

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**

Τμήμα: Ηλεκτρολογίας

**Πτυχιακή Εργασία**

Αριθμός 309

**« Αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας κυκλώματος  
φρέοντος ψυκτικής εγκατάστασης.  
Μελέτη τυπικού θαλάμου ψύξης»**



Εισηγητές:  
1. Α. Μητρούλιας

Σπουδαστές:  
1. Α. Περδίκης

Πάτρα - Σ.96

ΑΡΙΘΜΟΣ  
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

2062

## Πρόλογος

Αναμφίβολα η ψύξη αποτελεί τον τρόπο, με τον οποίο καλύπτονται ορισμένες βασικές ανάγκες του ανθρώπου για διαβίωση. Οι ψυκτικές διατάξεις έχουν πάρει σημαντική θέση στην ζωή μας. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι σε κάθε σπίτι υπάρχουν τέτοιες ψυκτικές συσκευές, όπως π.χ. είναι τα οικιακά ψυγεία ή τα air conditions. Επίσης οι ψυκτικές διατάξεις καλύπτουν και βασικές ανάγκες της βιομηχανίας.

Στην βιομηχανία συναντάμε μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται είτε ως βάση για την παραγωγή διαφόρων προϊόντων είτε τέλος για τον κλιματισμό.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσέγγιση των μεγάλων βιομηχανικών ψυκτικών εγκαταστάσεων και η υλοποίηση του κλασσικού αυτοματισμού ελέγχου λειτουργίας του κυκλώματος φρέοντος μίας τέτοιας ψυκτικής εγκατάστασης.

Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο, δίνονται ορισμένες βασικές έννοιες γύρω από την ψύξη και τις ψυκτικές διατάξεις και οι βασικές αρχές της ψύξης. Επίσης αναφέρονται περιληπτικά τα κυριότερα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται σήμερα και ορισμένες από τις βασικές ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα ψυκτικά μέσα, ώστε να χρησιμοποιούνται ικανοποιητικά.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην προς εξέταση ψυκτική εγκατάσταση. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία πιο διεξοδική περιγραφή των επί μέρους συσκευών και διατάξεων που την αποτελούν. Η ανάλυση αυτή αναφέρεται τόσο στο ψυκτικό

κύκλωμα, όσο και στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό που αυτό απαιτεί. Η σημασία της περιγραφής αυτής, των επί μέρους συσκευών και διατάξεων, θα φανεί στο επόμενο κεφάλαιο. Αυτή η περιγραφή θα βοηθήσει στην κατανόηση του ηλεκτρολογικού σχεδίου της εγκατάστασης που εξετάζεται.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση του ηλεκτρολογικού σχεδίου και στο τέλος του κεφαλαίου αυτού γίνεται μια πιο συνοπτική περιγραφή, η οποία και δίνει χονδρικά την βασική λειτουργία του κυκλώματος.

Τέλος, ένθετα, στην εργασία αυτή, υπάρχει: το ηλεκτρολογικό σχέδιο της ψυκτικής εγκατάστασης που εξετάζουμε, το οποίο σε συνδυασμό με το κεφάλαιο πέντε παρέχουν μία πλήρη εικόνα της εξεταζόμενης εγκατάστασης, όσον αφορά το ηλεκτρολογικό κύκλωμα αυτοματισμού της ψυκτικής εγκατάστασης.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος	1
<b>Κεφάλαιο 1</b>	<b>5</b>
Γενικές αρχές ψύξης - Ψυκτικά μέσα	5
1.1. Ιστορία της ψύξης	5
1.2. Ορισμός της ψύξης	6
1.3. Είδη της ψύξης	6
1.4. Τρόποι ψύξης	6
1.5. Βασικές έννοιες	7
1.5. Νόμοι - Αρχές της ψύξης	8
1.7. Χαρακτηριστικά μεγέθη	9
1.7. Ψυκτικά μέσα	10
<b>Κεφάλαιο 2</b>	<b>16</b>
<b>Περιγραφή της παρούσας εγκατάστασης</b>	<b>16</b>
2.1. Εισαγωγή	16
2.2. Κύκλωμα υψηλής ψύξης	16
2.2.1. Πιεζοστάτης υψηλής	17
2.2.2. Φρεοδιαχωριστής	18
2.2.3. Ρυθμιστική βαλβίδα πλήρους διακοπής	20
2.2.4. Step controller υψηλής	21
2.3. Κύκλωμα χαμηλής ψύξης	24
2.3.1. Πιεζοστάτης υψηλής	24
2.3.2. Step controller χαμηλής	25
2.4. Κύκλωμα αυτοματισμού συμπιεστή	26
2.4.1. Θερμαντήρας	27
2.4.2. Ωρομετρητής	28
2.4.3. Ηλεκτρικός πλωτήρας λαδιού στροφαλοθαλάμου	29
2.4.4. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης λαδιού λίπανσης	31
2.4.5. Πρεσσοστάτης υψηλής πίεσης λαδιού	31
2.4.6. Πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης λαδιού	32
2.4.7. Διαφορικός πρεσσοστάτης λαδιού και ψυκτικού μέσου	33
2.4.8. Αυτόματος διακόπτης αστέρα - τριγώνου	34
2.4.9. Βαλβίδες έκαστου βήματος	34
<b>Κεφάλαιο 3</b>	<b>37</b>
<b>Ανάλυση του ηλεκτρολογικού σχεδίου</b>	<b>37</b>
3.1. Εισαγωγή	37

3.2 Αναλυτική περιγραφή	37
3.2.1. Κύκλωμα υψηλής ψύξης	37
3.2.2. Κύκλωμα χαμηλής ψύξης	54
3.2.3. Κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή	70
3.2.4. Κύκλωμα αυτοματισμού του δεύτερου συμπιεστή	93
3.2.5. Κύκλωμα αυτοματισμού του τρίτου συμπιεστή	108
3.2.6. Κύκλωμα αυτοματισμού του τέταρτου συμπιεστή	128
5.3 Συνοπτική περιγραφή	149
<b>Κεφάλαιο 4</b>	<b>162</b>
<b>Ψυκτικοί Θάλαμοι</b>	<b>162</b>
4.1. Γενικά	162
4.2. Κατάψυξη ψυκτικών θαλάμων	162
4.3. Μελέτη τυπικού ψυκτικού θαλάμου συντήρησης οπωροκηπευτικών προϊόντων σε θερμοκρασία 0°C.	163
4.3.1. Μονώσεις	163
4.3.2. Συμπιεστής	164
4.3.3. Αερόψυκτος συμπυκνωτής	165
4.3.4. Αεροψυκτήρες εξατμιστές	165
4.3.5. Σωληνώσεις	165
4.3.5. Όργανα προστασίας και ελέγχου	166
4.3.7. Ηλεκτρολογική εγκατάσταση	166
4.3.8. Έλεγχος Δικτύου	167
<b>Επίλογος</b>	<b>168</b>

## **Κεφάλαιο 2**

### **Περιγραφή της παρούσας εγκατάστασης**

#### **2.1. Εισαγωγή**

Η ανάλυση που θα γίνει στο κεφάλαιο αυτό αφορά μόνο το προς εξέταση τμήμα μίας μεγάλης ψυκτικής εγκατάστασης.

Στο τμήμα αυτό περιέχεται ουσιαστικά ο έλεγχος των συμπιεστών της εγκατάστασης.

Οι συμπιεστές που αναφέρονται στο τμήμα αυτό είναι τέσσερις, οι οποίοι δουλεύουν όλοι κατά την υψηλή ψύξη, ενώ δουλεύουν μόνο οι τρεις κατά την χαμηλή ψύξη.

Εκτός από τα κυκλώματα των συμπιεστών υπάρχουν και τα κυκλώματα της υψηλής και της χαμηλής ψύξης, τα οποία έχουν ως κεντρικές συσκευές τους Step controllers υψηλής και χαμηλής ψύξης αντίστοιχα.

#### **2.2. Κύκλωμα υψηλής ψύξης**

Στο κύκλωμα αυτό αρχικά συνδέεται ένας πιεζοστάτης υψηλής πίεσης ο οποίος δίνει εντολή στον step controller της υψηλής να

εκκινήσει την λειτουργία της φόρτισης ή της εκφόρτισης των συμπιεστών.

Η εντολή του πιεζοστάτη φθάνει στον step controller μέσω δύο πλωτήρων, από τους οποίους ο ένας είναι ο πλωτήρας της άνω στάθμης στον φρεοδιαχωριστή, ενώ ο άλλος είναι ο πλωτήρας της κάτω στάθμης στον φρεοδιαχωριστή.

Επίσης στο ίδιο κύκλωμα υπάρχει και ο μεσαίος πλωτήρας του φρεοδιαχωριστή, ο οποίος έχει ως σκοπό την συμπλήρωση του φρέοντος μέσα στο δοχείο του φρέοντος.

Μέσω του μεσαίου πλωτήρα του φρεοδιαχωριστή ενεργοποιείται η απενεργοποιείται η ρυθμιστική βαλβίδα πλήρους διακοπής.

Στην συνέχεια εξετάζονται πιο αναλυτικά τα διάφορα εξαρτήματα και οι συσκευές που εμφανίζονται στο κύκλωμα αυτό.

### 2.2.1. Πιεζοστάτης υψηλής

Ο πιεζοστάτης υψηλής διακόπτει την λειτουργία των συμπιεστών μέσω του step controller της υψηλής και ενεργοποιεί την διαδικασία της εκφόρτισης των συμπιεστών, όταν, για έναν οποιοδήποτε λόγο, η πίεση στην υψηλή πλευρά της ψυκτικής εγκατάστασης ξεπεράσει τα επιθυμητά όρια λειτουργίας.

Αυτό γίνεται, επειδή συνεχίζοντας οι συμπιεστές την λειτουργία τους, δηλαδή συνεχίζοντας η διαδικασία της φόρτισης των συμπιεστών, πέρα από το γεγονός της μειωμένης απόδοσης των συμπιεστών, υπάρχει και ο κίνδυνος της δημιουργίας βλαβών στους συμπιεστές και ατυχημάτων στους εργαζομένους.



Ο πιεζοστάτης υψηλής συνδέεται υδραυλικά με την υψηλή πλευρά της εγκατάστασης και ηλεκτρικά με τον step controller, ο οποίος δίνει εντολή προς τους συμπιεστές για την λειτουργία αυτών ή όχι.

Η πίεση, στην οποία ο πρεσσοστάτης της υψηλής διακόπτει, μέσω του step controller, την λειτουργία των συμπιεστών, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την κανονική υψηλή πίεση λειτουργίας και μικρότερη από την πίεση ενεργοποίησης της βαλβίδας ασφαλείας της εγκατάστασης.

Ο πρεσσοστάτης υψηλής έχει ήδη αναφερθεί στα δύο προηγούμενα κεφάλαια, οπότε μπορεί ο αναγνώστης να συμβουλευθεί και τα κεφάλαια αυτά για περισσότερες λεπτομέρειες.

Στην παρούσα εγκατάσταση ο πιεζοστάτης έχει την δυνατότητα της ενεργοποίησης ενός από δύο ρελαί, ανάλογα με την πίεση που επικρατεί στην υψηλή πλευρά της εγκατάστασης.

Το πρώτο ρελαί αντιστοιχεί στην ενεργοποίηση του step controller για την διαδικασία της φόρτισης, ενώ το δεύτερο ρελαί αντιστοιχεί στην ενεργοποίηση του step controller για την διαδικασία της εκφόρτισης.

### **2.2.2. Φρεοδιαχωριστής**

Ο φρεοδιαχωριστής είναι μία δεξαμενή στην οποία διαχωρίζεται το υγρό από το αέριο φρέον. Από αυτήν ο συμπιεστής αναρροφάει τους ατμούς του φρέοντος, μέσω της γραμμής αναρρόφησης.

Ο φρεοδιαχωριστής είναι ένα βοηθητικό εξάρτημα, το οποίο έχει ως σκοπό να συγκεντρώνει το υγρό, που τυχόν δεν έχει εξατμιστεί και με αυτόν τον τρόπο να εμποδίσει τις επιστροφές στον συμπιεστή

αποφεύγοντας όλα τα καταστρεπτικά επακόλουθα.

Ο φρεοδιαχωριστής τοποθετείται επί της γραμμής αναρρόφησης και μπροστά από τους συμπιεστές.

Στον φρεοδιαχωριστή υπάρχουν τρεις πλωτήρες, οι οποίοι καθορίζουν την ποσότητα του φρέοντος μέσα στο δοχείο αυτό.

Οι πλωτήρες αυτοί είναι οι εξής:

- Ο πλωτήρας της άνω στάθμης του φρεοδιαχωριστή
- Ο πλωτήρας της κάτω στάθμης του φρεοδιαχωριστή
- Ο μεσαίος πλωτήρας του φρεοδιαχωριστή.

Οι πλωτήρες αυτοί έχουν ανάλογες επαφές, οι οποίες αποκαθιστούν ή διακόπτουν το ηλεκτρικό κύκλωμα προς τους συμπιεστές.

Έτσι, όταν το υγρό φρέον ξεπεράσει το ανώτερο όριο στάθμης μέσα στον φρεοδιαχωριστή, τότε η επαφή του πλωτήρα της άνω στάθμης του φρεοδιαχωριστή σταματάει την λειτουργία των συμπιεστών, ώστε να εμποδίζει την αναρρόφηση του υγρού φρέοντος από αυτούς και να διατηρεί την στάθμη σταθερή μέσα στον φρεοδιαχωριστή.

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται βασικά οι επιστροφές υγρού φρέοντος προς τους συμπιεστές.

Όταν το υγρό φρέον ξεπεράσει το κατώτατο όριο στάθμης μέσα στον φρεοδιαχωριστή, τότε η επαφή του πλωτήρα της κάτω στάθμης του φρεοδιαχωριστή διακόπτει την λειτουργία των αντλιών του φρέοντος, μόλις η στάθμη του υγρού φρέοντος μέσα στον διαχωριστή δεν εγγυάται την αναρρόφηση του υγρού φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή δεν εγγυάται την αναρρόφηση του

υγρού φρέοντος, αλλά υπάρχει η πιθανότητα να αναρροφήσουν οι αντλίες ατμούς και να καταστραφούν.

Επίσης μέσω του πλωτήρα της κάτω στάθμης του φρεοδιαχωριστή και μόλις η στάθμη του υγρού φρέοντος ξεπεράσει το κατώτατο όριο ασφαλείας διακόπτεται και η λειτουργία των συμπιεστών του κυκλώματος της υψηλής ψύξης, μέχρις ότου αποκατασταθεί η στάθμη του υγρού φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή, ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος της απουσίας του ψυκτικού μέσου μέσα στην εγκατάσταση.

Τέλος, ο μεσαίος πλωτήρας του φρεοδιαχωριστή ενεργοποιεί την ρυθμιστική βαλβίδα πλήρους διακοπής για την συμπλήρωση του φρέοντος.

