

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδος
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα : Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1430

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΟΥ
ΕΛΟΤ HD384**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ 1 : Μητρόπουλος Φώτιος

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ 2: Μάλο Γκλέν

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΧΟΙΝΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ελαιόλαδο, θεωρείται ένα βασικό στοιχείο της μεσογειακής διατροφής, καθώς είναι ένα προϊόν υγιεινής διατροφής, λόγω της περιεκτικότητάς του σε μονοακόρεστα λιπαρά. Εξάγεται, με έκθλιψη των ελιών, οι οποίες πρέπει να συλλέγονται πριν από την τελική τους ωρίμανση, όταν έχουν χρώμα πράσινο-μελιτζανί, καθώς η ποιότητα του λαδιού τους είναι πολύ καλύτερη, από αυτήν του λαδιού που εξάγεται από τους τελείως ώριμους καρπούς. Οι ελιές, συλλέγονται με τα χειρονακτικό τρόπο ή όταν είναι τελείως ώριμες, με τσίναγμα του δέντρου. Το λάδι παράγεται στα ελαιοτριβεία με ψυχρή ή θερμή συμπίεση καρπού ελιάς. Σε αρκετές περιπτώσεις, στη συνέχεια γίνεται φιλτράρισμα με διηθητικά μέσα.

Τα σύγχρονα ελαιοτριβεία είναι ανεξάρτητες βιομηχανίες, οι οποίες διαθέτουν άφθονο νερό, για τον καθαρισμό και την επεξεργασία των ελαιών. Οι διάφοροι χώροι του ελαιοτριβείου αερίζονται καλά, είναι στεγνοί και έχουν θερμική μόνωση.

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα μικρά ελαιοτριβεία προσαρτημένα στα αγροκτήματα, όπου η επεξεργασία γίνεται με τα παραδοσιακά συστήματα, όπου οι αγρότες τα ονομάζουν *λιαρούβια* ή *λιοτριβία*. Στη σημερινή εποχή του 21^{ου} αιώνα, τα συστήματα που απαρτίζουν τα σύγχρονα ελαιοτριβεία έχουν πολυπλοκότητα σε κυκλώματα αυτοματισμού, ηλεκτρονικών ισχύος, πίνακες χαμηλής τάσης (X.T) κτλ,

εφαρμόστηκε ένα πρότυπο του ΕΛΟΤ ο HD384

Ο **HD 384** είναι ένα πρότυπο το οποίο εξασφαλίζει την ασφάλεια της εγκα/στη μας αλλά και στους χειριστές της .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην μελέτη μας, θα αναπτύξουμε τα ιστορικά δρώμενα κατεργασίας του καρπού της ελιάς σε αγνό παρθένο ελαιόλαδο και θα τονιστούν οι σύγχρονες διαδικασίες και η αρχή λειτουργίας του ελαιοτριβείου καθώς και η ανάλυση των δομικών στοιχείων πχ Σπαστήρας , Μαλακτήρας κτλ . Αργότερα, θα πρέπει να γίνει μια λεπτομερή ανάλυση των ηλεκτρολογικών εφαρμογών , δηλαδή εύρεση διατομών που αναχωρούν από το κεντρικό πινάκα σε υποπίνακες (piller) ή την τροφοδότηση των ηλεκτρικών μηχανών της Εγκ/ση(Ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα κινητήρας). Επίσης, πρέπει να γίνει μια αναφορά στον τρόπο εκκίνησης των ηλεκτρικών μηχανών, δηλαδή Ηλεκτρονικά ισχύος ή κλασικός αυτοματισμός Αστέρα-Τρίγωνο. Ύστερα, θα πρέπει να γίνει άλλη μία υπολογιστική αναφορά για την διόρθωση του συντελεστού ισχύος (cosφ), όπου η διόρθωση επιτυγχάνεται σε συνδεσμολογία Τρίγωνου στατών πυκνωτών και να γίνει υπολογισμός στη βύθιση τάσης της Εγκ/σης, όπου συνδέονται οι κινητήρες όπου εκκινούν σε συνδεσμολογία αυτοματισμού Αστέρα –Τρίγωνο. Τέλος, στη μελέτη μας αφού γίνουν τα παραπάνω βήματα θα πρέπει να γίνει ανίχνευση της παροχής του πελάτη μας ως προς το δίκτυο της Δέη, αν θα συνδεθεί στη XT ή MT και φυσικά, θα γίνει μια αναφορά στο πρότυπο του **ΕΛΟΤ HD384** και στα συμπεράσματα που λαμβάνουμε υπόψη από τους υπολογισμούς των διατομών του καλωδίου ,διόρθωση συντελεστή ισχύος καθώς και στην βύθιση τάσης.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

1.1	Ιστορική αναδρομή	Σελ 5
1.2	Αρχή λειτουργίας του ελαιοτριβείου	Σελ 7
1.3	Ηλεκτρικές μηχανές του ελαιοτριβείου	Σελ 12
1.4	Προστασία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης	Σελ 37

Κεφάλαιο 2

2.1	Αναφορά της εγκατάστασης στο πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384	Σελ 44
2.2	Υπολογισμός διατομών της εγκατάστασης του ελαιοτριβείου	Σελ 47
2.3	Υπολογισμός παροχής για την σύνδεση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης	Σελ 70
2.4	Προστασία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης	Σελ 72
2.5	Επανέλεγχος της εγκατάστασης μας για την σωστή και ασφαλή λειτουργία	Σελ 73

Κεφάλαιο 3

3.1	Υπολογισμός της εγκατάστασης στη πτώση τάσης	Σελ 76
3.2	Υπολογισμός της εγκατάστασης στη βύθιση τάσης	Σελ 78
3.3	Συμπεράσματα – παρατηρήσεις	Σελ 81

	Βιβλιογραφία	Σελ 82
--	--------------	--------

Ευχαριστούμε θερμά τον καθηγητή μας Νικόλαο Σχοινά για την εμπιστοσύνη του που μας έδειξε στην υλοποίηση της Πτυχιακής ,και για της καθοριστικές συμβουλές του και την βοήθεια του σε τεχνικά θέματα , επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά το ελαιοτριβείο Ξανθός για της πολύτιμες πληροφορίες για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας.

Στους ανθρώπους που μας
εμπιστεύονται και επενδύουν στο μέλλον μας

Μάλο Γκλέν

Μητρόπουλος Φώτιος

1.1 Ιστορική αναδρομή

Το δέντρο της ελιάς στην αρχαία Ελλάδα θεωρούνταν ένα σύμβολο ειρήνης, γονιμότητας, εξαγνισμού, ισχύος, νίκης και μετάνοιας, διαδραματίζοντας ένα βασικό ρόλο στην ιστορία και τον πολιτισμό των αρχαίων. Η σημασία του ελαιολάδου ήταν επίσης ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς το λάδι πέρα από την καθημερινή χρήση του στο φαγητό, χρησιμοποιούνταν και σε διάφορες άλλες εφαρμογές, όπως στη βυρσοδεψία, στην υφαντική, στο φωτισμό, στην αρωματοποιία, στη φαρμακευτική, στην ιατρική, αλλά και σε διάφορες λατρευτικές τελετές.

Στα προϊστορικά ελαιοτριβεία η παραγωγή του ελαιόλαδου γινόταν στα νοικοκυριά κάθε οικογένεια φρόντιζε να παράγει την ποσότητα λαδιού που χρειάζεται, για το λόγο αυτό χρησιμοποιούσαν λίθινα δοχεία (γουδιά) με απλό σπάσιμο και θέρμανση του καρπού. Όσο προχωρούσε η εποχή στα πρώτα ελαιοτριβεία ο καρπός συνθλίβεται χειρωνακτικά. Οι ελιές τοποθετούνται σε μεγάλες πέτρινες πλάκες στις οποίες ασκείται πίεση με μια σφαιρική πέτρα. Στη συνέχεια ο πολτός της ελιάς μεταφέρεται στα πιεστήρια. Τα πιεστήρια είχαν σα βάση μια μεγάλη λίθινη αβαθή λεκάνη σε κυκλικό ή ορθογώνιο σχήμα. Η συμπίεση γινόταν με τη χρήση λίθινου βάρους που ήταν τοποθετημένο στο άκρο ξύλινης δοκού το οποίο τραβάει προς τα κάτω.

Στον Ελλαδικό χώρο εισάγεται κατά τους κλασικούς χρόνους ο κυλινδρικός σπαστήρας. Στην ελληνιστική περίοδο η σύθλιψη του καρπού γίνεται με τον περιστροφικό μύλο. Ο περιστροφικός μύλος αποτελεί ένα τύπο ελαιόμυλου ο οποίος ονομάζεται *trapetum*. (ελληνικής προέλευσης λέξη που προέρχεται από το ρήμα *τρέπω* = γυρίζω.)

Ο τύπος αυτός ελαιόμυλου αποτελείται από δύο μυλόπετρες με κυρτές τις εξωτερικές τους επιφάνειες. Οι μυλόπετρες περιστρέφονται με τη βοήθεια χοντρών δοκαριών ορθογώνιας διατομής και αλέθουν τον ελαιόκαρπο.

Κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους εμφανίζεται μια καινούρια μορφή ελαιόμυλου ο οποίος ονομάζεται *mola olearia*. Αποτελείται από μια ή δύο κυλινδρικές μυλόπετρες οι οποίες στηρίζονται συνήθως σε ένα μεγάλο κατακόρυφο άξονα. Σε άλλης μορφής ελαιόμυλου χρησιμοποιείται μυλόπετρα η οποία στηρίζεται σε σιδερένιο πάσσαλο. Στη βυζαντινή εποχή γινόταν χρήση και του ελαιόμυλου *trapetum* αλλά και του *mola olearia*. Μετά την βιομηχανική επανάσταση του 18ου αιώνα στην Ευρώπη ξεκίνησε ο εξοπλισμός των ελαιοτριβείων με μηχανές. Στην Ελλάδα ξεκινάει ο εξοπλισμός στα τέλη 19ου αιώνα με μηχανήματα ξένων και ελληνικών μηχανουργείων του Πειραιά και άλλων αστικών κέντρων.

Συναντάμε 4 τύπους ελαιοτριβείων. Ο πρώτος ονομάζεται προβιομηχανικό ζωοκίνητο και επικρατεί στην Ελλάδα έως το 1970. Σ' αυτόν τοποθετούνται μεταλλικές πρέσες,

βίντσια και άλλα μεταλλικά στοιχεία. Ο δεύτερος τύπος είναι το προβιομηχανικό υδροκίνητο, ο οποίος είναι γνωστός ήδη από τα βυζαντινά χρόνια.

Γενικευμένη χρήση αυτού του τύπου έχουμε από το 10ο αιώνα, πηγή ενέργειας για τη λειτουργία του αποτελεί το νερό.

Με το νερό κινείται ένας μεγάλος τροχός με περύγια που σε συνδυασμό με γρανάζια και ιμάντες ξεκινάει η λειτουργία του μύλου. Η τρίτη κατηγορία ελαιοτριβείου είναι τα ατμοκίνητα. Η κίνηση του μύλου πραγματοποιείται με τη δύναμη του ατμού. Το πρώτο ατμοκίνητο ελαιοτριβείο στην Ελλάδα εμφανίζεται το 1870. Τελευταία κατηγορία ελαιοτριβείου και πιο εξελιγμένη αποτελούν τα πετρελαιοκίνητα ή ντιζελοκίνητα ελαιοτριβεία. Εμφανίζονται τον 20ο αιώνα και με τη χρήση του πετρελαίου γίνεται η λειτουργία των μηχανών.



Εικόνα 1 : Μηλόπετρες για τη ζύμωση του καρπού της ελιάς από παλαιό ελαιοτριβείο

1.2 Αρχή λειτουργίας του ελαιοτριβείου

Η αρχή λειτουργίας του ελαιοτριβείου μας ξεκινάει με την εξής διαδικασία :

Ρίχνουμε το καρπό της ελιάς μέσα στο αποφυλοτήριο όπου πρέπει να μείνει σκέτος ο καρπός μας, ύστερα μέσω μιας ανυψωτικής μεταφορικής ταινίας οδηγούμε την ελιά στο πλυντήριο για να γίνει το τελικό στάδιο καθαρισμού της ελιάς. Ύστερα ο καρπός μας ζυγίζεται για την ένδειξη της ποσότητας ελιάς στον πελάτη.



Εικόνα 2: Μεταφορική ταινία όπου ο καρπός μετακινητέ στο σπαστήρα
Πηγή: Ελαιοτριβείο Ξανθός



Εικόνα 3: Σύστημα αυτόματης μέτρησης κάρπου

Πηγή : Ελαιοτριβείο Ξανθός

Αφού κάνουμε τη διαδικασία ζύγισης τότε με μια μεταφορική ταινία οδηγούμε τον καρπό της ελιάς στο σπαστήρα ώστε να γίνει-ζύμωση- ώστε να το διοχετεύσουμε στον μαλακτήρα μας .

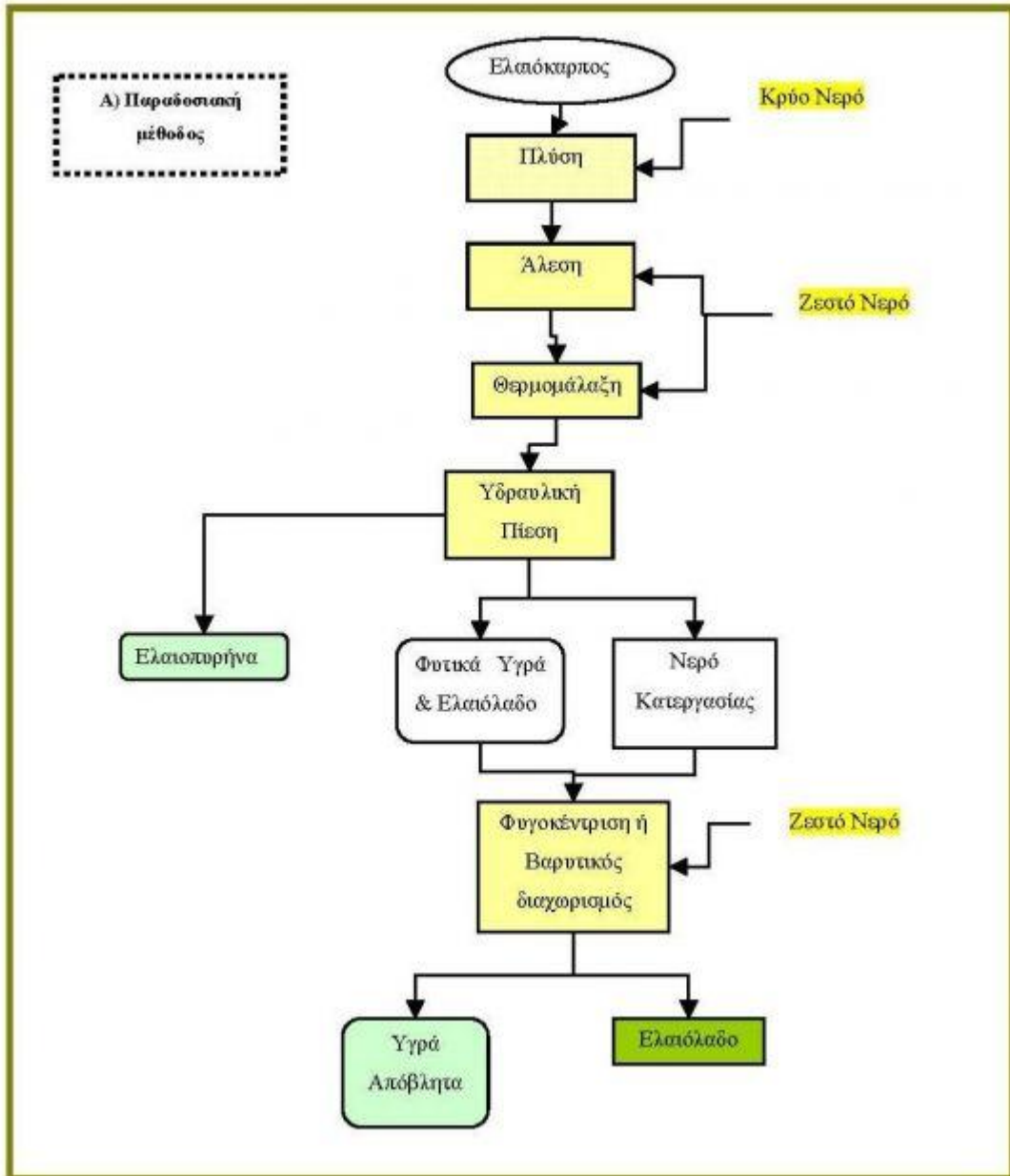
Στον μαλακτήρα μας πρέπει να μείνει το λιγότερο η ζύμωση μας 20min ή το μέγιστο 1hr σε σταθερή αυστηρή θερμοκρασία στους 25c°

Αφού μείνει το ζυμάρι στον μαλακτήρα σε συγκεκριμένες ώρες όπου θέτει ο κατασκευαστή (HAKKI USTA) τότε μέσω ειδικών σωλήνων το ζυμάρι οδηγείται στο τριφασικό (3φ) decarter όπου μαζί με ζεστό νερό γίνεται διαχωρισμός του πυρήνα.

Το ζεστό νερό διοχετεύεται από μια δεξαμενή, όπου σαν πρώτη ύλη για την θέρμανση του νερού ο αποξεραμένος πυρήνας.

Τέλος μετά το decarter αφού γίνει ο διαχωρισμός του πυρήνα τότε οδηγείται στο τελικό στάδιο όπου χωρίζεται το λάδι με το νερό .

Παρατήρηση : Στο διαχωρισμό άλλα ελαιοτριβεία έχουν την δυνατότητα ρίψει ψυχρού νερού ή ζεστού νερού.



Εικόνα 2 : block διάγραμμα κατεργασίας ελαιοκάρπου σε ελαιοτριβείο

Πηγή : (http://www.prosodol.gr/index.php?q=img_assist/popup/3476)



Εικόνα 3: τελευταίο στάδιο διαχωρισμού λαδιού από το νερό

Πηγή:(ελαιοτριβείο Ξανθός)



Εικόνα 4: Μαλακτήρας του ελαιολιβείου από την εταιρία HAKKI USTA

Πηγή:(ελαιολιβείο Ξανθός)

1.3 Ηλεκτρικές μηχανές του ελαιοτριβείου

Στα σύγχρονα ελαιουργικά μηχανήματα των ελαιοτριβείων το 98% αποτελούνται από ασύγχρονους τριφασικούς κινητήρες.

Ο τριφασικός ασύγχρονος ή επαγωγικός κινητήρας (induction motor), χρησιμοποιείται ευρύτατα στις βιομηχανικές εφαρμογές. Ενδεικτικό της καθολικής χρήσης της μηχανής αυτής είναι ότι, οι επαγωγικοί κινητήρες απορροφούν το 60% περίπου, της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα του ασύγχρονου κινητήρα, με κυριότερο την απλή κατασκευαστική δομή του δρομέα, θα εξηγηθούν στη συνέχεια. Οι επαγωγικές μηχανές χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ως κινητήρες εξαιτίας των μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν όταν λειτουργούν ως γεννήτριες. Για το λόγο αυτό οι επαγωγικές μηχανές αναφέρονται ως επαγωγικοί κινητήρες.

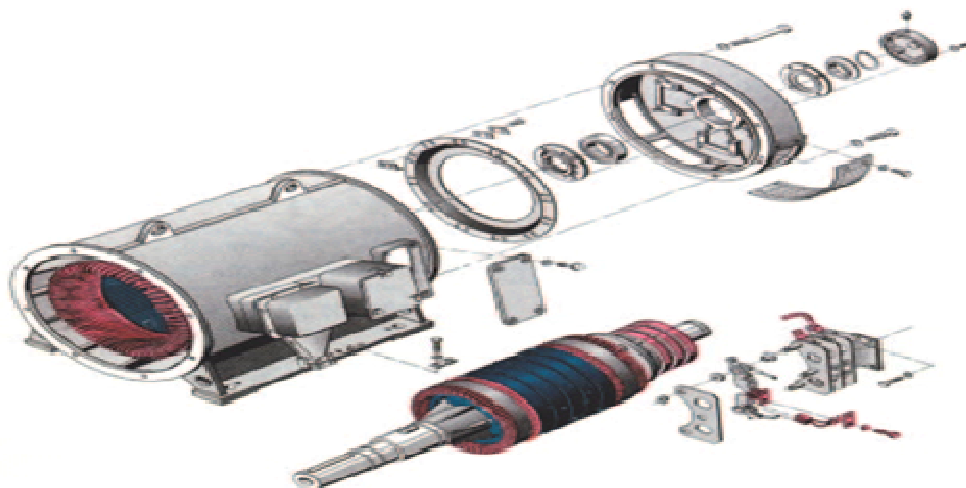
Οι ασύγχρονοι κινητήρες λόγω της απλότητας της κατασκευής τους, του χαμηλού κόστους, της ελάχιστης συντήρησης και της μεγάλης συγκέντρωσης ισχύος, είναι οι πιο διαδεδομένοι κινητήρες στη βιομηχανία.

Ονομάζονται διαφορετικά και επαγωγικοί κινητήρες, γιατί το ρεύμα διέγερσης του δρομέα δημιουργείται από επαγωγή αντί να παρέχεται με ηλεκτρική σύνδεση από κάποια πηγή.

Οι ασύγχρονοι κινητήρες διακρίνονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξουμε τους τριφασικούς κινητήρες. Οι ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες ανάλογα με τη κατασκευή του δρομέα διακρίνονται σε δύο τύπους:

A) Κινητήρας με βραχυκυκλωμένο δρομέα

B) Κινητήρας δακτυλιοφόρου δρομέα

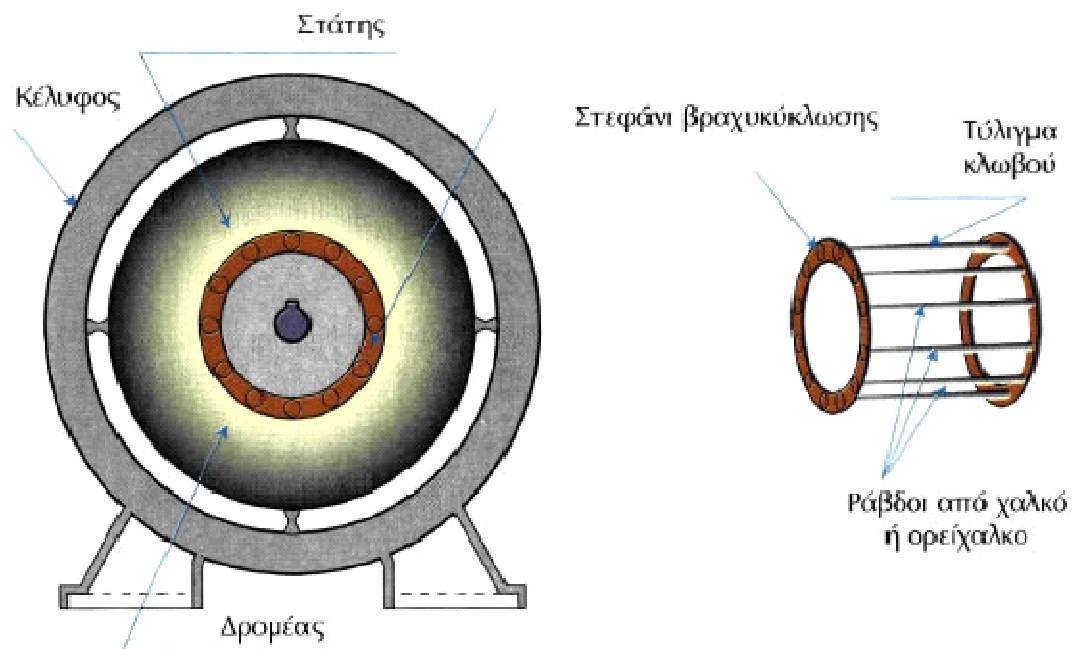


Εικόνα 3: Κατασκευαστική δομή του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

Πηγή: (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων)

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΟ ΔΡΟΜΕΑ

- 1) Ο δρομέας αποτελείται από τον πυρήνα, ο οποίος έχει σχήμα κυλινδρικού τυμπάνου και αποτελείται από μαγνητικά ελάσματα.
 - 2) Τα ελάσματα έχουν οδοντώσεις και σχηματίζουν αυλάκια επάνω στην επιφάνεια του δρομέα.
 - 3) Μέσα στα αυλάκια τοποθετούνται ράβδοι από χαλκό, αλουμίνιο ή ορείχαλκο χωρίς μόνωση.
- Οι ράβδοι συγκολλούνται στα άκρα τους σε δυο στεφάνια βραχυκύκλωσης και σχηματίζουν το τύλιγμα κλωβού



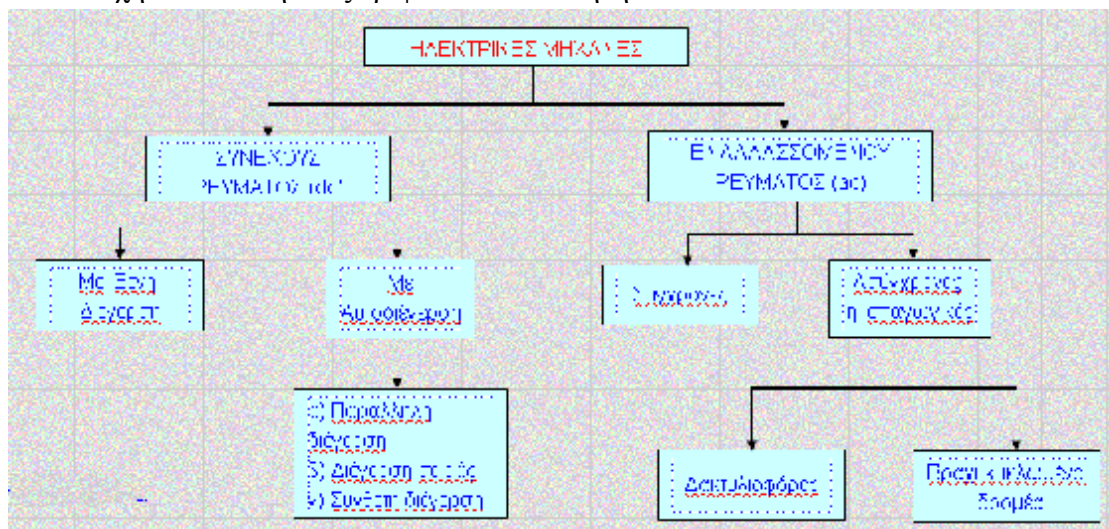
Εικόνα 3: Κατασκευαστική δομή του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

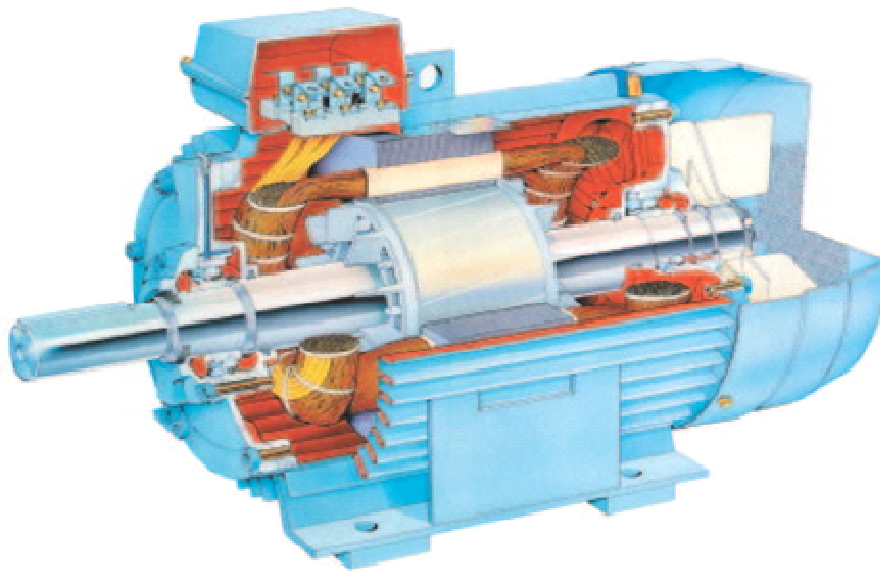
Πηγή: (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων)

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΔΑΚΤΥΛΙΟΦΟΡΟ ΔΡΟΜΕΑ

- 1) Ο δρομέας αποτελείται από τον πυρήνα, ο οποίος έχει σχήμα κυλινδρικού τυμπάνου και αποτελείται από μαγνητικά ελάσματα.
- 2) Τα ελάσματα έχουν οδοντώσεις και σχηματίζουν αυλάκια επάνω στην επιφάνεια του δρομέα.
- 3) Μέσα στα αυλάκια τοποθετείται διφασικό ή τριφασικό τυλίγμα.
- 4) Ο αριθμός των πόλων του τυλίγματος του δρομέα πρέπει να είναι υποχρεωτικά ο ίδιος με αυτόν των τυλιγμάτων του δρομέα.
- 5) Συνήθως τα τυλίγματα είναι τριφασικά και συνδέονται σε αστέρα.
- 6) Τα τρία ελεύθερα άκρα του τυλίγματος του δρομέα συνδέονται σε δακτυλίδια, που βρίσκονται επάνω στον άξονα.

