

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

***ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ (ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ)***

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Α.Μ. 5633

ΤΡΙΤΑΡΗΣ ΣΠΥΡΟΣ Α.Μ. 6403

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλους όσους βοήθησαν στην εκπόνηση της παρούσης πτυχιακής εργασίας. Ευχαριστούμε θερμά τον καθηγητή μας Νικόλαο Σχοινά, που δέχτηκε να αναλάβει την πτυχιακή μας, την εταιρία EASSA που μας έδωσε στοιχεία από ένα σύγχρονο ελαιοτριβείο για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία και μας βοήθησε στον σχεδιασμό κυκλωμάτων αυτοματισμού και ισχύος με το πρόγραμμα Eplan. Επίσης, οφείλουμε θερμές ευχαριστίες στον κ. Γεώργιο Νταλαπέρα για την πολύτιμη βοήθεια πάνω σε τεχνικά θέματα. Τέλος, ευχαριστούμε θερμά τις οικογένειές μας καθώς και όλους όσους μας στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας αφορά την παραγωγή λαδιού που πραγματοποιείται σε ένα ελαιοτριβείο. Αρχικά, γίνεται μια αναφορά στη σημασία του λαδιού που παράγεται και αξιοποιείται στην Μεσόγειο, συγκεκριμένα για την ιστορική του σχέση που την συνδέει με την Ελλάδα. Στην συνέχεια, παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας του ελαιοτριβείου και των επιμέρους μηχανημάτων, τα οποία συμμετέχουν στην παραγωγή του λαδιού. Έπειτα, αναλύεται η παραγωγή και οι μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων που παράγονται από την διαδικασία του ελαιουργείου. Τέλος, παρουσιάζεται το σχέδιο του πίνακα, στο οποίο φαίνονται τα κυκλώματα ισχύος και αυτοματισμού, καθώς η μελέτη των διατομών των καλωδίων από την παροχή έως και τις μηχανές, οι οποίες συνδέονται με τον πίνακα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση σύγχρονης μονάδας επεξεργασίας ελαιόκαρπου (ελαιοτριβείο). Αρχικά, θα αναλυθούν τα μέρη της μονάδας ως προς την αρχή λειτουργίας τους καθώς και τα βήματα που ακολουθούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Παράλληλα, με την παραγωγή, θα γίνουν αναφορές τόσο για τα απόβλητα όσο και για τους τρόπους επεξεργασίας λυμάτων. Επιπλέον, θα γίνει η καταμέτρηση των ηλεκτρικών μηχανών καθώς και των ονομαστικών τους μεγεθών. Βάσει των απαραίτητων υπολογισμών, που θα γίνουν, θα πραγματοποιηθεί και η αντίστοιχη επιλογή των καλωδίων, των διακοπών, των ασφαλειών κ.λπ. τα οποία θα χρησιμοποιηθούν και θα εφαρμοστούν για τον έλεγχο και για την προστασία της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Στο τέλος της εργασίας θα παρουσιάζεται το κύκλωμα ισχύος και αυτοματισμού, μέσω ηλεκτρολογικού σχεδίου, και θα περιγράφεται αναλυτικά η κάθε διαδικασία.

ABSTRACT

The present dissertation concerns the electrical installation of a modern olive processing unit (olive mill). Initially, the parts of the unit in terms of their principle of operation as well as the steps followed during the production process will be analyzed. At the same time, with the production, there will be reports on both the waste and the ways of wastewater treatment. In addition, the electric motors will be counted as well as their nominal sizes. Based on the necessary calculations that will be made, the corresponding selection of cables, switches, fuses, etc. will be made. which will be used and applied for the control and protection of the electrical installation. At the end of the work, the power and automation circuit will be presented, through an electrical drawing, and each process that takes place in the table will be described in detail.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 Ελαιόκαρπος	12
1.2 Παραγωγική διαδικασία ελαιотριβείου.....	13
1.2.1 Η παραλαβή του καρπού.....	13
1.2.2 Αποφύλλωση, απομάκρυνση ξένων υλών	13
1.2.3 Το πλύσιμο των ελιών	14
1.2.4 Άλεση του ελαιόκαρπου	14
1.2.5 Μάλαξη - αραίωση της ελαιοζύμης.....	14
1.2.6 Εξαγωγή του ελαιόλαδου	14
1.2.7 Καθαρισμός του ελαιόλαδου	14
1.3 Συστήματα παραγωγής ελαιόλαδου	15
1.3.1 Παραδοσιακά συστήματα πίεσης.....	16
1.3.2 Φυγοκεντρικά συστήματα 3-φάσεων	17
1.3.3 Φυγοκεντρικά συστήματα 2-φάσεων	18
1.4 Συγκρίσεις των συστημάτων	19
1.5 Απόβλητα ελαιотριβείου.....	20
1.5.1 Στερεά απόβλητα	20
1.5.2 Υγρά απόβλητα.....	21
1.5.2.1 Κατσίγαρος	21

1.5.3	Αέρια απόβλητα.....	22
1.6	Οι επιπτώσεις των αποβλήτων ως προς το περιβάλλον.....	22
1.6.1	Επίδραση των ΥΑΕ στο νερό.....	24
1.6.2	Επίδραση των ΥΑΕ στο έδαφος.....	25
1.6.3	Επίδραση των ΥΑΕ στην ατμόσφαιρα.....	25
1.7	Μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ.....	25
1.7.1	Φυσικοί μέθοδοι επεξεργασίας.....	26
1.7.1.1	Αραίωση.....	26
1.7.1.2	Επίπλευση (Flotation).....	26
1.7.1.3	Διήθηση (Filtration).....	27
1.7.1.4	Καθίζηση (Sedimentation).....	27
1.7.1.5	Διαχωρισμός με μεμβράνες.....	28
1.7.2	Θερμικοί μέθοδοι επεξεργασίας.....	28
1.7.2.1	Θερμοφυσικές μέθοδοι.....	29
1.7.2.2	Μη αντιστρεπτές θερμοχημικές μέθοδοι.....	29
1.7.2.3	Μέθοδος λίμνασης (lagooning).....	30
1.7.3	Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας.....	31
1.7.3.1	Εξουδετέρωση.....	31
1.7.3.2	Κροκίδωση.....	32
1.7.3.3	Απορρόφηση.....	32
1.7.3.4	Χημική οξείδωση.....	33
1.7.3.5	Ανταλλαγή ιόντων.....	33
1.7.4	Βιολογικοί μέθοδοι επεξεργασίας.....	33
1.7.4.1	Αερόβιες μέθοδοι.....	34
1.7.4.2	Αναερόβιες μέθοδοι.....	34
1.7.4.3	Κομποστοποίηση.....	34
1.7.4.4	Βιοτεχνολογικές μέθοδοι.....	35

1.7.5	Συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	.....	36
Περιγραφή των επιμέρους μηχανημάτων του ελαιοτριβείου	.....	36
2.1	Μεταφορική ταινία (αναβατόριο)	36
2.2	Αποφυλλωτήριο	38
2.3	Πλυντήριο.....	39
2.3.1	Φυγοκεντρική αντλία πλυντηρίου.....	40
2.4	Μεταφορικός κοχλίας	42
2.5	Σπαστήρας (Σφυρόμυλος)	43
2.6	Μαλακτήρας	45
2.7	Αντλία τροφοδοσίας ελαιόπαστας (Μονορυμπ)	47
2.8	Οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας	49
2.8.1	Αρχή λειτουργίας.....	50
2.8.2	Διαδικασία παραγωγής Decanter	51
2.9	Κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας – διαυγαστήρας.....	51
2.9.1	Αρχή λειτουργίας διαχωριστήρα.....	52
2.9.2	Διαδικασία παραγωγής διαχωριστήρα.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	.....	54
Ηλεκτρολογική μελέτη ελαιοτριβείου	.....	54
3.1	Μέσα χειρισμού και προστασίας του πίνακα	55
3.1.1	Ασφάλεια	55
3.1.1.1	Ασφάλειες τήξεως	55
3.1.1.2	Γενική ασφάλεια πίνακα	56
3.1.2	Αυτόματοι διακόπτες	56
3.1.3	Διακόπτης διαφυγής έντασης(ΔΔΕ)	58
3.2	Ρελέ ισχύος	59
3.2.1	Χρονικές επαφές.....	61

3.2.2	Βοηθητικά ρελέ	62
3.2.3	Ηλεκτρονικά χρονικά.....	62
3.3	Θερμικό προστασίας κινητήρων	64
3.4	Ηλεκτρονικά μέσα διάταξης (επιτηρητές – χρονικά).....	65
3.5	Ασύγχρονος κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα ή κλωβού	67
3.6	Τρόποι εκκίνησης ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα	68
3.6.1	Απευθείας εκκίνηση.....	69
3.6.2	Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη	70
3.6.3	Εκκίνηση αστέρα – τρίγωνο (Y-Δ).....	71
3.6.4	Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή	73
3.6.5	Εκκίνηση με ηλεκτρονικά ισχύος.....	75
3.6.5.1	Ομαλός εκκινητής (soft starter)	75
3.6.5.2	Ρυθμιστής στροφών (VFD – inverter).....	77
3.7	Κάτοψη χώρου εγκατάστασης ελαιοτριβείου	81
3.8	Αρχή λειτουργίας συστήματος ελαιοτριβείου	82
3.9	Ηλεκτρολογική μελέτη εγκατάστασης ελαιοτριβείου.....	84
3.9.1	Υπολογισμός καλωδίου παροχής και διόρθωση cosφ.....	95
3.9.2	Κύκλωμα ισχύος και αυτοματισμού του πίνακα.....	97
3.9.2.1	Διαδικασία εκκίνησης κυκλώματος αυτοματισμού	108
Κεφάλαιο 4	.....	127
Βιβλιογραφία	.....	127
4.1	Σύνδεσμοι στο διαδίκτυο.....	127
4.2	Λίστα εικόνων	130
4.3	Λίστα πινάκων	131
4.4	Πηγές εικόνων.....	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελιά αποτελεί το ιερό δέντρο για τους λαούς της Μεσογείου, προσφέρει το πολύτιμο νέκταρ του καρπού της, πάνω από 6.000 χρόνια.

Οι αρχαίοι Έλληνες, που διέδωσαν τη χρήση της στους λαούς της Μεσογείου, πίστευαν πως το Ιερό δέντρο της αφθονίας, πηγή ζωής και υγείας, φυτεύτηκε από τη θεά Αθηνά στην Ακρόπολη ως προσφορά ενός χρήσιμου για τους ανθρώπους δώρο.

Οι ιστορικοί καθιστούν το λεκανοπέδιο της Μεσογείου σαν το μέρος όπου πρωτοεμφανίστηκαν τα ελαιόδεντρα. Η πρώτη καλλιέργεια ελαιόδεντρων στον κόσμο, έγινε στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Κρήτη. Από αρχαιοτάτων χρόνων εμφανίζεται στους μύθους, στις παραστάσεις και στην ιστορία, τόσο στην ενδοχώρα της Ελλάδας όσο και στην Αφρική και τη Μέση Ανατολή.

Η σχέση του Έλληνα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το Εθνικό μας προϊόν μέχρι και σήμερα ιδιαίτερα στις θρησκευτικές τελετές.

Η επιστημονική έρευνα και η αναγνώριση της αξίας, τα τελευταία χρόνια, της λεγόμενης μεσογειακής διατροφής, καθιέρωσαν το ελαιόλαδο ως πολύτιμο σύμμαχο της υγείας του οργανισμού μας.

Το πραγματικά καλό ελαιόλαδο είναι πράσινο, παχύρρευστο, πλούσιο και γευστικό, σκέτο άρωμα. Σε καταστήματα υγιεινής διατροφής στην Αγγλία και στη Γερμανία το δίνουν σε μικρά μπουκαλάκια σαν φάρμακο. Το κρητικό ελαιόλαδο αποτελεί πηγή καλής υγείας και μακροζωίας.

Το διατροφικό πρότυπο της κρητικής διατροφής είναι το μυστικό της μακροζωίας εφόσον χρησιμοποιείται το λάδι εν αφθονία καθημερινά.

Το λάδι συγκαταλέγεται στις 10 ωφελιμότερες τροφές για τον άνθρωπο. Αυτό αποδείχθηκε από την μελέτη επτά ευρωπαϊκών χωρών σύμφωνα με την οποία στις Μεσογειακές χώρες και ιδιαίτερα στην Κρήτη, η θνησιμότητα είναι πολύ μικρότερη γεγονός που αποδόθηκε στην καθημερινή κατανάλωση ελαιόλαδου.

Το μυστικό της μακροβιότητας βρίσκεται στα συστατικά που συμβάλλουν στην προστασία του κυττάρου από διάφορες ασθένειες όπως ο καρκίνος, τα καρδιακά νοσήματα, κτλ.

Η ποιότητα του κρητικού λαδιού εξασφαλίζεται από το ζεστό Μεσογειακό κλίμα, την πλούσια κρητική γη και το μεράκι των παραγωγών που επιμένουν να παράγουν λάδι με τον πιο φυσικό τρόπο, την απλή σύνθλιψη του καρπού. Έτσι παράγεται το παρθένο ελαιόλαδο χωρίς να υποστεί καμία αλλοίωση.

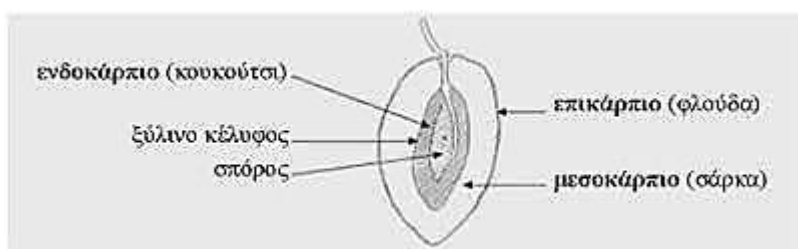
Σήμερα, η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη δύναμη παραγωγής ελαιόλαδου μετά την Ιταλία και την Ισπανία. Πάνω από το 70% των 300.000 τόνων ελαιόλαδου που παράγονται ετησίως στην Ελλάδα, είναι τα επιθυμητά, χαμηλών οξέων παρθένα και έξτρα παρθένα είδη.

Η απόδοση αυτή είναι αξιοσημείωτα υψηλότερη απ' ό,τι σε άλλες Μεσογειακές χώρες (η απόδοση της Ιταλίας είναι κάτω από το 50%, και αυτή της Ισπανίας κάτω από 30%).

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν γύρω στα 900 εκατομμύρια ελαιόδεντρα στον κόσμο με τη συντριπτική πλειοψηφία τους, στις μεσογειακές χώρες. Η φυσιολογική διάρκεια ζωής ενός ελαιόδεντρου είναι 300 έως 600 χρόνια. Υπάρχουν ελιές με ηλικία που ξεπερνά τα 1.000 χρόνια και περισσότερες από 70 ποικιλίες ελαιόδεντρων στον κόσμο.

1.1 Ελαιόκαρπος

Ο ελαιόκαρπος καλλιεργείται σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα το οποίο χαρακτηρίζεται από ήπιους υγρούς χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια. Ωριμάζει από το φθινόπωρο μέχρι το χειμώνα. Το πρώτο μέρος που αναπτύσσεται στον καρπό είναι ο πυρήνας και με γρήγορο ρυθμό ακολουθεί η ανάπτυξη της σάρκας. Ο καρπός της ελιάς έχει σχήμα ωοειδές. Επιπλέον, ο ελαιόκαρπος χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη: στο ενδοκάρπιο και στο περικάρπιο.



Εικόνα 1: Η δομή του ελαιόκαρπου

- 1) Το **ενδοκάρπιο** είναι ο πυρήνας (ξύλινο κέλυφος) του ελαιόκαρπου ενώ το
- 2) **περικάρπιο** αποτελείται από την επιδερμίδα ή επικάρπιο και την σάρκα που είναι πλούσια σε λάδι και νερό.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του ελαιόκαρπου, η πορεία και ο χρόνος ωρίμανσής τους, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- 1. Η ηλικία του ελαιόδεντρου**
- 2. Η ποικιλία**
- 3. Η υγιεινή κατάσταση του ελαιόδεντρου**
- 4. Οικολογικοί παράγοντες**
- 5. Φως**

1.2 Παραγωγική διαδικασία ελαιοτριβείου

Η διαδικασία που χρειάζεται ώστε η ελιά να ολοκληρωθεί και να φτάσει στο τελικό στάδιο να μετατραπεί σε λάδι γίνεται μέσω από 7(εφτά) τεχνικές. Πιο αναλυτικά:

1. την παραλαβή του καρπού
2. αποφύλλωση, απομάκρυνση ξένων υλών
3. το πλύσιμο των ελιών
4. την άλεση του ελαιόκαρπου
5. τη μάλαξη και την αραίωση
6. τον καθαρισμό του παραγόμενου ελαιόλαδου.

1.2.1 Η παραλαβή του καρπού

Μετά τη συγκομιδή, οι ελιές παραδίδονται στις μεταποιητικές μονάδες για επεξεργασία. Η μεταφορά τους γίνεται σε πλαστικά τελάρα με οπές αερισμού ή πλαστικούς σάκους. Η επεξεργασία πρέπει να γίνεται το γρηγορότερο δυνατόν. Σε διαφορετική περίπτωση, ο καρπός θα πρέπει να μείνει σε χώρο με καλό αερισμό για μικρό χρονικό διάστημα.

1.2.2 Αποφύλλωση, απομάκρυνση ξένων υλών

Οι ξένες προσμίξεις, εάν αλεσθούν μαζί με τον ελαιόκαρπο, επηρεάζουν αρνητικά το άρωμα του ελαιόλαδου και αυξάνουν την οξύτητά του. Γι' αυτό το λόγο, οι ελιές τοποθετούνται αρχικά στη χοάνη παραλαβής ελαιόκαρπου και στη συνέχεια στο αποφυλλωτήριο, για την απομάκρυνση των φύλλων και άλλων φερτών υλικών.

1.2.3 Το πλύσιμο των ελιών

Εφόσον έχει γίνει η απομάκρυνση των φύλλων και των υπόλοιπων υλικών, που βρίσκονται πάνω στο καρπό, ακολουθεί πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών (λάσπη, γαιώδη συστατικά, σκόνη, χώμα).

1.2.4 Άλεση του ελαιόκαρπου

Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις, η άλεση γίνεται σε μεταλλικούς μύλους, σφυρόμυλους και σπαστήρες όπου χρησιμοποιούν αντίθετα περιστρεφόμενους οδοντωτούς δίσκους ή κυλινδροσπαστήρες, ενώ στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία η άλεση του καρπού γίνεται με κυλινδρικές μολόπετρες.

1.2.5 Μάλαξη - αραίωση της ελαιοζύμης

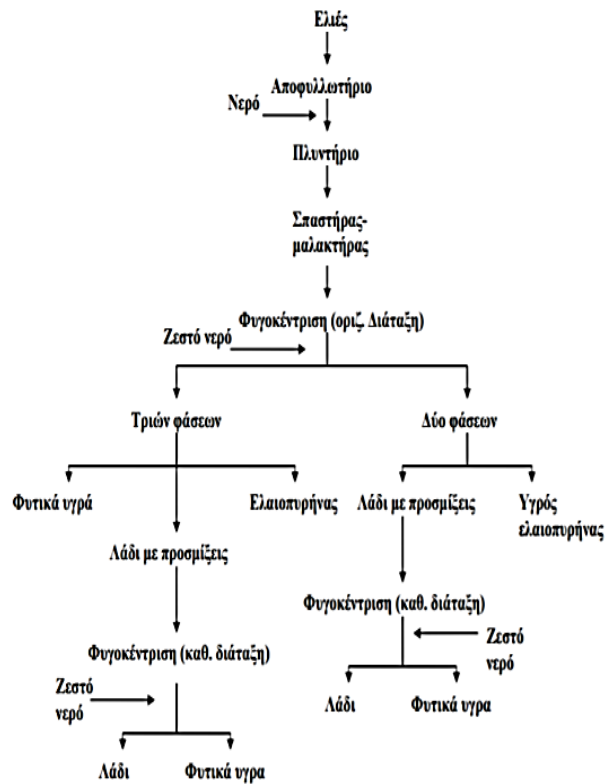
Μετά την άλεση, η ελαιοζύμη αναμιγνύεται στο μαλακτήρα. Η μάλαξη αποτελεί βασικό στάδιο της επεξεργασίας, διαρκεί συνήθως 30 λεπτά και συντελεί στην συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Μαζί με την μάλαξη γίνεται και η αραίωση της ελαιοζύμης. Εκεί, προστίθεται στο μαλακτήρα νερό μέχρι και 100% της ποσότητας της ελαιοζύμης (ανάλογα την ωριμότητα του ελαιόκαρπου), πριν την εξαγωγή του ελαιόλαδου σε διφασικούς ή τριφασικούς φυγοκεντρικούς διαχωριστές. Η θερμοκρασία του νερού δεν πρέπει να ξεπερνά τους 30 ο C.

1.2.6 Εξαγωγή του ελαιόλαδου

Η παραλαβή του ελαιόλαδου γίνεται με τρεις μεθόδους επεξεργασίας. Την παραδοσιακή μέθοδο, τη 2-φασική και την 3-φασική διαδικασία.

1.2.7 Καθαρισμός του ελαιόλαδου

Το τελευταίο στάδιο της παραγωγής ελαιόλαδου περιλαμβάνει τον καθαρισμό του από στερεά σωματίδια (τεμάχια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου, κλπ) που βρίσκονται διαλυμένα στην υγρή φάση. Το βάρος των σωματιδίων αυτών υπολογίζεται σε ποσοστό 0.5 – 1 % του συνολικού βάρους της υγρής φάσεως και απομακρύνονται με την χρήση παλινδρομικά κινούμενων κόσκινων (κόσκινα απολάσπωσης).



Εικόνα 2: Σύστημα παραγωγής ελαιοτριβείου

1.3 Συστήματα παραγωγής ελαιόλαδου

Στις σύγχρονες μονάδες επεξεργασίας ελαιόκαρπου η παραγωγή ελαιόλαδου βασίζεται στις εξής βασικές αρχές:

- Πίεσης (παραδοσιακά ή κλασσικά συστήματα)
- Φυγοκέντρωσης (συνεχή συστήματα) που με την σειρά τους χωρίζονται σε Τριών φάσεων και Δύο φάσεων
- Επιλεκτικού φιλτραρίσματος
- Χημικού διαχωρισμού
- Διαδικασία απομάκρυνσης λίθων

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι αυτές της φυγοκέντρωσης και η κλασσική παραδοσιακή μέθοδος της πίεσης. Στα συστήματα πίεσης και στα 3-φασικά φυγοκεντρικά συστήματα, τα απόβλητα είναι υγρά και στερεά (κατσίγαρος και ελαιοπυρήνας) ενώ στα 2-φασικά συστήματα το απόβλητο που προκύπτει είναι υγρή ελαιοπυρήνα.

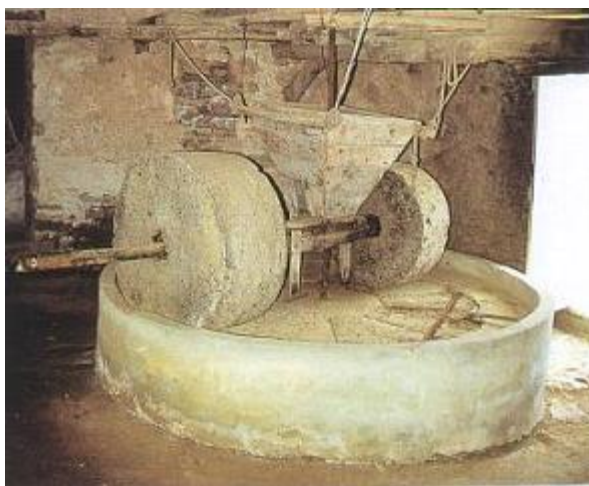
1.3.1 Παραδοσιακά συστήματα πίεσης

Η παλαιότερη μέθοδος επεξεργασίας ελαιόλαδου είναι μια ασυνεχής (batch) διαδικασία κατά την οποία παράγονται ελαιόλαδο, υγρά απόβλητα (κατσίγαρος) και στερεά απόβλητα (ελαιοπυρήνας). Ο ελαιόκαρπος υπόκειται σε υδραυλική πίεση που σταδιακά φτάνει τα 300 – 500 kg/cm² ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που καρπού, όπως η ωριμότητά του και το είδος του. Κατά τη διάρκεια της συμπίεσης του ελαιόκαρπου, το μίγμα ελαιόλαδο – νερό κυλάει και συλλέγεται στο κέντρο των μύλων. Έτσι με αυτόν τον τρόπο, τα στερεά υπολείμματα διαχωρίζονται από το μίγμα ελαιόλαδου–νερού. Το μίγμα αυτό επεξεργάζεται περαιτέρω με τη μέθοδο της καθίζησης και αργότερα με φυγοκέντρωση.

Μια πιο σύγχρονη παραλλαγή της μεθόδου υδραυλικής πίεσης, επιτυγχάνεται με τη χρήση διαδοχικών πιεστηρίων με διαφορετική πίεση. Η αποδοτικότητα των ελαιοτριβείων εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των πιεστηρίων που διαθέτει η κάθε μονάδα.

Όμως αυτή η διαδικασία συνδέεται επίσης και με την παραγωγή ελαιόλαδου υψηλής ποιότητας, εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας που απαιτείται για τη εξαγωγή του, υπό την προϋπόθεση ότι διατηρείται ο χώρος πάντα όσο πιο καθαρός γίνεται. Εάν οι συνθήκες υγιεινής στις εγκαταστάσεις δεν είναι ικανοποιητικές και τα πιεστήρια δεν καθαρίζονται συχνά, παράγεται ελαιόλαδο λιγότερο καλής ποιότητας καθώς το προϊόν έρχεται σε επαφή με τα ήδη οξειδωμένα παλαιά σωματίδια. Η συμβατική μέθοδος εξαγωγής του ελαιόλαδου παραμένει η οικονομικότερη από πλευράς εξοπλισμού αλλά όχι και από πλευράς εργατικών χεριών και συντήρησης.

Τέλος θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η παραδοσιακή μέθοδος είναι μια ασυνεχής διαδικασία και συνεπώς δεν αποτελεί πλεονέκτημα για τη σύγχρονη βιομηχανία.



Εικόνα 3: Παραδοσιακό σύστημα με μυλόπετρες

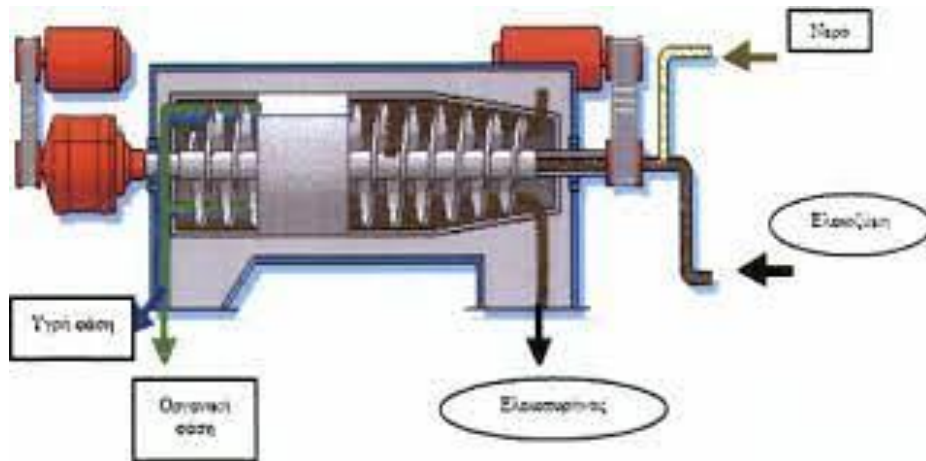
1.3.2 Φυγοκεντρικά συστήματα 3-φάσεων

Η 3-φασική διαδικασία, η οποία αντικαθιστά την παραδοσιακή μέθοδο, χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα για την εξαγωγή του ελαιόλαδου και χρονολογείται από τη δεκαετία του 1960. Η μέθοδος αυτή, ουσιαστικά, εκμεταλλεύεται τη διαφορά ειδικού βάρους του νερού και του ελαιόλαδου. Η παραγωγική ικανότητα των ελαιοτριβείων φυγοκεντρικού τύπου εξαρτάται άμεσα από την απόδοση των οριζοντίων φυγοκεντρικών διαχωριστήρων.

Όλοι οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές ελαιοζύμης χαρακτηρίζονται από ένα οριζόντιο άξονα και οριζόντιο τύμπανο και έναν εξ ωθητικό κοχλία, που περιστρέφεται με ελαφρά λιγότερες στροφές, αλλά κατά την ίδια φορά με το τύμπανο, έτσι ώστε να μετατοπίζει συνεχώς τις στερεές ύλες προς το άκρο του τυμπάνου. Ο φυγοκεντρικός αυτός διαχωριστής χωρίζει την ελαιοζύμη σε τρεις φάσεις, την ελαιοπυρήνα, το ελαιόλαδο και τα φυτικά υγρά και νερά. Είναι συνεχούς λειτουργίας (continuous flow), με τη λάσπη (ελαιοπυρήνα), να ωθείται συνεχώς έξω από τον ελαιοδιαχωριστή, με τη βοήθεια κοχλία μεταφοράς.

Τα μηχανήματα είναι συνδεδεμένα υπό μορφή συνεχούς γραμμής, πλήρως αυτοματοποιημένης σε ότι αφορά τη λειτουργία με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται συνεχής ροή του υλικού από το στάδιο του καρπού ως τα τελικά προϊόντα, το ελαιόλαδο και την ελαιοπυρήνα. Η ελαιοπυρήνα περιέχει 12% περίπου ελαιόλαδο, γεγονός που την καθιστά αξιοποιήσιμη και για αυτό το λόγο οδηγείται στα πυρηνελαιουργεία για εξαγωγή πυρηνέλαιου με εκχύλιση. Το κατάλοιπο της διαδικασίας αυτής είναι το πυρηνόξυλο, υλικό με εμπορική αξία αφού χρησιμοποιείται για θέρμανση.

Από τις πρώτες κιάλας εφαρμογές, που πραγματοποιήθηκαν, δεν υπήρξαν βασικές διαφορές όσον αφορά στην ποσότητα του παραγόμενου ελαιόλαδου. Το κύριο μειονέκτημα όμως αυτής της μεθόδου είναι η μεγάλη ποσότητα ζεστού νερού που απαιτείται και συνεπώς η μεγάλη παραγωγή υγρών αποβλήτων.



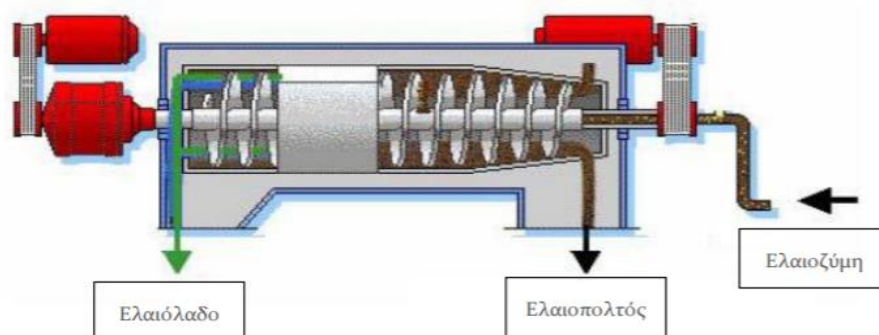
Εικόνα 4: Φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων

1.3.3 Φυγοκεντρικά συστήματα 2-φάσεων

Τα τελευταία χρόνια, εμφανίστηκε στην αγορά 2-φασικό σύστημα παραγωγής ελαιόλαδου (αποκαλούμενο επίσης και "οικολογικό σύστημα"). Βασική διαφορά των 2-φασικών συστημάτων από τα 3-φασικά είναι ότι ο φυγοκεντρωτής δεν χρειάζεται αραίωση της ελαιοζύμης με νερό και τη διαχωρίζει τελικά σε δύο μέρη σε αντίθεση με τα 3-φασικά στα οποία για την παραλαβή του ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο απαιτείται αραίωση της ελαιοζύμης με μεγάλη ποσότητα νερού. Με τη νέα αυτή μέθοδο τα τελικά προϊόντα είναι το ελαιόλαδο και ο ελαιοπυρήνας στον οποίο ενσωματώνονται τα απόνερα.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του συστήματος είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού και η έλλειψη υγρών αποβλήτων, το πρόβλημα όμως της διαχείρισης των αποβλήτων μετατοπίζεται από τα υγρά στα στερεά απόβλητα.

Σοβαρό όμως μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η ελαιοπυρήνα που προκύπτει (alperujo) έχει αυξημένη υγρασία και είναι δύσκολο να διαχειριστεί, να μεταφερθεί και να επεξεργαστεί. Επιπλέον, ξηραίνεται με αργό ρυθμό και έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.



Εικόνα 5: Φυγοκεντρικό σύστημα 2 – φάσεων

1.4 Συγκρίσεις των συστημάτων

Με βάση τον πίνακα 1 φαίνονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που παρουσιάζει το κάθε σύστημα ξεχωριστά:

	παραδοσιακό σύστημα	φυγοκεντρικό σύστημα 3-φάσεων	φυγοκεντρικό σύστημα 2-φάσεων
πλεονεκτήματα	• Σημαντικά μικρότερο κόστος αγοράς	• Μικρή απαίτηση σε εργατικά χέρια	• Παράγεται πολύ μικρή ποσότητα υγρών αποβλήτων
	• Μικρότερο ποσοστό υγρασίας στον ελαιοπυρήνα	• Αυτοματοποιημένη λειτουργία	• Καλύτερη ποιότητα ελαιόλαδου σε σχέση με το σύστημα το 3-φάσεων κυρίως σε πολυφαινόλες και αντιοξειδωτικά
	• Κόστος αντικατάστασης ελαιοσφυριδών	• Μεγαλύτερη απόδοση σε ελαιόλαδο	
	• Κατασκευασμένα από σίδηρο	• Διατηρείται η καθαριότητα σε όλη τη διαδικασία παραγωγής	
μειονεκτήματα	• Μεγάλο κόστος σε εργατικά χέρια	• Μεγαλύτερο κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του εξοπλισμού	• Ο ελαιοπυρήνας που παράγεται έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία (55-65%)
	• Μικρή απόδοση σε ελαιόλαδο	• Απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό	• Μεγάλο κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων για την εξαγωγή ελαιόλαδου.
	• Ασυνεχής διαδικασία	• Παρουσιάζει αραίωση των αντιοξειδωτικών και συνεπώς μείωση του ποσοστού τους το οποίο παραμένει στο ελαιόλαδο	• Αδυναμία επεξεργασίας του ελαιοπυρήνα. Η αφυδάτωση επιτυγχάνεται με διπλή ή τριπλή φυγοκέντρωση.
	• Μεγάλο κόστος συντήρησης	• Απαιτείται μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας και νερού	

Πίνακας 1: Συγκρίσεις των τριών συστημάτων παραγωγής ελαιόλαδου

1.5 Απόβλητα ελαιοτριβείου

Κατά την κατεργασία του ελαιόκαρπου στα ελαιουργεία, παράλληλα με το ελαιόλαδο παράγεται και μία σειρά παραπροϊόντων. Αυτά είναι ο ελαιοπυρήνας, που αποτελείται από τα αλεσμένα στερεά συστατικά του καρπού (κυρίως του κουκουτσιού), τα ελαιόφυλλα που έχουν μεταφερθεί με τον ελαιόκαρπο και μια σημαντική, σε όγκο και οργανικό φορτίο, ποσότητα υγρών αποβλήτων, γνωστά και ως "λιοζούμι", "κατσίγαρος" ή "μούργα"

Τα απόβλητα είναι ένα παραπροϊόν για την ελαιοπαραγωγική περιοχή που έχει τρομερές επιπτώσεις ως προς το περιβάλλον. Στα ελαιοτριβεία κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου εκτός από τα φύλλα των ελαιόδεντρων, τα κλαδιά και τον ελαιοπυρήνα, παράγονται μεγάλες ποσότητες αποβλήτων, με υψηλό βιολογικό φορτίο και χωρίζονται σε τρία τμήματα:

1. Στερεά απόβλητα
2. Υγρά απόβλητα
3. Αέρια απόβλητα

1.5.1 Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα αποτελούνται από ένα μίγμα στερεών συστατικών, όπως την ελαιοπυρήνα και τα φύλλα των ελαιόδεντρων που συλλέχθηκαν κατά τη συγκομιδή του ελαιόκαρπου. Ο ελαιοπυρήνας μεταφέρεται σε ειδικές εγκαταστάσεις (πυρηνελουργεία) μετά από ξήρανση στους 60°C, εξάγεται με διάλυμα εξανίου για την παραγωγή του πυρηνέλαιου. Από τη διαδικασία αυτή παράγεται λάδι και πυρηνόξυλο το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο και καλύπτει πλήρως ή μερικώς τις ενεργειακές ανάγκες των ελαιοτριβείων, σε φούρνους, σε ειδικά ημιαυτόματα συστήματα κεντρικής θέρμανσης σπιτιών, θερμοκηπίων, ακόμη και σε μονάδες παραγωγής ασβέστη αλλά και για κομποστοποίηση ως εδαφοβελτιωτικό. Συνήθως, η μεταφορά και η επεξεργασία του ελαιοπυρήνα από τα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία είναι ασύμφορη, λόγω μεγάλης απόστασης των ελαιουργείων από τα πυρηνελουργεία και της υψηλής υγρασίας του πυρήνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο ελαιοπυρήνας να μένει ανεκμετάλλευτος και να δημιουργούνται εστίες ρύπανσης. Τα φύλλα των ελαιόδεντρων και τα κλαδιά, σε ένα μικρό μέρος τους χρησιμοποιούνταν ως ζωοτροφή. Τα τελευταία χρόνια άρχισε η περαιτέρω αξιοποίησή τους για την παρασκευή χουμικών και εδαφοβελτιωτικών υλικών διότι η περιεκτικότητα των φύλλων είναι πλούσια σε άζωτο και κάλιο.

1.5.2 Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων, τα οποία ονομάζονται λιοζούμια ή κατσίγαρος παράγονται από την αραίωση της ελαιοζύμης με νερό, από το πλύσιμο του ελαιόκαρπου, των διαφόρων μηχανημάτων και ολόκληρου του περιβάλλοντα χώρου του ελαιοτριβείου. Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων (ΥΑΕ) παράγονται κυρίως από φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία τριών φάσεων και προέρχονται από το υγρό κλάσμα του χυμού του ελαιόκαρπου και του νερού που προστίθεται κατά την πλύση του καρπού, τη μάλαξη, τη φυγοκέντρωση στον οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα και στον ελαιοδιαχωριστήρα κατά το διαχωρισμό του ελαιόλαδου. Η επεξεργασία τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου τους και των μεγάλων ποσοτήτων τους.

1.5.2.1 Κατσίγαρος

Ο κατσίγαρος συνίσταται από το υδατικό κλάσμα του χυμού του ελαιόκαρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού στο ελαιουργείο. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα υδατικό φυτικό εκχύλισμα, που περιέχει μια σειρά από ουσίες όπως σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες και υπολείμματα ελαίου. Η άμεση επίπτωση του κατσίγαρου με το περιβάλλον είναι η αισθητική υποβάθμιση που προκαλεί και η οποία οφείλεται από την έντονη οσμή και το σκούρο χρώμα που αφήνει. Παράλληλα με αυτό, εξαιτίας του μεγάλου όγκου που περιέχει, υπάρχει πιθανότητα να δημιουργήσει ευτροφικά φαινόμενα σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή επανακυκλοφορία νερού. Από τα συστατικά που περιέχει, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πολυφαινόλες διότι προσδίδουν στα απόβλητα τοξικές ιδιότητες έναντι των φυτών και αποδομούνται σχετικά με βραδύ ρυθμό από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών. Ωστόσο, μια άλλη ιδιότητα που έχουν είναι να συντηρούν την ποιότητα του λαδιού ως προς το χρόνο, ώστε το λάδι να έχει χαμηλή οξύτητα ως ένα φυσικό συντηρητικό. Επειδή η παραγωγή του ελαιόλαδου είναι μια φυσική διαδικασία, πρέπει να σημειωθεί πως ο κατσίγαρος δεν περιέχει άλλες ουσίες που είναι ιδιαίτερα τοξικές, όπως τα βαρέα μέταλλα και οι συνθετικές οργανικές ενώσεις.



Εικόνα 6: Κατσίγαρος

1.5.3 Αέρια απόβλητα

Τα μοναδικά αέρια που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία των ελαιοτριβείων προέρχονται από τα μηχανήματα εσωτερικής καύσης και τα καυσαέρια καύσης του ελαιοπυρήνα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα περισσότερα ελαιοτριβεία λειτουργούν εκτός αστικών περιοχών, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επιβάρυνση για τις κατοικημένες περιοχές. Για αυτούς τους αέριους ρύπους που εκπέμπονται σε σχέση με τον όγκο του ατμοσφαιρικού αποδέκτη, προκύπτει ότι η επιβάρυνση της ατμόσφαιράς από τις αέριες εκπομπές των ελαιοτριβείων θεωρούνται αμελητέες.

1.6 Οι επιπτώσεις των αποβλήτων ως προς το περιβάλλον

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων υπάγονται στα ιδιαίτερα τοξικά, ρυπαντικά φορτία, που προέρχονται από την αγροτοβιομηχανία. Είναι γεγονός πως από τον 1 τόνο επεξεργάσιμου ελαιόκαρπου παράγονται μόλις 200 kg ελαιόλαδο, εκ των οποίων τα 400-1200 λίτρα θεωρούνται υγρά απόβλητα και τα 400-800kg, στερεά (ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται). Με βάση τα στοιχεία αυτά, γίνεται αντιληπτό πως η ρύπανση που προκαλείται από τα ελαιοτριβεία είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που προβληματίζουν τις χώρες της Μεσογείου.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα ρύπανσης προέρχεται από τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων. Αυτό φαίνεται στο γεγονός πως τα παραπροϊόντα αυτά εκχύνονται αρκετές φορές σε κοντινούς υδάτινους αποδέκτες όπως ρεματιές, ποτάμια, λίμνες και θάλασσες. Στις περιπτώσεις αυτές

δημιουργούνται τεράστια προβλήματα μόλυνσης των υπόγειων υδάτων λόγω της τοξικότητας που έχουν, καθώς και μια γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος γύρω από τα ελαιοτριβεία. Είναι σύνηθες το φαινόμενο της καταστροφής των υδάτινων συστημάτων, ιδίως στα σημεία όπου πετάγονται τα απόβλητα αυτά. Επίσης, λόγω της έλλειψης οξυγόνου που παρατηρείται, που το οξυγόνο προκαλεί οξείδωση των οργανικών ουσιών, ομάδες μικροοργανισμών αναπτύσσονται και επικρατούν σε αυτούς τους αποδέκτες.

Επίσης, πέραν των υγρών αποβλήτων, δημιουργούνται και στερεά απόβλητα τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν εξίσου προβλήματα προς το περιβάλλον. Αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα όταν δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία. Το στερεό υπόλειμμα, που προκύπτει κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, χαρακτηρίζεται από υψηλό οργανικό φορτίο και από την μεγάλη περιεκτικότητα σε αδρανή στοιχεία (αντίστοιχη με αυτή των υγρών αποβλήτων). Θεωρείται ένα παραπροϊόν δύσκολο ως προς τον τρόπο διαχείρισής του και αυτό οφείλεται για τρεις λόγους:

- a. Λόγω της μεγάλης τιμής που έχει σε χημικά και βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (COD, BOD₅).
- b. Της υψηλής συγκέντρωσης σε λιπαρά οξέα τα οποία αναστέλλουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών και
- c. Της μεγάλης περιεκτικότητας του σε φαινόλες που παρεμποδίζει τις μικροβιακές δραστηριότητες.