Μόλις το υγρό φρέον ξεπεράσει μία ορισμένη στάθμη τότε ο μεσαίος πλωτήρας του φρεοδιαχωριστή απενεργοποιεί την ρυθμιστική βαλβίδα, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η παροχή του φρέοντος για την συμπλήρωση αυτού μέσα στον φρεοδιαχωριστή.

### **2.2.3. Ρυθμιστική βαλβίδα πλήρους διακοπής**

Η ρυθμιστική αυτή βαλβίδα έχει ως σκοπό την συμπλήρωση του φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή και κατά συνέπεια μέσα σε όλη την εγκατάσταση.

Αρχικά η βαλβίδα αυτή είναι ενεργοποιημένη μέσω του μεσαίου πλωτήρα του φρεοδιαχωριστή, με αποτέλεσμα να συμπληρώνεται φρέον.

Μόλις η στάθμη του υγρού φρέοντος ξεπεράσει το όριο στάθμης του μεσαίου πλωτήρα μέσα στον φρεοδιαχωριστή, τότε η επαφή του

πλωτήρα απενεργοποιεί την ρυθμιστική βαλβίδα, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η παροχή του φρέοντος προς τον φρεοδιαχωριστή.

#### 2.2.4. Step controller υψηλής

Ο step controller αποτελεί την καρδιά του κυκλώματος της υψηλής ψύξης.

Ανάλογα με τις εντολές που δέχεται από τον πιεζοστάτη υψηλής θέτει σε λειτουργία τα κυκλώματα φόρτισης ή εκφόρτισης.

Όταν μέσω του πιεζοστάτη, ο step controller λάβει εντολή για αύξηση της πίεσης στην εγκατάσταση, τότε ενεργοποιείται ο κινητήρας του step controller και κινείται κατά την δεξιόστροφη φορά, με αποτέλεσμα να ξεκινάει η διαδικασία της φόρτισης.

Αντίθετα, όταν ο step controller λάβει εντολή για μείωση της πίεσης, τότε ο κινητήρας του κινείται κατά αριστερόστροφη φορά, με αποτέλεσμα να τίθεται σε λειτουργία η διαδικασία της εκφόρτισης.

Ο step controller συνδυάζει ένα αμφόστροφο κινητήρα πυκνωτή και μία σειρά από έκκεντρα.

Αυτά τα κατάλληλα έκκεντρα ανοιγοκλείνουν τους διακόπτες, με τους οποίους συνδέονται όταν ο οδηγούμενος μηχανικός είναι σε λειτουργία.

Έτσι μέσω των γραναζιών αυτών, ο step controller έχει την δυνατότητα να θέτει σε λειτουργία του συμπιεστές, τους οποίους χρειάζεται η ψυκτική εγκατάσταση κατά την χαμηλή ή την υψηλή ψύξη.

Κατά την υψηλή ψύξη δουλεύουν τέσσερις συμπιεστές, οι οποίοι

ενεργοποιούνται μέσω των εντολών του step controller.

Με άλλα λόγια μπορεί να ειπωθεί ότι ο step controller είναι ο ελεγκτής και ο ρυθμιστής των συμπιεστών της ψυκτικής εγκατάστασης.

Στο παρακάτω σχήμα 4.1. της επόμενης σελίδας, φαίνεται το διάγραμμα λειτουργίας του step controller.

Από το διάγραμμα αυτό παρατηρούμε ότι με την πάροδο του χρόνου και ανάλογα με την εντολή του πιεζοστάτη υψηλής, ο step controller μπορεί να ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τα κυκλώματα αυτοματισμού των συμπιεστών.

Αρχίζοντας την λειτουργία του κινητήρα του step controller περιστρέφει και τα κατάλληλα έκκεντρα, τα οποία είναι μονίμως συνδεδεμένα επάνω στον άξονα του.

Έτσι, όταν η απαίτηση για αύξηση της πίεσης δοθεί από τον πιεζοστάτη, ο step controller θέτει σε λειτουργία έναν - έναν τους συμπιεστές που δουλεύουν κατά την υψηλή ψύξη.

Φθάνοντας στην τελική του θέση, ο controller, έχει ενεργοποιήσει όλους του συμπιεστές και τέλος σταματάει την διαδικασία της φόρτισης.

Όταν όμως, μέσω του πιεζοστάτη υψηλής, στον step controller δοθεί εντολή για μείωση της πίεσης, τότε ο κινητήρας αυτού στρέφεται κατά την αριστερή φορά περιστροφής, με αποτέλεσμα να απενεργοποιεί έναν - έναν του συμπιεστές του κυκλώματος, ώστε να εκπληρωθεί η απαίτηση της εκφόρτισης.

Φθάνοντας στην αρχική του θέση, ο controller έχει απενεργοποιήσει όλους τους συμπιεστές, ενώ ταυτόχρονα διακόπτει και την

διαδικασία της εκφόρτισης.

Σαν συμπέρασμα μπορεί να ειπωθεί ότι ο ρυθμιστής αυτός ελέγχεται ουσιαστικά, όπως ήδη έχει αναφερθεί από τον πιεζοστάτη υψηλής, ενώ αυτός, ο step controller, με την σειρά του ελέγχει τους συμπίεστες της εγκατάστασης, μέσω των κατάλληλων γραναζιών και μέσω των διακοπών, τους οποίους ανοιγοκλείνει ανάλογα με την εντολή της φόρτισης ή της εκφόρτισης.

**Σχήμα 2.1.** Διάγραμμα λειτουργίας του step controller

## 2.3. Κύκλωμα χαμηλής ψύξης

Στο κύκλωμα αυτό, όπως και στο κύκλωμα της υψηλής ψύξης, αρχικά συνδέεται ένας πιεζοστάτης υψηλής πίεσης, ο οποίος έχει ως σκοπό την κίνηση του κινητήρα του step controller της χαμηλής κατά την δεξιόστροφη ή την αριστερόστροφη φορά περιστροφής, ώστε να επιλεχθεί και πραγματοποιηθεί η λειτουργία της φόρτισης ή της εκφόρτισης.

Στο κύκλωμα αυτό, δηλαδή στην χαμηλή ψύξη της ψυκτικής εγκατάστασης δεν περιέχεται ο φρεοδιαχωριστής, καθώς επίσης και ο ένας από τους τέσσερις συμπιεστές.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης είναι πιο εύκολο και πιο απλό, από ότι είναι το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

### 2.3.1. Πιεζοστάτης υψηλής

Ο πιεζοστάτης της υψηλής πίεσης στο κύκλωμα της χαμηλής ψύξης χρησιμοποιείται για τον ίδιο λόγο, όπως και ο πιεζοστάτης της υψηλής στο κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αυτός είναι ένας ελεγκτής της αυτόματης λειτουργίας των συμπιεστών, ο οποίος πιεζοστάτης δίνει εντολή στον step controller της χαμηλής.

Κατά την λειτουργία της ψυκτικής εγκατάστασης, όταν η πίεση στην υψηλή πλευρά του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης ξεπεράσει τα επιθυμητά όρια, τότε, μέσω του step controller της χαμηλής, ο

πιεζοστάτης αυτός διακόπτει την λειτουργία των συμπιεστών που συνδέονται σε αυτό το κύκλωμα.

Η διακοπή αυτή γίνεται εκκινώντας ο step controller χαμηλής την διαδικασία της εκφόρτισης των συνδεδεμένων συμπιεστών.

Με την παύση της λειτουργίας των συμπιεστών, η θερμοκρασία και η πίεση ελαττώνονται με αποτέλεσμα, όταν η πίεση φθάσει σε κάποιο ικανοποιητικό όριο, τότε ο πιεζοστάτης της υψηλής δίνει εντολή στον step controller να εκκινήσει την λειτουργία της φόρτισης.

### **2.3.2. Step controller χαμηλής**

Ο step controller της χαμηλής χρησιμοποιείται, όπως και ο step controller της υψηλής, για τον έλεγχο της λειτουργίας των συμπιεστών.

Ο step controller της χαμηλής είναι πιο απλός στην κατασκευή του επειδή, όπως είναι γνωστό κατά την χαμηλή ψύξη δουλεύουν, μόνο οι τρεις συμπιεστές, με αποτέλεσμα την μείωση του αριθμού των γραναζιών, τα οποία είναι τοποθετημένα επάνω στον άξονα του step controller της χαμηλής.

Η αρχή λειτουργίας του step controller της χαμηλής είναι ακριβώς όμοια με αυτήν του step controller της υψηλής.

Επίσης πανομοιότυπα σχεδόν είναι και τα διαγράμματα λειτουργίας τους.

Η μόνη τους διαφορά, πέρα από τον αριθμό των γραναζιών τους, είναι ο έλεγχος της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης της εγκατάστασης.



## 2.4. Κύκλωμα αυτοματισμού συμπιεστή

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, η ψυκτική εγκατάσταση περιλαμβάνει τέσσερις συμπιεστές.

Τα κυκλώματα αυτοματισμού των τεσσάρων αυτών συμπιεστών είναι όμοια, εκτός από το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του αυτοματισμού του δεύτερου συμπιεστή, στο οποίο δεν συνδέεται ο μεταγωγικός διακόπτης, ο οποίος και πραγματοποιεί την επιλογή μεταξύ του κυκλώματος της χαμηλής και του κυκλώματος της υψηλής ψύξης.

Πέρα όμως από τους διακόπτες επιλογής, οι αυτοματισμοί και των τεσσάρων συμπιεστών είναι οι ίδιοι.

Γενικά στο κύκλωμα αυτοματισμού του κάθε συμπιεστή περιέχονται τα εξής εξαρτήματα:

- Ο θερμαντήρας στο κάρτερ
- Ο ωρομετρητής
- Ο ηλεκτρικός πλωτήρας του λαδιού στο κάρτερ
- Η μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού
- Ο πρεσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού
- Ο πρεσοστάτης της χαμηλής πίεσης του λαδιού
- Ο διαφορικός πρεσοστάτης του λαδιού
- Ο αυτόματος διακόπτης αστέρα - τριγώνου
- Οι βαλβίδες του κάθε βήματος.

Επειδή τα κυκλώματα αυτοματισμών για κάθε συμπιεστή είναι

όμοια, θα εξετασθεί πιο αναλυτικά ένα μόνο κύκλωμα, το οποίο θα είναι αντιπροσωπευτικό όλων των κυκλωμάτων αυτοματισμών των συμπιεστών της εγκατάστασης.

#### 2.4.1. Θερμαντήρας

Όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο σκοπός του θερμαντήρα του στροφαλοθαλάμου (κάρτερ) είναι να διατηρεί την θερμοκρασία του ψυκτέλαιου υψηλότερα από εκείνη του ψυχρότερου τμήματος της εγκατάστασης.

Αυτό επιδιώκεται, επειδή, όταν διακοπεί η λειτουργία του συμπιεστή, τότε αρχίζει μία μετακίνηση ψυκτικού αερίου από τα θερμά στοιχεία προς τον ψυχρό στροφαλοθάλαμο, με αποτέλεσμα το εισερχόμενο θερμό αέριο μέσα στον στροφαλοθάλαμο να συμπυκνώνεται αναμειγνυόμενο με το ψυκτέλαιο.

Έτσι όταν θα ξεκινήσει ο συμπιεστής, αφ' ενός μεν θα αναρροφήσει υγρό, αφ' ετέρου θα προκληθεί αφρισμός του ψυκτελαίου με αποτέλεσμα την αναχώρησή του από τον στροφαλοθάλαμο με τα γνωστά καταστρεπτικά αποτελέσματα.

Η λειτουργία του θερμαντήρα αναλύεται στην συνέχεια.

Μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή τοποθετείται μία πηγή θερμότητας, που μπορεί να είναι είτε μία ή περισσότερες ηλεκτρικές αντιστάσεις είτε μία σερπαντίνα με θερμό αέριο, η οποία διατηρεί την θερμοκρασία του ψυκτελαίου μέσα στον στροφαλοθάλαμο σε υψηλότερα επίπεδα από το ψυχρότερο τμήμα της εγκατάστασης και προκαλεί την εξάτμιση του εισερχόμενου ψυκτικού υγρού μέσα στον στροφαλοθάλαμο και τέλος οδηγεί το ψυκτικό ρευστό προς την

γραμμή αναρρόφησης, ώστε να μην απορροφάται το ψυκτικό μέσα από το ψυκτέλαιο.

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υγραποίηση του ψυκτικού ρευστού μέσα στον στροφαλοθάλαμο.

Οι θερμαντήρες είναι συνήθως υπό τάση συνεχώς, επειδή χρειάζονται ένα ορισμένο χρονικό διάστημα ώστε να διώξουν το ψυκτικό ρευστό από τον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή προς την αναρρόφηση.

Πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να αποτραπεί η υπερθέρμανση και η ανθρακοποίηση του ψυκτελαίου.

#### **2.4.2. Ωρομετρητής**

Ο ωρομετρητής συνδέεται παράλληλα με τον συμπιεστή και μετράει τον χρόνο λειτουργίας του συμπιεστή.

Ο ωρομετρητής αυτός καταγράφοντας τις ώρες λειτουργίας του συμπιεστή, αρχίζει την αποπάγωση του στοιχείου ατμοποίησης.

Βασικά στην εξεταζόμενη εγκατάσταση ο ωρομετρητής έχει ως σκοπό μόνο την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του συμπιεστή, γιατί δεν είναι συνδεδεμένος με κάποιο κύκλωμα αποπάγωσης.

Μόλις ο χειριστής αναγνώσει στον ωρομετρητή τον απαιτούμενο χρόνο λειτουργίας, τότε θέτει σε εκκίνηση το σύστημα αποπάγωσης χειροκίνητα.

### 2.4.3. Ηλεκτρικός πλωτήρας λαδιού στροφαλοθαλάμου

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί, η διατήρηση της σταθερής στάθμης του ψυκτελαίου μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή είναι μεγάλης σημασίας προϋπόθεση για την σωστή και ασφαλή λειτουργία των ψυκτικών εγκαταστάσεων, επειδή η σωστή ποσότητα του λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο (κάρτερ) του συμπιεστή παρέχει την κατάλληλη πίεση λίπανσης, διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας, μειώνει τον θόρυβο λειτουργίας και εγγυάται την ομαλή λειτουργία του συστήματος των υδραυλικών αποφορτωτών της ισχύος των συμπιεστών.

Η στάθμη του ψυκτελαίου όμως, μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, μεταβάλλεται κατά την λειτουργία του, λόγω της ανάμιξης του ψυκτελαίου με το ψυκτικό υγρό, της αναχώρησης του μίγματος (ψυκτελαίου - ψυκτικό υγρό) από τον στροφαλοθάλαμο προς τον συμπυκνωτή και τελικά της παγίδευσής του μέσα στο στοιχείο ατμοποίησης, λόγω της χαμηλής ταχύτητας που επικρατεί μέσα στο ψυκτικό στοιχείο.