Επάνω στα δακτυλίδια εφάπτονται ψήκτρες. Κάθε φάση του δρομέα συνδέεται με την αντίστοιχη αντίσταση ενός τριφασικού εκκινητή



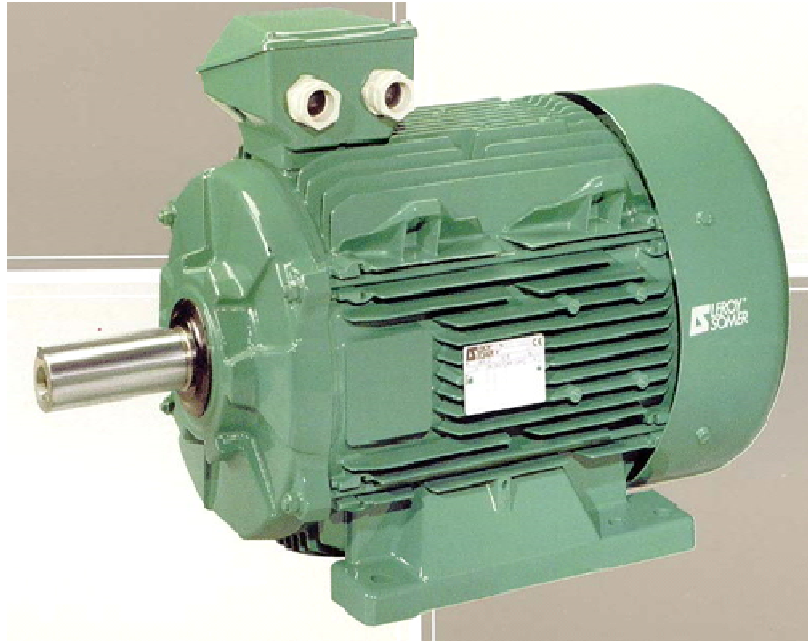


Γενικά χαρακτηριστικά:

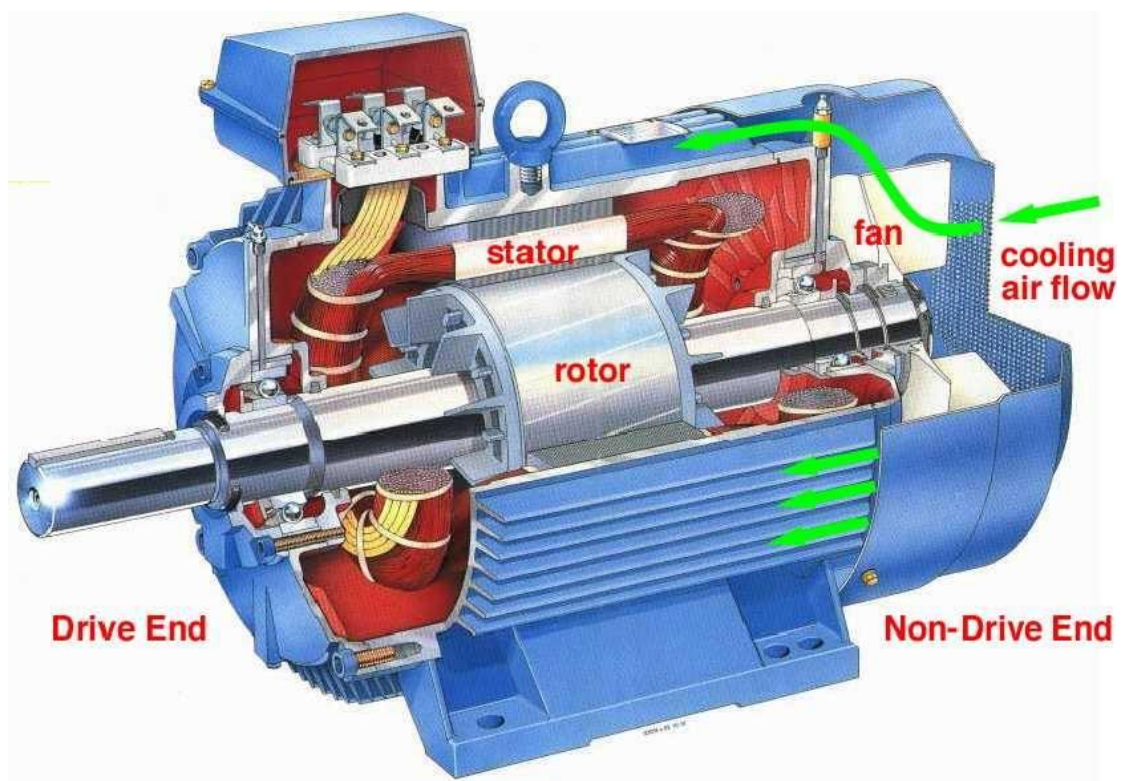
Σε μία ασύγχρονη (επαγωγική) ηλεκτρική μηχανή η τάση του δρομέα, η οποία με τη σειρά της παράγει το ρεύμα διέγερσης και το πεδίο του δρομέα, αναπτύσσεται εξ επαγωγής στο κύκλωμα διέγερσης, αντί να προσφέρεται σε αυτό με κάποια ηλεκτρική σύνδεση.

Το ακίνητο μέρος της επαγωγικής μηχανής είναι ο στάτης και το περιστρεφόμενο ο δρομέας. Μεταξύ των δύο αυτών τμημάτων της μηχανής υπάρχει διάκενο μεγέθους της τάξεως κλασμάτων του χιλιοστού. Μόνο σε περιπτώσεις πολύ μεγάλων κινητήρων μπορεί το μέγεθος του διακένου να φτάσει στη τάξη μερικών χιλιοστών. Η αρχή λειτουργίας των ασύγχρονων κινητήρων διατυπώθηκε από τον Ν. Tesla στα τέλη της δεκαετίας του 1880. Επαγωγικοί κινητήρες με μορφή αντίστοιχη της σημερινής, ήταν εμπορικά διαθέσιμοι από το 1896. Από τότε έως το 1970, οι βελτιώσεις στην ποιότητα των υλικών κατασκευής, στις τεχνικές χύτευσης και στη μόνωση των τυλιγμάτων, επέτρεψε τη δραστική μείωση του μεγέθους και του κόστους κατασκευής των επαγωγικών κινητήρων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ένας σημερινός ασύγχρονος κινητήρας των 100hp, έχει τις ίδιες διαστάσεις με ένα κινητήρα 7.5hp του 1897.

Η μείωση στις διαστάσεις των επαγωγικών κινητήρων δεν είχε συνοδευτεί από ουσιαστική βελτίωση του βαθμού απόδοσης, έως την πετρελαϊκή κρίση του 1973, εξαιτίας του μικρού κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, στη συνέχεια, όλοι οι κατασκευαστές ανέπτυξαν επαγωγικούς κινητήρες με το χαρακτηρισμό υψηλής απόδοσης (high efficiency induction motors). Οι κινητήρες αυτοί, αν και έχουν μεγαλύτερο κόστος από τους τυπικούς επαγωγικούς κινητήρες, αποκτούν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Η τυπική μορφή ενός επαγωγικού κινητήρα υψηλής απόδοσης εικονίζεται στην εικόνα 5



Εικόνα 5: τριφασικός κινητήρας ασύγχρονου βραχυκυκλωμένου δρομέα



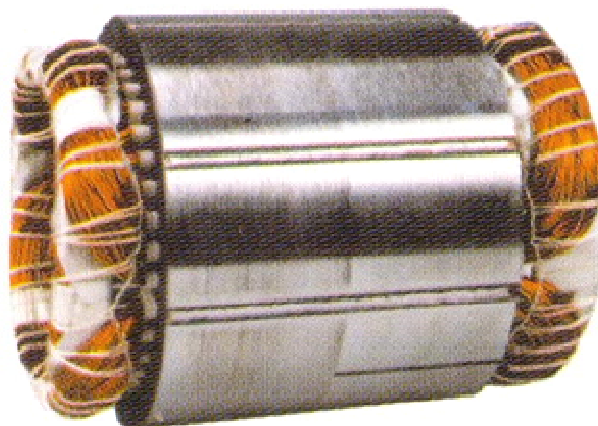
Εικόνα 6: Η δομή ενός τριφασικού ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού και ο τρόπος ψύξης του
Πηγή : www.hlektrologia.gr

Οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις σύγχρονες (synchronous) και τις ασύγχρονες ή επαγωγικές μηχανές. Οι σύγχρονες μηχανές, αντίθετα από τις επαγωγικές, χρησιμοποιούνται κυρίως ως γεννήτριες.

Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, όλων των κατηγοριών, έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Σύμφωνα μ' αυτή, ο δρομέας του κινητήρα στρέφεται από τη ροπή, η οποία τείνει να ευθυγραμμίσει τα μαγνητικά πεδία του αναπτύσσουν τα τυλίγματα του στάτη και του δρομέα. Αν το μαγνητικό πεδίο του στάτη μπορούσε να στραφεί, τότε η αναπτυσσόμενη ροπή θα ανάγκαζε το δρομέα να ακολουθεί το μαγνητικό πεδίο του στάτη. Επομένως, η λειτουργία όλων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος στηρίζεται στη δυνατότητα παραγωγής από το τύλιγμα του στάτη ενός στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου.

Στους σύγχρονους κινητήρες η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα είναι ίση με την ταχύτητα που στρέφεται το πεδίο του στάτη. Αντίθετα, στους ασύγχρονους κινητήρες, η ταχύτητα του δρομέα είναι μικρότερη από εκείνη του στρεφόμενου πεδίου του στάτη και εξαρτάται από το μέγεθος του φορτίου.

Στις μηχανές συνεχούς ρεύματος ο στάτης αποτελείται από το ζύγωμα, πάνω στον οποίο στηρίζονται οι μαγνητικοί πόλοι. Οι μαγνητικοί πόλοι προεξέχουν από το κυλινδρικό ζύγωμα και ονομάζονται έκτυποι πόλοι (salient poles). Το τύλιγμα της διέγερσης, που φέρουν οι πόλοι του στάτη, τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα και παράγει ένα σταθερό και ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο. Το τύλιγμα του οπλισμού τοποθετείται σε αυλακώσεις, στον κυλινδρικό δρομέα.



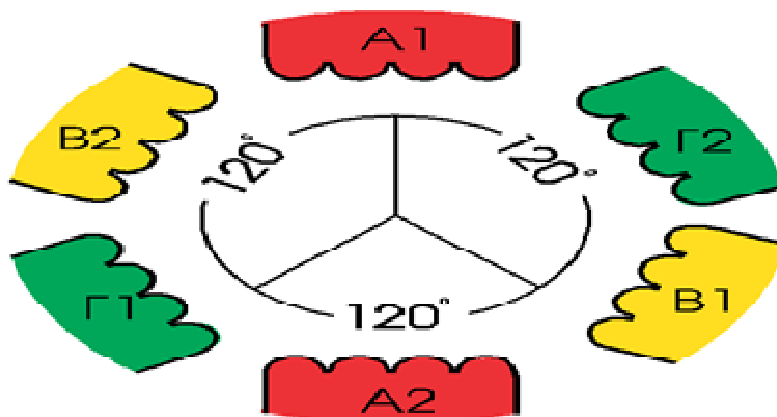
Εικόνα 7: Κατασκευαστική δομή του στάτη, των τριφασικών μηχανών
Πηγή: (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων)

Στις μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος, με έμφαση τις σύγχρονες γεννήτριες, οι ρόλοι του στάτη και του δρομέα είναι αντεστραμμένοι, σε σχέση με τις μηχανές συνεχούς ρεύματος. Η μορφή του δρομέα αλλάζει δραστικά, ανάλογα με το είδος της μηχανής εναλλασσόμενου ρεύματος. Ο δρομέας των μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος μπορεί να έχει κυλινδρική δομή με αυλακώσεις, εντός των οποίων τοποθετείται το τύλιγμα. Εναλλακτικά ο δρομέας μπορεί να έχει πόλους οι οποίοι να προεξέχουν (salient pole rotor), όπως οι πόλοι του στάτη στις μηχανές συνεχούς ρεύματος. Στην κατασκευαστική δομή του δρομέα των επαγωγικών κινητήρων, θα αναφερθούμε λεπτομερέστερα στη συνέχεια.

Αντίθετα από το δρομέα, ο στάτης όλων μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος έχει την ίδια κατασκευαστική δομή. Ο στάτης είναι μια κυλινδρική δομή από ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους. Στο εσωτερικό του φέρει αυλακώσεις, μέσα στις οποίες τοποθετείται το τύλιγμα του στάτη, όπως εικονίζεται στην εικόνα 6. Στη συνέχεια θεωρούμε ότι το τύλιγμα του στάτη είναι τριφασικό, οπότε η μηχανή χαρακτηρίζεται ως τριφασική. Όταν το τριφασικό τύλιγμα του στάτη διαρρέετε από ένα τριφασικό σύστημα ρευμάτων, αναπτύσσεται το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο.

Εκτός από τις τριφασικές μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος, υπάρχουν οι μονοφασικές και οι διφασικές. Οι μηχανές αυτές φέρουν στο στάτη μονοφασικό ή διφασικό τύλιγμα αντίστοιχα. Η χρήση τους είναι περιορισμένη, σε σχέση με τις τριφασικές μηχανές, εξαιτίας των λειτουργικών μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν.

Στην τριφασική μηχανή, η κάθε φάση του τυλίγματος είναι μετατοπισμένη κατά 120° , σε σχέση με τις άλλες δύο. Οι άξονες a_s , b_s , c_s , δηλώνουν τη θετική φορά των μαγνητικών πεδίων, που παράγουν τα τρία τυλίγματα μόνα τους. Τα τρία τυλίγματα έχουν την ίδια αντίσταση και τον ίδιο αριθμό σπειρών, οπότε το τριφασικό τύλιγμα του στάτη ονομάζεται συμμετρικό. Οι πλευρές των ομάδων (coil sides), κάθε τυλίγματος είναι τοποθετημένες σε αυλάκια (slots), τα οποία σχηματίζουν γωνία (span) 180° στη διπολική μηχανή. Η φορά του ρεύματος σε κάθε πλευρά των ομάδων, οι οποίες αποτελούνται από ορισμένο αριθμό σπειρών, εικονίζεται στην εικόνα 6. Τα άκρα των τεσσάρων ομάδων κάθε τυλίγματος συνδέονται σε σειρά, με τον τρόπο που εικονίζεται στην εικόνα 7. Τα άκρα $a'4$, $b'4$ και $c'4$ από τα τρία τυλίγματα συνδέονται μεταξύ τους, στη σύνδεση αστέρα.

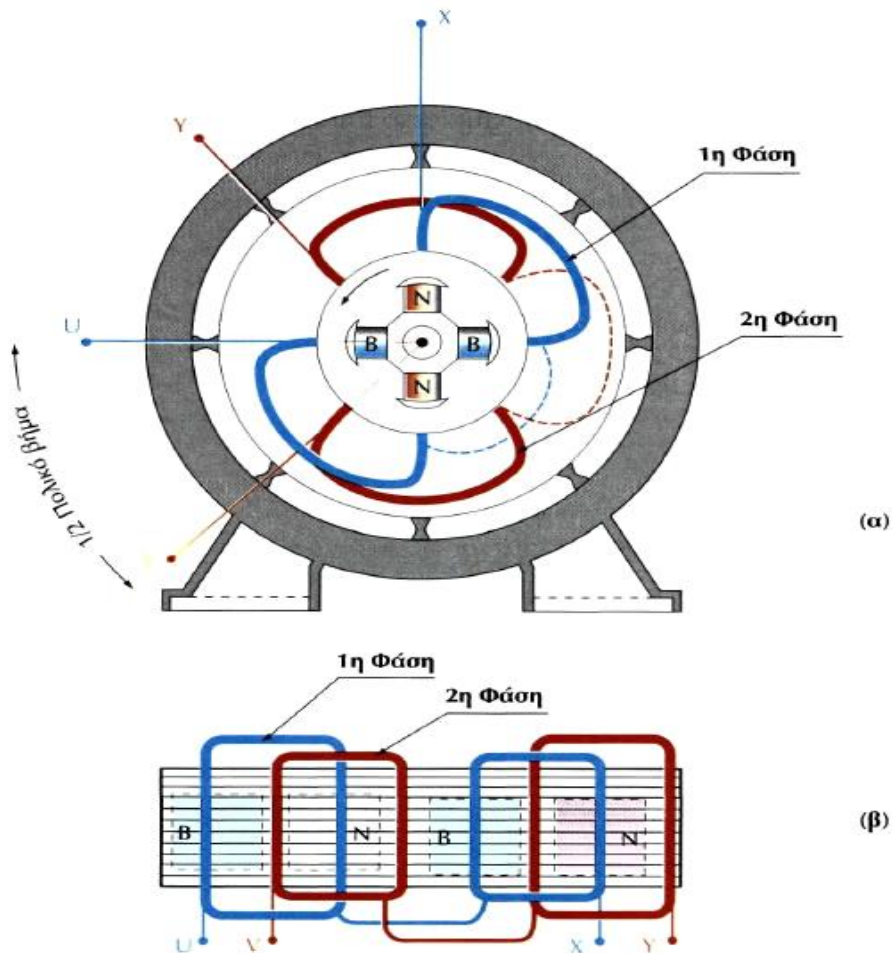


Εικόνα 8: δημιουργία στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου

Πηγή: (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων

Δημιουργία μαγνητικών πόλων

Πηνίο	Φορά Ρεύματος	
	A1	Θετική (+)
	Βόρειος (B)	Νότιος (N)
A2	Νότιος (N)	Βόρειος (B)
B 1	Βόρειος (B)	Νότιος (N)
B 2	Νότιος (N)	Βόρειος (B)
Γ1	Βόρειος (B)	Νότιος (N)
Γ2	Νότιος (N)	Βόρειος (B)



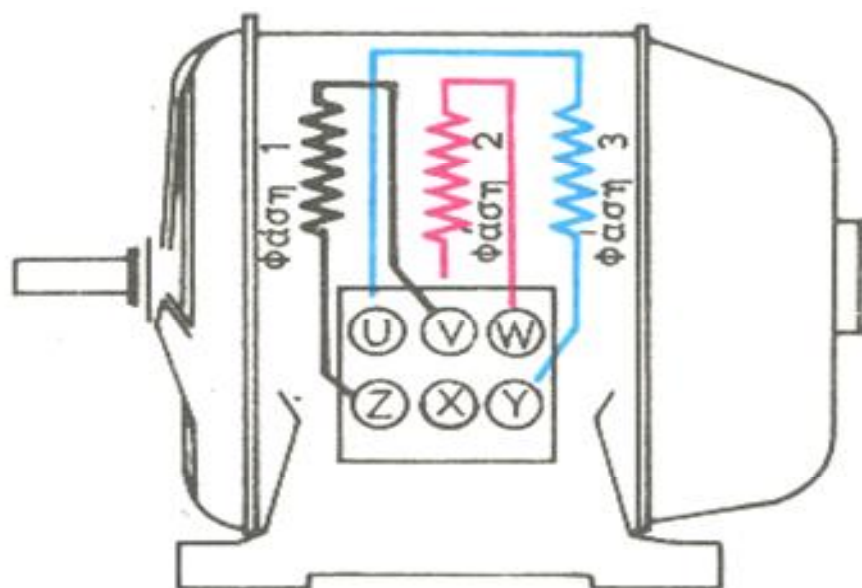
Εικόνα 9: Στο παραπάνω σχήμα γίνεται η δημιουργία του μαγνητικού πεδίου και η αλληλουχία των φάσεων κατά 120° διαφορά φάσεις

πηγή : (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων)

παρατήρηση : Η ταχύτητα περιστροφής n_r του κινητήρα είναι πάντοτε μικρότερη από τη σύγχρονη ταχύτητα n_s του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου και για αυτό ο λόγος που μας μεταφράζει την διαφοράς ανάμεσα στη ταχύτητα του δρομέα και του μαγνητικού πεδίου είναι η ολίσθηση όπου είναι καθαρός αριθμός ($n_s \neq n_r$). Αν όμως η ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου και του δρομέα γίνουν ίσες τότε ο κινητήρας θα σταματήσει να δουλεύει και η ολίσθηση θα γίνει ίση με το μηδέν ($s=0$) και αυτό μας το εξηγεί και ο παρακάτω τύπος

$$F=B * I * L$$

- όπου: F: μαγνητική δύναμη (Laplace) σε (N)
B : μαγνητική επαγωγή στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου σε T (VS/m²)
I : ρεύμα δρομέα από επαγωγή σε (A)
L: μήκος αγωγού δρομέα σε (m).



Εικόνα 10: τριφασικός κινητήρας ασύγχρονου βραχυκυκλωμένου δρομέα σύνδεση τυλιγμάτων στο εσωτερικό της μηχανής

πηγή : (Σχολικό βιβλίο Γ' τάξης ΕΠΑΛ τομέα ηλεκτρολόγων εγκαταστάσεων κτιρίων)

Για την εύρεση της ολίσθησης ο τύπος είναι ως εξής

$$S = \frac{n_s - nr}{n_s}$$

Όπου n_s : ταχύτητα περιστροφής του μαγνητικού πεδίου

nr : ταχύτητα περιστροφής του δρομέα του κινητήρα

Ταχύτητα περιστροφής μαγνητικού πεδίου δίνεται ως εξής

$$n_s = \frac{60 * f}{p}$$

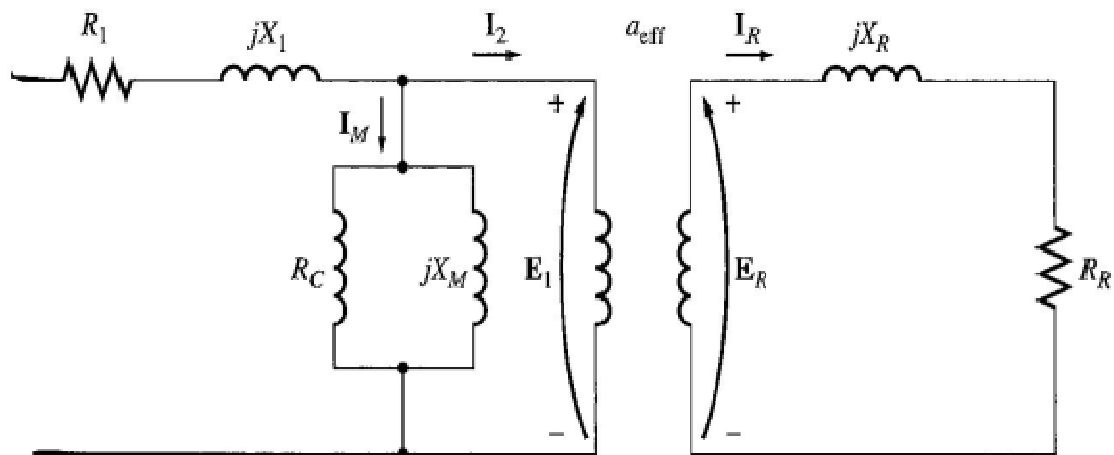
n_s : =σύγχρονη ταχύτητας του μαγνητικού πεδίου

f : =συχνότητα

p : =ζεύγη πόλων

Ταχύτητα περιστροφής του δρομέα υπολογίζεται από ηλεκτρονική συσκευή όπου ονομάζεται <<ΣΤΡΟΦΟΜΕΤΡΟ>>.

Για την λειτουργία του κινητήρα βασιζόμαστε στις τάσεις και της εντάσεις που παράγονται στο δρομέα και αυτό το φαινόμενο οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο του στάτη της επαγωγική μας μηχανής . Για να μεταφράσουμε τη περιγραφή της επαγωγικής μας μηχανής θα χρησιμοποιήσουμε το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα όπου είναι παρόμοιο με το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή , το ισοδύναμο κύκλωμα της επαγωγικής μηχανής φαίνεται αναλυτικά στην εικόνα 9.



