητήρα διαιρούμενης φάσης,

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

### Εκπόνηση μελέτης ΕΗΕ

#### 4.1 Βήματα για τη σύνταξη μελέτης ΕΗΕ

Πριν από τη μελέτη ΕΗΕ κτιρίου πρέπει να συγκεντρωθούν όλες οι αναγκαίες πληροφορίες που αφορούν στις συνθήκες λειτουργίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης και οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη σύνταξη της μελέτης της ΕΗΕ. Οι πληροφορίες αυτές είναι οι εξής:

- Η κατηγορία του χώρου, όπου πρόκειται να πραγματοποιηθεί η ΕΗΕ (π.χ. χώροι ξηροί, χώροι υγροί, χώροι με κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιών ή εκρήξεων κλπ.).
- Η ισχύς της εγκατάστασης, η οποία προσδιορίζεται από το σύνολο και το είδος των συσκευών ή μηχανημάτων, των φωτιστικών σημείων και ρευματοδοτών, λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή ταυτοχρονισμού της εγκατάστασης. Επίσης, πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για μελλοντική επέκταση της ηλεκτρικής ισχύος της εγκατάστασης.
- Η θέση του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να προσδιοριστεί η πορεία της γραμμής (παροχή) από τον μετρητή έως το γενικό πίνακα διανομής της ΕΗΕ.
- Τα σχέδια των κατόψεων, των πλάγιων όψεων και των χαρακτηριστικών τομών του κτιρίου με κατάλληλη κλίμακα (συνήθως 1:50 ή 1:100). Στις κατόψεις σχεδιάζεται η ΕΗΕ με τη θέση των φωτιστικών σημείων, των ρευματοδοτών, των ηλεκτρικών γραμμών, του γενικού πίνακα και των υποπινάκων (εάν υπάρχουν) κλπ. Το εσωτερικό ύψος του χώρου του κτιρίου λαμβάνεται από τις χαρακτηριστικές τομές.
- Οι συνθήκες λειτουργίας της ΕΗΕ (π.χ. θερμοκρασία περιβάλλοντος, υψόμετρο, υγρασία κλπ.), οι οποίες λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαστασιολόγηση και εκλογή του ηλεκτρολογικού υλικού της εγκατάστασης.

Μετά τη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών συντάσσεται η μελέτη της ΕΗΕ, με σκοπό να ικανοποιούνται τρεις βασικοί όροι: η καλή λειτουργία, η οικονομική λειτουργία και η ασφαλής λειτουργία της εγκατάστασης.

## 4.2 Μέρη μιας ΕΗΕ

Κάθε ΕΗΕ κτιρίου αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Την κύρια γραμμή (ονομάζεται και παροχή), δηλαδή τη γραμμή που αναχωρεί από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και καταλήγει στον πίνακα διανομής της εγκατάστασης, όταν πρόκειται για οικιακό καταναλωτή. Στην περίπτωση καταναλωτή ΜΤ είναι τη γραμμή που συνδέει το ΜΣ ΜΤ/ΧΤ με το γενικό πίνακα διανομής της εγκατάστασης.
- Το γενικό πίνακα και τους υποπίνακες διανομής, εάν υπάρχουν. Για τους οικιακούς καταναλωτές απαιτείται συνήθως μόνο ο γενικός πίνακας. Όμως, σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος (π.χ. βιοτεχνικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα κλπ.) απαιτείται η ξεχωριστή τροφοδότηση ομοειδών φορτίων (φωτισμού, ρευματοδοτών, κίνησης), κάτι που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αντίστοιχων υποπινάκων διανομής.
- Τα ηλεκτρικά φορτία (λέγονται και καταναλώσεις), όπως οι ηλεκτρικές μηχανές και οι συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία τροφοδοτούνται από τους πίνακες με τα κυκλώματα διακλάδωσης.
- Τις διατάξεις γείωσης προστασίας της εγκατάστασης.
- Εκτός από τα παραπάνω μέρη μιας ΕΗΕ, τα οποία αφορούν στον καταναλωτή, υπάρχουν η ηλεκτρική παροχή και ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης, τα οποία εξασφαλίζονται στη θέση παροχέτευσης της εγκατάστασης από τη ΔΕΗ.

## 4.3 Ηλεκτρική παροχή της ΔΕΗ

Η μόνιμη παροχή ή ρευματοδότηση ή ηλεκτροδότηση μιας ΕΗΕ είναι το καλώδιο που αναχωρεί από το δίκτυο διανομής της ΔΕΗ και καταλήγει στο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή. Εκτός από το καλώδιο της παροχής, η ΔΕΗ τοποθετεί το κιβώτιο, τη μετρητική διάταξη και την ασφάλεια τήξης ή τον μικροαυτόματο, για την προστασία του μετρητή από βραχυκυκλώματα. Σε κάθε κτίριο ή τμήμα κτιρίου πρέπει να προβλέπεται ειδικά διαμορφωμένος χώρος για την τοποθέτηση του μετρητή ή των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας (κατοικιών, καταστημάτων κλπ.).

Το καλώδιο της παροχής πρέπει να προστατεύεται από μηχανικές καταπονήσεις, όταν αυτό δε διαθέτει κατάλληλο χαλύβδινο οπλισμό. Η όδευση του καλωδίου παροχής, εάν δηλαδή θα είναι εναέρια ή υπόγεια, καθώς και η θέση των μετρητών στο χώρο του κτιρίου, υποδεικνύεται από τη ΔΕΗ σε συνεργασία με τον μηχανικό – ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Οι ηλεκτρικές παροχές διακρίνονται σε μονοφασικές και τριφασικές. Οι μονοφασικές παροχές εξυπηρετούν μονοφασικές καταναλώσεις με μικρή ισχύ (π.χ. κατοικίες) και οι οποίες τροφοδοτούνται από το δίκτυο ΧΤ με φασική τάση ενεργού τιμής 230 (V) και συχνότητας 50 (Hz). Οι τριφασικές παροχές εξυπηρετούν καταναλώσεις μεγάλης ισχύος με τριφασικά ή και μονοφασικά φορτία (π.χ. εμπορικές, βιοτεχνικές και βιομηχανικές μονάδες, μεγάλες σύγχρονες κατοικίες). Εάν η τροφοδότηση των τριφασικών καταναλωτών γίνεται από το δίκτυο ΧΤ, η ενεργός τιμή της πολικής και φασικής τάσης είναι 400 (V) και 230 (V) αντίστοιχα και η συχνότητα 50 (HZ). Εάν η τροφοδότηση των τριφασικών καταναλωτών γίνεται από το δίκτυο ΜΤ, η ενεργός τιμή της πολικής τάσης είναι 20 (kV) και απαιτείται από τον καταναλωτή η κατασκευή ιδιωτικού υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ για την τροφοδότηση των φορτίων της εγκατάστασης. Το καλώδιο παροχής της ΔΕΗ είναι συγκεντρικό τύπου Butyl Neoprene (BN) κατάλληλης διατομής και είναι διπολικό (φάση L και ουδέτερος N) για μονοφασική παροχή και τετραπολικό (τρεις φάσεις L1, L2, L3 και ουδέτερος N) για τριφασική παροχή.