Με τον τρόπο αυτό η στάθμη του λαδιού δεν διατηρείται σταθερή, αλλά πολλές φορές χρειάζεται συμπλήρωση του στροφαλοθαλάμου του συμπιεστή με λάδι.

Η συμπλήρωση του ψυκτελαίου γίνεται είτε αυτόματα με ειδικές βαλβίδες είναι χειροκίνητα.

Ο διακόπτης ρύθμισης της στάθμης του λαδιού χρησιμοποιείται σε συστήματα ψυκτικών μονάδων, όπου δύο ή τρεις ή και περισσότεροι συμπιεστές λειτουργούν σε σειρά και με το ίδιο κύκλωμα λαδιού λίπανσης, όπως συμβαίνει και κατά την εξεταζόμενη ψυκτική

εγκατάσταση.

Ο σκοπός του διακόπτη αυτού είναι να ελέγχει και να διατηρεί την στάθμη του λαδιού μέσα στους στροφαλοθαλάμους των συμπιεστών στο ίδιο ύψος.

Ο διακόπτης ρύθμισης της στάθμης του λαδιού λειτουργεί βάσει μίας προκαθορισμένης διαφοράς στάθμης μεταξύ του στροφαλοθαλάμου του συμπιεστή και του ηλεκτρικού διακόπτη.

Αυτός είναι προσαρμοσμένος στον κάθε στροφαλοθάλαμο του κάθε συμπιεστή και συνδέεται ηλεκτρικά με μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, η οποία είναι επίσης προσαρμοσμένη στον κάθε στροφαλοθάλαμο του κάθε συμπιεστή.

Όταν η στάθμη του λαδιού μέσα στο κάρτερ χαμηλώσει, τότε οι επαφές του διακόπτη κλείνουν και τροφοδοτούν με ρεύμα, με κάποια προκαθορισμένη καθυστέρηση, την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, η οποία ανοίγοντας επιτρέπει την είσοδο του ψυκτελαίου από την δεξαμενή του λαδιού προς τον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Μόλις η στάθμη του λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο επανέλθει στην προκαθορισμένη, τότε οι επαφές του διακόπτη ανοίγουν και κλείνοντας η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακόπτει την παροχή του ψυκτελαίου από την δεξαμενή προς τον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Έτσι η στάθμη του ψυκτελαίου αποκαθίσταται μέσα στον στροφαλοθάλαμο του κάθε συμπιεστή και αποφεύγονται τα δυσάρεστα προβλήματα, λόγω της κακής λίπανσης.

#### **2.4.4. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης λαδιού λίπανσης**

Η ηλεκτρομαγνητική αυτή βαλβίδα έχει ως σκοπό την συμπλήρωση του λαδιού στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Η βαλβίδα αυτή ενεργοποιείται και ανοίγει, ώστε να επιτρέψει την παροχή του ψυκτέλαιου στον στροφαλοθάλαμο, μέσω του διακόπτη ρύθμισης της στάθμης του λαδιού.

Αυτή τοποθετείται στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή και επικοινωνεί με τον ελαιοδιαχωριστή καθώς και με την δεξαμενή του λαδιού της ψυκτικής εγκατάστασης.

Μόλις ο ηλεκτρικός πλωτήρας του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή ενεργοποιήσει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού λίπανσης, τότε αυτή ανοίγει και επιτρέπει την παροχή του λαδιού λίπανσης, τότε αυτή ανοίγει και επιτρέπει την παροχή του λαδιού από την δεξαμενή του λαδιού προς τον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Όταν η στάθμη του λαδιού φθάσει το προκαθορισμένο όριο, τότε ο διακόπτης ρύθμισης της στάθμης του λαδιού απενεργοποιεί την βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού λίπανσης, δηλαδή κλείνει η βαλβίδα αυτή, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η παροχή του λαδιού προς τον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

#### **2.4.5. Πρεσοστάτης υψηλής πίεσης λαδιού**

Όπως είναι γνωστό, η σωστή λίπανση ενός συμπιεστή δημιουργεί

τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την μεγαλύτερη διάρκεια της λειτουργίας του.

Για να είναι σωστή όμως η λίπανση του συμπιεστή, θα πρέπει η πίεση του ψυκτελαίου να είναι κατάλληλη.

Για τον έλεγχο της πίεσης του λαδιού λίπανσης χρησιμοποιούνται, στην παρούσα εγκατάσταση, τρεις πρεσσοστάτες, ο πρεσσοστάτης υψηλής, ο πρεσσοστάτης χαμηλής και ο διαφορικός πρεσσοστάτης.

Αρχικά ο πρεσσοστάτης της υψηλής ελέγχει την πίεση του λαδιού, ώστε αυτή να μην ξεπεράσει ένα ανώτατο όριο.

Αυτός διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, δηλαδή η επαφή του ανοίγει, όταν η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού αυξηθεί και ξεπεράσει το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Όταν η πίεση του λαδιού λίπανσης δεν ξεπερνά το όριο αυτό, τότε η επαφή του πρεσσοστάτη υψηλής παραμένει κλειστή, με αποτέλεσμα ο συμπιεστής να λειτουργεί κανονικά.

#### **2.4.6. Πρεσσοστάτης χαμηλής πίεσης λαδιού**

Στο ηλεκτρικό κύκλωμα συνέχεια του πρεσσοστάτη υψηλής αποτελεί ο πρεσσοστάτης της χαμηλής πίεσης του λαδιού.

Σκοπός του πρεσσοστάτη αυτού είναι να διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η πίεση του λαδιού λίπανσης φθάσει το κατώτερο όριο ασφαλείας του.

Έτσι, μόλις η πίεση του ψυκτελαίου φθάσει το κατώτατο όριο, τότε ανοίγει η επαφή του πρεσσοστάτη χαμηλής, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η παροχή του ρεύματος προς τον συμπιεστή, οπότε ο

συμπιεστής διακόπτει την λειτουργία του.

Μόλις όμως η πίεση του λαδιού λίπανσης επανέρθει στα κανονικά της επίπεδα, η επαφή του πρεσσοστάτη αυτού κλείνει, με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του συμπιεστή.

#### **2.4.7. Διαφορικός πρεσσοστάτης λαδιού και ψυκτικού μέσου**

Ο τρίτος κατά σειρά πρεσσοστάτης του κυκλώματος αυτοματισμού του συμπιεστή είναι διαφορικός πρεσσοστάτης.

Από τα προηγούμενα κεφάλαια έχει ήδη γίνει γνωστό ότι, όταν πρέπει να προστατεύεται η εγκατάσταση από την πίεση του λαδιού. Χρησιμοποιείται ένα διαφορικός πρεσσοστάτης, ο οποίος ελέγχει ταυτόχρονα την πίεση του λαδιού καθώς και την πίεση του ψυκτικού μέσου.

Ο πρεσσοστάτης αυτός διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η διαφορά των δύο πιέσεων γίνει μικρότερη από την τιμή ρύθμισης.

Όπως ήδη είναι γνωστό, η διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή γίνεται, επειδή σε ορισμένους τύπους συμπιεστών η χαμηλή πίεση του ψυκτικού ρευστού πρέπει να παραμένει πάντοτε μικρότερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Όταν όμως η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου γίνει μεγαλύτερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε η τροφοδοτική αντλία του λαδιού ενδεχομένως να μην μπορεί να στείλει το λάδι. Στις



περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να διακόπτουμε την λειτουργία του συμπιεστή.

Με άλλα λόγια, συμπερασματικά, ο διαφορικός πρεσοστάτης διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, ενώ αντίθετα επιτρέπει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι μικρότερη της πίεσης του λαδιού λίπανσης.

#### **2.4.8. Αυτόματος διακόπτης αστέρα - τριγώνου**

Με την χρήση του αυτόματου διακόπτη αστέρα - τριγώνου, ο συμπιεστής έχει την δυνατότητα να ξεκινήσει με συνδεσμολογία των τυλιγμάτων του κατά αστέρα και στη συνέχεια να αλλάξει η συνδεσμολογία από αστέρα σε τρίγωνο.

Αν δεν γινόταν χρήση του διακόπτη αυτού, τότε, επειδή το ρεύμα της εκκίνησης είναι πολλαπλάσιο του ονομαστικού, θα προκαλούσε στιγμιαία βύθιση της τάσης στους υπόλοιπους καταναλωτές της εγκατάστασης αφ' ενός και αφ' ετέρου θα έβαζε σε κίνδυνο τις γραμμές τροφοδοσίας του δικτύου.

Συγκεκριμένα η χρήση του αυτόματου διακόπτη αστέρα - τριγώνου αποσκοπεί στην ελάττωση του ρεύματος εκκίνησης και της απαιτούμενης ροπής εκκίνησης.

#### **2.4.9. Βαλβίδες έκαστου βήματος**

Οι βαλβίδες αυτές μπορούν να ελέγχουν είτε την υψηλή είτε την

χαμηλή ψύξη της εγκατάστασης.

Οι βαλβίδες αυτές είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπιεστή και κλείνουν βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί και την πίεση που έχει ορισθεί.

Οπότε, καθώς ο step controller περιστρέφεται κλείνουν μία- μία οι επαφές του, με αποτέλεσμα ο controller να δίνει την εντολή της ενεργοποίησης σε κάθε τέτοια βαλβίδα, κατά την διαδικασία της φόρτισης.

Σε κάθε κύκλωμα αυτοματισμού συμπιεστή υπάρχουν τρεις τέτοιες όμοιες βαλβίδες, οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται μία - μία ανάλογα με την θέση του step controller.

Οι βαλβίδες αυτές κλείνουν βηματικά και με τον τρόπο αυτό αυξάνει η πίεση του ψυκτικού μέσου μέσα στην εγκατάσταση.

Οι βαλβίδες αυτές είναι αρχικά ανοικτές και στην συνέχεια με εντολή του step controller κλείνουν βηματικά, ώστε η πίεση του ψυκτικού μέσου να αυξηθεί.

Αντίθετα κατά την διαδικασία της εκφόρτισης, οι βαλβίδες αυτές είναι αρχικά κλειστές και στη συνέχεια ανοίγουν βηματικά, ώστε να ελαττωθεί η πίεση του ψυκτικού μέσου.

Με άλλα λόγια οι βαλβίδες αυτές αποτελούν ένα είδος βαλβίδων εκτόνωσης, όπου διερχόμενο το ψυκτικό ρευστό μέσα στον συμπιεστή, συμπιέζεται περισσότερο με τον βαθμιαίο κλείσιμο των βαλβίδων αυτών, με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης του ψυκτικού μέσου, κατά την διαδικασία της φόρτισης.

Ανάλογα με την εντολή του step controller, οι βαλβίδες του κάθε βήματος ενεργοποιούνται, κλείνουν βηματικά, κατά την διαδικασία

της φόρτισης ή απενεργοποιούνται, δηλαδή ανοίγουν βηματικά, κατά την διαδικασία της εκφόρτισης του συμπιεστή.

Συνοπτικά με την εντολή του step controller, οι βαλβίδες του κάθε βήματος ενεργοποιούνται, κλείνουν βηματικά, κατά την διαδικασία της φόρτισης ή απενεργοποιούνται, δηλαδή ανοίγουν βηματικά, κατά την διαδικασία της εκφόρτισης του συμπιεστή.

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι οι βαλβίδες εκάστου βήματος είναι τοποθετημένες ανά τρεις σε κάθε συμπιεστή και ανάλογα με την πίεση που επιθυμείται κλείνουν ή ανοίγουν βηματικά, ώστε να επιτρέπουν μεγαλύτερη ή μικρότερη συμπίεση του ψυκτικού ρευστού μέσα στον κάθε συμπιεστή.

## **Κεφάλαιο 3**

### **Ανάλυση του ηλεκτρολογικού σχεδίου**

#### **3.1. Εισαγωγή**

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο, του τμήματος τη ψυκτικής εγκατάστασης που εξετάζεται, δίνεται ένθετα στο τέλος της εργασίας αυτής.

Στο κεφάλαιο αυτό επιδιώκεται η ανάλυση του σχεδίου αυτού τόσο αναλυτικά, όσο και πιο χονδρικά (συνοπτικά), για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του υπό εξέταση τμήματος της εγκατάστασης.

#### **3.2 Αναλυτική περιγραφή**

##### **3.2.1. Κύκλωμα υψηλής ψύξης**

Η ανάλυση του κυκλώματος μας ξεκινά από το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αρχικά στο κύκλωμα μας υπάρχει ένας Μ/Σ 220/220 V ο οποίος χρησιμοποιείται για προστασία. Αυτό γίνεται επειδή μέσω του Μ/Σ

έχουμε μικρή ισχύ, μέχρι 1000 VA, οπότε δεν έχουμε ισχύ που προκαλεί τον θάνατο. Επίσης λόγω γαλβανικής ζεύξης έχουμε πρόσθετη προστασία, επειδή πιάνοντας το ένα μόνο καλώδιο δεν επέρχεται θάνατος, ο οποίος επέρχεται πιάνοντας και τα δύο, ώστε να κλείσει το κύκλωμα. Σημαντικότερος λόγος βέβαια είναι η ισχύς, το πολύ 1000 VA, που δίνει ο Μ/Σ.

Στην συνέχεια έχουμε μία ασφάλεια και ένα ασφαλειοδιακόπτη.

Μετά τον ασφαλειοδιακόπτη το ρεύμα διακλαδίζεται και συνδέεται ένας πιεζοστάτης στο κύκλωμα του φρέοντος.

Στη θέση 2 του πιεζοστάτη έχουμε ενεργοποίηση της φόρτισης, δηλαδή αύξηση της πίεσης και κατ' επέκταση της ψύξης. Στη θέση 3 αυτού έχουμε ενεργοποίηση της εκφόρτισης, δηλαδή μείωση της πίεσης και κατ' επέκταση της ψύξης. Ανάλογα με την θέση του πιεζοστάτη έχουμε ενεργοποίηση των ρελαί  $C_1$  και  $C_2$ .

Το ρελαί  $C_1$  ενεργοποιούμενο δίνει εντολή στο step controller της υψηλής να ξεκινήσει την διαδικασία της φόρτισης, ενώ το ρελαί  $C_2$  ενεργοποιούμενο θέτει σε λειτουργία την διαδικασία της εκφόρτισης.

Στον ευθύ κλάδο του κυκλώματος αυτού συνδέεται ένας διακόπτης - μανιτάρι του stop.