Εικόνα 11 : ισοδύναμο κύκλωμα του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα ή επαγωγικού κινητήρα

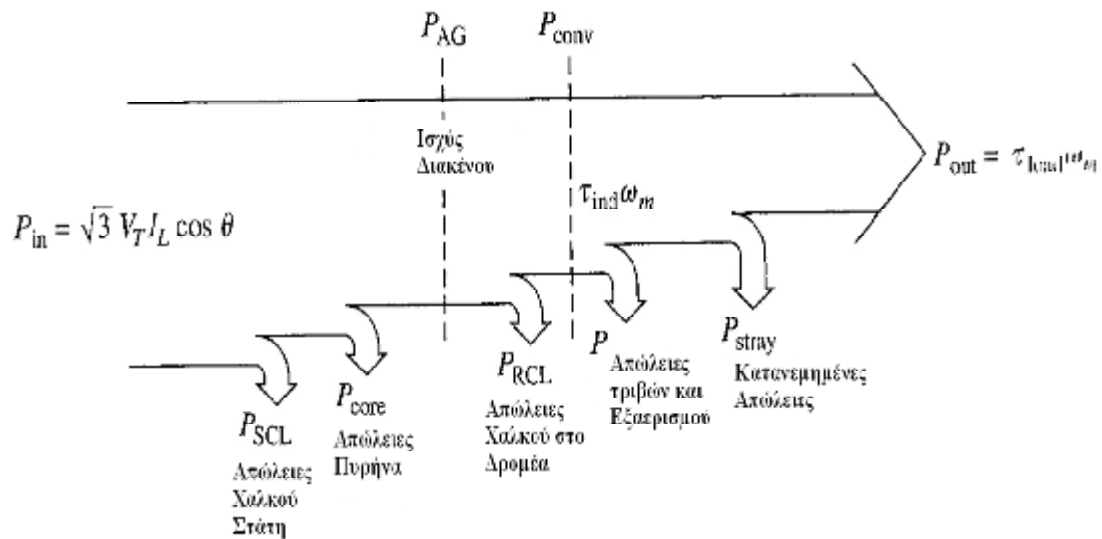
Πηγή: Ηλεκτρικές μηχανές Stephen j.Chapman

R_1 = Ωμική αντίσταση του στάτη , R_2 = Ωμική αντίσταση του δρομέα
 jX_1 = Επαγωγική σκέδαση του στάτη, jX_2 =Επαγωγική σκέδαση του δρομέα
 R_c = Απώλειες πυρήνα του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα
 jX_m = Αντίσταση μαγνήτισης του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

$$a_{eff} = \frac{E_1}{E_R} \quad \text{ή} \quad a_{eff} = \frac{IR}{I_2}$$

όπου a_{eff} είναι ο λόγος μετασχηματισμού όπου ο στάτης συνδέεται με το δρομέα

Με το ισοδύναμο κύκλωμα μπορούμε να προσεγγίσουμε την ισχύ και τη ροπή του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα όπου η ισχύς που εφαρμόζουμε στο στάτη είναι ηλεκτρική ισχύ, και η ισχύς που εφαρμόζεται στο στάτη είναι μηχανική ισχύ. Η σχέση ανάμεσα στην ηλεκτρική και στην μηχανική ισχύ παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής ισχύος του του ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.



Εικόνα 10: διάγραμμα ροής ισχύος και απωλειών

Πηγή: Ηλεκτρικές μηχανές Stephen j.Chapman

P_{in} =Ηλεκτρική ισχύς που εφαρμόζεται στο στάτη

P_{out} =Μηχανική ισχύς που αποδίδει ο δρομέας

ΙΣΧΥΣ – ΡΟΠΗ – ΑΠΩΛΕΙΕΣ

$$P_{AG} = P_{in} - P_{SCL} - P_{core}$$

$$P_{conv} = P_{AG} - P_{RCL} = 3I_2^2 R_2 \left(\frac{1-s}{s} \right)$$

Χαρακτηριστική ροπή- ταχύτητας

Όταν ο κινητήρας δουλεύει χωρίς φορτίο η ολίσθηση είναι μικρή και η σχετική κίνηση ανάμεσα στα μαγνητικά πεδία του στάτη και του δρομέα είναι πολύ μικρή.

Η τάση που επάγεται στις ράβδους του δρομέα είναι μικρή και κατά συνέπεια είναι μικρό και το ρεύμα στο δρομέα. Το ρεύμα στο στάτη είναι αρκετά μεγάλο, ακόμα και όταν ο κινητήρας δουλεύει χωρίς φορτίο. Εάν προστεθεί φορτίο στον κινητήρα η ολίσθηση αυξάνεται, η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα μειώνεται και αυξάνονται η τάση που επάγεται στις ράβδους του δρομέα, το ρεύμα του δρομέα και το ρεύμα του στάτη.

Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου του στάτη και η γωνία μεταξύ του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου και του πεδίου του στάτη αυξάνονται με συνέπεια την αύξηση της ροπής.

Αύξηση της γωνίας μεταξύ του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου και του πεδίου του στάτη σε τιμές μεγαλύτερες των 90 μοιρών τείνει να μειώσει τη ροπή Η επαγόμενη ροπή του ασύγχρονου κινητήρα είναι μηδέν στη σύγχρονη ταχύτητα.

Μεταξύ των σημείων λειτουργίας χωρίς φορτίο και υπό πλήρες φορτίο η καμπύλη ροπής ταχύτητας είναι σχεδόν γραμμική.

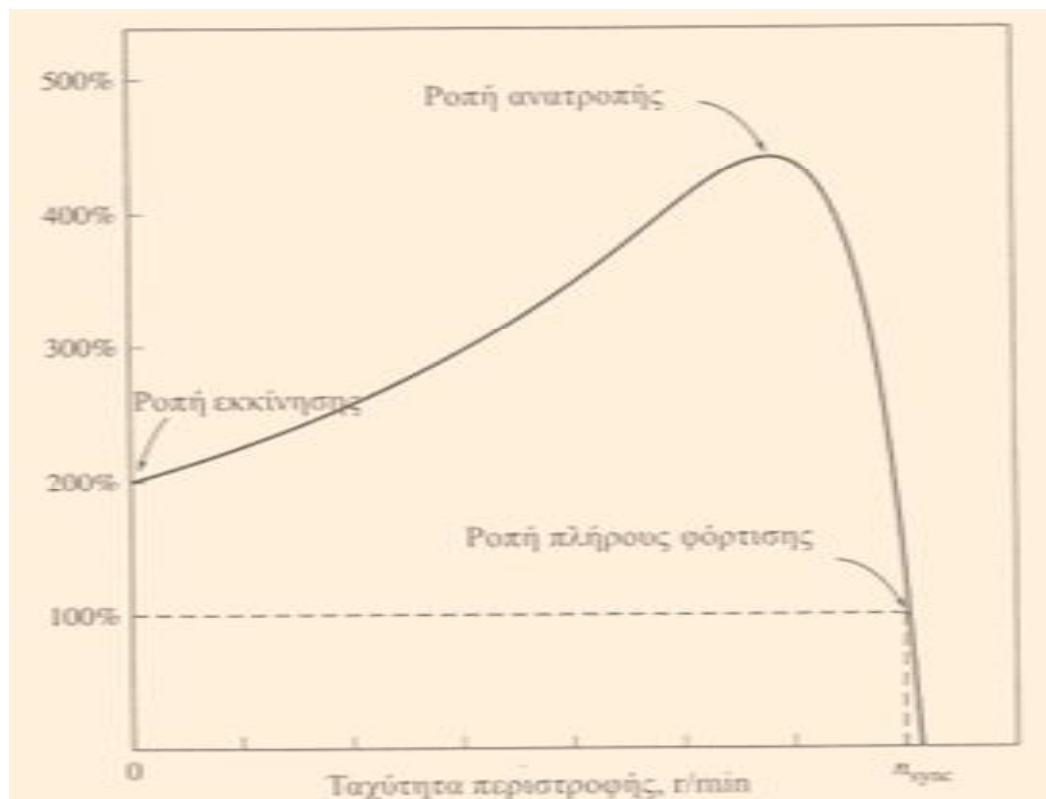
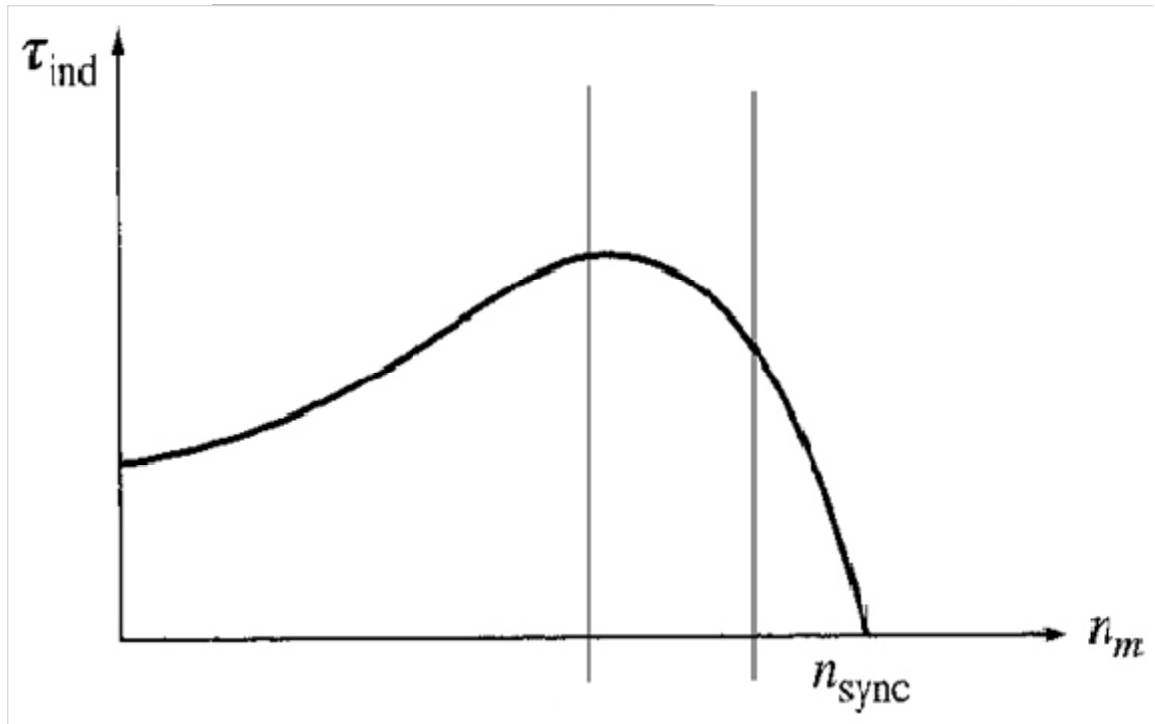
Υπάρχει μια μέγιστη επιτρεπτή ροπή που είναι αδύνατον να ξεπεραστεί και ονομάζεται ροπή ανατροπής.

Η ροπή εκκίνησης του κινητήρα είναι λίγο μεγαλύτερη από τη ροπή σε πλήρη φόρτιση.

Η ροπή του κινητήρα για συγκεκριμένη ολίσθηση μεταβάλλεται με το τετράγωνο της τάσης εισόδου.

Αν ο δρομέας του επαγωγικού κινητήρα περιστρέφεται με ταχύτητα μεγαλύτερη από τη σύγχρονη, η μηχανή λειτουργεί ως γεννήτρια μετατρέποντας μηχανική ισχύ σε ηλεκτρική.

Αν αντιμετωπίσουμε δυο φάσεις, η φορά περιστροφής του στρεφόμενου Μ.Π. αντιστρέφεται και η επαγόμενη ροπή γίνεται αντίθετη προς τη φορά περιστροφής του δρομέα με αποτέλεσμα το απότομο σταμάτημα του κινητήρα (ακαριαία πέδηση).



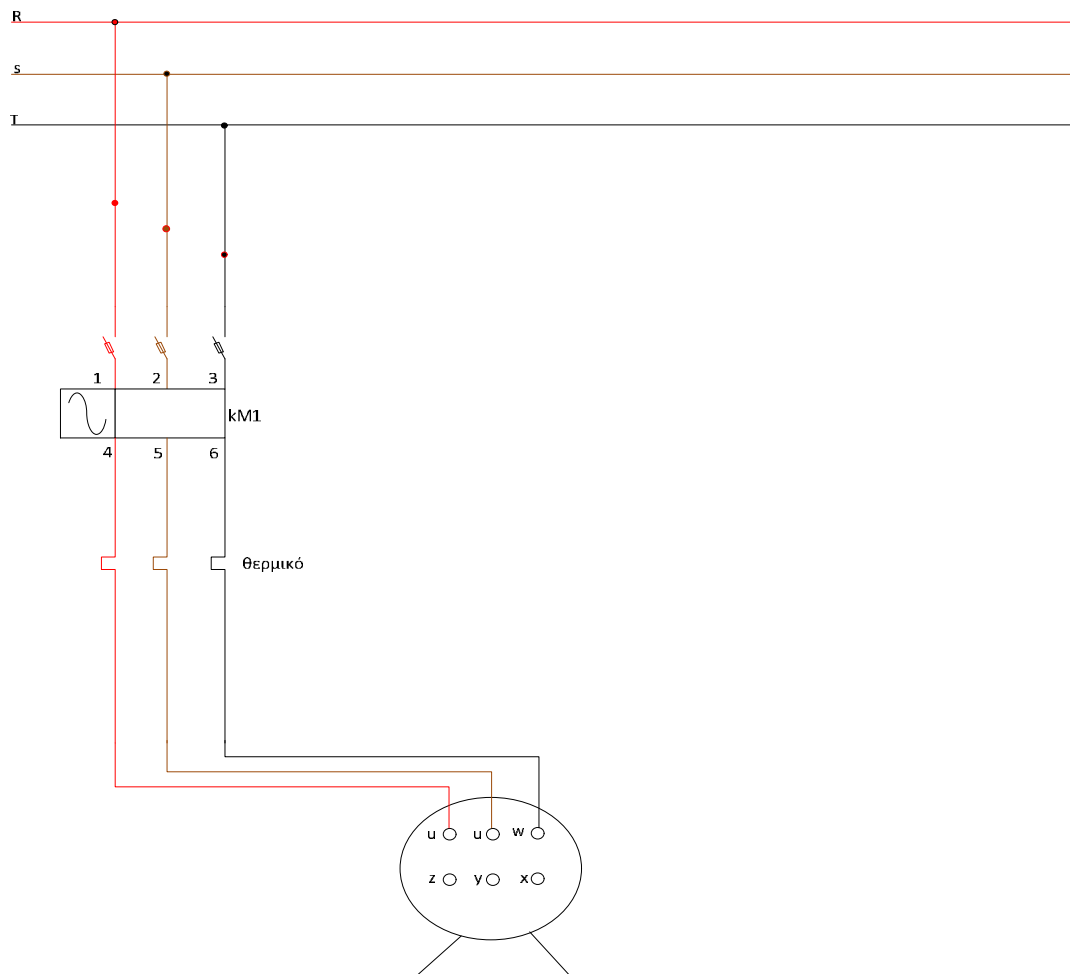
Τρόποι εκκίνησης τριφασικού ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

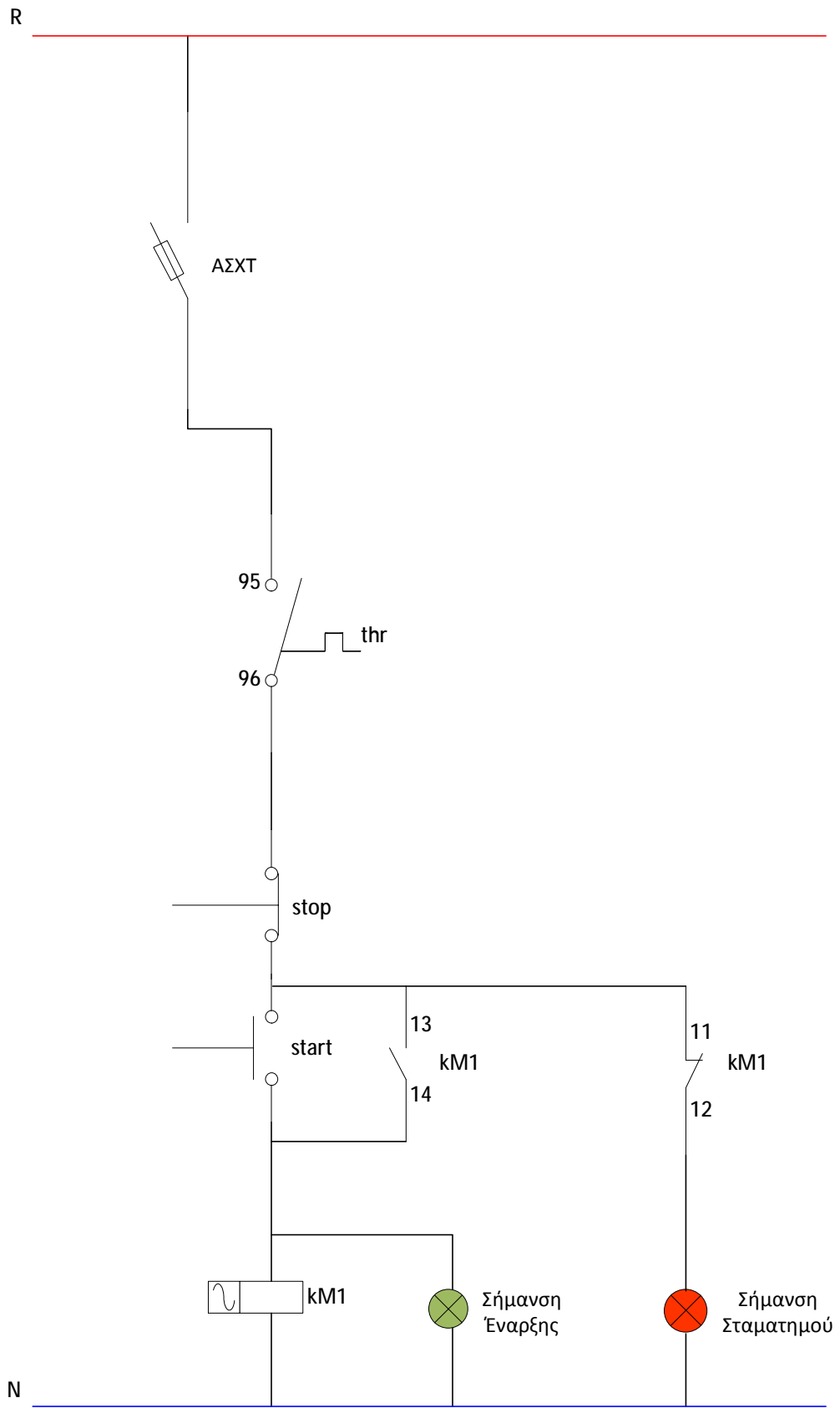
Οι τρόποι οι οποίοι μπορείς να εκκινήσει ένα ασύγχρονο τριφασικό κινητήρα είναι οι εξής :

- 1) Απευθείας εκκίνηση
- 2) Χρήση αυτοματισμού αστέρα/τρίγωνο
- 3) Με αντίσταση εκκίνησης
- 4) Με αυτομετασχηματιστή (Α/ΜΣ)
- 5) Ηλεκτρονικά ισχύος (soft starter ή inverter)

1) Απευθείας εκκίνηση

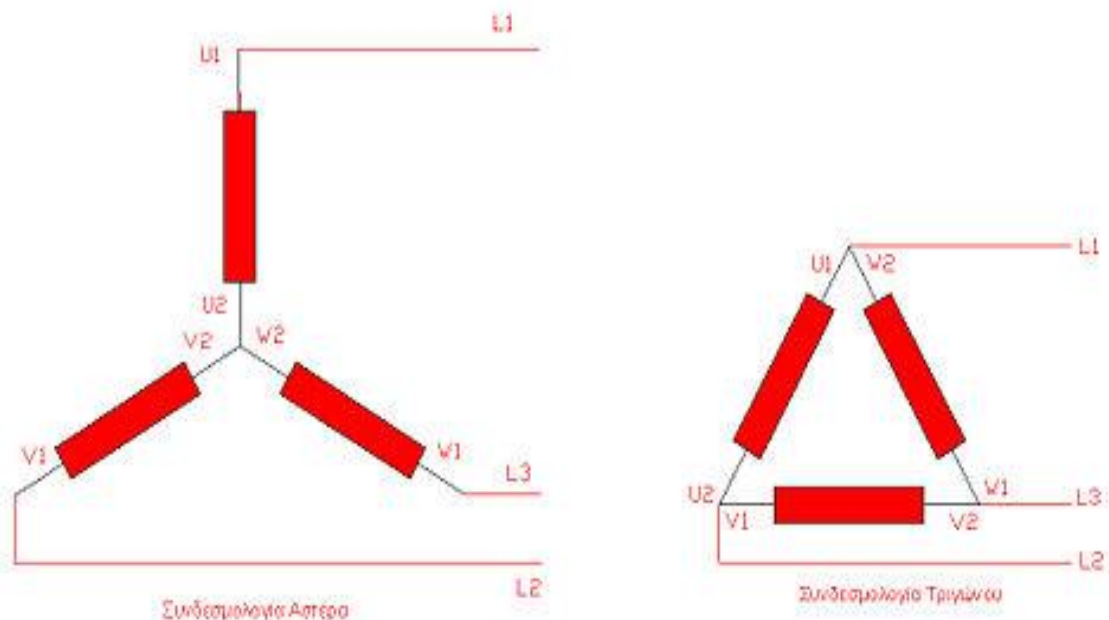
Οι κινητήρες αυτοί συνδέονται στο δίκτυο είτε με τριπολικό (3p) διακόπτη είτε με κύκλωμα αυτοματισμού όπου παρεμβάλλεται ένα ρελέ ισχύος και ένα θερμομαγνητικό για την προστασία του . Αυτές οι διατάξεις είναι για κινητήρες μέχρι 1,5 hp αλλά έχουν ένα μειονέκτημα ότι δημιουργούν μεγάλη πτώση τάση και έτσι η ΔΕΗ και το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384 έχουν εφαρμόσει κανονισμό ότι η επιτρεπόμενη πτώση τάση θα είναι το πολύ 4% . Με τον τρόπο αυτό το ρεύμα εκκίνησης είναι $I_{εκκ}=6* I_{ονομ}$ Ενώ η ροπή εκκίνησης είναι $T_{εκκ}=1,5*T_{ονομ}$.





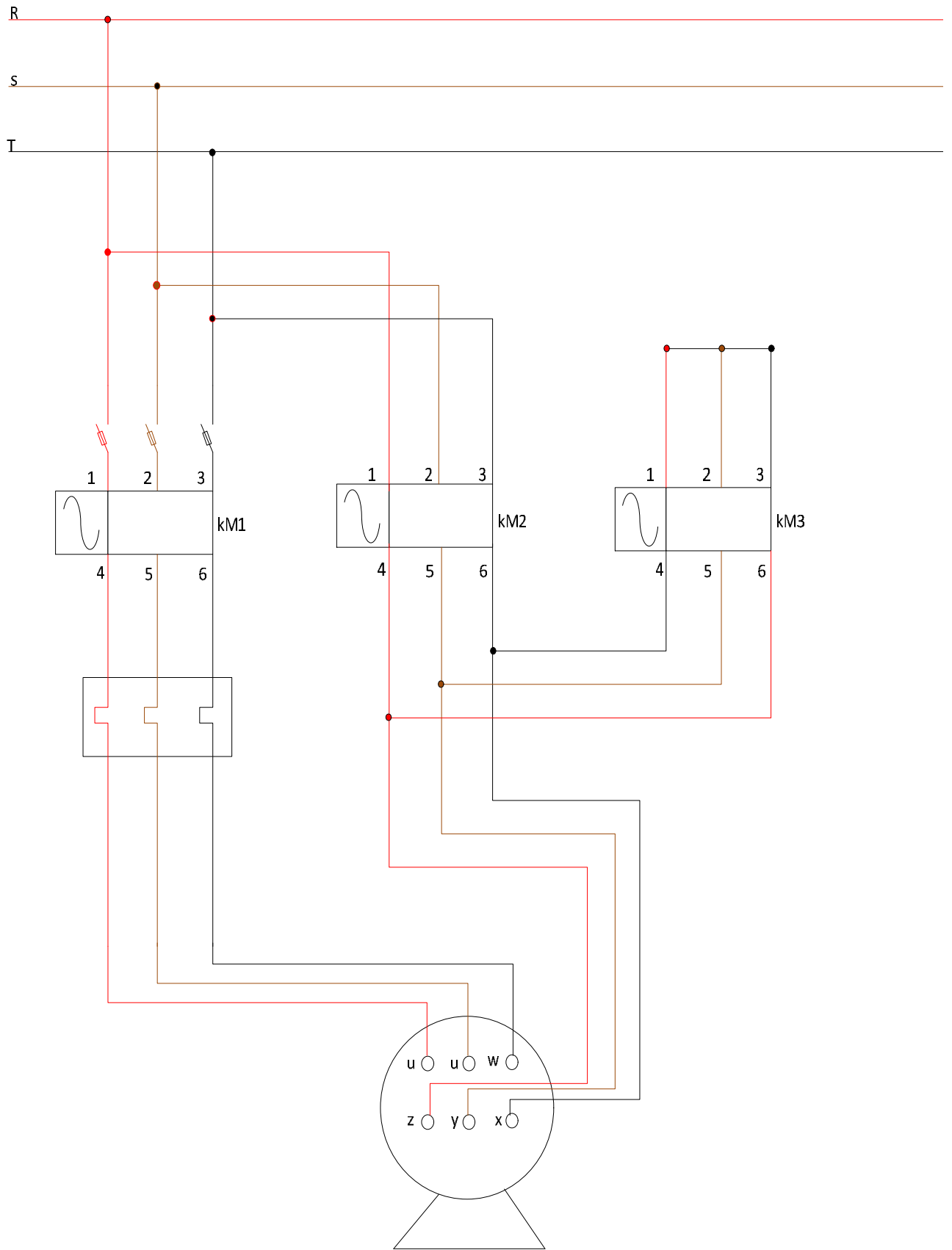
2) εκκίνηση με Αστέρα – Τρίγωνο

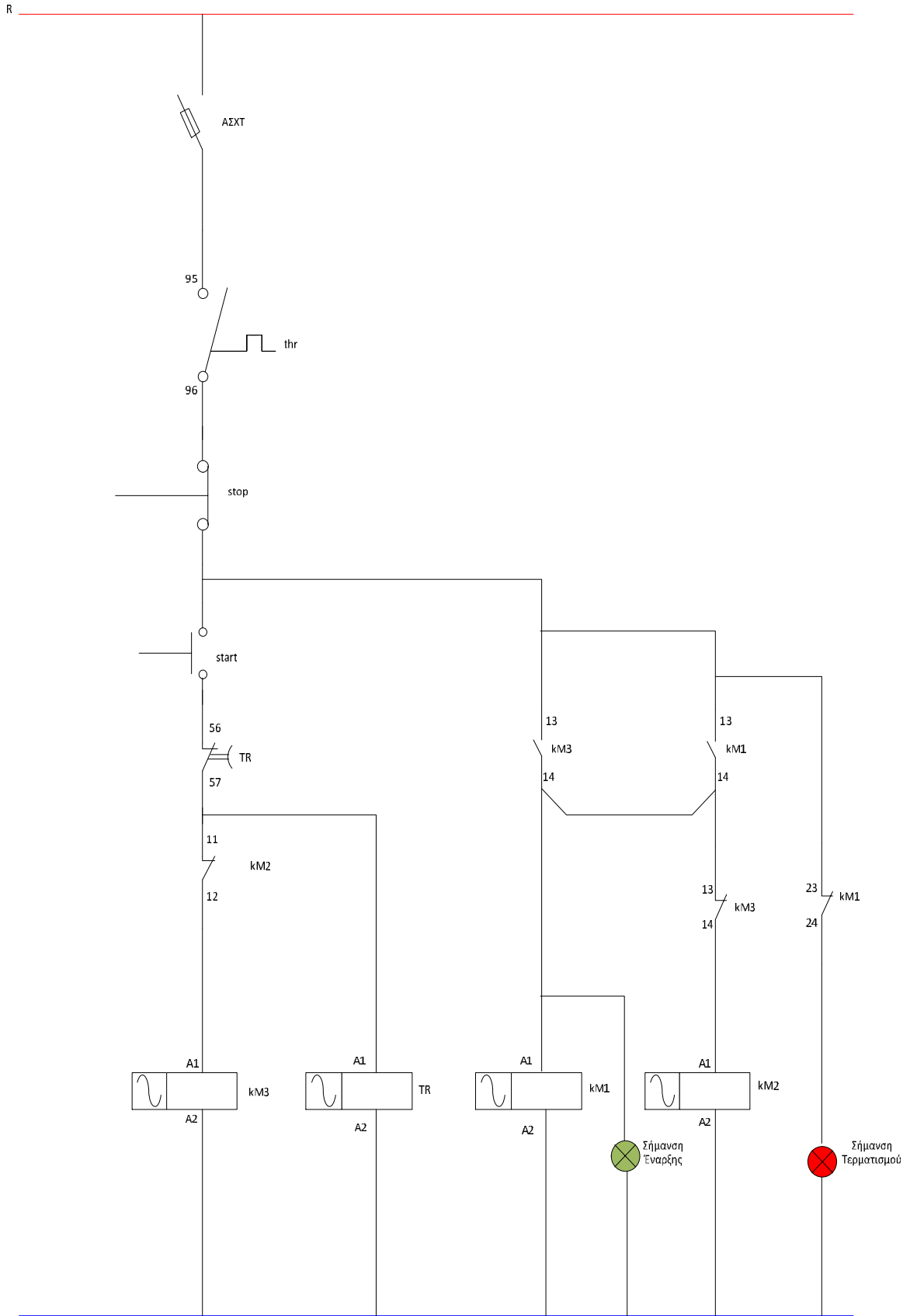
Η εκκίνηση με Αστέρα – Τρίγωνο είναι η πιο διαδεδομένη εκκίνηση παγκοσμίως, γιατί όταν κάνουμε εκκινήσεις για τον περιορισμό μεγάλων ρευμάτων, και ο μόνος τρόπος καταπολέμησης των αιχμών βρίσκεται στη λύση ελάττωσης της τάσης. Στο ξεκίνημα του κινητήρα τα τρία τυλίγματα πρέπει να συνδεθούν σε συνδεσμολογία αστέρα. Για το σκοπό αυτό συνδέονται μαζί τα άκρα U_2 , V_2 και W_2 μεταξύ τους, ενώ τα άκρα U_1 , V_1 και W_1 συνδέονται με τις φάσεις L_1 , L_2 και L_3 αντίστοιχα. Αφού ο κινητήρας λειτουργήσει για ένα χρονικό διάστημα, ώστε να φτάσει περίπου την ονομαστική ταχύτητα περιστροφής του, ο αυτόματος διακόπτης αλλάζει την συνδεσμολογία του κινητήρα από αστέρα σε τρίγωνο. Αυτό γίνεται γεφυρώνοντας τα άκρα U_1 - W_2 , V_1 - U_2 και W_1 - V_2 και συνδέοντας τα στις φάσεις L_1 , L_2 , L_3 αντίστοιχα. Το ρεύμα εκκίνησης ενός κινητήρα σε συνδεσμολογία αστέρα, είναι 3 φορές μικρότερο από το ρεύμα εκκίνησης σε συνδεσμολογία τριγώνου.