| 1. Μονοφασικές παροχές |                     |                         |                       |                         |                                     |                                    |                                    |
|------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Όνομασία παροχής       | Ισχύς παροχής (kVA) | Εναλλακτική προστασία   |                       | Καλώδιο παροχής μετρητή | Γραμμική πίνακα (mm <sup>2</sup> )  | Μετρητής (A)                       |                                    |
|                        |                     | Ασφάλεια (A)            | Μικροαντόματος (A)    |                         |                                     |                                    |                                    |
| No 01                  | -                   | 25                      | 25                    | 2*6                     | 3*10                                | 2*10/40                            |                                    |
| No 02                  | -                   | 30                      | 32                    | 2*6                     | 3*10                                | 2*10/40                            |                                    |
| No 03                  | 8                   | 35                      | 40                    | 2*6                     | 3*10                                | 2*10/40                            |                                    |
| No 04                  | 10                  | 50                      | 50                    | 2*16                    | 3*16                                | 2*15/60                            |                                    |
| No 05                  | 12                  | 63                      | 63                    | 2*168                   | 3*16                                | 2*15/60                            |                                    |
| 2. Τριφασικές παροχές  |                     |                         |                       |                         |                                     |                                    |                                    |
| Όνομασία παροχής       | Ισχύς παροχής (kVA) | Συμφωνημένη ισχύς (kVA) | Εναλλακτική προστασία |                         | Καλώδιο παροχής μετρητή             | Γραμμική πίνακα (mm <sup>2</sup> ) | Μετρητής (A)                       |
|                        |                     |                         | Ασφάλεια (A)          | Μικροαντόματος (A)      |                                     |                                    |                                    |
| No 1                   | 15                  | 10                      | 3*25                  | 3*25                    | 4*6                                 | 5*10                               | 3*10/40<br>Τριφασικός              |
| No 1α                  | 18                  | 14                      | 3*30                  | 3*32                    | 4*6                                 | 5*10                               | 3*10/40<br>Τριφασικός              |
| No 2                   | 25                  | 21                      | 3*35                  | 3*40                    | 4*6                                 | 5*10                               | 3*10/40<br>Τριφασικός              |
| No 2α                  | 29                  | 24                      | 3*50                  | 3*50                    | 4*16                                | 5*16                               | 3*20/60<br>Τριφασικός              |
| No 3                   | 35                  | 30                      | 3*63                  | 3*63                    | 4*16                                | 5*16                               | 3*20/60<br>Τριφασικός              |
| No 4                   | 55                  | 45                      | 3*100                 | -                       | 4*25                                | 5*25 ή<br>35                       | 3*50/100                           |
| No 5                   | 85                  | 70                      | 3*160                 | -                       | 3*95 AL +<br>35 Cu<br>X-LPE         | 3*50+25<br>+25 ή<br>3*70+35<br>+35 | 3*1,5/6<br>μέσω Μ/Σ<br>έντασης 200 |
| No 6                   | 135                 | 110                     | 3*250                 | -                       | 3*150 AL +<br>35 Cu<br>X-LPE        | 3*95+50<br>+50                     | 3*1,5/6<br>μέσω Μ/Σ<br>έντασης 400 |
| No 7                   | 250                 | 170                     | 3*400                 | -                       | 2*(3*150<br>AL + 35<br>Cu)<br>X-LPE | 3*185+<br>120+50                   |                                    |

Εικόνα 1:Τυποποιημένες παροχές ΧΤ ΔΕΗ

| A/A | Χαρακτηρισμός τιμολογίου | Κατηγορία καταναλωτή                     | A/A | Χαρακτηρισμός τιμολογίου | Κατηγορία καταναλωτή                              |
|-----|--------------------------|--|-----|--------------------------|---|
| 1   | Γ1                       | Οικία                                    | 6   | Γ22Ε                     | Εμπορικό κατάστημα με ισχύ μεγαλύτερη των 25(kVA) |
| 2   | Γ1Ν                      | Οικία με νυκτερινό τιμολόγιο             | 7   | Γ22Β                     | Βιοτεχνία με ισχύ μεγαλύτερη των 25(kVA)          |
| 3   | Γ21                      | Πολυκατοικία                             | 8   | Γ23                      | Επαγγελματικό με νυκτερινό τιμολόγιο              |
| 4   | Γ21Ν                     | Εμπορικό κατάστημα με ισχύ μέχρι 25(kVA) | 9   | Γ33                      | Αρδευτική εγκατάσταση                             |
| 5   | Γ21Β                     | Βιοτεχνία με ισχύ μέχρι 25 (kVA)         | 10  | Γ49                      | Δημοτικός φωτισμός                                |

Εικόνα 2:Χαρακτηρισμός τιμολογίων διαφόρων καταναλωτών

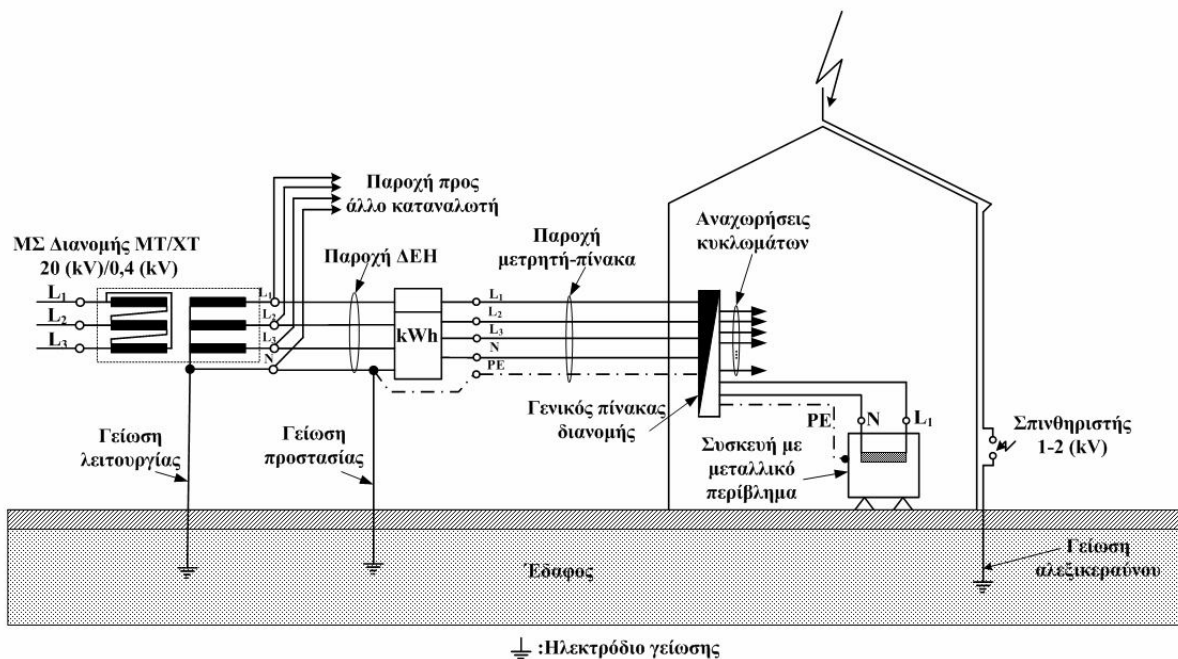
#### 4.4 Κύρια ηλεκτρική γραμμή μετρητή ΔΕΗ – γενικού πίνακα ΕΗΕ

Η μορφή του δικτύου που χρησιμοποιείται σήμερα από τη ΔΕΗ για την τροφοδοσία καταναλωτών ΧΤ (π.χ. οικιακών, βιομηχανικών κλπ.) στην ελληνική επικράτεια (εκτός από κάποιες περιοχές της Αττικής, όπου εφαρμόζεται η άμεση γείωση) είναι το ουδετερογειωμένο δίκτυο, TN-S. Σε ένα δίκτυο TNS, ο ουδέτερος γειώνεται στον υποσταθμό του καταναλωτή και πριν από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή και από το σημείο γείωσης αναχωρούν ξεχωριστοί αγωγοί ουδέτερου και προστασίας. Επομένως, η κύρια γραμμή μετρητή – γενικού πίνακα, πρέπει εκτός από τους αγωγούς φάσεων (L1, L2, L3) και τον ουδέτερο αγωγό (N), να περιλαμβάνει και τον αγωγό προστασίας (PE).