Στην συνέχεια συνδέονται δύο διακόπτες - πλωτήρες. Ο πλωτήρας  $\Pi_1$  αντιπροσωπεύει την επάνω στάθμη του φρεοδιαχωριστή ενώ ο  $\Pi_2$  την κάτω στάθμη του φρεοδιαχωριστή. Η επαφή που αντιστοιχεί στον πλωτήρα  $\Pi_1$  της επάνω στάθμης του φρεοδιαχωριστή είναι N.C. Όταν το υγρό φρέον που βρίσκεται μέσα στον φρεοδιαχωριστή ξεπεράσει το όριο της επάνω στάθμης, τότε ο διακόπτης αυτός ανοίγει. Η επαφή που αντιστοιχεί στον πλωτήρα  $\Pi_2$  της κάτω στάθμης του φρεοδιαχωριστή είναι N.O. Όταν το υγρό φρέον που

βρίσκεται στον φρεοδιαχωριστή είναι Ν.Ο. Όταν το υγρό φρέον που βρίσκεται στον φρεοδιαχωριστή κατέβει κάτω από το όριο της κάτω στάθμης, τότε ο διακόπτης αυτός ανοίγει με φυσικό επακόλουθο την απενεργοποίηση του step controller της υψηλής ψύξης.

Στην επόμενη διακλάδωση υπάρχει ο διακόπτης που αναφέρεται στο χρονικό  $X_1$ .

Το χρονικό  $X_1$  έχει δύο χρόνους ρυθμιζόμενους, ηρεμίας - εργασίας, είναι δηλαδή ένα χρονικό κυκλικής λειτουργίας δύο ρυθμίσεων χρόνου οπλισμού και αφοπλισμού. Όταν η επαφή  $X_1$  βρίσκεται στην θέση 16 είναι Ν.Ο. και όταν αυτή βρίσκεται στην θέση 18 είναι Ν.Ο.

Όταν η επαφή  $X_1$  είναι στη θέση 18, τότε περνά ρεύμα προς τον step controller της υψηλής.

Στον κλάδο της φόρτισης υπάρχουν οι επαφές  $C_1$ ,  $C_2$  και  $KM_{17}$ .

Η επαφή  $C_1$  είναι Ν.Ο. ενώ οι επαφές  $C_2$  και  $KM_{17}$  είναι Ν.Ο.

Όταν ενεργοποιείται το ρελαί  $C_1$ , μέσω του πιεζοστάτη, τότε η επαφή  $C_1$  κλείνει και αφού το ρελαί  $C_2$  δεν είναι ενεργοποιημένο, λόγω των θέσεων του πιεζοστάτη, το ρεύμα προχωρεί προς τον step controller της υψηλής.

Στην συνέχεια για απλούστευση δεν αναφέρουμε τον όρο step controller υψηλής, αλλά απλώς step controller. Η απλοποίηση αυτή γίνεται επειδή μιλάμε για το κύκλωμα της υψηλής, το οποίο περιέχει τον step controller της υψηλής. Αργότερα θα ασχοληθούμε και με το κύκλωμα χαμηλής, που περιέχει τον step controller της χαμηλής.

Πριν όμως τον step controller, στο παρών κύκλωμα υπάρχει και η Ν.Ο. επαφή  $KM_{17}$ , η οποία ανοίγει με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί  $KM_{17}$ . Όταν η επαφή  $KM_{17}$  είναι κλειστή και

συνεπώς το ρελαί  $KM_{17}$  είναι απενεργοποιημένο, τότε ο step controller ενεργοποιείται και το ρεύμα ακολουθεί την γραμμή της φόρτισης.

Σε αντίθετη περίπτωση, το ρεύμα για να ακολουθεί τον κλάδο της εκφόρτισης προς τον step controller θα πρέπει:

Ο πιεζοστάτης να βρίσκεται στην θέση 3, ώστε να ενεργοποιείται το ρελαί  $C_2$  για την λειτουργία της εκφόρτισης.

Όταν συμβαίνει ενεργοποίηση του ρελαί  $C_2$ , τότε κλείνει η N.O. επαφή  $C_2$  κλάδο της εκφόρτισης προς τον step controller. Στον ίδιο κλάδο συναντώνται και οι N.C. επαφές  $C_1$  και  $KM_4$ . Αφού η επαφή του πιεζοστάτη κλείνει το κύκλωμα και ενεργοποιεί το ρελαί  $C_2$ , το οποίο αντιστοιχεί στην διαδικασία της εκφόρτισης, τότε είναι αδύνατο να ενεργοποιείται ταυτόχρονα και το ρελαί  $C_1$  το οποίο αντιστοιχεί στην διαδικασία της φόρτισης και επομένως η N.C. επαφή  $C_1$  στον κλάδο της εκφόρτισης παραμένει κλειστή, ώστε να επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος. Στην συνέχεια συνδέεται η N.C. επαφή  $KM_4$ , η οποία ανοίγει μόνο με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί  $KM_4$ . Όταν η επαφή  $KM_4$  είναι κλειστή και επομένως το ρελαί  $KM_4$  είναι απενεργοποιημένο, τότε ο step controller ενεργοποιείται και το ρεύμα ακολουθεί την γραμμή της εκφόρτισης.

Δηλαδή, όταν το ρεύμα ακολουθεί τον κλάδο της φόρτισης, τότε ο step controller λειτουργεί για την διαδικασία της φόρτισης, ενώ αντίθετως, όταν το ρεύμα ακολουθεί τον κλάδο της εκφόρτισης, τότε ο step controller λειτουργεί για την διαδικασία της εκφόρτισης.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στον κλάδο της εκφόρτισης ανεξάρτητα από την επαφή  $X_1$ , του αντίστοιχου χρονικού  $X_1$ ,

καταλήγει και ένας άλλος κλάδος, στον οποίο συνδέεται η N.C. επαφή  $KM_5$  του αντίστοιχου ρελαί  $KM_5$ . Το ρελαί αυτό, όπως φαίνεται από το σχέδιο, συνδέεται παράλληλα με το χρονικό  $X_1$ . Έτσι όταν ενεργοποιείται το ρελαί αυτό, ανοίγει η επαφή  $KM_5$ , ώστε να μην έχουμε διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο της εκφόρτισης του step controller από τον «δρόμο» αυτό.

Στην συνέχεια υπάρχει και ένας άλλος κλάδος που συνδέει το χρονικό  $X_1$  και το ρελαί  $KM_5$ . Στον κλάδο αυτόν συνδέεται η N.O. επαφή  $KM_4$  καθώς και η επαφή αυτοσυγκράτησης  $KM_5$  του ρελαί  $KM_5$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την επαφή  $KM_4$ . Στην συνέχεια υπάρχει η παράλληλη σύνδεση του χρονικού  $X_1$  και του ρελαί  $KM_5$ . Το χρονικό  $X_1$  είναι ένα χρονικό κυκλικής λειτουργίας δύο ρυθμίσεων χρόνου, οπλισμού και αφοπλισμού, δηλαδή έχει δύο χρόνους ρυθμιζόμενους ηρεμίας - εργασίας. Το χρονικό αυτό εισάγει καθυστέρηση στην περιστροφή του step controller.

Το χρονικό αυτό παρουσιάζεται και ως χρονικό ηρεμίας, ώστε όταν συμβαίνουν μικρού χρόνου διακοπές ρεύματος, όπως π.χ. από τους πλωτήρες του φρεοδιαχωριστή να καθυστερεί να ανοίξει ώστε να μην παρουσιάζονται αδικαιολόγητες διακοπές στον step controller του κυκλώματος αυτού.

Για τα χρονικά γνωρίζουμε ότι:

1) Χρονικό ηρεμίας:

Στα χρονικά ηρεμίας διεγείρουμε το ρελαί και μόλις σταματήσει η διέγερση το χρονικό αλλάζει κατάσταση μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.

2) Χρονικό εργασίας:



Στα χρονικά εργασίας όταν διεγείρουμε το ρελαί, μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα το ρελαί αλλάζει κατάσταση.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας των παραπάνω δύο χρονικών.

*Σχήμα 3.1. Χρονικό Εργασίας (α) Καθυστερεί να κλείσει, (β) Καθυστερεί να ανοίξει.*

*Σχήμα 3.2. Χρονικό ηρεμίας (α) καθυστερεί να ανοίξει (β) Καθυστερεί να κλείσει.*

Παράλληλα με το χρονικό  $X_1$  συνδέεται το ρελαί  $KM_5$ . Όταν η Ν.Ο. επαφή  $KM_4$  κλείσει, ενεργοποιούμενου του αντίστοιχου ρελαί  $KM_4$ , τότε περνά ρεύμα προς το χρονικό  $X_1$  και προς το ρελαί  $KM_5$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $KM_5$  κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησής του,  $KM_5$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος μέσω της επαφής αυτής προς το χρονικό  $X_1$  και το ρελαί  $KM_5$  και όταν το ρελαί  $KM_5$  είναι απενεργοποιημένο.

Όταν η επαφή  $X_1$  του αντίστοιχου χρονικού  $X_1$  είναι στην θέση 16 και το ρελαί  $KM_5$  είναι απενεργοποιημένο πάλι θα έχουμε διέλευση του ρεύματος στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller. Όταν η επαφή  $X_1$ , του χρονικού  $X_1$ , είναι στην θέση 18 τότε είναι ενεργοποιημένο και το ρελαί  $KM_5$  με αποτέλεσμα η Ν.Ο επαφή  $KM_5$  που συνδέεται στον κλάδο της εκφόρτισης, να ανοίξει.

Άρα δηλαδή, όταν δεν ενεργοποιείται το χρονικό  $X_1$ , καθώς και το ρελαί  $KM_5$ , τότε η επαφή  $X_1$  θα βρίσκεται στην θέση 16 με αποτέλεσμα να υπάρχει ρεύμα στον κλάδο της εκφόρτισης μέσω της Ν.Ο. επαφής  $KM_5$ . Αντίθετα όταν το χρονικό  $X_1$  καθώς και το ρελαί  $KM_5$  ενεργοποιούνται τότε ανοίγει η Ν.Ο επαφή  $KM_5$ , που συνδέεται στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος από τον «δρόμο» αυτόν.

Στην περίπτωση αυτή, η επαφή  $X_1$  θα βρίσκεται στην θέση 18 και ανάλογα με την θέση του πιεζοστάτη, δηλαδή την ενεργοποίηση των ρελαί  $C_1$  ή  $C_2$ , το ρεύμα θα ακολουθήσει τον κλάδο της φόρτισης ή της εκφόρτισης αναλόγως του ενεργοποιούμενου ρελαί  $C_1$  ή  $C_2$  αντίστοιχα.

Στην συνέχεια υπάρχει ο κλάδος που περιλαμβάνει το ρελαί  $KM_4$ , το

οποίο ενεργοποιείται όταν ο step controller βρίσκεται στην αρχική του θέση, δηλαδή είναι απενεργοποιημένος.

Η επαφή Μ00 όταν βρίσκεται στην θέση 2 είναι Ν.С., ενώ στην θέση 4 είναι Ν.0. Όταν η επαφή βρίσκεται στην θέση 4, τότε ο step controller ενεργοποιείται, δηλαδή αρχίζει η λειτουργία του.

Στη θέση 4 και στον κλάδο που συνδέεται με αυτή, συνδέεται και το ρελαί КМ<sub>33</sub>, το οποίο ενεργοποιείται με την ενεργοποίηση του step controller.

Παράλληλα με το ρελαί КМ<sub>33</sub>, υπάρχει και μία Ν.0. επαφή, όπου στον κλάδο αυτό υπάρχει το ενδεικτικό ΕΕ<sub>1</sub> ενεργοποίησης του ρελαί КМ<sub>33</sub>. Ο κλάδος αυτός συνδέεται κατ' ευθείαν με την τροφοδοσία και όταν ενεργοποιείται το ρελαί КМ<sub>33</sub>, κλείνει η Ν.0. επαφή του κλάδου αυτού, με αποτέλεσμα να φανεί το γεγονός αυτό στον ενδεικτικό ΕΕ<sub>1</sub>.

Με άλλα λόγια το ενδεικτικό ΕΕ<sub>1</sub> δηλώνει την έναρξη λειτουργίας του step controller.

Παράλληλα με την επαφή Μ00 του step controller συνδέεται και η επαφή Μ01 αυτού. Όταν η επαφή Μ01 βρίσκεται στην θέση 2 είναι Ν.С. ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 4 είναι Ν.0. Όταν βρίσκεται στην θέση 4 τότε ο step controller σταματάει την διαδικασία της φόρτισης μέσω της ενεργοποίησης του ρελαί КМ<sub>17</sub>. Δηλαδή στην θέση αυτή δηλώνεται το τέλος της ενεργοποίησης του step controller, για την λειτουργία της φόρτισης.

Όταν η επαφή Μ00 βρίσκεται στην θέση 2 ενεργοποιείται το ρελαί КМ<sub>4</sub>, με αποτέλεσμα να ανοίγει η Ν.С. επαφή στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller, ώστε να μην έχουμε την διέλευση του ρεύματος από τον κλάδο αυτό προς τον step controller.

Αν ισχύει αυτό και η επαφή M01 βρίσκεται και αυτή στην θέση 2, ώστε να μην ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>17</sub> τότε το ρεύμα ρέει στον κλάδο της φόρτισης προς τον step controller.

Όταν η επαφή M01 βρίσκεται στην θέση 4 ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>17</sub>, με αποτέλεσμα να ανοίγει η N.C. επαφή KM<sub>17</sub> στον κλάδο της φόρτισης του step controller, ώστε να μην υπάρχει διέλευση ρεύματος από τον κλάδο αυτό προς τον step controller.

Η επαφή M00 αντιστοιχεί στη θέση M00 του step controller, ενώ η επαφή M01 αντιστοιχεί στη θέση M01. Η M00 είναι η αρχική θέση του controller, ενώ η M01 είναι η τελική.

Έτσι όταν ο step controller βρίσκεται στην αρχική θέση του η επαφή M00 είναι στην θέση 2 όπου και ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>4</sub>.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί αυτό κλείνει η N.O επαφή KM<sub>4</sub> και ενεργοποιούνται το χρονικό X<sub>1</sub> και το ρελαί KM<sub>5</sub>.

Ενεργοποιούμενο το χρονικό X<sub>1</sub> και μετά από λίγο χρόνο η επαφή X<sub>1</sub> βρίσκεται στην θέση 18.

Όταν ο πιεζοστάτης βρίσκεται στην θέση 2 ενεργοποιείται το ρελαί C<sub>1</sub> της φόρτισης.

Αποτέλεσμα αυτών είναι να ενεργοποιηθεί ο step controller.

Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του controller είναι η στάθμη του υγρού φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή. Η στάθμη αυτή θα πρέπει να είναι κάτω από το πάνω όριο και πάνω από το κάτω όριο στάθμης.

Η ενεργοποίηση αυτή βέβαια αναφέρεται στην διαδικασία της φόρτισης.

Όταν ο step controller ενεργοποιηθεί, μετά από λίγο χρονικό διάστημα, η επαφή M00 βρίσκεται στην θέση 4, όπου ενεργοποιεί το ρελαί KM<sub>33</sub> και απενεργοποιείται, με αυτόν τον τρόπο το ρελαί KM<sub>4</sub>.