Εικόνα 11: Συνδεσμολογίες κινητήρων κατά αστέρα-τρίγωνο

Πηγή : www.wikipedia.com



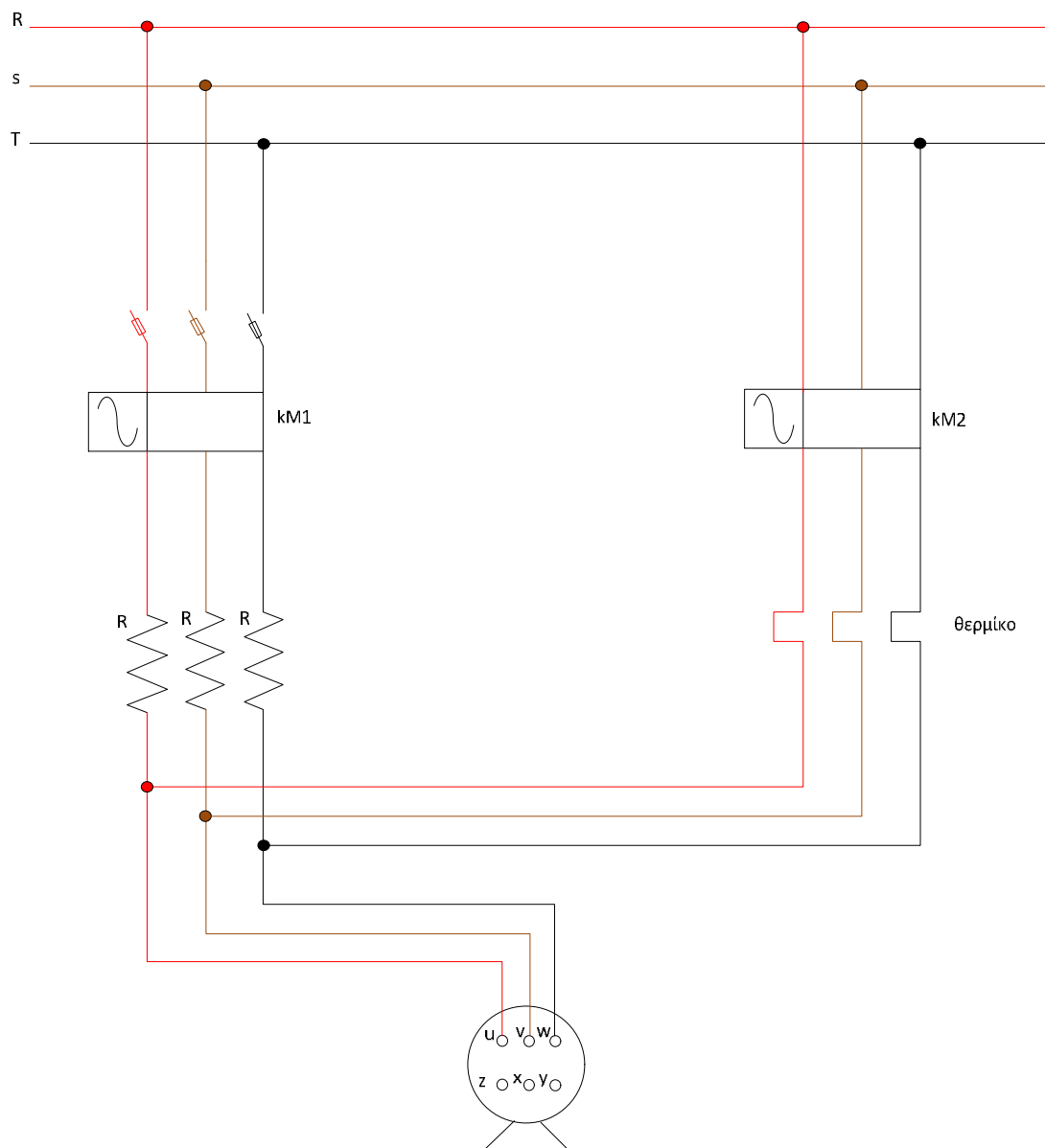


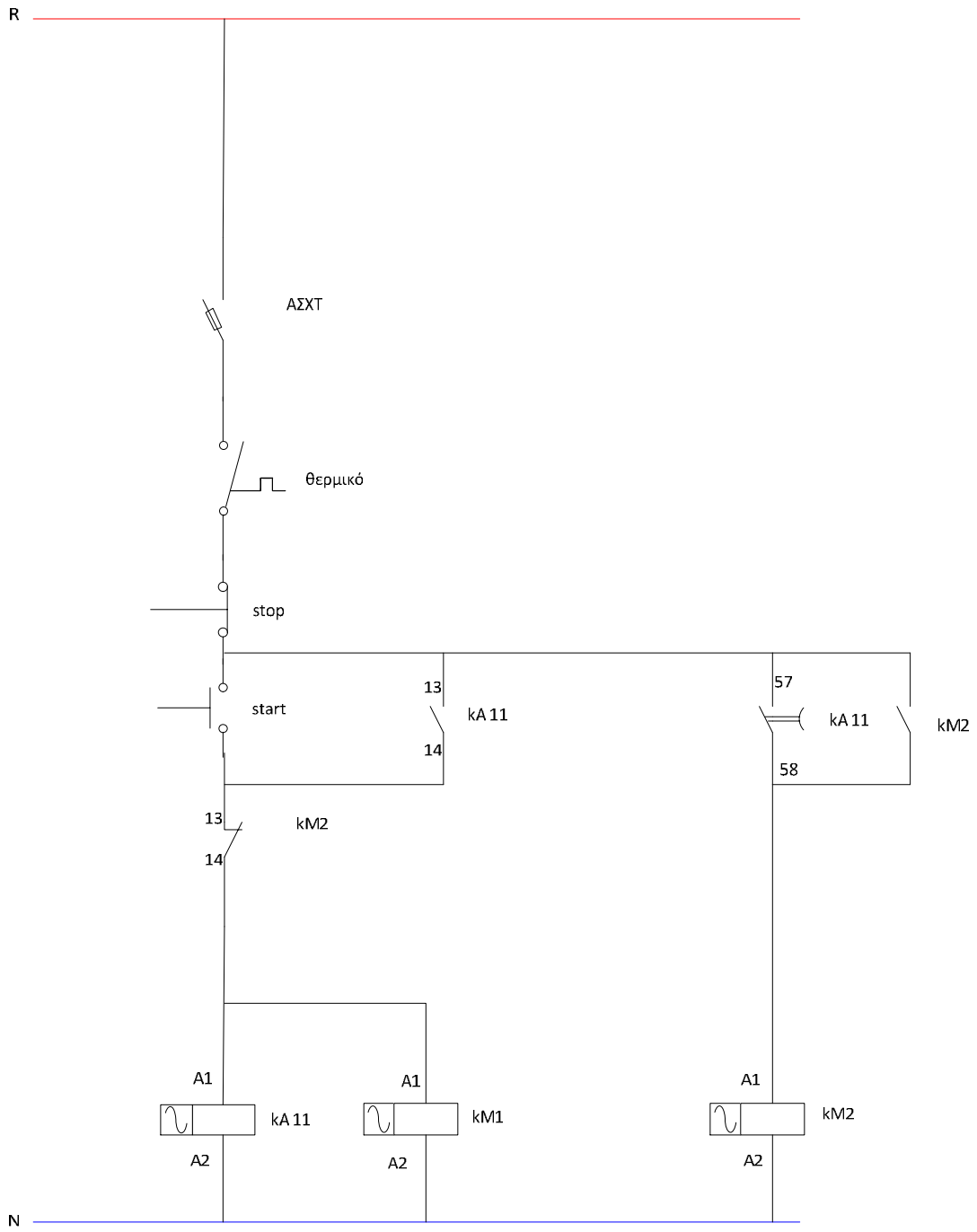
3)

kM1= Ρελέ γενικό
 kM2=Ρελέ τριγώνου
 kM3=Ρελέ αστέρα

3) Εκκίνηση με αντιστάσεις

Με την διάταξη αυτή παρεμβάλουμε σε σειρά με το τύλιγμα του στάτη μια αντίσταση R . Έτσι επιτυγχάνουμε ο κινητήρας μας να εκκινεί με ελαττωμένη τάση και όπως είναι φυσικό ελαττωμένη θα είναι και η ένταση . Προοδευτικά καθώς αυξάνεται η ταχύτητα η αντίσταση θα αποσυνδεθεί από το κύκλωμα με την βοήθεια ενός χρονικού και έτσι ο κινητήρας μας θα ξανά αποκτήσει τα ονομαστικά του μεγέθη . Ένα μειονέκτημα αυτού του κινητήρα είναι ότι κατά την εκκίνηση του η ροπή μας είναι πάρα πολύ χαμηλή και έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορέσει να ανταπεξέλθει στο μηχανικό φορτίο είναι συνδεδεμένος ,και και ένα άλλο φαινόμενο που παρατηρείται είναι η μεγάλη κατανάλωση ισχύος όπου γίνεται θερμική κατανάλωση με των αντιστάσεων . Το ρεύμα εκκίνησης είναι $I_{εκκ}=4,5*I_{ov}$ και η ροπή κατά την εκκίνηση είναι $T_{αεκκ}=0,75* T_{ov}$.



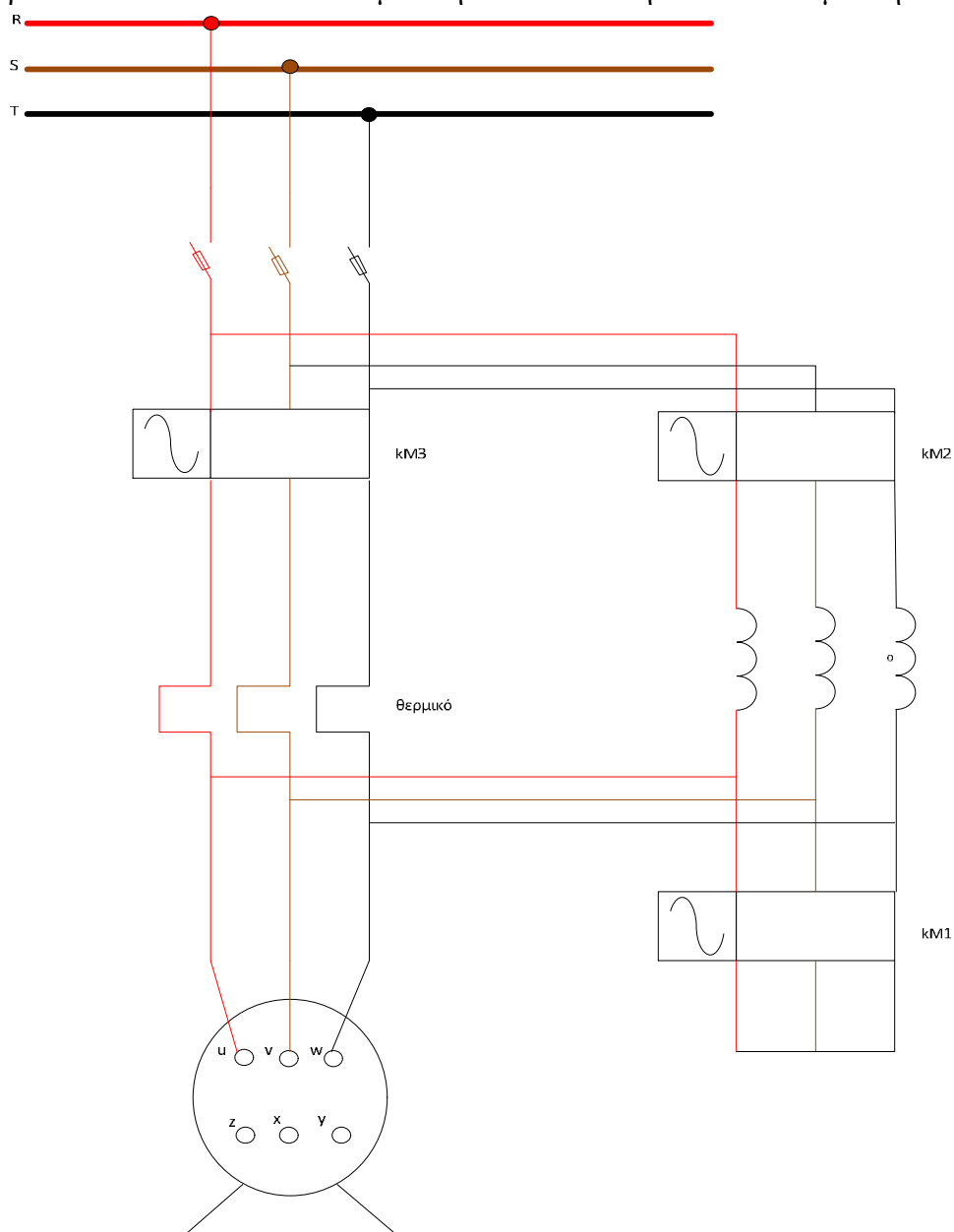


4) εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή (Α/ΜΣ)

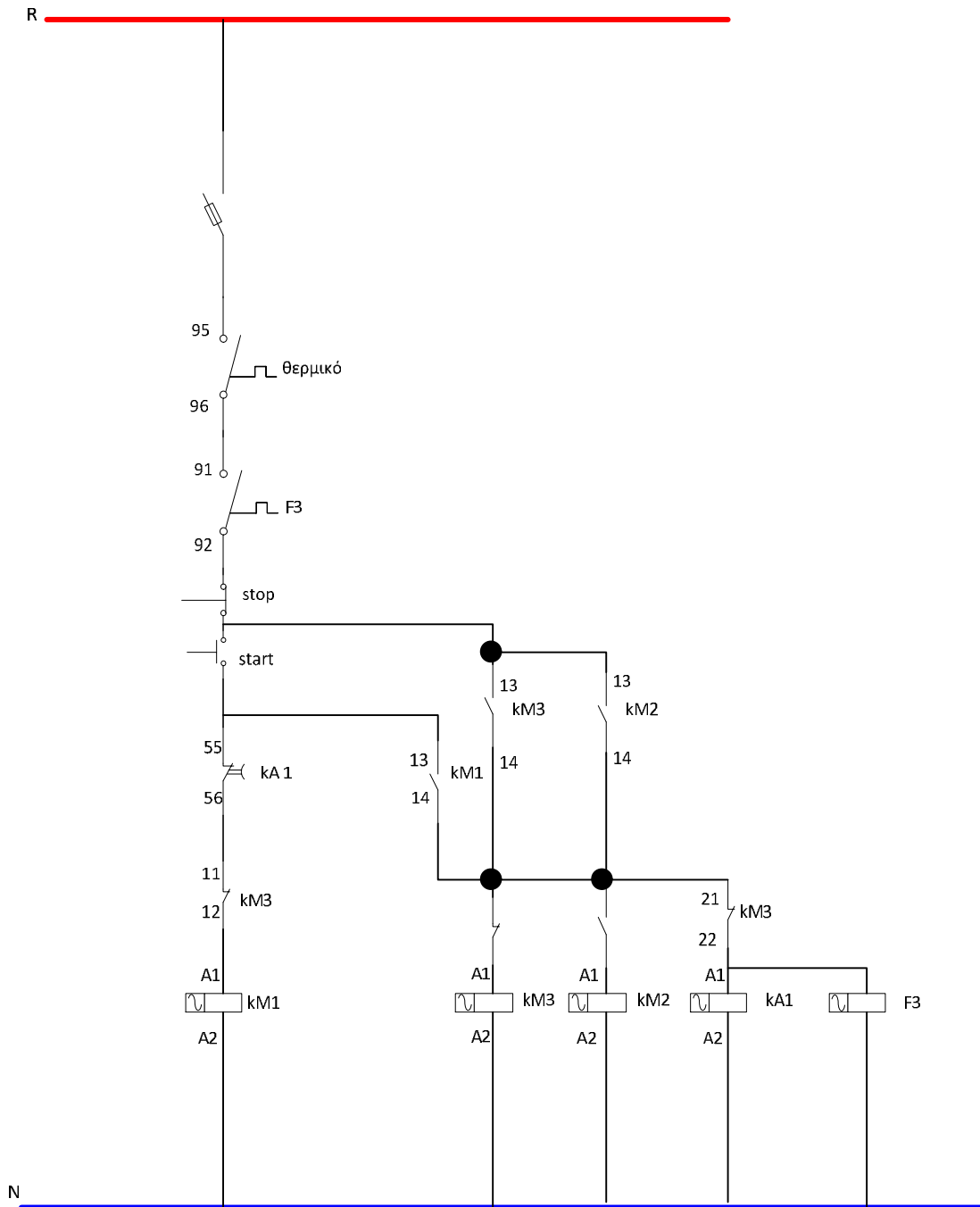
Η εκκίνηση με Α/ΜΣ είναι μια διαδικασία όπου πλέον δεν έχει ευρύ εφαρμογή στην βιομηχανία διότι είναι μια πανάκριβη διαδικασία αλλά και μεγάλη πολυπλοκότητα σαν κύκλωμα αυτοματισμού. Γενικώς το παρακάτω κύκλωμα αυτοματισμού λειτουργεί ως εξής : Αφού πατήσουμε το πιεσοδιακόπη (start) τότε λειτουργεί ένα χρονικό, αφού φτάσει στο 80% των στροφών τότε το οΑ/ΜΣ αποσυνδέεται από το κύκλωμα και έτσι ο κινητήρας μας αποκτάει τα ονομαστικά του χαρακτηριστικά .

Με αυτήν την εκκίνηση το μόνο που ελέγχουμε είναι την τάση όπου τροφοδοτείται ο κινητήρας μας άρα σαν αποτέλεσμα έχει να μειωθεί το ρεύμα του στάτη αλλά και η ροπή εκκίνησης . Το ρεύμα εκκίνησης είναι $I_{εκκ}=3,5 \cdot I_{ον}$ αλλά και η ροπή εκκίνησης είναι περίπου $T_{εκκ}=0,8 \cdot T_{ον}$.

Παρατήρηση : Αν ο κινητήρας ξεκινάει με μεγάλο φορτίο στον άξονά του τότε θα πρέπει να μελετηθεί η καμπύλη του



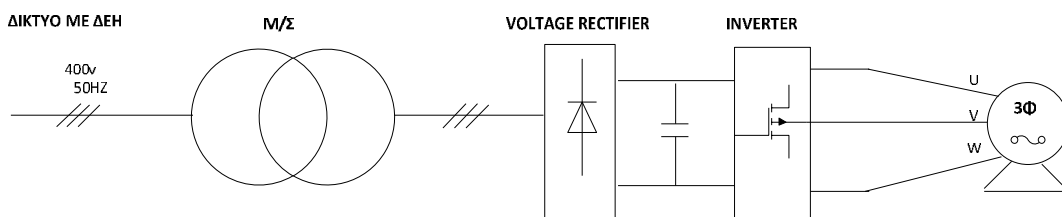
κινητήρα .



5) Ηλεκτρονικά ισχύος (soft starter ή inverter)

Η χρήση των ηλεκτρονικών ισχύος σήμερα είναι η ποιο διαδεδομένη χρήση των ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων του εναλλασσόμενου ρεύματος . Οι inverter ή στην ελληνική γλώσσα ρυθμιστές στροφών ρυθμίζονται είτε με ενσωματωμένο πληκτρολόγιο ή μέσω σειριακής θύρας RC485 ή μέσω προγραμμάτων stasion πχ scada έχουν σαν πρώτο σκοπό να ελέγξουμε τον ασύγχρονο κινητήρα μας μέσω από την συχνότητα ή από την μεταβολή του πλάτους της τάσης ώστε να μπορέσουμε να επιτύχουμε την βέλτιστη εκκίνηση τόσο από άποψη ροπής , όσο και από άποψη ένταση ρεύματος . Κάποιοι ρυθμιστές στροφών σαν προαιρετικά εξαρτήματα αντίσταση φρένου , πηνία εισόδου για τον περιορισμό των αρμονικών και πηνία εξόδου για την προστασία από αιχμές ρεύματος . Γενικώς η θεωρία του inverter είναι ένας ηλεκτρονικός αντιστροφέας που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο (AC). Οι ρυθμιστές ταχύτητας για τριφασικούς AC κινητήρες μετατρέπουν την AC τροφοδοσία σε DC μέσω ενός ανορθωτή πλήρους κύματος και την DC σε μεταβλητής συχνότητας και τάσης AC έξοδο χρησιμοποιώντας **διαμόρφωση πλάτους παλμού (PWM)**.

Η AC ζητούμενη κυματομορφή παράγεται με την διακοπτική λειτουργία των τρανζίστορ εξόδου (IGBTs) που ανοιγοκλείνουν σε μια σταθερή συχνότητα. Μεταβάλλοντας τον χρόνο αγωγής και αποκοπής των IGBTs παράγεται το ζητούμενο ρεύμα αλλά η τάση εξόδου είναι πάντα μια σειρά τετραγωνικών παλμών.



Εικόνα 12: χονδρικό διάγραμμα της αρχής λειτουργίας ενός inverter (ρυθμιστής συχνότητας)

Πηγή : Σημειώσεις ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα (Αντωνόπουλος Γιώργος)

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τα στάδια όπου η ΔΕΗ μας στέλνει το πλάτος μια τάση και μια συχνότητα και εμείς με την ανορθωτική μας γέφυρα όπου φιλτράρουμε και το ξανά αντιστρέφουμε για να έχουμε μεταβαλλόμενο πλάτος τάσης και μια μεταβαλλόμενης συχνότητας .

Βλάβες και επισκευές ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων

1. Ο κινητήρας δεν ξεκινάει και δεν ακούγεται βόμβος
 - a) Δεν υπάρχει τάση στους ακροδέκτες του κινητήρα
 - b) Τήξη ασφαλειών
 - c) Διακοπή ή κακή επαφή στους τροφοδοτικούς αγωγούς ή στις βοηθητικές συσκευές (εκκινητή κτλ)

Για την περίπτωση a) θα πρέπει να ελεγχθούν αν υπάρχει τάση στο δίκτυο

Για την περίπτωση b) θα πρέπει να αντικατασταθούν εάν υπάρχουν χαλασμένες ασφάλειες

Για την περίπτωση c) θα πρέπει να γίνουν αποκατάσταση της διακοπής και σφίξιμο των επαφών

2. Ο κινητήρας δεν ξεκινάει, ακούγεται κανονικός βόμβος
 - a) Λανθασμένη σύνδεση ακροδεκτών στο κιβώτιο του κινητήρα
 - b) Διακοπή στο τύλιγμα του δρομέα
 - c) Διακοπή στον εκκινητή ή στους αγωγούς συνδεσμολογίας του
 - d) Φθορά ψηκτρών (Δακτυλιοφόρου Δρομέα)
 - e) Μεγάλη ανθιστάμενη ροπή στην εκκίνηση

Για την περίπτωση a) οι φάσεις στο στάτη πιθανώς είναι σε σύνδεση αστέρα(Y) αντί για σύνδεση τριγώνου (Δ) (Αν ο κινητήρας είναι μικρότερος των 4 kw τότε στο ακροκιβώτιο θα γίνει σύνδεση αστέρα (Y).

Για την περίπτωση b) να ελεγχθούν αν υπάρχει πρόβλημα στα τυλίγματα του στάτη , και αν υπάρχει πρόβλημα να πάει για περιέλυξη.

Για την περίπτωση c) να αποκατασταθεί η βλάβη ή να αντικατασταθεί ο εκκινητής .