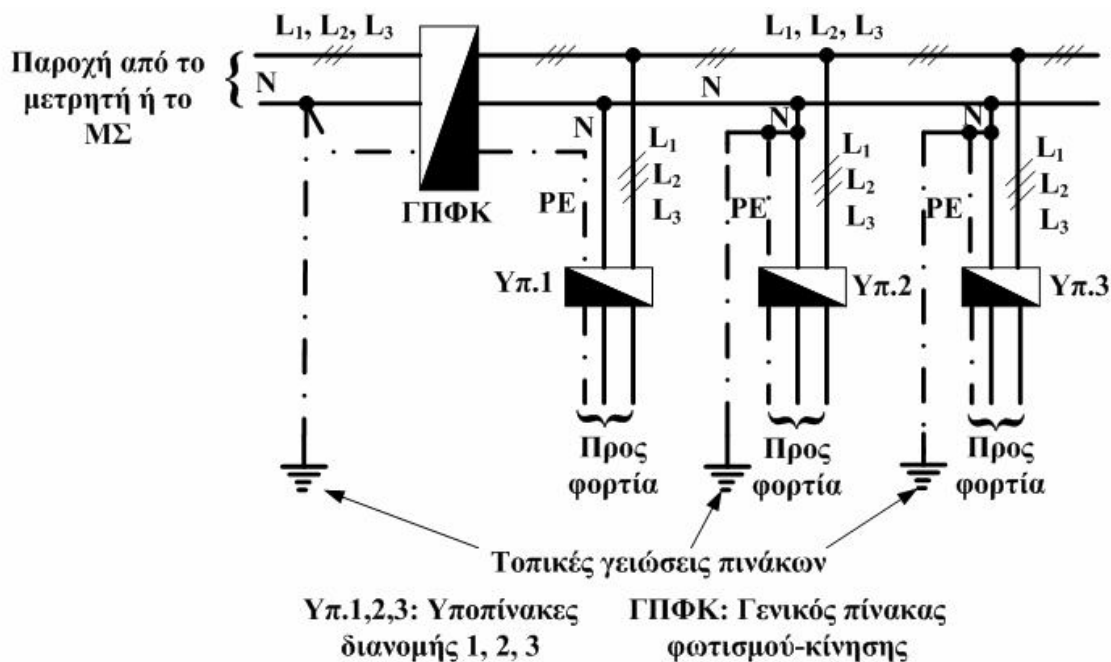
Στο Σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται σχηματική διάταξη δικτύου ΧΤ TN-S, στο οποίο συνδέεται οικιακός τριφασικός καταναλωτής. Η παροχή της ΔΕΗ είναι ένα τετραπολικό καλώδιο (L1, L2, L3, N) και συνδέει το δίκτυο ΧΤ με το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας του καταναλωτή. Πριν το μετρητή, ο ουδέτερος γειώνεται (γείωση προστασίας δικτύου TN-S), π.χ. προς την εγκατάσταση θεμελιακής γείωσης του κτιρίου. Από τον κόμβο γείωσης του ουδέτερου αγωγού αναχωρεί και ο αγωγός προστασίας (PE), πάνω στον οποίο συνδέονται όλα τα μεταλλικά περιβλήματα των ηλεκτρικών συσκευών της εγκατάστασης. Στο ίδιο σχήμα φαίνεται η γείωση του ουδέτερου κόμβου του ΜΣ διανομής ΜΤ/ΧΤ (γείωση λειτουργίας), καθώς και η γείωση της εγκατάστασης αλεξικέρανου.

Στην περίπτωση του ελαιοτριβείου όμως που ανήκει στην κατηγορία των βιομηχανικών εγκαταστάσεων ή εκτεταμένων εσωτερικών δικτύων διανομής, η γείωση του ουδέτερου αγωγού δεν πραγματοποιείται στο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά στο γενικό πίνακα. Ενδεικτικό είναι το σχήμα 4. Η γείωση του ουδέτερου πριν από τους πίνακες γίνεται με ξεχωριστά ηλεκτρόδια κατάλληλης αντίστασης γείωσης. Με αυτόν τον τρόπο εκτέλεσης των

γειώσεων επιτυγχάνεται σημαντική οικονομία υλικού αγωγών, αφού οι πίνακες διανομής της εγκατάστασης τροφοδοτούνται με τετραπολικά και όχι με πενταπολικά καλώδια. Πάντως, μετά το σημείο σύνδεσης του ουδέτερου αγωγού και αγωγού προστασίας πριν από τον πίνακα διανομής, απαγορεύεται η εκ νέου κοινή σύνδεση των δύο αγωγών (N και PE) σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης.



Εικόνα 3: Σύνδεση τριφασικού καταναλωτή σε δίκτυο ΧΤ TN-S με τις αναγκαίες γειώσεις της εγκατάστασης



Εικόνα 4: Τρόπος εκτέλεσης γειώσεων εκτεταμένης ΕΗΕ με γείωση του ουδέτερου πριν από τον πίνακα διανομής

#### 4.5 Υπολογισμός διατομών καλωδίων

Η κύρια γραμμή μετρητή – γενικού πίνακα και τα εξαρτήματά της (γενικός διακόπτης, γενικές ασφάλειες) υπολογίζονται βάσει της μέγιστης έντασης ρεύματος της γραμμής. Εάν είναι γνωστή η συμφωνημένη ισχύς ( $S$ ) και η τάση ( $V$ ) του καταναλωτή, τότε η μέγιστη ένταση της κύριας γραμμής μετρητή – πίνακα για μονοφασικό και τριφασικό καταναλωτή προσδιορίζονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Είναι προφανές ότι η μέγιστη ένταση της κύριας γραμμής μετρητή - πίνακα, με βάση την οποία θα επιλεγεί και η διατομή των αγωγών του καλωδίου, εξαρτάται από τη μέγιστη δυνατή ισχύ που ο καταναλωτής θα απαιτήσει από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στην μέγιστη αυτή ισχύ που ονομάζεται και μέγιστη ισχύς ζήτησης της εγκατάστασης, πρέπει να προβλέπεται και τυχόν μελλοντική επαύξηση της εγκαταστημένης ισχύος.

Κάνοντας λόγο για εγκατεστημένη ισχύ αναφερόμαστε στο σύνολο της ονομαστικής ισχύος (kVA) των συσκευών και μηχανημάτων του καταναλωτή. Η ονομαστική ισχύς αναγράφεται στην πινακίδα της ηλεκτρικής συσκευής και είναι η ισχύς που μπορεί να αποδίδει συνεχώς η συσκευή, χωρίς προβλήματα υπερφόρτισης. Αντί της φαινόμενης ισχύος, στην πινακίδα μιας συσκευής μπορεί να αναγράφεται η πραγματική ισχύς (W, kW) και ο συντελεστής ισχύος ( $\cos\phi$ ). Από τα δύο αυτά μεγέθη υπολογίζεται η ονομαστική φαινόμενη ισχύς της συσκευής. Η ΔΕΗ πρέπει να γνωρίζει τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Η κατανομή του φορτίου στις τρεις φάσεις ενός τριφασικού πίνακα πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε κάθε φάση να φορτίζεται περίπου με την ίδια πραγματική ισχύ και τον ίδιο συντελεστή ισχύος. Υπό αυτή την προϋπόθεση, το φορτίο του καταναλωτή ισοκατανέμεται στις τρεις φάσεις και θεωρείται προσεγγιστικά ως ένα συμμετρικό τριφασικό φορτίο. Ο περιορισμός αυτός είναι και απαίτηση της ΔΕΗ.

Σε ΕΗΕ με εκτεταμένα εσωτερικά δίκτυα (όπως το ελαιουργείο εδώ ) τα ηλεκτρικά φορτία ομαδοποιούνται σε φορτία κίνησης (ηλεκτρικοί κινητήρες), φορτία φωτισμού και φορτία ρευματοδοτών, τα οποία τροφοδοτούνται από ξεχωριστούς υποπίνακες και οι οποίοι συνδέονται μέσω παροχών από το γενικό πίνακα φωτισμού – κίνησης (ΓΠΦΚ). Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η γνώση της μέγιστης έντασης ζήτησης της παροχής του υποπίνακα, προκειμένου να επιλεγεί η διατομή των αγωγών της παροχής του.

| ΜΟΡΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ                         | ΙΣΧΥΣ (W)   | ΕΝΤΑΣΗ ( A )  | ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ U (V)   | ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ  |
|---------------------------------------|---|---|---|--|
| Δίκτυο Σ.Ρ.<br>δύο αγωγών             | $P = U * I$   | $I = \frac{P}{U}$   | Επειδή έχουμε 2 ενεργούς αγωγούς ,αν $u_0$ είναι η πτώση τάσης του ενός αγωγού για όλο το κύκλωμα έχουμε :<br><br>$u = 2 u_0$<br><br>$u = 2 \times \frac{p * l * I}{S}$<br>$= 2 \times \frac{p * l * P}{S * U}$ | $S = \frac{2 * p * l * I}{u} = \frac{2 * p * l * P}{U * u}$<br><br>Για Cu : $\rho = \frac{1}{56 \dot{\eta} 57} = 0,017$<br><br>Al : $\rho = \frac{1}{34 \dot{\eta} 35} = 0,0294$ |
| Μονοφασικό δίκτυο                     | $P = U * I * \cos\phi$  | $I = \frac{P}{U * \cos\phi}$  | $U = 2 \times \frac{p * l * I * \cos\phi}{S} = \frac{p * l * P}{2 * S * U}$   | $S = \frac{p * l * I * \cos\phi}{U * u} = 2 \frac{p * l * P}{U * u}$   |
| Τριφασικό δίκτυο τριών ενεργών αγωγών | $P = 3 * U_{\phi} * I_{\phi} * \cos\phi$<br><br>$P = \sqrt{3} * U_{\pi} * I_{\pi} * \cos\phi$ | $I_{\phi} = \frac{P}{3U_{\phi}\cos\phi}$<br><br>$I_{\pi} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{\pi}\cos\phi}$ | $U_{\phi} = 2 \times \frac{p * l * I_{\phi} \cos\phi}{S} = \frac{p * l * P}{3 * S * U_{\phi}}$<br><br>$U_{\pi} = \frac{\sqrt{3} p * l * I_{\pi} \cos\phi}{S} = \frac{p * l * P}{S * U_{\pi}}$                   | $S = \frac{p * l * P}{3 * U_{\phi} * u_{\phi}}$<br><br>$S = \frac{p * l * P}{U_{\pi} * u_{\phi}}$  |