Τα OMW (olive mill water) έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο το οποίο για να αποδομηθεί χρειάζεται μεγάλες ποσότητες οξυγόνου. Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο COD για την αποδόμηση των OMW είναι μεγαλύτερο και από αυτό των αστικών λυμάτων.

Γενικά οι αρνητικές επιδράσεις των OMW ως προς το περιβάλλον σχετίζονται με:

- Την παρεμπόδιση οξυγόνωσης των υδατικών αποδεκτών και της μείωσης της πορείας του εδάφους λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας τους σε λιπαρές ουσίες.
- Το περιορισμό της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε υδάτινους αποδέκτες και την αισθητική υποβάθμιση του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, το οποίο οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα των OMW σε χρωστικές ουσίες.

- Την δημιουργία συνθηκών έλλειψης οξυγόνου και φαινομένων ευτροφισμού σε υδάτινους αποδέκτες λόγω των υψηλών τιμών σε COD και BOD₅ των ΟΜW.
- Την πρόκληση τοξικότητας σε φυτικούς και υδρόβιους οργανισμούς, τον περιορισμό του φάσματος δράσης των βιοαποικοδομητών, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ΟΜW σε πολυφαινόλες.

Η αποθήκευσή τους ή η διάθεσή τους στο έδαφος χωρίς την κατάλληλη προεπεξεργασία είναι επικίνδυνη για το περιβάλλον, ιδίως στις περιπτώσεις που υπάρχουν υγρές διαρροές που μπορούν να μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα ή να παρατηρούνται τεράστιες αλλαγές στην μορφολογία του εδάφους.

1.6.1 Επίδραση των ΥΑΕ στο νερό

Σημαντική, επίσης, είναι και η επίδραση των Υ.Α.Ε. στους υδάτινους αποδέκτες λόγω του γεγονότος ότι η ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων αυτών μπορεί να επιφέρει ανεπανόρθωτες ζημιές στους υδατικούς αποδέκτες. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει, η πιο ορατή επίδραση της ρύπανσης από Υ.Α.Ε. είναι ο χρωματισμός των φυσικών υδάτων, αλλαγή η οποία αποδίδεται στην οξειδωση και τον διαδοχικό πολυμερισμό των ταννινών που δίνουν ένα σκοτεινό χρωματισμό στους υδατικούς αποδέκτες. Όπως προαναφέρθηκε, τα Υ.Α.Ε. έχουν σημαντική περιεκτικότητα σε αναγωγικά σάκχαρα. Η απευθείας διάθεση των αποβλήτων αυτών στους φυσικούς υδάτινους αποδέκτες έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών, οι οποίοι θα χρησιμοποιήσουν τα σάκχαρα ως πηγή υποστρώματος. Με την διαδικασία αυτή θα υπάρξει μεγάλη κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό από τους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα να μειωθεί το μερίδιο οξυγόνου που πρέπει να είναι διαθέσιμο και για τους υπόλοιπους ζώντες οργανισμούς. Το παραπάνω γεγονός όμως μπορεί να προκαλέσει έλλειψη ισορροπίας σε ολόκληρο το οικοσύστημα. Ένα επιπρόσθετο σοβαρό πρόβλημα το οποίο προκύπτει, είναι η υψηλή περιεκτικότητα των αποβλήτων αυτών σε φώσφορο. Ο φώσφορος επιταχύνει την ανάπτυξη των φυκιών και αυξάνει την πιθανότητα για ευτροφισμό, καταστρέφοντας έτσι την οικολογική ισορροπία στις φυσικές υδάτινες εκτάσεις. Χαρακτηριστικά, ο φώσφορος δεν μπορεί να αποδομηθεί και έτσι εναποτίθεται (καθιζάνει). Με αυτό τον τρόπο απορροφάται σε μικρό βαθμό διαμέσου της τροφικής αλυσίδας φυτών, ασπόνδυλων ψαριών και πουλιών.

1.6.2 Επίδραση των ΥΑΕ στο έδαφος

Οι επιδράσεις τους είναι σημαντικές και στο έδαφος λόγω της παρουσίας αρκετών οξέων, ανόργανων και οργανικών ενώσεων, μειώνοντας την ικανότητα του εδάφους για ανταλλαγή κατιόντων. Αποτέλεσμα αυτής της μείωσης είναι η καταστροφή όλων των μικροοργανισμών, καθώς και η υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους. Παράλληλα, με την διείσδυση των Υ.Α.Ε. στο έδαφος προκαλείται διάλυση των ανθρακικών αλάτων καθώς και τροποποίηση των τιμών του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, της περιεκτικότητας των θρεπτικών ουσιών, των φαινολικών ενώσεων και της βιολογικής δραστηριότητας. Ο Cox (1997) σε έρευνα που πραγματοποίησε κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η επίδραση των Υ.Α.Ε. προκαλεί αύξηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανικό άνθρακα και μείωση του πορώδους του. Επίσης, σε άλλη έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε από τον Perez et al., (1986), παρατηρήθηκε αύξηση του ολικού αριθμού μικροβίων μετά την διάθεση Υ.Α.Ε. στο έδαφος. Η διάθεση αυτή προκάλεσε αύξηση των βακτηρίων Coryneform και μείωση του Βακίλου (Bacillus).

1.6.3 Επίδραση των ΥΑΕ στην ατμόσφαιρα

Τέλος, όσον αφορά την επίδραση των Υ.Α.Ε στην ατμόσφαιρα, δεν υπάρχουν πολλές αναφορές. Οι Balice et al., (1986) ανέφεραν ότι λόγω της αναερόβιας ζύμωσης των Υ.Α.Ε., εκπέμπεται μεθάνιο και άλλα αέρια (υδρόθειο, κτλ.) από τις φυτικές υδάτινες εκτάσεις και από τις εγκαταστάσεις των λιμνών εξάτμισης. Η αναερόβια ζύμωση, όπως είναι γνωστό, δημιουργεί δυσάρεστες οσμές με άμεσο αποτέλεσμα την συσσώρευση εντόμων και την αισθητική υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

1.7 Μέθοδοι επεξεργασίας ΥΑΕ

Τα ΥΑΕ έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, αιωρούμενα στερεά και λιπίδια ενώ ταυτόχρονα παράγονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Πολλοί επιστήμονες εργάζονται πάνω στην εύρεση εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης και επεξεργασίας αυτών των αποβλήτων ώστε να μην είναι δαπανηρό και παράλληλα να είναι αποδοτικό χωρίς να χρειάζεται να καταναλωθεί μεγάλο ποσοστό ενέργειας.

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι μέθοδοι ακόμα και συνδυασμός αυτών. Οι μέθοδοι αυτοί συμπεριλαμβάνονται σε χημικούς, φυσικούς, βιολογικούς και με θερμικούς τρόπους επεξεργασίας. Κάποιοι από αυτούς τους τρόπους διαχείρισης όπως οι φυσικοχημικές, χημικές, βιολογικές (αερόβιες ή αναερόβιες) φαίνεται να είναι αποδοτικές. Η χρήση των ΥΑΕ και των προϊόντων που παράγονται είναι ωφέλιμα, διότι

μπορεί το νερό, που περιέχουν, να ανακυκλωθεί και τα υπολείμματα να χρησιμοποιηθούν ως λιπάσματα είτε με απευθείας τρόπο είτε μετά από κομποστοποίηση ή ως ακατέργαστο υλικό για την παραγωγή αντιοξειδωτικών. Επίσης, τα απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα είτε με απευθείας καύση είτε με την παραγωγή βιοαερίου.

Έτσι, οι κύριες τεχνικές επεξεργασίας των αποβλήτων βασίζονται σε μεθόδους αποτοξικοποίησης τους. Αυτές οι τεχνικές χωρίζονται σε 5 κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Φυσικοί μέθοδοι, όπως είναι η αραίωση, η επίπλευση, η διήθηση, η καθίζηση, η φυγοκέντρωση και ο διαχωρισμός με μεμβράνες.
2. Θερμικές μέθοδοι, όπως είναι οι θερμοφυσικές μέθοδοι, η μέθοδος λίπανσης και οι μη αντιστρεπτές θερμοχημικές μέθοδοι.
3. Φυσικοχημικές μέθοδοι, όπως είναι η εξουδετέρωση, η κροκίδωση, η ρόφηση, η χημική οξείδωση και η ιοντοεναλλαγή.
4. Βιολογικές μέθοδοι, όπως είναι οι αναερόβιες και αερόβιες μέθοδοι, η κομποστοποίηση και οι βιοτεχνολογικές διαδικασίες.
5. Τέλος, γίνεται και χρήση συνδυαζόμενων διεργασιών.

1.7.1 Φυσικοί μέθοδοι επεξεργασίας

1.7.1.1 Αραίωση

Η αραίωση είναι από τις πιο απλές μεθόδους μείωσης ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων των ελαιοτριβείων. Χρησιμοποιείται νερό από πηγάδια, είτε άρδευσης ή από κοντινά ποτάμια ή λίμνες. Αραίωση μπορεί να γίνει και στο σύστημα αποχέτευσης, είτε κατευθείαν μέσα στο ελαιοτριβείο, χρησιμοποιώντας νερά πλύσης ή αποχέτευσης. Από την άλλη είναι σχετικά δύσκολη εφαρμογή κυρίως σε περιοχές με έλλειψη νερού καθώς χρειάζεται μεγάλη ποσότητα.

1.7.1.2 Επίπλευση (Flotation)

Η επίπλευση είναι μια μηχανική μέθοδος διαχωρισμού των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά απόβλητα. Η χρήση ενός αερίου στο σύστημα, όπως ο αέρας ή το άζωτο, διευκολύνουν στο διαχωρισμό. Η αρχή λειτουργίας του είναι απλή. Το αέριο διοχετεύεται υπό πίεση στα απόβλητα, σχηματίζοντας λεπτές φυσαλίδες και προσροφάται στην επιφάνεια των στερεών, μειώνοντας το ειδικό βάρος και διευκολύνοντας έτσι στο διαχωρισμό.

Για την διευκόλυνση της διαδικασίας χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες όπως:

- Ουσίες που προκαλούν αφρισμό (foaming chemicals). Η δημιουργία της σταθεροποιεί τις φυσαλίδες και τον αφρό στην επιφάνεια της δεξαμενής.
- Ουσίες που καθιστούν τα αιωρούμενα στερεά υδρόφοβα. Με την χρήση των ουσιών αυτών, τα αιωρούμενα στερεά προσκολλώνται πιο εύκολα στις φυσαλίδες του αέρα και κινούνται προς την επιφάνεια (συλλέκτες).
- Μερικοί ρυθμιστικοί παράγοντες όπως ρυθμιστές pH, ουσίες που προκαλούν κροκίδωση κλπ.

1.7.1.3 Διήθηση (Filtration)

Η διήθηση είναι μία από τις παλαιότερες μεθόδους για την απομάκρυνση των στερεών από τα υγρά απόβλητα. Τα στερεά περιλαμβάνουν άργιλο και ιλύ, οργανική ουσία, ιζήματα από άλλες επεξεργασίες, σίδηρο, μαγγάνιο και μικροοργανισμούς. Ο διαχωρισμός γίνεται με την βοήθεια πορώδους υλικού που συγκρατεί τα στερεά και επιτρέπει τη διέλευση της υγρής φάσης. Τα φίλτρα μπορεί να είναι στρώματα άμμου, αμμοχάλικα ή ενεργού άνθρακα που βοηθούν στην αφαίρεση και των πιο μικρών μορίων.

Η διήθηση καθαρίζει το νερό και ενισχύει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Μπορεί να εφαρμοστεί αυτούσιο ή και με άλλο συνδυασμό επεξεργασίας. Επίσης, μπορεί να γίνει είτε με φυσική ροή (με βαρύτητα), είτε με εξαναγκασμένη ροή (με εφαρμογή πίεσης) στην πλευρά εισόδου ή με εφαρμογή κενού από την πλευρά εξόδου των αποβλήτων.

Συνήθως, εφαρμόζεται για την απομάκρυνση των στερεών υλικών από τα υγρά απόβλητα που μπορεί να εμποδίσουν την περαιτέρω επεξεργασία (πχ φράξιμο σωλήνα). Η διήθηση βασίζεται στις μεθόδους των διαχωρισμών μεμβρανών απομακρύνοντας τα αιωρούμενα στερεά από τα υγρά απόβλητα.

1.7.1.4 Καθίζηση (Sedimentation)

Η καθίζηση στηρίζεται στη μεγαλύτερη πυκνότητα των μορίων των αποβλήτων σε σχέση με αυτή του νερού και την απομάκρυνση τους από την υδατική φάση. Η διαδικασία μπορεί να είναι φυσική (κατακρήμνιση λόγω βαρύτητας) ή εξαναγκασμένη (σε φυγοκεντρικό διαχωριστή ή κυκλώνα). Μετά από την αφαίρεση των ογκωδών στερεών, τα υγρά απόβλητα ρέουν στις δεξαμενές της πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου η ταχύτητα ροής μειώνεται και τα αιωρούμενα υλικά βυθίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Σε αυτό το στάδιο απομακρύνεται περίπου το 50% των διαλυμένων στερεών και το 35% του BOD₅. Επίσης, τα συστατικά που επιπλέουν, όπως το έλαιο, συλλέγονται από την επιφάνεια των δεξαμενών.

1.7.1.5 Διαχωρισμός με μεμβράνες

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση αιωρούμενων, κολλοειδών και διαλυμένων ουσιών από τα υγρά απόβλητα. Χρησιμοποιείται μια ημιπερατή ή πορώδης μεμβράνη, η οποία λειτουργεί σαν φυσικό φράγμα μέσω του οποίου οι ουσίες, είτε περνάνε είτε παρακρατούνται ανάλογα με το μέγεθος. Η δομή και τα χαρακτηριστικά της μεμβράνης καθορίζουν τη φύση του διαχωρισμού.

Για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός θα πρέπει να εφαρμοστεί μια πίεση, όπου αναγκάζει το διάλυμα να περάσει μέσω της πορώδους μεμβράνης και να επιτευχθεί εκλεκτικός διαχωρισμός. Η διαπερατότητα εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων και των πόρων των μεμβρανών.

Η τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση (concentration), τον καθαρισμό (purification) και κλασματοποίηση (fractionation) και είναι αποτελεσματική για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών, προϊόντων και νερού. Εφαρμόζεται για τη συγκέντρωση των υγρών στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων.

Ωστόσο, ο διαχωρισμός με μεμβράνες χρησιμοποιείται κυρίως σε υγρά απόβλητα που έχουν σχετικά χαμηλό ρυπαντικό φορτίο ή έχει προηγηθεί μια μηχανική ή βιολογική μέθοδος ώστε να έχουν απομακρυνθεί τα λιπαρά οξέα και το μεγαλύτερο ποσοστό των αιωρούμενων σωματιδίων. Είναι μηχανισμός υψηλού κόστους και σε υγρά απόβλητα με υψηλό ρυπαντικό φορτίο αχρηστεύεται αφού καταστρέφει την ομαλή λειτουργία των μεμβρανών λόγω του φραξίματος των πόρων και δημιουργείται μια γλοιώδης υφή στην επιφάνειά τους.

1.7.2 Θερμικοί μέθοδοι επεξεργασίας

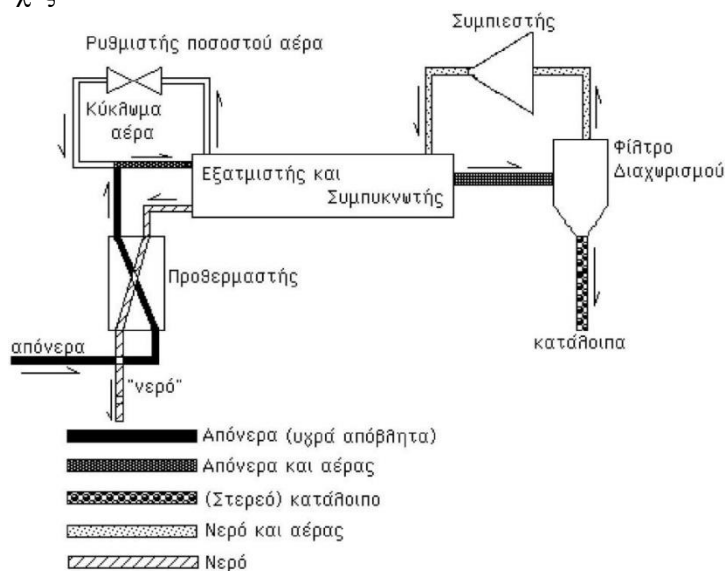
Οι μέθοδοι αυτοί έχουν ως στόχο την συμπύκνωση των αποβλήτων απορροφώντας το νερό και οδηγώντας στην μείωση του τελικού όγκου τους. Οι θερμικοί μέθοδοι χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

1. Θερμοφυσικές
2. Θερμοχημικές μη αντιστρεπτές
3. Μέθοδος λίμνασης (lagooning)

1.7.2.1 Θερμοφυσικές μέθοδοι

Περιλαμβάνουν την απόσταξη και την εξάτμιση των ΥΑΕ. Η εξάτμιση μειώνει τον όγκο των αποβλήτων κατά 70 – 75% και παράγεται απόσταγμα ελεύθερων στερεών. Η διαδικασία γίνεται με την χρησιμοποίηση βιομηχανικών εξατμιστήρων και το υπόλειμμα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή, λίπασμα ή να ξαναγίνει η διαδικασία απόσταξης. Όμως, η επεξεργασία αυτή εμφανίζει μειονεκτήματα όπως η απόρριψη της συμπυκνωμένης πάστας, που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε Κ. Εξαιτίας αυτού, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ζωοτροφή αλλά σαν καύσιμη ύλη για να τροφοδοτεί το λέβητα που προμηθεύει με θερμική ενέργεια το θάλαμο απόσταξης, το οποίο έχει ως συνέπεια η καύση που γίνεται να προκαλεί ρύπανση του αέρα.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η υψηλή απαίτηση που έχει σε ενέργεια. Λόγω της οξύτητας του αποκτώμενου νερού, όλα τα υλικά πρέπει να είναι ανοξειδωτά. Τέλος, ένα ακόμα πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η έντονη οσμή, ιδιαίτερα σε μονάδες που είναι εγκατεστημένες σε κατοικημένες περιοχές.



Εικόνα 7: Η εξάτμιση/συμπύκνωση υγρών αποβλήτων

1.7.2.2 Μη αντιστρεπτές θερμοχημικές μέθοδοι

Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται η καύση και η πυρόλυση. Είναι οι πιο θεμελιώδεις και ταυτόχρονα καταστροφικές μέθοδοι, οι οποίες περιορίζουν οποιαδήποτε πιθανότητα περαιτέρω χρήσης των αποβλήτων ελαιουργείων. Και οι δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται για τη διάσπαση – αποσύνθεση των συμπυκνωμένων διαλυμάτων των ΥΑΕ ή της ελαιόπαστας, συμπληρωματικά με άλλες επεξεργασίες.

Ωστόσο, και οι δύο διαδικασίες προκαλούν περιβαλλοντικά προβλήματα, που προκύπτουν:

1. Από την εκπομπή τοξικών ουσιών με τη μορφή αερίων.
2. Απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.
3. Πολύ ακριβές υπηρεσίες, όπως και ενεργειακά απόβλητα, που προκαλούνται από την μεταφορά των αποβλήτων ελαιουργείου στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης.

Η καύση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρύτατα για την διάθεση των αποβλήτων υλικών, αλλά το πρόβλημα με τα ΥΑΕ είναι ότι περιέχουν 80-90% νερό και έτσι είναι αδύνατον να μην υποστούν καύση χωρίς προξήρανση. Συνεπώς αυτή η διαδικασία είναι για πολύ συμπυκνωμένα ΥΑΕ. Επιπροσθέτως, η παραγωγή των αποβλήτων είναι εποχιακή, που σημαίνει πως ο αποτεφρωτήρας δουλεύει όλο το χρόνο και απαιτούνται και άλλα καύσιμα.

Γενικά, το στάδιο της καύσης παρουσιάζει βασικά μειονεκτήματα όπως:

- Είναι μη αυτοσυντηρούμενο και εμφανίζει κόστος ενέργειας εξαιτίας της ανάγκης για εξάτμιση τεράστιων ποσών νερού.
- Είναι ρυπογόνος επειδή εκπέμπει στην ατμόσφαιρα τοξικές ουσίες σε αέρια μορφή κατά τη διαδικασία του.
- Δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ούτε το νερό ούτε το οργανικό υλικό των ΥΑΕ.
- Επειδή τα ΥΑΕ είναι εποχιακή δραστηριότητα απαιτούνται επιπρόσθετα καύσιμα για την λειτουργία του αποτεφρωτήρα τον υπόλοιπο χρόνο.

Η πυρόλυση χρησιμοποιείται κυρίως για την διάσπαση συμπυκνωμένων διαλυμάτων ΥΑΕ ή ελαιοπυρήνας. Κατά την διάρκεια της καύσης των συμπυκνωμένων ΥΑΕ, τα ανόργανα άλατα τα οποία υπάρχουν στο συμπυκνωμένο διάλυμα (5-10% κατά βάρος) λιώνουν και καλύπτουν τους σωλήνες του λέβητα, καθιστώντας τους μη λειτουργικούς. Μια μέθοδος που έχει αναπτυχθεί επιτρέπει την πυρόλυση με συμπυκνωμένο διάλυμα, αποφεύγοντας τα τυπικά προβλήματα που συνδέονται με το υψηλό περιεχόμενο αλάτων.

1.7.2.3 Μέθοδος λίμνασης (lagooning)

Η μέθοδος αυτή σχετίζεται κυρίως με τη χρήση μεγάλων λιμνών (τεχνητών λάκκων εξάτμισης ή λιμνών αποθήκευσης). Η ενέργεια του ήλιου βοηθάει στην επιτάχυνση της εξάτμισης και ξήρανσης των ΥΑΕ, όπου διαπιστώνεται μέσω μιας φυσικής βιολογικής διαδρομής, σε μια

περίοδο (7-8 μήνες) και πρακτικά από την περίοδο αιχμής έως την επόμενη. Κατά την περίοδο αποθήκευσης, λαμβάνουν χώρα διάφορες διαδικασίες:

1. Εξάτμιση του νερού (η οποία αυξάνει την συγκέντρωση των ΥΑΕ)
2. Εξάτμιση πτητικών ουσιών.
3. Αποικοδόμηση και υδρόλυση του οργανικού υλικού, λόγω μεταβολισμού από διάφορους μικροοργανισμούς και
4. Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στη δομή του οργανικού υλικού.

Οι περισσότερες χώρες της Μεσογείου αποβάλλουν τα ΥΑΕ σε τεχνητές λίμνες εξάτμισης και στις πιο αναπτυγμένες διαθέτουν αδιαπέραστο στρώμα στον πυθμένα ενώ άλλες χρησιμοποιούν το έδαφος σαν υλικό δέκτη.

Ωστόσο η μέθοδος λίμανσης παρουσιάζει και μειονεκτήματα όπως:

- Απειλή διαρροών των ΥΑΕ μέσω του εδάφους και στον υδροφόρο ορίζοντα. Προληπτικά μέσα όπως η εσωτερική επένδυση της λίμνης είναι σημαντικά για τη σωστή λειτουργία της και την κατάλληλη σταθερότητα.
- Ανάγκη διαθεσιμότητας μεγάλων λεκανών συλλογής, μακριά από κατοικημένες περιοχές λόγω της δυσάρεστης οσμής και την παρουσία των εντόμων, που εμφανίζονται στα ΥΑΕ. Οι λίμνες πρέπει να βρίσκονται 1-2 χιλιόμετρα μακριά από το ελαιοτριβείο ενώ χρειάζονται κατάλληλοι αγωγοί για την ασφαλή μεταφορά των ΥΑΕ χωρίς πιθανή διαρροή στο έδαφος.

Εν τέλει, η διαδικασία αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται ευρύτατα. Εντούτοις, περιβαλλοντικά είναι μη αποδεκτή.

1.7.3 Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας

Όπως λέει και το όνομά της, αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει φυσικούς τρόπους επεξεργασίας με τη χρήση επιπρόσθετων χημικών. Αυτά είναι η εξουδετέρωση, η κροκίδωση, η καθίζηση, η απορρόφηση, η χημική οξείδωση και ανταλλαγή ιόντων των ΥΑΕ.

1.7.3.1 Εξουδετέρωση

Εξουδετέρωση είναι η αποκατάσταση της ισορροπίας των ιόντων του υδρογόνου ή του υδροξυλίου στο διάλυμα, έτσι ώστε το ιονικό δυναμικό του καθενός να είναι ίσο.

1.7.3.2 Κροκίδωση

Η κροκίδωση είναι μια υποβοηθούμενη συσσωμάτωση των αιωρούμενων σωματιδίων στο υγρό μέσο, σε μεγαλύτερα σωματίδια. Ουσιαστικά, μπορεί να περιγράψει σαν τη διαδικασία αποσταθεροποίησης ενός σταθερού κolloειδούς που βρίσκεται σε διασπορά με την προσθήκη ενός γνωστού χημικού δημιουργώντας την αποσταθεροποίηση.

Παρ' όλα αυτά, η συσσωμάτωση-κροκίδωση εμφανίζει μειονεκτήματα τα οποία είναι:

- Τα αποτελέσματα δεν είναι ποιοτικά, επειδή τα διαχωριζόμενα κλάσματα είναι μέρος του αρχικού περιεχομένου.
- Το ίζημα πρέπει να δοθεί.

Τα κροκιδωτικά, που έχουν εμπορική χρήση, κατηγοριοποιούνται σε οργανικά ή ανόργανα. Επίσης, μπορεί να χωρίζονται σε ανιόντα και κατιόντα.

1.7.3.3 Απορρόφηση

Η απορρόφηση ή αλλιώς ρόφηση είναι μια φυσικοχημική μέθοδος, που στηρίζεται στην προσκόλληση διαλυόμενων συστατικών (απορροφήσιμα) από τα ρυπασμένα υγρά, στην επιφάνεια των στερεών ουσιών (ροφητικά).

Η διαδικασία μεταφοράς της προσκόλλησης γίνεται με δύο τρόπους:

1. Με την διαδικασία της ρευστοποιημένης κλίνης, όπου η ροφητική σκόνη ανακατεύεται με το απόβλητο.
2. Και η διαδικασία με τη σταθερή μεμβράνη, με την οποία το απόβλητο ρέει κατά μήκος του κοκκώδους ροφητικού στον αντιδραστήρα.

Τα οργανικά στοιχεία που μπορούν να απομακρυνθούν από τα ΥΑΕ είναι ουσίες χρώματος, κυρίως ταννικό οξύ και, σπανιότερα, βιοαποικοδομήσιμα ρυπαντικά, βακτήρια ή παρεμποδιστές.

Τα πλεονεκτήματα της απορρόφησης είναι τα εξής:

- Μικρές απαιτήσεις χώρου
- Καθαρό νερό
- Όχι εκπομπές οσμών

- Μικρά κόστη για ροφητικά

Ωστόσο, υπάρχουν και μειονεκτήματα όπως:

- Περιορισμένη δυνατότητα καθαρισμού
- Μεγάλα κόστη κατά τη λειτουργία της μονάδας
- Είναι απαραίτητη η παρουσία έμπειρου προσωπικού για αποφυγή ή επίλυση τυχών επιπλοκών κατά την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος.

1.7.3.4 Χημική οξείδωση

Το οξειδωτικό που χρησιμοποιείται για αυτή την διαδικασία επιλέγεται με βάση την ομάδα του οξυγόνου, με παράγωγα του οξυγόνου ή χλωριωμένα παράγωγα.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και μίγμα οξειδωτικών παραγόντων. Το όζον ή το υπεροξείδιο του υδρογόνου, πιθανώς συνδυαζόμενα με ακτινοβολία UV, χρησιμοποιούνται λόγω του υψηλού δυναμικού οξειδωτικού που έχουν. Από την άλλη είναι αδύνατον να λειτουργούν υπό συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας περιβάλλοντος διότι υπάρχει πρόβλημα στην αποσύνθεση του οξειδωτικού.

Οι πιο συνήθεις μέθοδοι οξείδωσης που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία αποβλήτων είναι:

- Προχωρημένες Οξειδωτικές Διεργασίες (AOPs)
- Υγρή οξείδωση
- Ηλεκτροχημική

1.7.3.5 Ανταλλαγή ιόντων

Η ανταλλαγή ιόντων είναι η υποκατάσταση των ιόντων σε ένα διάλυμα με την χρήση ενός χημικού. Αυτή η υποκατάσταση είναι ιδανική για την αφαίρεση βαριών μετάλλων, αλκαλικών γαιών, των χλωριούχων, των νιτρικών και θεικών ιόντων. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό αποβλήτων αλισίβας που παράγονται στην βιομηχανία της μαύρης ελιάς.

1.7.4 Βιολογικοί μέθοδοι επεξεργασίας

Οι βιολογικοί μέθοδοι επεξεργασίας θεωρούνται με διαφορά οι πιο φιλικό προς το περιβάλλον και οι λιγότερο δαπανηροί μέθοδοι επεξεργασίας των αποβλήτων. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις αερόβιες και στις αναερόβιες.

Ωστόσο, οι δύο μέθοδοι δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε ΥΑΕ με υψηλό οργανικό φορτίο και χρειάζονται αρκετές αραιώσεις για βιολογική επεξεργασία. Ακόμη, κάποιες τοξικές ουσίες, όπως οι πολυφαινόλες και τα λιπίδια, καθιστούν αδύνατον και ακατάλληλο την απευθείας βιολογική επεξεργασία.

1.7.4.1 Αερόβιες μέθοδοι

Η υψηλή περιεκτικότητα των αποβλήτων σε ανόργανα άλατα, αλλά κυρίως σε αφομοιώσιμες πηγές άνθρακα, τα καθιστούν πρόσφορο υπόστρωμα ανάπτυξης ποικίλων αερόβιων μικροβιακών ειδών, ενώ παράλληλα μειώνουν το οργανικό τους φορτίο.

Οι αερόβιες τεχνολογίες περιλαμβάνουν:

1. Βιολογικό υμένιο (φίλτρο λεπτής ροής ή βιόφιλτρο)
2. Σύστημα ενεργού ιλύος
3. Τάφος οξείδωσης
4. Συστοιχία αντιδραστήρων ασυνεχούς λειτουργίας (SBR)

1.7.4.2 Αναερόβιες μέθοδοι

Η αναερόβια ζύμωση είναι μια πολύπλοκη βιοχημική διεργασία κατά την οποία το οργανικό υλικό αποδομείται με την βοήθεια δύο διαφορετικών βακτηρίων. Στην πρώτη ανήκουν τα οξεογόνα υδρολυτικά βακτήρια, όπου αποικοδομούν μέσω ενζυματικής υδρόλυσης τις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τα λίπη σε μικρά μόρια, τα οποία στην συνέχεια μεταβάλλονται με οξειδοαναγωγές αντιδράσεις από τα μεθανογόνα βακτήρια, που είναι η δεύτερη διαδικασία.

Το πλεονέκτημα που έχει είναι η χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση για την παραγωγή ενός πλούσιου σε ενέργεια αερίου (μεθάνιο), το οποίο μπορεί να είναι ενεργειακά αξιοποιήσιμο, μετά από κάποια επεξεργασία και σχετικά μικρό ποσό λάσπης, το οποίο πρέπει να υποβληθεί σε επιπλέον επεξεργασία.

1.7.4.3 Κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση είναι ένα είδος αερόβιας αποικοδόμησης οργανικού υλικού σε ένα υλικό σαν χώμα, που αποκαλείται χούμος. Η αποικοδόμηση λαμβάνει μέρος από μικροοργανισμούς του εδάφους, με ενζυματική ζύμωση των αποβλήτων. Η αερόβια αποικοδόμηση των οργανικών συστατικών και η ανοργανοποίηση προς CO₂, νερό και ανόργανα άλατα, γίνεται

μέσω της μείωσης της μάζας κατά 40-50%. Το οργανικό απόβλητο τοποθετείται σε σωρούς, λόγω της έντονης βιολογικής δραστηριότητας των βακτηρίων στο πρώτο στάδιο της αποικοδόμησης, συμβάλλουν εξώθερμες αντιδράσεις, που οδηγούν σε θερμοκρασίες 70-80°C στο εσωτερικό της σωρού. Αυτή η επίδραση της θερμοκρασίας οδηγεί σε παστερίωση του αποβλήτου.

1.7.4.4 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι

Οι παραδοσιακές φυσικοχημικές μέθοδοι καταναλώνουν αρκετή ενέργεια και χρόνο, με αποτέλεσμα να είναι πολύ ακριβές. Η εφαρμοσμένη βιοτεχνολογία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την πρόληψη και τον έλεγχο ρύπανσης. Για παράδειγμα, πολλές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων χρησιμοποιούν μικροοργανισμούς για να διασπάσουν τοξικά χημικά και μη τοξικά. Αυτοί οι μικροοργανισμοί μπορούν να τροποποιηθούν γενετικά για να αυξήσουν τη δυναμικότητα και την αποδοτικότητα των μονάδων επεξεργασίας. Τα βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία περιέχουν ουσίες που είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορούν επίσης να επεξεργαστούν με ιθαγενείς ή με τροποποιημένους μικροοργανισμούς.

1.7.5 Συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας

Σε αυτή τη διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλοι οι μέθοδοι που προαναφέρθηκαν, με στόχο να γίνεται καλύτερη επεξεργασία των ΥΑΕ. Ο τρόπος αυτός γίνεται στις περιπτώσεις που δεν αρκεί μία μόνο μέθοδος επεξεργασίας αλλά ένας συνδυασμός που να μπορεί να μειώσει κάποιες ουσίες που δεν έχουν διαλυθεί ή είναι δύσκολη η επεξεργασία τους.

Όλα τα απόβλητα, που έχουν περάσει από το στάδιο της επεξεργασίας, μπορούν να αξιοποιηθούν με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος είναι να επαναχρησιμοποιηθούν (ανακυκλωθούν) και να ανακτήσουν χρήσιμα συστατικά, τα οποία πιθανόν να είναι οργανικές ουσίες μέχρι και υπολειπόμενο έλαιο. Και ο δεύτερος για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων όπως αλκοόλες, ενεργοί άνθρακες κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Περιγραφή των επιμέρους μηχανημάτων του ελαιοτριβείου

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει επεξήγηση των επιμέρους μηχανημάτων, που συμβάλλουν στην διαδικασία παραγωγής του ελαιοτριβείου, αναλύοντας την αρχή λειτουργίας του εκάστοτε μηχανήματος καθώς και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά.

Τα μηχανήματα που υπάρχουν σε μια μονάδα παραγωγής ελαιοτριβείου είναι τα εξής:

- Η μεταφορική ταινία ή το αναβατόριο
- Το αποφυλλωτήριο
- Το πλυντήριο
- Ο μεταφορικός κοχλίας (σιλό)
- Σπαστήρας ή σφυρόμυλος
- Μαλακτήρας
- Αντλία τροφοδοσίας ελαιόπαστας (Μονορυμπ)
- Οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας (Decanter)
- Κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας- διαυγαστήρας

2.1 Μεταφορική ταινία (αναβατόριο)

Οι μεταφορικές ταινίες θεωρούνται μηχανές συνεχούς μεταφοράς (Σ.Μ.), διότι εργάζονται για μεγάλο και συνεχόμενο χρονικό διάστημα, μεταφέροντας ρευστά ή συσκευασμένα υλικά. Αποτελούνται από μια ατέρμονα ταινία από ελαστικό ενισχυμένο με ίνες. Στις περιπτώσεις που το φορτίο είναι ισχυρό, τότε η ενίσχυση γίνεται με χαλύβδινα σύρματα για την παραλαβή του εφελκυσμού. Ανάλογα με το είδος του μεταφορέα, μπορεί να τοποθετηθεί σε οριζόντια, υπό κλίση ακόμα και σε κατακόρυφη μεταφορά του υλικού σε ευθύγραμμες ή καμπύλες διαδρομές.

Τα μηχανήματα συνεχούς μεταφοράς αποτελούν κομμάτι μείζονος σημασίας διότι, εκτός από τις συνηθισμένες μεταφορικές εργασίες χρησιμοποιούνται και ως συνδετικά μέσα μεταξύ τεχνολογικών διαδικασιών στην εν σειρά ή την μαζική παραγωγή των διαφόρων βιομηχανικών κλάδων.

Η κατανομή των μηχανημάτων συνεχούς μεταφοράς με βάση την αρχή λειτουργίας και με τον τρόπο κίνησης του υλικού διακρίνονται ως εξής:

- Μηχανικοί μεταφορείς Σ.Μ. με στοιχείο έλξης (π.χ. μεταφορικές ταινίες).
- Μηχανικοί μεταφορείς Σ.Μ. χωρίς στοιχείο έλξης (π.χ. δονητικές ταινίες).
- Μεταφορείς βαρύτητας (π.χ. μεταφορείς κεκλιμένου επιπέδου).
- Μεταφορείς ροής (π.χ. πνευματικοί μεταφορείς).

Κύριο στοιχείο της μεταφορικής ταινίας είναι μια συνεχής ταινία που φέρει το φορτίο και κυλιέται πάνω σε ράουλα ή επιφάνειες ολίσθησης. Η ταινία περιτυλίγεται από δύο τύμπανα, το τύμπανο κίνησης και το τύμπανο αναστροφής. Η κίνηση γίνεται μέσω ενός κινητήρα που κινεί το τύμπανο κίνησης και, μαζί με αυτό, ολόκληρη την ταινία. Η τροφοδότηση γίνεται στην αρχή της ταινίας από ένα χωνί και το φορτίο μεταφέρεται στο σημείο απόρριψης που είναι συνήθως στην πλευρά του τύμπανου κίνησης.

Η διαδικασία με την οποία δουλεύει η ταινία, καταφέρνει μέσα σε μικρό χρόνο να μεταφέρει πολύ μεγάλες ποσότητες υλικού.

Οι μεταφορικές ταινίες ή αλλιώς ταινιόδρομοι, είναι πλέον οι πιο διαδεδομένοι μεταφορείς συνεχούς μεταφοράς και συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγή. Αυτό φαίνεται από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει όπως:

- Αναπτύσσονται μεγάλες ταχύτητες ικανές για την μεταφορά του υλικού, σε σχετικά μικρές ισχύεις κίνησης, χωρίς το υλικό να πάθει καμία φθορά.
- Έχει χαμηλό κόστος επένδυσης και συντήρησης.
- Έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε τεχνολογικές διαδικασίες κυρίως για μεταφορείς χαλύβδινης ταινίας ή συρμάτινου πλέγματος (π.χ. ψήσιμο, στέγνωμα).
- Να εφαρμοστούν μεγάλα μήκη μεταφοράς ακόμα και για ταινίες με βαριά φορτία (περισσότερα κινητήρια τύμπανα, ιμάντες ενισχυμένοι με χαλύβδινα συρματίδια για μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό).



Εικόνα 8: Μεταφορική ταινία – αναβατόριο

2.2 Αποφυλλωτήριο

Το αποφυλλωτήριο είναι ένα είδος πνευματικού συστήματος αερομεταφοράς, όπου η χρησιμότητά του είναι η αποφυγή των έντονων οσμών, της πικρής επίγευσης αλλά και το χρωματισμό του ελαιόλαδου.

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

Τα αποφυλλωτήρια δουλεύουν ως ανεμιστήρες, φυσητήρες φυγοκεντρικού τύπου που εδράζονται σε εφαρμογές που απαιτούνται υψηλές πιέσεις για την μεταφορά μικροσωματιδίων. Βασικό εξάρτημα είναι το στροφέιο που τοποθετείται κατ' επέκταση στο άξονα του κινητήρα. Ο αέρας εισάγεται αξονικά στο στροφέιο μέσω του ακροφύσιου οδηγού, που παρέχει μικρή επιτάχυνση στον αέρα πριν την είσοδό του στο στροφέιο. Η κίνηση προς στο στροφέιο οδηγεί το αέρα από μια μικρότερη σε μια μεγαλύτερη ακτίνα δίνοντας στο αέριο μια μεγαλύτερη πίεση και ταχύτητα όταν φτάνει στο περίβλημα. Κατά συνέπεια αντίθετα από το αξονικό τύπο, η φυγοκεντρική ενέργεια συμβάλλει στην άνοδο της σταδιακής πίεσης. Ο ελικοειδής θάλαμος συλλέγει τον αέρα από τα πτερύγια και τον κατευθύνει προς την έξοδο του ανεμιστήρα.

Τα σύγχρονα ελαιοτριβεία χρησιμοποιούν δύο ή τρία αποφυλλωτήρια τοποθετημένα σε κατακόρυφη διάταξη. Το ένα τοποθετείται στην μεταφορική ταινία και τα άλλα δύο τοποθετούνται στο πλυντήριο, στο στάδιο προετοιμασίας λίγο πριν την έκπλυσή του. Στο στροφέιο ή περωτή υπάρχουν 6 ακτινικά περύγια κατά την είσοδο του υλικού σε αυτά αλλά με μια ελαφρά οπίσθια κλίση στα ακροπερύγια δηλαδή την έξοδο του υλικού από την περωτή.



Εικόνα 9: Αποφυλλωτήριο

2.3 Πλυντήριο

Κατά της προσκόμισή του στο ελαιοτριβείο από τους τόπους συλλογής του, ο ελαιόκαρπος πρέπει να πλένεται, καθώς απαλλάσσεται από τις ξένες ύλες που βρίσκονται πάνω του καθώς και από μεγάλο ποσοστό μικροβίων, ειδικά αν έχει συλλεχθεί από το έδαφος.

Ο ελαιόκαρπος, κατά την αποθήκευσή του σε σωρούς, επιδρώνει λόγω της αναπτυσσόμενης υψηλής θερμοκρασίας, της διαπνοής και του πλημμελούς αερισμού. Ταυτόχρονα, αποδίδει, μέσω των πόρων της επιδερμίδας, μια ποσότητα ελαίου την οποία διαβρέχει τυχόν κρούστα από άργιλο, καλύπτοντας την εξωτερική του επιφάνεια. Συνεπώς, αν δεν πλυθεί έγκαιρα, το λάδι που βγαίνει από το καρπό αρχίζει να ταγγίζει, επηρεάζοντας δυσμενέστατα την ποιότητα όλου του φορτίου, που θα διαχωριστεί στα επόμενα στάδια.

Το πλύσιμο του ελαιόκαρπου διαφέρει από την μια βιομηχανία στην άλλη και διενεργείται επιμελώς. Ωστόσο, η ποιότητα αλλά και η ποσότητα του ελαιόλαδου πρέπει να αντιμετωπίζεται από τους τεχνικούς του ελαιοτριβείου.

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για το πλύσιμο του ελαιόκαρπου ονομάζονται πλυντήρια. Το πλυντήριο είναι ένα υδροπνευματικό σύστημα κλειστού βρόγχου κυκλοφορίας νερού όπου γίνεται το πλύσιμο και το ξέπλυμα του καρπού. Η διαδικασία πλυσίματος γίνεται σε ειδική λεκάνη, ημικυλινδρικής διατομής, ώστε να μην πληγώνει τον ελαιόκαρπο ακόμα και σε περιπτώσεις που βρίσκεται σε υπερώριμη κατάσταση. Διαθέτει δεξαμενή καθίζησης για τη λάσπη, ειδική παγίδα για την κατακράτηση των στερεών (π.χ. πέτρες, σίδερα, κ.λπ.) για την προστασία του ντεκάντερ, δονούμενη εσχάρα στράγγισης πλυμένου ελαιόκαρπου και αντλία πίεσεως για την πλύση. Επιπλέον, μπορεί να τοποθετηθεί και δεύτερη δονούμενη εσχάρα (προκόσκινο) για εγκατάσταση πρόσθετου αποφυλλωτηρίου επικεφαλής.