Για την περίπτωση d) να αντικατασταθούν οι ψήκτες ή τα ελατήρια πιέσεων .

Για την περίπτωση e) ο κινητήρας είναι μικρός και δεν μπορεί να κινήσει το μηχανικό φορτίο .

3. Ο κινητήρας δεν ξεκινάει και ακούγεται δυνατός βόμβος
 - a) Μια φάση δεν παίρνει ρεύμα .
 - b) Μια φάση του τυλίγματος του στάτη παρουσιάζει διακοπή.
 - c) Βραχυκύκλωμα στο στάτη.

Για την περίπτωση a) να αναζητηθεί αν υπάρχει έλλειψη τάσης σε μια από της φάσης του δικτύου πχ κατεστραμμένη ασφάλεια , κακή σύνδεση στο ακροκιβώτιο της μηχανής .

Για την περίπτωση b) να αποκατασταθεί η διακοπή ή να πάει για περιέλυξη ο κινητήρας.

Για την περίπτωση c) χαλασμένο τύλιγμα στη μηχανή θα πρέπει να γίνει περιέλυξη.

4. Ο κινητήρας υπερθερμαίνεται
 - a) Υπερφόρτιση
 - b) Λανθασμένη συνδεσμολογία στο κιβώτιο των ακροδεκτών
 - c) Βραχυκύκλωμα στα τυλίγματα του στάτη ή του δρομέα
 - d) Μια φάση δεν παίρνει ρεύμα ή το ένα από τα τρία τυλίγματα παρουσιάζει διακοπές .
 - e) Κακός αερισμός
 - f) Ο δρομέας δεν εφάπτεται σωστά ανάμεσα στο δρομέα

Για την περίπτωση a) να ελεγχθεί το φορτίο ή να τοποθετηθεί μεγαλύτερος κινητήρας.

Για την περίπτωση b) να γίνει έλεγχος στην συνδεσμολογία και να γίνει η σωστή.

Για την περίπτωση c) να γίνει περιέλυξη στον κινητήρα για την αποκατάσταση της ζημιάς .

Για την περίπτωση d) να αναζητηθεί αν υπάρχει έλλειψη τάσης σε μια από της φάσης του δικτύου πχ κατεστραμμένη ασφάλεια , κακή σύνδεση στο ακροκιβώτιο της μηχανής ή αποκατασταθεί η διακοπή ή να πάει για περιέλυξη ο κινητήρας.

Για την περίπτωση e) να γίνει καθαρισμός στους διόδους κυκλοφορίας του αέρα ψύξεως.

Για την περίπτωση f) να γίνουν αλλαγή τα έδρανα εάν είναι φθαρμένα .

5. Ο κινητήρας λειτουργεί με θόρυβο
 - a) Βλαμμένα ρουλεμάν ή έδρανα
 - b) Το κόμπλερ δεν είναι ευθυγραμμισμένος
 - c) Κακή ζυγοστάθμιση του δίσκου του κόμπλερ

Για την περίπτωση a) να αντικατασταθούν με καινούργια.

Για την περίπτωση b) να ευθυγραμμισθεί ο σύνδεσμος.

Για την περίπτωση c) να ζυγοσταθμισθεί μαζί με το δρομέα της μηχανής .

1.4 Προστασία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης

Στης εγκατάστασης κατά βάση του **ΕΛΟΤ HD384** εφαρμόζονται κάποια κριτήρια ασφάλισης της εγκατάστασης για την αποφυγή εσωτερικών σφαλμάτων όπως πχ αιτία πυρκαγιάς. Γι'αυτό ο ΕΛΟΤ έθεσε για την ασφάλεια κτηριακής υποδομής και των χειριστών ηλεκτρομηχανολογικών εργαλείων.

Το πρώτο μέσω προστασίας της ηλεκτρολογική μας εγκατάσταση είναι οι ασφάλειες και οι μικροαυτόματοι το δεύτερο μέσο προστασίας είναι ο διακόπτης διαφυγής έντασης (ΔΔΕ). Όλα αυτά τα μέσα μας ασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης μας όπου αυτά είναι τοποθετημένα στους πίνακες ή του Υποπίνακες της εγκατάστασης μας .

Οι ασφάλειες στην εγκατάστασης μας εξασφαλίζουν μια επιθυμητή ασφάλεια από επικίνδυνα βραχυκυκλώματα ,ενώ και οι μικροαυτόματοι μας προστατεύουν της συσκευές μας από βραχυκυκλώματα αλλά και από υπερφορτίσεις. Οι κατηγορίες ασφαλειών είναι τύπου gL , gG όπου η χρήση τους είναι για ωμικά φορτία και σε οικιακές καταναλώσεις ενώ η κατηγορία αμ είναι για την προστασία κινητήρων .

Στους μικροαυτόματους είναι η κατηγορίες B,C,D,K οι διαφορές τους είναι ως εξής ότι η κατηγορία B,C είναι για οικιακή χρήση ή ωμικά φορτία , ενώ η κατηγορία D,K είναι για την προστασία κινητήριων συστημάτων.

B: Ενεργοποιείται σε 3 έως 5 φορές το Ιον

C: Ενεργοποιείται σε 5 έως 10 φορές το Ιον

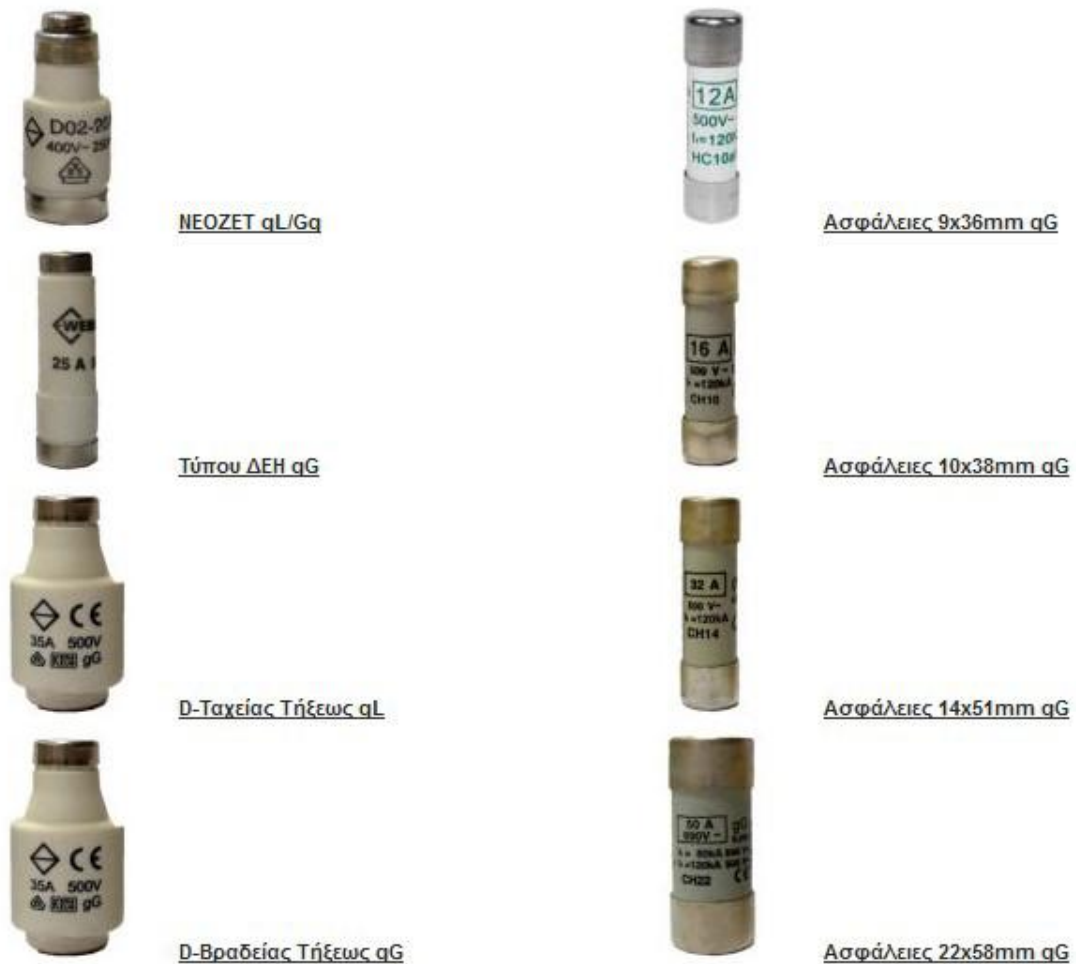
K: Ενεργοποιείται σε 10 έως 15 φορές το Ιον



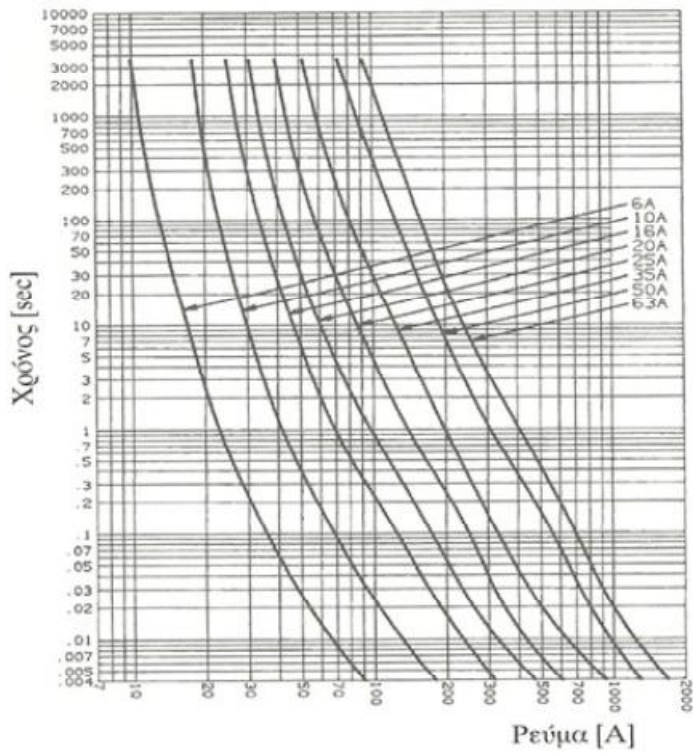
Εικόνα 13 : Μικροαυτόματος μονοφασικός για προστασία κινητήρων
Πηγή : Κατάλογος τιμών Hager



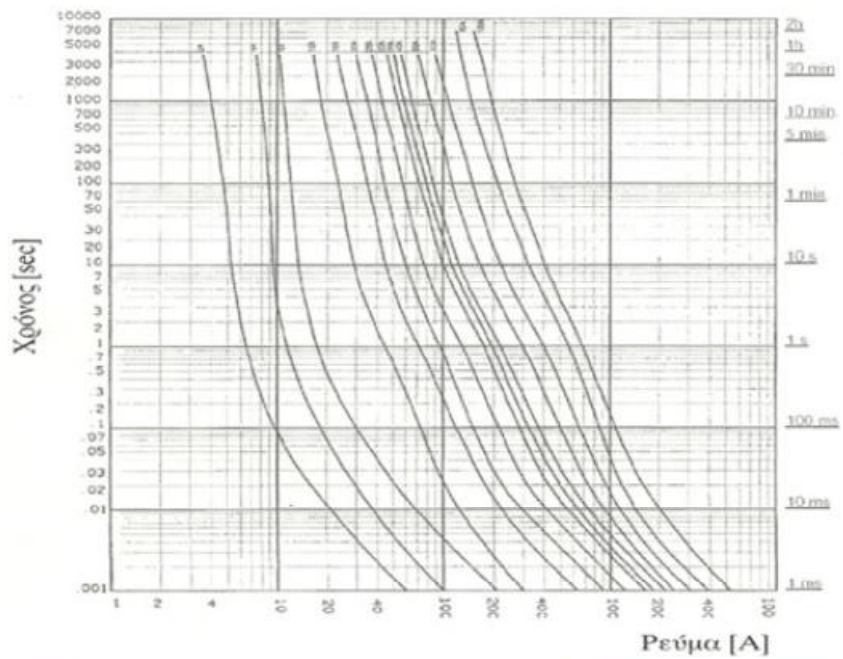
Εικόνα 14 :Τριπολικός μικροαυτόματος κατηγορίας C
 Πηγή: Κατάλογος ηλεκτρολογικού υλικού ABB



Εικόνα 15 :Ασφάλειες τήξεως για βιομηχανική-οικιακή χρήση
 Σημειώσεις : Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύος σημειώσεις Νικολάου Σχοινιά



Χαρακτηριστικές λειτουργίας ασφαλειών NEOZED 6 έως 63A.



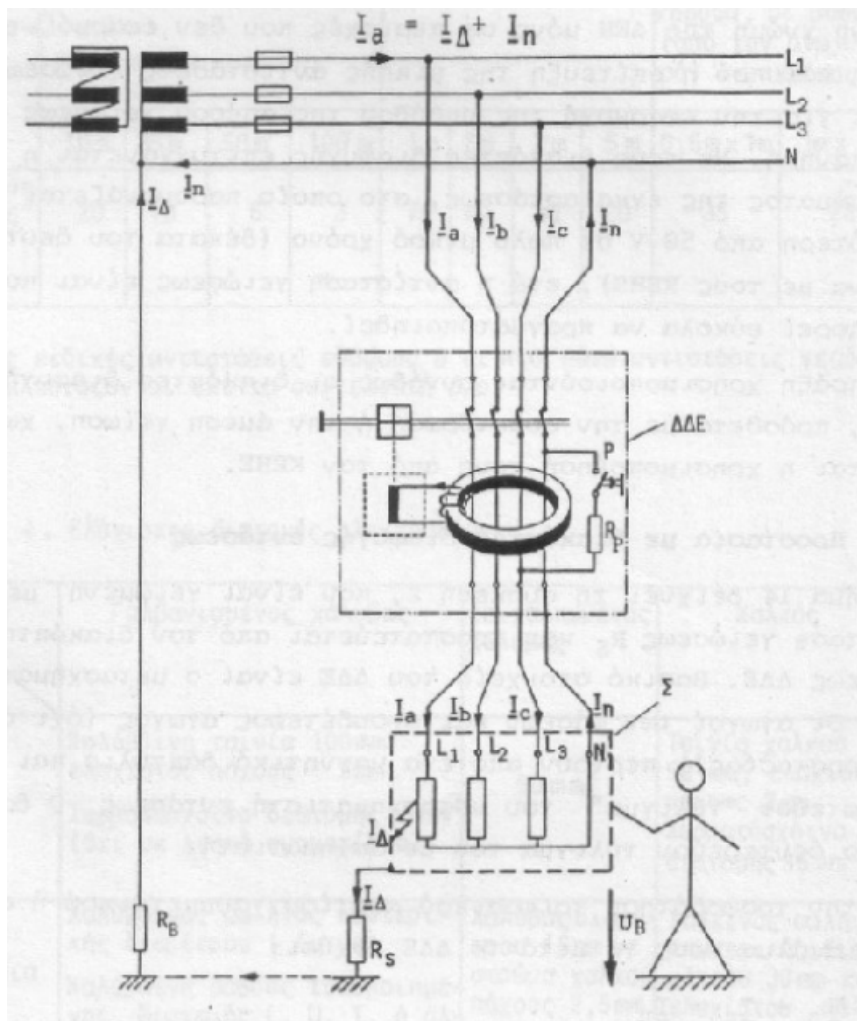
Χαρακτηριστικές λειτουργίας ασφαλειών DIAZED 2 έως 100A.

Εικόνα 16 :Χαρακτηριστικές ασφαλειών για ασφάλειες ΧΤ
 Σημειώσεις : Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύος σημειώσεις Νικολάου Σχοινά

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης σαν μέσω προστασίας έχει μια ιδιαίτερη σημασία διότι παρακολουθεί το ρεύμα της φάσης και του ουδετέρου αγωγού μιας μονοφασικής ή τριφασικής εγκατάστασης και αν διαπιστωθεί ότι υπάρχει διαρροή ως προς γη τότε σε μικρό χρονικό διάστημα των 0,2sec περίπου στα 30mA διακόπτει την παροχή τάσης στην εγκατάσταση.

Ο ΔΔΕ έχει σαν βασικό στοιχείο έναν <<αθροιστικό >> μετασχηματιστή ρεύματος τύπου δακτυλίου. Στο πρωτεύον περνούν τα ρεύματα των φάσεων I₁, I₂, I₃ και το ρεύμα του ουδετέρου (I_N). Στο δευτερεύον διαπερνά το αλγεβρικό άθροισμα των τεσσάρων ρευμάτων, εφόσον έχουμε σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Αν δεν υπάρχει διαρροή τότε το αλγεβρικό άθροισμα των τεσσάρων ρευμάτων θα είναι ίσο με το μηδέν δηλαδή I₁+I₂+I₃-I_N=0, φαίνεται καθαρά στην εικόνα 14



Εικόνα 17 : Διακόπτης διαφορικού ρεύματος ή Διακόπτης διαφυγής έντασης

Σημειώσεις : Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύος σημειώσεις Νικολάου Σχοινά



Εικόνα 18: : Διακόπτης διαφορικού ρεύματος ή Διακόπτης διαφυγής έντασης

Σημειώσεις : Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και αυτοματισμοί εργαστήριο

Για να προστατεύουμε τον κινητήρα μας από υπερφόρτιση, από υπερβολικό ρεύμα, ή από απώλεια μιας φάσης, αν πρόκειται για τριφασικά, με θερμικό ή θερμομαγνητικό στοιχείο προστασίας. Το θερμικό κάνει μια εξομοίωση της θερμοκρασίας που αναπτύσσει ο κινητήρας χρησιμοποιώντας διμεταλλικά στοιχεία.

Δύο μέταλλα, με διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής, είναι κολλημένα μεταξύ τους και όταν ζεσταίνονται, από το ρεύμα που πάει στο μοτέρ και περνάει από μέσα τους, το ένα από τα δυο μακραίνει περισσότερο. Αποτέλεσμα αυτής της διαστολής είναι η μετακίνηση της επαφής προς την μεριά του μετάλλου με τον μικρότερο συντελεστή.

Τρία ανεξάρτητα διμεταλλικά, ένα για κάθε φάση, ελέγχουν δυο ανεξάρτητες επαφές με ρυθμιζόμενη απόσταση ενεργοποίησης και άρα θερμοκρασίας του μοτέρ. Η απόσταση διαστολής που οι επαφές αλλάζουν κατάσταση "μεταφράζεται" σε ένταση ρεύματος σε αμπερ που είναι και αυτό που ρυθμίζουμε. Το θερμικό πωλείται ανά περιοχή έντασης ρεύματος π.χ. αυτό της φωτογραφίας είναι για μοτέρ από 0,63A έως 1A. Το θερμικό συνεργάζεται πάντα με το αντίστοιχο ρελέ, ίδιας φίρμας, στο οποίο "κουμπώνει".



Εικόνα 19: θερμικά προστασίας για της υπερφορτίσεις του κινητήρα
 Πηγή: <http://www.kiriakos.gr/home.php>

Οι ηλεκτρονόμοι (ΡΕΛΕ) αποτελούν βασικό στοιχείο στα κυκλώματα του κλασσικού αυτοματισμού.

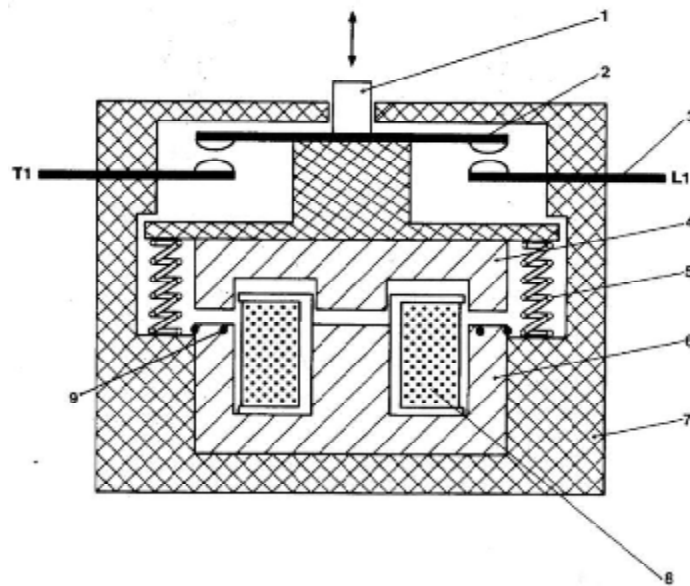
Με την χρήση των ηλεκτρονόμων έχουμε την δυνατότητα να συνδέουμε και να αποσυνδέουμε μεγάλα φορτία στα ελεγχόμενα κυκλώματα (κυκλώματα ισχύος) , όχι με άμεσο τρόπο, αλλά έμμεσα με τον χειρισμό βοηθητικών κυκλωμάτων (ή κυκλωμάτων αυτοματισμού) , τα οποία μπορούν να λειτουργούν με τάση ανεξάρτητη της τάσεως λειτουργίας των ελεγχόμενων φορτίων.

Αυτό μας παρέχει την δυνατότητα να ελέγχουμε μεγάλα φορτία από απόσταση (τηλεχειρισμός) και με συνθήκες υψηλής ασφάλειας, αφού μπορούμε να επιλέξουμε μία χαμηλή τάση, ως τάση λειτουργίας του κυκλώματος αυτοματισμού.

Η δομή του ηλεκτρονόμου είναι ως εξής :

- Ø δείκτης ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου (βοηθητικού ή ισχύος),
- Ø κινούμενος πόλος επαφής βοηθητικής ή ισχύος (από κράμα αργύρου για χαμηλή ωμική αντίσταση) ,
- Ø ακίνητος πόλος επαφής (βοηθητικής ή ισχύος),
- Ø κινούμενο ζύγωμα (δυναμοελλάσματα ευθύγραμμο ή περιστροφικά ή και τα δύο), ώστε να επιτυγχάνεται κίνηση (επιδίωξη του μαγνητικού πεδίου είναι κίνηση ώστε να μικραίνει το υπάρχον διάκενο μεταξύ μαγνήτη – οπλισμού),
- Ø ελατήριο ή ελατήρια επανόδου

- Ø ακίνητος πυρήνας (από δυναμοελλάσματα τα οποία μειώνουν την μαγνητική ροή και θερμαίνονται ένεκα των ρευμάτων Φουκώ), για να μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνήτη,
- Ø πλαίσιο από μονωτικό,
- Ø πηνίο Dc ή Ac με επισμαλτωμένο σύρμα (αντέχουν θερμοκρασίες 1150C 1800C) για να δημιουργεί το κατάλληλο πεδίο,
- Ø βρόγχος απόσβεσης (ονομάζεται δακτύλιος σκιάσεως) μηχανικών ταλαντώσεων κατά τη διακοπή (είναι μια σπείρα βραχυκυκλωμένη).



Εικόνα 20: δομή του ηλεκτρονόμου για την προστασία των κινητήρων
 Σημειώσεις : Εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και αυτοματισμοί εργαστήριο



Εικόνα21: Ηλεκτρονόμοι προστασίας τριφασικών κινητήρων
 Πηγή:<http://www.e-controltech.gr/elegxos-prostasia-kinitiron/rele-ilektronomoi/tripolika-3p-rele-isxios/rele-4-kw-230v-ac-1a1kschneider>

2.1 Αναφορά της εγκατάστασης στο πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384

Με την Υ.Α. Φ.7.5/1816/88 του Υπουργείου Ανάπτυξης (ΦΕΚ Β/470 Β/5-3-2004) ο Κανονισμός Εσωτερικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) αντικαθίσταται από το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις».

Το εν λόγω πρότυπο περιλαμβάνει τους κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά:

- 1) Τη μελέτη
- 2) Τη κατασκευή
- 3) Τις προσθήκες
- 4) Των ελέγχων
- 5) Της συντήρησης των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Ο σκοπός του προτύπου ΕΛΟΤ HD384 είναι αποφυγή κατά το εφικτό των κινδύνων που θα ήταν δυνατόν να εμφανιστούν :

- 1) Τα άτομα
- 2) Τα κατοικίδια ζώα ή ζώα εκτροφής
- 3) Διάφορα υλικά

Επίσης ένας σημαντικός παράγοντας είναι οι κίνδυνοι που θα ήταν δυνατόν να εμφανιστούν εξαιτίας της λειτουργίας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μπορεί να οφείλονται:

- 1) Στη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα ατόμων ή ζώων
- 2) Σε υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να προκαλέσουν εγκαύματα ή πυρκαγιά ή αλλοίωση αγαθών

Το πρότυπο εφαρμόζεται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις:

- 1) Των κτιρίων που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες
- 2) Των κτιρίων εμπορικής χρήσης
- 3) Των κτιρίων που είναι στη διάθεση του κοινού
- 4) Των κτιρίων και λοιπών κατασκευών βιομηχανικής ή βιοτεχνικής χρήσης
- 5) Των εγκαταστάσεων των γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων
- 6) Των χώρων οργανωμένης κατασκήνωσης και των τροχόσπιτων
- 7) Των εργοταξίων κατασκευής έργων
- 8) Των εγκαταστάσεων εκθέσεων, θεαμάτων, πανηγύρεων και παρόμοιων προσωρινών εγκαταστάσεων
- 9) Των λιμένων εξυπηρέτησης σκαφών αναψυχής

Για το ελαιοτριβείο μας θα πρέπει να εφαρμόζονται κατά γράμμα το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD 384 και για την ασφάλεια των εργαζομένων και των πελατών .Και για την αδειοδότηση του ελαιοτριβείου μας ο ΕΛΟΤ HD 384 και το υπουργείο αγροτικής ανάπτυξη έχουν τους εξής ορούς .

α. Να υπάρχουν και να διατηρούνται σε καλή κατάσταση τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας για τη ζωή και την υγεία των εργαζομένων (π.χ. τοποθέτηση προστατευτικών περιφραγμάτων προ των μηχανημάτων που κινούνται επικίνδυνα, εξασφάλιση επαρκούς φωτισμού και αερισμού στο χώρο εργασίας, πρόχειρο φαρμακείο κλπ.).

β. Να τηρούνται τα μέτρα πυρασφαλείας που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία και να ανανεούται το *σχετικό πιστοποιητικό πυροπροστασίας* μέσα σε ένα (1) μήνα το βραδύτερο πριν από τη λήξη του (με ευθύνη της εταιρείας).

γ. Να λαμβάνονται όλα τα αναγκαία μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος και για την μη πρόκληση ενοχλήσεων στους περιοίκους, και να τηρούνται τα προβλεπόμενα από τις διατάξεις της Κ.Υ.Α. Φ.15/4187/266 (Φ.Ε.Κ. 1275/Β/2012) **«Καθορισμός Πρότυπων Περιβαλλοντικών _εσμεύσεων ...» (Π.Π._) και συγκεκριμένα τις προβλεπόμενες ΠΠ_ της οικονομικής δραστηριότητας ΣΤΑΚΟ_ 10.41** θεωρημένο αντίγραφο των οποίων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας άδειας

δ. Να τηρούνται οι αστυνομικές διατάξεις.