## 4.6 Επιλογή καλωδίων

Στην παρούσα παράγραφο, παρουσιάζεται σύντομα η διαδικασία επιλογής της διατομής των αγωγών μιας ηλεκτρικής γραμμής, λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο εγκατάστασης, την επιτρεπτή πτώση τάσης, το μήκος και το φορτίο της γραμμής. Η επιλογή της διατομής των αγωγών της γραμμής γίνεται από πίνακες, με βάση τον τρόπο εγκατάστασης της γραμμής, την ένταση φόρτισης και το είδος της μόνωσης των αγωγών. Ο αναγνώστης θα πρέπει να αναζητήσει τους πίνακες επιλογής αγωγών και καλωδίων, καθώς και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία σχετικά με τον υπολογισμό της διατομής αγωγών στο κεφάλαιο 2.

Γενικώς, η φόρτιση ενός καλωδίου πρέπει να είναι υπολογισμένη έτσι, ώστε να μην προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, δημιουργώντας δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας του καλωδίου. Ο χαρακτηρισμός των καλωδίων XT γίνεται σύμφωνα με την κωδικοποίηση που περιγράφεται στον Πίνακα 6.9 [1]. Για τις εγκαταστάσεις XT 400/230(V) και ανάλογα με τις απαιτήσεις περιβάλλοντος, χρησιμοποιούνται συνήθως τα εξής είδη καλωδίων:

- Καλώδια JVV-12 κατά IEC 60502 ή ΕΛΟΤ 843 ή ΝΥΥ κατά VDE 0271 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε περιβάλλοντα υψηλών απαιτήσεων, όπως χώμα, νερό.
- Καλώδια H 05VV-R ή A 05VV-R κατά CENELEC ή ΝΥΜ κατά VDE 0250 είναι κατάλληλα για εγκατάσταση στον αέρα, μέσα ή πάνω σε επίχρισμα (σουβά). Εάν πρόκειται για μονόκλωνους μονωμένους αγωγούς με απλή μόνωση τύπου H 05VV-U1 ή ΝΥΑ, τότε πρέπει για λόγους προστασίας να τοποθετούνται μέσα σε προστατευτικό σωλήνα. Αυτό επιβάλλεται, γιατί η απλή μόνωση δε θεωρείται ασφαλής μόνωση για αποφυγή ηλεκτροπληξίας.
- Καλώδια H 05VV-F ή H 05RN-F είναι κατάλληλα για εύκαμπτες συνδέσεις, π.χ. μπαλαντέζες κλπ.
- Για τις εγκαταστάσεις MT 12/20 (kV) χρησιμοποιούνται τα καλώδια από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο N2XSΥ κατά VDE 273 ή XLPE κατά IEC 60502 ή ΕΛΟΤ 1029, τα οποία είναι κατάλληλα για τοποθέτηση στο έδαφος ή νερό.

#### 4.7 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης αγωγών και καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις εκτός εδάφους

Τα όσα αναφέρονται στη συνέχεια αφορούν καλώδια τάσεων μέχρι 1000 (V) για ΕΡ ή 1400 (V) για ΣΡ. Το επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς φόρτισης ενός αγωγού ή καλωδίου υπολογίζεται από τη σχέση:  $I = I_0 \cdot f_{\theta} \cdot f_n$

Όπου:  $I_0$  είναι το όριο του ρεύματος φόρτισης ή η ένταση αναφοράς (πίνακες κεφαλαίου 2) για συγκεκριμένη διατομή των αγωγών του καλωδίου και ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30 °C και μονωτικό PVC.  $f_{\theta}$  είναι ο συντελεστής θερμοκρασίας περιβάλλοντος, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι διαφορετική από 30 °C.  $f_n$  είναι ο συντελεστής πλήθους κυκλωμάτων, δηλαδή όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ομαδοποιημένα κυκλώματα ή περισσότερα από ένα πολυπολικά καλώδια σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Η εξίσωση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μέγιστης επιτρεπτής φόρτισης ενός καλωδίου με ανώτατο όριο φόρτισης ρεύματος,  $I_0$ , όταν οι συντελεστές θερμοκρασίας ( $f_{\theta}$ ) και πλήθους κυκλωμάτων ( $f_n$ ) είναι < 1,0. Εάν, τώρα, είναι γνωστή η ονομαστική ένταση ρεύματος ενός καλωδίου,  $I_b$ , και ζητείται να επιλεγεί η κατάλληλη διατομή των αγωγών του καλωδίου, τότε η διατομή επιλέγεται με βάση την ένταση ρεύματος:

#### 4.8 Υπολογισμός μέγιστης επιτρεπόμενης θερμικής φόρτισης καλωδίων ΧΤ για εγκαταστάσεις μέσα στο έδαφος

Τα όσα αναφέρονται στη συνέχεια αφορούν καλώδια τάσεων μέχρι 1000 (V) για ΕΡ ή 1400 (V) για ΣΡ. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για εγκατάσταση μέσα στο έδαφος είναι τύπου JIVV ή NYΥ. Το επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς φόρτισης ενός καλωδίου εγκατεστημένου μέσα στο έδαφος υπολογίζεται από τη σχέση:  $I = I_0 \cdot f_{\theta} \cdot f_n \cdot f_i$

Όπου:  $I_0$  είναι η ένταση αναφοράς (πίνακας 7.9, [1]) και ισχύει για ένα μονοφασικό ή τριφασικό σύστημα, για βάθος ταφής 0,7 (m), θερμοκρασία εδάφους 20 °C, ειδική θερμική αντίσταση εδάφους  $k=2,5$  (K.m/W) και συντελεστή φόρτισης  $m = 1$  [ο συντελεστής φόρτισης ορίζεται ως ο λόγος (μέση τιμή ρεύματος) / (μέγιστη τιμή ρεύματος)].  $f_{\theta}$  είναι ο συντελεστής διόρθωσης λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας εδάφους,  $f_c$  είναι ο συντελεστής διόρθωσης λόγω διαφορετικής θερμικής αντίστασης εδάφους,  $f_i$  είναι ο συντελεστής διόρθωσης



εξαρτώμενος από το πλήθος των συστημάτων που γειτνιάζουν και τα οποία μπορεί να είναι σε επαφή με το έδαφος ή μέσα σε σωλήνες.

#### 4.9 Υπολογισμός της διατομής αγωγών με βάση την πτώση τάσης

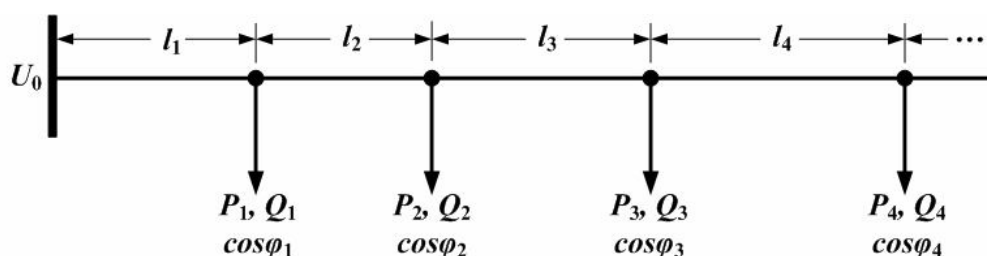
Η πτώση τάσης είναι η διαφορά των ενεργών τιμών των τάσεων στο μετρητή και στο φορτίο. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384,525, η αποδεκτή πτώση τάσης σε μια γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να είναι  $\leq 4\%$  της ονομαστικής τάσης τροφοδότησης της εγκατάστασης. Σε δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ 400 (V) / 230 (V) η φασική πτώση τάσης είναι 9,2 (V) και η πολική πτώση τάσης 16 (V). Ο έλεγχος πτώσης τάσης στα κυκλώματα διακλάδωσης ΕΗΕ γίνεται από το σημείο παροχέτευσης της ΔΕΗ, π.χ. το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, έως το πιο δυσμενές φορτίο. Το κύκλωμα διακλάδωσης με το δυσμενέστερο φορτίο είναι αυτό που παρουσιάζει το μεγαλύτερο γινόμενο μήκους επί ρεύματος φορτίου του κυκλώματος.