Το πλυντήριο είναι ένα μηχανήμα που αποτελείται από εξαρτήματα τα οποία είναι:

- **Φυγοκεντρική αντλία πλυντηρίου** για την επανακυκλοφορία και το στροβιλισμό του νερού από τη δεξαμενή του πλυντηρίου στο σημείο έκπλυσης.
- **Δεξαμενή νερού** με χωρητικότητα 1500-2000lt νερού και είναι κατάλληλα σχεδιασμένη για τη σωστή πλύση του ελαιόκαρπου. Επίσης, διαθέτει σύστημα υπερχειλίσης για την απομάκρυνση ξένων αιωρούμενων σωμάτων.
- **Δονούμενη σχάρα** για την αποστράγγιση του καρπού.

2.3.1 Φυγοκεντρική αντλία πλυντηρίου

Όπως προαναφέρθηκε, η φυγοκεντρική αντλία του πλυντηρίου χρησιμοποιείται για την επανακυκλοφορία και το στροβιλισμό του νερού. Στις φυγοκεντρικές αντλίες περιλαμβάνεται μια μεγάλη ποικιλία κατασκευαστικών τύπων που καλύπτουν πλήθος εφαρμογών. Η κύρια χρήση τους είναι η μεταφορά μεγάλης ποσότητας υγρών που έχουν μεγάλη ρευστότητα και μικρό ύψος αναρρόφησης.

Ταξινομούνται σε οριζόντιες και κάθετες ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζονται. Ακόμη, μπορεί να είναι μονοβάθμιες, δηλαδή να περιλαμβάνουν ένα στροφέιο και μια περωτή, ή πολυβάθμιες με δύο ή περισσότερα στροφέια. Οι φυγοκεντρικές αντλίες εμφανίζουν συνήθως μικρή απόδοση αλλά λειτουργούν με σχετικά υψηλές ταχύτητες ούτως ώστε να μπορούν να δίνουν υψηλές παροχές σε αρκετά υψηλό διαφορικό μανομετρικό ύψος, με σχετικά μικρό φυσικό μέγεθος. Έχουν χαμηλό κόστος συντήρησης και εμφανίζουν μεγαλύτερη λειτουργική αξιοπιστία, καθιστώντας προαιρετική την εγκατάσταση μίας ή περισσότερων εφεδρικών αντλιών.

Τα κατασκευαστικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται μια φυγοκεντρική αντλία είναι:

- Το περίβλημα ή κέλυφος
- Η περωτή
- Ο δακτύλιος στεγανώσεως και
- Ο στυπιοθάλαμος

Το περίβλημα ή κέλυφος είναι σπειροειδούς μορφής. Η διατομή του αγωγού του σπειροειδούς περιβλήματος είναι προοδευτικά αυξανόμενη προς την κατάθλιψη, με αποτέλεσμα η παροχή του υγρού ανά μονάδα επιφάνειας να είναι σταθερή σε όλη τη διαδρομή του υγρού, που κινείται μέσα στο περίβλημα μέσω της φυγοκεντρικής δύναμης. Έτσι, επιτυγχάνεται η μείωση της ταχύτητας του υγρού μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε στατική πίεση.

Η περωτή αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δρομέα και από τα πτερύγια που είναι συγκολλημένα πάνω στον άξονα του δρομέα και με κλίση αντίθετη από τη φορά περιστροφής.

Υπάρχουν τρία είδη περωτών

- Πτερωτή ανοικτού τύπου
- Πτερωτή κλειστού τύπου
- Πτερωτή ημίκλειστου τύπου

Στην φτερωτή ανοικτού τύπου, οι πτερυγίσες είναι συγκολλημένες γύρω από το δρομέα. Οι αντλίες τέτοιου τύπου έχουν μικρό βαθμό απόδοσης, δεν δημιουργούν μεγάλο μανομετρικό και εφαρμόζονται συνήθως σε εγκαταστάσεις άντλησης νερού που περιέχει και ξένα σώματα.

Όσον αφορά τις κλειστού τύπου, οι πτερυγίσες περιβάλλονται και από τις δύο πλευρές με πλήρεις δίσκους. Οι αντλίες αυτού του τύπου έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης, αναπτύσσουν υψηλή πίεση και έχουν μικρότερη τάση για σπηλαίωση. Ωστόσο, η χρήση τους περιορίζονται για άντληση μόνο καθαρών υγρών διότι πάνω στα πτερύγια τους συγκρατούν στερεά σωματίδια.

Στην φτερωτή ημίκλειστου τύπου βρίσκεται ένας πλήρης δίσκος, ο οποίος εκτείνεται από την μια πλευρά των πτερυγίων μέχρι την άκρη τους. Απαιτείται μεγάλη ακρίβεια κατασκευής ώστε το διάκενο μεταξύ των πτερυγίων και της εσωτερικής επιφάνειας του κελύφους να είναι όσο

γίνεται μικρότερο για να ελαττώνονται οι διαφυγές του υγρού και να αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης. Ωστόσο, όταν υπάρχουν φθορές στο κέλυφος ή στην περωτή τότε μεγαλώνει το διάκενο με αποτέλεσμα να μειωθεί ο βαθμός απόδοσης.



Εικόνα 10: Πλυντήριο

2.4 Μεταφορικός κοχλίας

Ο μεταφορικός κοχλίας είναι ένας μεταφορέας με ατέρμονα όπου περιστρέφεται ένας ελικοειδής κοχλίας μέσα σε μια ημικυλινδρική σκάφη ή τύπου σωλήνα και ωθεί το υλικό προς την έξοδο. Η διαδικασία κίνησης πραγματοποιείται μέσω κινητήρα, με ενσωματωμένο μειωτήρα, και συνδέεται με την άτρακτο του κοχλίου μέσω αλυσίδας. Οι μεταφορείς είναι κατάλληλοι για οριζόντια, πλάγια και μεγάλης κλίσεως διακίνηση του υλικού σε μικρές διαδρομές. Υπάρχουν και ειδικές περιπτώσεις που τα σιλό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεταφορά σε πολύ μεγάλες κλίσεις ή ακόμα και σε κατακόρυφο άξονα. Ωστόσο, θα εμφανίζεται μείωση ως προς το βαθμό απόδοσης. Για να αποφευχθεί αυτό θα πρέπει να αυξηθεί ο αριθμός των στροφών και να χρησιμοποιηθεί σκάφη μορφής σωλήνα επειδή η απαιτούμενη για την κατακόρυφη μεταφορά τριβή στην ελίκωση και στο τοίχωμα της σκάφης μπορεί να γίνει μόνο από φυγοκεντρικές δυνάμεις. Καταλαμβάνει σχετικά μικρό χώρο και προστατεύεται από σκόνη. Επίσης, ο μεταφορικός κοχλίας μπορεί να εφαρμοστεί ως δοσομετρητής διότι η μεταφερόμενη ποσότητα είναι ανάλογη με τις στροφές του κοχλίου. Η παροχή ρυθμίζεται με αλλαγή στροφών.

Τα σημαντικότερα είδη κατασκευής για μεταφορά ρευστού υλικού είναι ο πλήρης κοχλίας, ο κοχλίας με ταινία και ο κοχλίας με τομείς. Ο πιο διαδεδομένος από αυτούς είναι ο πλήρης κοχλίας καθώς είναι κατάλληλος να μεταφέρει κοκκοειδή υλικά και γενικότερα ρευστά υλικά, όπως ο ελαιόκαρπος, που ρέουν εύκολα και δεν κολλούν. Η τροφοδότηση του πλυμένου ελαιόκαρπου από το σιλό προς το σπαστήρα γίνεται μέσω της σκάφης, η οποία βρίσκεται σε χαμηλότερο σημείο από το σημείο απόρριψης του υλικού. Η άτρακτος του κοχλίου εδράζεται κατά το δυνατόν σε φλαντζωτά έδρανα κύλισης που βιδώνονται στα δύο άκρα της σκάφης. Χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ως προς την στεγανοποίηση του εσωτερικού της σκάφης και στην παραλαβή της αξονικής δύναμης της ατράκτου του κοχλίου που ενεργεί αντίθετα προς την κατεύθυνση μεταφοράς. Επιπλέον, προκειμένου να καταπονείται η άτρακτος μόνο από εφελκυσμό, το έδρανο τοποθετείται πάντοτε από την πλευρά του σημείου απόρριψης του υλικού, με σκοπό να παραμένει σταθερό. Η σκάφη, από την άλλη, πρέπει να γεμίζει περίπου μέχρι τη μέση, ενώ, για να αποφευχθεί κίνδυνος υπερπλήρωσης (μπουκώματος) του κοχλίου έχει προβλεφθεί από τον κατασκευαστή το κατάλληλο βήμα για τον κοχλίο.

2.5 Σπαστήρας (Σφυρόμυλος)

Ο ελαιόκαρπος, μετά την έκπλυσή του, θα πρέπει να υποβληθεί σε άλεση και έπειτα σε μάλαξη, προκειμένου να μετατραπεί σε ομοιογενή πάστα.

Η άλεση είναι το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας του ελαιόκαρπου. Με την διαδικασία αυτή μπορεί να επηρεαστεί τόσο η ποσότητα, όσο και η ποιότητα του ελαιόλαδου, που θα διαχωριστεί στα επόμενα στάδια.

Ο ελαιόκαρπος είναι ένας από τους λίγους καρπούς που περιέχει σε όλη του τη μάζα, κυρίως όμως στο μεσοκάρπιο, λάδι υπό τη μορφή διακριτών σταγονιδίων. Κάθε κύτταρο του μεσοκαρπίου, γνωστό με το όνομα ελαιοφόρο, περιέχει δύο τύπους σταγόνων οι οποίοι είναι:

- Τις χονδρές σταγόνες που βρίσκονται διεσπαρμένες στον κυτταρικό χυμό του χυμοτοπίου.
- Τα λεπτότατα σταγονίδια που υπάρχουν διάσπαρτα στην κολλοειδή μάζα του περιεχομένου του κυττάρου.

Το λάδι και των δύο κατηγοριών βρίσκονται ακόμα μέσα στους ιστούς, εφόσον ο ελαιόκαρπος δεν έχει επεξεργαστεί περαιτέρω. Με τη θραύση του καρπού, που γίνεται με διάφορα μηχανικά μέσα, επιτυγχάνεται η εκχείλιση του λαδιού, ώστε να συνενωθούν και να δώσουν την συνεχή ελαιούχο φάση.

Κάθε ελαιοτριβείο, λοιπόν, για να αυξήσει την ποσότητα του λαδιού χρησιμοποιεί τις εξής παραμέτρους:

- Διάνοιξη του μεγαλύτερου δυνατού αριθμού ελαιούχων κυττάρων.
- Αποφυγή γαλακτοποίησης σε μικρό ή μεγάλο βαθμό.
- Διάσπαση της λιποπρωτεϊνικής μεμβράνης που περικλείει τα μικρά κυρίως σταγονίδια λαδιού, έτσι ώστε να μπορέσουν αυτά να συνενωθούν σε μεγαλύτερες σταγόνες.

Η πραγματοποίηση των παραπάνω παραμέτρων επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της άλεσης. Η άλεση-θραύση του ελαιόκαρπου γίνεται μέσω των μεταλλικών σπαστήρων, που είναι κυρίως οι σφυρόμυλοι.

Ο σφυρόμυλος σύγκεται από κυλινδρική θήκη, στο κέντρο της οποίας περιστρέφεται ο άξονας και πάνω σε αυτόν είναι τοποθετημένα αρθρωτά δόντια ή σφυριά από επισκληρυσμένο ατσάλι. Η τροφοδοσία γίνεται μέσω χοάνης, τοποθετημένης στο άνω μέρος του σφυρόμυλου και τροφοδοτείται με τέτοιο ρυθμό, ώστε να θρυμματιστεί η ποσότητα καρπού χωρίς να συμβεί υπερπλήρωση. Ο καρπός πέφτοντας μέσα στο βωμό δέχεται αλληπάλληλα χτυπήματα από τη στροβιλώδη κίνηση, που κάνουν τα σφυριά. Το χτύπημα γίνεται μέσα στα τοιχώματα, όπου το πλέγμα του τοιχώματος είναι υπό μορφή σίτας ή κόσκινου, πάνω στο οποίο χτυπούν τα θρύμματα και επιστρέφουν προς το κέντρο, στην περίπτωση που το μέγεθος τους είναι μεγαλύτερο από αυτό των οπών. Η φορά περιστροφής του κόσκινου είναι αντίθετη από τη φορά των σφυριών. Ο θρυμματισμός συνεχίζεται μέχρι να περάσουν τα ανοίγματα της γρίλιας, που είναι τοποθετημένη στη βάση του σφυρόμυλου. Ο βαθμός απόδοσης της θραύσης του καρπού προσδιορίζεται από το άνοιγμα των οπών του κόσκινου.

Επίσης, ο σπαστήρας διαθέτει βαλβίδες αεραγωγούς στο θάλαμο άλεσης, ώστε να μην εγκλωβίζονται οι αναθυμιάσεις και το παραγόμενο ελαιόλαδο να παράγεται χωρίς πικρή επίγευση και γαλακτώματα.

Τα πλεονεκτήματα των μεταλλικών σπαστήρων είναι η συνεχής λειτουργία τους, η μεγάλη απόδοση, το μικρό κόστος και μέγεθος, σε σχέση με το παραδοσιακό σύστημα ελαιοτριβείου, που γίνεται με τους πέτρινους μύλους.

Ο σπαστήρας διαθέτει τρεις ανεξάρτητες κινήσεις. Την κίνηση του κύριου κινητήρα, το μειωτήρα περιστροφής του κόσκινου και το ξεχωριστό τροφοδότη του ελαιόκαρπου στο βωμό. Διατίθεται με ταχύτητα περιστροφής (3000 rpm), με διπλά κόσκινα και σφυριά.



Εικόνα 11: Μεταφορικός κοχλίας - Σπαστήρας

2.6 Μαλακτήρας

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία του σπαστήρα, η ελαιοζύμη πρέπει να περάσει από το στάδιο της μάλαξης-ζύμωσης ώστε να ομοιογενοποιηθεί για τους εξής λόγους:

- Να πραγματοποιηθεί μια πλήρης αποδιοργάνωση από του ιστούς του ελαιόκαρπου.
- Να συνενωθούν τα μικρά σταγονίδια του λαδιού με τις μεγάλες σταγόνες ώστε να αποχωρισθούν εύκολα από τα υπόλοιπα συστατικά της ελαιοζύμης με τη φυγοκέντρωση. Σε αυτό το στάδιο, σημαντικό ρόλο έχει και η θερμοκρασία της συσκευής. Αυτό συμβαίνει διότι τα μικρά σταγονίδια μπορούν να κινούνται ευκολότερα και γρηγορότερα, λόγω της κολλώδους σύστασης του ελαιόλαδου, το οποίο μεταβάλλεται από τη θερμοκρασία, και γίνεται πιο λεπτόρρευστο.
- Να αποδιοργανωθούν τα κολλοειδή συστήματα λαδιού-φυτικών υγρών, που δημιουργούνται με την παρέμβαση αμφιπαθών μορίων (γαλακτοποίηση), το οποίο προέρχεται από το αμύγδαλο του καρπού.

Η μάλαξη της ελαιοζύμης είναι η βασική διεργασία για την δημιουργία της ελαιοζύμης σε λάδι, αλλά και σε ότι αφορά την ποιότητα του διαχωριζόμενου λαδιού. Ταυτόχρονα, με τη μάλαξη

κατορθώνεται και η βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων της ελαιοζύμης. Αυτό φαίνεται από την κατηγοριοποίηση της διαδικασίας του ελαιόκαρπου σε ελιά, χωρίζοντάς τες σε δύο κατηγορίες. Τις ελιές «εύκολης» και «δύσκολης» επεξεργασίας.

Η δεύτερη κατηγορία περιέχει μέσα στην ελαιοζύμη αναλογική ποσότητα λαδιού με αυξημένη υγρασία και προέρχονται, κατά κανόνα, από ορισμένες ποικιλίες. Όμως, δημιουργούν προβλήματα στο στάδιο διαχωρισμού και για αυτό, οι τεχνικοί των ελαιοτριβείων θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί στην βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων της ελαιοζύμης.

Για να επιτευχθεί η μάλαξη χρειάζονται σύγχρονες μηχανές οι οποίες ονομάζονται μαλακτήρες. Οι μαλακτήρες είναι δεξαμενές με διπλά τοιχώματα μέσα στα οποία κυκλοφορεί ζεστό νερό, όπου η θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι περίπου στους 25°C. Στο εσωτερικό των μαλακτάρων περιστρέφονται πτερύγια με τα οποία επιτυγχάνεται η θερμομάλαξη της ελαιοζύμης. Η διαδικασία της θερμομάλαξης βοηθάει στο διαχωρισμό του ελαιόλαδου στα επόμενα στάδια. Η ελαιοζύμη αναδεύεται σε θερμαινόμενη ανοξείδωτη λεκάνη, για καλύτερο διαχωρισμό, βέλτιστη ποιότητα και μεγαλύτερη απόδοση λαδιού. Η ελαιοζύμη αναδεύεται στο μαλακτήρα έτσι που να μεταφέρεται διανεμόμενη ομοιόμορφα στα θερμαινόμενα τοιχώματα του θερμομαλακτάρου. Με διάφορα όργανα, υπάρχει η δυνατότητα να ρυθμιστεί η ποσότητα και η θερμοκρασία του νερού, ώστε να επιδιωχθεί η καλύτερη ποιότητα λαδιού. Η θερμοκρασία και η πληρότητα του μαλακτάρου αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Όταν οι μαλακτήρες είναι γεμάτοι, η ανάδευση είναι ομοιόμορφη, οπότε και η ελαιοζύμη δέχεται ομοιόμορφα ίδιες θερμοκρασίες. Η χωρητικότητα των μαλακτάρων αποτελεί δείκτη δυναμικότητας για ολόκληρη τη γραμμή παραγωγής. Το μέγεθος της παρτίδας του ελαιόκαρπου είναι αυτό που θα καθορίσει την πλήρωση των σκαφών με ελαιοζύμη, επομένως και τη δυναμικότητα παραγωγής για τη συγκεκριμένη παρτίδα. Η μέση δυναμικότητα για τη διαδικασία παραγωγής σε παρτίδες ανά παραγωγό έχει υπολογιστεί εμπειρικά στο 60% ως η μέγιστη δυναμικότητα παραγωγής. Δηλαδή, οι μαλακτήρες περιστρέφονται έχοντας μειωμένη αποδοτικότητα προσεγγιστικά κατά 40%. Μετά το πέρας της μάλαξης, ο μαλακτάρου ξεπλένεται με καθαρό νερό, ώστε τα υπολείμματα της ελαιοζύμης, άρα και το ελαιόλαδο που περιέχει, να πιστωθεί στον παραγωγό της συγκεκριμένης παρτίδας ελαιόκαρπου και όχι στον επόμενο.

Οι σύγχρονοι μαλακτήρες είναι κλειστού τύπου, για να μην απομακρύνονται τα αρώματα του ελαιόλαδου αλλά κυρίως να μην εκτίθεται η ελαιοζύμη, που είναι ήδη ζεστή, να μην έρθει σε επαφή με το ατμοσφαιρικό αέρα ώστε να μην οξειδωθεί το λάδι. Επίσης, ο άξονας με τα

περύγια του μαλακτήρα κινείται με αργό ρυθμό (12 – 24 στροφές το λεπτό), προκειμένου να αποδιοργανωθούν τα γαλακτώματα, αλλιώς επιφέρει το αντίθετο αποτέλεσμα. Δηλαδή, δημιουργούνται γαλακτώματα ή αρχίζουν να σταθεροποιούνται αυτά που ήδη υπήρχαν από την στιγμή που ξεκίνησε η μάλαξη.



Εικόνα 12: Μαλακτήρες

2.7 Αντλία τροφοδοσίας ελαιόπαστας (Μονορυμπ)

Η αντλία τύπου μονο τροφοδοτεί την ελαιοζύμη από το μαλακτήρα στο φυγοκεντρικό μηχάνημα (Decanter). Οι αντλίες αυτού του τύπου ονομάζονται αντλίες θετικής εκτόπισης ή ογκομετρικού τύπου. Ανήκουν στην κατηγορία των δυναμικών αντλιών και αναγκάζουν τα ρευστά να μετακινηθούν, εκτοπίζοντάς τα λόγω της ογκομετρικής διαμόρφωσης των σταθερών και κινητών μερών τους. Ο μεγαλύτερος όγκος της αναρρόφησής τους κατακλύζεται από το ρευστό που χρειάζεται να μεταφερθεί και στην συνέχεια εκτοπίζεται προς την κατάθλιψη λόγω της σύνθλιψής τους μεταξύ των επιφανειών των κινούμενων μερών του ή μεταξύ των κινούμενων μερών και του κελύφους των αντλιών. Γίνεται αντιληπτό πως για να εκτοπιστεί το ρευστό που έχει εγκλωβιστεί στο χώρο της αναρρόφησης προς στον οχετό της κατάθλιψης χωρίς την επιστροφή της απαιτείται η ύπαρξη ελαχίστων διακένων, τόσο μεταξύ των περιστρεφόμενων μερών της αντλίας, όσο και των διακένων μεταξύ των περιστρεφόμενων μερών και του κελύφους της αντλίας. Μπορεί τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους να διαφέρουν

προς τις λεπτομέρειες. Παρ' όλα αυτά, όλων των ειδών τύποι φέρουν τις παρακάτω ιδιαιτερότητες, εφόσον βέβαια λειτουργούν εκτός σπηλαιώσης.

Αυτές είναι οι εξής:

- Η απόδοσή τους σχετίζεται άμεσα και ανάλογα με τη ταχύτητά τους.
- Η απόδοσή τους μειώνεται οριακά σε συνθήκες λειτουργίας με αυξημένη πίεση, σύμφωνα με το μέγεθος της υδραυλικής ολίσθησης που ισχύει για τις αντλίες.
- Η αντλία θα αναπτύξει πίεση κατάθλιψης ίση με την αντίσταση και θα πρέπει να υπερνικηθεί ανεξάρτητα της ταχύτητάς της.
- Όλες οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως δεν χρειάζονται υποβοήθηση κατά τη διάρκεια της πρώτης αναρρόφησης.

Οπότε, γίνεται αντιληπτό ότι οι ογκομετρικές αντλίες αποδίδουν στο 100% όταν η πίεση είναι μηδενική. Όμως, όσο η διαφορά της πίεσης μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης αυξάνεται, η ποσότητα ρευστού που διαρρέει και διαπερνά τα διάκενα επίσης αυξάνεται. Αυτού του είδους η ολίσθηση θα είναι μικρότερη για αντλούμενα ρευστά μεγαλύτερου ιξώδους, ανεξάρτητα από τις συνθήκες πίεσης που επικρατούν μέσα στην αντλία. Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί πως η ολίσθηση, ως παράμετρος των ελευθεριών, της ρευστότητας του υγρού και της διαφοράς ανάμεσα σε αναρρόφηση και κατάθλιψη παραμένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από τη ταχύτητα περιστροφής της αντλίας.

Ουσιαστικά το Monorump είναι μια περιστροφική αντλία, θετικής εκτοπίσεως όπου η ελαιοζύμη εκτοπίζεται από ένα χώρο και προωθείται σε κάποιο άλλο με τη βοήθεια ενός ρότορα. Η αντλία αυτή αποτελείται από ένα χαλύβδινο, περιστρεφόμενο, ελικοειδές στέλεχος (ρότορας) και βρίσκεται μέσα σε ένα ειδικώς διαμορφωμένο εσωτερικό κέλυφος. Το κέλυφος είναι εσωτερικώς διαμορφωμένο από ένα πολυμερές υλικό που παρουσιάζει ελαστικότητα. Η αντλούμενη ελαιόπαστα βρίσκεται στον κενό χώρο ανάμεσα στο περιστρεφόμενο στέλεχος και τους ειδικά διαμορφωμένο περίβλημα και με την περιστροφή του ρότορα προωθείται διαρκώς από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη της αντλίας. Η λειτουργία της αντλίας βασίζεται στη διαδοχική πλήρωση και εκκένωση ενός συγκεκριμένου γεωμετρικού όγκου και εξασφαλίζει τη συνεχή παροχή της ελαιόπαστας χωρίς παλμούς και στροβιλισμούς. Οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως είναι αντλίες αυταναρρόφησης χωρίς να χρειαστεί πλήρωση κατά την εκκίνηση.

2.8 Οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας

Ο οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας (Decanter) αποτελεί το πιο βασικό μηχανολογικό εξάρτημα του συγκροτήματος ενός σύγχρονου ελαιοτριβείου. Ο ρόλος του είναι να διαχωρίζει τα υγρά (λάδι – φυτικά υγρά) από τα στερεά (ελαιοπυρήνας – απόβλητα). Το Decanter είναι αυτό που καθορίζει την παραγωγικότητα ενός σύγχρονου ελαιοτριβείου και βάσει αυτού του μηχανήματος γίνεται και η αντίστοιχη επιλογή των άλλων μηχανημάτων προκειμένου να εξασφαλισθεί η συνεχής λειτουργία ροής του συστήματος, με μεγάλο βαθμό αυτοματισμού και με εξοικονόμηση από εργατικά χέρια.

Υπάρχουν δύο τύποι decanter, ο δύο φάσεων (διφασικός) και ο τριών φάσεων (τριφασικός).

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



Εικόνα 13: Φυγοκεντρικός διαχωριστής οριζοντίου τύπου τριών φάσεων

2.8.1 Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας του Decanter βασίζεται στη φυσική ιδιότητα του ειδικού βάρους των υλικών, όπου όταν ένα σώμα κινείται σε κυκλική τροχιά ασκούνται πάνω του δύο δυνάμεις, ίσες ως προς το μέγεθος και αντίθετες ως προς την κατεύθυνση. Η μία δύναμη τείνει να φέρει το σώμα προς την περιφέρεια και αυτή ονομάζεται **φυγόκεντρη**. Ενώ, η άλλη έλκει το σώμα με το χαμηλότερο ειδικό βάρος προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς και ονομάζεται **κεντρομόλος**.

Ο οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας, συγκροτείται από τρία βασικά τμήματα οπού αυτά είναι:

- Το τύμπανο ή ταμπόρο
- Ο άξονας περιστροφής και
- Ο ατέρμονας εξωθητικός κοχλίας

Τα τμήματα που προαναφέρθηκαν παίζουν σημαντικό ρόλο για την διαχώριση της ελαιοζύμης. Ειδικά, το τύμπανο έχει σχήμα κυλινδρο-κουλορονικό και είναι έτσι εγκαταστημένο στο χώρο του περιβλήματος, ώστε από το κουλουρινικό τμήμα να αποβάλλεται ο ελαιοπυρήνας και από το κυλινδρικό τμήμα να απάγονται το λάδι και τα φυτικά υγρά. Το λάδι εξέρχεται από το τύμπανο μέσω τριών οπών, που είναι ανοιγμένες κατά ακτίνα επάνω στο κάλυμμα αποβολής. Από την άλλη τα φυτικά υγρά αποβάλλονται μέσω τριών οπών ανοιγμένων κατά την περιφέρεια του ίδιου του καλύμματος. Το τύμπανο περιστρέφεται γύρω από το άξονα του Decanter με 2.000 – 3.000rpm και στην ελαιοζύμη ασκείται φυγοκεντρική δύναμη μεγαλύτερη έως 2.000 με 3.000 φορές σε σχέση με την δύναμη της βαρύτητας.

Συνδεδεμένος στον οριζόντιο άξονα είναι και ο ατέρμονας εξωθητικός κοχλίας ο οποίος περιστρέφεται με την ίδια φορά περιστροφής αλλά με λιγότερες στροφές. Όσο λιγότερες είναι οι στροφές, τόσο περισσότερο χρόνο μένει η ελαιοπυρήνη μέσα στο μηχάνημα. Η ιδιορρυθμία αυτή του εξωθητικού ατέρμονα κοχλίας να περιστρέφεται με λιγότερες στροφές σε σχέση με αυτές του τυμπάνου καθορίζει και την λειτουργία του decanter ως φυγοκεντρικό μηχάνημα. Γιατί αν ο κοχλίας περιστρεφόταν ακριβώς με τις στροφές που περιστρέφεται και το τύμπανο θα είχε σαν συνέπεια οι στερεές ύλες να περιστρέφονται αλλά θα έμεναν μέσα στο τύμπανο. Έτσι, ο ατέρμονας κοχλίας περιστρέφεται με λιγότερες στροφές ώστε, να συμπαρασύρει τον

ελαιοπυρήνα προς τα εμπρός, όπου είναι και η οπή εξόδου της από το τύμπανο. Αυτή η παράμετρος αποτελεί τη βάση για τα Decanter.

2.8.2 Διαδικασία παραγωγής Decanter

Με βάση την αρχή λειτουργίας του οριζόντιου διαχωριστή, περιγράφεται και η διαδικασία παραγωγής που διενεργεί. Η ελαιοζύμη οδηγείται με τη βοήθεια αντλίας στον οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Στο εσωτερικό της συσκευής περιστρέφονται δίσκοι με μεγάλη ταχύτητα και έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου. Όταν αρχίσει να γίνεται ο διαχωρισμός του λαδιού στο εσωτερικό τύμπανο, απαιτείται η χρήση μικρής ποσότητας ζεστού νερού χαμηλής θερμοκρασίας 35°C, που είναι αναγκαία για την παραγωγή πλούσιου σε άρωμα και χαμηλής περιεκτικότητας σε οξέα λάδι. Το ζεστό νερό βοηθάει στον καλύτερο διαχωρισμό του ελαιόλαδου. Όσο καλύτερα και ομοιόμορφα αναδεύεται η ζύμη, τόσο περισσότερο λάδι μπορεί να αποδώσει το DECANTER. Αν η ανάδευση δεν γίνει σωστά, τότε παραμένει περισσότερο λάδι στον πυρήνα. Εκτός από το ελαιόλαδο, από άλλο σημείο του decanter εξάγονται υδατικά απόβλητα και από μια τρίτη έξοδο βγαίνει ο ελαιοπυρήνας (σπασμένα κουκούτσια και σάρκα από την ελαιοζύμη). Ο τελευταίος αποθηκεύεται προσωρινά σε σιλό και μεταφέρεται αργότερα στο πυρηνελαιουργείο για την παραλαβή του υπολειπόμενου ελαίου (πυρηνέλαιου), ενώ προκύπτει και πυρηνόξυλο. Αφότου έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της φυγοκέντρωσης, μέσα στο decanter υπάρχει εξάρτημα όπου εισάγεται νερό στο εσωτερικό του τυμπάνου με σκοπό να καθαρίσει, μπουτόν που μπορεί να ρυθμίσει τον αριθμό των στροφών του κοχλίου και διακόπτη σε περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος.

2.9 Κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας – διαυγαστήρας

Εφόσον έχει γίνει ο διαχωρισμός του ελαιόλαδου από τα στερεά απόβλητα, την ελαιοπυρήνη, το ελαιόλαδο που περιέχει ένα ποσοστό φυτικών υγρών, μέσω του decanter, οδηγείται μέσω αντλίας σε ένα μηχάνημα για την πλήρη διαχώρισή του από τα φυτικά υγρά και κατ' επέκταση στη διαύγασή του. Το μηχάνημα που επιτελεί αυτό το σκοπό ονομάζεται κάθετος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας – διαυγαστήρας και εξάγει το καθαρό ελαιόλαδο και αποτελεί το τελευταίο μηχάνημα στο συγκρότημα ενός σύγχρονου ελαιοτριβείου.



Εικόνα 14: Κάθετος φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας

2.9.1 Αρχή λειτουργίας διαχωριστήρα

Κατά την φυγοκεντρική κατακάθιση η κινητήρια μηχανή του διαχωρισμού δεν είναι η βαρύτητα, αλλά η φυγόκεντρος δύναμη, που είναι ισχυρότερη σε σχέση με την βαρύτητα. Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές συγκρίνοντάς τα με τους διαχωριστές έχουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα, όπως ότι είναι πιο αποτελεσματικοί για το διαχωρισμό λεπτομερών σωματιδίων από τα υγρά και έχουν πολύ μικρότερο μέγεθος για καθορισμένη δυναμικότητα, σε σχέση με τις συσκευές απλής κατακάθισης, επομένως προτιμώνται περισσότερο στην βιομηχανική παραγωγή, για το διαχωρισμό του στερεού – υγρού. Τα σωματίδια που κινούνται μέσω του υγρού στο φυγοκεντρικό πεδίο, υφίστανται την συνεχή επίδραση αυξανόμενης δύναμης, καθώς απομακρύνονται από τον άξονα περιστροφής.

Το αποτέλεσμα που επιδιώκεται από τη φυγοκέντρωση είναι η αύξηση της ταχύτητας του διαχωρισμού. Στους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες ή ταξινομητές τα σωματίδια κινούνται υπό την επίδραση της σχετικής δύναμης διαχωρισμού ακτινωτά προς τα έξω, δηλαδή κατά τη διεύθυνση της απομάκρυνσης από τον άξονα περιστροφής. Σε μια φυγοκεντρική συσκευή κατακάθισης ένα σωματίδιο με ορισμένο όγκο θα απομακρυνθεί από το υγρό, εφόσον του παρασχεθεί ο κατάλληλος χρόνος στο φυγοκεντρικό πεδίο, ώστε να μπορεί να φτάσει στο τοίχωμα του πεδίου της μηχανής.

2.9.2 Διαδικασία παραγωγής διαχωριστήρα

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ηλεκτρολογική μελέτη ελαιοτριβείου

Σε αυτό το κεφάλαιο της πτυχιακής θα γίνει η παρουσίαση και αναλυτική περιγραφή της ηλεκτρολογικής μελέτης του ελαιοτριβείου, εστιάζοντας στα πιο βασικά στοιχεία όπως:

- Στο χώρο της βιομηχανίας και στην εγκατάσταση των μηχανημάτων που συμβάλλουν στην παραγωγική διαδικασία του ελαιοτριβείου.
- Στα τεχνικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε συστήματος και στους απαιτούμενους υπολογισμούς ώστε να βρεθούν οι διατομές, τα μέσα προστασίας και χειρισμού.
- Στην παρουσίαση του κυκλώματος ισχύος και αυτοματισμού.

Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά σύγχρονο συγκρότημα ελαιοτριβείου με έδρα εγκατάστασης την Κύπρο.

3.1 Μέσα χειρισμού και προστασίας του πίνακα

Τα μέσα προστασίας και χειρισμού αποτελούν σημαντικό κομμάτι του ηλεκτρολογικού πίνακα για την πρόληψη επιβλαβών φαινομένων, τόσο για το σύστημα παραγωγής όσο και για τον ίδιο τον εγκαταστάτη ή τον χειριστή (βραχυκύκλωμα, διαρροή, υπερφόρτιση). Αυτά τα μέσα προστασίας είναι:

1. Ασφάλειες (ασφάλειες τήξεως, μικροαυτόματοι, αυτόματοι διακόπτες ισχύος).
2. Διακόπτη διαφυγής έντασης ή ρελέ διαρροής.

3.1.1 Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι μια διάταξη που συνδέεται σε σειρά με το υπόλοιπο κύκλωμα και αποσκοπεί στην άμεση διακοπή του, όταν η έντασή του ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή. Η διακοπή αυτή επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Με το λιώσιμο ενός λεπτού σύρματος (ασφάλεια τήξεως) ή με την πτώση ενός αυτόματου διακόπτη (αυτόματες ασφάλειες).

Έτσι, επιτυγχάνεται η προστασία των αγωγών, των μονώσεων και των συσκευών του κυκλώματος από υπερεντάσεις και βραχυκυκλώματα.

3.1.1.1 Ασφάλειες τήξεως

Οι ασφάλειες τήξεως είναι η παλαιότερη και ίσως η πιο αξιόπιστη μέθοδος προστασίας των κυκλωμάτων και των συσκευών από ρεύματα μεγαλύτερα της ονομαστικής τιμής τους. Έχουν μεγάλη αντοχή σε βραχυκύκλωμα (50 kA) και μηδενική πιθανότητα αστοχίας. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο φαινόμενο Joule δηλαδή στην θερμοκρασία τήξεως που μπορεί να φθάσει ένα λεπτό συρματίδιο το οποίο βρίσκεται μέσα στο φυσίγγι της ασφάλειας.

Οι ασφάλειες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, σε τύπου gL και τύπου aM ή ταχείας και βραδείας αντίστοιχα. Οι gL χρησιμοποιούνται για προστασία της γραμμής και οι aM για προστασία από υψηλά ρεύματα και ειδικεύονται σε φορτία όπως είναι οι κινητήρες, λόγω των μεγάλων ρευμάτων εκκίνησης που αναπτύσσονται μέσα τους.

Οι ασφάλειες τήξεως αποτελούνται από τα εξής μέρη:

- Το φυσίγγιο, που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα, το οποίο καίγεται όταν εμφανιστούν μεγάλα ρεύματα.

- Η βάση της ασφάλειας, η οποία είναι το εξάρτημα που στερεώνεται πάνω στον πίνακα και τοποθετείται μέσα σε αυτό το φυσίγγιο.
- Η μήτρα, που είναι ένα μικρό πορσελάνινο εξάρτημα το οποίο βρίσκεται μέσα στην ασφαλειοθήκη και υπάρχει με σκοπό να μην μπορεί να τοποθετηθεί μεγαλύτερο φυσίγγιο με, αντίστοιχα, μεγαλύτερο ονομαστικό ρεύμα από το απαιτούμενο.
- Τέλος, το πώμα που είναι πορσελάνινο, βιδώνει πάνω στην ασφαλειοθήκη και συγκρατεί το φυσίγγιο. Στο πάνω μέρος του έχει γυαλί, για να φαίνεται αν έχει καεί το νήμα στο φυσίγγιο.

Στην περίπτωση που καεί το φυσίγγιο στην ασφάλεια, θα πρέπει να αντικατασταθεί και να τοποθετηθεί καινούργιο φυσίγγιο με την ίδια ονομαστική ένταση. Αν τοποθετηθεί φυσίγγιο με ρεύμα μικρότερο από το ονομαστικό, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να καεί ξανά.

3.1.1.2 Γενική ασφάλεια πίνακα

Ο ρόλος της γενικής ασφάλειας είναι να προστατεύει τη γραμμή μεταξύ μετρητή – πίνακα κυρίως από υπερφορτίσεις. Ωστόσο, μπορεί να χρησιμεύουν και ως εφεδρική προστασία σε βραχυκυκλώματα των γραμμών διανομής που ξεκινούν από τον κεντρικό πίνακα.

Οι ασφάλειες του κεντρικού πίνακα είναι κατά κανόνα μια τάξη μεγέθους μικρότερες από αυτές του μετρητή, λόγω επιλεκτικής προστασίας, πράγμα απαραίτητο καθώς δεν επιτρέπεται στον καταναλωτή η πρόσβαση στις ασφάλειες του μετρητή.

Για παράδειγμα σε μονοφασικούς καταναλωτές οι γενικές ασφάλειες είναι 50 A, 35 A όταν στο μετρητή είναι 63 A ή 40 A μικροαυτόματοι αντίστοιχα.

3.1.2 Αυτόματοι διακόπτες

Οι αυτόματοι διακόπτες έχουν διαφορετική κατασκευή από τις ασφάλειες τήξεως, αλλά και αυτές, διακόπτουν την τροφοδοσία σε περίπτωση υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος, με παρόμοιο τρόπο.

Η μόνη διαφορά είναι ότι μετά την διακοπή δεν χρειάζεται να αντικατασταθεί ο διακόπτης απλά να γίνει η απαραίτητη επιδιόρθωση και μετά, σηκώνοντας το διακόπτη, επανέρχεται το ρεύμα.

Οι αυτόματοι διακόπτες είναι Διακόπτες Ισχύος (ΔΙ) που ανοίγουν αυτόματα το κύκλωμα σε προκαθορισμένο χρόνο αν το ρεύμα του κυκλώματος που προστατεύουν υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή. Προστατεύουν από υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα και αποτελούνται από:

- Ένα διακόπτη ισχύος (ΔΙ).
- Ένα θερμικό στοιχείο ή έναν ηλεκτρονόμο (ΗΝ) που δίνει εντολή στο ΔΙ να ανοίξει (υπερφόρτιση) χρόνος απόκρισης: δευτερόλεπτα – λεπτά (ανάλογα με το ρεύμα).
- Ένα ηλεκτρομαγνητικό (ΗΜ) στοιχείο που δίνει εντολή στο ΔΙ να ανοίξει ακαριαία (βραχυκύκλωμα).

Επιπλέον, μπορούν να συνδεθούν με ΗΝ υπότασης ή υπέρτασης για την προστασία κινητήρων. Ανάλογα με τη συσκευή που προστατεύουν, διακρίνονται σε:

- Αυτόματοι διακόπτες γραμμών και συσκευών (μικροαυτόματοι).
- Αυτόματοι διακόπτες κινητήρων.
- Αυτόματοι διακόπτες ισχύος για εγκαταστάσεις διανομής.

Όσον αφορά τους μικροαυτόματους έχουν περιορισμένη ικανότητα απόζευξης (3 – 10 kA) - Συνήθως: 4,5 kA.

Αν το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι μεγαλύτερο, ο μικροαυτόματος πρέπει να προστατεύεται με ασφάλεια τήξης που προτάσσεται. Αλλιώς θα καταστραφεί επειδή δεν θα μπορεί να διακόψει το ρεύμα βραχυκύκλωσης.

Η ασφάλεια πρέπει να έχει ικανότητα βραχυκύκλωσης 2 - 4 βαθμίδες μεγαλύτερη.

Οι μικροαυτόματοι προστατεύουν τη μόνωση των καλωδίων και των αγωγών από θερμική καταπόνηση, η οποία μπορεί να προκληθεί λόγω υπερφόρτισης ή βραχυκυκλώματος. Γι' αυτό το λόγο οι καμπύλες απόζευξης των μικροαυτόματων είναι προσαρμοσμένες στις χαρακτηριστικές καμπύλες φόρτισης των καλωδίων και των αγωγών.

Οι μικροαυτόματοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: A, B, C, D και K με τις διαδεδομένες τις C και τις K, που χρησιμοποιούνται στη προστασία των γραμμών και για κινητήρες αντίστοιχα.

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο βραχυκύκλωμα (16 – 50 kA) και δυνατότητα ρύθμισης του θερμικού και του μαγνητικού στοιχείου.

3.1.3 Διακόπτης διαφυγής έντασης(ΔΔΕ)

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης ή διαφορικός διακόπτης είναι συσκευή που αυτόματα προκαλεί διακοπή του κυκλώματος, όταν συμβεί, για οποιοδήποτε λόγο, διαρροή. Άρα, προστατεύει αποτελεσματικά τον άνθρωπο σε τυχόν διαρροή ρεύματος προς την γη, δια μέσου του ανθρώπινου σώματος. Ο διακόπτης αυτός, συγκρίνει συνεχώς την ένταση στον αγωγό της φάσεως με την ένταση στον ουδέτερο αγωγό (στο μονοφασικό ρεύμα). Όταν η διαφορά των εντάσεων αυτών γίνει μεγαλύτερη από **30mA** (ρεύμα > 30mA επικίνδυνο για τον άνθρωπο), τότε, μέσω ενός ηλεκτρονόμου, ανοίγουν οι επαφές του διακόπτη και γίνεται διακοπή. Αντίστοιχη είναι και η λειτουργία των τριφασικών διαφορικών διακοπών εντάσεως.

Για να είναι αποτελεσματική η λειτουργία ενός τέτοιου διακόπτη Δ.Δ.Ε. πρέπει αυτός να βρίσκεται στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Για τον λόγο αυτό, τοποθετείται στην αρχή του πίνακα διανομής μίας Ε.Η.Ε. αμέσως μετά τον γενικό διακόπτη και πριν την γενική (ή τρεις γενικές στο τριφασικό) ασφάλεια και έτσι προστατεύει και το μεγαλύτερο μέρος του πίνακα.

Οι Δ.Δ.Ε. έχουν μέσο όρο ζωής 20.000 ζεύξεις-αποζεύξεις και η ευαισθησία τους είναι συνήθως 30mA με χρόνο απόζευξης 0,2sec.