ε. Οι εργαζόμενοι που ασχολούνται με τη συντήρηση και το χειρισμό των διαφόρων μηχανημάτων, θα πρέπει να κατέχουν τις από το Νόμο προβλεπόμενες άδειες όπως ηλεκτρολόγοι, πρακτικοί μηχανικοί, χειριστές, θερμαστές, ηλεκτροσυγκολλητές, οξυγονοκολλητές κλπ.

στ. Απαγορεύεται η τοποθέτηση ή η λειτουργία παραγωγικού μηχανολογικού εξοπλισμού σε βοηθητικούς ή κοινόχρηστους χώρους της βιοτεχνίας (αποθήκες, υπόγεια κ.α.).

ζ. Εάν απαιτείται, να βρίσκεται πάντοτε σε ισχύ η έγκριση κυκλοφορίας των προϊόντων της βιοτεχνίας (με ευθύνη της εταιρείας).

η. Να τηρούνται οι όροι και προϋποθέσεις των δηλώσεων συμμόρφωσης CE των μηχανημάτων της βιοτεχνίας (με ευθύνη της εταιρείας).

θ. Η θεώρηση των σχεδιαγραμμάτων αφορά μόνο σε θέματα σχετικά με την εφαρμογή της βιομηχανικής νομοθεσίας και γίνεται με την προϋπόθεση της τήρησης των πολεοδομικών διατάξεων.

ι. Όλα τα αυτοκινούμενα οχήματα καθώς και τα ανυψωτικά μηχανήματα (περονοφόρα ανυψωτικά (clark), φορτωτές, γερανογέφυρες κλπ.) που λειτουργούν στους χώρους, εσωτερικούς και εξωτερικούς, του γηπέδου της βιοτεχνίας θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με:

i. τις κατάλληλες άδειες κυκλοφορίας

ii. τα προβλεπόμενα πιστοποιητικά καταλληλότητας

iii. τις προβλεπόμενες βεβαιώσεις περιοδικού επανελέγχου

και τα οποία θα πρέπει να είναι πάντοτε σε ισχύ (με ευθύνη της εταιρείας).

2.2 Υπολογισμός διατομών της εγκατάστασης του ελαιοτριβείου

Για τον υπολογισμό των φορτίων μας θα πρέπει να αναφέρουμε τα φορτία μας

Στο κεντρικό πίνακα μας φορτία έχουμε τα εξής :

- 1.Κινητήρας μεταφορικής ταινίας
- 2.κινητήρα πλυντηρίου –αποφυλοτηρίου
- 3.κινητήρας κίνησης καρπού στον μαλακτήρα
- 4.κινητήρας σπαστήρα –μαλακτήρα
5. Υποπίνακα κίνηση 1
- 6.Υποπίνακα φωτισμού

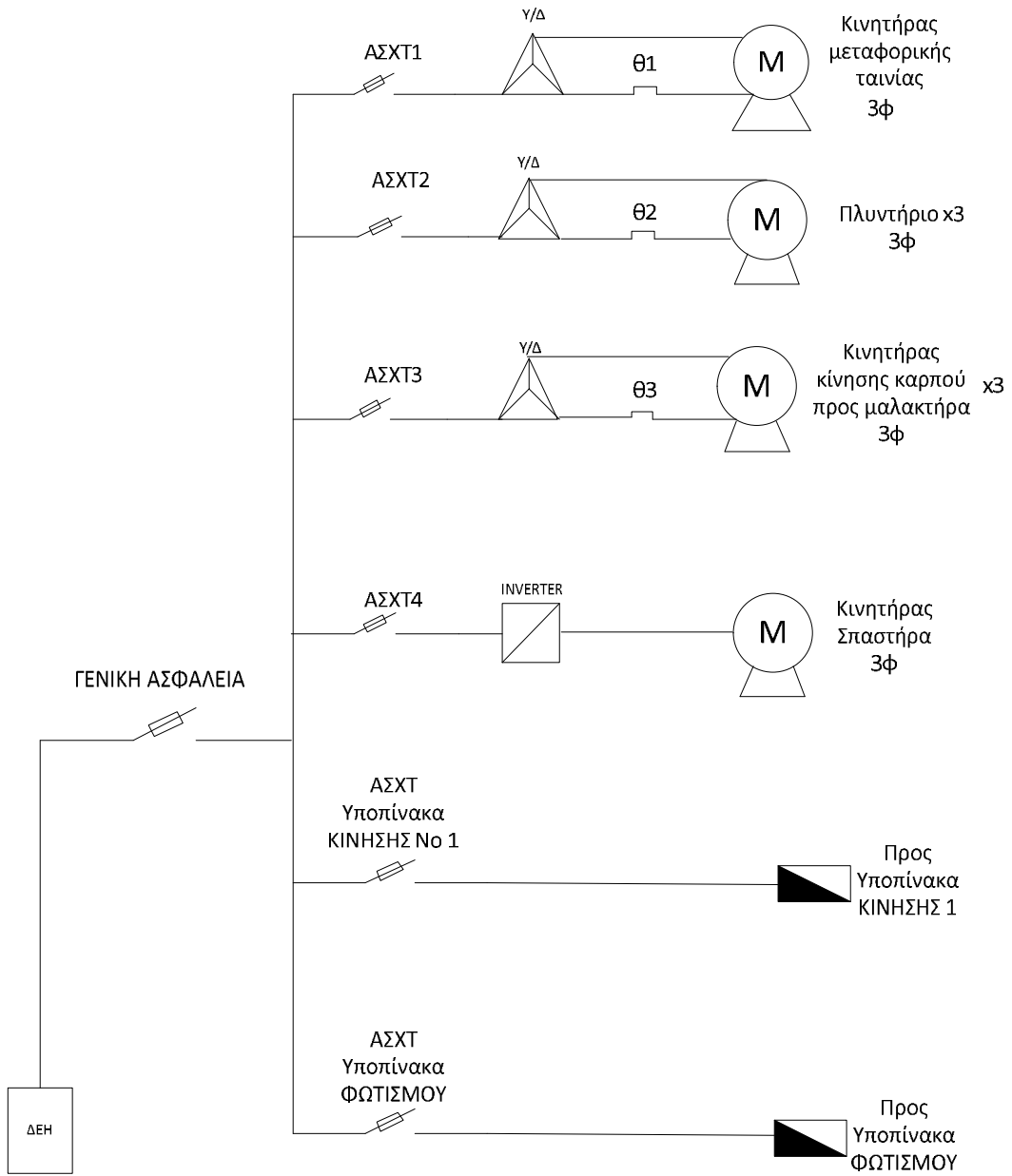
Στον Υποπίνακα κίνησης έχουμε τα εξής φορτία :

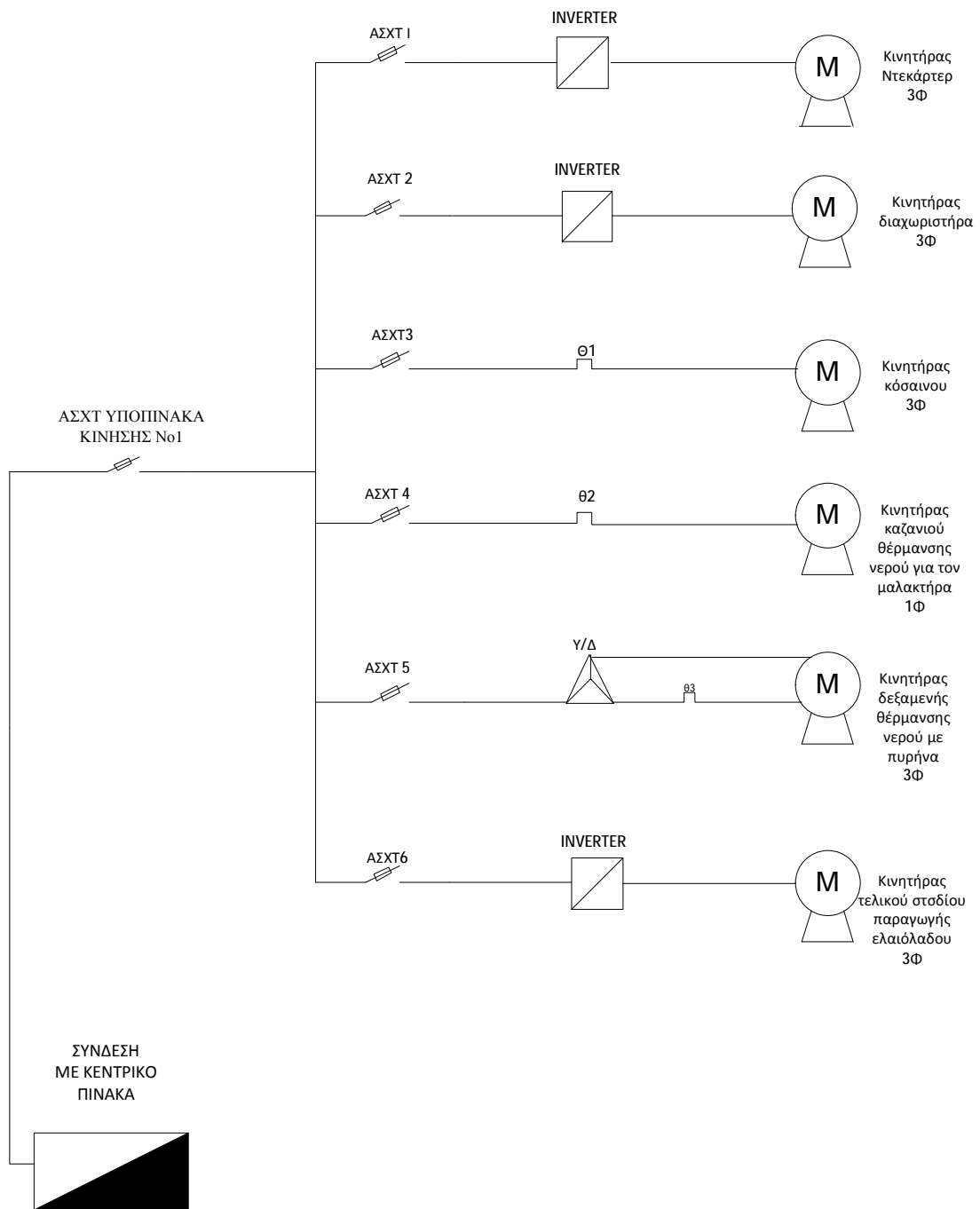
- 1.κινητήρας decarter
- 2.κινητήρας διαχωριστήρα
- 3.κινητήρα κόσαινου
- 4.κινητήρας καζανιού για την θέρμανση νερού στον μαλακτήρα
- 5.κινητήρας δεξαμενής για την θέρμανση νερού με πυρήνα
6. κινητήρας τελικού σταδίου παραγωγής ελαιόλαδου

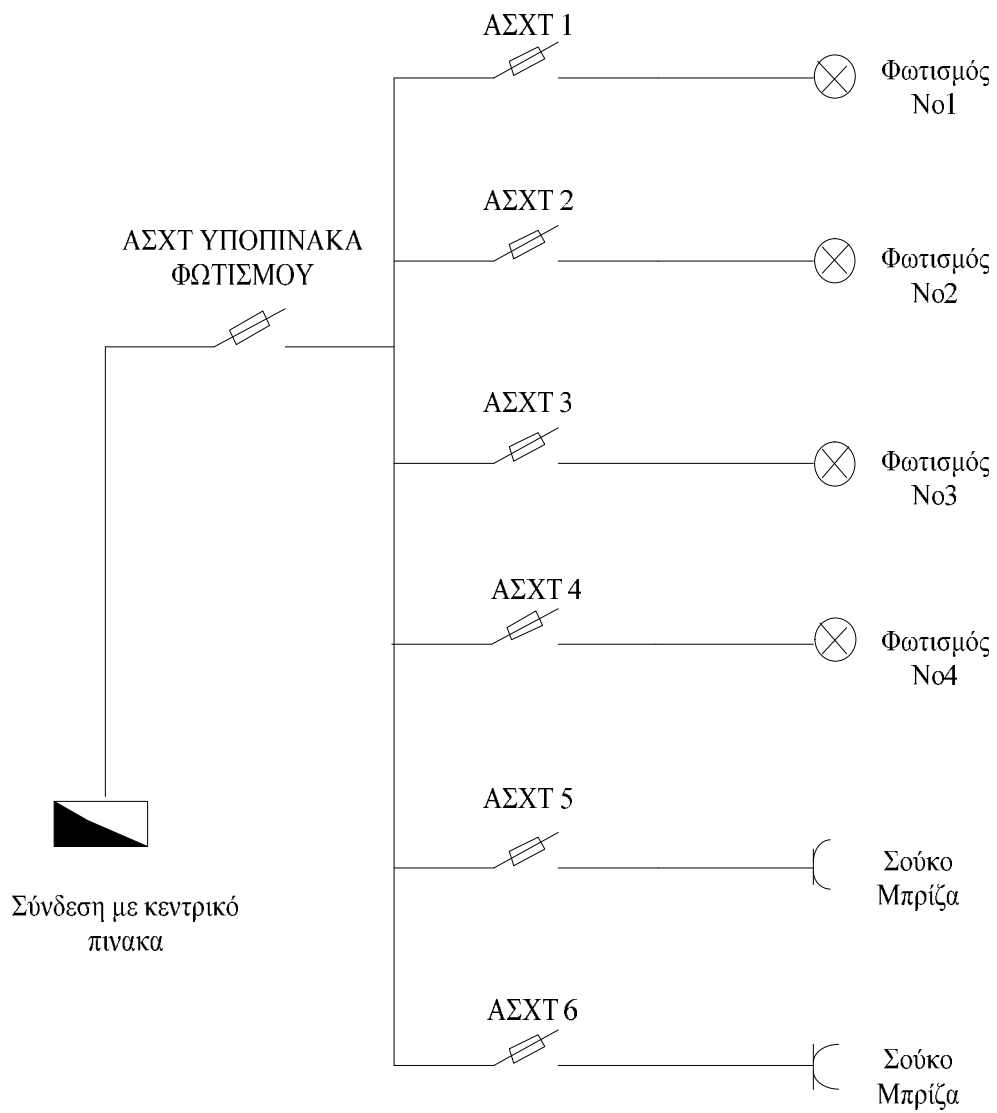
Στον Υποπίνακα φωτισμού έχουμε τα εξής φορτία :

Τέσσερις γραμμές φωτισμού και δύο γραμμές μπριζών σούκο

Σχέδια κατανομής των φορτίων σε Πίνακες και Υποπίνακες







- Σύμβολα τα οποία θα συναντήσουμε στους υπολογισμούς μας

I = πραγματικό ρεύμα όπου τραβάει η συσκευή μας

$P_{\eta\lambdaεκτρική}$ = Αποδιδόμενη ισχύς που τροφοδοτούμε τον κινητήρα

$P_{μηχανική}$ = Αποδιδόμενη ισχύς στον άξονα του κινητήρα

n = βαθμός απόδοσης όπου συσχετίζει την ηλεκτρική ισχύ με την μηχανική ισχύ

n_1 = θερμοκρασιακός συντελεστής

n_2 = Συντελεστής γειννίασης

I_{max} = Μέγιστο προσαυξημένο ρεύμα του καλωδίου

$I_{Y/\Delta}$ = Ρεύμα το οποίο μετά το διακόπτη $Y\Delta$ ή το κύκλωμα αυτοματισμού $Y\Delta$ προκύπτει

$\underline{ΑΣΧΤ}$ = Ασφαλιστικό μέσω για προστασίας της γραμμής μου

$I_{ολR}$ = Συνολική πραγματική κατανάλωση ρεύματος στην εγκατάσταση μας

$I_{ολX}$ = Συνολική άεργος κατανάλωση ρεύματος στην εγκατάσταση μας

$I_{ολικό}$ = Συνολική κατανάλωση ρεύματος στην εγκατάσταση μας

$P_{ολικό}$ = Συνολική πραγματική κατανάλωση ισχύος στην εγκατάσταση μας

$Q_{ολικό}$ = Συνολική άεργος κατανάλωση ισχύος στην εγκατάσταση μας

$S_{ολικό}$ = Συνολική φαινόμενη κατανάλωση ισχύος στην εγκατάσταση μας

$\cos\varphi$ = Συντελεστής ισχύος της εγκατάσταση μας

$\underline{\Delta}_v$ = Πτώση τάσης από το εναέριο δίκτυο έως το μετρητή της εγκατάσταση μας

$\underline{\Delta}_v$ = Ποσοστιαία πτώση τάσης από το εναέριο δίκτυο έως το μετρητή της εγκατάσταση μας

\underline{B}_T = Βύθιση τάσης από το εναέριο δίκτυο έως το μετρητή της εγκατάσταση μας

- Τύποι που θα συναντήσουμε στους υπολογισμούς μας

$$I = \frac{P_{\eta\lambdaεκτρική}}{\sqrt{3} * V_{\pi} * \cos\varphi} \text{ (A)} , P_{\eta\lambdaεκτρική} = \frac{P_{μηχανική}}{n} , I_{max} = n_o * n_1 * n_2 \text{ (A)} , I_{Y\Delta} = \frac{I}{\sqrt{3}} \text{ (A)}$$

$$I_{ολR} = (I_1 * \cos\varphi_1) + (I_2 * \cos\varphi_2) + \dots + (I_N * \cos\varphi_N) \text{ (A)}$$

$$I_{ολX} = [I_1 * (\sin * \cos\varphi^{-1} \varphi_1)] + \dots + [I_N * (\sin * \cos\varphi^{-1} \varphi_N)] \text{ (A)}$$

$$I_{ολικό} = \sqrt{I_{ολR}^2 + I_{ολX}^2} \text{ (A)}$$

$$P_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} * \cos\varphi_{ολικό} \text{ (W)}$$

$$Q_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} * \sin\varphi_{ολικό} \text{ (Var)}$$

$$S_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} \text{ (VA)}$$

Πίνακες όπου θα μας βοηθήσουν για την σωστή εφαρμογής της μελέτης μας στο ελαιοτριβείο

Πίνακας 7.15: Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση I_n καλωδίων Χ.Τ. 0,6/1 kV εγκατεστημένων στον ελεύθερο αέρα, κατά (DIN) VDE 0298. Ισχύει και για καλώδια JIVV. Συνθήκες: 30 °C, ένα τριφασικό σύστημα ή σύστημα συνεχούς ρεύματος. Για διαφορετικές συνθήκες γίνονται διορθώσεις με συντελεστές όπως στον πίνακα 7.14.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Μονώτικός	PVC ³⁾ με δύο στρώματα						επιεστωμένο PE						
Μεταλλικός μανθός	---						μόλυβδος	---					
Κωδικός π.χ.	N(A)YY, N(A)YCWY ¹⁾ , JIVV						NYKY		N(A)2XY				
Καγονισμός καλωδίων	VDE 0271 IEC 60502						DIN 57265 VDE 0265		VDE 0273 IEC 60502				
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία	70° C						90° C						
Λύτηξη	2)	3)	4)	3)	3)	3)	4)	2)	4)	3)	3)		
Όνομ. διατ. χαλκού mm ²	Φόρτιση σε Αμπέρο για 0,61/1 kV												
1,5	26	20	18,5	20	25	20	18,5	32	24	25	32		
2,5	35	27	25	27	34	27	25	43	32	34	42		
4	46	37	34	37	45	37	34	57	42	44	56		
6	58	48	43	48	57	48	43	72	53	57	71		
10	79	66	60	66	78	66	60	99	73	77	96		
16	105	89	80	89	103	89	80	131	96	102	128		
25	140	118	106	118	137	118	106	177	130	135	173		
35	174	145	131	145	169	145	131	218	160	170	212		
50	212	176	159	176	206	176	159	266	195	208	258		
70	269	224	202	224	261	224	202	338	247	265	328		
95	331	271	244	271	321	271	244	416	305	326	404		
120	386	314	282	314	374	314	282	487	355	381	471		
150	442	361	324	361	428	361	324	559	407	438	541		
185	511	412	371	412	494	412	371	648	469	507	626		
240	612	484	436	484	590	484	436	779	551	606	749		
300	707	—	481	549	678	—	492	902	638	697	864		
400	859	—	560	657	817	—	563	1270	746	816	1018		
500	1000	—	—	749	940	—	—	1246	—	933	1173		
Όνομ. διατ. αλουμ. mm ²	Φόρτιση σε Αμπέρο για 0,61/1 kV												
25	128	91	83	—	—	—	—	1371	100	—	—		
35	145	112	102	113	131	—	—	68	122	131	163		
50	176	138	124	138	160	—	—	206	147	161	200		
70	224	174	158	174	202	—	—	262	1892	205	254		
95	271	210	190	210	249	—	—	323	32	253	313		
120	314	274	220	244	291	—	—	377	270	296	366		
150	361	281	252	281	33	—	—	433	303	341	420		
185	412	320	289	320	384	—	—	502	357	395	486		
240	484	378	339	378	460	—	—	605	435	475	585		
300	548	—	377	435	530	—	—	699	501	548	675		
400	666	—	444	523	642	—	—	830	592	647	798		
500	776	—	—	603	744	—	—	966	—	749	926		

1) Για N(A)YCWY ισχύουν οι 2, 3, 4 στήλες. 2) Φόρτιση στο συνεχές ρεύμα. 3) Οι τιμές μέχρι 240 mm² είναι εναρμονισμένες κατά CENELEC. 4) Καλώδια σε τριφασική λειτουργία.

Πίνακας 7.20: Συντελεστής διόρθωσης n_1 του επιτρεπόμενου ρεύματος φόρτισης καλωδίων 1-30 kV εγκατεστημένων στον ελεύθερο χώρο (αέρα) για διάφορες θερμοκρασίες (VDE 0298).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Κατάσταση καλωδίου	Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας	Μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική θερμοκρασία	Συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος σε °C								
			10	15	20	25	30	35	40	45	50
Δικτ. πολ. 2Χ, (XLPE)	°C	°K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	90	—	1,15	1,12	1,08	1,04	1,0	0,96	0,91	0,87	0,82
PVC Υ, V	70	—	1,22	1,17	1,12	1,07	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

Πίνακας 7.21: Συντελεστής διόρθωσης k_2 της επιτρεπόμενης φόρτισης καλωδίων εγκατεστημένων στον ελεύθερο χώρο (αέρα) για καλώδια πολυπολικά εναλλασσόμενο ρεύματος και μονοπολικά συνεχούς ρεύματος (VDE 0298) δες πίνακα 7.14.

Διατάξεις των καλωδίων	Αριθμός επώχ των καλωδίων και απόψη με τον τοίχο					
	1	2	3	6	9	
Πλήθος γειτνιαζόντων καλωδίων						
Πάνω στο έδαφος	0,90	0,84	0,80	0,75	0,73	
Πάνω σε κανάλια ανοιχτά περιορισμένου αερισμού	Πλήθος καναλιών					
	1	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,95	0,76	0,72	0,68	0,66
Πάνω σε κανάλια ανοιχτά, με περιορισμό του αερισμού λόγω των καλωδίων	Πλήθος καναλιών					
	1	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,95	0,76	0,72	0,68	0,66
Πλήθος καλωδίων υπερωθεμένων πάνω σε στηρίγματα ή στον τοίχο	1	2	3	6	9	
	0,95	0,78	0,73	0,68	0,66	
Διατάξεις που δε χρειάζονται διόρθωση	Ο αριθμός των υπερωθεμένων καλωδίων μπορεί να είναι οποιοδήποτε					

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι η ένταση εξαρτάται όχι μόνο από την κατασκευή αλλά και από τη διάταξη των μονοπολικών καλωδίων, π.χ. τριγωνική και επίπεδη διάταξη αντιστοιχούν σε διαφορετικές εντάσεις.

Τύποι καλωδίων και οι αντίστοιχες χρήσεις τους

Τύπος καλωδίων	Παλαιότερη ονομασία	Ονομαστική τάση	Προδιαγραφή	Περιγραφή	Χρήση
H05V-K		300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός κατάλληλος για σταθερές, προστατευμένες εγκαταστάσεις, μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών
H07V-U	NYA (re)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Μονόκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-R	NYA (m)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Πολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-K	NYAF	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Εύκαμπτος, λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H05VV-U	NYMA05VV-U	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δύσκαμπτο μονόκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
H05VV-R	NYM (m)A05VV-R	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δύσκαμπτο πολύκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
NYIFY-J& NYIFY-O		230/400V	VDE 0250.201	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους μονόκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Ελαφρύ καλώδιο, δύσκαμπτο, για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις όπου η μορφή του διευκολύνει. Σε ξηρούς χώρους, κάτω από το επίχρισμα
H03VH-H	NYFAZ	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Πολύ εύκαμπτο καλώδιο για πολύ ελαφρές χρήσεις σε κατοικίες και γραφεία. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες
H03V-F	NYLHY	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC, ελαφρού τύπου	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία. Για την τροφοδότηση ελαφρών φορητών συσκευών όπου χρειάζεται ευκαμπτότητα χωρίς μεγάλες καταπονήσεις. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες.
H05V-F	NYMHY	300/500V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών ακόμα και σε ξηρούς ή υγρούς χώρους και μέτριες καταπονήσεις.
H07RN-F	NSHou	450/750V	ΕΛΟΤ 623.4 (HD 22.4)	Καλώδιο με πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από ελαστικό	Καλώδιο κατάλληλο για εγκατάσταση σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους, στο ύπαιθρο. Για μέσες μηχανικές καταπονήσεις στις βιομηχανίες, σε εργοστάσια και αγροτικά έργα, για κινητές ή σταθερές εγκαταστάσεις.
E1W-U	NYU-0.6/1KV/U1V-U	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρουγγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-R	NYU-0.6/1KV/U1V-R	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρουγγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-S	NYU-0.6/1KV/U1V-S	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με πολύκλωνους, αγωγούς κυκλικού τομέα	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
XLPE/PVC		600/1000 V	IEC 60502-1	Καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE και μανδύα από PVC	Καλώδιο για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
XLPE/PVC /SWA/PVC & XLPE/PVC /AWAA/PVC		600/1000 V	BS 5467	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από PVC	Καλώδιο ισχύος, οπλισμένο, για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή απευθείας στο έδαφος.
XLPE/LSF (LSZH)/S WALSF(L SZH)		600/1000 V	BS 6724	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από LSF, χαμηλών επιπέδων εκπομπής τοξικών αερίων και καπνού κατά την καύση	Καλώδιο ισχύος ελεύθερο αλογόνων για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος εντός σωλήνων. Κατάλληλο για χώρους, όπου σε περίπτωση φωτιάς, από την έκλυση καπνού, απειλούνται άνθρωποι και ο υπάρχων εξοπλισμός.
NYCY & NYCWY		600/1000 V	VDE 0276-603,VDE 0276-627	Καλώδιο ισχύος και ελέγχου με μόνωση και μανδύα από PVC, συγκεντρικό αγωγό	Καλώδιο ισχύος και ελέγχου για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.