Ο περιορισμός της πτώσης τάσης επιβάλλεται για λόγους λειτουργικούς και ενεργειακής κατανάλωσης. Μεγάλη πτώση τάσης σημαίνει μικρή τάση λειτουργίας των φορτίων, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει λειτουργικά προβλήματα σε φορτία κίνησης, φωτισμού, ηλεκτρονικών διατάξεων και κυκλωμάτων ελέγχου. Για παράδειγμα, η ροπή που αναπτύσσουν οι κινητήρες είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της τάσης λειτουργίας τους. Επομένως, μείωση της τάσης στον κινητήρα, έχει ως αποτέλεσμα μείωση της ροπής εκκίνησης, αλλά και μείωση της ροπής πλήρους φορτίου. Στα κυκλώματα φωτισμού, μείωση της τάσης λειτουργίας σημαίνει μειωμένη φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων πυράκτωσης, ενώ στους λαμπτήρες εκκένωσης η χαμηλή τάση μπορεί να προκαλέσει το σβήσιμό τους. Σε διατάξεις Η/Υ, μια ενδεχόμενη υψηλή πτώση τάσης στη γραμμή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη λειτουργία τους. Σε διατάξεις αυτοματισμού, μια ενδεχόμενη μείωση της τάσης λειτουργίας του συστήματος ελέγχου μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία λειτουργίας των ηλεκτρονόμων (ρελαί). Όσον αφορά στην ενεργειακή κατανάλωση της γραμμής, η ισχύς απωλειών στις γραμμές μεταφοράς είναι ανάλογη της πτώσης τάσης στη γραμμή.

Π.χ. ένας αγωγός διατομής  $2,5 \text{ mm}^2$  που λειτουργεί σε περιβάλλον θερμοκρασίας  $30^\circ\text{C}$  πρέπει να δεχτεί μέγιστο (επιτρεπτό) ρεύμα 20 Α. Με τις συνθήκες και για συνεχή λειτουργία η θερμοκρασία της μόνωσης δεν θα ξεπεράσει τη παραδεκτή τιμή των  $60^\circ\text{C}$ . Συνεπώς, η επιτρεπόμενη για τον αγωγό αυτό πυκνότητα ρεύματος δεν θα πρέπει να ξεπεράσει την τιμή:

$$\text{επιτρεπτή πυκνότητα ρεύματος} = \frac{\text{επιτρεπτή ένταση}}{\text{διατομή}} = \frac{20\text{A}}{2,5\text{mm}^2} = 8 \text{ A} / \text{mm}^2$$

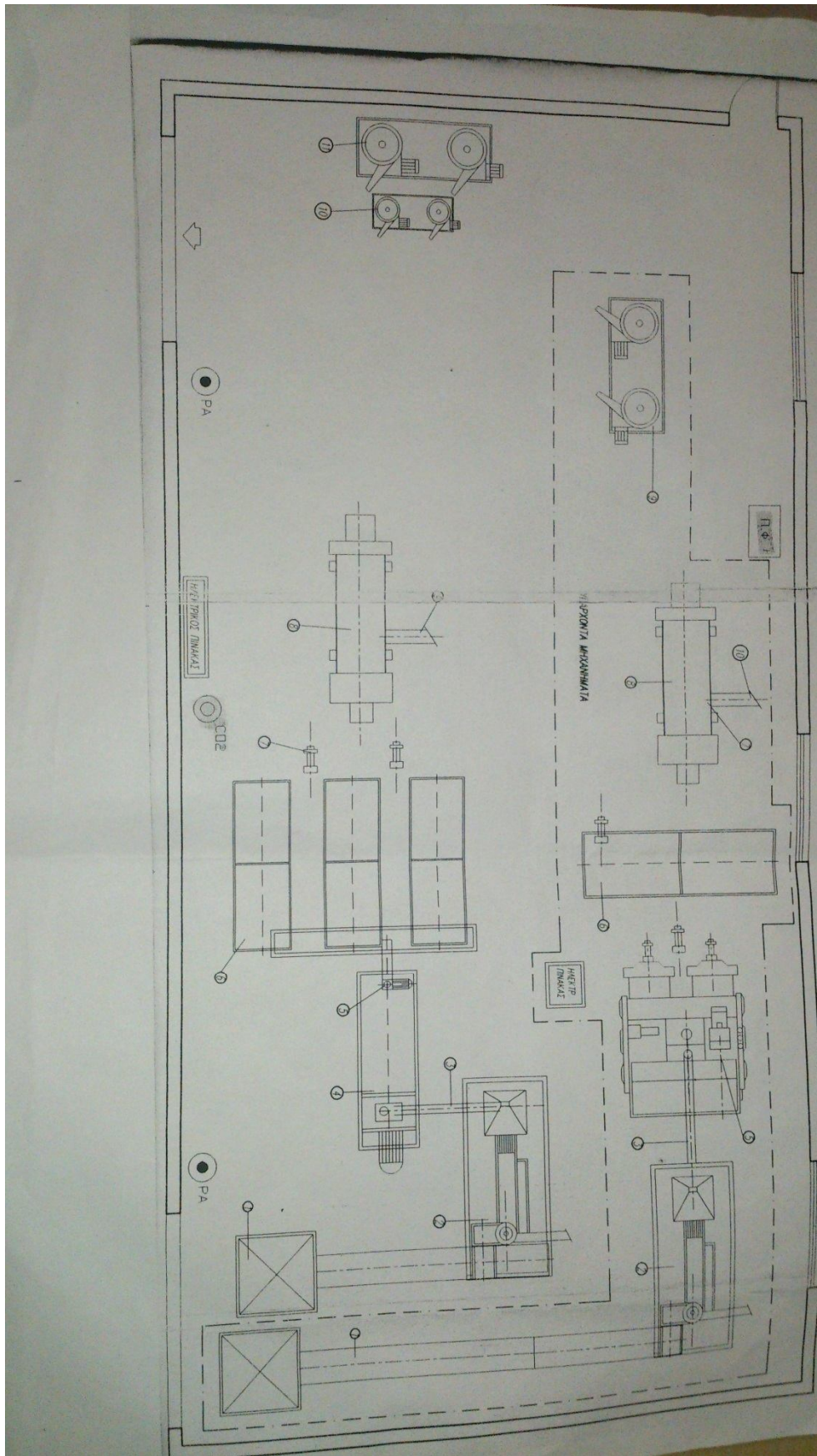
Κατά την εκλογή της διατομής μιας γραμμής, εκτός των παραπάνω πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η προκαλούμενη από τη γραμμή πτώσης τάσης. Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι, για τη σωστή επιλογή της διατομής των αγωγών μιας γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. κυκλώματα διακλάδωσης, γραμμή παροχής κλπ.) πρέπει να ικανοποιούνται δύο βασικά κριτήρια. (α) Οι αγωγοί να διαρρέονται συνεχώς από ένταση ρεύματος, η οποία δεν θα ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπτή ένταση ρεύματος που αντέχουν, ώστε η αναπτυσσόμενη θερμότητα να μη προκαλέσει καταστροφή της μόνωσης των αγωγών. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της γραμμής. (β) Η επιλεγείσα διατομή των αγωγών της γραμμής να μην προκαλεί πτώση τάσης μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τιμή. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει αφενός την καλή και οικονομική λειτουργία των γραμμών και αφετέρου την καλή λειτουργία των φορτίων της εγκατάστασης.



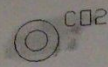
Εικόνα 5: Τροφοδότηση πολλών φορτίων με μια γραμμή διανομής

#### 4.10 Η εγκατάσταση

Ακολουθεί η κάτοψη του ελαιουργείου όπου φαίνονται τα μηχανήματα.