Η ονομαστική τους ένταση λειτουργίας, δηλαδή το φορτίο σε A που μπορούν να διακόπτουν χωρίς πρόβλημα, είναι 40A – 63A – 100A. Όταν τα φορτία είναι μεγαλύτερα, τότε μπορούμε να τοποθετήσουμε δύο ή περισσότερους και ο καθένας να προστατεύει μία ομάδα κυκλωμάτων.

Υπάρχουν ΔΔΕ των 100mA – 300mA (σκληρά) τα οποία προστατεύουν μόνο την εγκατάσταση από διαρροή και όχι τον άνθρωπο.

Σε περίπτωση που χρειάζεται προστασία από ΔΔΕ σε πίνακες με μεγάλη κατανάλωση (>100A) τοποθετείται τορροειδές (ειδικός Μ/Σ έντασης), το οποίο ελέγχει την διαρροή και μέσου ρυθμιζόμενης μονάδας ελέγχου ενεργοποιεί τον αυτόματο διακόπτη ισχύος.

3.2 Ρελέ ισχύος

Τα ρελέ ή οι ηλεκτρονόμοι ανοίγουν και κλείνουν επαφές με τη βοήθεια ενός πηνίου με οπλισμό. Το άνοιγμα και το κλείσιμο του ρελέ μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή να γίνει αυτόματα με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων και βοηθητικών συσκευών.

Τα κύρια μέρη του είναι:

- Το πηνίο
- Οι κύριες επαφές
- Οι βοηθητικές επαφές
- Το μαγνητικό κύκλωμα και ο μηχανισμός του
- Ο θάλαμος σβέσης τόξου.

Η χρήση τους γίνεται για:

- Έλεγχο μηχανημάτων από απόσταση
- Προγραμματισμό μηχανημάτων
- Εκκίνηση και έλεγχο λειτουργίας κινητήρων
- Έλεγχο λειτουργίας δικτύων διανομής
- Έλεγχο λειτουργίας αντιστάσεων πυκνωτών πηνίων κτλ.

Οι ηλεκτρονόμοι αναλυτικότερα αποτελούνται από τα επιμέρους στοιχεία:

- Δείκτης ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου (βοηθητικού ή ισχύος).
- Κινούμενος πόλος επαφής βοηθητικής ή ισχύος (από κράμα αργύρου για χαμηλή ωμική αντίσταση).
- Ακίνητος πόλος επαφής (βοηθητικής ή ισχύος).

- Κινούμενο ζύγωμα (δυναμοελλάσματα ευθύγραμμο ή περιστροφικά ή και τα δύο), ώστε να επιτυγχάνεται κίνηση (επιδίωξη του μαγνητικού πεδίου είναι κίνηση, με σκοπό να μικραίνει το υπάρχον διάκενο μεταξύ μαγνήτη – οπλισμού).
- Ελατήριο ή ελατήρια επανόδου.
- Ακίνητος πυρήνας (από δυναμοελλάσματα τα οποία μειώνουν την μαγνητική ροή και θερμαίνονται ένεκα των ρευμάτων Φουκώ), για να μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνήτη.
- Πλαίσιο από μονωτικό.
- Πηνίο DC ή AC με επισμαλτωμένο σύρμα (αντέχουν θερμοκρασίες 1150°C 1800°C) για να δημιουργεί το κατάλληλο πεδίο.
- Βρόγχος απόσβεσης (ονομάζεται αλλιώς και δακτύλιος σκιάσεως) μηχανικών ταλαντώσεων κατά τη διακοπή (και στην ουσία είναι μια σπείρα βραχυκυκλωμένη).

Για την επιλογή των ρελέ ισχύος θα γίνει σύμφωνα με:

- Την ονομαστική ισχύ σε kW.
- Την ονομαστική τάση λειτουργίας σε V.
- Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας.
- Τον αριθμό των βοηθητικών επαφών.
- Και την διάρκεια ζωής των επαφών.

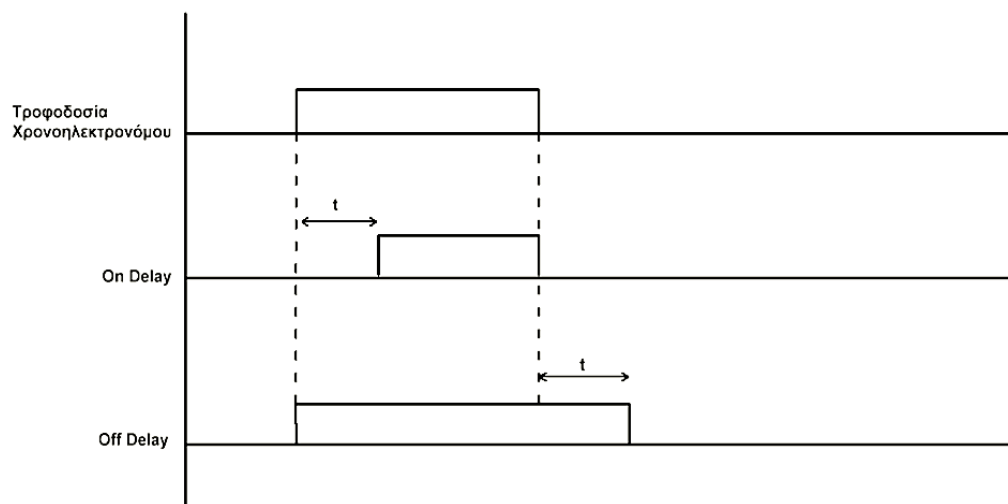
Οι βοηθητικές επαφές των ρελέ διακρίνονται σε δύο κατηγορίες στις ανοιχτές (NO) και τις κλειστές (NC). Αυτό σημαίνει πως όταν το ρελέ δεν είναι οπλισμένο (δηλαδή το πηνίο του δεν διαρρέεται από ρεύμα) τότε οι επαφές του (ανοιχτές ή κλειστές) παραμένουν στην ίδια κατάσταση. Όταν οπλίσει, τότε οι επαφές του ηλεκτρονόμου αλλάζουν κατάσταση, δηλαδή η ανοιχτή γίνεται κλειστή και η κλειστή γίνεται ανοιχτή.

Οι επαφές πάνω στο ρελέ αναγράφονται με αριθμούς. Οπότε όταν η επαφή γράφει προς το τέλος τα νούμερα 3-4 σημαίνει πως η επαφή είναι ανοιχτή και αντίστοιχα αν η επαφή γράφει 1-2 τότε είναι κλειστή.

3.2.1 Χρονικές επαφές

Επιπλέον, στα ρελέ μπορούν να τοποθετηθούν, βοηθητικές πνευματικές χρονικές επαφές. Οι χρονικές επαφές διακρίνονται σε δύο καταστάσεις στις ON Delay και στις OFF Delay. Οι παλιοί χρονοηλεκτρονόμοι δεν κατασκευάζονται σαν ανεξάρτητες μονάδες αλλά σαν εξαρτήματα των ρελέ ισχύος. Σε αυτούς η χρονική καθυστέρηση επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση ενός θαλάμου με αέρα στον οποίο η διαφυγή του αέρα γίνεται από ελεγχόμενη σε μέγεθος έξοδο (οπή).

Παρακάτω φαίνεται το χρονοδιάγραμμα με το οποίο λειτουργούν οι επαφές στις δύο χρονικές καταστάσεις.



Εικόνα 15: Χρονοδιάγραμμα απεικόνισης των χρονικών επαφών

Πιο αναλυτικά, παρατηρείται ότι οι επαφές ON Delay καθυστερούν για κάποια χρονική στιγμή t , κατά τη διάρκεια ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου ενώ οι OFF Delay καθυστερούν στην απενεργοποίηση τροφοδοσίας του ηλεκτρονόμου για χρονική στιγμή t . Για να ξεχωρίζονται οι χρονικές επαφές, σε ποια κατάσταση βρίσκονται, ο κατασκευαστής αναγράφει απάνω τι χρονικό είναι καθώς και τα νούμερα για τις επαφές. Για παράδειγμα, αν το πνευματικό χρονικό είναι ON Delay τότε οι επαφές με το νούμερο 67-68 είναι NO και 55-56 είναι NC. Για τις OFF Delay οι επαφές με το νούμερο 57-58 είναι NO και οι 65-66 είναι NC. Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται χρονικές επαφές ON Delay και με μόνο αυτές μπορεί να επιτευχθεί οποιοσδήποτε αυτοματισμός. Οι OFF Delay επαφές έχουν περιορισμένη χρήση αλλά είναι πολύτιμες σε μανδαλώσεις. (π.χ. απαγόρευση ακαριαίας αλλαγής φοράς περιστροφής κινητήρα).

3.2.2 Βοηθητικά ρελέ

Εκτός από τα ρελέ ισχύος υπάρχουν και τα βοηθητικά ρελέ τα οποία κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ μικρότερη από 1 KW. Στα ρελέ αυτά βρίσκονται οι επαφές τροφοδοσίας του πηνίου και οι βοηθητικές επαφές. Στις βοηθητικές επαφές έχουμε δυο αριθμούς για κάθε επαφή από τους οποίους ο πρώτος συμβολίζει τη σειρά της βοηθητικής επαφής και ο δεύτερος σημαίνει ανοιχτή αν είναι 3 - 4 και κλειστή αν είναι 1 - 2.

Τα βοηθητικά ρελέ χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ελέγχου των εγκαταστάσεων των συσκευών και των μηχανημάτων. Στην πράξη οι κατασκευαστές δίνουν διάφορες κατηγορίες βοηθητικών ρελέ με βάση την τάση λειτουργίας του πηνίου και την ένταση του ρεύματος που επιτρέπεται να περάσει από τις βοηθητικές επαφές.



Εικόνα 16: Βοηθητικά ρελέ

3.2.3 Ηλεκτρονικά χρονικά

Άντι για πρόσθετες χρονικές επαφές μπορεί να χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονικά χρονικά ράγας ή τύπου λυχνίας, τα οποία λειτουργούν ανάλογα με την μόνη διαφορά ότι χρειάζονται τροφοδοσία. Τα ηλεκτρονικά χρονικά καλύπτουν τις βασικές λειτουργίες για αυτοματισμούς κτιριακών εγκαταστάσεων, όπως έλεγχος φωτισμού, κλιματισμού, αερισμού, θέρμανσης, αυτόματων πορτών, ελέγχου κίνησης γκαράζ, συστημάτων άντλησης όμβριων - λυμάτων, φωτεινών διαφημίσεων, συστημάτων σήμανσης ανωμαλιών κ.λπ. Δίνουν επίσης λύσεις για πολλά προβλήματα βιομηχανικών αυτοματισμών. Η λειτουργία τους είναι να ενεργοποιήσουν ή να απενεργοποιήσουν μετά από κάποια εντολή, για κάποιο χρόνο ή μετά από κάποιο χρόνο ένα φορτίο.

Συνήθως είναι κατασκευασμένοι με δύο μεταγωγικές επαφές:

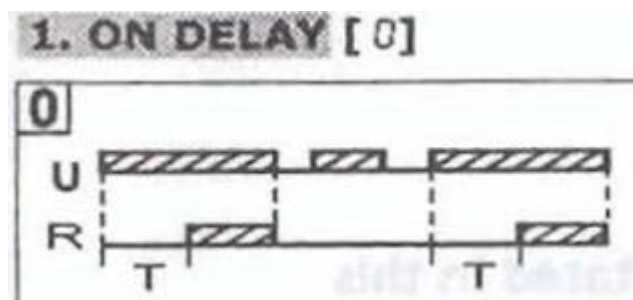
- Μια «κανονικά ανοικτή-NO» με συμβολισμό 15-18.
- Μια «κανονικά κλειστή-NC» με συμβολισμό 15-16.

Οι ηλεκτροπνευματικοί χρονοηλεκτρονόμοι έχουν ως πλεονέκτημα να μην καταλαμβάνουν επιπλέον χώρο και είναι αξιόπιστοι καθώς δεν επηρεάζονται από εξωγενείς παράγοντες αλλά, έχουν σημαντικά μειονεκτήματα ως προς τις δυνατότητες σε σχέση με τους ηλεκτρονικούς:

- Υπάρχει σημαντική απόκλιση μεταξύ του χρόνου που ρυθμίζεται πάνω στο εξάρτημα και του πραγματικού χρόνου που επιτυγχάνεται κατά τη λειτουργία του.
- Υπάρχει σημαντική απόκλιση στο χρόνο μέτρησης σε ένα αριθμό λειτουργιών.
- Οι διαθέσιμες επιλογές ρύθμισης χρόνου στους ηλεκτροπνευματικούς χρονοηλεκτρονόμους είναι περιορισμένες (1-180sec), ενώ στους ηλεκτρονικούς υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης από 1msec έως 999 ώρες.
- Το είδος των χρονικών λειτουργιών τους περιορίζεται στις λειτουργίες του delay on και delay off.

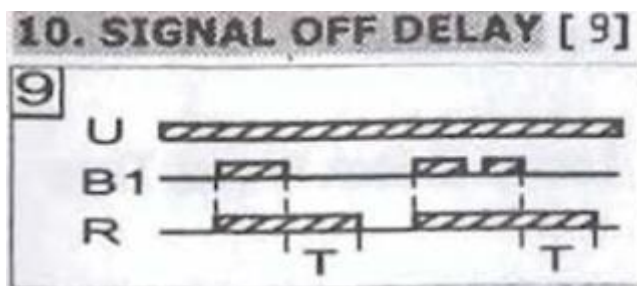
Τα ηλεκτρονικά χρονικά χρησιμοποιούν τα A1-A2 για τη διέγερση του πηνίου του χρονικού ή χρειάζονται εντολή στο B1, έχοντας μόνιμη τάση στα A1-A2.

Για να δουλεύει σε κατάσταση ON Delay το χρονικό λειτουργεί αφού πρώτα δοθεί τάση στα άκρα του πηνίου A1-A2. Μετά το χρόνο, που έχει ρυθμιστεί, αρχίζει να ενεργοποιείται η μεταγωγική επαφή. Όμως, αν κοπεί η τροφοδοσία στους ακροδέκτες A1-A2 ή διακοπεί πριν ολοκληρωθεί το πέρας της χρονικής καθυστέρησης τότε ο μεταγωγικός διακόπτης παραμένει στην ίδια κατάσταση.



Εικόνα 17: Χρονοδιάγραμμα χρονικού ράγας σε ON Delay

Αν δουλεύει ως OFF Delay η διαδικασία διαφέρει. Η λειτουργία αυτή απαιτεί τη συνεχή τροφοδοσία των ακροδεκτών A1-A2. Ο χρόνος καθυστέρησης ελέγχεται μέσω του ακροδέκτη B1. Όταν εφαρμοστεί τάση ελέγχου στο άκρο B1 ενεργοποιείται άμεσα η μεταγωγική επαφή. Όταν διακοπεί η τάση ελέγχου ξεκινά ο χρόνος καθυστέρησης μετά το πέρας του οποίου η μεταγωγική επαφή απενεργοποιείται. Ο χρόνος καθυστέρησης θα διακοπεί όταν εφαρμοστεί ξανά η τάση ελέγχου ενώ όταν διακοπεί για δεύτερη φορά τότε θα επανεκκινήσει ο χρόνος καθυστέρησης.



Εικόνα 18: Χρονοδιάγραμμα χρονικού ράγας OFF Delay

3.3 Θερμικό προστασίας κινητήρων

Τα θερμικά είναι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για την προστασία των κινητήρων από υπερφορτίσεις και όχι από βραχυκυκλώματα για τα οποία πρέπει να υπάρχουν ασφάλειες ή αυτόματοι διακόπτες ισχύος. Τα θερμικά συνδέονται ηλεκτρικά με τα ρελέ ισχύος των κινητήρων και ελέγχουν τη λειτουργία τους. Ο απλός τύπος θερμικού αποτελείται από τρεις επαφές εισόδου τρία διμεταλλικά ελάσματα τρεις επαφές εξόδου και τις επαφές ελέγχου 95- 96 κλειστή και 95-98 ανοικτή. Στο θερμικό επίσης υπάρχουν ο μηχανισμός για την περιοχή ρύθμισης του θερμικού και τα μπουτόν stop και reset.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία θερμικών ρελέ είναι η κλάση με βάση το χρόνο διακοπής και η περιοχή ρύθμισης θερμικού σε (A).

Για την επιλογή του θερμικού θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω στοιχεία:

- Ο χρόνος διακοπής (κλάση)
- Η περιοχή ρύθμισης
- Η τάση του κυκλώματος ελέγχου
- Η τάση του κυκλώματος ισχύος
- Η προστασία του από βραχυκυκλώματα

- Το ρελέ ισχύος με το οποίο μπορεί να συνδεθεί
- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Η δυνατότητα για χειροκίνητο ή αυτόματο reset.



Εικόνα 19: Θερμικό προστασίας

3.4 Ηλεκτρονικά μέσα διάταξης (επιτηρητές – χρονικά)

Σε μια βιομηχανική ηλεκτρική εγκατάσταση μπορεί να υπάρχουν ηλεκτρονικά μέσα διάταξης, τα οποία χρησιμοποιούνται ως μέσα επιτήρησης – προστασίας ή να επιτελούν κάποια άλλη λειτουργία και αυτά είναι:

- **Επιτηρητής τάσης:** παρακολουθεί την τάση τροφοδοσίας ενός κυκλώματος ή ενός κινητήρα.



Εικόνα 20: Επιτηρητής τάσης με έλεγχο διαδοχής φάσεων

- **Επιτηρητής έντασης:** λειτουργεί αντίστοιχα με τον επιτηρητή τάσης με την διαφορά ότι ελέγχει τη ροή του ρεύματος με Μ/Σ έντασης.



Εικόνα 21: Επιτηρητής έντασης με έλεγχο διαδοχής φάσεων

- **Επιτηρητής συχνότητας:** ελέγχει τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος σε ένα κύκλωμα τροφοδοσίας.
- **Επιτηρητής απώλειας διαδοχής και ασυμμετρίας φάσεων:** επιτηρεί τη διαδοχή των φάσεων, τη συμμετρικότητα ανάμεσα στις φάσεις, την παρουσία των φάσεων και τη γωνία ανάμεσα στις φάσεις.
- **Επιτηρητής στροφών:** παρακολουθεί τη συχνότητα των παλμών του αισθητηρίου και παρέχει έλεγχο σε ένα όριο ταχύτητας.
- **Επιτηρητής αντιστροφής ισχύος:** παρατηρεί το εναλλασσόμενο ρεύμα και ανιχνεύει την υπερφόρτιση που μπορεί να δημιουργηθεί σε περιπτώσεις αντιστροφής ισχύος.
- **Επιτηρητής στάθμης**
- **Συσκευή εκκίνησης μηχανών:** είναι σχεδιασμένο για να πραγματοποιεί επαναλαμβανόμενες προσπάθειες εκκίνησης.
- **Μονάδα ελέγχου θερμοκρασίας:** λειτουργεί όταν ανιχνεύσει θερμοκρασία μεγαλύτερη σε σχέση με τη τιμή της θερμοκρασίας που έχει ρυθμιστεί.
- **Χρονικός αυτόματος διακόπτης αστέρα τρίγωνο**
- **Χρονικό πολλαπλής επιλογής**

3.5 Ασύγχρονος κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα ή κλωβού

Οι ασύγχρονοι κινητήρες κλωβού ονομάζονται και αλλιώς και επαγωγικοί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα τυλίγματα του δρομέα επάγεται τάση χωρίς να προσφέρεται από κάποια εξωτερική πηγή.

Συγκεκριμένα η κατασκευαστική δομή του βραχυκυκλωμένου δρομέα αποτελείται από δύο μέρη:

- Τον στάτη
- Τον δρομέα

Στον στάτη βρίσκεται το επαγωγικό τύμπανο που αποτελείται από μαγνητικά ελάσματα. Μέσα στα αυλάκια του τυμπάνου τοποθετείται το τριφασικό τύλιγμα. Τα άκρα των τριών φάσεων καταλήγουν στους έξι ακροδέκτες του κινητήρα. Οι τρεις φάσεις του κινητήρα μπορούν να συνδεθούν πάνω στο στάτη είτε σε τρίγωνο είτε σε αστέρα. Βέβαια, ανάλογα με το δίκτυο και σύμφωνα αυτά που έχει ορίσει ο κατασκευαστής.

Από την άλλη ο δρομέας αποτελείται από το πυρήνα, όπου έχει σχήμα κυλινδρικού τυμπάνου και αποτελείται από ελάσματα. Τα ελάσματα έχουν οδοντώσεις και σχηματίζουν αυλάκια επάνω στην επιφάνεια του δρομέα. Μέσα στα αυλάκια τοποθετούνται ράβδοι από χαλκό, αλουμίνιο ή ορείχαλκο χωρίς μόνωση. Οι ράβδοι συγκολλούνται στην άκρη τους σε δύο στεφάνια βραχυκύκλωσης και σχηματίζουν το τύλιγμα κλωβού.



Εικόνα 22: Δομή ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα

Η αρχή λειτουργίας του βραχυκυκλωμένου δρομέα έχει ως εξής:

- Αρχικά, τροφοδοτείται τα τυλίγματα του στάτη με τριφασική τάση δημιουργώντας ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του κινητήρα.

- Καθώς το μαγνητικό πεδίο διέρχεται από τους αγωγούς του δρομέα επάγει πάνω τους τάση.
- Οι τάσεις αυτές έχουν σαν συνέπεια να δημιουργούν ρεύματα στους αγωγούς (κλείνει το κύκλωμα μέσα από τα στεφάνια βραχυκύκλωσης).
- Σε κάθε αγωγό αναπτύσσονται δυνάμεις, υπό μορφή ροπής, στο δρομέα κατά τη φορά περιστροφής του μαγνητικού πεδίου.
- Επίσης, οι κινητήριες μηχανές λέγονται και ασύγχρονες λόγω της ταχύτητας περιστροφής που αναπτύσσει ο δρομέας. Η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα (ασύγχρονη ταχύτητα) είναι πάντα μικρότερη σε σχέση με τη ταχύτητα του μαγνητικού πεδίου (σύγχρονη ταχύτητα) ή πολύ κοντά προς την σύγχρονη όταν ο κινητήρας δουλεύει χωρίς φορτίο.
- Ο αριθμός των πόλων των τυλιγμάτων είναι πάντα άρτιος και μαζί με την συχνότητα καθορίζει τις στροφές (rpm) του κινητήρα $n_s = \frac{f \cdot 60}{p}$.

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα έχουν μεγάλη χρήση στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις συγκριτικά με άλλους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν μικρότερο κόστος, εύκολη συντήρηση, καταλαμβάνουν σχετικά μικρό όγκο και είναι κατασκευαστικά πιο ανθεκτικοί.

3.6 Τρόποι εκκίνησης ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα

Ένας ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα μπορεί να ξεκινήσει να λειτουργεί με τρεις βασικούς τρόπους.

1. Με απευθείας εκκίνηση
2. Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη
3. Με εκκίνηση αστέρα – τρίγωνο
4. Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή
5. Εκκίνηση με τη χρήση των ηλεκτρονικών ισχύος (soft starter, inverter)

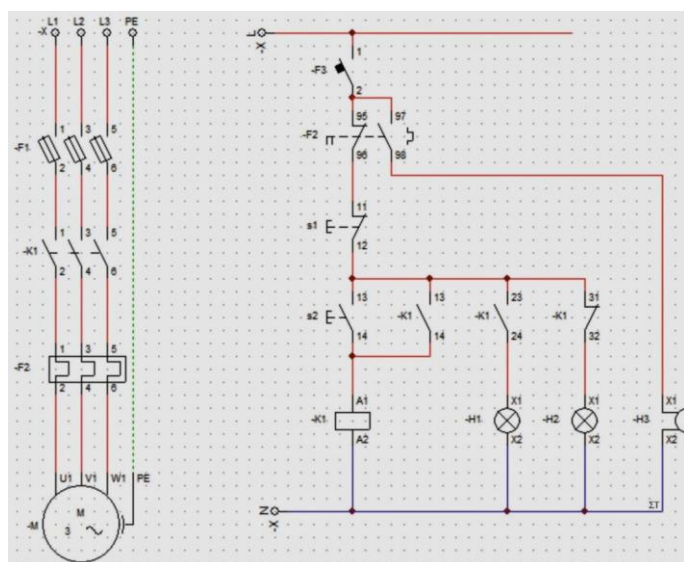
3.6.1 Απευθείας εκκίνηση

Στη μέθοδο αυτή, οι κινητήρες συνδέονται στο δίκτυο είτε με τριπολικό διακόπτη είτε με κύκλωμα αυτοματισμού που αποτελείται από ένα ρελέ ισχύος και ένα θερμικό. Εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις στη βιομηχανία και κυρίως για κινητήρες μικρής ισχύος μέχρι 1,5 – 3 KW. Υπάρχουν περιπτώσεις όμως, όπου η ΔΕΗ επιτρέπει την απευθείας εκκίνηση κινητήρων μεγαλύτερης ισχύος (βλέπε κανονισμό ΔΕΗ), τόσο στη χαμηλή όσο και στη μέση τάση.

Για αυτό το λόγο, η ΔΕΗ έχει εκδώσει σχετικές οδηγίες που προσδιορίζει το μέγιστο ρεύμα εκκίνησης.

Θα πρέπει να ισχύουν τα εξής:

- $I_{Εκκ.} = 6 \cdot I_{Ον.}$ Μεγάλο ρεύμα εκκίνησης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία βύθιση τάσης ως προς το δίκτυο.
- $T_{Εκκ.} = 1,5 \cdot T_{Ον.}$ Σε περιπτώσεις μεγάλης ροπής εκκίνησης θα πρέπει να γίνει η εκκίνηση με φορτίο.



Εικόνα 23: Κύκλωμα ισχύος και κύκλωμα αυτοματισμού για απευθείας εκκίνηση κινητήρα.

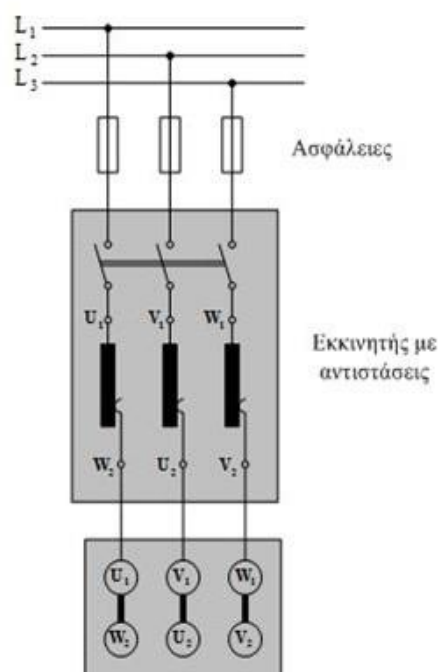
Το πλεονέκτημα που έχει η απευθείας εκκίνηση είναι ο απλός εξοπλισμός που σημαίνει χαμηλό κόστος κατασκευής. Όμως, με την μέθοδο αυτή μπορεί να εμφανιστούν μεγάλα ρεύματα εκκίνησης δημιουργώντας βύθιση τάσης.

3.6.2 Εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη

Για την εκκίνηση με αντιστάσεις στο στάτη, χρησιμοποιείται εκκινητής που αποτελείται από τρεις αντιστάσεις, οι οποίες παρεμβάλλονται στον κύκλωμα που τροφοδοτεί το στάτη του τριφασικού κινητήρα. Με αυτό το τρόπο η κινητήρια μηχανή θα λειτουργεί με ελαττωμένη τάση και ρεύμα, λόγω της πτώσης τάσης που δημιουργείται από την αντίσταση.

Προοδευτικά, καθώς αυξάνεται η ταχύτητα, οι αντιστάσεις θα αποσυνδεθούν από το κύκλωμα και η μηχανή θα συνδεθεί απευθείας με το δίκτυο μέσω ενός ρελέ ισχύος μαζί με ένα θερμικό και θα καταλήξει πάλι στα ονομαστικά του μεγέθη. Η μετάβαση από το κύκλωμα αντιστάσεων στο κύκλωμα ισχύος του κινητήρα πραγματοποιείται με την βοήθεια ενός χρονικού ρελέ.

Ωστόσο, εμφανίζει και μειονεκτήματα με το κυριότερο να είναι ότι κατά την εκκίνηση του κινητήρα η ροπή είναι πάρα πολύ χαμηλή καθιστώντας δύσκολη τη διαχείριση του μηχανικού φορτίου που είναι συνδεδεμένος. Επίσης, ένα άλλο πρόβλημα που παρατηρείται είναι η μεγάλη κατανάλωση ισχύος όπου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, συνυπολογίζοντας την ισχύ των αντιστάσεων. Το ρεύμα εκκίνησης είναι $I_{Εκκ.} = 4,5 * I_{Ον.}$ και η ροπή εκκίνησης είναι $T_{Εκκ.} = 0,75 * T_{Ον.}$ όπου η ροπή που αναπτύσσεται είναι μικρή σε σχέση με τη ροπή κατά την απευθείας εκκίνηση.



Εικόνα 24: Εκκίνηση κινητήρα με αντιστάσεις στο στάτη

3.6.3 Εκκίνηση αστέρα – τρίγωνο (Y-Δ)

Η εκκίνηση κατά Αστέρα – Τρίγωνο (Y-Δ) είναι η πιο διαδεδομένη διαδικασία που χρησιμοποιείται στις περισσότερες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Ο λόγος που χρησιμοποιείται είναι για τον περιορισμό των ρευμάτων που παρουσιάζονται στη διάρκεια της εκκίνησης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε κινητήρες όπου η ισχύς είναι μεγαλύτερη από τα 5,5kW.

Η αρχή λειτουργίας της εκκίνησης Αστέρα – Τριγώνου γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία. Καταρχάς, ο κινητήρας ξεκινάει οπλίζοντας το ρελέ του Y και κατόπιν οπλίζει και το κύριο ρελέ. Μετά από κάποια χρονική περίοδο, έως ότου φτάσει στο 80% της ονομαστικής ταχύτητας περιστροφής, οπλίζει το ρελέ του Δ και τότε ο κινητήρας δουλεύει σε Δ. Η αλλαγή από Αστέρα σε Τρίγωνο γίνεται μέσω χρονικών επαφών, είτε με πρόσθετο πνευματικό χρονικό στο κύριο ρελέ, είτε με ηλεκτρονικό χρονικό ρελέ και θα μετράει χρόνο από την στιγμή που θα οπλίσει το κύριο ρελέ. Η εκκίνηση γίνεται κατά αστέρα διότι με αυτό το τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση του ρεύματος εκκίνησης. Το ρεύμα εκκίνησης είναι κατά 3 φορές μικρότερο σε σχέση με το ρεύμα εκκίνησης σε σχέση με την απευθείας εκκίνηση.

Αυτό μπορεί να αποδειχτεί με τους παρακάτω τύπους. Όταν ένα φορτίο είναι συνδεδεμένο σε τρίγωνο ισχύει ότι:

$$I_{\Phi\Delta} = \frac{I_{\Delta}}{\sqrt{3}} \text{ και } V_{\Delta} = V_{\Phi}$$

Στην περίπτωση του αστέρα ισχύει:

$$I_{\Phi Y} = I_Y \text{ και } V_Y = \sqrt{3} \cdot V_{\Phi}$$

Για την εύρεση του ρεύματος του τριγώνου σύμφωνα με το φορτίο ισχύει ότι:

$$I_{\Phi\Delta} = \frac{V}{Z} \text{ και } I_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\Phi} \rightarrow I_{\Delta} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{\Pi}}{Z}$$

Αντίστοιχα για το ρεύμα του αστέρα ισχύει:

$$I_{\Phi Y} = \frac{V_{\Phi Y}}{Z} \text{ με } V_{\Phi Y} = \frac{V_{\Pi}}{\sqrt{3}} \text{ και } I_{\Phi Y} = I_Y \rightarrow I_Y = \frac{V_{\Pi}}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

Συγκρίνοντας τα ρεύματα του αστέρα και του τριγώνου παρατηρείται το εξής:

$$\frac{I_Y}{I_\Delta} = \frac{\frac{V_\Pi}{\sqrt{3} \cdot Z}}{\frac{\sqrt{3} \cdot V_\Pi}{Z}} = \frac{1}{3} \rightarrow I_Y = \frac{1}{3} \cdot I_\Delta$$

Μέσω αυτής της εξίσωσης αποδεικνύεται πως το ρεύμα του αστέρα είναι το 1/3 σε σχέση με το ρεύμα του τριγώνου.

Όσον αφορά για το χρόνο μετάβασης από αστέρα σε τρίγωνο πρέπει να γίνει προσεκτικά.

Σε αντίθετη περίπτωση, παρουσιάζονται προβλήματα όπως:

- Η μετάβαση σε χρόνο μικρότερο από τον προκαθορισμένο θα επιφέρει την καταστροφή των ασφαλειών τήξεως και μαζί τους, την καταστροφή των επαφών του ηλεκτρονόμου του τριγώνου μετά από κάποιες εκκινήσεις.
- Αν ο χρόνος είναι μεγαλύτερος τότε θα υπάρχει πρόβλημα στην εφαρμογή που χρησιμοποιείται ο κινητήρας λόγω της μειωμένης ισχύς και της ροπής του.

Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων θα πρέπει να υπολογιστεί σωστά ο χρόνος και αυτό γίνεται με δύο τρόπους:

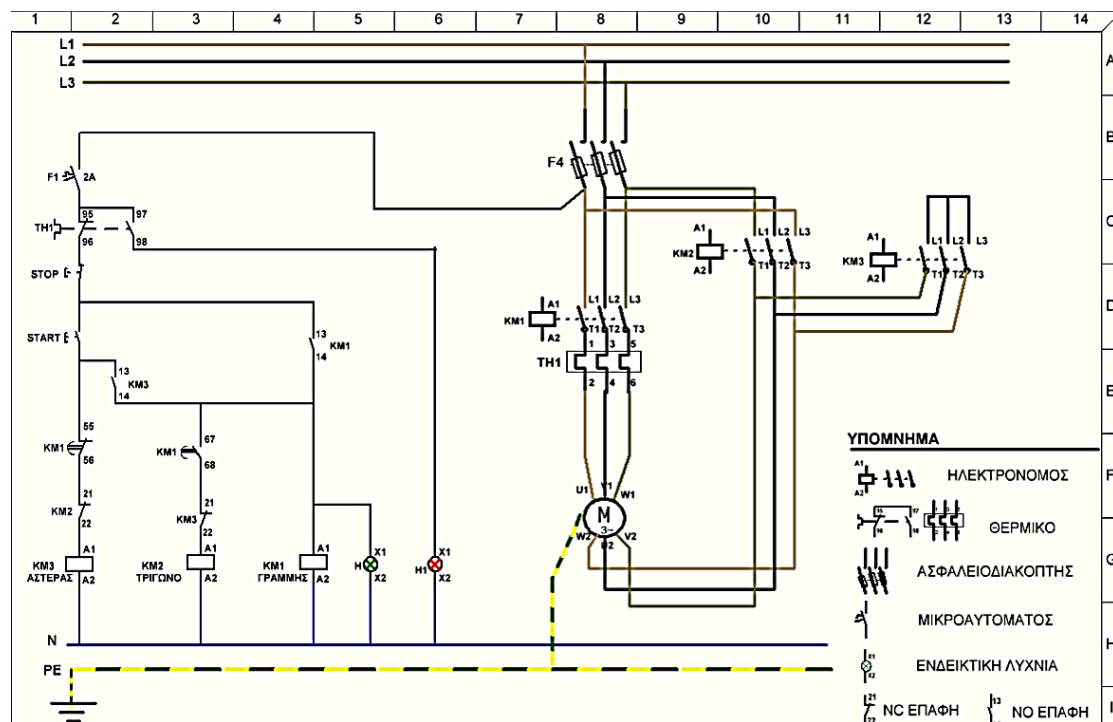
- Με στροφόμετρο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο χρόνος αρχίζει να μετράται από την στιγμή που εκκινεί ο κινητήρας μέχρι τη στιγμή που οι στροφές του φτάσουν το 80% των ονομαστικών στροφών. Η διαδικασία γίνεται με ένα στροφόμετρο στο άξονα του κινητήρα και με ένα χρονόμετρο που μετρά το χρόνο χρειάζεται ο κινητήρας για να φτάσει το 80% των ονομαστικών στροφών του.
- Με αμπερόμετρο. Σε αυτή τη διαδικασία, μετράται ο χρόνος που χρειάζεται το ρεύμα που αναπτύσσεται κατά την εκκίνηση να μειωθεί στο ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα. Τοποθετείται μια αμπεροτσιμπίδα σε μια φάση και με ένα χρονόμετρο μετριέται ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή του start μέχρι η ένδειξη του αμπερομέτρου να ομαλοποιηθεί. Την στιγμή της εκκίνησης η ένδειξη στο αμπερόμετρο φτάνει σε τιμή περίπου τριπλάσια του ονομαστικού ρεύματος και στη συνέχεια μειώνεται και σταθεροποιείται.

Αν δεν μπορεί να συμβεί καμία από τις δύο περιπτώσεις τότε μπορεί να γίνει ένας προσεγγιστικός υπολογισμός ακούγοντας τον κινητήρα μέχρι να σταματά να επιταχύνει.

Ακόμη, υπάρχει ένας εμπειρικός τύπος, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέγιστος χρόνος μετάβασης και αυτός είναι: $\tau_{\text{εκκ.}} = 4 + (2 \cdot \sqrt{P(\text{kW})})$.

Ανακεφαλαιώνοντας, με την εκκίνηση κατά Αστέρα – Τρίγωνο παρατηρούνται τα εξής αποτελέσματα:

- $I_{Εκκ.} = 2 * I_{Ον.}$
- $T_{Εκκ.} = 0,5 * T_{Ον.}$
- Η ροπή εκκίνησης έχει μειωθεί κατά τρεις φορές σε σχέση με την σύνδεση σε τρίγωνο και έτσι η εκκίνηση κατά Y – Δ είναι εφικτή σε εφαρμογές χωρίς φορτίο ή με πολύ μικρή ροπή φορτίου.
- Εμφανίζονται αιχμές ρεύματος και ροπής κατά την μετάβαση από αστέρα σε τρίγωνο.



Εικόνα 25: Εκκίνηση κινητήρα κατά αστέρα τρίγωνο (Y-Δ)

3.6.4 Εκκίνηση με αυτομετασχηματιστή

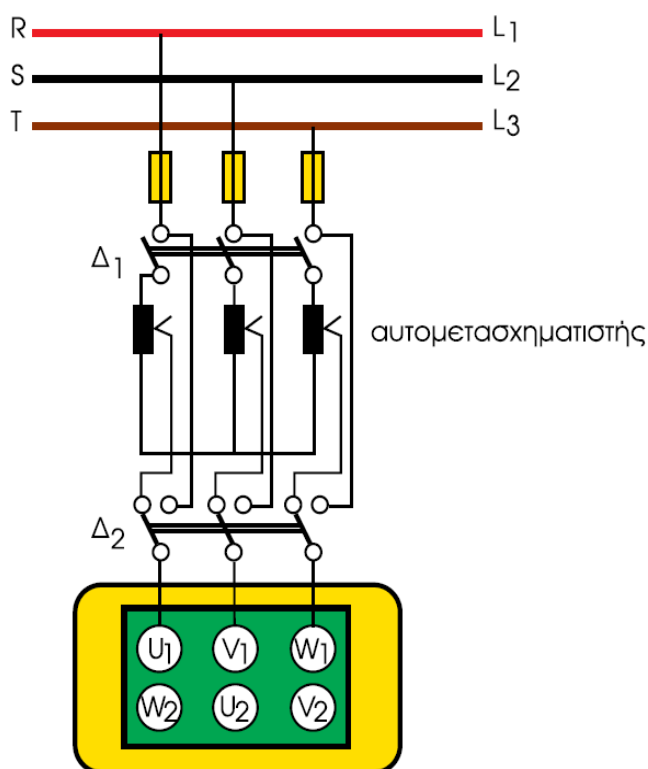
Για την εκκίνηση μεγάλων ασύγχρονων κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα, χρησιμοποιείται συνήθως τριφασικός αυτομετασχηματιστής, που συνδέεται μεταξύ των ασφαλειών της γραμμής και του κινητήρα. Η διαδικασία αυτή δεν χρησιμοποιείται και τόσο πολύ συχνά στη βιομηχανία λόγω του κόστους που έχει και της πολυπλοκότητας που παρουσιάζει το κύκλωμα αυτοματισμού.

Η αρχή λειτουργίας του αυτομετασχηματιστή είναι η εξής: πατώντας το μπουτόν Start οπλίζει το ρελέ του κινητήρα και μαζί με αυτό οπλίζει και το χρονικό ρελέ, το οποίο αρχίζει και μετράει χρόνο. Μόλις ο κινητήρας φτάσει στο 80% των ονομαστικών στροφών του τότε δουλεύει η χρονική επαφή, βγαίνει εκτός ο Α/ΜΣ και ο κινητήρας τροφοδοτείται απευθείας από τη τάση του δικτύου.

Με αυτή τη μέθοδο εκκίνησης γίνεται αποκλειστικά έλεγχος της τάσης και επιτυγχάνεται μείωση του ρεύματος εκκίνησης προς το στάτη, διότι με τον Α/ΜΣ αλλάζει κλιμακωτά η τιμή της τάσης, ενώ εμφανίζεται μείωση ακόμα και στη ροπή εκκίνησης, οπότε εκεί μειώνεται ανάλογα με το τετράγωνο της τάσης τροφοδοσίας.

Αυτό φαίνεται και από τις τιμές του με $I_{Εκκ.} = 3,5 * I_{Ον.}$ και το $T_{Εκκ.} = 0,8 * T_{Ον.}$

Προσοχή σε περιπτώσεις που ο κινητήρας ξεκινάει με μεγάλο φορτίο τότε θα πρέπει να μελετηθεί η καμπύλη του φορτίου και να ελεγχθεί και η καμπύλη του κινητήρα με μειωμένο ρεύμα εκκίνησης.



Εικόνα 26: Εκκίνηση κινητήρα με αυτομετασχηματιστή

3.6.5 Εκκίνηση με ηλεκτρονικά ισχύος

Στις σύγχρονες βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι πολύ συχνή η χρήση των ηλεκτρονικών ισχύος ή αλλιώς ηλεκτρονικών μετατροπέων. Η αξιοποίηση των ηλεκτρονικών μετατροπέων στοχεύει κυρίως στη δυνατότητα ελέγχου, δηλαδή να μπορεί ο κινητήρας να ξεκινήσει ομαλά χωρίς να παρουσιάσει υψηλά ρεύματα κατά την εκκίνηση.

Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους: με ομαλούς εκκινητές (soft starter) ή με ρυθμιστές στροφών (inverter – VFD).

3.6.5.1 Ομαλός εκκινητής (soft starter)

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης ή ομαλός εκκινητής (soft starter), αποτελεί μία από τις αξιόπιστες ηλεκτρονικές συσκευές ελέγχου κινητήρων. Είναι κατάλληλος για την ελεγχόμενη ομαλή εκκίνηση αλλά και το σταμάτημα, για το φρενάρισμα και την εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία των τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων.

Οι κυριότεροι παράμετροι που διακρίνουν τους ηλεκτρονικούς ομαλούς εκκινητές, είναι:

- Επιλογή της εκκίνησης ανάλογα με το είδος του φορτίου, όπως ομαλή εκκίνηση με παλμούς τάσης (ράμπα εκκινήσεως), και κατά συνέπεια περιορισμός ρεύματος.
- Ποικιλία δυνατοτήτων σταματήματος, όπως ελεύθερο σταμάτημα, σταμάτημα με χρονική καθυστέρηση, πέδηση με συνεχές ρεύμα.
- Ένδειξη καταστάσεως λειτουργίας (Run) και βλαβών (Fault).
- Προστασία υπερθέρμανσης.
- Διαθεσιμότητα συσκευών που διαθέτουν θύρα επικοινωνίας με PC, ώστε σε συνδυασμό με το κατάλληλο πρόγραμμα (software), να γίνεται ακριβέστερη ρύθμιση και έλεγχος της συσκευής.