<<< Έναρξη υπολογισμών για το ελαιοτριβείο μας >>>

1) Για τον κεντρικό μας Υποπίνακα

- Για τον κινητήρα της ταινίας τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=1,1kw$, $\cos\phi=0.8$, $n=0.87$, $V_N=230/400v$

$$I_{ταινίας} = \frac{1100/0.87}{\sqrt{3} * 400 * 0.8} \Rightarrow I_{ταινίας} = \underline{2,28 A}$$

Από πίνακα 7:20 \hat{a} 0,89 επειδή δουλεύω στους 40°C

Από πίνακα 7:21 \hat{a} 0,75 ο Συντελεστής γειννίασης

$$I_{ταινίας} = [(2,28 \times 1,25) / 0,87] / 0,75$$

$$I_{ταινίας} = \underline{4,36 A}$$

Παρατήρηση: Το 1,25 είναι ένας συντελεστής για τα μεταβατικά φαινόμενα της εκκίνησης της μηχανής μου όπου χρησιμοποιεί κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα-τρίγωνο

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4x1,5mm² όπου $I_0=18,5 A$

Άρα $I_{max}=18.5 \times 0.87 \times 0.75$

$$I_{max}=12.07A$$

$$I_{ταινίας} \leq A\Sigma X T \leq I_{max}$$

$$2,28A \leq 10A \leq 12,07A$$

*Άρα μου καλύπτει της ανάγκες μου για την ασφάλεια της γραμμής μου

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελε μου θα είναι τύπου AC3 $I_N \geq 2.28A$

Επειδή όπως φαίνεται στο σχέδιο ο κινητήρας αυτός έχει κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα – τρίγωνο και για να είμαστε σωστή στην μελέτη μας θα πρέπει να έχουμε υπολογίσει και το ρεύμα του αυτοματισμού όπου θα τροφοδοτηθεί ο κινητήρας μας

Αρα:

$$I_{Y\Delta} = \frac{2,28}{\sqrt{3}} \Rightarrow I_{Y\Delta} = \underline{1,31 \text{ A}}$$

$$I_{Y\Delta}' = 1,31 \times 1,25 \text{ A}$$

$$I_{Y\Delta}' = \underline{1,63 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το καλώδιο $4 \times 1,5\text{mm}^2$

*Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω να λειτουργοί στα 1,31 A

- Για τον κινητήρα του πλυντηρίου-αποφυλλοτυρίου τα χαρακτηριστικά είναι : τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=2,2\text{kw}$, $\cos\phi=0,86$, $n=0,89$, $V_N=230/400\text{v}$

$$I_{\text{Πλυντηρίου}} = \frac{2200/0,89}{\sqrt{3} * 400 * 0,86} \Rightarrow I_{\text{Πλυντηρίου}} = \underline{4,14 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:20 \hat{a} 0,87 επειδή δουλεύω στους 40°C

Από πίνακα 7:21 \hat{a} 0,75 Συντελεστής γειννίασης

$$I_{\text{Πλυντηρίου}}' = [(4,14 \times 1,25) / 0,87] / 0,75 \Rightarrow$$

$$I_{\text{Πλυντηρίου}}' = \underline{7,93\text{A}}$$

Παρατήρηση: Το 1,25 είναι ένας συντελεστής για τα μεταβατικά φαινόμενα της εκκίνησης της μηχανής μου όπου χρησιμοποιεί κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα-τρίγωνο

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4x1,5mm² όπου I₀=18,5 A

$$\text{Άρα: } I_{\max}=18.5 \times 0.87 \times 0.75$$

$$I_{\max}=\underline{12.07A}$$

$$\underline{I_{\text{Πλυντηρίου}} \leq A\Sigma\chi\tau \leq I_{\max}}$$

$$4,14 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 12,07 \text{ A}$$

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρέλε μου θα είναι τύπου AC3 IN $\geq 4.14A$

Επειδή όπως φαίνεται στο σχέδιο ο κινητήρας αυτός έχει κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα – τρίγωνο και για να είμαστε σωστή στην μελέτη μας θα πρέπει να έχουμε υπολογίσει και το ρεύμα του αυτοματισμού όπου θα τροφοδοτηθεί ο κινητήρας μας

Άρα:

$$I_{Y\Delta} \frac{4,14}{\sqrt{3}} = \underline{2,39 \text{ A}}$$

$$I_{Y\Delta}'=2,39 \times 1,25 \Rightarrow \underline{2,39 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το καλώδιο το 4x1,5mm²

*Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω στα 2,39 A

- Για τον κινητήρα κίνηση της ελαίας τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=750w$, $\cos\phi=0.75$, $\eta=0.83$, $V_N=230/400v$

$$I_{\text{μαλακτήρα}} = \frac{750/0.83}{\sqrt{3} * 400 * 0.75} \Rightarrow I_{\text{μαλακτήρα}} = \underline{1,73 A}$$

Από πίνακα 7:20 \hat{a} 0,87 επειδή δουλεύω στους 40°C

Από πίνακα 7:21 \hat{a} 0,75 Συντελεστής γειννίασης

$$I_{\text{μαλακτήρα}}' = [(1,73 \times 1,25) / 0,87] \times 0,75 \Rightarrow$$

$$I_{\text{μαλακτήρα}}' = \underline{3,31A}$$

Παρατήρηση: Το 1,25 είναι ένας συντελεστής για τα μεταβατικά φαινόμενα της εκκίνησης της μηχανής μου όπου χρησιμοποιεί κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα-τρίγωνο

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4x1,5mm² όπου $I_0=18,5 A$

$$\text{Άρα } I_{\text{max}} = 18.5 \times 0.87 \times 0.75$$

$$I_{\text{max}} = \underline{12.07A}$$

$$I_{\text{μαλακτήρα}} \leq A\Sigma XT \leq I_{\text{max}}$$

$$1,73A \leq 10 A \leq 12,07 A$$

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελε μου θα είναι τύπου AC3 $I_N \geq 1.73A$

Επειδή όπως φαίνεται στο σχέδιο ο κινητήρας αυτός έχει κύκλωμα αυτοματισμού αστέρα – τρίγωνο και για να είμαστε σωστή στην μελέτη μας θα πρέπει να έχουμε υπολογίσει και το ρεύμα του αυτοματισμού όπου θα τροφοδοτηθεί ο κινητήρας μας

$$I_{Y\Delta} \frac{1,73}{\sqrt{3}} = \underline{1 \text{ A}}$$

$$I_{Y\Delta}' = 1 \times 1,25 \Rightarrow I_{Y\Delta}' = \underline{1,25 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το καλώδιο το 4x1,5mm²

*Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω να λειτουργεί στο 1 A

- Για τον κινητήρα του σπαστήρα τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , P_{out}=30kw , cosφ=0.91 , n=0.91 , V_N=230/400v

$$I_{\text{σπαστήρα}} = \frac{30000/0,91}{\sqrt{3} * 400 * 0,91} \Rightarrow I_{\text{σπαστήρα}} = \underline{32,28 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:20 \hat{a} 0,89 επειδή δουλεύω στους 40°C

Από πίνακα 7:21 \hat{a} 0,75 Συντελεστής γειννίασης

$$I_{\text{σπαστήρα}}' = (32,28 / 0,89) / 0,75 \Rightarrow$$

$$I_{\text{σπαστήρα}}' = \underline{80,12 \text{ A}}$$

Άρα: Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4x1,5mm² όπου I₀=128 A

$$I_{\text{max}} = 128 \times 0,87 \times 0,75 \Rightarrow I_{\text{max}} = \underline{83,52 \text{ A}}$$

$$I_{\text{σπάστηρα}} \leq A\Sigma X T \leq I_{\text{max}}$$

$$52,28A \leq 63A \leq 83,52 A$$

Παρατήρηση : Όπως φαίνεται στο σχέδιο ο σπαστήρας μας είναι σε κύκλωμα inverter για τον έλεγχο των στροφών

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελε μου θα είναι τύπου AC3 $I_N \geq 32.28A$

*Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω στα 52,28 A

Τέλος οι υπολογισμοί των φορτιών για τον κεντρικό πίνακα για να ολοκληρωθεί η διαδικασία θα πρέπει να υπολογίσω τα συνολικά φορτία του Υποπίνακα κίνησης και του Υποπίνακα φωτισμού ώστε να έχουμε μια ολοκληρωμένη άποψη για την συνολική κατανάλωση του ελαιοτριβείου μας

2) Υπολογισμοί των φορτίων του Υποπίνακα κίνηση

- Για τον κινητήρα του Ντεκάρτερ τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=22kw$, $\cos\phi=0.86$, $\eta=0.89$, $V_N=230/400v$

$$I_{\text{ντεκάρτερ}} = \frac{2200/0.89}{\sqrt{3} * 400 * 0.86} \Rightarrow I_{\text{ντεκάρτερ}} = \underline{41.48A}$$

Απο πίνακα 7:20 $\rightarrow 0.89$ επειδή δουλεύω στους $40^\circ C$

Από πίνακα 7:21 $\rightarrow 0.75$ συντελεστής γεινίασης

$$I_{\text{ντεκάρτερ}'} = (41.48/0.87) / 0.75 \Rightarrow$$

$$I_{\text{ντεκάρτερ}'} = \underline{63.57A}$$

Απο πίνακα 7:15 επιλέγω το $4 \times 16mm^2$ όπου $I_0=80 A$

$$I_{\text{max}} = 80 \times 0.87 \times 0.75 A$$

$$\underline{I_{\text{max}}=52.2 A}$$

$$I_{\text{ντεκαρτέρ}} \leq A\Sigma X T 1 \leq I_{\text{max}}$$

$$41,48A \leq 50 A \leq 52,2 A$$

Η ασφάλεια θα είναι τύπου αΜ και το ρελλέ θα είναι τύπου AC3 όπου το $I_N \geq 41,48A$

Το θερμικό θα το ρυθμίσω να λειτουργεί στα 41,48A



Εικόνα 22 : φυγοκεντρικό ντικάρτερ για τον προτελευταίο στάδιο παραγωγής ελαιόλαδου
 Πηγή : Ελαιοτριβείο Ξανθός

- Για τον κινητήρα του διαχωριστήρα τα χαρακτηριστικά είναι :
 τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=2,2kw$, $\cos\phi=0.86$, $\eta=0.89$, $V_N=230/400v$

$$I_{\text{Διαχωριστήρα}} = \frac{2200/0.89}{\sqrt{3} * 400 * 0.86} \Rightarrow I_{\text{Διαχωριστήρα}} = \underline{4,14 \text{ A}}$$

Απο πίνακα 7:20 α 0,87 επειδή δουλεύω στους 40°C

Απο πίνακα 7:21 0,75 α συντελεστής γειννίασης

$$I_{\text{Διαχωριστήρα}}' = (4,14/0,87/0,75) \Rightarrow I_{\text{Διαχωριστήρα}}' = \underline{6,34A}$$

Άρα: Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4 x 1,5 mm² όπου $I_0=18,5 \text{ A}$

$$I_{\text{max}}=18,5 \times 0,87 \times 0,75$$

$$I_{\text{max}}=\underline{12,07 \text{ A}}$$

$$I_{\text{Διαχωριστήρα}} \leq A\Sigma X T 2 \leq I_{\text{max}}$$

$$4,14A \leq 10A \leq 12,07 A .$$

Η ασφάλεια θα είναι τύπου αΜ και το ρελε θα είναι τύπου AC3 $I_N \geq 4.14A$

Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω να δουλεύει στα 4,14A

- Για τον κινητήρα του κόσαινου τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=460w$, $\cos\phi=0.66$, $n=0.6$, $V_N=230/400v$

$$I_{\text{κόσαινου}} = \frac{460/0.60}{\sqrt{3} * 400 * 0.66} \Rightarrow I_{\text{κόσαινου}} \underline{1,67 A}$$

Από πίνακα 7:20 \hat{a} 0,87 επειδή δουλεύω στους 40°C

Από πίνακα 7:21 0,75 \hat{a} συντελεστής γεινίασης

$$I_{\text{κόσαινου}}' = (1,67/0,87) / 0,75 \Rightarrow I_{\text{κόσαινου}}' = \underline{2,55 A}$$

Άρα: Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4 x 1,5 mm² όπου $I_0=18,5 A$

$$I_{\text{max}}=18,5 \times 0,87 \times 0,75$$

$$I_{\text{max}}=\underline{12,07 A}$$

$$I_{\text{κόσαινου}} \leq A\Sigma X T 3 \leq I_{\text{max}}$$

$$1,67 A \leq 10A \leq 12,07 A$$

Η ασφαλεια μου θα είναι τύπου αμ και το ρελε τύπου AC3 $I_N \geq 1,67A$

Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω στα 1,67 A \approx 2 A

- Για τον κινητήρα θέρμανσης για το καζάνι του μαλακτήρα τα χαρακτηριστικά είναι :
μονοφασικός κινητήρας , $P_{out}=1,5w$, $\cos\varphi=0.91$, $n=0,9$, $V_N=230v$

$$I_{\text{καζάνι νερού μαλακτήρα}} = \frac{1500/0,9}{230 \times 0,91} \Rightarrow I_{\text{καζάνι νερού μαλακτήρα}} = \underline{7,96 A}$$

Παρατήρηση: Ο συγκεκριμένος κινητήρας δεν βρίσκεται μέσα σε διάτρητη μεταλλική σχάρα για την όδευση του καλωδίου , αλλά είναι περασμένος ο αγωγός μέσα σε σωλήνα βαρέως τύπου (cibi) και έτσι δεν έχουμε συντελεστές γειτνίασεως και συντελεστές αύξηση θερμοκρασίας του καλωδίου .

$$I_{\text{καζάνι νερού μαλακτήρα}}' = 7,96/0,85 \Rightarrow I_{\text{καζάνι νερού μαλακτήρα}}' = \underline{9,36 A}$$

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το καλώδιο $3 \times 1,5mm^2$ όπου $I_0=18,5 A$

$$\text{Άρα : } I_{max}=18,5 \times 0,85 \Rightarrow I_{max}=\underline{15,72 A}$$

$$\text{Άρα : } I_{\text{καζάνι νερού μαλακτήρα}} \leq A\Sigma X T 4 \leq I_{max}$$

$$7,96A \leq 10A \leq 18,5A$$

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελέ μου θα είναι τύπου AC3 όπου $I_N=7,96A$

Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω να λειτουργεί στα 7,96A

- Για τον κινητήρα θέρμανση νερού με πυρήνα τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=750w$, $\cos\varphi=0.75$, $n=0.83$, $V_N=230/400v$

$$I_{\text{κιν θερ νερού}} = \frac{750/0.83}{\sqrt{3} * 400 * 0,75} \Rightarrow I_{\text{κιν θερ νερού}} = \underline{1,75 A}$$

Απο πίνακα 7:20 επιλέγω το 0,87 γιατί δουλεύω στους 40°C

Απο πίνακα 7:21 επιλέγω το 0,75 \hat{a} συντελεστής γειτνίασης

$$I_{\text{κιν θερ νερο}'} = (1,75 \times 1,25) / 0,87 / 0,75 \Rightarrow I_{\text{κιν θερ νερο}'} = \underline{3,31 \text{ A}}$$

Απο πίνακα 7/15 επιλέγω το 4 x 1,5 mm² όπου I₀=18,5 A

$$I_{\text{max}} = 18,5 \times 0,87 \times 0,75$$

$$I_{\text{max}} = \underline{12,07 \text{ A}}$$

$$I_{\text{κιν θερ νερο}} \leq \text{ΑΣΧΤ5} \leq I_{\text{max}}$$

$$1,73 \leq 10 \text{ A} \leq 12,07 \text{ A}$$

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελε τύπου AC3 όπου I_N=1,75A

$$I_{Y\Delta} = \frac{1,73}{\sqrt{3}} \Rightarrow I_{Y\Delta} = \underline{1 \text{ A}}$$

$$I_{Y\Delta}' = 1 \times 1,25 \text{ A} \Rightarrow I_{Y\Delta}' = \underline{1,25 \text{ A}}$$

Απο πίνακα 7:15 επιλέγω το 4 x 1,5 mm² όπου I₀=18,5 A

Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω στο 1 A

- Για τον κινητήρα τελικού τα χαρακτηριστικά είναι :
τριφασικός κινητήρας , $P_{out}=11\text{kw}$, $\cos\phi=0.84$, $\eta=0.87$, $V_N=230/400\text{v}$

$$I_{\text{τελικό}} = \frac{1100/0.87}{\sqrt{3} * 400 * 0.84} \Rightarrow I_{\text{τελικό}} = \underline{21,72 \text{ A}}$$

Απο πίνακα 7:20 επιλέγω το 0,87 γιατί δουλεύω στους 40°C

Απο πίνακα 7:21 επιλέγω το 0,75 ~~α~~ συντελεστής γειτνίασης

$$I_{\text{τελικό}}' = (21,27 / 0,87) / 0,75 \Rightarrow I_{\text{τελικό}}' = \underline{33,28 \text{ A}}$$

Από πίνακα 7:15 επιλέγω το 4 x 4 mm² όπου $I_0=34 \text{ A}$

$$I_{\text{max}} = 34 \times 0,86 \times 0,75 \Rightarrow I_{\text{max}} = \underline{21,93 \text{ A}}$$

$$I_{\text{τελικό}} \leq \text{ΑΣΧΤ } 6 \leq I_{\text{max}}$$

$$21,72\text{A} \leq 25 \text{ A} \leq 21,93\text{A}$$

Αυτό το καλώδιο δεν πλήρη τις προϋποθέσεις άρα θα βάλω το 4x6 mm² όπου $I_0=43\text{A}$

$$I_{\text{max νέο}} = 43 \times 0,86 \times 0,75 \Rightarrow I_{\text{max νέο}} = \underline{27,73 \text{ A}}$$

$$I_{\text{τελικό}} \leq \text{ΑΣΧΤ } 6 \leq I_{\text{max}}$$

$$21,72\text{A} \leq 25 \text{ A} \leq 27,73\text{A}$$

Η ασφάλεια μου θα είναι τύπου αΜ και το ρελέ θα είναι τύπου AC3 όπου $I_0=21,72\text{A}$

Το θερμικό μου θα το ρυθμίσω στα 21,72A

Έναρξη υπολογισμού διατομής καλωδίου για τον Υποπίνακα κίνησης ώστε να γίνει πλήρως υπολογισμός διατομής για τον κεντρικό πίνακα .

$$I_{\text{Ρολικό}} = (41,48 * 0,86) + (4,14 * 0,86) + (1,67 * 0,66) + (7,96 * 0,91) + (1,73 * 0,75) + (21,72 * 0,84) \Rightarrow I_{\text{Ρολικό}} = 67,12 \text{ A}$$

$$I_{\text{Χολικό}} = (41,48 * \sin(\cos^{-1} 0,86)) + (4,14 * \sin(\cos^{-1} 0,86)) + (1,67 * \sin(\cos^{-1} 0,66)) + (7,96 * \sin(\cos^{-1} 0,91)) + (1,73 * \sin(\cos^{-1} 0,75)) + (21,72 * \sin(\cos^{-1} 0,84)) \Rightarrow I_{\text{Χολικό}} = 40,76 \text{ A}$$

$$I_{\text{ολικό}} = \sqrt{I_{\text{Ρολικό}}^2 + I_{\text{Χολικό}}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{\text{ολικό}} = \sqrt{67,12^2 + 40,76^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{\text{ολικό}} = 78,32 \text{ A}$$

Το συνολικό ρεύμα που διοχετεύεται στον Υποπίνακα μας είναι $I_{\text{ολικό}} = 78,32 \text{ A}$ και ο συνολικός μέσος συντελεστής ισχύος όπου αφορά τον Υποπίνακα κίνησης είναι ως εξής :

$$\cos\phi_{\text{ολικό}} = \frac{I_{\text{Ρολικό}}}{I_{\text{ολικό}}} \Rightarrow \cos\phi_{\text{ολικό}} = \frac{67,12}{78,32} \Rightarrow \cos\phi_{\text{ολικό}} = 0,85$$

$$P_{\text{ολικό}} = \sqrt{3} * 400 * 78,52 * 0,85$$

$$P_{\text{ολικό}} = 46,24 \text{ kW}$$

$$S_{\text{ολικό}} = \sqrt{3} * 400 * 78,52$$

$$S_{\text{ολικό}} = 54,4 \text{ kVA}$$

Απο πίνακα 7:15 επιλέγω το $3 \times 16 \text{ mm}^2$ όπου $I_0 = 80 \text{ A}$

Άρα το $I_{\text{max}} = I_0 = 80 \text{ A}$.

Επομένως $I_{\text{ολικό}} \leq A_{\text{ΣΧΤ}}_{\text{Υποπίνακα}} \leq I_{\text{max}} \Rightarrow$

$$\underline{\underline{78,32 \text{ A} < 80 \text{ A} < 80 \text{ A}}}$$

Άρα το ασφάλεια μας για τον Υποπίνακα κίνησης θα είναι τύπου gL και τύπου μαχαιρωτή ασφάλεια

3)Υπολογισμοί των φορτίων του Υποπίνακα φωτισμού

Σε αυτόν τον Υποπίνακα έχουμε μόνο σαν φορτία 32 φωτιστικά σώματα και 15 ρευματολήπτες τύπου σούκο (μπρίζα σούκο) Επομένως η διαδικασία υπολογισμών των ρευμάτων είναι ως εξής :

Τα φώτα μας επειδή είναι των 32 w και έχω 32 φωτιστικά άρα $32 \times 32 = 1024w$

$$P_{\text{Υποπίνακα φωτισμού}} = [(1024 + (15 \times 230 \times 16))] \times 0.5$$

$$P_{\text{Υποπίνακα φωτισμού}} = 28.11 \text{ kw}$$

$$I_{\text{υποπίνακα φωτισμού}} = \frac{28110}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} \Rightarrow I_{\text{υποπίνακα φωτισμού}} = 40,57 \text{ A}$$

Παρατήρηση :Το $\cos\phi=1$ σε αυτή την περίπτωση τα ωμικά , φωτιστικά και τα ρευματοληπτών τα φορτία θεωρούνται ιδανικά διότι δεν καταλαμβάνουν άεργες ισχύς

$I_{\text{Υποπίνακα φωτισμού}} = 40,57/0,85 \Rightarrow$ Διαιρώ με το 0,85 διότι τα καλώδια των φωτιστικών και των μπριζών Βρίσκονται σε σωλήνα βαρέως τύπου κουνιδι.

Τότε από πίνακα 7:15 επιλέγω το $5 \times 16 \text{ mm}^2$ όπου $I_0=60 \text{ A}$

Άρα το $I_{\text{max}}=60\text{A} \times 0,85$

$$I_{\text{max}}=51 \text{ A}$$

$$I_{\text{Υποπίνακα φωτισμού}} \leq A\Sigma X T \leq I_{\text{max}}$$

$$\underline{\underline{40.57 \leq 50 \text{ A} \leq 51 \text{ A}}}$$

Η γενική ασφάλεια του Υποπίνακα φωτισμού θα είναι τύπου gL και θα δέχεται φουσίγγια τήξεως, ενώ το ρελέ θα είναι στα 30 mA.

2.3 Υπολογισμός ισχύος της εγκατάστασης στο ελαιοτριβείο

Στην προηγούμενη ενότητα υπολογίσαμε της διατομές των καλωδίων και των ρευμάτων σε κάθε Υποπίνακα και σε κάθε φορτίο όπου είναι ασφαλισμένα στον κεντρικό μας πίνακα, σε αυτή την χρονική φάση υλοποίηση θα πρέπει να υπολογίσουμε τη συνολική ισχύ του ελαιοτριβείου.

Έναρξη υπολογισμού ισχύος του ελαιοτριβείου

$$I_{Rολικό} = (2,28 * 0,8) + (4,14 * 0,86) + (1,73 * 0,75) + (52,28 * 0,91) + (78,52 * 0,85) + (40,57 * 1) \Rightarrow I_{Rολικό} = 161,56 \text{ A}$$

$$I_{Xολικό} = [2,28 * (\sin(\cos^{-1} 0,8))] + [4,14 * (\sin(\cos^{-1} 0,86))] + [1,73 * \sin(\cos^{-1} 0,75)] + [52,28 * (\sin * \cos^{-1} 0,91)] + [78,52 * (\sin * \cos^{-1} 0,85)] \Rightarrow I_{Xολικό} = 67,66 \text{ A}$$

Άρα :

$$I_{ολικό} = \sqrt{I_{Rολικό}^2 + I_{Xολικό}^2} \Rightarrow I_{ολικό} = \sqrt{161,56^2 + 67,66^2} \Rightarrow I_{ολικό} = 175,15 \text{ A}$$

$$\cos\varphi_{ολικό} = \frac{I_{ολικό R}}{I_{ολικό}} \Rightarrow \cos\varphi_{ολικό} = \frac{161,56A}{175,15A} \Rightarrow \cos\varphi_{ολικό} = 0,92$$

$$P_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} * \cos\varphi_{ολικό} \Rightarrow P_{ολικό} = \sqrt{3} * 400 * 175,15 * 0,92 \Rightarrow$$

$$P_{ολικό} = 11,63 \text{ kw}$$

$$S_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} \Rightarrow S_{ολικό} = \sqrt{3} * 400 * 175,15 \Rightarrow S_{ολικό} = 121,34 \text{ kvA}$$

$$Q_{ολικό} = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{ολικό} * \sin\varphi_{ολικό} \Rightarrow Q_{ολικό} = \sqrt{3} * 400 * 175,15 * 0,39 \Rightarrow$$

$$Q_{ολικό} = 47,32 \text{ kvar.}$$

Άρα το ασφάλεια μας για τον πίνακα κίνησης θα είναι τύπου gL και τύπου μαχαιρωτή ασφάλεια



Εικόνα23:Υποπίνακας κίνησης στο ελαιοτριβείο ξανθός

Πηγή:Ελαιοτριβείο Ξανθός

2.4 Υπολογισμός παροχής για την σύνδεση στο δίκτυο ηλεκτροδότησης (ΔΕΗ)

Στην παραπάνω ενότητα έχει γίνει υπολογισμός του συνολικού ρεύματος όπου απορροφάει η εγκατάσταση, και επίσης έχει γίνει ο συνολικός υπολογισμός των τριών ισχύων πραγματικής, άεργο, φαινόμενη ισχύς .

Εφόσον γνωρίζουμε όλα τα στοιχεία της εγκατάστασης από τον πίνακα 7:15 όπου $I_{ολικό}=175,15$ A επιλέγουμε το $3 \times 70 \text{mm}^2$ όπου το $I_0=202$ A. Μπορούμε να προσδιορίσουμε την διατομή της εγκατάστασης που θα τροφοδοτηθεί από το δίκτυο ηλεκτροδότηση (ΔΕΗ) από τον πίνακα Η2-11.