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ



Πυροεβεστήρας CO<sub>2</sub>



Πυροεβεστήρας ξηρός κόνεως ε



Πυροεβεστική φωλιά

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### ΠΑΛΑΙΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

- 1) ΑΝΑΒΑΤΩΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- 2) ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ-ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ
- 3) ΑΝΑΒΑΤΩΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΠΡΟΣ ΣΠΑΣΤΗΡΑ
- 4) ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 5) ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ - ΠΡΟΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ
- 6) ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ
- 7) ΚΟΧΛΙΑΣ ΠΥΡΗΝΟΣ
- 8) DECANTER
- 9) ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
- 10) ΑΝΑΒΑΤΩΡΙΟ ΠΥΡΗΝΟΣ

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

- 1) ΑΝΑΒΑΤΩΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ
- 2) ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ-ΑΠΟΦΥΛΛΩΤΗΡΙΟ
- 3) ΑΝΑΒΑΤΩΡΙΟ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΠΡΟΣ ΣΠΑΣΤΗΡΑ
- 4) ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ-ΠΡΟΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ
- 5) ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ
- 6) ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΜΑΛΑΚΤΗΡΑΣ
- 7) ΑΝΤΛΙΑ ΕΛΑΙΟΜΟΥΣΤΟΥ
- 8) DECANTER
- 9) ΜΕΤΑΦΟΡΕΑΣ ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ
- 10) ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΑΠΛΟΣ
- 11) ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ
- 12) ΜΟΝΑΔΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Σε αυτό το σημείο υπενθυμίζεται η λίστα μηχανημάτων.

| A/A | Περιγραφή                                | KW   |
|-----|--|------|
| 1   | Αποφυλλωτήριο πλυντηρίου                 | 45   |
| 2   | Αναβατόριο ελαιοκάρπου                   | 7    |
| 3   | Σπαστήρας ελαιοκάρπου                    | 29,2 |
| 4   | Διανομέας Ελαιοζύμης Μαλακτήρων          | 2,5  |
| 5   | Οριζόντιοι Μαλακτήρες χωρητικ. 1.200 lit | 3    |
| 6   | Αντλία τροφοδ. Ελαιοζύμης (MONO PUMP) 3  | 22,5 |
| 7   | Decanter UNVX-X32 3                      | 9,75 |
| 8   | Φυγοκεντρικός διαχωριστήρας              | 22   |
| 9   | Μεταφορική ταινία                        | 1,5  |
| 10  | Πυρηνοκαυστήρας                          | 2,25 |
| 11  | Κοχλίας με αναβατόριο πυρήνα             | 1,5  |
| 12  | Διαχωρηστήρας αυτόματος                  | 6    |
| 13  | Μονάδα θέρμανσης νερού                   | 8    |

Με βάση τις οδηγίες των κεφαλαίων 2 και 4, οι διατομές των αγωγών των τμημάτων της κεντρικής γραμμής θα πρέπει να ικανοποιούν το κριτήριο της προστασίας της μόνωσης των αγωγών από υπερθέρμανση (ασφαλή λειτουργία) και το κριτήριο της πτώσης τάσης (καλή λειτουργία). Αρχικά υπολογίζονται τα ρεύματα αναφοράς και οι διατομές των αγωγών και στη συνέχεια υπολογίζεται η πτώση τάσης στα επιμέρους τμήματα της κεντρικής γραμμής. Οι διατομές γίνονται αποδεκτές, εάν το άθροισμα των πτώσεων τάσεων στα τμήματα της κεντρικής γραμμής δεν ξεπερνά την επιτρεπτή πτώση τάσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πέρα από την εγκατάσταση κίνησης, για την καλή λειτουργία του ελαιοτριβείου προβλέπονται γραμμές φωτισμού και ρευματοδοτών( 2 ανά είδος). Για τις γραμμές φωτισμού η προβλεπόμενη διατομή είναι 3\*1,5mm<sup>2</sup> και για τις γραμμές ρευματοδοτών 3\*2,5mm<sup>2</sup>.

Για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος (από 0,9 σε 0,95) πραγματοποιήθηκε αντιστάθμιση με πυκνωτές 80KVar. Η αντιστάθμιση επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση πυκνωτών, που τοποθετούνται παράλληλα με τα επαγωγικά φορτία, έτσι ώστε η ενέργεια

που είναι απαραίτητη για τη δημιουργία των μαγνητικών τους πεδίων να μην παλινδρομεί μεταξύ ΔΕΗ και εγκατάστασης αλλά μεταξύ των πηνίων και των πυκνωτών της ίδιας της εγκατάστασης. Οι πυκνωτές δηλαδή παρέχουν στα πηνία την ενέργεια που χρειάζονται κατά τη φάση της δημιουργίας των μαγνητικών τους πεδίων και αποθηκεύουν την ενέργεια που επιστρέφουν τα πηνία όταν τα πεδία τους καταρρέουν για να τους την δώσουν ξανά στον επόμενο κύκλο δημιουργίας – κατάρρευσης.



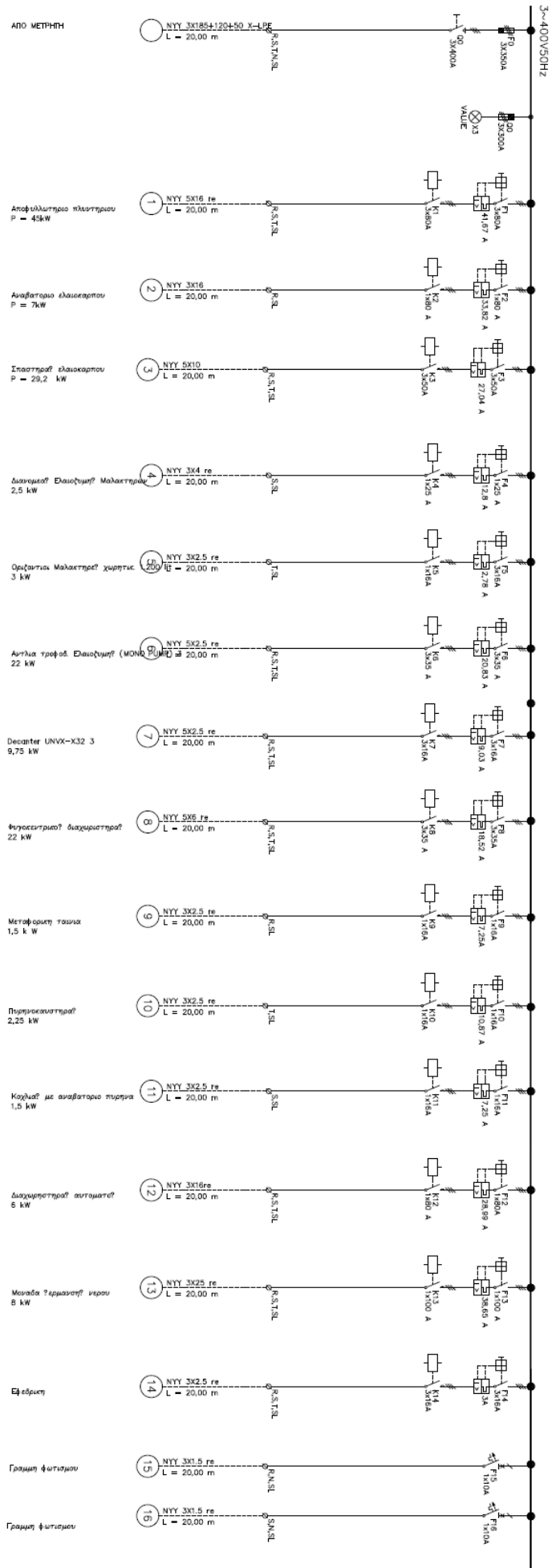
*Εικόνα 6: Αντιστάθμιση με πυκνωτές*

Η παροχή που θα ζητηθεί από τη ΔΕΗ θα είναι Νο7, με συμφωνημένη ισχύ 168KVA.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Χ.Τ.