Η διαδικασία της φόρτισης συνεχίζει έως ότου ο step controller φθάσει στην τελική του θέση M01 και η αντίστοιχη επαφή βρεθεί στην θέση 4 όπου απενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>17</sub>.

Τότε η διέλευση του ρεύματος στο κλάδο της φόρτισης σταματά και όντας ο πιεζοστάτης στη θέση 3 ενεργοποιεί το ρελαί C<sub>2</sub>, το οποίο αντιστοιχεί στην λειτουργία της εκφόρτισης και πλέον η διέλευση του ρεύματος γίνεται μέσω του κλάδου της εκφόρτισης.

Επίσης η διαδικασία της φόρτισης σταματάει και όταν ακόμη η πίεση φθάσει στα επιθυμητά επίπεδα, οπότε ο πιεζοστάτης διακόπτει την παροχή του ρεύματος προς τον step controller.

Εάν συνεχεία στον ευθύ κλάδο υπάρχει η Ν.Ο. επαφή KM<sub>5</sub>, η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί KM<sub>5</sub>, δηλαδή με την ενεργοποίηση του ρελαί KM<sub>4</sub>.

Αφού το ρελαί KM<sub>5</sub> είναι ενεργοποιημένο, η Ν.Ο επαφή KM<sub>5</sub> στον απ' ευθείας κλάδο της τροφοδοσίας, κλείνει και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τις άλλες επαφές του step controller. Το ρεύμα διέρχεται και φθάνει στην επαφή M<sub>11</sub> του step controller, όπου όταν αυτή βρίσκεται στην θέση 2 είναι Ν.С, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 4 είναι Ν.Ο.

Φθάνοντας λοιπόν ο step controller στην θέση M<sub>11</sub>, η επαφή M<sub>11</sub> μετατίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς τους ενδεικτικούς πρεσσοστάτες.

Πριν όμως την σύνδεση αυτή, το ρεύμα διακλαδίζεται και προς την επαφή  $M_{21}$  του step controller.

Μετά την σύνδεση της επαφής  $M_{11}$  με το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και μέσω διακοπών επιλογής, το ρεύμα φθάνει στις  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$  επαφές του step controller.

Όταν ο controller φθάσει στην θέση  $M_{12}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή μετατοπίζεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 1.

Επίσης, όπως προαναφέραμε, το ρεύμα από το κύκλωμα του συμπιεστή φθάνει και στις επαφές  $M_{13}$  και  $M_{14}$ .

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει ακόμα στην θέση  $M_{13}$ , η αντίστοιχη επαφή βρίσκεται στην θέση 2 και ενεργοποιεί το ρελαί  $KM_8$ , με αποτέλεσμα να μείνει ανοικτή η N.C επαφή  $KM_8$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο της  $M_{21}$  επαφής και πριν από αυτή. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι ο controller δεν φθάσει στην θέση  $M_{13}$  δεν μπορεί να βρεθεί στην  $M_{21}$ .

Όταν όμως ο controller φθάσει στην θέση  $M_{13}$ , τότε η επαφή  $M_{13}$  μετατοπίζεται στην θέση 4 και έτσι απενεργοποιείται το ρελαί  $KM_8$ , με αποτέλεσμα το κλείσιμο της N.C επαφής  $KM_8$  και την διέλευση του ρεύματος προς την επαφή  $M_{21}$ .

Όταν η επαφή  $M_{13}$  βρίσκεται στην θέση 4 και η N.C. επαφή  $KM_7$  είναι κλειστή τότε το ρεύμα ρέει προς το κύκλωμα του συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 2.

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει στην θέση  $M_{14}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{14}$  βρίσκεται στην θέση 2 και αν το ρελαί  $KM_8$  είναι

ενεργοποιημένο, τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $KM_8$  και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $KM_7$ , το οποίο και ενεργοποιείται.

Όταν το ρελαί  $KM_8$  δεν είναι ενεργοποιημένο, τότε η Ν.Ο. επαφή  $KM_8$  παραμένει ανοικτή και το ρελαί  $KM_7$  απενεργοποιημένο, με αποτέλεσμα η Ν.Ο. επαφή  $KM_7$ , όπως προαναφέρθηκε, να είναι κλειστή και να επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του πρώτου συμπιεστή, εφόσον ο controller βρίσκεται στην θέση  $M_{13}$ .

Όταν ο controller φθάσει στην θέση  $M_{14}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή τίθεται στην θέση 4 και εφόσον η Ν.Ο. επαφή  $KM_8$  είναι κλειστή, επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 3 του συμπιεστή αυτού.

Εφόσον το ρελαί  $KM_8$  είναι απενεργοποιημένο, τότε διέρχεται ρεύμα προς την επαφή  $M_{21}$  του controller μέσω της κλειστής Ν.Ο. επαφής  $KM_8$ .

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει στην θέση  $M_{21}$ , η αντίστοιχη επαφή  $M_{21}$  βρίσκεται στην θέση 2 και αν η Ν.Ο. επαφή  $KM_3$  είναι κλειστή, τότε το ρεύμα διέρχεται από τον κλάδο αυτόν και ενεργοποιεί το ρελαί  $KM_6$ .

Όταν το ρελαί αυτό είναι ενεργοποιημένο και ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{14}$ , τότε ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_7$ .

Επίσης, όντας ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_8$  δεν επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή, λόγω της Ν.Ο. επαφής  $KM_8$ , η οποία ανοίγει με την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_8$ .

Όταν όμως ο controller βρεθεί στην θέση  $M_{21}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{21}$  μετατοπίζεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή.

Μέσω πάλι μεταγωγικών διακοπών, το ρεύμα φθάνει τις επαφές του controller  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  και  $M_{24}$ .

Παράλληλα όμως με τον κλάδο που συνδέει την επαφή  $M_{21}$  με το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή, υπάρχει ένας κλάδος, στον οποίο είναι συνδεδεμένο το ρελαί  $KM_3$ .

Όταν ενεργοποιηθεί το ρελαί αυτό, κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_3$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την επαφή  $M_{21}$ , ώστε και όταν ακόμα ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση αυτή, το ρελαί  $KM_3$  να παραμένει ενεργοποιημένο, εφόσον το ρελαί  $KM_8$  είναι απενεργοποιημένο και ο step controller βρίσκεται στην θέση  $M_{11}$ .

Κάτω από τις προϋποθέσεις αυτές, το ρεύμα διέρχεται από τους κλάδους αυτούς και διακλαδίζεται προς την επαφή  $M_{31}$  του step controller.

Όπως προαναφέραμε, το ρεύμα διερχόμενο από το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή και μέσω διακοπών επιλογής φθάνει στις επαφές  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  και  $M_{24}$  του step controller.

Όταν ο step controller φθάσει στην θέση  $M_{22}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{22}$  μετατοπίζεται στην θέση 4 και μέσω του κλάδου αυτού το ρεύμα διέρχεται προς το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του συμπιεστή αυτού.

Όταν ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{23}$ , τότε η αντίστοιχη



επαφή  $M_{23}$  βρίσκεται στην θέση 2 και ενεργοποιεί το ρελαί  $KM_{12}$ , ενώ όταν ο controller φθάσει στην θέση  $M_{23}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{23}$  μετατίθεται στην θέση 4 και εφόσον το ρελαί  $KM_{11}$  είναι απενεργοποιημένο μέσω της N.C. επαφής  $KM_{11}$ , το ρεύμα διέρχεται προς το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του δεύτερου συμπιεστή..

Το ρελαί  $KM_{11}$  ενεργοποιείται και κατά συνέπεια ανοίγει η N.C. επαφή  $KM_{11}$ , ώστε να μην επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του δεύτερου συμπιεστή, μόνο όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{24}$  και είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{10}$ , ώστε να κλείσει η N.O. επαφή  $KM_{10}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος για την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{11}$ .

Όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $M_{24}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{24}$  τίθεται στην θέση 4 και εφόσον το ρελαί  $KM_{10}$  είναι απενεργοποιημένο, μέσω της N.C επαφής  $KM_{10}$ , το ρεύμα διέρχεται προς την βαλβίδα 3 του δεύτερου συμπιεστή.

Η διέλευση αυτή του ρεύματος δεν επιτρέπεται, όταν το ρελαί  $KM_{10}$  είναι ενεργοποιημένο και ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{24}$ .

Το ρεύμα φθάνει στην επαφή  $M_{31}$  του step controller κάτω από τις προϋποθέσεις που αναφέραμε πιο πάνω και όταν το ρελαί  $KM_{12}$  δεν είναι ενεργοποιημένο.

Το ρεύμα ρέει προς την επαφή  $M_{31}$ , όταν η N.C. επαφή  $KM_{12}$  είναι κλειστή, δηλαδή δεν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{12}$ .

Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{31}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{31}$  τίθεται στην θέση 4 και το ρεύμα ρέει προς το

κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή, όπου μέσω διακοπών ελέγχου φθάνει στις επαφές  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  και  $M_{34}$ .

Παράλληλα με τον κλάδο σύνδεσης της επαφής  $M_{31}$  με το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή, υπάρχει ένας κλάδος, στον οποίο συνδέεται το ρελαί  $KM_8$ , το οποίο ενεργοποιείται, όταν ο controller βρίσκεται στην θέση  $M_{31}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $KM_8$ , κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_8$ , η οποία τοποθετείται παράλληλα με την επαφή  $M_{31}$ , ώστε και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{31}$ , αλλά είναι απενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{12}$ , να επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς την επαφή  $M_{41}$  του step controller.

Όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $M_{32}$ , η αντίστοιχη επαφή  $M_{32}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του συμπιεστή αυτού.

Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{33}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{33}$  τίθεται στην θέση 2 και ενεργοποιεί το ρελαί  $KM_{16}$ .

Όταν το ρελαί  $KM_{16}$  είναι ενεργοποιημένο, τότε ανοίγει η N.C. επαφή  $KM_{16}$  και απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς την επαφή  $M_{41}$ .

Όταν όμως ο step controller βρίσκεται στην θέση  $M_{33}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{33}$  τίθεται στην θέση 4, απενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{16}$  και εφόσον το ρελαί  $KM_{15}$  δεν είναι ενεργοποιημένο, τότε επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή, μέσω της N.C επαφής  $KM_{15}$ .

Η Ν.С επαφή  $KM_{15}$  ανοίγει όταν ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{15}$ , το οποίο ενεργοποιείται, όταν ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{34}$  και το ρελαί  $KM_{14}$  είναι ενεργοποιημένο.

Η ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{15}$  γίνεται μέσω της Ν.О επαφής  $KM_{14}$ .

Όταν όμως ο controller βρίσκεται στην θέση  $M_{34}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{34}$  τίθεται στην θέση 4 και μέσω της Ν.С επαφής  $KM_{14}$  επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Η απαγόρευση της διέλευσης του ρεύματος προς αυτήν την βαλβίδα, γίνεται εφ' όσον ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{34}$  ή όταν το ρελαί  $KM_{14}$  είναι ενεργοποιημένο, ώστε να ανοίξει η Ν.С επαφή  $KM_{14}$ .

Το ρελαί  $KM_{14}$  ενεργοποιείται μόνο όταν το ρεύμα ρέει προς την επαφή  $M_{41}$ , το ρελαί  $KM_{16}$  είναι απενεργοποιημένο, ώστε η Ν.С επαφή  $KM_{16}$  να παραμένει κλειστή, ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{41}$  και τέλος το ρελαί  $KM_{13}$  είναι ενεργοποιημένο, ώστε να κλείσει η Ν.О επαφή  $KM_{13}$  η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος για την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{14}$ .

Όταν ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{14}$ , ανοίγει η Ν.С επαφή  $KM_{14}$  και δεν διέρχεται ρεύμα προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή. Ταυτόχρονα όμως κλείνει η Ν.О επαφή  $KM_{14}$  και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $M_{34}$ , τότε ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{15}$ , με αποτέλεσμα να ανοίγει η Ν.С επαφή  $KM_{15}$  και να απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $M_{41}$ , τότε το ρεύμα διέρχεται προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, όπου μέσω

διακοπών ελέγχου ρέει προς τις επαφές  $M_{42}$ ,  $M_{34}$  και  $M_{44}$  του step controller.

Παράλληλα όμως με τον κλάδο αυτό υπάρχει και ο κλάδος, στον οποίο συνδέεται το ρελαί  $KM_{13}$ , το οποίο ενεργοποιείται όταν ο controller βρίσκεται στην θέση  $M_{41}$  και αυτοσυγκρατείται μέσω της επαφής αυτοσυγκράτησης  $KM_{13}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα προς την επαφή  $M_{41}$  του controller.

Έτσι και όταν ακόμη ο controller φύγει από τη θέση  $M_{41}$ , το ρελαί  $KM_{13}$  μένει ενεργοποιημένο, μέσω της επαφής αυτοσυγκράτησης  $KM_{13}$ , εφόσον το ρελαί  $KM_{18}$  είναι απενεργοποιημένο και έρχεται ρεύμα στην N.C. επαφή  $KM_{18}$ .

Όταν ο step controller φθάνει στην θέση  $M_{42}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{42}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Όταν ο step controller φθάνει στην θέση  $M_{43}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{43}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Όταν τέλος ο step controller φθάνει στην θέση  $M_{44}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $M_{44}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Επίσης, ένας άλλος κλάδος για τον έλεγχο του φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή, συνδέεται απ' ευθείας στον μετασχηματιστή και μέσω μιας ασφάλειας φθάνει στην επαφή Π.Μ., η οποία αντιπροσωπεύει τον πλωτήρα της μέσης στάθμης του

φρεοδιαχωριστή. Όταν η στάθμη του υγρού φρέοντος είναι επάνω από την μέση στάθμη μέσα στον φρεοδιαχωριστή, τότε ο πλωτήρας της μέσης στάθμης ενεργοποιείται την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα H/B 10, ώστε να διακόπτεται η συμπλήρωση του φρέοντος στον φρεοδιαχωριστή. Όταν όμως η στάθμη του υγρού φρέοντος πέσει κάτω από την μέση στάθμη μέσα στον φρεοδιαχωριστή, τότε μέσω του πλωτήρα Π.Μ., απενεργοποιείται η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρους διακοπής και με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η συμπλήρωση του φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή.

Στην συνέχεια θα αναλυθεί το κύκλωμα του step controller της χαμηλής. Και εδώ, λόγω απλότητας θα ονομάζουμε τον step controller της χαμηλής απλά ως step controller, εννοώντας έτσι τον step controller του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης. Η ανάλυση είναι περίπου όμοια με αυτήν του κυκλώματος του step controller της υψηλής, ίσως όμως λίγο πιο απλή. Ο λόγος είναι ότι στο κύκλωμα της υψηλής ψύξης λειτουργούν τέσσερα κομπρεσέρ, ενώ στο κύκλωμα της χαμηλής ψύξης λειτουργούν τρία κομπρεσέρ.