Η αρχή λειτουργίας του ομαλού εκκινητή επιτρέπει το ομαλό ξεκίνημα του κινητήρα φτάνοντας στις ονομαστικές του στροφές, έχοντας σαν παράμετρο την αρχική τάση και το χρόνο εκκίνησης ο οποίος μπορεί να φτάσει έως και μερικά λεπτά. Επίσης, έχει τη δυνατότητα της σταδιακής επιβράδυνσης του κινητήρα που επιτρέπει ομαλή μείωση της ταχύτητας μέχρι τη στάση. Η δυνατότητα αυτή προσδίδει ιδιαίτερη χρησιμότητα στις

υδραυλικές εγκαταστάσεις (για αποφυγή του πλήγματος), στις μεταφορικές ταινίες και σε όλες τις εφαρμογές όπου η στάση του κινητήρα πρέπει να γίνεται ομαλά.

Στο εσωτερικό του ομαλού εκκινήτη διακρίνεται από δύο κυκλώματα:

- Το κύκλωμα ισχύος με τα θυρίστορ.
- Το κύκλωμα ελέγχου γωνίας έναυσης του θυρίστορ.

Αξίζει να σημειωθεί πως το κύκλωμα ελέγχου της γωνίας έναυσης διενεργεί μια σημαντική διαδικασία ως προς τα θυρίστορ. Η λειτουργία του οφείλεται στον ψαλιδισμό που εφαρμόζει ο εκκινήτης προς τη τάση του δικτύου, ελέγχοντας τη γωνία έναυσης των θυρίστορ. Με αυτό το τρόπο ελέγχει και το μέγεθος της τάσης, που εφαρμόζεται στα άκρα του κινητήρα κατά την περίοδο της εκκίνησης.

Η γωνία έναυσης των θυρίστορ ελέγχεται από έναν μικροεπεξεργαστή, ο οποίος παρακολουθεί και ελέγχει όλες τις παραμέτρους εκκίνησης του κινητήρα. Ο επεξεργαστής συνεχίζει να παρακολουθεί τον κινητήρα και μετά το στάδιο της εκκίνησης. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει τη γωνία ανάμεσα στην τάση του δικτύου και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα, δηλαδή ελέγχει τον συντελεστή ισχύος του κινητήρα.

Όταν υπάρχει μείωση του φορτίου, επομένως και μείωση του συντελεστή ισχύος του κινητήρα, ο μικροεπεξεργαστής επεμβαίνει στην τάση τροφοδοσίας του κινητήρα, διατηρώντας τον συντελεστή ισχύος περίπου στην μέγιστη τιμή, με αποτέλεσμα ο βαθμός απόδοσης να παραμένει υψηλός.

Χάρη στις πολλαπλές δυνατότητες ρύθμισης αλλά και τις ενσωματωμένες λειτουργίες, μπορούν να τοποθετηθούν σχεδόν παντού, όπως :

- Αντλίες, Συμπιεστές
- Εξαεριστήρες, Ανεμιστήρες
- Μεταφορικές Ταινίες
- Σπαστήρες, Μύλους
- Αναδευτήρες

- Μηχανήματα Λείανσης
- Μηχανές έλκυσης
- Πρέσες
- Εργαλειομηχανές, κλπ.



Εικόνα 27: Ομαλός εκκινητής (soft starter) τύπου ABB

3.6.5.2 Ρυθμιστής στροφών (VFD – inverter)

Ένας άλλος ηλεκτρονικός μετατροπέας, που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, σε ίδιο ή μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τους ομαλούς εκκινητές, είναι οι ρυθμιστές στροφών ή αλλιώς inverter.

Πριν ανακαλυφθεί ο inverter χρησιμοποιούνταν κινητήρες δύο – τριών ταχυτήτων με ανεξάρτητα τυλίγματα διαφορετικού αριθμού πόλων αλλά με μεγάλο κόστος κατασκευής. Στον παρακάτω τύπο φαίνεται ότι η αυξομείωση των στροφών μπορεί να γίνει αυξομειώνοντας τη συχνότητα (αδύνατον για εκείνη την εποχή) ή αυξομειώνοντας των αριθμών των πόλων.

Ο κύριος λόγος που χρησιμοποιούνται τέτοιου είδους ηλεκτρονικά ισχύος είναι για να ρυθμίζεται η συχνότητα. Μέσω αυτής της μεθόδου επιτυγχάνεται ο έλεγχος των στροφών του κινητήρα, ο οποίος σχετίζεται με τον τύπο:

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

- Όπου n_s : είναι οι σύγχρονες στροφές του κινητήρα.

- **f**: η συχνότητα του δικτύου που είναι 50 ή 60Hz (ανάλογο με τη χώρα και το δίκτυο στο οποίο βρίσκεται η κινητήρια μηχανή).
- **P**: ο αριθμός των πόλων ή τα ζεύγη πόλων ενός κινητήρα (π.χ. ο τετραπολικός ασύγχρονος κινητήρας έχει τέσσερεις πόλους ή αντίστοιχα έχει δύο ζεύγη πόλων).

Ο έλεγχος των στροφών του κινητήρα πραγματοποιείται βάσει του λόγου V/f . Ο λόγος αυτός δηλώνει πως όσο αυξάνεται την συχνότητα, με βάση το Ευρωπαϊκό δίκτυο (0 – 50Hz), ταυτόχρονα αυξάνεται και την τάση, φτάνοντας στις ονομαστικές τιμές του κινητήρα διατηρώντας το ρεύμα του κινητήρα σταθερό. Ωστόσο, ο κινητήρας, μέσω του αντιστροφέα (inverter), μπορεί να δουλέψει και σε συχνότητες κάτω από την ονομαστική και πάνω από αυτή.

Όταν η ταχύτητα του κινητήρα ρυθμίζεται σε τιμές μικρότερες της βασικής, η μείωση της συχνότητας συνοδεύεται από αντίστοιχη μείωση της τάσης. Ειδικότερα, ο λόγος της τάσης προς τη συχνότητα V/f διατηρείται σταθερός. Με τον τρόπο αυτό η μαγνητική ροή στο διάκενο του κινητήρα παραμένει περίπου σταθερή. Με αποτέλεσμα η ροπή ανατροπής (μέγιστη ροπή) του κινητήρα να μην μεταβάλλεται με τη μεταβολή της συχνότητας. Έτσι, ο κινητήρας μπορεί να ελέγξει φορτία, τα οποία απαιτούν μεγάλη ροπή σε μικρές ταχύτητες. Επιπλέον, η δυναμική συμπεριφορά του κινητήρα είναι εξαιρετική.

Όταν ο κινητήρας δουλεύει σε συχνότητες πάνω από την ονομαστική, η τάση τροφοδοσίας παραμένει σταθερή ώστε να προστατευτούν οι μονώσεις των τυλιγμάτων. Έτσι, με σταθερή τη τάση, καθώς αυξάνεται η συχνότητα να εμφανίζεται μείωση στη μαγνητική ροή του κινητήρα, μείωση στο ρεύμα του κινητήρα με αποτέλεσμα να μειώνεται η μέγιστη ροπή ανατροπής του κινητήρα.

Η αρχή λειτουργίας του αντιστροφέα (inverter) μπορεί να παρομοιαστεί ως πηγή τάσης, επειδή τροφοδοτείται από μια πηγή συνεχούς τάσης. Η συνεχής τάση εισόδου του αντιστροφέα V_{dc} , προέρχεται από την ανόρθωση της τάσης του δικτύου, την οποία εξομαλύνει ο πυκνωτής C (DC Bus). Οι αντιστροφείς που τροφοδοτούνται από πηγές συνεχούς ρεύματος ονομάζονται αντιστροφείς πηγής ρεύματος και χρησιμοποιούνται στον έλεγχο κινητήρων μεγάλης ισχύος. Οι έξι διακόπτες του αντιστροφέα πηγής τάσης, είναι συνήθως MOSFET ισχύος (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) ή IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Αντιπαράλληλα με κάθε διακόπτη συνδέεται

μια δίοδος, η οποία εξασφαλίζει την αμφίδρομη ροή της ισχύος μεταξύ της DC εισόδου και της AC εξόδου.

Οι διακόπτες οδηγούνται από το κύκλωμα ελέγχου, με κάποιες τεχνικές. Οι τεχνικές αυτές εξαρτώνται ανάλογα με το τρόπο λειτουργίας των ρυθμιστών στροφών. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Αντιστροφέας έξι παλμών (6 pulse)
- Αντιστροφέας τύπου PWM (Pulse Width Modulation) και
- Αντιστροφέας τύπου SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)

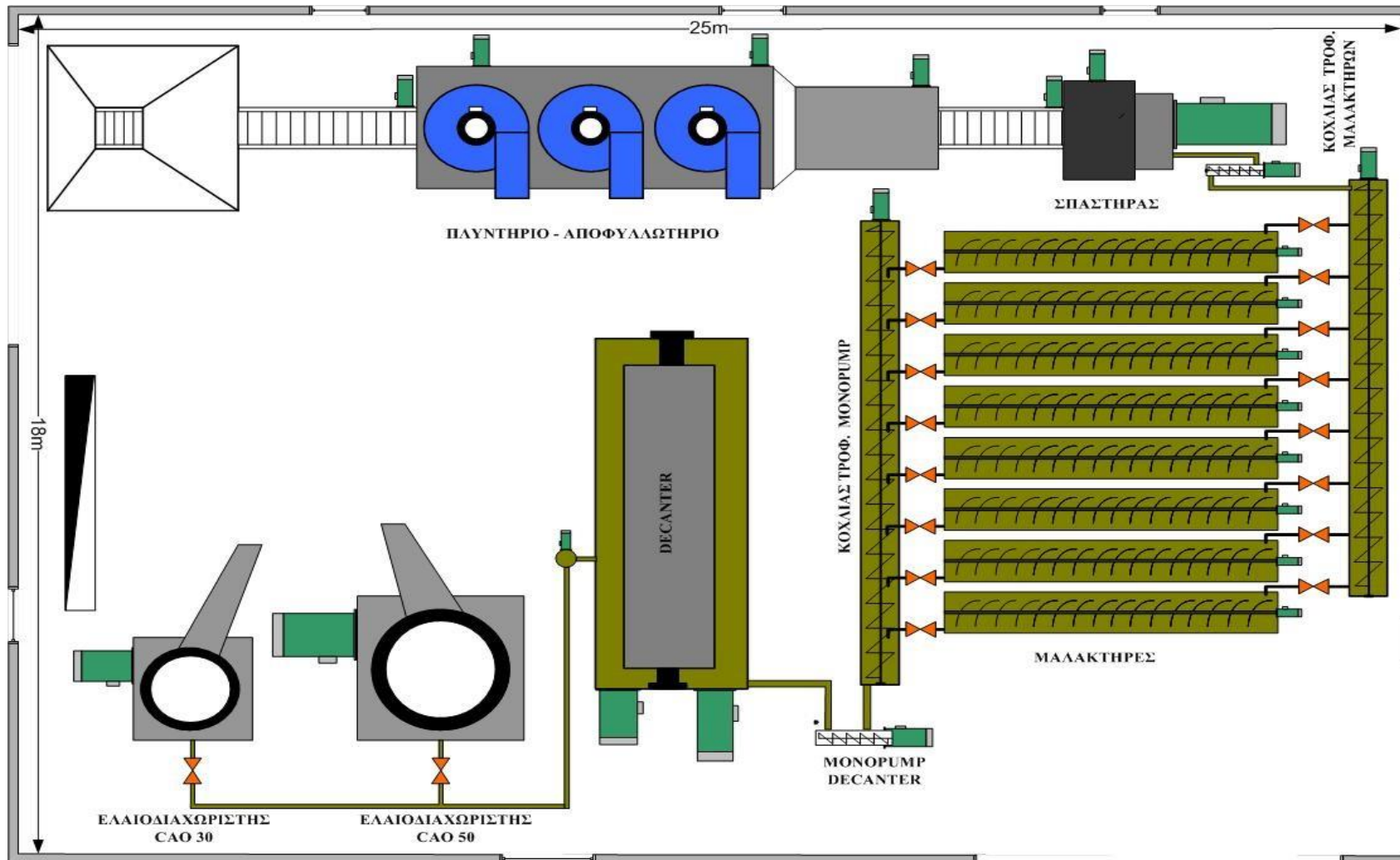
Η τεχνική διαμόρφωσης εύρους παλμού PWM (Pulse Width Modulation) θεωρείται ως η πιο αξιόπιστη μέθοδος για τους ρυθμιστές στροφών. Το χαρακτηριστικό όλων των τεχνικών PWM είναι η ρύθμιση εκτός από τη συχνότητα και της τάσης τροφοδοσίας του κινητήρα. Όμως, οι διακόπτες του αντιστροφέα λειτουργούν με μια συχνότητα f_s , η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από τη θεμελιώδη f_e . Η συχνότητα f_s ονομάζεται συχνότητα μετάβασης ή διακοπτική συχνότητα (switching frequency). Ο κινητήρας εξαιτίας της επαγωγικής συμπεριφοράς του, φιλτράρει τις συνιστώσες υψηλής συχνότητας των ρευμάτων και ανταποκρίνεται μόνο στη θεμελιώδη συνιστώσα τους. Τα μικρά αρμονικά ρεύματα αυξάνουν τις απώλειες χαλκού και σιδήρου του κινητήρα. Οπότε, ο κινητήρας είναι σχεδόν απαλλαγμένος από τις υπόλοιπες αρμονικές τάξεις ρευμάτων και κατά αυτό το τρόπο παρουσιάζεται λιγότερος θόρυβος και θέρμανση στο εσωτερικό του κινητήρα.

Οι ρυθμιστές στροφών καλύπτουν μια τεράστια γκάμα εφαρμογών στο βιομηχανικό τομέα. Αυτό οφείλεται στην σημαντική βελτίωση και αύξηση των δυνατοτήτων τους και από πλευράς χαμηλού κόστους, που παρουσιάζουν. Η εμφάνισή τους είναι έντονη σε ορισμένες εφαρμογές πχ. σε αντλίες, ανεμιστήρες, μεταφορικές ταινίες, γερανούς, συμπιεστές, ανελκυστήρες κλπ.



Εικόνα 28: Ρυθμιστής στροφών (inverter) μοντέλο της Delta

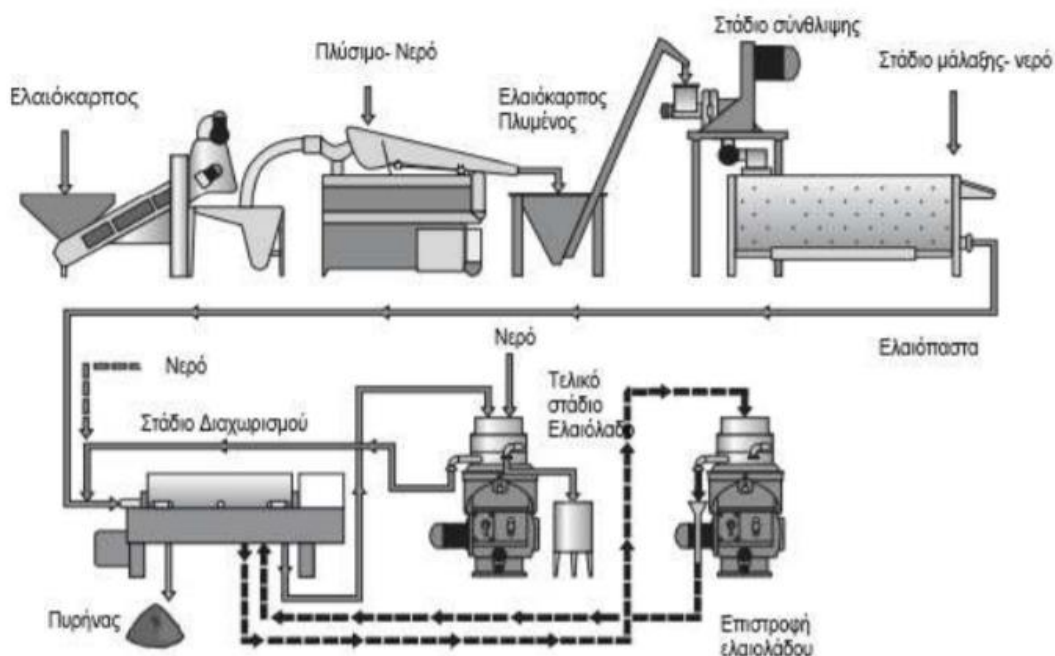
3.7 Κάτοψη χώρου εγκατάστασης ελαιοτριβείου



Εικόνα 29: Κάτοψη διαγράμματος ελαιοτριβείου

3.8 Αρχή λειτουργίας συστήματος ελαιοτριβείου

Στο προηγούμενο κεφάλαιο διατυπώθηκαν και αναλύθηκαν τα επιμέρους μηχανήματα που συμβάλλουν στην παραγωγική διαδικασία του λαδιού. Ωστόσο, είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη εικόνα της συνολικής λειτουργίας του ελαιοτριβείου, η οποία φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 30: Σύστημα ελαιοτριβείου

Η διαδικασία ξεκινάει ως εξής:

- Αρχικά, ο καρπός ανεβαίνει μέσω μιας μεταφορικής ταινίας (αναβατόριο), η οποία μεταφέρει τον ελαιόκαρπο προς το πλυντήριο.
- Προτού ο ελαιόκαρπος καταλήξει στο πλυντήριο, περνάει από το αποφυλλωτήριο. Εκεί, οι ελιές καθαρίζονται από τα φύλλα και τα κλαδιά που υπάρχουν κατά τη μεταφορά τους.
- Μετά το πέρας της προηγούμενης διαδικασίας, οι ελιές μεταφέρονται προς το πλυντήριο. Σε αυτό το στάδιο, πλένονται με πεπιεσμένο νερό ούτως ώστε να καθαριστούν από ξένες ουσίες και κατόπιν ανεβαίνουν στον μεταφορικό κοχλία απ' όπου θα οδηγηθούν προς το σπαστήρα.
- Πριν περάσει ο ελαιόκαρπος προς τον σπαστήρα, ξεκινάει η διαδικασία του ζυγίσματος, κατά την μεταφορά του. Το σύστημα της ζύγισης στα σύγχρονα

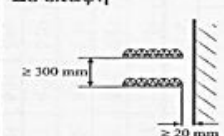
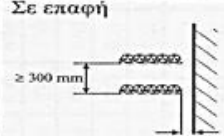
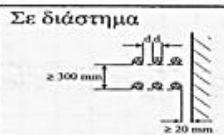
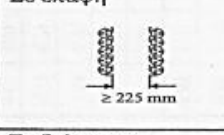
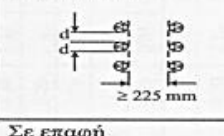
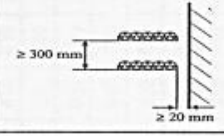
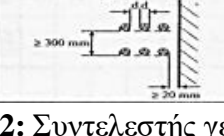
ελαιοτριβεία πραγματοποιείται με δύο μεθόδους. Η πρώτη μέθοδος περιλαμβάνει δύο λεκάνες, οι οποίες βρίσκονται η μία πάνω στην άλλη και ανοίγουν προς τα κάτω. Μόλις οι αισθητήρες βάρους της δεύτερης λεκάνης, η οποία ζυγίζει τον ελαιόκαρπο, εντοπίσουν μια συγκεκριμένη τιμή, τότε κλείνει η πρώτη λεκάνη, ώστε να σταματήσει ο ελαιόκαρπος να πέφτει και ανοίγει η δεύτερη ώστε να αδειάσει το περιεχόμενό της πάνω σε μια μεταφορική ταινία. Όταν αδειάσει τελείως η δεύτερη λεκάνη, κλείνει και ανοίγει η πρώτη, επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία. Η δεύτερη μέθοδος γίνεται πάνω στην ροή της μεταφορικής ταινίας, μέσω δυναμοκυψελών οι οποίες μετρώνε τις ελιές πριν φτάσουν στον σπαστήρα. Είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται τελευταία στα σύγχρονα ελαιοτριβεία και συγκριτικά με την πρώτη είναι πιο αποτελεσματική και πιο ακριβής ως προς τη μέτρηση.

- Ολοκληρώνοντας το πλύσιμο και το ζύγισμα, ο ατέρμονος κοχλίας (αναβατόριο) οδηγεί τον ελαιόκαρπο προς το σπαστήρα. Εκεί, πραγματοποιείται η σύνθλιψη της ελιάς και στην συνέχεια μετατρέπεται σε ελαιοζύμη. Η ποιότητα της ελαιοζύμης εξασφαλίζεται από το κόσκινο.
- Έπειτα, η ελαιοζύμη εισέρχεται στους μαλακτήρες. Σε αυτό το κομμάτι γίνεται η μάλαξη της ελαιοζύμης με ζεστό νερό και με τα πτερύγια στο εσωτερικό του μαλακτήρα να περιστρέφονται επιτυγχάνεται η θερμομάλαξη της ελαιοζύμης με αποτέλεσμα, να διαχωριστεί σε ελαιόλαδο. Η μεταφορά της ελαιοζύμης από το μαλακτήρα γίνεται από την αντλία τροφοδοσίας *monopump*, όπου την τροφοδοτεί στο φυγοκεντρικό διαχωριστή (Decanter).
- Στο οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (Decanter), ανεξαρτήτως τύπου, ακολουθεί η διαδικασία διαχωρισμού σε ελαιόλαδο με τη βοήθεια ζεστού νερού και της ταχύτητας περιστροφής του τυμπάνου.
- Τέλος, από το οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα, το ελαιόλαδο αποθηκεύεται σε φίλτρο και μεταφέρεται μέσω αντλίας στον κάθετο διαχωριστήρα ή ελαιοδιαχωριστήρα, όπου και ολοκληρώνεται η διαδικασία παραγωγής λαδιού. Το τελευταίο στάδιο είναι πολύ σημαντικό διότι επηρεάζει στην ποιότητα του ελαιόλαδου, απαλλάσσοντάς το από ανεπιθύμητες προσμίξεις.

3.9 Ηλεκτρολογική μελέτη εγκατάστασης ελαιοτριβείου

Έχοντας, ως βάση το πίνακα των μηχανημάτων θα πρέπει να γίνει μελέτη της εγκατάστασης με στόχο να βρεθούν τα μέσα προστασίας, να υπολογιστούν οι διατομές των καλωδίων και η πτώση τάσης τους για το κάθε μηχάνημα ξεχωριστά.

Οι διατομές των καλωδίων θα γίνουν σύμφωνα με τους παρακάτω πίνακες. Τα πολυπολικά καλώδια είναι σε μία (1) σχάρα σε επαφή με αριθμό καλωδίων τουλάχιστον εννιά (9) και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος στους 30°C. Με βάση τα παραπάνω ο συντελεστής γειτνίασης (πίνακας 2) είναι $n_1=0,73$ και ο συντελεστής θερμοκρασίας (πίνακας 3) $n_2=1$ σύμφωνα με τους πίνακες ικανότητας φόρτισης.

Αριθμός πολυπολικών καλωδίων		1	2	3	4	6	9	
Μέθοδος εγκατάστασης	Αριθμός καναλιών ή σχαρών	Μετατροπή συντελεστών						
Καλώδια σε κανάλι (πολύ περιορισμένος αερισμός)	Σε επαφή 	1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
		2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
		3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,61
		6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58
Καλώδια σε διάτρητο κανάλι (περιορισμένος αερισμός)	Σε επαφή 	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
	Σε διάστημα 	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
	Σε επαφή 	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		Σε διάστημα 	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87
2			1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Καλώδια σε σχάρα (καλός αερισμός)	Σε επαφή 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
		2	1,00	0,86	0,81	0,78	0,76	0,73
		3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
		6	1,00	0,83	0,76	0,73	0,69	0,66
	Σε διάστημα 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
		3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

Πίνακας 2: Συντελεστής γειτνίασης πολυπολικών καλωδίων πάνω σε κανάλι ή σχάρα

Επιτρεπόμενη θερμοκρασία λειτουργίας	40 °C	60 °C	70 °C	80 °C	85 °C	90 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος °C	Μετατροπή συντελεστών. Χρησιμοποιούνται για τις ονομαστικές τιμές των ρευμάτων στους ΠΙΝΑΚΕΣ					
10	1,73	1,29	1,22	1,18	1,17	1,15
15	1,58	1,22	1,17	1,14	1,13	1,12
20	1,41	1,15	1,12	1,10	1,09	1,08
25	1,22	1,08	1,06	1,05	1,04	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,71	0,91	0,94	0,95	0,95	0,96
40	-	0,82	0,87	0,89	0,90	0,91
45	-	0,71	0,79	0,84	0,85	0,87
50	-	0,58	0,71	0,77	-	0,82
55	-	0,41	0,61	0,71	-	0,76
60	-	-	0,50	0,63	-	0,71
65	-	-	0,35	0,55	-	0,65
70	-	-	-	0,45	-	0,58
75	-	-	-	0,32	-	0,50
80	-	-	-	-	-	0,41
85	-	-	-	-	-	0,29

Πίνακας 3: Συντελεστής θερμοκρασίας για ονομαστικές τιμές ρευμάτων σε διάφορες θερμοκρασίες

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

Πίνακας 4: Ονομαστικές τιμές ρευμάτων για εύκαμπτα καλώδια για όλους τους τύπους καλωδίων.

25 έως 140 A για AC-1 και 9 έως 105 A για AC-3 σύμφωνα με IEC 947. Θερμοκρασία <40°C

α/α	Μέγιστο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας για ομικά φορτία κατ'AC-1 (A)	Μέγιστο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας τριφασ. κινητήρα για τάση ≤440 V - 50/60 Hz κατ'AC-3 (A)	Επιτρεπόμενη ισχύς κινητήρων για κατηγορία AC-3				Διάρκεια ζωής (αριθμός ηλεκτρικών ανοιγμάτων)	Κύκλωμα ελέγχου (τροφοδότηση πηνίου ρελέ)	Κωδικός ρελέ ισχύος
			220-230V KW-HP	380-400V KW-HP	415-440V KW-HP	500 V KW-HP			
1	25	9	2,2-3	4-5,5	4-5,5	5,5-7,5	2×10 ⁶	AC - DC	CL00A3
2	25	12	3-4	5,5-7,5	5,5-7,5	7,5-10	2×10 ⁶	AC - DC	CL01A3
3	32	18	4-5,5	7,5-10	7,5-10	10-13,5	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL02A3
4	45	25	7,5-10	11-15	11-15	15-20	2×10 ⁶	AC - DC	CL25A3
5	45	25	7,5-10	12-16	12-16	15-20	2×10 ⁶	AC - DC	CL03A3
6	60	32	9-12	16-22	16-22	18,5-25	2×10 ⁶	AC - DC	CL04A3
7	60	40	11-15	18,5-25	22-30	25-34	2×10 ⁶	AC - DC	CL45A3
8	90	50	15-20	22-30	25-34	30-40	1,8×10 ⁶	AC - DC	CL06A3
9	110	65	18,5-25	30-40	37-50	40-55	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL07A3
10	110	80	22-30	37-50	45-60	45-60	1,5×10 ⁶	AC - DC	CL08A3
11	140	95	25-34	45-60	50-68	55-75	1,7×10 ⁶	AC - DC	CL09A3
12	140	105	30-40	55-75	55-75	65-88	1,5×10 ⁶	AC - DC	CL10A3
13	250	150	45-60	75-100	80-108	100-135	1,7×10 ⁶	AC - DC	CK75
14	250	185	55-75	90-125	100-135	110-150	1,2×10 ⁶	AC - DC	CK08
15	315	205	65-88	110-150	125-170	132-180	1,7×10 ⁶	AC - DC	CK85
16	315	250	75-100	132-180	132-180	160-220	1,5×10 ⁶	AC - DC	CK09
17	450	309	90-125	160-220	185-250	200-270	1,1×10 ⁶	AC - DC	CK95
18	600	420	125-170	220-300	230-312	300-405	1,3×10 ⁶	AC - DC	CK10
19	700	550	160-220	280-380	315-425	400-540	1×10 ⁶	AC - DC	CK11
20	1000	700	220-300	375-510	400-540	480-650	0,7×10 ⁶	AC - DC	CK12
21	1250	825	250-340	450-610	450-610	500-680	0,7×10 ⁶	AC - DC	CK13

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών ρελέ ισχύος για τάση λειτουργίας μέχρι 500V

α/α	Περιοχή ρύθμισης θερμικού σε (A)		Προτεινόμενες ασφαλείες προστασίας σε (A)		Κωδικός ρελέ ισχύος με τον οποίο μπορεί να συνεργαστεί	Κλάση	Τύπος θερμικού ρελέ
	Ελάχιστη	Μέγιστη	Κλάση αM	Κλάση gL			
1	0,16	0,25	-	-		10A	RT1
2	0,25	0,4	-	2	CL00		
3	0,4	0,63	-	2			
4	0,63	0,9	-	4	CL01		
5	0,8	1,1	-	4			
6	1	1,5	-	4	CL02		
7	1,3	1,9	-	6			
8	1,9	2,7	-	10	CL25		
9	2,5	4	-	16			
10	4	6,3	-	20	CL03		
11	5,5	7,5	16	20			
12	7	10	20	25	CL04		
13	10	13	20	35			
14	12	15	25	35	CL45		
15	14,5	17,5	32	50			
16	17,5	22	40	50			
17	21	26	40	63			
28	25	32	50	80			
19	30	40	63	100			
20	11,5	15	32	35			
21	14,5	19	40	50	CL06		
22	19	25	50	63			
23	25	32	63	100	CL07		
24	32	41	80	125			
25	39	47	100	125	CL08		
26	44	54	100	160			
27	54	65	125	160	CL09		
28	64	75	125	200			
29	70	80	125	200	CL10		
30	80	95	125	200			
31	90	110	160	250			
32	55	80	125	200			
33	63	90	125	200	CK75		
34	90	120	160	250			
35	11-	140	200	315	CK08		
36	140	180	250	355			
37	2,5	4	10	16			
38	4	6,5	12	20			
39	5,5	8,5	16	25			
40	7,5	11	20	32			
41	10	16	25	40	CL...		
42	12,5	20	32	50			
43	17	27	50	80			
44	26	40	80	125			
45	32	52	100	160	CK...		
46	45	70	125	160			
47	60	90	160	200			
48	80	125	200	250			
49	120	190	250	315			
50	175	280	315	400			
51	200	310	400	500			
52	120	190	250	315			
53	175	280	315	400			
54	250	400	500	630			
55	315	500	630	800			
56	430	700	800	1000			
57	500	850	1000		CK13		

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών θερμικών ρελέ υπερφορτίσεως

Με βάση τους παραπάνω πίνακες θα γίνουν οι υπολογισμοί για την πτώση τάσης των καλωδίων.

Η συγκεκριμένη εγκατάσταση αφορά για ένα σύγχρονο ελαιοτριβείο και η μελέτη της πτώσης τάσης θα γίνει για τα φορτία που είναι **2,2kW και άνω**. Οι κινητήρες του ελαιοτριβείου φαίνονται στο παρακάτω πίνακα 7.

A/A	Περιγραφή	Κινητήρες (τεμ.)	P (kW)	P total	I(A)	I total	cosφ	n
1	Αντλία νερού πλυντηρίου	1	1,5	1,5	3,45	3,45	0,82	0,77
2	Φίλτρο πλυντηρίου	1	0,17	0,17	0,47	0,47	0,7	0,75
3	Κόσκινο	1	0,75	0,75	2,18	2,18	0,8	0,62
4	Κόσκινο βρωμιάς	1	0,18	0,18	0,49	0,49	0,7	0,76
5	Διαχωριστής κλαδιών	1	0,56	0,56	1,6	1,6	0,75	0,68
6	Ταινία αποφυλλωτηρίου	1	1,1	1,1	2,95	2,95	0,82	0,66
7	Αποφυλλωτήριο 1	1	2,2	2,2	4,8	4,8	0,85	0,78
8	Αποφυλλωτήριο 2	1	2,2	2,2	5,5	5,5	0,85	0,68
9	Αποφυλλωτήριο 3	1	1,5	1,5	3,34	3,34	0,82	0,79
10	Ταινία ελαιόκαρπου	1	1,1	1,1	2,7	2,7	0,82	0,72
11	Σπαστήρας	1	30	30	52,7	52,7	0,9	0,92
12	Κρησάρα σπαστήρα	1	1,1	1,1	2,7	2,7	0,82	0,72
13	Τροφοδότης σπαστήρα	1	0,75	0,75	2	2	0,8	0,68
14	Αναβατόριο σπαστήρα	1	1,5	1,5	3,8	3,8	0,82	0,70
15	Κοχλίας τροφοδοσίας μαλακτήρα	1	1,1	1,1	2,7	2,7	0,82	0,72
16	Αντλία τροφοδοσίας μονορουμπ	1	5,5	5,5	11	11	0,87	0,83
17	Μαλακτήρας	8	2,2	17,6	5	40	0,82	0,78
18	Κοχλίας τροφοδοσίας μονορουμπ	1	1,1	1,1	2,7	2,7	0,7	0,84
19	Κυκλοφορητής διαχωριστή	1	0,24	0,24	1,5	1,5	0,85	0,82
20	Ελαιοδ/στήρας CAO 30	1	7,5	7,5	14,3	14,3	0,85	0,89
21	Ελαιοδ/στήρας CAO 50	1	15	15	27,3	27,3	0,88	0,90
	Σύνολο	28		92,65		188,2		

Πίνακας 7: Πίνακας μηχανημάτων σύγχρονου ελαιοτριβείου

Σε όλα τα μικρά μοτέρ για λόγους μηχανικής καταπόνησης θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο $1,5\text{mm}^2$ διατομή που καλύπτει κατά πολύ την πτώση τάσης μια και το ρεύμα του κινητήρα αντιστοιχεί σε πολύ μικρότερη διατομή.

Ενδεικτικά, θα γίνει έλεγχος πτώσης τάσης στον παρακάτω μικρό κινητήρα $1,1\text{kW}$.

Ταινία ελαιόκαρπου

Η ταινία ελαιόκαρπου έχει ονομαστική ισχύ στα $1,1\text{kW}$ σε απόσταση 15m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $\eta = 0,66$ και συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0,82$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{\eta} = \frac{1.100}{0,66} = 1.666,7 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής

$$I = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = \frac{1.666,7}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = 2,7 \text{ A} \Rightarrow 2,7 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 4,62 \text{ A}$$

Το ρεύμα πολλαπλασιάζεται με $1,25$ και διαιρείται με τους συντελεστές γειννίασης και θερμοκρασίας.

Πηγαίνοντας στον πίνακα 4, φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι $0,34\text{mm}^2$. Λόγω μηχανικής καταπόνησης ελάχιστη διατομή πρέπει να είναι $1,5\text{mm}^2$.

Από πίνακα 5 το ρελέ ισχύος είναι CL00A3 και το αντίστοιχο θερμικό (πίνακας 6) είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα $2,7 \text{ A}$.

Εφόσον, ολοκληρώθηκαν η εύρεση της διατομής του καλωδίου και η αναζήτηση για το ρελέ ισχύος και το θερμικό, πρέπει να γίνει και ο αντίστοιχος έλεγχος για πτώση τάσης. Για να βρεθεί η πτώση τάσης ακολουθούν οι παρακάτω διαδικασίες.

Αρχικά, θα πρέπει να υπολογιστεί η αντίσταση του καλωδίου στους 20°C . Οπότε:

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,012 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,0071 \cdot 15\text{m} = 0,18 \Omega$$

Όπου k ο συντελεστής αγωγιμότητας του αγωγού 56 για χαλκό και $38,4$ για αλουμίνιο και το q η τιμή της διατομής του καλωδίου.

Έπειτα θα πρέπει να βρεθεί η τιμή της αντίστασης για τους 70°C και αυτό γίνεται διότι η τιμή αυτή είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να αντέξει το μονωτικό υλικό του καλωδίου (PVC).

$$\text{Άρα: } R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,18 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,216 \Omega$$

Όπου α ο συντελεστής θερμοκρασίας και $\Delta\theta$ η διαφορά θερμοκρασίας.

Έτσι, η πτώση τάσης θα είναι :

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,216 \cdot 2,7 \cdot 0,72 = 0,42\text{V} \leq 4\% \cdot 230\text{V}$$

Οπότε, η διατομή του καλωδίου καλύπτει το φορτίο.

Αποφυλλωτήριο

Στο ελαιοτριβείο, όπου γίνεται η μελέτη, υπάρχουν δύο αποφυλλωτήρια 2,2 kW σε απόσταση 20m από τον πίνακα.

Ο βαθμός απόδοσης είναι $n=0,68$ και ο συντελεστής ισχύος $\cos\varphi=0,85$.

Η ισχύς εισόδου για το πρώτο αποφυλλωτήριο θα είναι:

$$n = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{n} = \frac{2.200}{0,68} = 3.235,3\text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής

$$I = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = \frac{3.235,3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 5,5\text{ A} \Rightarrow 5,5 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 9,42\text{ A}$$

Πηγαίνοντας στους πίνακες 4, 5 και 6 φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι 0,75mm². Αλλά επειδή το φορτίο είναι κινητήρας η ελάχιστη διατομή είναι 1,5mm², το ρελέ ισχύος είναι CL00A3 και το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα 5,5 A.

Τέλος, η πτώση τάσης θα είναι;

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,012 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,012 \cdot 20\text{m} = 0,24 \Omega$$

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,24 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,288 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,288 \cdot 5,5 \cdot 0,78 = 1,078\text{ V} \leq 4\% \cdot 230\text{ V}$$

Απ' ότι φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι ικανή να καλύψει το φορτίο. Για λόγους επιπλέον προστασίας έχει χρησιμοποιηθεί $2,5\text{mm}^2$.

Σπαστήρας

Ο σπαστήρας στην συγκεκριμένη μελέτη έχει μηχανική ισχύ 30kW σε απόσταση 30m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $n = 0,92$ και συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0,9$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$n = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{n} = \frac{30.000}{0,92} = 32.608,7 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής

$$I = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = \frac{32.608,7}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 52,7 \text{ A} \Rightarrow 52,7 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 90,24\text{A}$$

$90,24/\sqrt{3} = 52,1 \text{ A}$. Με βάση το πίνακα 4 επιλέγεται διατομή του καλωδίου 10mm^2 .

$52,7/\sqrt{3} = 30,42 \text{ A}$. Με βάση το πίνακα 5 και 6 τα ρελέ ισχύος είναι CL04A3 (κύριο και τριγώνου) και του αστέρα είναι CL02A3. Το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα $30,42\text{A}$. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί θερμομαγνητικό τότε το ρεύμα θα ρυθμιστεί στα $52,7 \text{ A}$.

Τέλος, η πτώση τάσης από το κύριο ρελέ και το ρελέ του τριγώνου θα είναι;

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 10} = 0,0018 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,0018 \cdot 30\text{m} = 0,054 \Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,054 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,065 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\phi = 0,065 \cdot 30,42 \cdot 0,9 = 1,78 \text{ V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Άρα, η διατομή του καλωδίου καλύπτει για το φορτίο.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως ο κινητήρας του σπαστήρα θα συνδεθεί σε αστέρα – τρίγωνο λόγω ότι το φορτίο είναι πάνω από $5,5\text{kW}$ και η γραμμή δεν αντέχει το φορτίο. Επίσης, τα ρελέ του αστέρα, του τριγώνου και του κύριου ρελέ θα έχουν ονομαστική ισχύ κατά $P/3$ και οι άλλοι δύο κατά $P/\sqrt{3}$ αντίστοιχα.

Αντλία μονοφασικής τροφοδοσίας κοιλία

Η αντλία μονοφασική έχει ονομαστική τιμή ισχύος $P=5,5$ kW σε απόσταση 32m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $n=0,83$ και συντελεστή ισχύος $\cos\varphi=0,87$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{5.500}{0,83} = 6.626,5 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής:

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,87} = \frac{6.626,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,87} = 11 \text{ A} \Rightarrow 11 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 18,84 \text{ A}$$

Πηγαίνοντας στους πίνακες 4,5 και 6 φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι $2,5\text{mm}^2$, το ρελέ ισχύος είναι CL01A3 και το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα 11A.

Τέλος, η πτώση τάσης θα είναι;

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 0,007 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,007 \cdot 32\text{m} = 0,224 \Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,224 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,269 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,269 \cdot 11 \cdot 0,85 = 2,52 \text{ V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Άρα, η διατομή του καλωδίου αρκεί για να καλύψει το φορτίο.

Όμως, για λόγους προστασίας θα εφαρμοστεί η αμέσως επόμενη διατομή θα είναι 4mm^2 .

Η πτώση τάσης θα είναι:

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 0,0044 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,0044 \cdot 32\text{m} = 0,141 \Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,141 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,169 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,169 \cdot 11 \cdot 0,85 = 1,582 \text{ V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Άρα η διατομή αυτή είναι ικανοποιητική σύμφωνα με τις μελέτες. Η συγκεκριμένη αντλία είναι συνδεδεμένη με inverter.

Μαλακτῆρες

Για τους 8 μαλακτῆρες η τιμή ισχύος είναι $P=2,2 \text{ kW}$ σε απόσταση 35m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $n=0,78$ και συντελεστή ισχύος $\cos\varphi=0,82$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$n = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{n} = \frac{2.200}{0,78} = 2.820,5 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής:

$$I = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = \frac{2.820,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,82} = 5 \text{ A} \Rightarrow 5 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 8,56 \text{ A}$$

Πηγαίνοντας στους πίνακες 4,5 και 6 φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι $0,75\text{mm}^2$. Από τη στιγμή που το φορτίο είναι κινητήρας η ελάχιστη διατομή είναι $1,5\text{mm}^2$, το ρελέ ισχύος είναι CL00A3 και το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα 5A.

Τέλος, η πτώση τάσης θα είναι;

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 1,5} = 0,012 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,012 \cdot 35\text{m} = 0,42\Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,42 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,5 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,75 = 1,875 \text{ V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Οπότε η διατομή του καλωδίου καλύπτει το φορτίο.

Παρόλο που ικανοποιεί τις συνθήκες ως προς την πτώση τάσης θα χρησιμοποιηθεί η αμέσως επόμενη διατομή το $2,5\text{mm}^2$ για λόγους προστασίας του κινητήρα. Η πτώση τάσης θα είναι:

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 0,007 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,007 \cdot 35\text{m} = 0,245\Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,245 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,294 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,294 \cdot 5 \cdot 0,75 = 1,1\text{V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Η διατομή του καλωδίου καλύπτει το φορτίο. Το ίδιο ισχύει και για τους υπόλοιπους 7 μαλακτῆρες.

Ελαιδιαχωριστής CAO 30

Ο συγκεκριμένος ελαιδιαχωριστής έχει ονομαστική ισχύ $P=7,5\text{kW}$ σε απόσταση 13m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $n=0,89$ και συντελεστή ισχύος $\cos\varphi=0,85$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$n = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \Rightarrow P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{n} = \frac{7.500}{0,89} = 8.427 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής:

$$I = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = \frac{8.427}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 14,3 \text{ A} \Rightarrow 14,3 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 24,49 \text{ A}$$

Πηγαίνοντας στους πίνακες 4,5 και 6 φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι $2,5\text{mm}^2$, το ρελέ ισχύος είναι CL02A3 και το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα 14,3A.