| A/A | Ισχύς (KW) | Τάση Λειτουργίας (Volt) | Ένταση (A) | Διατομή (mm <sup>2</sup> ) στους 30°C | Max Ένταση στους 30°C | Ιεκκ (I <sub>ον*</sub> 1, 25) | Max Ένταση για f <sub>θ</sub> =0.9 1 (T <sub>περ</sub> =35°C) | Max Ένταση για για f <sub>π</sub> =0.8 (4-6 ενεργοί αγωγοί σε 1Φ) | Ένταση (mm <sup>2</sup> ) αυξημένη λόγω I <sub>εκ</sub> , f <sub>θ</sub> , f <sub>π</sub> | Διατομή (mm <sup>2</sup> ) | Ύψωση τάσης (Volt) για μέγιστο l=30m | Πτώση τάσης % | Ασφάλεια (A) |
|-----|------------|-------------------------|------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|---|---|----------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------|
| 1   | 45         | 400                     | 41,67      | 10                                    | 43                    | 52,09                         | 39,13   | 39,13   | 57,24   | 16                         | 6,20                                 | 2%            | 80           |
| 2   | 7          | 230                     | 33,82      | 6                                     | 33                    | 42,28                         | 30,03   | 37,54   | 58,07   | 16                         | 0,84                                 | 0%            | 80           |
| 3   | 29,2       | 400                     | 27,04      | 6                                     | 33                    | 33,80                         | 30,03   | 30,03   | 37,14   | 10                         | 6,44                                 | 2%            | 50           |
| 4   | 2,5        | 230                     | 12,08      | 2,5                                   | 20                    | 15,10                         | 18,2  | 22,75   | 20,74   | 4                          | 1,20                                 | 1%            | 25           |
| 5   | 3          | 400                     | 2,78       | 2,5                                   | 20                    | 3,48                          | 18,2  | 18,2  | 3,82  | 2,5                        | 2,65                                 | 1%            | 16           |
| 6   | 22,5       | 400                     | 20,83      | 2,5                                   | 20                    | 26,04                         | 18,2  | 22,75   | 28,61   | 6                          | 8,27                                 | 2%            | 35           |
| 7   | 9,75       | 400                     | 9,03       | 2,5                                   | 20                    | 11,29                         | 18,2  | 18,2  | 12,40   | 2,5                        | 8,60                                 | 2%            | 16           |
| 8   | 22         | 400                     | 18,52      | 2,5                                   | 20                    | 23,15                         | 18,2  | 18,2  | 25,44   | 6                          | 8,09                                 | 2%            | 35           |
| 9   | 1,5        | 230                     | 7,25       | 2,5                                   | 20                    | 9,06                          | 18,2  | 22,75   | 12,45   | 2,5                        | 1,15                                 | 1%            | 16           |
| 10  | 2,25       | 230                     | 10,87      | 2,5                                   | 20                    | 13,59                         | 18,2  | 22,75   | 18,66   | 2,5                        | 1,73                                 | 1%            | 16           |
| 11  | 1,5        | 230                     | 7,25       | 2,5                                   | 20                    | 9,06                          | 18,2  | 22,75   | 12,45   | 2,5                        | 1,15                                 | 1%            | 16           |
| 12  | 6          | 230                     | 28,99      | 6                                     | 33                    | 36,24                         | 30,03   | 37,54   | 49,78   | 16                         | 0,72                                 | 0%            | 80           |
| 13  | 8          | 230                     | 38,65      | 10                                    | 43                    | 48,31                         | 39,13   | 48,91   | 66,36   | 25                         | 0,61                                 | 0%            | 100          |

ΤΙΤΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΣΤΑΘ ΕΠΙΧΩΡΙΣ  
 ΒΑΣΙΚΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