### 3.2.2. Κύκλωμα χαμηλής ψύξης

Από τον μετασχηματιστή και μέσω μίας ασφάλειας, το ρεύμα οδηγείται προς τον πιεζοστάτη P' του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης. Στην θέση 13 του πιεζοστάτη ενεργοποιείται η διαδικασία της φόρτισης, ενώ στην θέση 14 αυτού ενεργοποιείται η διαδικασία της εκφόρτισης. Ανάλογα με την θέση του πιεζοστάτη έχουμε την ενεργοποίηση των ρελαί C<sub>1x</sub> και C<sub>2x</sub>.

Όταν ενεργοποιείται το ρελαί C<sub>1x</sub> το ρεύμα ρέει προς τον κλάδο της φόρτισης του step controller, ενώ όταν ενεργοποιείται το ρελαί C<sub>2x</sub>

το ρεύμα ρέει προς τον κλάδο της εκφόρτισης του controller.

Παράλληλα με τον κλάδο του πιεζοστάτη P' υπάρχει ο κλάδος του step controller.

Ο κλάδος αυτός περιλαμβάνει την επαφή  $X_2$ , η οποία αντιστοιχεί στο χρονικό  $X_2$ , το οποίο έχει δύο χρόνους ρυθμιζόμενους, ηρεμίας - εργασίας, είναι δηλαδή ένα χρονικό κυκλικής λειτουργίας δύο ρυθμίσεων χρόνου, σπλισμού και αφοπλισμού.

Όταν η επαφή  $X_2$  είναι στην θέση 16 είναι N.C, ενώ όταν είναι στην θέση 18 είναι N.O. Όταν η επαφή αυτή βρίσκεται στην θέση 18, τότε περνάει ρεύμα προς τον step controller.

Στον κλάδο της φόρτισης συνδέονται: η N.O. επαφή  $C_{1x}$ , η N.C. επαφή  $C_{2x}$  και η N.C. επαφή  $KM_{22}$ .

Όταν ενεργοποιείται το ρελαί  $C_{1x}$  μέσω του πιεζοστάτη, η N.O. επαφή  $C_{1x}$  κλείνει και αφού το ρελαί  $C_{2x}$  δεν είναι ενεργοποιημένο, λόγω της θέσης του πιεζοστάτη, το ρεύμα ρέει προς τον κινητήρα του step controller.

Πριν όμως από τον κινητήρα του step controller υπάρχει και η N.C. επαφή  $KM_{22}$ , η οποία ανοίγει με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί  $KM_{22}$ .

Όταν η επαφή  $KM_{22}$  είναι κλειστή και συνεπώς το ρελαί  $KM_{22}$  είναι απενεργοποιημένο, ο step controller ενεργοποιείται να εκκινήσει την λειτουργία της φόρτισης των συμπιεστών.

Σε αντίθετη περίπτωση, όταν το ρεύμα ακολουθεί τον κλάδο της εκφόρτισης προς τον step controller, θα πρέπει ο πιεζοστάτης P' να βρίσκεται στην θέση 14, ώστε να ενεργοποιείται το ρελαί  $C_{2x}$ , το οποίο αντιστοιχεί στην διαδικασία της εκφόρτισης.

Στην περίπτωση αυτή κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{2x}$  στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller. Επίσης στον ίδιο κλάδο συναντώνται και οι Ν.С. επαφές  $C_{1x}$  και  $KM_{21}$ .

Αφού η επαφή του πιεζοστάτη κλείνει το κύκλωμα και ενεργοποιεί το ρελαί  $C_{2x}$  της εκφόρτισης, τότε είναι αδύνατο να ενεργοποιείται ταυτόχρονα και το ρελαί  $C_{1x}$  της φόρτισης και επομένως η Ν.С. επαφή  $C_{1x}$  στον κλάδο της εκφόρτισης παραμένει κλειστή, ώστε να επιτρέπει την ροή του ρεύματος στον κλάδο αυτόν και προς τον controller.

Στην συνέχεια συνδέεται η Ν.С επαφή  $KM_{21}$ , η οποία ανοίγει μόνο με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί  $KM_{21}$ .

Όταν η επαφή  $KM_{21}$  είναι κλειστή και επομένως το ρελαί  $KM_{21}$  είναι απενεργοποιημένο, τότε ο step controller ενεργοποιείται και το ρεύμα ακολουθεί την γραμμή της εκφόρτισης.

Δηλαδή, όταν το ρεύμα ακολουθεί τον κλάδο της φόρτισης, τότε ο step controller εκκινεί την διαδικασία της φόρτισης, ενώ αντίθετα, όταν το ρεύμα ακολουθεί τον κλάδο της εκφόρτισης, τότε ο step controller εκκινεί την διαδικασία της εκφόρτισης.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι στον κλάδο της εκφόρτισης ανεξάρτητα από την επαφή  $X_2$ , του αντίστοιχου χρονικού  $X_2$ , καταλήγει και ένας άλλος κλάδος, στον οποίο συνδέεται η Ν.С. επαφή  $KM_{20}$  του αντίστοιχου ρελαί  $KM_{20}$ . Το ρελαί αυτό, όπως φαίνεται από το σχέδιο, συνδέεται παράλληλα με το χρονικό  $X_2$ . Έτσι όταν ενεργοποιείται το ρελαί αυτό, ανοίγει η επαφή Ν.С  $KM_{20}$ , ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο της εκφόρτισης του step controller.

Στην συνέχεια υπάρχει και ένας άλλος κλάδος ο οποίος περιέχει το χρονικό  $X_2$  και το ρελαί  $KM_{20}$ .

Στον κλάδο αυτόν συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $KM_{21}$  καθώς και η επαφή αυτοσυγκράτησης  $KM_{20}$  του ρελαί  $KM_{20}$ , η οποία τοποθετείται παράλληλα με την επαφή  $KM_{21}$ .

Όταν η Ν.Ο επαφή  $KM_{21}$  κλείσει, εφόσον δηλαδή ενεργοποιηθεί το αντίστοιχο ρελαί  $KM_{21}$ , τότε ρέει το ρεύμα προς το χρονικό  $X_2$  και προς το ρελαί  $KM_{20}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $KM_{20}$  κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησής  $KM_{20}$ , με αποτέλεσμα τη διέλευση του ρεύματος, μέσω της επαφής αυτής προς το χρονικό  $X_2$  και το ρελαί  $KM_{20}$  και όταν ακόμα το ρελαί  $KM_{21}$  απενεργοποιηθεί.

Όταν η επαφή  $X_2$  του αντίστοιχου χρονικού  $X_2$  είναι στην θέση 16 και το ρελαί  $KM_{20}$  είναι απενεργοποιημένο πάλι θα επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο της εκφόρτισης του step controller.

Όταν η επαφή  $X_2$ , του χρονικού  $X_2$ , είναι στην θέση 18 τότε είναι ενεργοποιημένο και το ρελαί  $KM_{20}$  με αποτέλεσμα η Ν.Ο επαφή  $KM_{20}$  που συνδέεται στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller να ανοίξει.

Δηλαδή, όταν δεν ενεργοποιείται το χρονικό  $X_2$ , καθώς και το ρελαί  $KM_{20}$ , τότε η επαφή  $X_2$  θα βρίσκεται στην θέση 16 με αποτέλεσμα να ρέει το ρεύμα στον κλάδο της εκφόρτισης μέσω της Ν.Ο. επαφής  $KM_{20}$ .

Αντίθετα όταν το χρονικό  $X_2$  καθώς και το ρελαί  $KM_{20}$  ενεργοποιούνται τότε ανοίγει η Ν.Ο επαφή  $KM_{20}$ , η οποία συνδέεται



στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος από τον «δρόμο» αυτόν.

Στην περίπτωση αυτή, η επαφή  $X_2$  θα βρίσκεται στην θέση 1& και ανάλογα με την θέση του πιεζοστάτη, δηλαδή την ενεργοποίηση των ρελαί  $C_{1x}$  ή  $C_{2x}$ , το ρεύμα θα ακολουθήσει τον κλάδο της φόρτισης ή της εκφόρτισης αναλόγως του ενεργοποιούμενου ρελαί  $C_{1x}$  ή  $C_{2x}$  αντίστοιχα.

Στην συνέχεια υπάρχει ο κλάδος που περιλαμβάνει τις επαφές K00 και K01 του step controller.

Η πρώτη από αυτές δηλώνει την αρχή και η δεύτερη το τέλος της λειτουργίας του step controller.

Όταν η επαφή K00 όταν βρίσκεται στην θέση 2 είναι N.C., ενώ στην θέση 4 είναι N.O.

Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση K00 τότε η αντίστοιχη επαφή K00 βρίσκεται στην θέση 2 με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{21}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί αυτό κλείνει η N.O επαφή  $KM_{21}$  και επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος προς το χρονικό  $X_2$  και το ρελαί  $KM_{20}$ .

Ταυτόχρονα ανοίγει και η N.C. επαφή  $KM_{21}$ , η οποία βρίσκεται στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller, απαγορεύοντας έτσι την διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο αυτό.

Η κατάσταση αυτή της επαφής K00 είναι η αρχική θέση του controller, ο οποίος όταν βρίσκεται στην θέση αυτή είναι απενεργοποιημένος και αναμένει εντολή εκκίνησης από τον πιεζοστάτη.

Όταν η επαφή K00 βρίσκεται στην θέση 4, το ρελαί KM<sub>21</sub> απενεργοποιείται, με αποτέλεσμα να παραμένει κλειστή η N.C. επαφή KM<sub>21</sub> και να επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο της εκφόρτισης, μέσω του οποίου ενεργοποιείται ο κινητήρας του step controller. Αυτό συμβαίνει, όταν ο controller βρίσκεται στην θέση K00. Όταν η επαφή K00 βρίσκεται στην θέση αυτή, ο step controller αρχίζει την λειτουργία του.

Στη θέση 4 και στον κλάδο που συνδέεται με αυτή, συνδέεται και το ρελαί KM<sub>34</sub>, το οποίο ενεργοποιείται με την ενεργοποίηση του step controller.

Παράλληλα με το ρελαί KM<sub>34</sub>, υπάρχει και μία N.O. επαφή, η οποία συνδέει στον παράλληλο αυτό κλάδο και το ενδεικτικό EE<sub>2</sub> ενεργοποίησης του ρελαί KM<sub>34</sub>.

Ο κλάδος αυτός συνδέεται κατ' ευθείαν με την τροφοδοσία και όταν ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>34</sub>, κλείνει η N.O. επαφή του κλάδου αυτού, με αποτέλεσμα να φανεί το γεγονός αυτό στον ενδεικτικό EE<sub>1</sub>. Με άλλα λόγια το ενδεικτικό EE<sub>2</sub> δηλώνει την έναρξη λειτουργίας του step controller.

Παράλληλα με την επαφή K00 του step controller συνδέεται και η επαφή K01 αυτού.

Όταν η επαφή αυτή βρίσκεται στην θέση 2 είναι N.C. ενώ, όταν βρίσκεται στην θέση 4 είναι N.O.

Όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση K01 τότε η αντίστοιχη επαφή K01 μετατοπίζεται στην θέση 4 και ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>22</sub>.

Με την ενεργοποίηση του ρελαί KM<sub>22</sub>, ανοίγει η N.C. επαφή KM<sub>22</sub>

στην γραμμή της φόρτισης του step controller, ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς τον κινητήρα αυτού, για την λειτουργία της φόρτισης.

Έτσι ο μόνος «δρόμος» για την ενεργοποίηση του κινητήρα του controller είναι μέσω του κλάδου της εκφόρτισης.

Κατά συνέπεια στην θέση αυτή, δηλαδή στην θέση K01, δηλώνεται το τέλος της ενεργοποίησης του step controller για την διαδικασία της φόρτισης.

Όταν η επαφή K00 βρίσκεται στην θέση 2, ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>21</sub>, με αποτέλεσμα να ανοίγει η N.C. επαφής KM<sub>21</sub> στον κλάδο της εκφόρτισης του step controller, ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος από τον κλάδο αυτό προς τον κινητήρα του controller.

Αν ισχύει το παραπάνω και η επαφή K01 βρίσκεται και αυτή στην θέση 2, ώστε να μην ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>22</sub> τότε το ρεύμα ρέει στον κλάδο της φόρτισης του step controller.

Φυσικά θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένο και το ρελαί C<sub>1x</sub>, το οποίο αντιστοιχεί στην ενεργοποίηση της φόρτισης, μέσω του πιεζοστάτη.

Όταν η επαφή K01 βρίσκεται στην θέση 4 ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>22</sub>, με αποτέλεσμα το άνοιγμα της N.C. επαφής KM<sub>22</sub> στον κλάδο της φόρτισης του step controller, ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση ρεύματος από τον κλάδο αυτό προς τον κινητήρα του controller.

Η επαφή K00 αντιστοιχεί στη θέση K00 του step controller, ενώ η επαφή K01 αντιστοιχεί στη θέση K01. Η K00 είναι η αρχική θέση του controller, ενώ η K01 είναι η τελική θέση αυτού.

Όταν ο step controller βρίσκεται στην αρχική θέση του, η επαφή K00 είναι στην θέση 2, όπου και ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>21</sub>.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί αυτό κλείνει η Ν.Ο επαφή KM<sub>21</sub>, και ενεργοποιούνται το χρονικό X<sub>2</sub> και το ρελαί KM<sub>20</sub>.

Ενεργοποιούμενο το χρονικό X<sub>2</sub>, μετά την πάροδο ενός καθορισμένου χρονικού διαστήματος, η επαφή X<sub>2</sub> μετατίθεται στην θέση 18.

Όταν ο πιεζοστάτης P' βρίσκεται στην θέση 13 ενεργοποιεί το ρελαί C<sub>1x</sub>, το οποίο αντιστοιχεί στην διαδικασία της φόρτισης των συμπιεστών, μέσω του step controller.

Αποτέλεσμα αυτών, είναι η ενεργοποίηση του controller για την εκκίνηση της διαδικασίας της φόρτισης.

Όταν ο step controller ενεργοποιηθεί, μετά από λίγο χρονικό διάστημα η επαφή K00 μετατοπίζεται στην θέση 4, όπου ενεργοποιεί το ρελαί KM<sub>34</sub> και απενεργοποιείται με αυτόν τον τρόπο το ρελαί KM<sub>21</sub>.

Η διαδικασία της φόρτισης συνεχίζεται, έως ότου ο controller φθάσει στην τελική του θέση K01 και η αντίστοιχη επαφή βρεθεί στην θέση 4, όπου με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται το ρελαί M<sub>22</sub>.