Τέλος, η πτώση τάσης θα είναι;

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 2,5} = 0,007 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,007 \cdot 13\text{m} = 0,091 \Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,091 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,11 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,11 \cdot 14,3 \cdot 0,89 = 1,4 \text{ V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Η διατομή του καλωδίου καλύπτει οριακά το φορτίο. Οπότε, θα χρησιμοποιηθεί η αμέσως επόμενη διατομή που είναι το 4mm^2 . Η πτώση τάσης θα είναι:

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 4} = 0,0045 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,0045 \cdot 13\text{m} = 0,0585 \Omega$$

$$R_{70^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,0585 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,07 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,07 \cdot 14,3 \cdot 0,89 = 0,89\text{V} \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Απ' ότι φαίνεται στα σχέδια έχει χρησιμοποιηθεί διατομή καλωδίου 6mm^2 . Ο ελαιδιαχωριστήρας παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα. Πρόκειται για ένα πολύστροφο μηχάνημα που κατά το πλείστον ξεκινά υπό φορτίο με μεγάλο ρεύμα εκκίνησης, το οποίο επανέρχεται στο ονομαστικό ρεύμα μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, στο συγκεκριμένο κινητήρα ενώ το ονομαστικό ρεύμα είναι 14,3A για τουλάχιστον 30 sec μετά την εκκίνηση το ρεύμα θα είναι

πάνω από 60A με αποτέλεσμα ένα καλώδιο μικρότερης διατομής να ανεβάζει υψηλή θερμοκρασία και να καταστραφεί.

Στον ελαιοδιαχωριστή θα συνδεθεί και μικροαυτόματος τύπου K (διότι το φορτίο είναι κινητήρας) με το ρεύμα του να κυμαίνεται από $14,3A < I < 32,12A$, όπου το 32,12A είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα που αντέχει η διατομή του καλωδίου σύμφωνα με το τύπο $I_{MAX} = I_0 \cdot 0,73$ με $I_0 = 44A$. Το ονομαστικό ρεύμα του μικροαυτόματου θα είναι 25A. Λόγω της ιδιαιτερότητας, που αναφέρθηκε παραπάνω, έχει χρησιμοποιηθεί, όπως φαίνεται στο σχέδιο, ο αμέσως επόμενος τυποποιημένος μικροαυτόματος.

Ελαιοδιαχωριστής CAO50

Για τον ελαιοδιαχωριστή CAO50 έχει ονομαστική ισχύ $P=15kW$ σε απόσταση 15m από τον πίνακα με βαθμό απόδοσης $n=0,9$ και συντελεστή ισχύος $\cos\varphi=0,88$.

Η ισχύς εισόδου θα είναι:

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{n} = \frac{15.000}{0,9} = 16.666,7 \text{ W}$$

Το ρεύμα γραμμής:

$$I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,88} = \frac{16.666,7}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,88} = 27,3 \text{ A} \Rightarrow 27,3 \cdot \frac{1,25}{0,73} = 46,75 \text{ A}$$

Πηγαίνοντας στους πίνακες 4, 5 και 6 φαίνεται η διατομή του καλωδίου είναι $10mm^2$, το ρελέ ισχύος είναι CL04A3 και το αντίστοιχο θερμικό είναι τύπου RT1 ρυθμίζοντάς το στα 27,3A.

Τέλος, η πτώση τάσης θα είναι:

$$R_{20^\circ C} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 10} = 0,0018 \Omega/m \Rightarrow 0,0018 \cdot 15m = 0,027 \Omega$$

$$R_{70^\circ C} = R_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,027 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,032 \Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\varphi = 0,032 \cdot 27,3 \cdot 0,93 = 0,81V \leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Απ' ότι φαίνεται το $10mm^2$ είναι ικανό για να καλύψει το φορτίο. Όμως, ο διαχωριστήρας όπως προαναφέρθηκε παρουσιάζει μεγάλα ρεύματα εκκίνησης για μεγάλο χρονικό διάστημα (30 – 40 sec) και έτσι η διατομή θα είναι $16mm^2$.

Επίσης, στον ελαιοδιαχωριστή θα συνδεθεί και μικροαυτόματος τύπου K (διότι το φορτίο είναι κινητήρας) με το ρεύμα του να κυμαίνεται από 27,3 A < I < 59,86 A, όπου το 59,86A είναι το μέγιστο ρεύμα που αντέχει η διατομή του καλωδίου σύμφωνα με το τύπο $I_{MAX} = I_0 \cdot 0.73$ με $I_0 = 82A$. Το ονομαστικό ρεύμα του μικροαυτόματου θα είναι 40A.

3.9.1 Υπολογισμός καλωδίου παροχής και διόρθωση cosφ

Έχουν υπολογισθεί τα ρεύματα σε κάθε γραμμή και με βάση αυτά θα υπολογιστεί το ρεύμα της γενικής γραμμής.

Άρα, το ολικό ρεύμα είναι:

$$I_{ολικό} = 3,45 < 34,9^\circ + 0,47 < 45,6^\circ + 2,18 < 36,9^\circ + 0,49 < 45,6^\circ + 1,6 < 41,4^\circ + 2,95 < 34,9^\circ + 4,8 < 31,8^\circ + 5,5 < 31,8^\circ + 3,34 < 34,9^\circ + 2,7 < 34,9^\circ + 52,7 < 25,8^\circ + 2,7 < 34,9^\circ + 2 < 36,9^\circ + 3,8 < 34,9^\circ + 2,7 < 34,9^\circ + 11 < 29,5^\circ + 8 \cdot (5 < 34,9^\circ) + 2,7 < 45,6^\circ + 1,5 < 31,8^\circ + 14,3 < 31,8^\circ + 27,3 < 28,4^\circ = 187,6 < 30,97^\circ A$$

Άρα το ολικό ρεύμα είναι 187,6A και ο συντελεστής ισχύος είναι $\cos\phi = 0,86$. Το επιθυμητό θα ήταν ο συντελεστής ισχύος να είναι 0,95 και έτσι χρειάζεται να συνδεθούν πυκνωτές.

Η συνολική πραγματική ισχύς της γενικής γραμμής είναι:

$$P_{total} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 187,6 \cdot 0,86 = 111,6 \text{ kW}$$

και η συνολική άεργος ισχύς είναι:

$$Q_{total} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 187,6 \cdot 0,51 = 66,3 \text{ kVar}$$

Για να βγει ο συντελεστής ισχύος 0,95 η πραγματική ισχύς θα παραμείνει ίδια ενώ θα πρέπει να μειωθεί η άεργος ισχύς. Η καινούργια άεργος ισχύς (Q'_{total}) θα είναι:

$$Q'_{total} = P_{total} \cdot \tan(\cos^{-1} 0.95) = 111,6 \cdot \tan(18,2^\circ) = 36,7 \text{ kVar}$$

Άρα $Q_C = Q_{total} - Q'_{total} = 66,3 - 36,7 = 29,6 \text{ kVar}$ οι οποίοι θα συνδεθούν σε τρίγωνο.

Εφόσον η πραγματική ισχύς παραμένει ίδια τότε το ρεύμα θα μειωθεί. Το νέο ρεύμα θα είναι:

$$I' = \frac{P_{total}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = \frac{111600}{657,4} = 169,8A$$

Αφού βρέθηκε και το ρεύμα της γενικής γραμμής τότε θα πρέπει να βρεθεί η διατομή του καλωδίου παροχής. Το ρεύμα του καλωδίου είναι $I_0 = 169,8/0,85 \approx 200A$ επειδή το καλώδιο

βρίσκεται μέσα σε σωλήνα. Με βάση το πίνακα 4 η διατομή που καλύπτει την γραμμή παροχής είναι τα 70mm² επειδή το καλώδιο είναι οριακό θα μπει η αμέσως επόμενη διατομή που είναι 95 mm². Επιπλέον, η απόσταση της γενικής γραμμής από το ρολόι της ΔΕΗ μέχρι το πίνακα είναι 12m. Οπότε πρέπει να εξετασθεί και το ενδεχόμενο για πτώση τάσης στη γραμμή.

Η πτώση τάσης θα είναι:

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{k \cdot q} = \frac{1}{56 \cdot 95} = 0,00019 \Omega/\text{m} \Rightarrow 0,00019 \cdot 12\text{m} = 0,0023 \Omega$$

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) = 0,0023 \cdot (1 + 0,004 \cdot 50) = 0,0028\Omega$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\phi + X \cdot I \cdot \sin\phi = 0,0028 \cdot 169,8 \cdot 0,95 + 0,001 \cdot 169,8 \cdot 0,31 = 0,5\text{V}$$

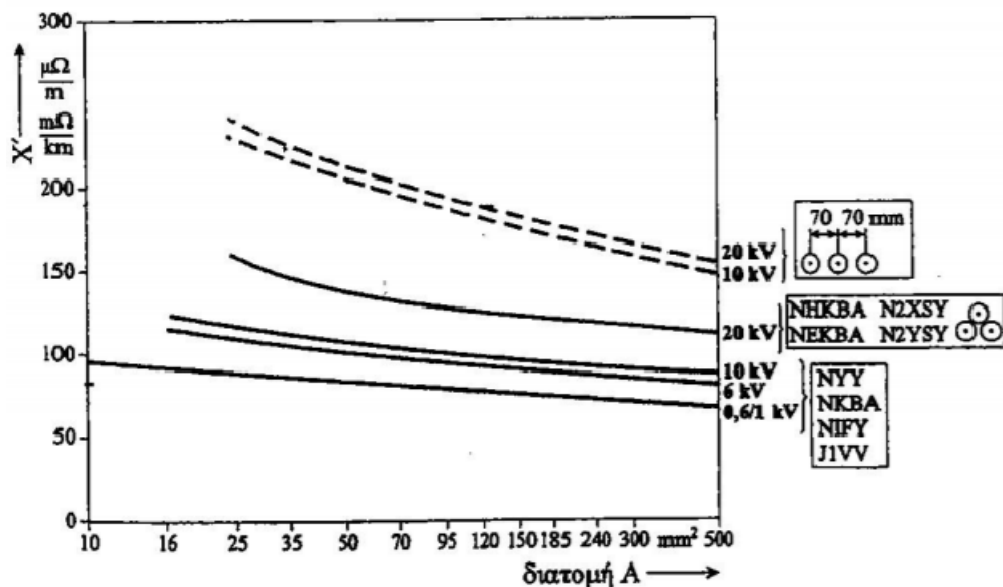
$$\leq 4\% \cdot 230 \text{ V}$$

Με βάση το πίνακα 8 το νέο X' θα είναι: X'=0,093 και το X θα είναι:

$$X = 0,093 \cdot 0,012 = 0,001\Omega$$

Οπότε, το 95mm² είναι ικανοποιητικό για τη γενική γραμμή του πίνακα.

Σε αυτή την περίπτωση όταν η διατομή του καλωδίου είναι από 25mm² και πάνω πρέπει να ληφθεί υπόψιν και η επαγωγική αντίδραση X που παρουσιάζει το καλώδιο. Για την εύρεση της τιμής X θα γίνει μέσω του πίνακα 8 που φαίνεται παρακάτω.



Πίνακας 8: Αντιδράσεις καλωδίων για μέση και χαμηλή τάση σε ορθό σύστημα (συμμετρική φόρτιση) στα 50Hz.

3.9.2 Κύκλωμα ισχύος και αυτοματισμού του πίνακα

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν το κύκλωμα ισχύος και αυτοματισμού του πίνακα, που θα χρησιμοποιηθεί για το ελαιοτριβείο. Όλα τα σχέδια, που φαίνονται παρακάτω, έχουν γίνει μέσω του προγράμματος Eplan.

Στην **εικόνα 31** παρατηρείται η παροχή γραμμής του πίνακα. Οι γραμμές του πίνακα συνδέονται σε αντικεραυνική προστασία, με σκοπό να προστατεύεται ο πίνακας από υπερτάσεις από το δίκτυο της ΔΕΗ.

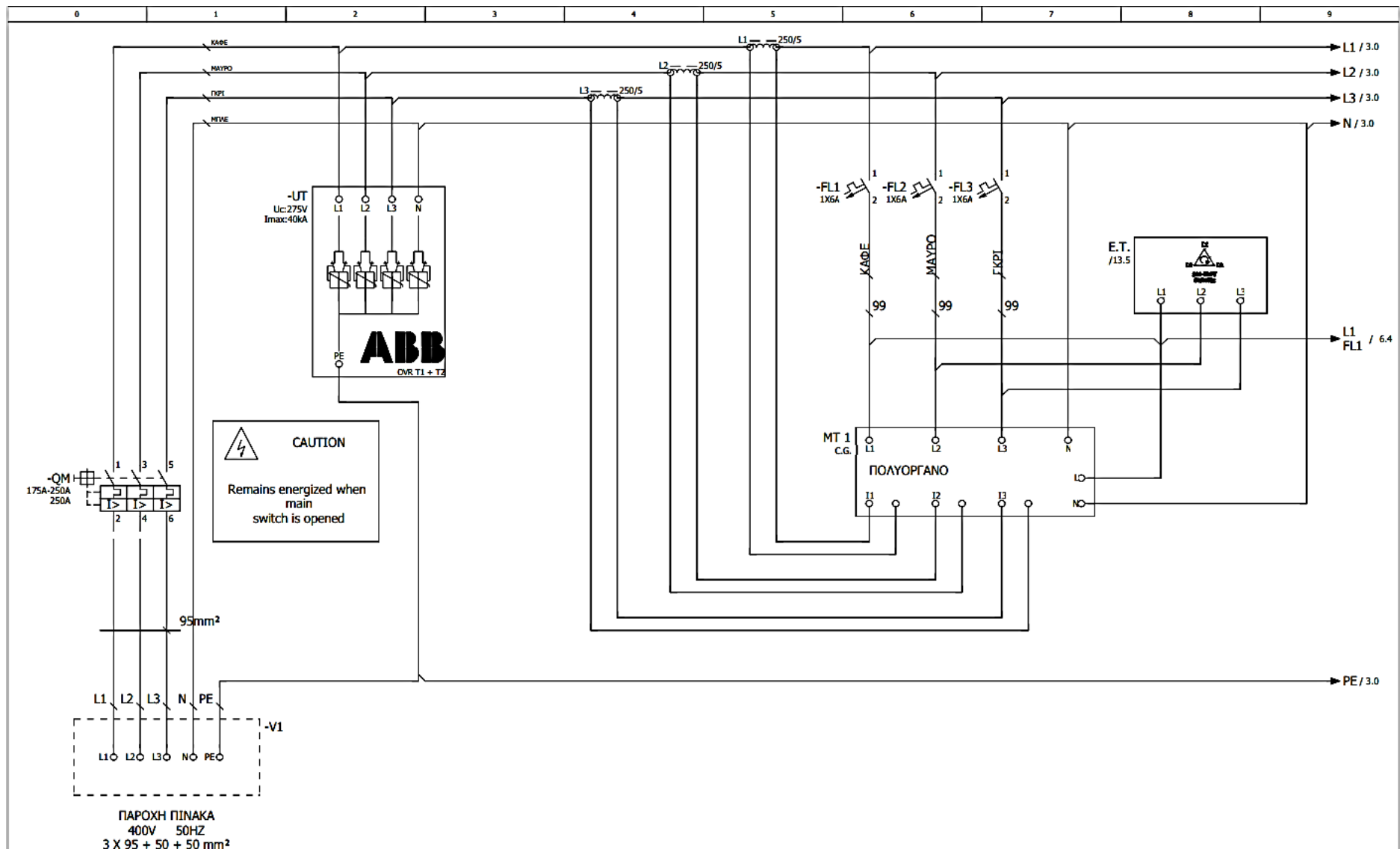
Μετά την αντικεραυνική προστασία περνούν από μετασχηματιστές έντασης και από τους μετασχηματιστές οι οποίοι ελέγχουν το πολυόργανο. Στο πολυόργανο, εκτός από τα καλώδια του Μ/Σ έντασης, συνδέονται και τα καλώδια των τριών φάσεων μέσω μικροαυτομάτων.

Τέλος, παράλληλα με την καλωδίωση από τους μικροαυτόματους στο πολυόργανο συνδέεται και ο επιτηρητής τάσης, ελέγχοντας το βοηθητικό κύκλωμα.

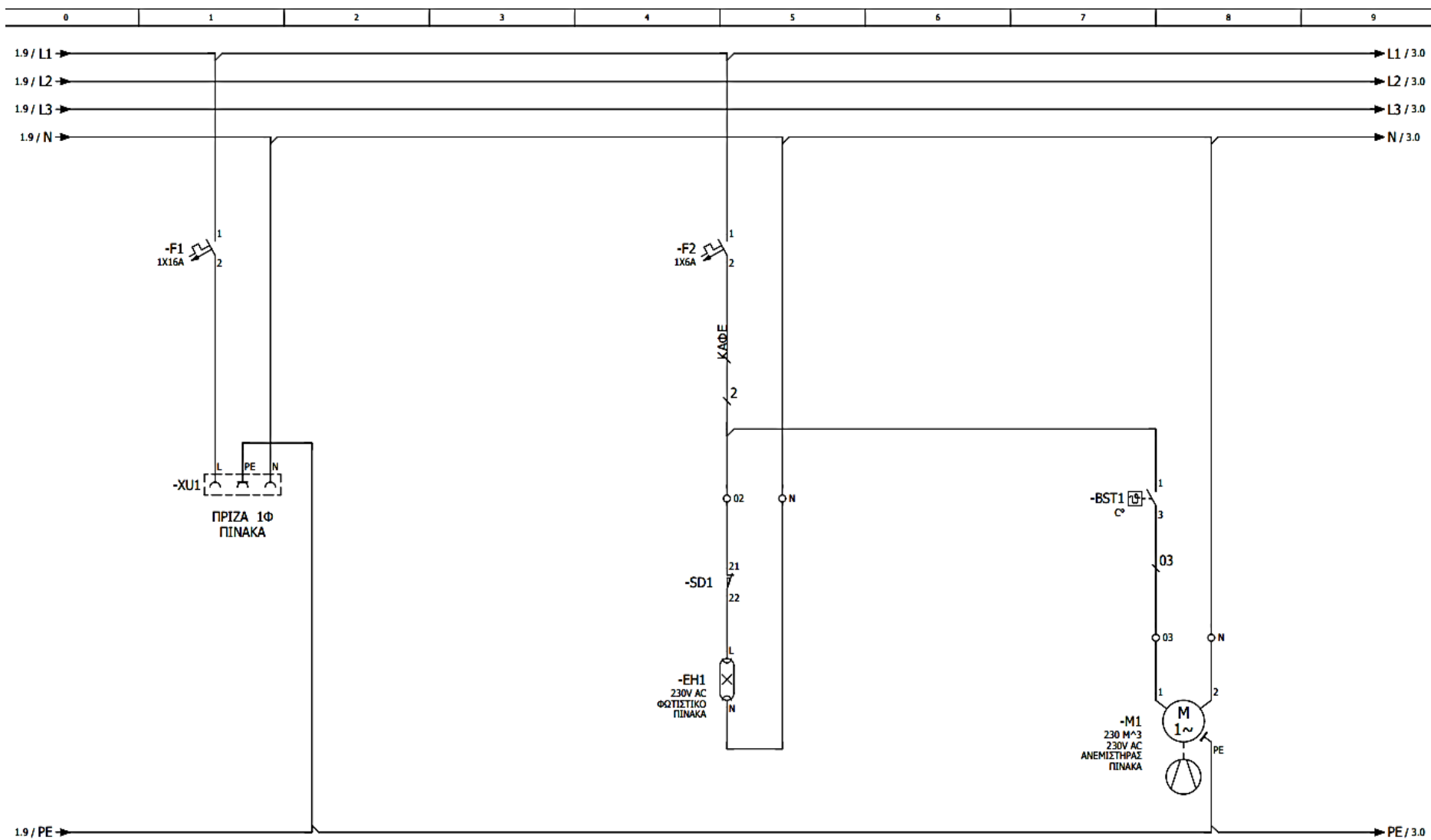
Στις υπόλοιπες εικόνες φαίνονται το πολυγραμμικό σχέδιο παροχής πρίζας, φωτιστικού, ανεμιστήρα, παροχής ζυγιστικού, εφεδρικές γραμμές και το κύκλωμα ισχύος κάθε κινητήριας μηχανής μαζί με δύο εφεδρικά κυκλώματα. Αξίζει να σημειωθεί πως η αντλία τροφοδοσίας μονορυμρ καθώς και ο κοχλίας τροφοδοσίας λειτουργούν και ελέγχονται μέσω inverter.

Επίσης, όλες οι κινητήριες μηχανές έχουν θερμομαγνητική προστασία με εξαίρεση τους δύο ελαιοδιαχωριστές, όπου το κύκλωμα ισχύος τους αποτελείται από μικροαυτόματους και από θερμικό.

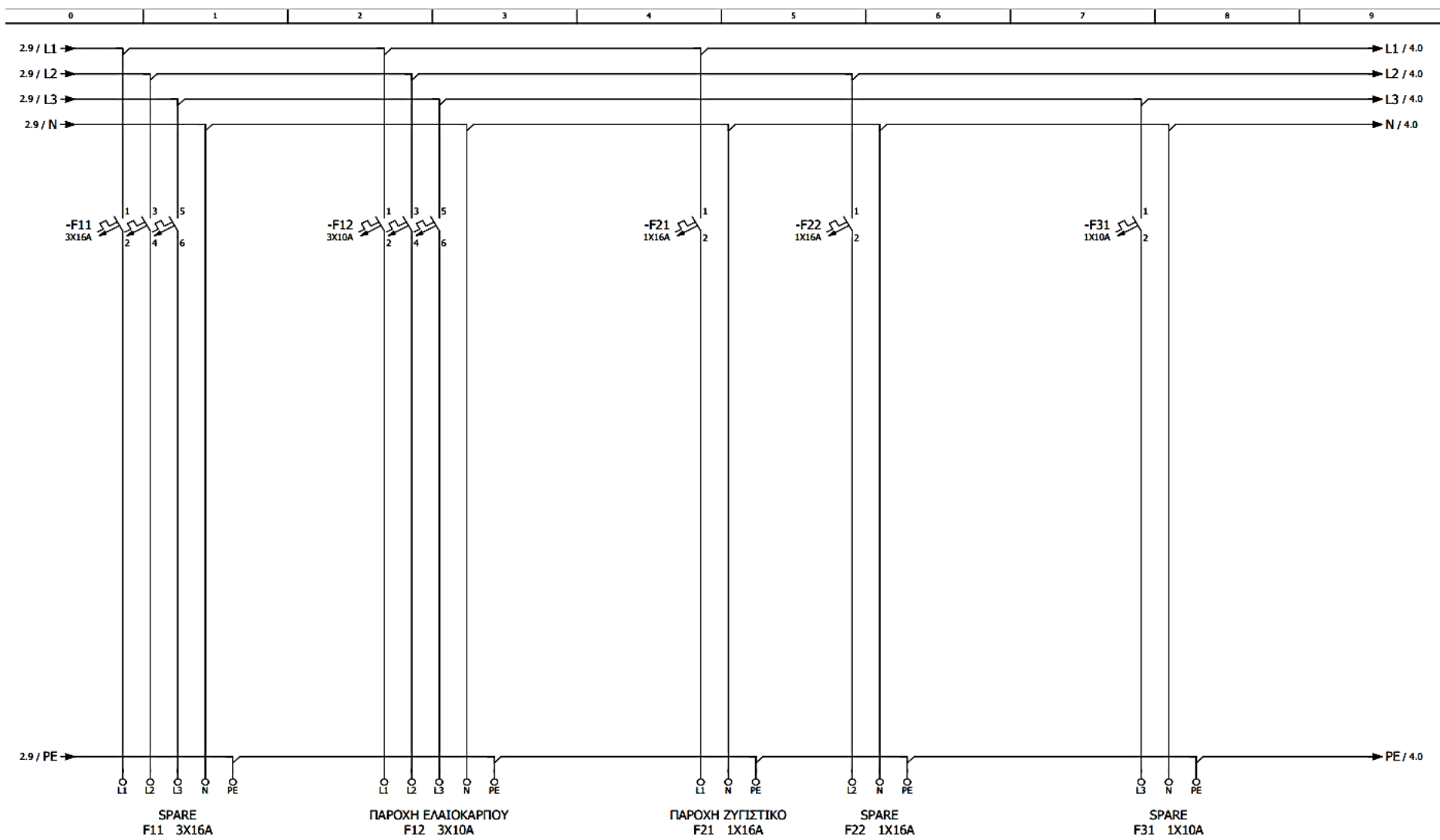
Τέλος, παρακάτω φαίνεται και το σχέδιο με τις ηλεκτροβάνες για τους μαλακτήρες.



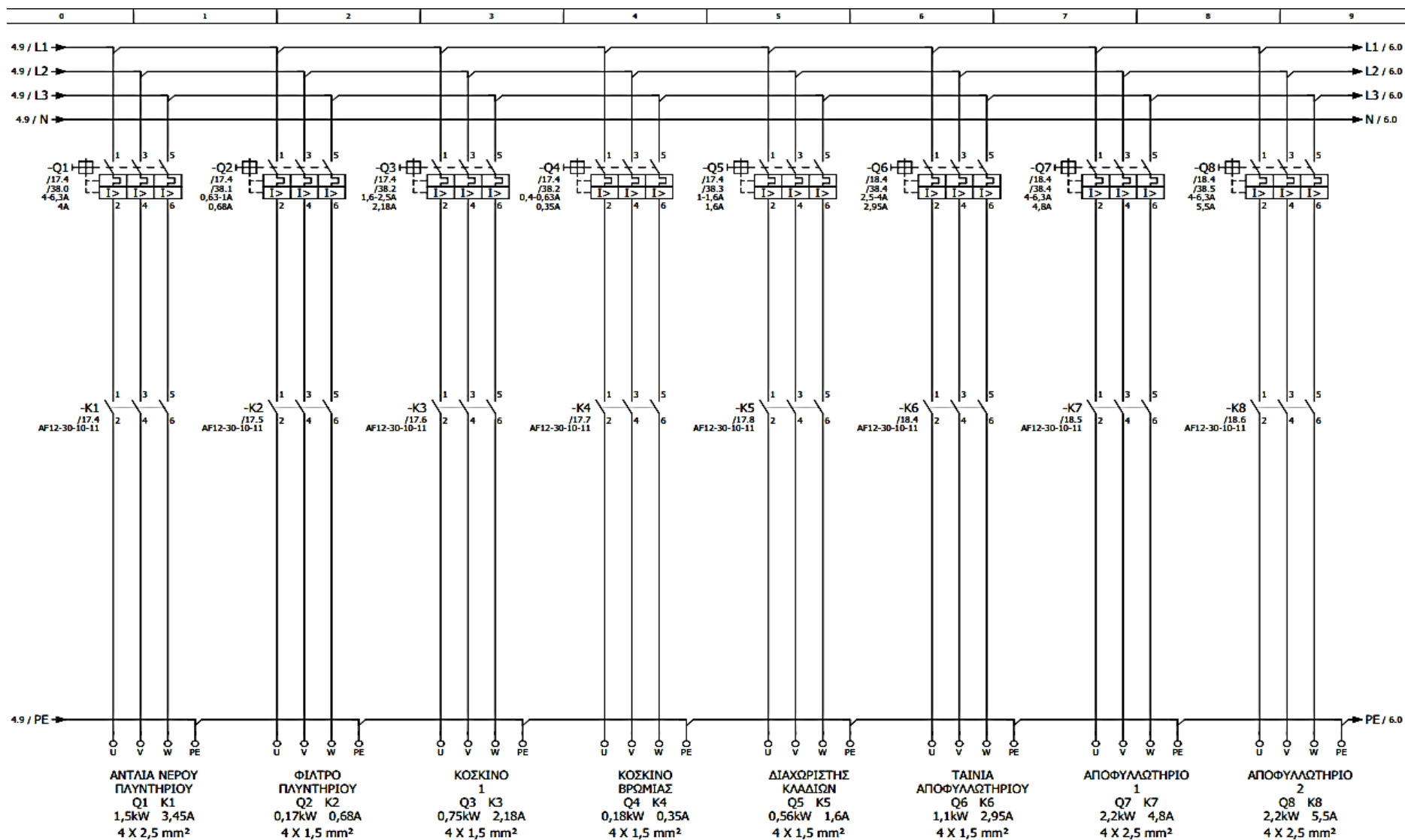
Εικόνα 31: Πολυγραμμικό σχέδιο παροχής πίνακα, το πολύοργανο, ο επιτηρητής τάσης και η συνδεσμολογία τους



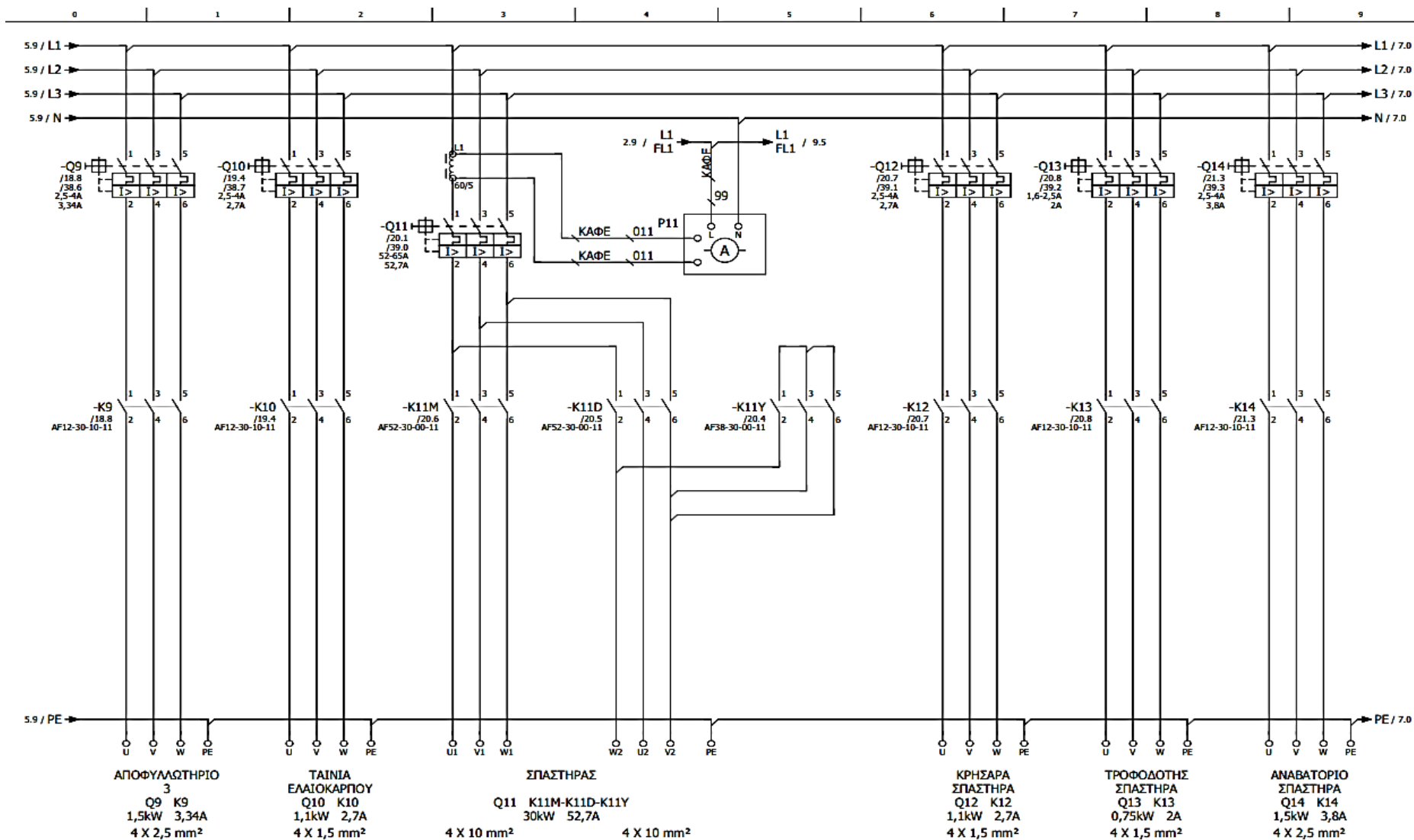
Εικόνα 32: Μονογραμμικό σχέδιο πρίζας, φωτιστικού πίνακα και ανεμιστήρα



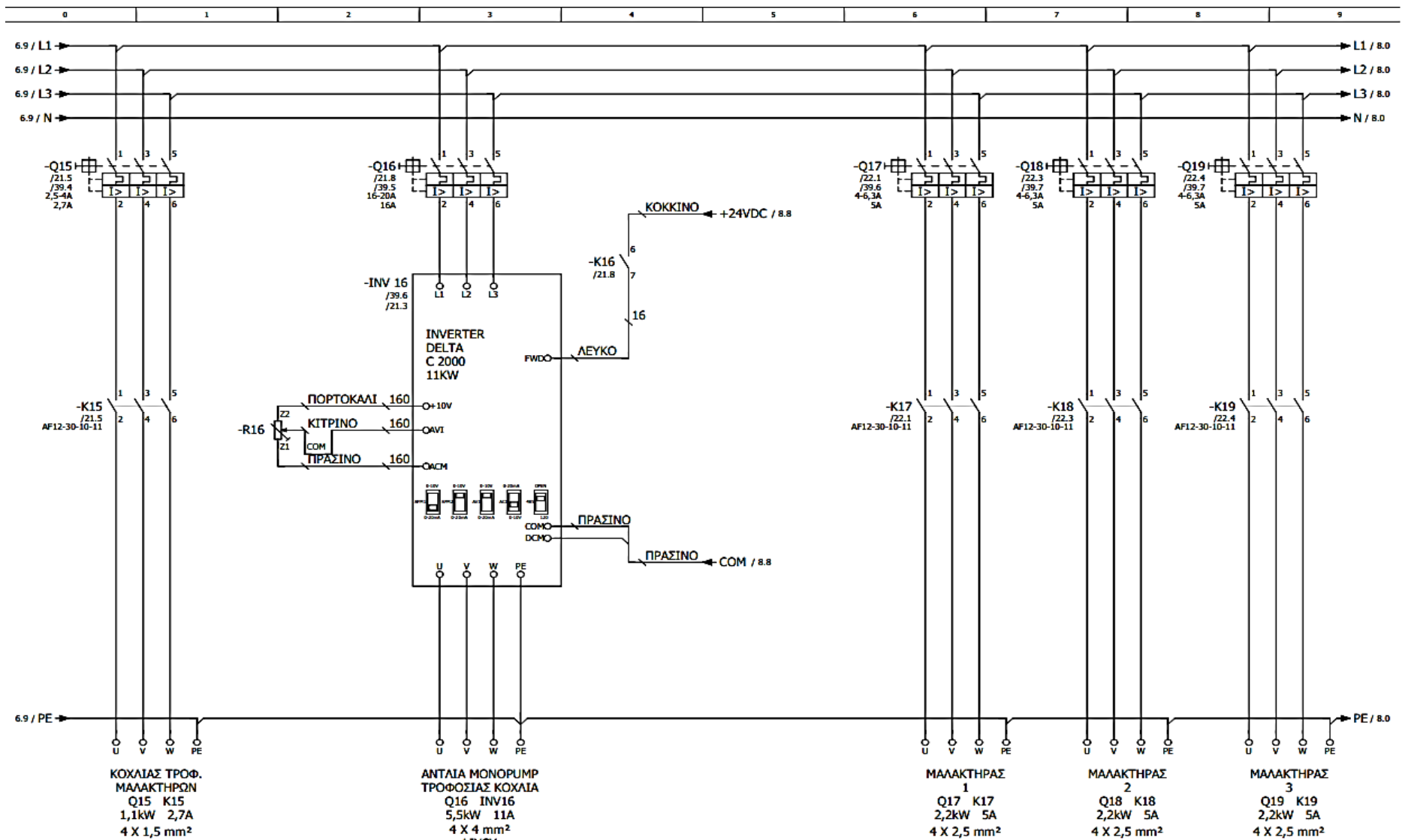
Εικόνα 33: Πολυγραμμικό σχέδιο παροχών και εφεδρικών γραμμών



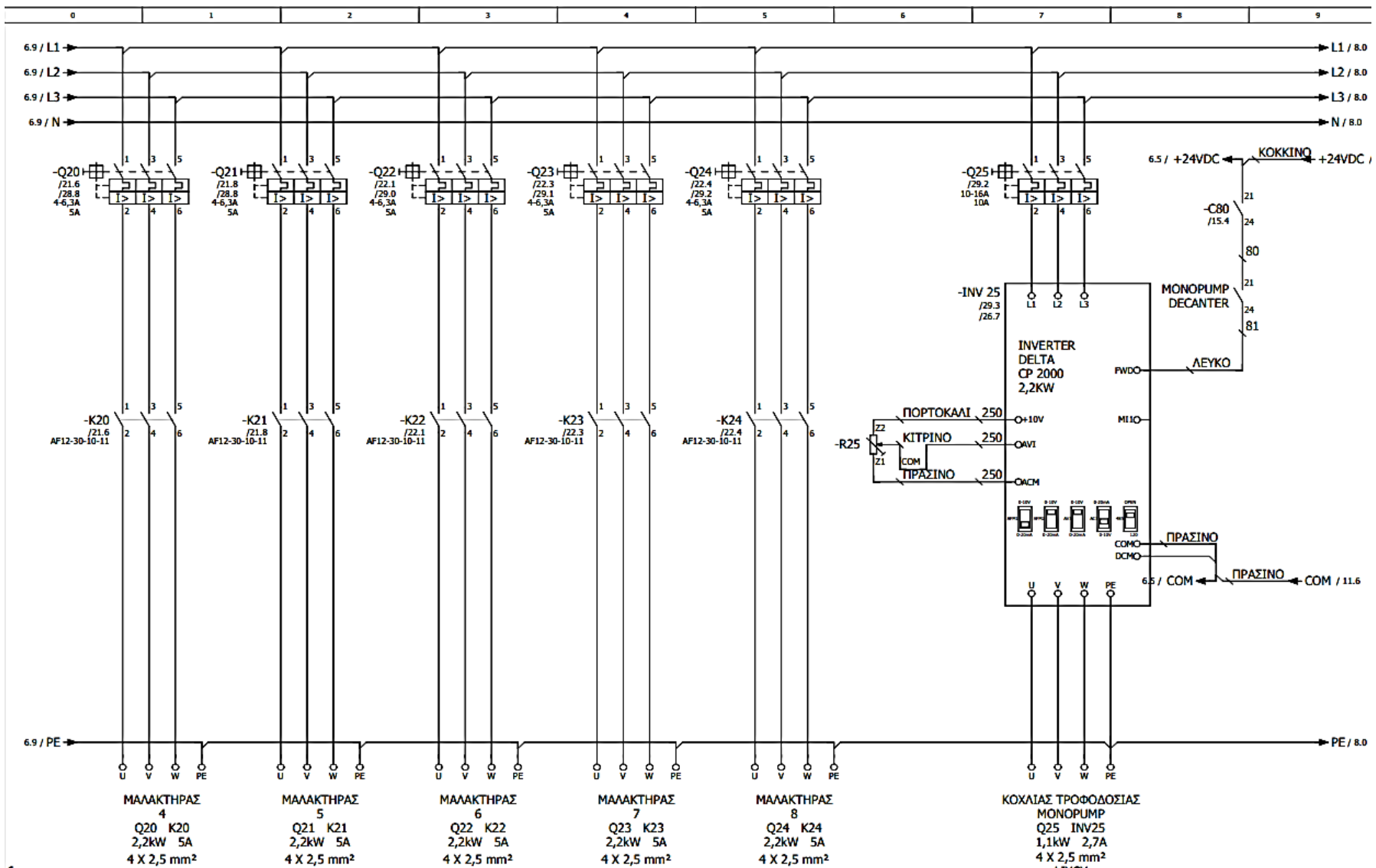
Εικόνα 34: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου



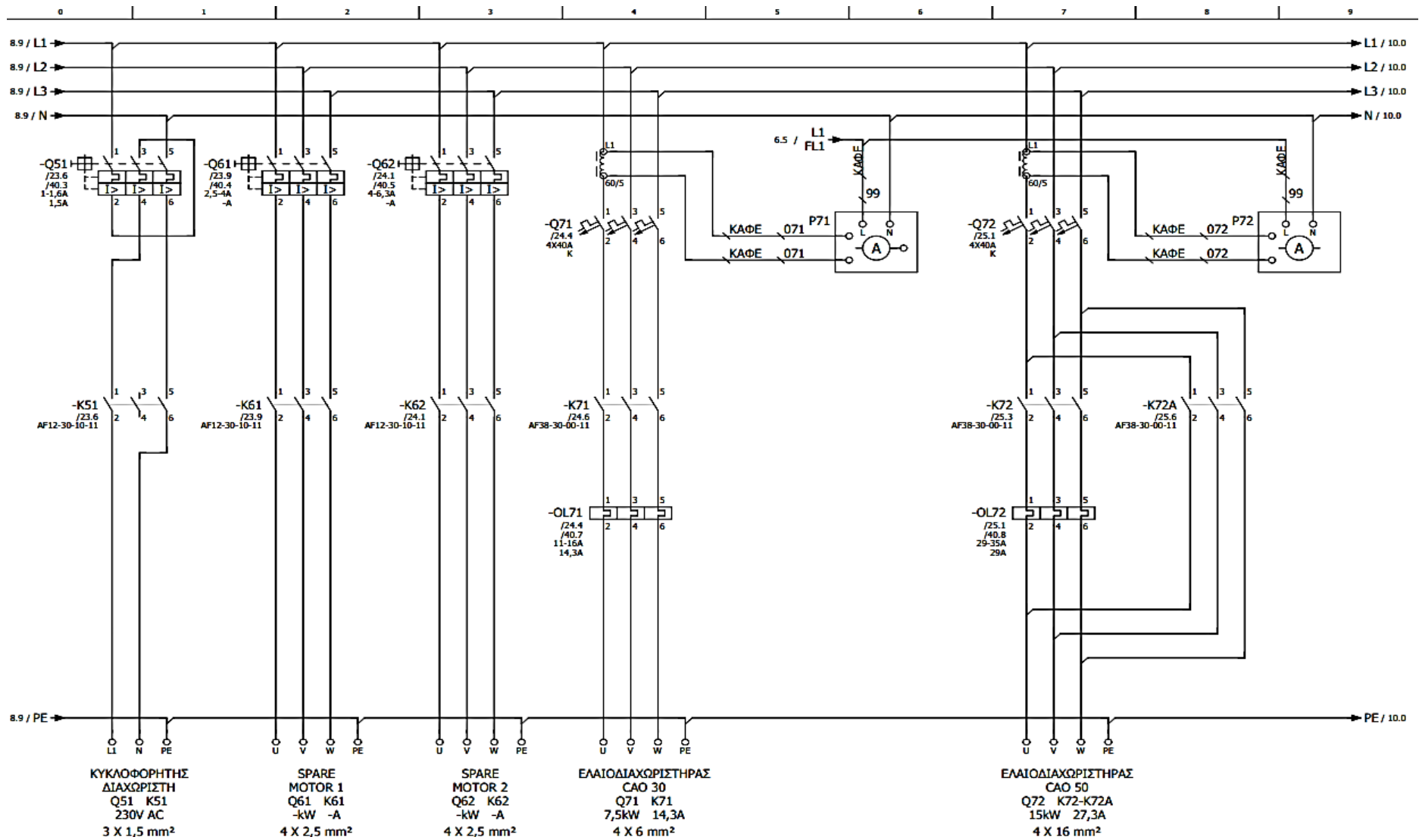
Εικόνα 35: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου