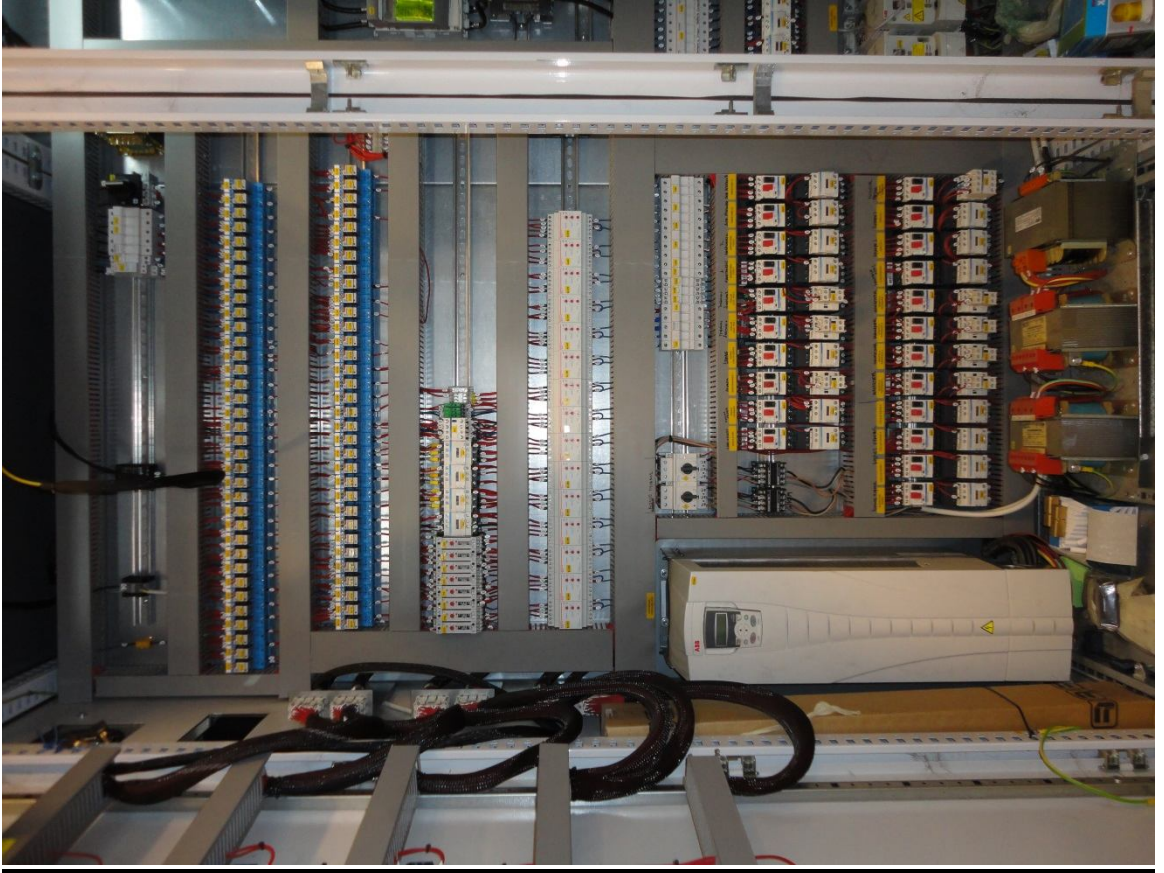




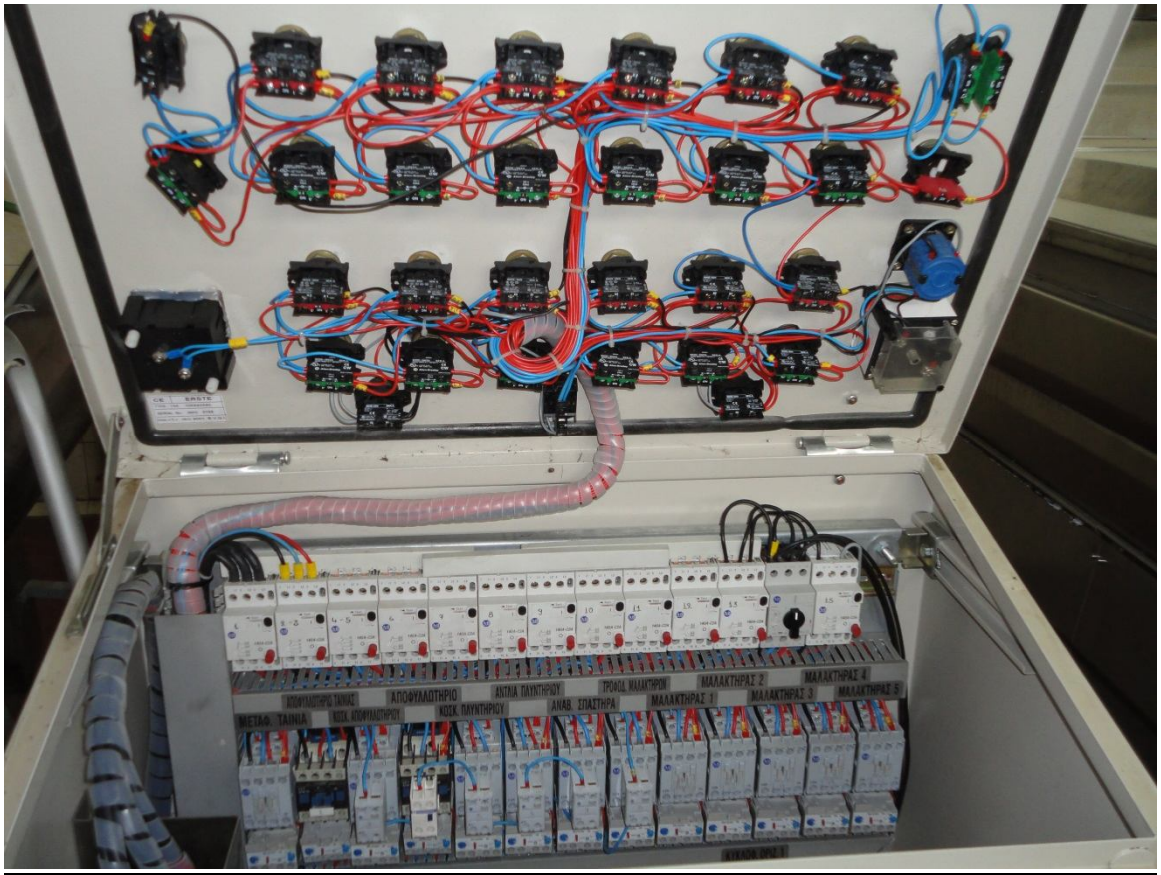


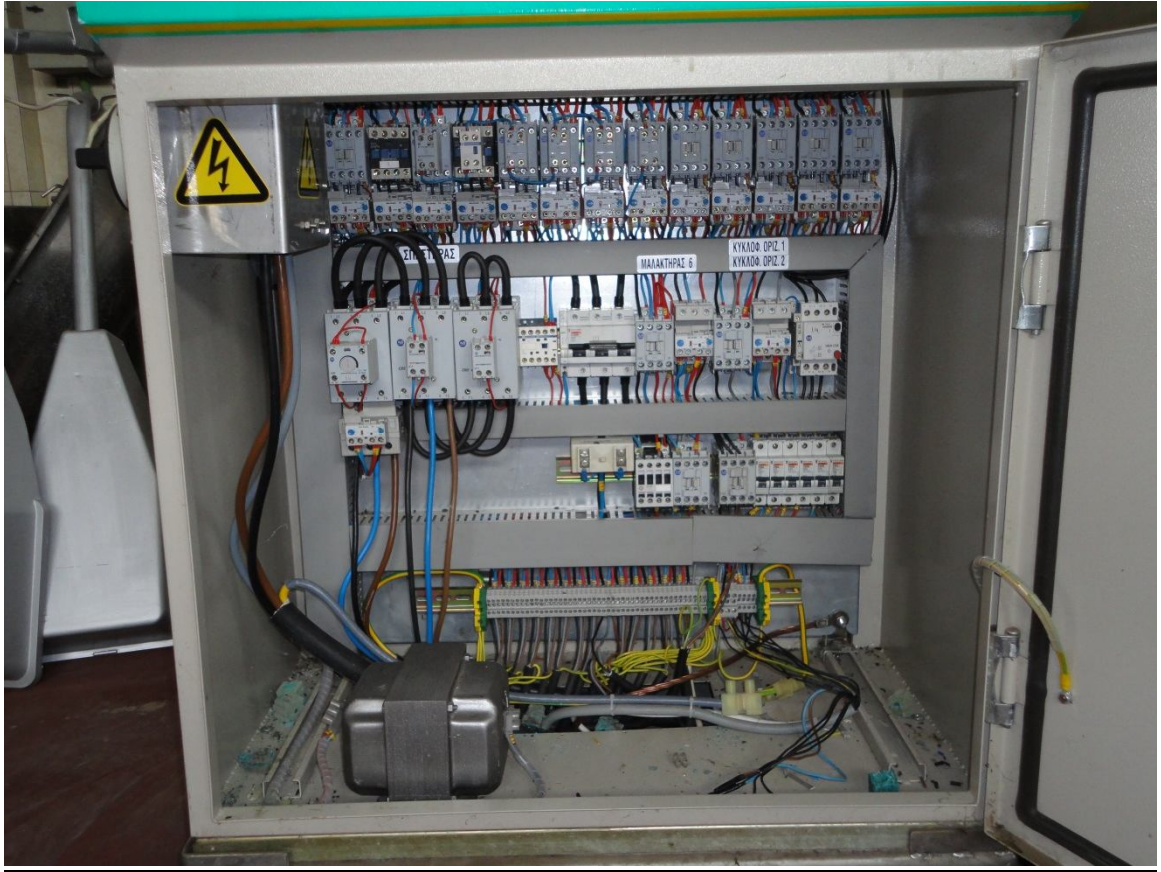
## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**







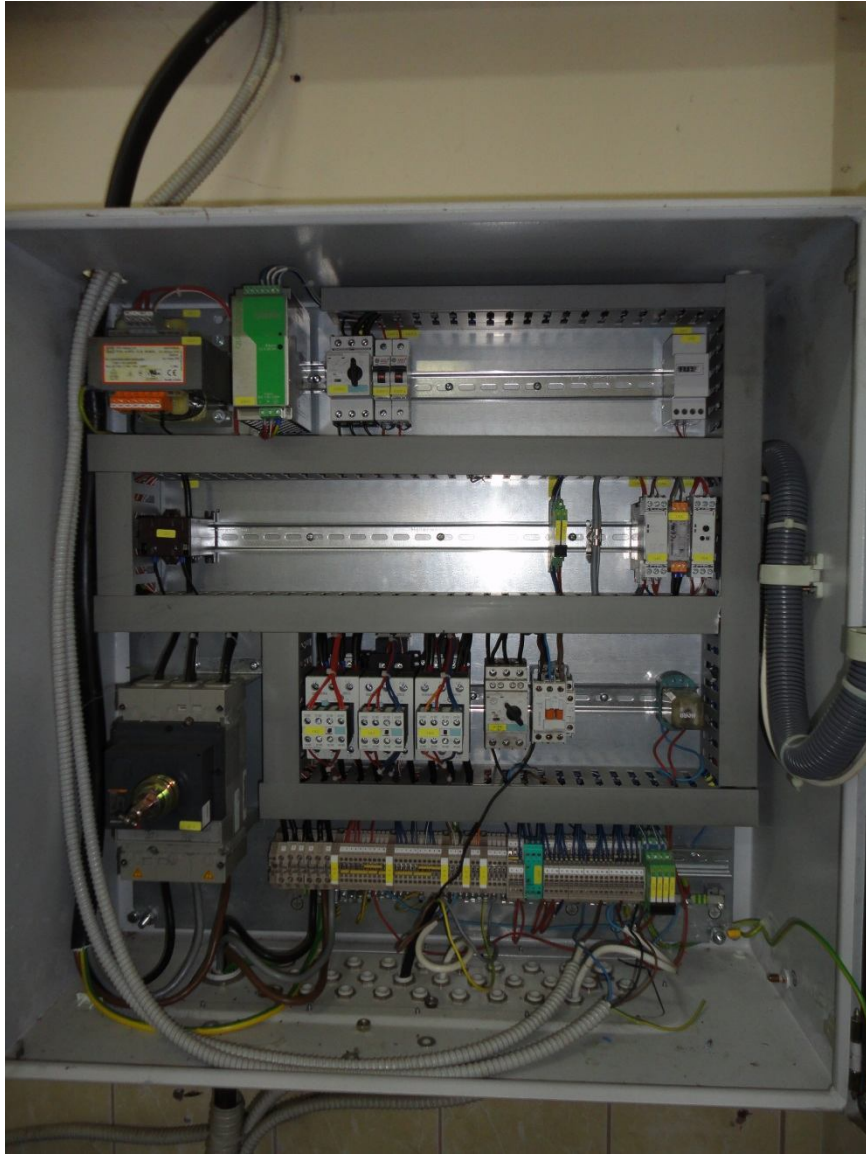














## Βιβλιογραφία

- [1] «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών», Π. Ντοκόπουλος, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 2005.
- [2] «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», 3η Έκδοση, Siemens, Gunter G. Seip, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2004.
- [3] «Κτιριακές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», Ν. Μ. Κιμουλάκης, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2006.
- [4] «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων», Εγχειρίδιο Ηλεκτρολόγου Εγκαταστάτη Ι, Σ. Τουλόγλου, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2004.
- [5] «Σύγχρονες Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», Κίνηση – Αυτοματισμός, Β. Δ. Μπιτζιώνης, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2008.
- [6] «Τριφασικά Κυκλώματα», Θεωρία και Εφαρμογές, Β. Δ. Μπιτζιώνης, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2011.
- [7] «Εφαρμογές Κτιριακών – Βιομηχανικών Μελετών και Εγκαταστάσεων», Π. Δ. Μπούρκας, Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ, Αθήνα.
- [8] «Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», Μ. Μ. Μόσχοβιτς, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, 1990.
- [9] «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Θερμάνσεις», Α. Β. Μαχιά, Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ, Αθήνα, 1989.
- [10] «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», 5η Έκδοση, Επίτομο, Σ. Τουλόγλου, Β. Στεργίου, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, 2005.
- [11] «Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων και Δικτύων», Δ. Κ. Τσανάκας, Εκδόσεις ΑΪΒΑΖΗΣ – ΖΟΥΜΠΟΥΛΗΣ Θεσσαλονίκη, Ξάνθη, 1989.