Με την ενεργοποίηση του ρελαί KM<sub>22</sub>, ανοίγει η Ν.С επαφή KM<sub>22</sub> και τότε διακόπτεται η διέλευση του ρεύματος προς τον κλάδο της φόρτισης του controller και όντας ο πιεζοστάτης στη θέση 14, ενεργοποιεί το ρελαί C<sub>2x</sub>, που αντιστοιχεί στην ενεργοποίηση της διαδικασίας της εκφόρτισης των συμπιεστών και πλέον η διέλευση του ρεύματος προς τον κινητήρα του step controller γίνεται μέσω του κλάδου της εκφόρτισης.

Επίσης η απενεργοποίηση του step controller γίνεται και μέσω του πιεζοστάτη, όταν η πίεση του ψυκτικού ρευστού φθάσει στην επιθυμητή τιμή.

Εάν συνεχεία στον ευθύ κλάδο υπάρχει η Ν.Ο. επαφή  $K_{M20}$ , η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση του αντίστοιχου ρελαί  $K_{M20}$ , δηλαδή με την ενεργοποίηση του ρελαί  $K_{M21}$ .

Έτσι, επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος και προς τις άλλες επαφές του step controller.

Το ρεύμα ρέει και φθάνει στην επαφή  $K_{11}$  του controller, όπου όταν αυτή βρίσκεται στην θέση 2 είναι Ν.Ο, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 4 είναι Ν.Ο.

Φθάνοντας λοιπόν ο step controller στην θέση  $K_{11}$ , η επαφή  $K_{11}$  μετατίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς τους ενδεικτικούς πρεσοστάτες.

Πριν όμως την σύνδεση αυτή, το ρεύμα διακλαδίζεται και προς την επαφή  $K_{31}$  του controller.

Μετά την σύνδεση της επαφής  $K_{11}$  με το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και μέσω διακοπών επιλογής, το ρεύμα ρέει προς τις επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$  και  $K_{14}$  του controller.

Όταν ο controller φθάσει στην θέση  $K_{12}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή μετατοπίζεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του συμπιεστή αυτού.

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει ακόμα στην θέση  $K_{13}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή του βρίσκεται στην θέση 2 και ενεργοποιεί το

ρελαί  $KM_{23}$ , με αποτέλεσμα να μείνει ανοικτή η N.C επαφή  $KM_{23}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο της  $K_{31}$  επαφής και πριν από αυτή. Επομένως μπορεί να ειπωθεί ότι, αν controller δεν φθάσει στην θέση  $K_{13}$  δεν μπορεί να βρεθεί στην  $K_{31}$ .

Όταν όμως ο controller φθάσει στην θέση  $K_{13}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{13}$  μετατοπίζεται στην θέση 4 και έτσι απενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{23}$ , με αποτέλεσμα το κλείσιμο της N.C επαφής  $KM_{23}$  και την διέλευση του ρεύματος προς την επαφή  $K_{31}$ .

Όταν η επαφή  $K_{13}$  βρίσκεται στην θέση 4 και η N.C. επαφή  $KM_{24}$  είναι κλειστή τότε το ρεύμα ρέει προς τη βαλβίδα 2 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή.

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει στην θέση  $K_{14}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{14}$  βρίσκεται στην θέση 2 και αν το ρελαί  $KM_{25}$  είναι ενεργοποιημένο, τότε κλείνει η N.O. επαφή  $KM_{25}$  και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $KM_{24}$ , το οποίο και ενεργοποιείται.

Όταν το ρελαί  $KM_{25}$  δεν είναι ενεργοποιημένο, τότε η N.O. επαφή  $KM_{25}$  παραμένει ανοικτή και το ρελαί  $KM_{24}$  απενεργοποιημένο, με αποτέλεσμα η N.C επαφή  $KM_{24}$ , όπως προαναφέρθηκε, να είναι κλειστή και να επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του πρώτου συμπιεστή, εφόσον ο controller βρίσκεται στην θέση  $K_{13}$ .

Όταν ο controller φθάσει στην θέση  $K_{14}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή τίθεται στην θέση 4 και εφόσον η N.C επαφή  $KM_{25}$  είναι κλειστή, επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή και συγκεκριμένα προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του συμπιεστή αυτού.

Εφόσον το ρελαί  $KM_{23}$  είναι απενεργοποιημένο διέρχεται ρεύμα προς την επαφή  $K_{31}$  του controller μέσω της κλειστής N.C επαφής  $KM_{23}$ .

Όταν ο controller δεν έχει φθάσει στην θέση  $K_{31}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{31}$  βρίσκεται στην θέση 2 και αν η N.O. επαφή  $KM_{26}$  είναι κλειστή το ρεύμα διέρχεται από τον κλάδο αυτόν και ενεργοποιεί το ρελαί  $KM_{25}$ .

Όταν το ρελαί αυτό είναι ενεργοποιημένο και ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{14}$ , τότε ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{24}$ , το οποίο δεν επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή.

Επίσης, όντας ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{25}$  δεν επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή, λόγω της N.C. επαφής  $KM_{25}$ , η οποία ανοίγει με την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{25}$ .

Όταν όμως ο controller βρεθεί στην θέση  $K_{31}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{31}$  μετατοπίζεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή.

Μέσω πάλι διακοπών ελέγχου, το ρεύμα φθάνει τις επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$  και  $K_{34}$  του step controller.

Παράλληλα όμως με τον κλάδο που συνδέει την επαφή  $K_{31}$  με το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή, υπάρχει ένας κλάδος, στον οποίο είναι συνδεδεμένο το ρελαί  $KM_{26}$ .

Όταν ενεργοποιηθεί το ρελαί αυτό, κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_{26}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την επαφή  $K_{31}$ , του controller, ώστε και όταν ακόμα ο step controller δεν

βρίσκεται στην θέση αυτή, το ρελαί  $KM_{26}$  να παραμένει ενεργοποιημένο, εφόσον το ρελαί  $KM_{23}$  είναι απενεργοποιημένο και ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{11}$ .

Κάτω από τις προϋποθέσεις αυτές, το ρεύμα διέρχεται από τους κλάδους που προαναφέρθηκαν και διακλαδίζεται προς την επαφή  $K_{41}$  του step controller.

Το ρελαί  $KM_{26}$  μένει ενεργοποιημένο κάτω από τις προηγούμενες προϋποθέσεις και μέσω της επαφής αυτοσυγκράτησης του  $KM_{26}$ .

Όντας ενεργοποιημένο το ρελαί αυτό, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $KM_{26}$  και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{31}$ , τότε ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{25}$ , το οποίο απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή, όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{14}$  ενώ επιτρέπει την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{24}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{25}$ , όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{14}$ .

Με την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{24}$ , απαγορεύεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του πρώτου συμπιεστή, μέσω της ανοικτής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{34}$ , όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{13}$ .

Όπως προαναφέραμε, το ρεύμα διερχόμενο από το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή και μέσω διακοπών επιλογής φθάνει στις επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$  και  $K_{34}$  του step controller.

Όταν ο step controller φθάσει στην θέση  $K_{32}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{32}$  μετατίθεται στην θέση 4 και μέσω του κλάδου αυτού το ρεύμα ρέει προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.



Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{33}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{33}$  βρίσκεται στην θέση 2 και ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{27}$ , ενώ όταν ο controller φθάσει στην θέση  $K_{33}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή μετατοπίζεται στην θέση 4 και εφόσον το ρελαί  $KM_{28}$  είναι απενεργοποιημένο, μέσω της N.C επαφής  $KM_{28}$  τότε το ρεύμα ρέει προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Το ρελαί  $KM_{28}$  ενεργοποιείται και κατά συνέπεια ανοίγει η N.C. επαφή  $KM_{28}$ , ώστε να μην επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή, μόνο όταν ο controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$  και είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{29}$ , ώστε να κλείσει η N.O. επαφή  $KM_{29}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος για την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{28}$ .

Όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$ , τότε τίθεται η αντίστοιχη επαφή  $K_{34}$  στην θέση 4 και εφόσον το ρελαί  $KM_{29}$  είναι απενεργοποιημένο, μέσω της N.C επαφής  $KM_{29}$ , το ρεύμα ρέει προς την βαλβίδα 3 του τρίτου συμπιεστή.

Η διέλευση αυτή του ρεύματος δεν επιτρέπεται, όταν το ρελαί  $KM_{29}$  είναι ενεργοποιημένο και ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$ .

Το ρεύμα φθάνει στην επαφή  $K_{41}$  του step controller κάτω από τις προϋποθέσεις που αναφέραμε πιο πάνω και όταν το ρελαί  $KM_{27}$  δεν είναι ενεργοποιημένο.

Το ρεύμα ρέει προς την επαφή  $K_{41}$ , όταν η N.C. επαφή  $KM_{27}$  είναι κλειστή, δηλαδή δεν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{27}$ .

Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{41}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{41}$  τίθεται στην θέση 2 και εφόσον το ρελαί  $KM_{30}$

είναι ενεργοποιημένο, ενεργοποιεί το ρελαί KM<sub>29</sub>, μέσω της Ν.Ο. επαφής KM<sub>30</sub>.

Όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση K<sub>41</sub>, τότε η αντίστοιχη επαφή K<sub>41</sub> τίθεται στην θέση 4 και το ρεύμα διέρχεται προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, όπου μέσω διακοπών ελέγχου φθάνει στις επαφές K<sub>42</sub>, K<sub>43</sub> και K<sub>44</sub> του step controller.

Παράλληλα με τον κλάδο σύνδεσης της επαφής K<sub>41</sub> με το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, υπάρχει ένας κλάδος, στον οποίο συνδέεται το ρελαί KM<sub>30</sub>, το οποίο ενεργοποιείται, όταν ο controller βρίσκεται στην θέση K<sub>41</sub>.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί KM<sub>30</sub>, κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του KM<sub>30</sub>, η οποία τοποθετείται παράλληλα με την επαφή K<sub>41</sub>, ώστε και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση K<sub>41</sub>, αλλά είναι απενεργοποιημένο το ρελαί KM<sub>27</sub>, να επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή.

Μέσω της επαφής αυτοσυγκράτησης KM<sub>30</sub> και εφόσον το ρελαί KM<sub>27</sub> είναι απενεργοποιημένο, ρέει πάντοτε ρεύμα προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, καθώς και προς το ρελαί KM<sub>30</sub>.

Όταν το ρελαί KM<sub>30</sub> είναι ενεργοποιημένο, τότε κλείνει η Ν. Ο. επαφή KM<sub>30</sub> και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση K<sub>41</sub> και το ρελαί KM<sub>27</sub> είναι απενεργοποιημένο, τότε ενεργοποιείται το ρελαί KM<sub>29</sub>.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί KM<sub>29</sub>, τότε ανοίγει η Ν.Ο. επαφή KM<sub>29</sub> και όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση K<sub>34</sub> απαγορεύεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Επίσης όντας ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{29}$ , τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $KM_{29}$  και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$ , τότε επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $KM_{28}$ , το οποίο και ενεργοποιείται.

Με την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{28}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $KM_{28}$  και όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{33}$ , τότε απαγορεύεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 και του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Όπως προαναφέραμε, το ρεύμα, μέσω διακοπών επιλογής του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή, φθάνει στις επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$  και  $K_{44}$  του step controller.

Όταν ο step controller φθάνει στην θέση  $K_{42}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{42}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 1 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Παράλληλα με τον κλάδο σύνδεσης της επαφής  $K_{41}$  με το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, υπάρχει ένας κλάδος, στον οποίο συνδέεται το ρελαί  $KM_{30}$ , το οποίο ενεργοποιείται όταν ο controller φθάσει στην θέση  $K_{41}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $KM_{30}$ , κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησής του  $KM_{30}$ , η οποία τοποθετείται παράλληλα με την επαφή  $K_{41}$ , ώστε και όταν ακόμη ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{41}$ , αλλά είναι απενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{27}$ , να επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή.

Μέσω της επαφής αυτοσυγκράτησης  $KM_{30}$  και εφόσον το ρελαί  $KM_{27}$  είναι απενεργοποιημένο, ρέει πάντοτε ρεύμα προς το κύκλωμα του τέταρτου συμπιεστή, καθώς και προς το ρελαί  $KM_{30}$ .

Όταν το ρελαί  $KM_{30}$  είναι ενεργοποιημένο, τότε κλείνει η N.O. επαφή  $KM_{30}$  και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{41}$  και το ρελαί  $KM_{27}$  είναι απενεργοποιημένο, τότε ενεργοποιείται το ρελαί  $KM_{29}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $KM_{29}$ , τότε ανοίγει η N.C. επαφή  $KM_{29}$  και όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$  απαγορεύεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Επίσης όντας ενεργοποιημένο το ρελαί  $KM_{29}$ , τότε κλείνει η N.O. επαφή  $KM_{29}$  και όταν ο step controller δεν βρίσκεται στην θέση  $K_{34}$ , τότε επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $KM_{28}$ , το οποίο και ενεργοποιείται.

Με την ενεργοποίηση του ρελαί  $KM_{28}$ , ανοίγει η N.C επαφή  $KM_{28}$  και όταν ο step controller βρίσκεται στην θέση  $K_{33}$  τότε απαγορεύεται η διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή.

Όπως προαναφέραμε, το ρεύμα, μέσω διακοπών επιλογής του κυκλώματος του τρίτου συμπιεστή, φθάνει στις επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$  και  $K_{44}$  του step controller

Όταν ο step controller φθάνει στην θέση  $K_{43}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{43}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 2 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Όταν ο step controller φθάνει στην θέση  $K_{44}$ , τότε η αντίστοιχη επαφή  $K_{44}$  τίθεται στην θέση 4 και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα 3 του κυκλώματος του τέταρτου συμπιεστή.

Στην συνέχεια θα αναλύσουμε τα κυκλώματα των συμπιεστών ένα - ένα χωριστά, αρχίζοντας από το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή.

### 3.2.3. Κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή

Το ρεύμα ρέει από τον μετασχηματιστή μέσω μίας ασφάλειας προς το κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή.

Το κύκλωμα αυτό περιλαμβάνει την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον πρώτο συμπιεστή, την αντίσταση θέρμανσης λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή αυτού, καθώς και διάφορα άλλα ενδεικτικά πίεσης και βαλβίδες. Επίσης στο κύκλωμα αυτό συνδέονται και δύο διαφορετικοί διακόπτες πολλών θέσεων.

Ο διακόπτης  $\Delta_{2A}$  είναι διακόπτης δύο θέσεων και επιλέγει τα κυκλώματα χαμηλής ή υψηλής ψύξης. Με άλλα λόγια ο διακόπτης  $\Delta_{2A}$  είναι ένας διακόπτης επιλογής χαμηλής ή υψηλής ψύξης. Σ' αυτόν καταλήγουν οι κλάδοι  $M_{11}$  του κυκλώματος της υψηλής ψύξης και  $K_{31}$  του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης.