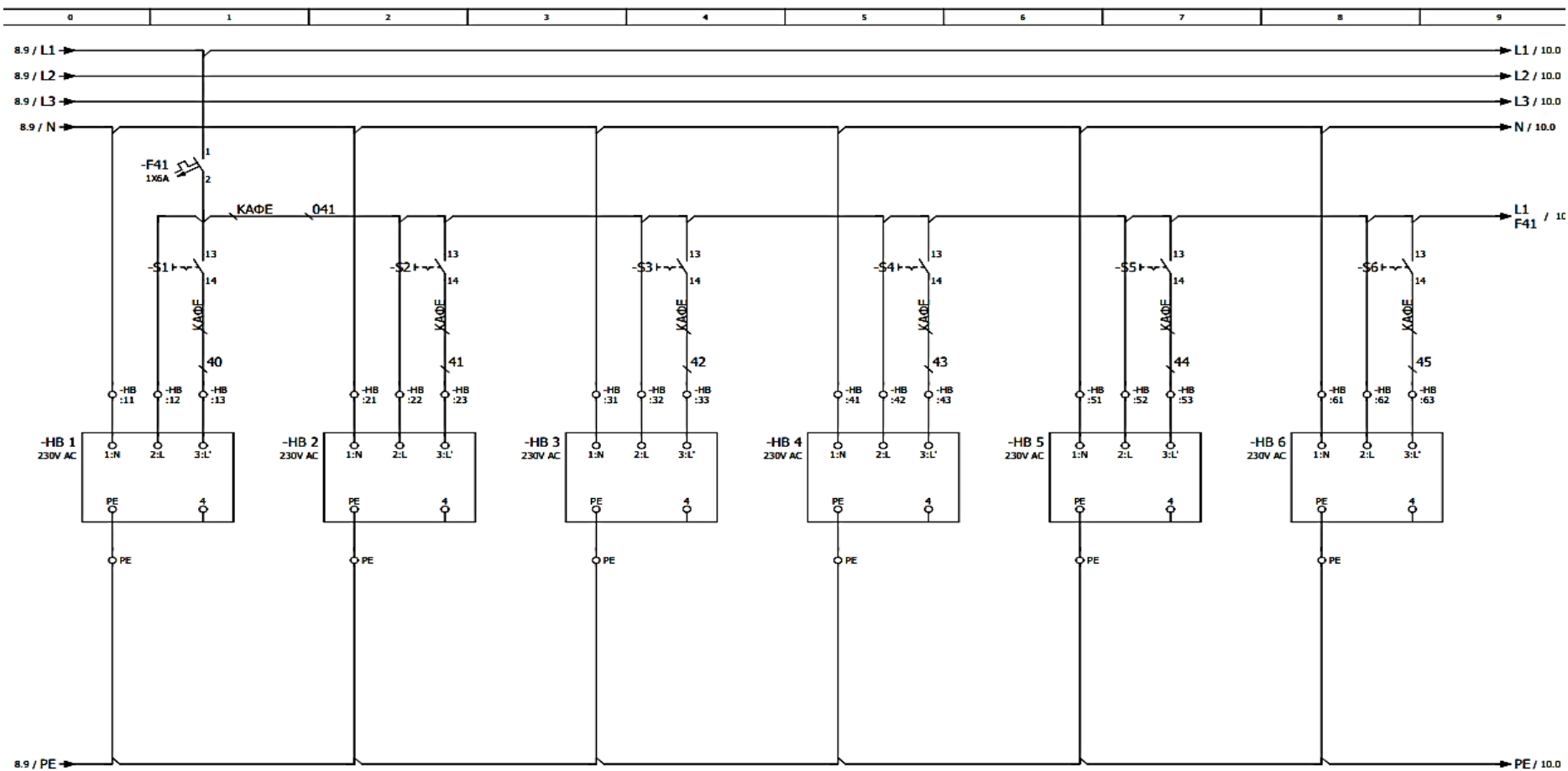
Εικόνα 36: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου



Εικόνα 37: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιτριβείου



Εικόνα 38: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου



ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 1
5 X 1 mm²

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 2
5 X 1 mm²

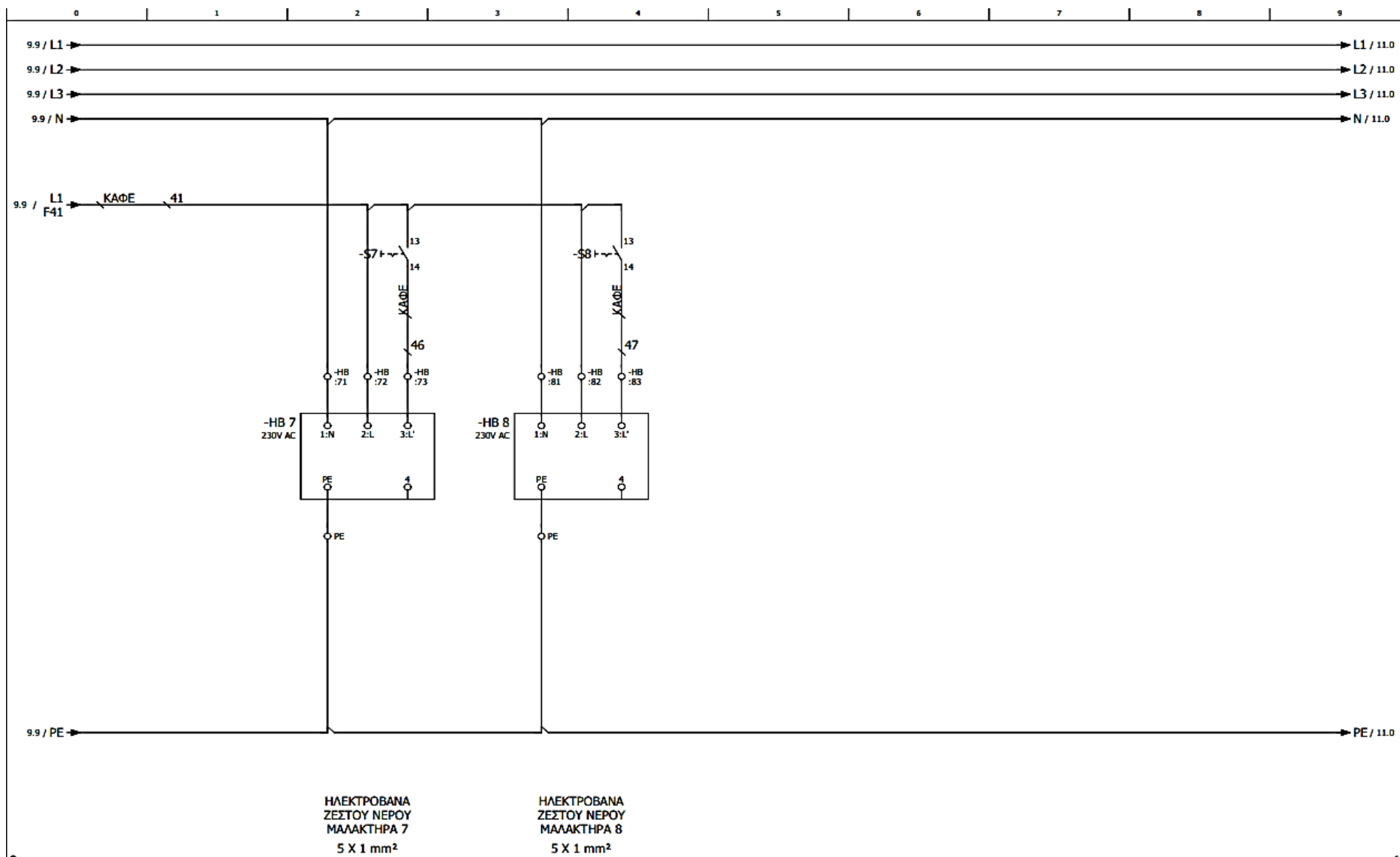
ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 3
5 X 1 mm²

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 4
5 X 1 mm²

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 5
5 X 1 mm²

ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ
ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΜΑΛΑΚΤΗΡΑ 6
5 X 1 mm²

Εικόνα 39: Το κύκλωμα ισχύος για τις ηλεκτροβάνες των μαλακτήρων



Εικόνα 40: Το κύκλωμα ισχύος για τις ηλεκτροβάνες των μαλακτήρων

3.9.2.1 Διαδικασία εκκίνησης κυκλώματος αυτοματισμού

Βήμα 1: Πατώντας το μπουτόν Start (**B6**) ξεκινά η ταινία του αποφυλλωτηρίου (**K6**) και ταυτόχρονα ξεκινούν το αποφυλλωτήριο **1** και αποφυλλωτήριο **2** (**K7**) & (**K8**). Εναλλακτικά σε περίπτωση μεγάλου όγκου φύλλων μπαίνει σε λειτουργία και το αποφυλλωτήριο **3** (**K9**) μέσω του μπουτόν Start (**B9**) (βλ. εικ.47).

Βήμα 2: Πατώντας το μπουτόν Start (**B11**) ξεκινά ο σπαστήρας (**K11**) (με $Y - \Delta$) και όταν γίνει μετάβαση σε Δ ξεκινούν η κρησάρα σπαστήρα (**K12**) και ο τροφοδότης σπαστήρα (**K13**) (βλ. εικ.49).

Βήμα 3: Ανοίγοντας οποιαδήποτε βάνα εισόδου μαλακτήρα (**1 - 8**) συνδέεται το αντίστοιχο ηλεκτρόδιο στάθμης του μαλακτήρα με τον επιτηρητή στάθμης (**RL1-8**) ενεργοποιείται το βοηθητικό ρελέ (**C50**) μέσω των βοηθητικών (**C21 - C28**) (βλ. εικ.43) και ξεκινά ο κοχλίας τροφοδοσίας μαλακτῆρων (**K15**). Με προϋπόθεση ότι δουλεύει ο κοχλίας τροφοδοσίας μαλακτῆρων και πατώντας το μπουτόν Start (**B16**) ενεργοποιείται η αντλία μονορυμπ (**K16 - INV16**), που μεταφέρει τον πολτό ελαιόκαρπου από την έξοδο του σπαστήρα προς το κοχλία τροφοδοσίας μαλακτῆρων.

Με προϋπόθεση ότι δουλεύει η αντλία μονορυμπ (**INV16**) και ο τροφοδότης σπαστήρα (**K13**) μέσω του μπουτόν Start (**B14**) ξεκινά το αναβατόριο σπαστήρα (**K14**) (βλ.εικ.50).

Παρατήρηση!!!: Σε περίπτωση που ανοιχτεί και δεύτερη βάνα εισόδου μαλακτήρα (λογική XOR) απενεργοποιείται όλα το **βήμα 3** μέσω του C50 (βλ.εικ.45). Το ίδιο επίσης θα συμβεί αν η στάθμη του μαλακτήρα φτάσει στο ανώτατο όριο (βλ. εικ.41).

Βήμα 4: Αν λειτουργεί το αναβατόριο σπαστήρα (**K14**) και πατώντας το μπουτόν Start (**B1**) ενεργοποιείται η αντλία νερού πλυντηρίου (**K1**) και κατόπιν ξεκινούν το φίλτρο νερού, κόσκινο 1, κόσκινο βρωμιάς, διαχωριστής κλαδιών και η βαλβίδα νερού (**K2**), (**K3**), (**K4**), (**K5**) και (**VAL1**) αντίστοιχα. Κατά τη λειτουργία του **βήματος 4** αν σταματήσει το αναβατόριο σπαστήρα (**K14**) μετά από χρόνο t απενεργοποιείται (μέσω του **T14**) όλο το κύκλωμα πλύσης για εξοικονόμηση νερού (βλ. εικ.46).

Βήμα 5: Αν λειτουργεί ο διαχωριστής κλαδιών (**K5**) και το αποφυλλωτήριο **2** πατώντας το μπουτόν Start (**B10**) ξεκινά η ταινία ελαιόκαρπου (**K10**) (βλ.εικ48).

Βήμα 6: Με τα μπουτόν (**B17 - B24**) ενεργοποιούνται οι αντίστοιχοι μαλακτῆρες (**1 - 8**) (κοχλίας ομογενοποίησης υλικού) (βλ. εικ. 51-52).

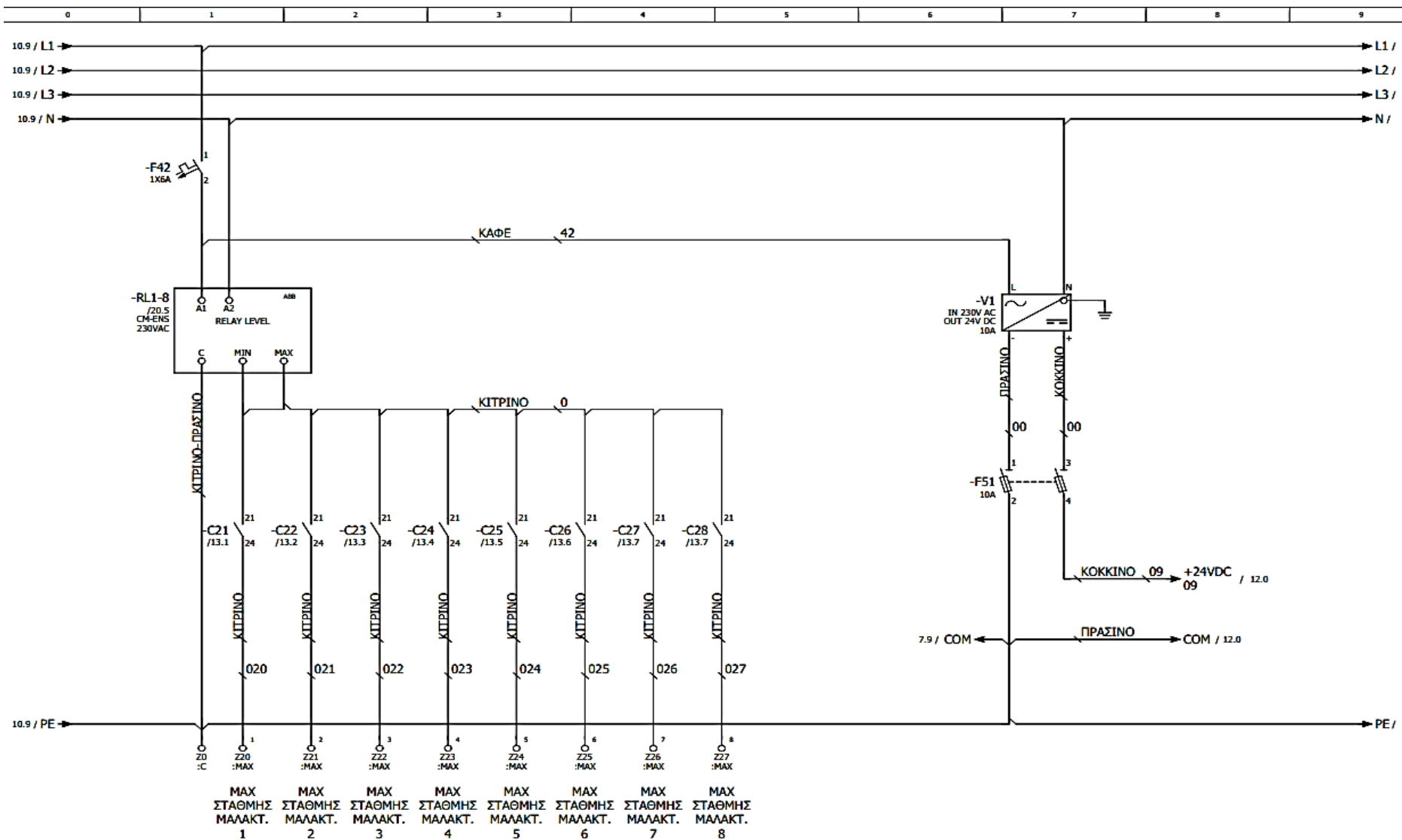
Βήμα 7: Πατώντας το μπουτόν Start (**B71**) ενεργοποιείται ο μικρός διαχωριστής CAO 30 (**K71**). Ο διαχωριστής προστατεύεται από επιπλέον ασφαλιστικά (ελεγκτή ταλάντωσης (**D71**) και θερμίστορ) (βλ. εικ. 53).

Βήμα 8: Πατώντας το μπουτόν Start (**B72**) ενεργοποιείται ο μεγάλος διαχωριστής CAO 50 (**K72**) μαζί με ρελέ παράκαμψης θερμικού (**K72A**) το οποίο λειτουργεί για χρονικό διάστημα t. Ο διαχωριστής προστατεύεται από επιπλέον ασφαλιστικά (ελεγκτή ταλάντωσης (**D72**) και θερμίστορ) (βλ. εικ. 54).

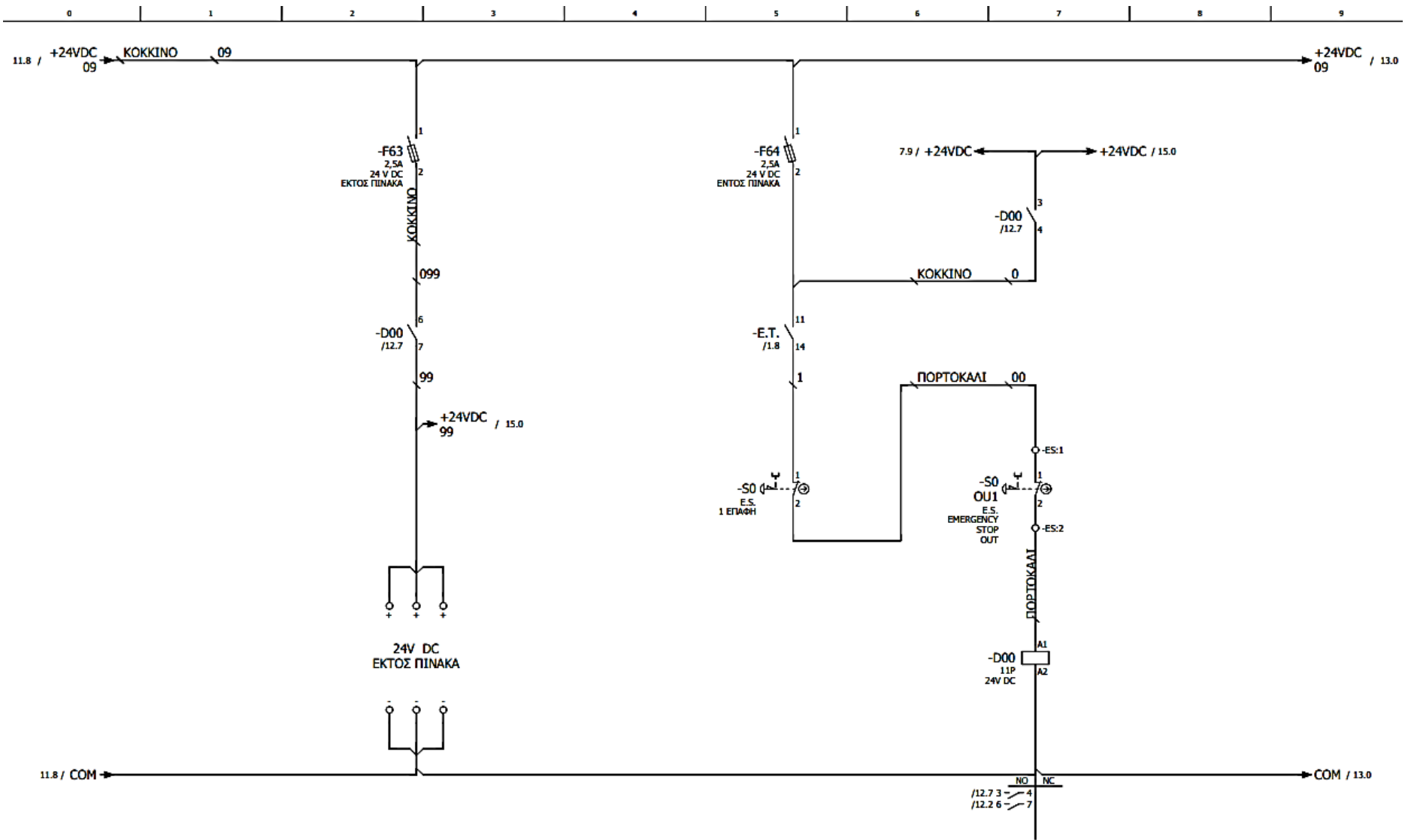
Η απενεργοποίηση κάθε βήματος γίνεται αν πατηθεί το αντίστοιχο μπουτόν Stop ή ενεργοποιηθεί οποιοδήποτε θερμικό από τους κινητήρες του κάθε κυκλώματος.

Βήμα Decanter: Ανοίγοντας οποιοδήποτε βάνα αδειάσματος μαλακτήρα (**1 – 8**) ενεργοποιείται το βοηθητικό ρελέ (**C80**) μέσω των βοηθητικών (**C31 – C38**) (βλ. εικ.44) και ξεκινά η μονορumpf decanter μεταφέροντας το υλικό από τους μαλακτήρες προς το φυγοκεντρικό διαχωριστή (decanter). Το κύκλωμα αυτοματισμού του decanter είναι μέσω PLC και είναι αδύνατη η πρόσβαση στο κύκλωμα αυτοματισμού του.

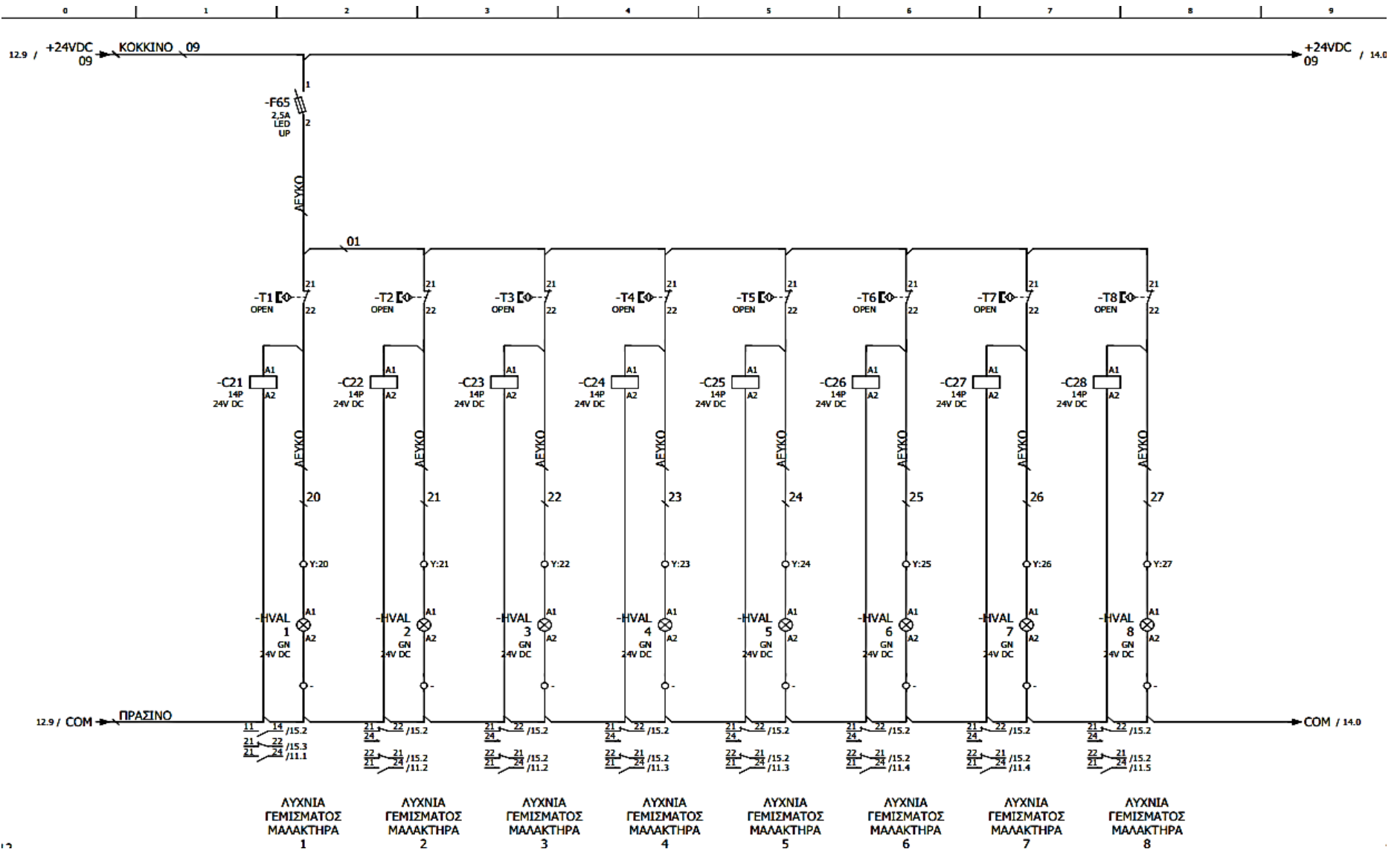
Παρατήρηση!!!: Σε περίπτωση που ανοιχτεί και δεύτερη βάνα αδειάσματος μαλακτήρα (λογική XOR) απενεργοποιείται η μονορumpf μέσω του C80 (βλ.εικ.45).



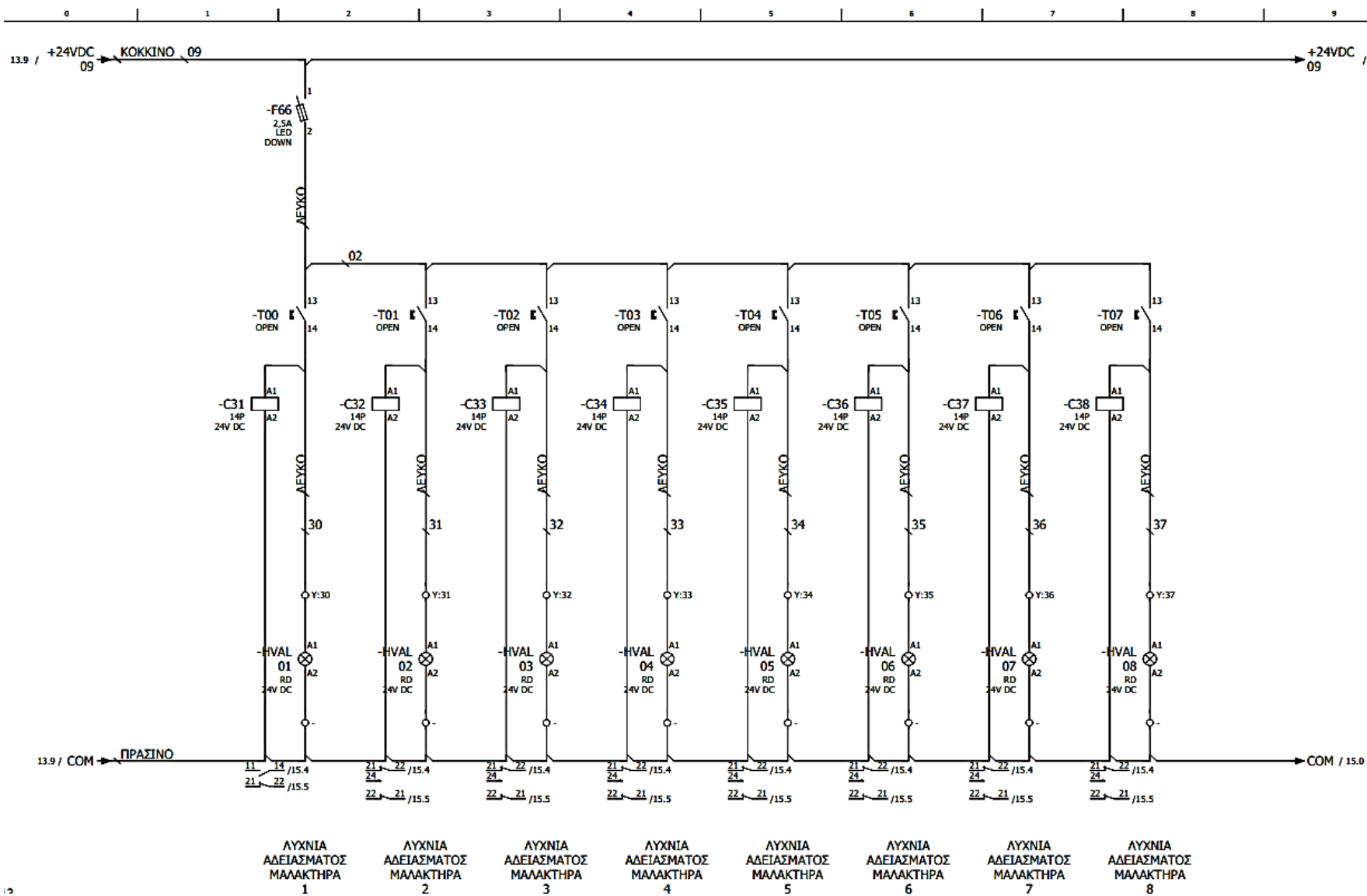
Εικόνα 41: Το κύκλωμα αυτοματισμού για την στάθμη των μαλακτήρων



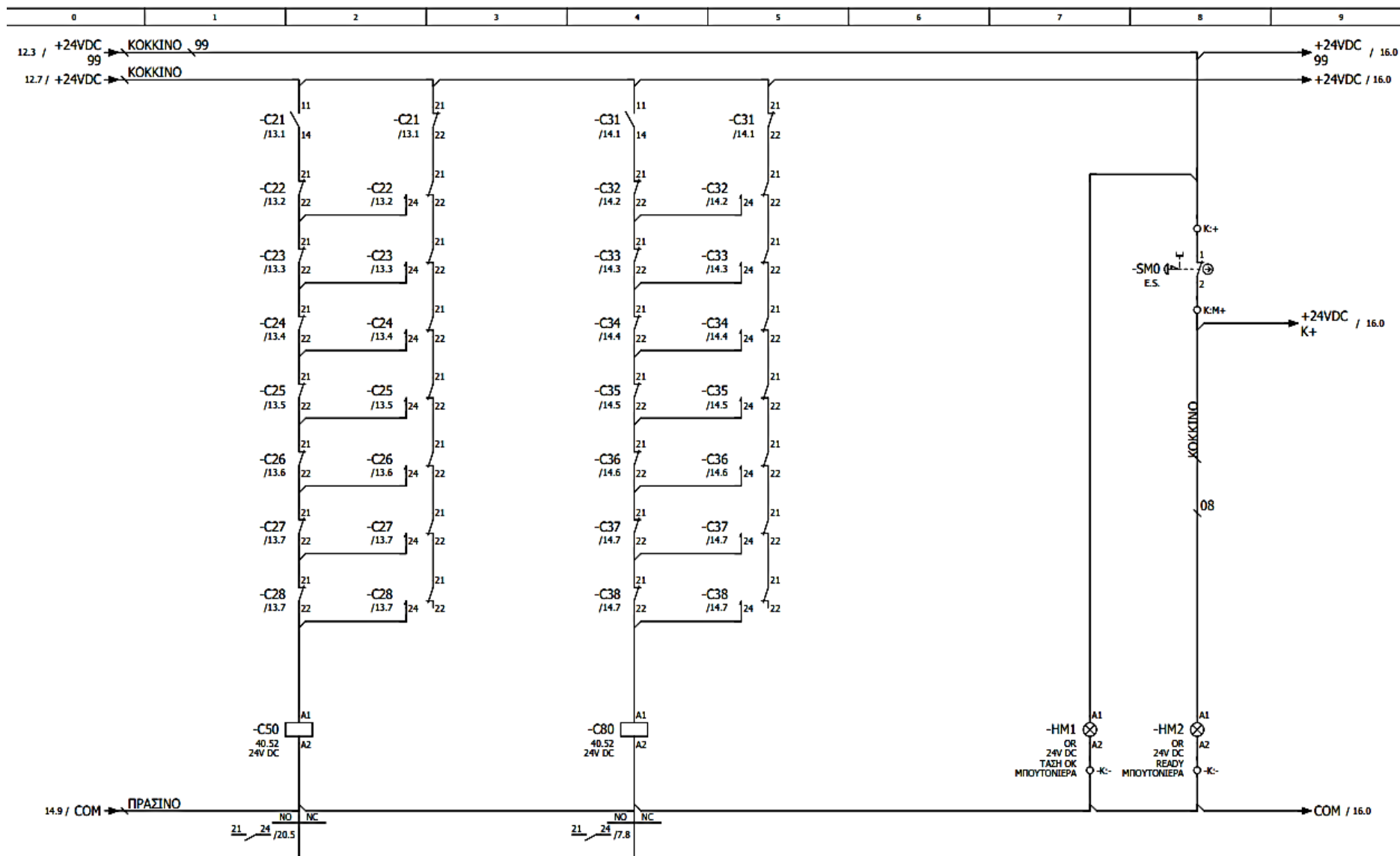
Εικόνα 42: το κύκλωμα αυτοματισμού του D00



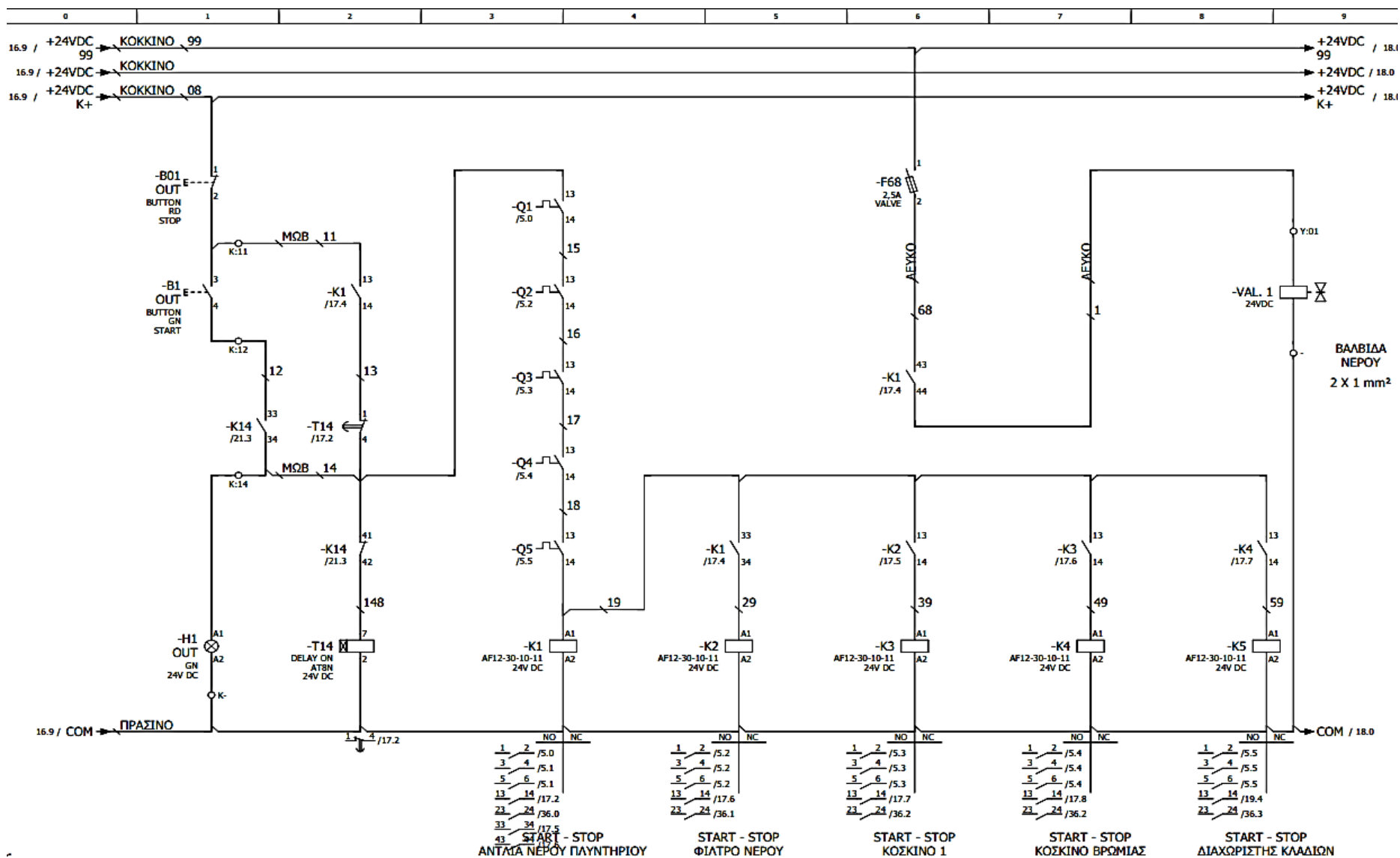
Εικόνα 43: Το κύκλωμα αυτοματισμού για τις λυχνίες γεμίσματος των μαλακτήρων



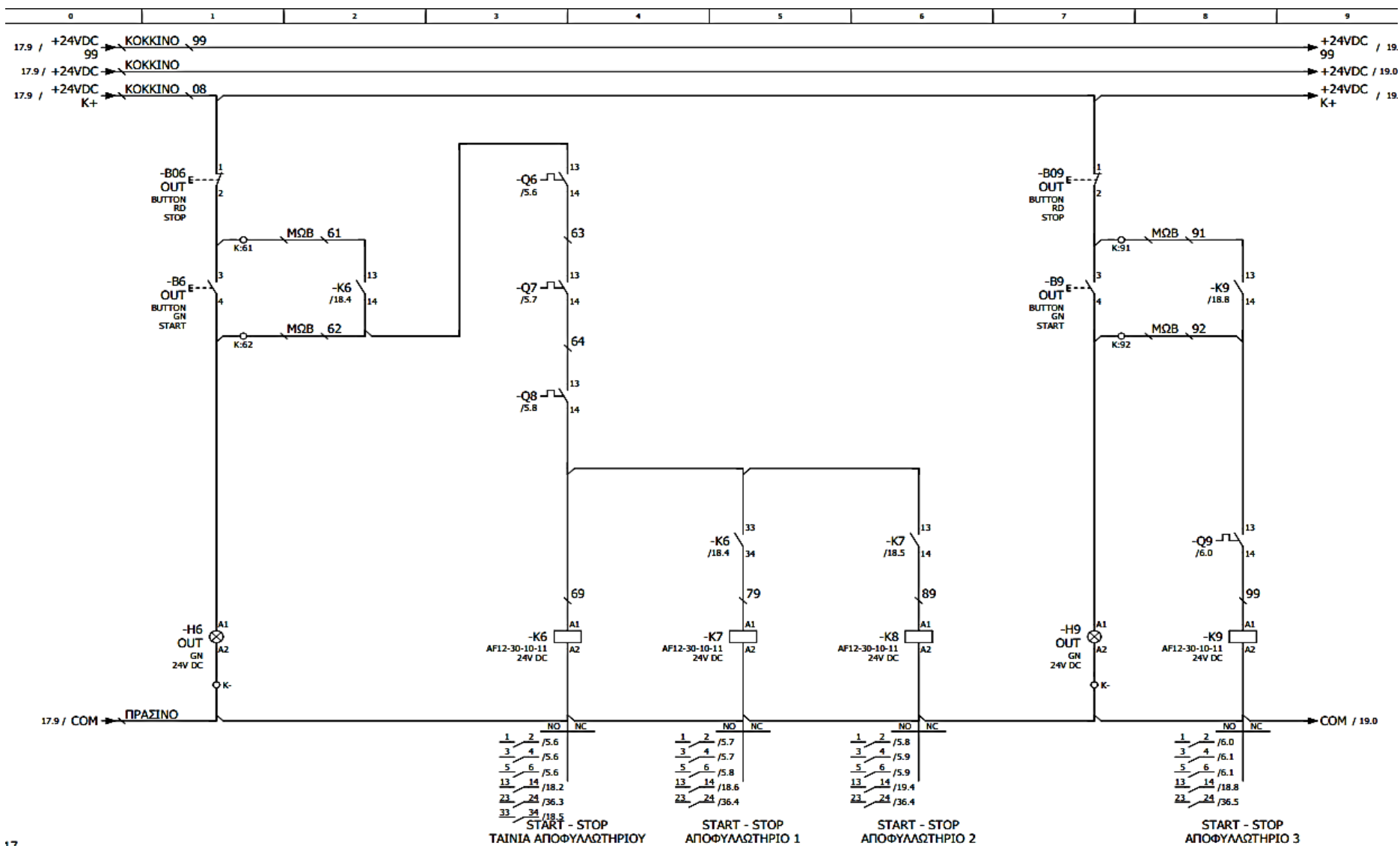
Εικόνα 44: Το κύκλωμα αυτοματισμού για τις λυχνίες αδειάσματος των μαλακτήρων



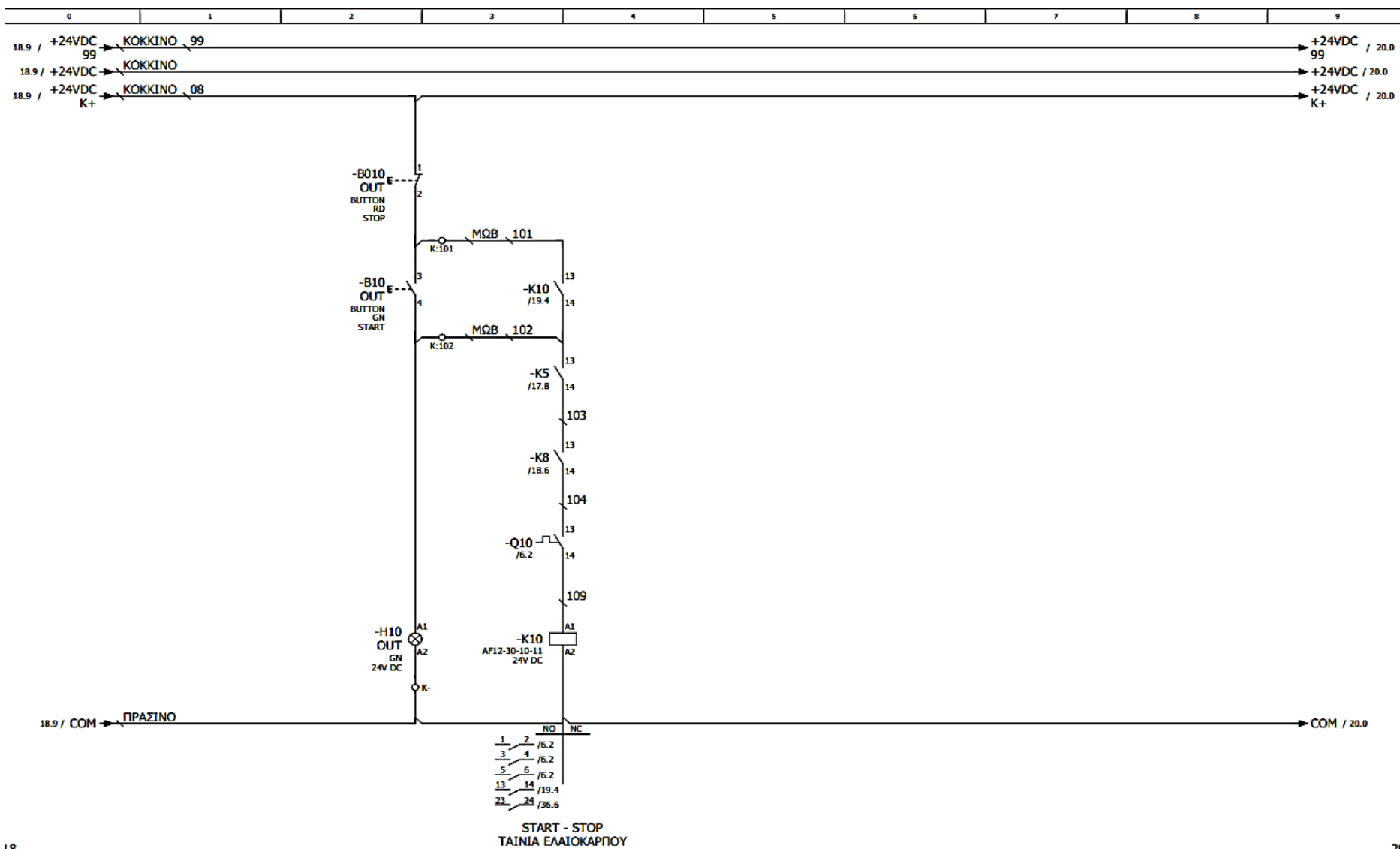
Εικόνα 45: Το κύκλωμα αυτοματισμού των βοηθητικών ρελέ C50 και C80