Ο πίνακας Η2-11 μας δείχνει ότι η τελική διατομή του καλωδίου που πρέπει να τοποθετηθεί στο ελαιοτριβείο μας είναι $3 \times 120 \text{mm}^2 + 70 \text{mm}^2 + 70 \text{mm}^2$ και η παροχή μας θα είναι η Ν₀₆ όπου είναι στα 135ΚVA

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΟΧΩΝ - ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΟ ΧΤ (ΟΔ Νο 23) ΗΛΕΚΤΡΑΧΩΛΣ Φύλλο 4											
ΠΑΡΟΧΗ	ΜΕΓΕΘΗ ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤ.	ΑΣΦΑΛΕΙΣ			ΕΜΑΧΑΝΑΚ. ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΤ (10)	ΜΕΤΡΗΣΗΣ (5)	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΜΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ (CU) (8)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ (ΚΕ ΒΤΩΤ) (2)	
		ΑΣΦ.	ΜΗΡ.	ΜΕΤΡΗΣΗΣ			ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣ Β.Α. (CU)	Χ.ΛΡΕ			
№	ΚVA	A	A	A	A	A	mm ²	mm ²	mm ²	ΚVA	
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ											
03	8	35	35	40	63	10/40 15/60	2x6	-	3X10	50	
06	12	50	63	63	80	15/60	2x16	-	3X16	50	
ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ											
1	15	25	25	25	63	3x10/40 3x10/60	4x6	-	6X6	50	
2	25	35	35	40	63	3x10/40 3x10/60	4x6	-	5X10	50	
3	35	50	63	63	100	3x20/60 3x10/60	4x16	-	5X16	100 (75)	
4	55	80	100	-	160	3x50/100 3x20/100	4x25	-	3X25+16+16 (8)	100	
5	85	125	160	-	250	3x1,5/6 3x1/6	4x50	3X95AL+35CU	3X50+25+25 (6)	160	
6	135	200	250	-	400	3x1,5/6 3x1/6	Μονοπολ. 95 CU	3X150AL+50CU	3X120+70+70 (6)	250	

2.5 Επανελέγχος της εγκατάσταση μας για την σωστή και ασφαλή λειτουργία .

Το ελαιοτριβείο πριν τεθεί σε λειτουργία θα πρέπει να γίνουν ορισμένες διαδικασίες ελέγχου κατά το πρότυπο του HD384.

Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας , ώστε κατά τη διάρκεια της διενέργειας των δοκιμών και των μετρήσεων να αποφευχθεί κάθε κίνδυνος για πρόσωπα και να αποτραπεί η πρόκληση βλαβών σε οποιαδήποτε αγαθά και στις εγκατεστημένες συσκευές ή άλλα υλικά. Μετά την ολοκλήρωση του ελέγχου , τα αποτελέσματα θα πρέπει να τεκμηριώνονται σε πρωτόκολλο και έκθεση παράδοσης και μαζί με την ΥΔΕ και τα μονογραμμικά σχέδια εγκατάστασης και πινάκων κατατίθενται στην ηλεκτρική επιχείρηση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας , εντός ενός έτους από την ημερομηνία έκδοσής τους και αντικαθίστανται όταν διενεργείται επανελέγχος της εγκατάστασης. Μέσω των επανελέγχων διαπιστώνεται εάν η κατάσταση της ηλεκτρικής εγκατάστασης , ή τμημάτων της εγκατάστασης έχουν τόσο επιδεινωθεί , ώστε η χρήση της δεν είναι πλέον ασφαλής. Ακόμη , για να διαπιστωθεί εάν η εγκατάσταση πληροί τις απαιτήσεις της κατασκευής της, σε περίπτωση που δεν έχουν καθοριστεί διαφορετικές απαιτήσεις από εθνικές προδιαγραφές η άλλες απαιτήσεις από δημόσιες αρχές.

Παράλληλα θα πρέπει να ερευνώνται οι επιδράσεις από αλλαγές που έχουν γίνει στην εγκατάσταση έναντι της παλαιότερης χρήσης της.

Στο πρωτόκολλο επανελέγχου θα περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της οπτικής επιθεώρησης , τα αποτελέσματα των μετρήσεων , όπως επίσης πληροφορίες για όλες τις αλλαγές ή τις επεκτάσεις της εγκατάστασης.

Επίσης θα πρέπει να περιλαμβάνονται και να δηλώνονται όλες οι αποκλίσεις από τις προδιαγραφές των αντίστοιχων τμημάτων της εγκατάστασης .Σε κάθε έλεγχο ή επανελέγχο περιλαμβάνονται 1) η οπτική επιθεώρηση ,2) οι δοκιμές 3) οι μετρήσεις.

1) Οπτική επιθεώρηση

Στην οπτική επιθεώρηση πρώτο μέλημα μας είναι η επιθεώρηση των ηλεκτρολογικών υλικών σύμφωνα με της διατάξεις που ορίζει ο κατασκευαστής ώστε να μην επηρεάζει αρνητικά την λειτουργία του ελαιοτριβείου .

Στα πλαίσια της οπτικής επιθεώρησης είναι και ο έλεγχος των πινάκων ηλεκτροδότησης ώστε να παρατηρηθεί αν υπάρχει μελλοντικό ή παροδικό σφάλμα στον ηλεκτρικό μας πίνακα .

Στον έλεγχο αυτό θα πρέπει να ελέγξουμε ορισμένα σημεία όπως :

- Ø Μέτρα προστασίας από ηλεκτροπληξία
- Ø Μέτρα προστασίας από πυρκαγιά
- Ø Επιλογή διατομών αγωγών
- Ø Επιλογή και ρύθμιση των διατάξεων προστασίας
- Ø Όργανα διακοπής και απομόνωσης
- Ø Επιλογή υλικού βάσει εξωτερικών επιδράσεων
- Ø Αναγνώριση αγωγών N & PE
- Ø Δυνατότητα αναγνώρισης κυκλωμάτων
- Ø Σχέδια , διαγράμματα, πινακίδα δοκιμής RCD
- Ø Επάρκεια συνδέσεων αγωγών
- Ø Δυνατότητα πρόσβασης και χειρισμών

2) Δοκιμές

Μέσω των δοκιμών στην εγκατάσταση μας επιβεβαιώνεται η σωστή και ορθή λειτουργία των μέσων προστασίας ώστε να επιτύχουμε όσο το δυνατόν μέγιστη ασφάλεια ώστε να αποφύγουμε ηλεκτροπληξίες, πυρκαγιές , σοβαρές σωματικές βλάβες και τέλος απώλεια ζωής από μη ενεργοποίηση των κυκλωμάτων ασφαλείας πχ (ασφάλειες , διακόπτης διαφυγής έντασης) .

Στον έλεγχο αυτό θα πρέπει να ελέγξουμε ορισμένα σημεία όπως :

- Ø Έλεγχος και δοκιμές πολικότητας
- Ø Δοκιμές λειτουργίας διατάξεων διαφορικού ρεύματος
- Ø Κατεύθυνση φοράς των τριφασικών κινητήρων
- Ø Κατεύθυνση τριφασικών μπριζών
- Ø Δοκιμές λειτουργίας του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
- Ø Δοκιμές απομόνωσης και διακοπής ηλεκτρικών πινάκων

3) Μετρήσεις

Μέσω των μετρήσεων μπορούμε να επιτύχουμε τη σωστή λειτουργία των μέσων προστασίας της ηλεκτρικής μας εγκατάσταση. Με την χρήση των κατάλληλων οργάνων γίνεται η μέτρηση των τιμών και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων .

Στον έλεγχο αυτό θα πρέπει να ελέγξουμε ορισμένα σημεία όπως :

- Ø Συνέχεια αγωγών προστασίας και σύνδεση συμπληρωματικής και κύριας ισοδύναμης σύνδεσης (εκτός τάσεις).
- Ø Αντίσταση μόνωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης (εκτός τάσης).
- Ø Διάταξη διαφορικού ρεύματος RCD (Υπό τάση).
- Ø Βρόγχος σφάλματος (Υπό τάση).
- Ø Μέτρηση αντίσταση γείωσης της εγκατάσταση μέσω γειωσόμετρου.

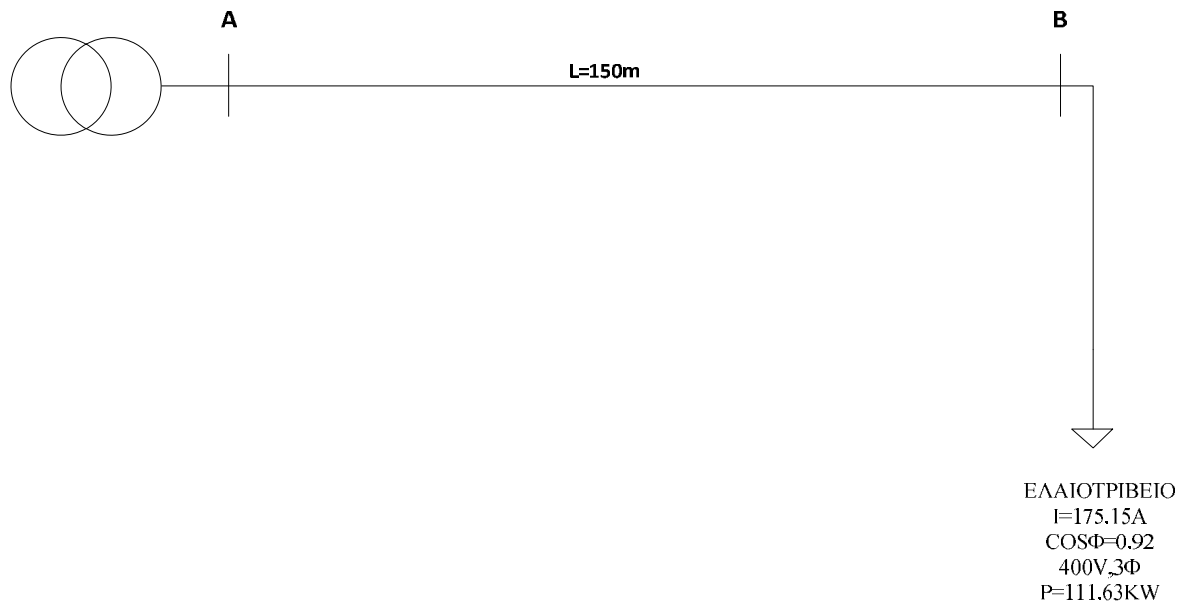


Εικόνα 24 : όργανα ένδειξης σφαλμάτων για την ορθή λειτουργία της εγκατάστασης
Πηγή : WWW.METREL.SI

3.1 Υπολογισμός της εγκατάστασης στην πτώση τάσης

Η πτώση τάση σε μία εγκατάσταση είναι σημαντική διότι πρέπει να έχουμε υπόψη διότι εάν έχουμε συσκευές όπου χρειάζεται προστασία από πτώση τάσης, θα πρέπει να το έχουμε στα λάβει σοβαρά κατά τον υπολογισμό των διατομών του ελαιοτριβείου μας .

Για την μελέτη μας στο ελαιοτριβείο μας έχουμε λάβει υπόψη την πτώση τάση αλλά και την βύθιση τάσης όπου θα δούμε στην επόμενη ενότητα .



παραπάνω βλέπουμε την αποτίμηση του μονογραφικού σχεδίου από τον μετασχηματιστή διανομής έως το ελαιοτριβείο μας

Έναρξη υπολογισμών για την πτώση τάσης στο Ελαιοτριβείο

Η γραμμή από το Μ/Σ έως το ρολόι της εγκατάστασης μας θα είναι 150m όπου τροφοδοτείται από το εναέριο δίκτυο της ΔΕΗ. Το καλώδιο από το στύλο της ΔΕΗ είναι τύπου ΣΚ 4 x 120mm².

Η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσεις για το ελαιοτριβείο μας κατά το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD 384 θα πρέπει να είναι λιγότερη ή ίση του 4%.

$$\text{Άρα } \Delta_v = R \cdot \frac{m}{km} \cdot (I_{\text{ολικό}} \cdot \cos\varphi_{\text{ολικό}}) + X \cdot \frac{m}{km} \cdot (I_{\text{ολικό}} \cdot \sin\varphi_{\text{ολικό}}) \Rightarrow$$

Από πίνακα Η2-3 για το ΣΚ 4x120mm² το R=0,284 και το X=0,083

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΧΤ ΗΛΕΚ Β2. ΧΛΣ (Φύλλο 2)							
ΑΓΩΓΟΙ	ΟΝΟΜ. ΔΙΑΤΟΜΗ mm ²	ΠΡΑΓΜ. ΔΙΑΤΟΜΗ mm ²	ΜΕΓ. ΕΠΙΤΡ. ΦΟΡΤΙΣΗ		R Ω/km	X Ω/km	R _{max} (20°C) Ω/km
			A	γρμ. ΚVA			
4X16 AL	16	27	145	100	1,218	0,318	
4X35 AL	35	57	232	161	0,574	0,284	
4X50 AL	50	82	295	204	0,397	0,279	
4X16 CU	16	16	115	80	1,274	0,234	
4X35 CU	35	35	185	128	0,590	0,308	
4X50 CU	50	50	232	161	0,428	0,294	
ΣΚ 5X70 AL+54,6 AAAC	70	70	194	134	0,497	0,160	0,530
ΣΚ 4X120+35 AL	120	120	290	184	0,284	0,083	

Παρατήρηση :

- 1) Οι τιμές των μέγιστων επιτρεπόμενων εντάσεων (A) έχουν προκύψει από τις εξής παραδοχές : θερμοκρασία του αέρα → 40 c°

Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού σε χαλκό Cu → 70 c°

Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού σε αλουμίνιο Al → 80 c°

Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού σε ΣΚ → 90 c°

- 2) Οι επαγωγικές αντιστάσεις έχουν υπολογιστεί στην τυποποιημένη κατακόρυφη διάταξη των γυμνών αγωγών στην κατασκευή S-3 και στα ΣΚ με τις αποστάσεις των κέντρων
- 3) Οι ωμικές αντιστάσεις έχουν υπολογιστεί σε θερμοκρασία των 70 c°

$$\Delta_v = 0,284 \times \frac{150}{1000} \times 175,15 \times 0,92 + 0,083 \times \frac{150}{1000} \times 175,15 \times 0,39 \Rightarrow$$

$$\Delta_v = 7,71 \text{ v}$$

$$\Delta_v \% = \frac{7,71}{230} \cdot 100\% \Rightarrow \Delta V \% = 3,35 \%$$

Από ότι αντιλαμβανόμαστε η πτώση τάσεις δεν έχει ξεπεράσει το 4% όπου βάζει ανώτερο όριο ο κανονισμός από το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384

3.2 Υπολογισμός της εγκατάστασης στην βύθιση τάσεις

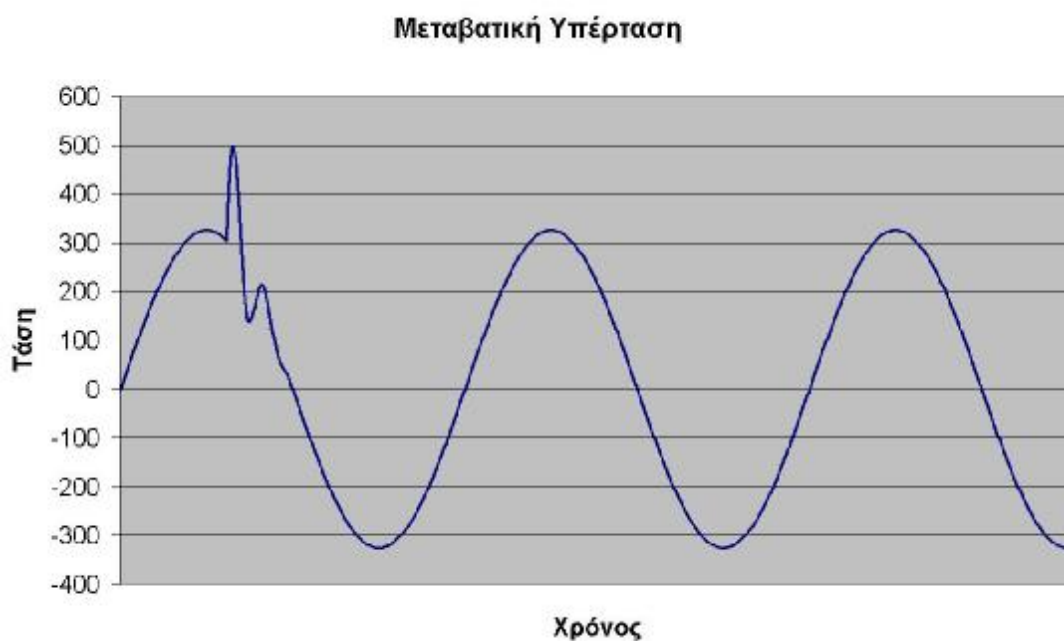
Με τον όρο βύθιση τάσης , εννοούμε τη σχεδόν στιγμιαία πτώση τάσης που δημιουργείται σε μια γραμμή , κατά την εκκίνηση μιας συσκευής ή ενός κινητήρα δεδομένου ότι το ρεύμα εκκίνησης ή ζεύξη είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερη από εκείνο της κανονικής λειτουργίας .

Η βύθιση τάσης μετριέται ως η πτώση μεταβολής της τάσης στη θέση του δικτύου που συνδέεται η συσκευή η οποία προκαλεί τη υπερένταση κατά την στιγμή που εμφανίζεται η υπερένταση.

Η ενόχληση που συνεπάγεται η βύθιση τάσης είναι συνάρτηση του μεγέθους της και της συχνότητας που επαναλαμβάνεται.

Πέραν αυτών αποδίδεται και σημασία στο πλήθος και το είδος των καταναλωτών που υπόκεινται στην ενόχληση.

Είμαι διαφορετικό πράγμα να έχουμε βυθίσεις σε κυρίως αστική περιοχή με οικιακούς καταναλωτές και σε διαφορετικές περιοχές όπου υπάρχουν αρδευτικά δίκτυα που στην ουσία κανείς δεν ενοχλείται .



Εικόνα 25 : Ένδειξη μιας περιόδου της τάσης όταν έχουμε μια βύθιση τάσης στο δίκτυο

Πηγή : [https://www Google .gr](https://www.google.gr)

Οι παρακάτω πίνακες είναι για την επίλυση της βύθισης τάσης στο ελαιοτριβείο μας

233

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-20

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ
ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΚΚΙΝΗΣΕΙΣ		
	ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ	ΛΙΑΝ ΣΥΧΝΕΣ
A	3,5%	2,0%	1,3%
B	6,0%	3,5%	2,3%
Γ	10,0%	5,0%	3,5%

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

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-21

ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΓΚΡΙΣΗ
ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ			
ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΚΤΥΟ		
27 A	40 A		
ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ			
ΕΝΑΕΡΙΟ ΔΙΚΤΥΟ	ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΙΚΤΥΟ		
ΕΚΚΙΝΗΣΕΙΣ			
ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ	ΣΠΑΝΙΕΣ	ΣΥΧΝΕΣ
50 A	30 A	70 A	50 A

Σε ανελκυστήρες 5 HP για εναέριο δίκτυο και 8,5 για υπόγειο, με την προϋπόθεση ότι το ρεύμα εκκίνησης προς το ονομαστικό δεν υπερβαίνει τον αριθμό 3,5 .

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-22

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ
ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	
	Μεταξύ 5 έως 15 /δλ	Μεγαλύτερη των 15 /δλ ή μικρότερη των 5 /δλ
	$5 S^1 < N < 15 S^1$	$N > 15 S^1$ ή $N < 5 S^1$
A	0,50%	0,75%
B	0,75%	1,10%
Γ	1,00%	1,50%

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-23

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ
ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	A	1,25%
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	B	1,75%
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Γ	2,6%

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

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-24

ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΝΤΑΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ ΧΤ ΤΩΝ Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ
ΟΔ Νο33 ΗΛΑΚΒΡΑΧ.XLS Φύλλο 10

ΙΣΧΥΣ Μ/Σ ΜΤ/ΧΤ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ	ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ βυθ. τασ. .2%	ΛΙΑΝ ΣΥΧΝΕΣ βυθ. τασ.3,5%	ΣΥΧΝΕΣ βυθ. τασ. 5%	ΣΠΑΝΙΕΣ βυθ. τασ. 10%
KVA	A	A	A	A	A
50	72	32	56	80	160
75	108	48	84	120	241
100	144	64	112	160	321
160	231	103	180	257	513
200	289	128	225	321	642
250	361	160	281	401	802
400	577	257	449	642	1283
500	722	321	561	802	1604
630	909	404	707	1010	2021
1000	1443	642	1123	1604	3208

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-25

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Αποδιδόμενη ισχύς κινητήρα	Βαθμός απόδοσης	συνφ (κανον. λειτουργ.)	Iη (σε A) καν. λειτ.
Από 0 έως 10 HP	0,80	0,75	=1,76 . HP ή =2,39 . kW
Από 10 HP έως 100 HP	0,90	0,85	=1,39 . HP ή =1,89 . kW
Από 100 HP και άνω	0,94	0,85	=1,33 . HP ή =1,81 . kW
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ			
Από 0 έως 10 HP			Iε=2,1η έως 4.1η
Από 10 HP και άνω			Iε=1,6.1η

ΠΙΝΑΚΑΣ B2-26

ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ

Ρεύμα εκκιν. συνφ (εκκιν.)	Τριφασικοί κινητήρες				Μονοφ. κινητήρες	Ηλεκτρίλσεις με πυκνωτές
	10 έως 30 A	30 έως 50 A	50 έως 150 A	150 A και άνω		
	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,7

233

Έναρξη υπολογισμού της βύθισης τάσης για το ελαιοτριβείο μας

Για να είναι σωστά και ορθά η μελέτη μας θα πρέπει να αναφέρουμε τα φορτία τα οποία εκκινούν είτε με διακόπτη Υ/Δ ή με κλασικό κύκλωμα αυτοματισμού Υ/Δ.

Τα φορτία μας είναι ως εξής :

- Για την Μεταφορική ταινία έχουμε $I_{\text{εκκίνησης}}=4,56 \text{ A}$, $\cos\phi_{\text{εκκίνησης}}=0,75$
- Για το πλυντήριο -αποφυλλοτήριο $I_{\text{εκκίνησης}}=8,28 \text{ A}$, $\cos\phi_{\text{εκκίνησης}}=0,75$
- Για την κίνηση καρπού προς μαλακτήρα $I_{\text{εκκίνησης}}=3,46 \text{ A}$, $\cos\phi_{\text{εκκίνησης}}=0,65$

Ο τύπος ο οποίος θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό της βύθισης τάσης είναι :

$$B_T = R * \frac{km}{1000} * \left(\frac{I_{EK}}{\sqrt{3}} * \cos\phi_{EK} \right) + X * \frac{km}{1000} * \left(\frac{I_{EK}}{\sqrt{3}} * \sin(\cos^{-1} \epsilon_k) \right) \Rightarrow$$

Το ελαιοτριβείο ανήκει στην κατηγορία Γ των σπάνιων εκκινήσεων όπου το βλέπουμε από πίνακα B2-20

$$\begin{aligned} B_T &= 0,28 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{4,56}{\sqrt{3}} * 0,75 \right) * 0,083 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{4,56}{\sqrt{3}} \sin(\cos^{-1} 0,75) \right) + \\ & 0,28 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{8,28}{\sqrt{3}} * 0,75 \right) * 0,083 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{8,28}{\sqrt{3}} \sin(\cos^{-1} 0,75) \right) + \\ & 0,28 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{3,46}{\sqrt{3}} * 0,65 \right) * 0,083 * \frac{150}{1000} * \left(\frac{3,46}{\sqrt{3}} \sin(\cos^{-1} 0,65) \right) \Rightarrow \end{aligned}$$

$$B_T = 0,105v + 0,533v + 0,225v$$

$$B_T = 0,896V$$

$$B_T = \frac{0,886}{230} * 100\% \Rightarrow$$

$$B_T = 0,38\% \approx 0,4\% \leq 10\%$$

Παρατήρηση: Από ότι βλέπουμε το ελαιοτριβείο μας προϋποθέτει την ασφαλή λειτουργία αν εμφανιστούν φαινόμενα βύθισης τάσης

3.3 Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις

Στα συμπεράσματα για τον υπολογισμό του ελαιοτριβείου μας είναι πολλά διότι έχουν μπει κανονισμοί όπου μας επιβάλλει το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384 ώστε να έχουμε μια ασφαλή και λειτουργική εγκατάσταση.

Οι διατομές των καλωδίων και τα ασφαλιστικά μέσα προστασίας όπως πχ ηλεκτρονόμοι ισχύος , θερμικά κτλ έχουν επιλεγεί αυστηρά διότι έχουμε μια εγκατάσταση όπου γίνονται χειρισμοί από ανθρώπους μη εξειδικευμένους .

Στης παρατηρήσεις μας για την εγκατάσταση μας είχαμε σαν σχέση $I_N \geq A \Sigma X T \geq I_{max}$ για την επιλογή ασφάλειας ή μικροαυτόματου στην περίπτωση των κινητήρων θα μπορούσαμε να μην έχουμε βάλει όριο αυτή την σχέση διότι σαν πρώτη προστασία από πιθανή βλάβη του κινητήρα είναι το θερμικό μας ή θερμομαγνητικό μας .

Στον υπολογισμό της πτώσης τάσης ο ΕΛΟΤ HD384 μας είχε όριο το 4% σαν επιτρεπτή πτώση τάση ενώ για την βύθιση τάσης το όριο μας το καθόριζε ο πίνακας B2-20 όπου μας έδινε σε τι τύπου περιοχή βρισκόμαστε πχ: αγροτική περιοχή ή βιομηχανική περιοχή ή αστική περιοχή αλλά και τα επιτρεπόμενα ποσοστά τους .

Βιβλιογραφία

- Ø Τιμοκατάλογος ηλεκτρολογικού υλικού 2014 ABB
- Ø Κατάλογος καλωδίων CABLEL(Ελληνικά καλώδια)
- Ø Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών (Πέτρος Ντουκόπουλος)
- Ø Ηλεκτρικές Μηχανές (Stephen Charman)
- Ø Παραγωγή-Μεταφορά-Διανομή –Μέτρηση και εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας (Βασίλειος Ξάνθος)
- Ø Ηλεκτρικές Μηχανές (Σπύρος Βασιλακόπουλος)
- Ø Ηλεκτρικές Μηχανές (Γαντζούδης Σωτήρης – Λαγουδάκος Μιχαήλ – Μπινιάρης Αθανάσιος)
- Ø Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (Αντωνόπουλος Στυλιανός – Δημητρόπουλος Βασίλειος – Μαρής Θεόδωρος)
- Ø Σημειώσεις Ηλεκτρικών Μηχανών (Χαραλαμπάκος Βασίλειος)
- Ø Σημειώσεις Σχεδίαση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων (Σκιαδάς Φώτιος)
- Ø Σημειώσεις εσωτερικών εγκαταστάσεων (Χριστόπουλος Κων/νος)
- Ø Σημειώσεις εγκαταστάσεων ισχύος (Σχοινάς Νικόλαος)
- Ø Σημειώσεις Μεταφορά-Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας (Σχοινάς Νικόλαος)
- Ø [www. wikipedia.gr](http://www.wikipedia.gr)
- Ø Σημειώσεις εσωτερικών εγκαταστάσεων και αυτοματισμών (Γεράσιμος Βλασσόπουλος)
- Ø Σημειώσεις ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα (Αντωνόπουλος Γιώργος)