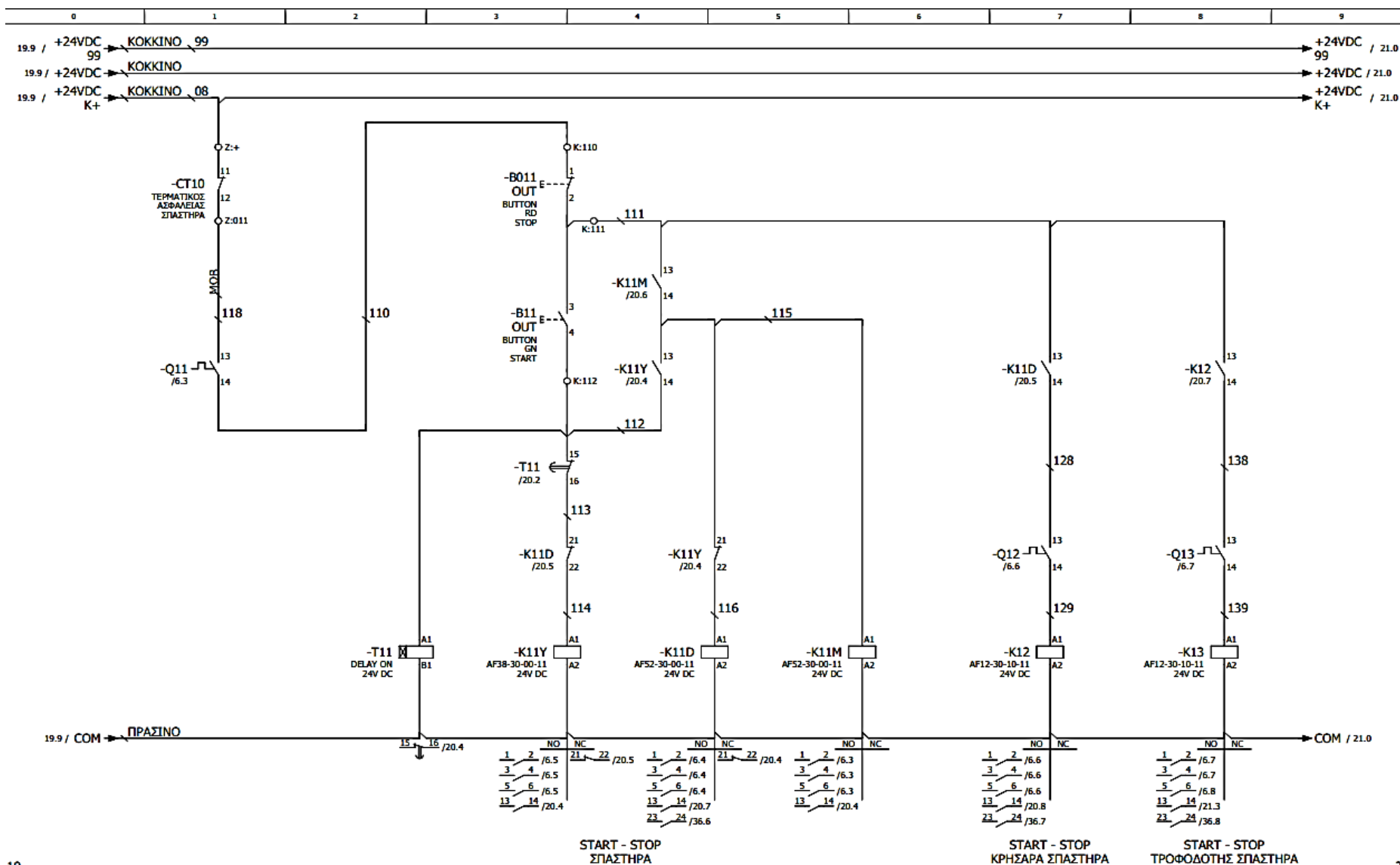
Εικόνα 46: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



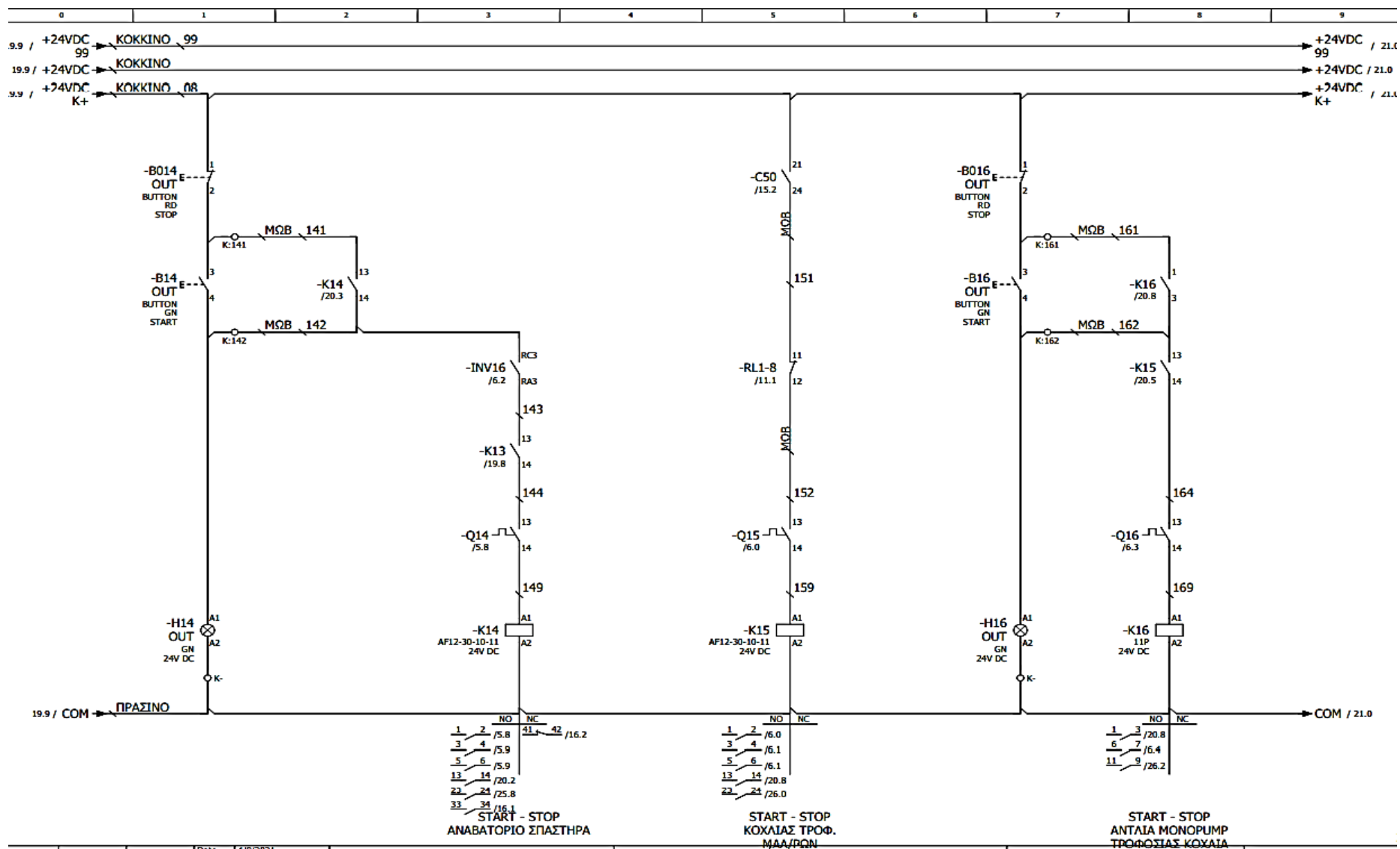
Εικόνα 47: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



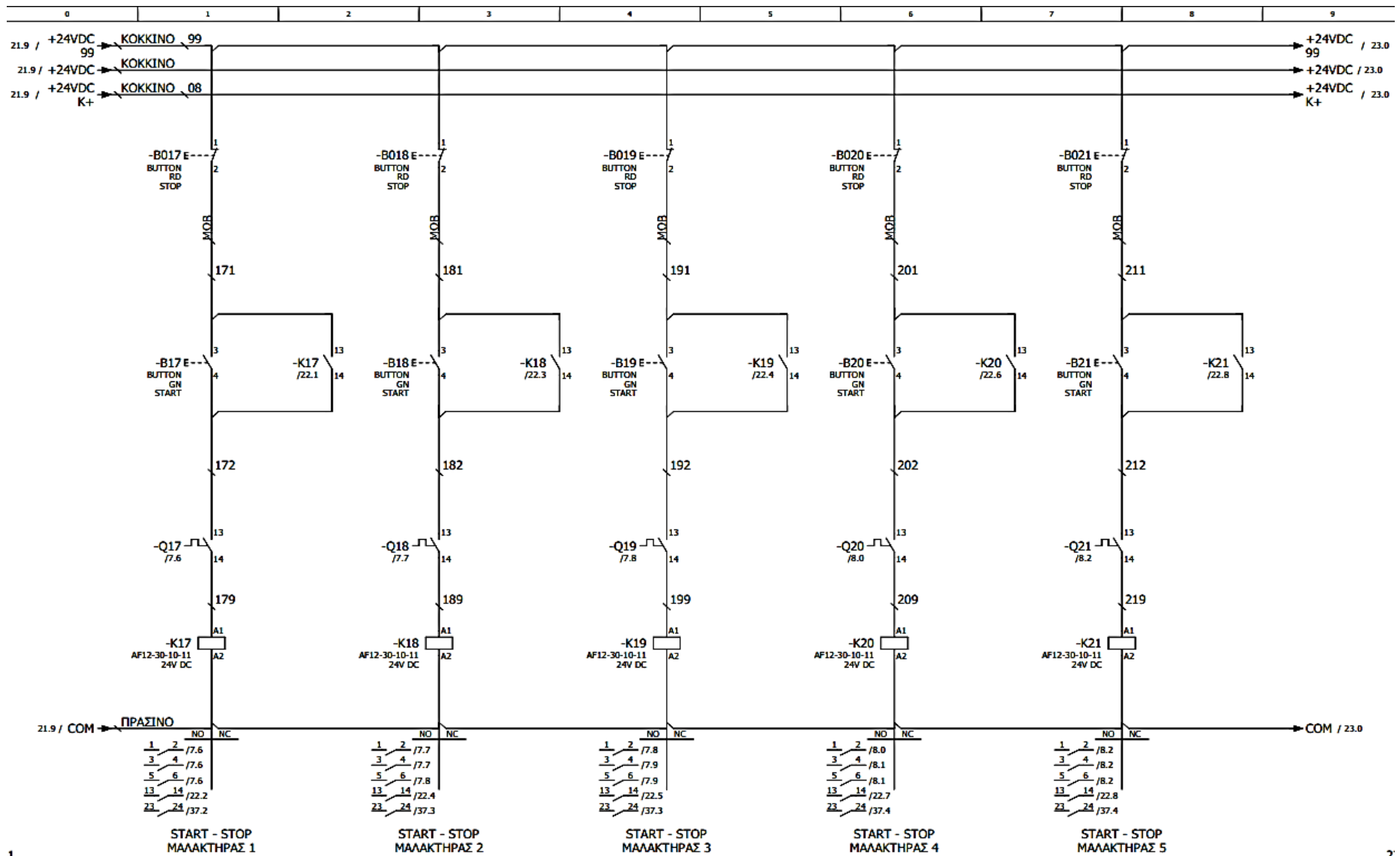
Εικόνα 48: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



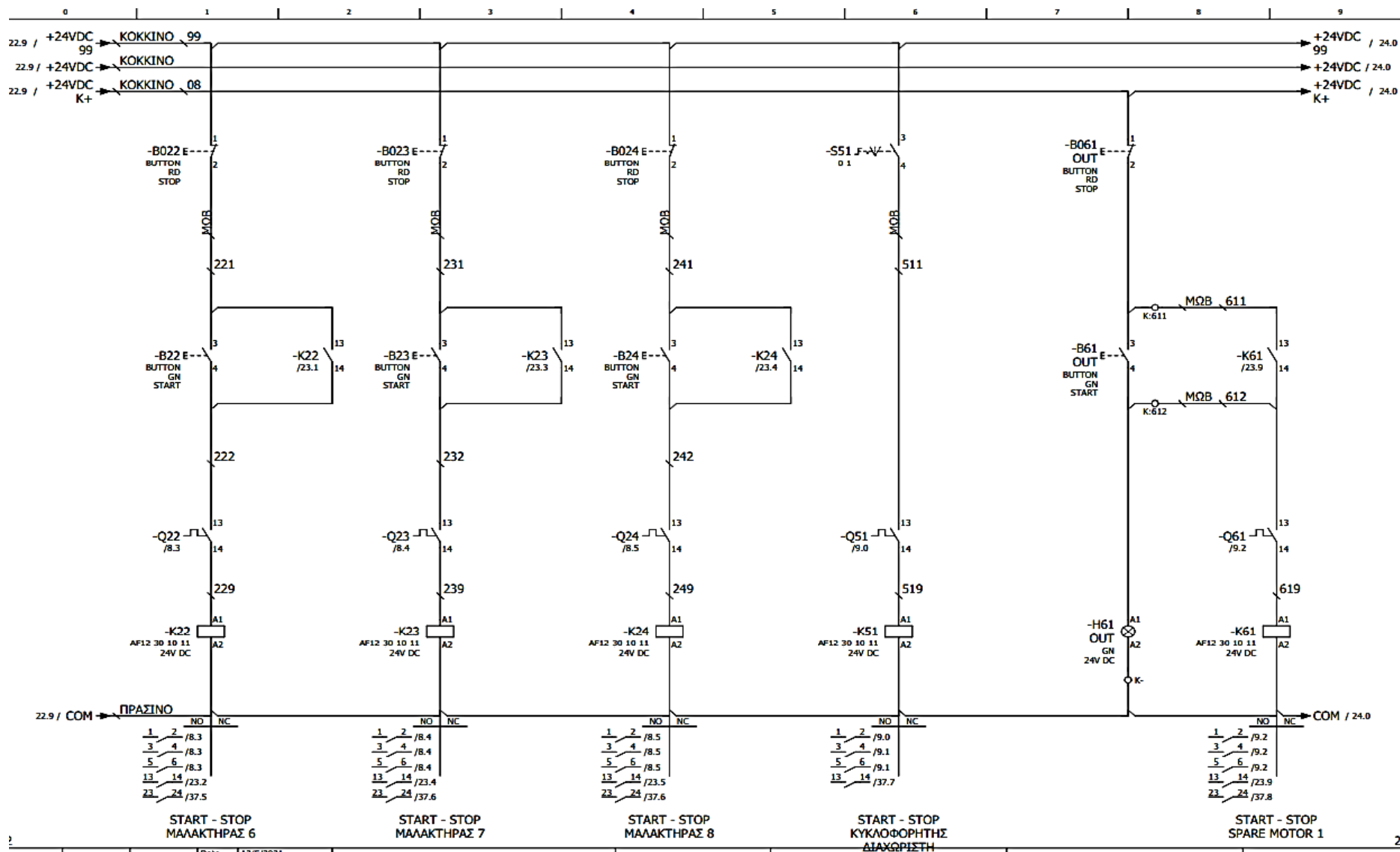
Εικόνα 49: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



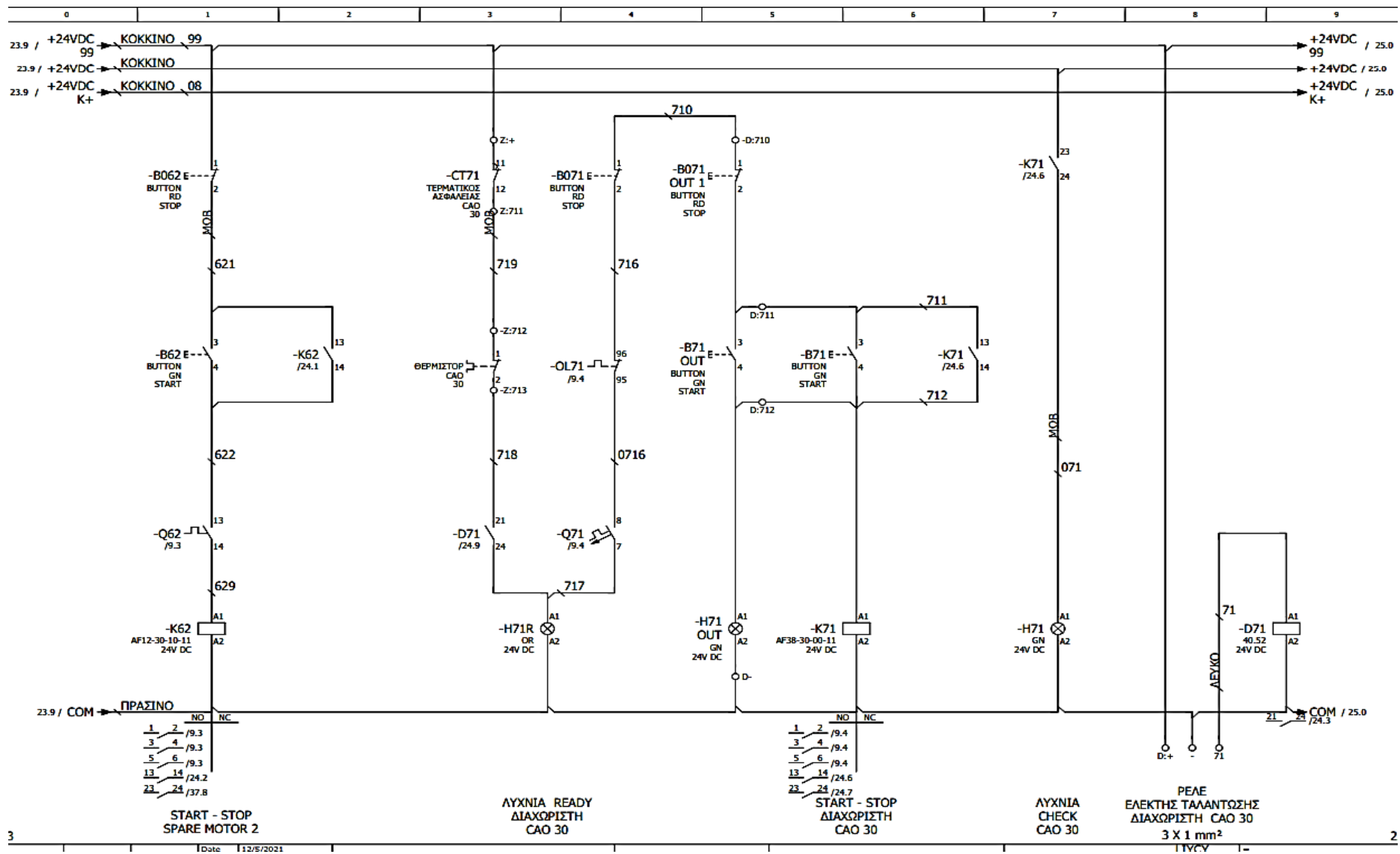
Εικόνα 50: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



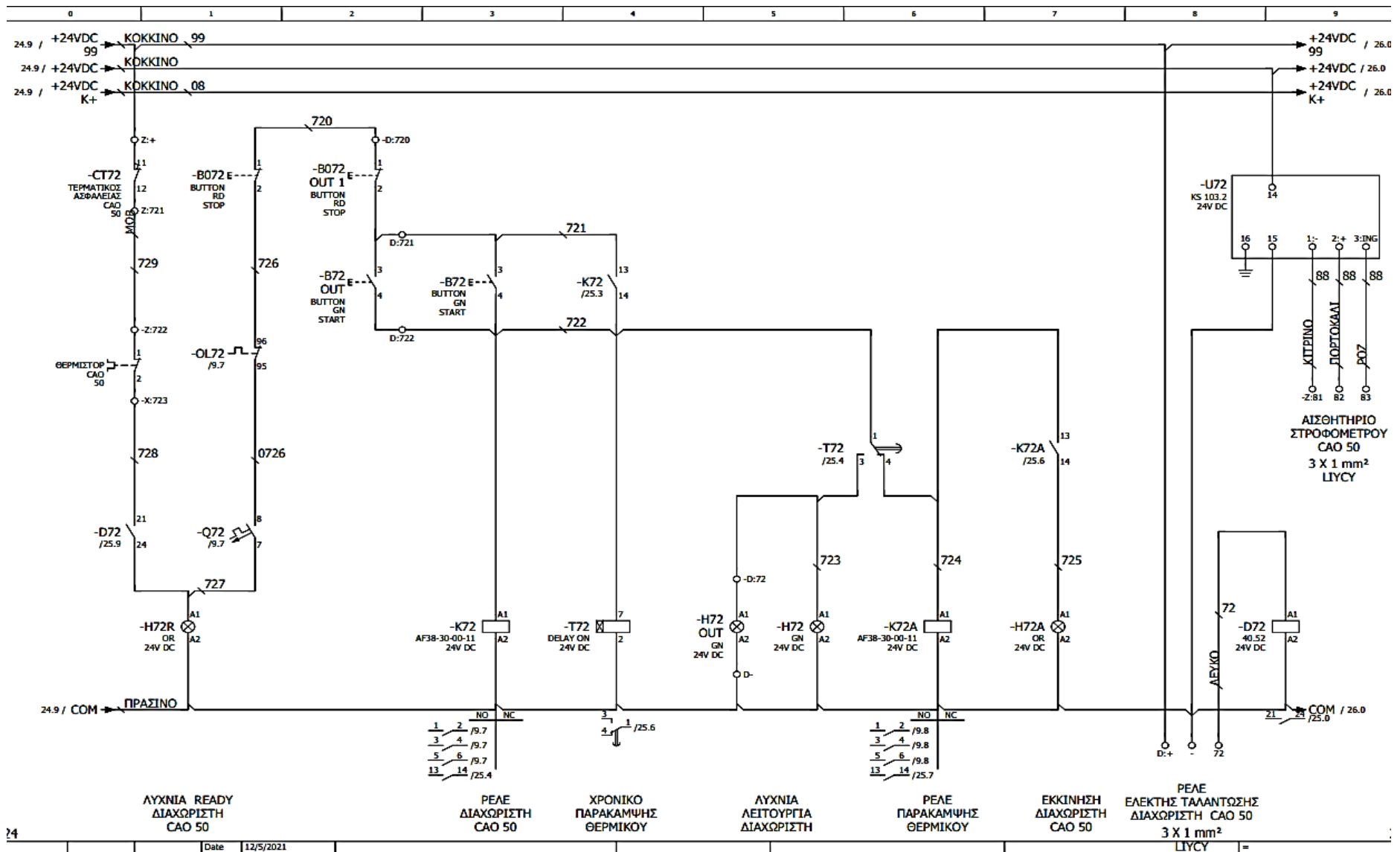
Εικόνα 51: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



Εικόνα 52: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



Εικόνα 53: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος



Εικόνα 54: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος

Στις παραπάνω εικόνες απεικονίζεται, αναλυτικά, το κύκλωμα αυτοματισμού του ελαιοτριβείου. Η διαδικασία του αυτοματισμού ξεκινά με τον εξής τρόπο.

Αρχικά, κοιτάζοντας την **εικόνα 41** φαίνεται η φάση L1 περνάει από μικροαυτόματο των 6A και από εκεί συνδέεται στο A1 του πηνίου του ρελέ RL1-8 (επιτηρητής στάθμης μαλακτήρων) και ο ουδέτερος N συνδέεται στο A2. Τα αισθητήρια στάθμης του επιτηρητή περνούν από τις ανοιχτές επαφές των βοηθητικών ρελέ (C21 – C28) ώστε να ελέγχουν την αντίστοιχη στάθμη κάθε μαλακτήρα.

Παράλληλα με τον οπλισμό του RL1-8 από την γραμμή του μικροαυτόματου συνδέεται και τροφοδοτικό όπου στην έξοδο δίνει + (κόκκινο) και – (πράσινο) 24V DC για να οπλίσει τα βοηθητικά ρελέ μέσω διπολικού ασφαλειοδιακόπτη.

Στις **εικόνες 43** και **44** φαίνονται τα βοηθητικά ρελέ (C21 – C28) και (C31 – C38), όπου είναι το γέμισμα και το άδειασμα των μαλακτήρων αντίστοιχα. Στην **εικόνα 45** οι βοηθητικές επαφές οπλίζουν τα ρελέ C50 και C80, με το C80 να οπλίζει το run του inverter για το κοχλία τροφοδοσίας μονορυθμ (βλ. εικ. 36) και το C50 (βλ. εικ.49) να οπλίζει το ρελέ K15(κοχλίας τροφοδοσίας μαλακτήρων). Ο αυτοματισμός των ρελέ ακολουθεί την λογική πύλη τύπου XOR, δηλαδή αν ενεργοποιηθεί 1 από τα 8 ρελέ τότε οπλίζει το ρελέ, αλλά αν ενεργοποιηθεί παραπάνω από 1 τότε βγαίνει εκτός λειτουργίας.

Πηγαίνοντας στην **εικόνα 46** παρατηρείται πως πατώντας το μπουτόν Start (B1) και κλείσει η επαφή του K14 (αναβατόριο σπαστήρα) οπλίζει ο ηλεκτρονόμος K1 (αντλία πλυντηρίου νερού) και αυτοσυγκρατείται. Ταυτόχρονα με τον ηλεκτρονόμο K1 οπλίζει και ένα χρονικό ρελέ ON Delay ο T1, όπου μετά από κάποια χρονική διάρκεια, η κλειστή επαφή του T1, χαλάει την αυτοσυγκράτηση του K1. Το συγκεκριμένο χρονικό ρελέ θα ξεοπλίσει όταν ξεκινήσει ο ηλεκτρονόμος K14.

Τη στιγμή που οπλίσει ο K1 η ανοιχτή του επαφή κλείνει και οπλίζει το πηνίο του K2 (φίλτρο πλυντηρίου) και η βαλβίδα νερού. Με τον οπλισμό του K2 οπλίζει ο K3 (κόσκινο 1), ο K3 με τη σειρά του οπλίζει το K4 (κόσκινο βρωμιάς) και ο K4 οπλίζει το K5 (διαχωριστή κλαδιών).

Τέλος, το κύκλωμα σταματά αφού δει, ένα από τα πέντε θερμομαγνητικά (Q1, Q2, Q3, Q4 και Q5), ρεύμα παραπάνω από το ονομαστικό ή πατηθεί το μπουτόν Stop (B01).

Στην επόμενη εικόνα παρατηρείται ότι, πατώντας το μπουτόν Start (B6) οπλίζει ο ηλεκτρονόμος K6 (ταινία αποφυλλωτηρίου) και παραμένει οπλισμένος και αυτοσυγκρατείται. Όταν οπλίσει ο K6 οπλίζει με τη σειρά του το ρελέ K7 (αποφυλλωτήριο 1) και αφού οπλίσει ο K7 οπλίζει και ο K8 (αποφυλλωτήριο 2). Στην ίδια εικόνα είναι και το κύκλωμα αυτοματισμού του ηλεκτρονόμου K9 (αποφυλλωτήριο 3).

Ο αυτοματισμός σταματά μέσω των θερμομαγνητικών (Q6, Q7 και Q8) ή πατηθεί το μπουτόν Stop (B06). Αντίστοιχα το ίδιο ισχύει και για το K9 μέσω του θερμομαγνητικού (Q9) ή πατώντας το μπουτόν Stop (B09).

Στην **εικόνα 48** είναι η λειτουργία του K10 (ταινία ελαιόκαρπου) και στην **εικόνα 49** παρουσιάζεται ο αυτοματισμός του K11 (σπαστήρας), ο οποίος είναι συνδεδεμένος κατά αστέρα – τρίγωνο. Για να ενεργοποιηθεί ο K11 πρέπει πρώτα να βεβαιωθεί ότι είναι κλειστός ο τερματικός ασφαλείας CT10. Όταν πατηθεί το μπουτόν Start (B11) οπλίζει το ρελέ του K11Y και μαζί με αυτό ο K11M και μπαίνει σε αυτοσυγκράτηση. Μαζί με το K11M ξεκινάει και το χρονικό ρελέ T11, ώστε να σταματήσει ο K11Y και να ξεκινήσει ο K11D. Ο χρόνος μετάβασης θα είναι 12 sec από Y σε Δ με βάση το τύπο **(βλ. σελ.71)**.

Έπειτα, με το που μπει σε λειτουργία ο K11D δουλεύει ο K12 (κρησάρα σπαστήρα) και ο K12 με την σειρά του δίνει εντολή στο ρελέ του K13 (τροφοδότης σπαστήρα).

Όλο το σύστημα αυτοματισμού σταματά μέσω του μπουτόν Stop (B011) ή όταν τα αντίστοιχα θερμομαγνητικά διαβάσουν ρεύμα παραπάνω από τα ονομαστικά.

Στην μετέπειτα εικόνα εφόσον έχει ενεργοποιηθεί ο K13, κλείσει η επαφή του inverter, που τροφοδοτεί την αντλία τροφοδοσίας μονορυμπ κοχλία, και πατώντας το μπουτόν Start (B14) ενεργοποιείται ο K14 (αναβατήριο σπαστήρα) και παραμένει οπλισμένος λόγω αυτοσυγκράτησης.

Αργότερα, όπως προαναφέρθηκε απάνω όταν οπλίσει το C50 τότε οπλίζει ο K15 (κοχλίας τροφοδοσίας μαλακτήρων). Όταν οπλίσει ο K15 και πατώντας το μπουτόν του Start (B16) οπλίζει ο K16 και παραμένει οπλισμένος λόγω αυτοσυγκράτησης.

Στις **εικόνες 51** και **52** φαίνεται το Start – Stop των οκτώ μαλακτήρων και ο κυκλοφορητής διαχωριστής, που ελέγχεται μέσω χειροκίνητου διακόπτη 0-1.

Τέλος, στις τελευταίες εικόνες παρουσιάζεται το κύκλωμα αυτοματισμού των δύο ελαιδιαχωριστών. Για το διαχωριστή CAO 30 η διαδικασία που ακολουθεί είναι η εξής:

Αρχικά, για να ενεργοποιηθεί ο K71, θα πρέπει να είναι κλειστός ο τερματικός διακόπτης και η επαφή του θερμίστορ και ταυτόχρονα θα πρέπει να έχει οπλίσει το βοηθητικό ρελέ D71 (ελεγκτής ταλαντώσεων) ώστε να ανάψει η λυχνία ready του διαχωριστή (H71R).

Αργότερα, όταν κλείσει ο μικροαυτόματος Q71 και πατηθεί το μπουτόν Start (B71) οπλίζει ο K71 και παραμένει οπλισμένος λόγω αυτοσυγκράτησης και ανάβει μια λυχνία (H71 OUT). Όταν οπλίσει ο K71 ανάβει και η λυχνία check (H71).

Αντίστοιχα την ίδια λογική ακολουθεί και ο διαχωριστής CAO 50 εμφανίζοντας μια επιπλέον εντολή. Αυτή η εντολή είναι το χρονικό ρελέ (T72). Όταν πατηθεί το μπουτόν Start οπλίζουν ταυτόχρονα ο K72 και ο K72A ώστε να γίνει παράκαμψη του θερμικού και μαζί με αυτό το χρονικό ρελέ, όπου αρχίζει να μετρά χρόνο. Μόλις τελειώσει ο χρόνος τότε σταματά να λειτουργεί ο K72A, ανάβει η λυχνία λειτουργίας διαχωριστή και μένει σε λειτουργία ο K72.

Η παράκαμψη του θερμικού γίνεται επειδή ο κινητήρας είναι 15kW με φορτίο κατά την εκκίνηση, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πολύ μεγάλα ρεύματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το θερμικό να σταματά το κινητήρα προτού φτάσει στις ονομαστικές του στροφές. Έτσι, τοποθετείται ένα ρελέ που χρησιμοποιείται ως by pass και με αυτό επιτυγχάνεται η διανομή του ρεύματος εκκίνησης ώσπου ο κινητήρας να φτάσει στις ονομαστικές του στροφές.

Κεφάλαιο 4

Βιβλιογραφία

4.1 Σύνδεσμοι στο διαδίκτυο

1. Ενεργειακή ανάλυση ελαιοτριβείου στην Καλαμάτα Μεσσηνίας:
https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1945/iliadis_oi_lrefinery_F.pdf?sequence=1&isAllowed=
2. Ανάπτυξη χαμηλού κόστους τεχνολογίας για την προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (ΥΑΕ): <https://docplayer.gr/52498342-Polytehneio-kritis-sholi-mihanikon-orykton-poron-diplomatiki-ergasia.html>
3. Παραγοντικός σχεδιασμός και βελτιστοποίηση εξαγωγής υπολειμματικού ελαίου από διφασικά απόβλητα ελαιοτριβείων:
<https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/49129/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE%CF%82%20%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85%20%CE%B1%CF%80%CF%8C%20%CE%B4%CE%B9%CF%86%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%84%CE%B1%20%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD.pdf?sequence=>
4. Επεξεργασία και αξιοποίηση υγρών λυμάτων ελαιουργείου:
<https://docplayer.gr/3160424-Ptyhiaki-ergasia-epexergasia-kai-axiopoiiis-ygron-lymaton-elaiourgeiou.html>

5. Αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων στην Ελλάδα στο πλαίσιο της βιωσιμότητας. Η περίπτωση του ελαιόλαδου:
http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/6274/Seintis_P.pdf?sequence=3
6. Πλήρης Ηλεκτρολογική Μελέτη Ελαιοτριβείου:
http://okeanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4769/%CE%A0%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%97%CE%A3%20%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%9C%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A4%CE%97%20%CE%95%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%95%CE%99%CE%9F%CE%A5_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
7. Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις 1 Διατάξεις Προστασίας, Ελέγχου:
<http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC104/I.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%82%2C%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85.pdf>
8. Ε.Η.Ε και Αυτοματισμοί εργαστήριο:
<https://eclass.uop.gr/modules/document/?course=1353>
9. Μελέτη ηλεκτρολογικής εγκατάστασης βιοτεχνικής μονάδας:
<https://docplayer.gr/52665904-Meleti-ilektrologikis-egkatastasis-viotehnikis-monadas.html>
10. Ηλεκτρικές Μηχανές 2 εργαστήριο Μέθοδοι Εκκίνησης Ασύγχρονων Κινητήρων:
<http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC106/II.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%>

[B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85/I
I.%20%CE%9C%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE
%B9%20E%CE%BA%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83
%CE%B7%CF%82%20T%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%B1%CF%8
3%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20A%CF%83%CF%8D%CE
%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%89%CE%BD%20K%
CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE
%BD.pdf](#)

11. Κεφάλαιο 4 ασύγχρονοι τριφασικοί κινητήρες:
http://www.hlektrologia.weebly.com/uploads/6/7/1/5/6715419/p209_284.pdf
12. Ηλεκτρολογική μελέτη ελαιοτριβείου με το πρότυπο του ΕΛΟΤ HD384:
<http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3737/%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%9C%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A4%CE%97%20%CE%95%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%95%CE%99%CE%9F%CE%A5%20%CE%9C%CE%95%20%CE%A4%CE%9F%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%A4%CE%A5%CE%A0%CE%9F%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%95%CE%9B%CE%9F%CE%A4%20HD384..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΟΜΑΛΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΔΗΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕΣΩ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΟΜΑΛΟΥ ΕΚΚΙΝΗΤΗ (SOFT-STARTER):
http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1166/hlg_00778.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. Ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα θεωρία AC Διαλέξεις VFDs:
<https://eclass.uop.gr/modules/document/index.php?course=ECE118&openDir=/5fd3d99fLpIN>

15. Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχύος θεωρία διατομή καλωδίων:

<https://eclass.uop.gr/modules/document/index.php?course=1389&openDir>

≡/

16. Ηλεκτρικές μηχανές 2 θεωρία σημειώσεις:

<https://eclass.uop.gr/modules/document/?course=1499>

4.2 Λίστα εικόνων

Εικόνα 1: Η δομή του ελαιόκαρπου.....	12
Εικόνα 2: Σύστημα παραγωγής ελαιοτριβείου.....	15
Εικόνα 3: Παραδοσιακό σύστημα με μυλόπετρες.....	16
Εικόνα 4: Φυγοκεντρικό σύστημα τριών φάσεων.....	18
Εικόνα 5: Φυγοκεντρικό σύστημα 2 – φάσεων.....	18
Εικόνα 6: Κατσίγαρος.....	22
Εικόνα 7: Η εξάτμιση/συμπύκνωση υγρών αποβλήτων.....	29
Εικόνα 8: Μεταφορική ταινία – αναβατόριο.....	38
Εικόνα 9: Αποφυλλωτήριο.....	39
Εικόνα 10: Πλυντήριο.....	42
Εικόνα 11: Μεταφορικός κοχλίας - Σπαστήρας.....	45
Εικόνα 12: Μαλακτήρες.....	47
Εικόνα 13: Φυγοκεντρικός διαχωριστής οριζοντίου τύπου τριών φάσεων.....	49
Εικόνα 14: Κάθετος φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας.....	52
Εικόνα 15: Χρονοδιάγραμμα απεικόνισης των χρονικών επαφών.....	61
Εικόνα 16: Βοηθητικά ρελέ.....	62
Εικόνα 17: Χρονοδιάγραμμα χρονικού ράγας σε ON Delay.....	63
Εικόνα 18: Χρονοδιάγραμμα χρονικού ράγας OFF Delay.....	64
Εικόνα 19: Θερμικό προστασίας.....	65
Εικόνα 20: Επιτηρητής τάσης με έλεγχο διαδοχής φάσεων.....	65
Εικόνα 21: Επιτηρητής έντασης με έλεγχο διαδοχής φάσεων.....	66
Εικόνα 22: Δομή ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.....	67
Εικόνα 23: Κύκλωμα ισχύος και κύκλωμα αυτοματισμού για απευθείας εκκίνηση κινητήρα.....	69
Εικόνα 24: Εκκίνηση κινητήρα με αντιστάσεις στο στάτη.....	70
Εικόνα 25: Εκκίνηση κινητήρα κατά αστέρα τρίγωνο (Y-Δ).....	73
Εικόνα 26: Εκκίνηση κινητήρα με αυτομετασχηματιστή.....	74
Εικόνα 27: Ομαλός εκκινητής (soft starter) τύπου ABB.....	77
Εικόνα 28: Ρυθμιστής στροφών (inverter) μοντέλο της Delta.....	80
Εικόνα 29: Κάτοψη διαγράμματος ελαιοτριβείου.....	81
Εικόνα 30: Σύστημα ελαιοτριβείου.....	82
Εικόνα 31: Πολυγραμμικό σχέδιο παροχής πίνακα, το πολύοργανο, ο επιτηρητής τάσης και η συνδεσμολογία τους.....	98
Εικόνα 32: Μονογραμμικό σχέδιο πρίζας, φωτιστικού πίνακα και ανεμιστήρα.....	99
Εικόνα 33: Πολυγραμμικό σχέδιο παροχών και εφεδρικών γραμμών.....	100
Εικόνα 34: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου.....	101

Εικόνα 35: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου	102
Εικόνα 36: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου	103
Εικόνα 37: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου	104
Εικόνα 38: Το κύκλωμα ισχύος των μηχανημάτων του ελαιοτριβείου	105
Εικόνα 39: Το κύκλωμα ισχύος για τις ηλεκτροβάνες των μαλακτήρων.....	106
Εικόνα 40: Το κύκλωμα ισχύος για τις ηλεκτροβάνες των μαλακτήρων.....	107
Εικόνα 41: Το κύκλωμα αυτοματισμού για την στάθμη των μαλακτήρων.....	110
Εικόνα 42: το κύκλωμα αυτοματισμού του D00.....	111
Εικόνα 43: Το κύκλωμα αυτοματισμού για τις λυχνίες γεμίσματος των μαλακτήρων.....	112
Εικόνα 44: Το κύκλωμα αυτοματισμού για τις λυχνίες αδειάσματος των μαλακτήρων.....	113
Εικόνα 45: Το κύκλωμα αυτοματισμού των βοηθητικών ρελέ C50 και C80.....	114
Εικόνα 46: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	115
Εικόνα 47: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	116
Εικόνα 48: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	117
Εικόνα 49: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	118
Εικόνα 50: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	119
Εικόνα 51: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	120
Εικόνα 52: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	121
Εικόνα 53: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	122
Εικόνα 54: Το κύκλωμα αυτοματισμού της κάθε κινητήριας μηχανής και η λειτουργία του συστήματος.....	123

4.3 Λίστα πινάκων

Πίνακας 1: Συγκρίσεις των τριών συστημάτων παραγωγής ελαιόλαδου.....	19
Πίνακας 2: Συντελεστής γεινίασης πολυπολικών καλωδίων πάνω σε κανάλι ή σχάρα	84
Πίνακας 3: Συντελεστής θερμοκρασίας για ονομαστικές τιμές ρευμάτων σε διάφορες θερμοκρασίες	85
Πίνακας 4: Ονομαστικές τιμές ρευμάτων για εύκαμπτα καλώδια για όλους τους τύπους καλωδίων.	85
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών ρελέ ισχύος για τάση λειτουργίας μέχρι 500V	86
Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά στοιχεία τριπολικών θερμικών ρελέ υπερφορτίσεως ...	86
Πίνακας 7: Πίνακας μηχανημάτων σύγχρονου ελαιοτριβείου	87
Πίνακας 8: Αντιδράσεις καλωδίων για μέση και χαμηλή τάση σε ορθό σύστημα (συμμετρική φόρτιση) στα 50Hz.	96

4.4 Πηγές εικόνων

Εικόνα 1:

<https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/6109/1/%CE%94%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%BA%CE%B7%CF%82%20%CE%94%CE%B7%CE%BC%CE%AE%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%82%20%CE%94%CE%95.pdf>

Εικόνα 2:

<https://ikee.lib.auth.gr/record/306761/files/%CE%9C%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%BF%CF%82-%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F.pdf>

Εικόνα 3:

http://old.serres.gr/mouseioElias/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=31

Εικόνα 4-5:

http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17501/STEG_FP_00569_Medium.pdf?sequence=1

Εικόνα 6:

<https://www.olivenews.gr/el/episthmh/elaiotriveio/fysiki-epexergasia-toy-katsigaroy-apo-tin-innochem-wasser-gmbh>

Εικόνα 7:

<https://docplayer.gr/1341060-Katharismos-katsigaroy-me-taytohroni-axiopoisi-hrisimon-ylon.html>

Εικόνα 8-14: είναι από ελαιοτριβείο της Κύπρου

Εικόνα 15: <https://eclass.uop.gr/modules/document/?course=1353>

Εικόνα 16:

http://okeanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4769/%CE%A0%CE%9B%CE%97%CE%A1%CE%97%CE%A3%20%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%9C%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%A4%CE%97%20%CE%95%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%A4%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%95%CE%99%CE%9F%CE%A5_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Εικόνα 17-18: http://mixanikos365.blogspot.com/2019/03/blog-post_98.html

Εικόνα 19:

<https://www.skrekis.gr/el/products/tesys-lrd-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%83-1624-a-%CE%BA%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7-10a>

Εικόνα 20:

https://www.skentzos.gr/index.php?route=product/product&name=12_19&product_id=84

Εικόνα 21:

<https://www.mpitsakakis.gr/products/hlektrologiko-kai-biomhxaniko-yliko/biomhxaniko-yliko/rele-thermika-thermomagnhtika-phnia/epithrhthes-tashs-stathmhs-fashs-ragas/11543-epithrhths-entashs-reymatos-elko-pri-51-16-1-mod-16a-24-240vac-24vdc>

Εικόνα 22:

<http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC106/I.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82/II.%20%CE%91%CF%83%CF%8D%CE%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%82%20%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82%20.pdf>

Εικόνα 23:

<https://www.bestelectricalwork.gr/2016/04/27/kykloma-aplhs-ekkinishs-atkbd-me-tin-pliri-tash-toy-diktyou/>

Εικόνα 24:

<http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC106/II.%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5>

[%CF%82%20%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85/II.%20%CE%9C%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%B9%20E%CE%BA%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82%20T%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20A%CF%83%CF%8D%CE%B3%CF%87%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%89%CE%BD%20K%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD.pdf](#)

Εικόνα 25: <https://eclass.uop.gr/modules/document/?course=1353>

Εικόνα 26:

http://www.hlektrologia.weebly.com/uploads/6/7/1/5/6715419/p209_284.pdf

Εικόνα 27: <https://no.rs-online.com/web/p/motor-starters/0325485/>

Εικόνα 28: https://www.ergo-tel.gr/product_info.php?products_id=20869

Εικόνα 29: είναι από τους συντάκτες της πτυχιακής

Εικόνα 30:

<https://apothesis.eap.gr/bitstream/repo/44538/1/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7%202019%20%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C.pdf>

Εικόνες 31-54: είναι από τους συντάκτες της πτυχιακής