Αν ο διακόπτης  $\Delta_{2A}$  βρίσκεται στην θέση 1 επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής, ενώ αν βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής.

Ο κλάδος  $M_{11}$  στο κύκλωμα της υψηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της υψηλής βρίσκεται στην θέση  $M_{11}$ , ενώ ο κλάδος  $K_{11}$  στο κύκλωμα της χαμηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της χαμηλής βρίσκεται στην θέση  $K_{11}$ .

Στο παρόν κύκλωμα υπάρχει και ένα άλλος όμοιος διακόπτης  $\Delta_{2A}$ , ο οποίος επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι όταν αυτός, δηλαδή ο διακόπτης  $\Delta_{2A}$ , βρίσκεται στην θέση 1 επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$  και  $K_{14}$ , ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$  του step controller της υψηλής ψύξης.

Οι επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$ ,  $K_{14}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$  με την σειρά τους ενεργοποιούμενες, ενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με την θέση του step controller.

Συνοπτικά αναφέρουμε, ότι όταν ένας διακόπτης της μορφής  $\Delta_{2A}$  βρίσκεται στην θέση 1 συνδέεται με το κύκλωμα της χαμηλής, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέεται με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Ένας άλλος διακόπτης τριών θέσεων συναντάται στο κύκλωμα αυτό με την χαρακτηριστική ονομασία  $\Delta_{1A}$ . Αυτός ο διακόπτης, είναι ένας διακόπτης παρεμβολής ή απομόνωσης της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού και αυτοματισμού που σχετίζεται με τον εξεταζόμενο τρίτο συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$  βρίσκεται στην θέση 0 λειτουργεί ως διακόπτης απομόνωσης της αντίστασης και του αυτοματισμού. Όταν ο ίδιος διακόπτης βρίσκεται στην θέση 1, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και απομόνωσης του αυτοματισμού.

Όταν τέλος βρίσκεται στην θέση 2, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και του αυτοματισμού.

Η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή, υπάγεται στην γενική κατηγορία των θερμαντήρων των στροφαλοθαλάμων.

Ο σκοπός του θερμαντήρα των στροφαλοθαλάμων είναι να διατηρεί την θερμοκρασία του ψυκτέλαιου υψηλότερα από εκείνη του ψυχρότερου τμήματος της εγκατάστασης, επειδή όταν διακοπεί η λειτουργία του συμπιεστή, τότε αρχίζει μία μετακίνηση ψυκτικού αερίου από τα θερμά στοιχεία προς τον ψυχρό στροφαλοθάλαμο, με αποτέλεσμα το εισερχόμενο θερμό αέριο μέσα στον στροφαλοθάλαμο να συμπυκνώνεται αναμιγυόμενο με το ψυκτέλαιο.

Έτσι όταν θα ξεκινήσει ο συμπιεστής αφ' ενός μεν θα αναρροφήσει υγρό, αφ'ετέρου θα προκληθεί αφρισμός του ψυκτέλαιου, με αποτέλεσμα την αναχώρησή του από τον στροφαλοθάλαμο με τα γνωστά καταστρεπτικά αποτελέσματα, όπως είναι η αναρρόφησή του στο έμβολο, που μπορεί να προκαλέσει μηχανικές βλάβες, λόγω κρούσης.

Η λειτουργία του θερμαντήρα έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, αλλά για λόγους σκοπιμότητας αναφέρουμε ορισμένα κύρια σημεία της λειτουργίας του και στο παρόν τμήμα της εργασίας, ώστε να γίνει περισσότερο κατανοητή η χρήση του θερμαντήρα.

Μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή τοποθετείται μία πηγή θερμότητας, η οποία μπορεί να είναι μία ηλεκτρική αντίσταση ή μία συνδεσμολογία περισσότερων της μίας ηλεκτρικών αντιστάσεων, η οποία προκαλεί την εξάτμιση του εισερχόμενου ψυκτικού μέσου μέσα στον στροφαλοθάλαμο, διατηρώντας την θερμοκρασία του ψυκτέλαιου μέσα σε αυτόν σε υψηλότερα επίπεδα από το ψυχρότερο τμήμα της εγκατάστασης και οδηγεί το ψυκτικό μέσο προς την γραμμή της αναρρόφησης, ώστε έτσι να μην απορροφάται το ψυκτικό ρευστό από το ψυκτέλαιο. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υγροποίηση του ψυκτικού μέσου εντός του

στροφαλοθαλάμου.

Οι θερμαντήρες είναι συνήθως υπό τάση συνεχώς, επειδή χρειάζονται ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, ώστε να οδηγήσουν το ψυκτικό ρευστό από τον στροφαλοθάλαμο προς την γραμμή της αναρρόφησης.

Πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να αποτραπεί η υπερθέρμανση και η ανθρακοποίηση του ψυκτέλαιου.

Πρέπει να αναφερθεί ότι, όταν η εγκατάσταση δεν λειτουργεί, τότε απαιτείται θέρμανση του λαδιού, ενώ κατά την λειτουργία της εγκατάστασης απαιτείται η ψύξη του λαδιού.

Οι διατάξεις θέρμανσης χρησιμοποιούνται, όταν το ψυκτικό σύστημα περιέχει αρκετή ποσότητα ψυκτικού μέσου, ώστε να κάνει λεπτόρρευστο το λάδι, λόγω της ποσότητας αυτής. Χρησιμοποιούνται επίσης όταν ο συμπιεστής, σε ώρες εκτός λειτουργίας, εκτίθεται σε θερμοκρασίες του περιβάλλοντος μικρότερες από τις αντίστοιχες του στοιχείου ατμοποίησης, οπότε εμφανίζεται συμπύκνωμα μέσα στην ελαιολεκάνη.

Κατά την λειτουργία του συμπιεστή όμως, δεν πρέπει η πίεση και κατά συνέπεια και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης να πέσει κάτω από μία ελάχιστη τιμή.

Ταυτόχρονα σε ορισμένους τύπου συμπιεστών, η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου πρέπει να παραμένει πάντοτε μικρότερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης. Αυτό είναι αναγκαίο, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού λίπανσης μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Αν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου γίνει μεγαλύτερη από την



πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε η τροφοδοτική αντλία του λαδιού ενδεχομένως να μην μπορεί να στείλει λάδι. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να διακόπτουμε αμέσως την λειτουργία του συμπιεστή.

Βέβαια, όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω, ο περιορισμός αυτός εξαρτάται από το είδος της κατασκευής του συμπιεστή, γιατί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου μπορεί να εφαρμόζεται και στην αναρρόφηση της αντλίας του λαδιού, οπότε δεν παρουσιάζεται αυτό το πρόβλημα.

Πάντως, όταν πρέπει να προστατεύεται η εγκατάσταση από την πίεση του λαδιού, όπως θα αναφερθεί παρακάτω, χρησιμοποιείται ένα διαφορικός πρεσοστάτης, ο οποίος ελέγχει ταυτόχρονα την πίεση του λαδιού, καθώς και την πίεση του ψυκτικού μέσου και διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η διαφορά των δύο πιέσεων γίνει μικρότερη από την τιμή που έχει ήδη ρυθμιστεί.

Αρχικά το ρεύμα από τον μετασχηματιστή κατευθύνεται σε δύο παράλληλους κλάδους, όπου ο πρώτος περιλαμβάνει την αντίσταση  $RD_A$ , ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει το ρελαί  $RH_A$ .

Η αντίσταση  $RD_A$  είναι η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης μέσα στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή και βρίσκεται μέσα στο κάρτερ του τρίτου συμπιεστή.

Το ρεύμα φθάνει στην αντίσταση  $RD_A$ , μέσω της Ν.Ο. επαφής  $RH_A$ , η οποία κλείνει αφού το αντίστοιχο ρελαί  $RH_A$  ενεργοποιηθεί.

Στον δεύτερο κλάδο υπάρχει ο διακόπτης παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1A}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στην θέση 0 απομονώνει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_A$ , με αποτέλεσμα αυτό να μην ενεργοποιείται και να μην κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $RH_A$ . Ωστε το

ρεύμα να μην φθάνει στην αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_A$ .

Αρα στην θέση αυτή, δηλαδή στην θέση 0 του διακόπτη  $\Delta_{1A}$ , απομονώνεται η αντίσταση της θέρμανσης του λαδιού.

Επειδή ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$  είναι τριών θέσεων, στον δεύτερο κλάδο, όπου αυτός συνδέεται, υπάρχουν δύο «δρόμοι» - κλάδοι, που ο μεν πρώτος καταλήγει στην θέση 1 του διακόπτη  $\Delta_{1A}$ , ο δε δεύτερος καταλήγει στην θέση 2 του διακόπτη αυτού.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$  βρίσκεται σε μία από τις θέσεις αυτές επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος, ώστε να ενεργοποιηθεί το ρελαί  $RH_A$  και κατά συνέπεια η αντίσταση θέρμανσης  $RD_A$ .

Πριν όμως την σύνδεση του ρελαί  $RH_A$ , στον κλάδο αυτόν υπάρχει και η Ν.Σ. επαφή  $C_{1A}$ , η οποία απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_A$ , όταν το ρελαί  $C_{1A}$  της διάταξης αστέρα - τριγώνου είναι ενεργοποιημένο.

Το ρελαί  $C_{1A}$  είναι το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί) και είναι ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Με άλλα λόγια κατά την λειτουργία του συμπιεστή δεν επιτρέπεται η θέρμανση του λαδιού, γεγονός το οποίο συμβαίνει επειδή κατά την λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται η ψύξη του λαδιού και όχι η θέρμανσή του.

Έτσι, με τον τρόπο αυτόν η αντίσταση  $RD_A$  δεν ενεργοποιείται κατά την λειτουργία του συμπιεστή.

Στην συνέχεια όπως ήδη έχει γίνει και παραπάνω, θα αναφέρουμε αντί του όρου πρώτος συμπιεστής απλά και μόνο τη λέξη συμπιεστής επειδή το παρόν αναλυόμενο κύκλωμα αναφέρεται στον πρώτο συμπιεστή.

Παράλληλα, λοιπόν με το ρελαί  $RH_A$  υπάρχει και μία ενδεικτική

λυχνία, η  $L_{1A}$ , η οποία ανάβει μόνο όταν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $RH_A$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{1A}$  δηλώνει την λειτουργία της αντίστασης  $RD_A$ , η οποία αναφέρεται στην θέρμανση του λαδιού.

Ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$  συνδέεται με έναν όμοιο διακόπτη  $\Delta_{1A}$ , ο οποίος βρίσκεται στον τρίτο κλάδο της συνδεσμολογίας.

Από τον τρίτο κλάδο και στην συνέχεια υπάρχει το κύκλωμα αυτοματισμού και η διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή.

Οι δύο πρώτοι κλάδοι αναφέρονται μόνο στην παρεμβολή ή την απομόνωση της αντίστασης  $RD_A$  για την θέρμανση του λαδιού στον συγκεκριμένο συμπιεστή.

Το ρεύμα που τροφοδοτεί το κύκλωμα αυτοματισμού παρέχεται από το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Η επιλογή της τροφοδοσίας γίνεται μέσω του διακόπτη  $\Delta_{2A}$ , ο οποίος συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης, όταν βρίσκεται στην θέση 1, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Συνέχεια του διακόπτη  $\Delta_{2A}$  αποτελεί ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στις θέσεις 0 ή 1 απομονώνει το κύκλωμα αυτοματισμού, ενώ αντίθετα, όταν βρίσκεται στην θέση 2 θέτει σε λειτουργία το κύκλωμα αυτοματισμού του παρόντος συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1A}$  βρίσκεται στην θέση 2, ρέει το ρεύμα προς το κύκλωμα αυτοματισμού, το οποίο ρεύμα και διακλαδίζεται.

Στον ένα κλάδο συνδέονται τα χρονικά και οι βαλβίδες, που ελέγχουν το λάδι λίπανσης του πρώτου συμπιεστή, ενώ στον άλλο κλάδο συνδέονται οι πρεσοστάτες του λαδιού, που ελέγχουν την λειτουργία της διάταξης αστέρα - τριγώνου, καθώς και την λειτουργία του ίδιου του κινητήρα του συμπιεστή.

Το ρεύμα διερχόμενο από τον διακόπτη  $\Delta_{1A}$  διακλαδίζεται, όπως προαναφέρθηκε σε δύο κλάδους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $C_{1A}$  του αντίστοιχου ρελαί της γραμμής, δηλαδή του κύριου ρελαί της διάταξης αστέρα - τριγώνου.

Όταν το ρελαί της γραμμής ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1A}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον ωρομετρητή  $H_{XA}$ .

Ο ωρομετρητής αυτός χρησιμοποιείται για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή, καθώς και για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας και του ίδιου του συμπιεστή.

Παράλληλα προς τον ωρομετρητή  $H_{XA}$  συνδέεται το χρονικό  $X_{1A}$ , το οποίο είναι το χρονικό καθυστέρησης της πλήρωσης του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή.

Για την ενεργοποίηση όμως του χρονικού, θα πρέπει να κλείσει και η Ν.Ο. επαφή  $F.S.A$ , η οποία αντιστοιχεί στον ηλεκτρικό πλωτήρα του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή. Έτσι, όταν το λάδι ξεπεράσει την κατώτατη επιτρεπτή στάθμη μέσα στον στροφαλοθάλαμο, τότε ρέει το ρεύμα προς το χρονικό  $X_{1A}$ .

Παράλληλα όμως προς τον κλάδο αυτόν υπάρχει η μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού  $S.O.A$ . Η βαλβίδα αυτή επιτρέπει την

συμπλήρωση του κάρτερ με λάδι, όταν ενεργοποιηθεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής γίνεται με το κλείσιμο της Ν.Ο. επαφής  $X_{1A}$ , η οποία αντιστοιχεί στο χρονικό  $X_{1A}$ .

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να ειπωθεί συνοπτικά ότι, όταν το λάδι πέσει κάτω από την επιθυμητή στάθμη μέσα στο κάρτερ, τότε μέσω της επαφής του ηλεκτρικού πλωτήρα του λαδιού F.S.<sub>A</sub>, ενεργοποιείται το χρονικό  $X_{1A}$ , του οποίου μετά από ένα χρονικό διάστημα, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{1A}$  και ενεργοποιεί την μαγνητική βαλβίδα S.O.<sub>A</sub>, η οποία έχει ως σκοπό την πλήρωση του κάρτερ με λάδι.

Επίσης μετά ακριβώς από την επαφή  $C_{1A}$ , ξεκινάει και ένας άλλος κλάδος, ο οποίος σχετίζεται με τους step controllers.

Όπως προαναφέρθηκε, το ρεύμα μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1A}$  διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο πρώτος έχει ήδη αναλυθεί λεπτομερώς παραπάνω.

Ο δεύτερος κλάδος περιλαμβάνει τους πρεσοστάτες του λαδιού και την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον συμπιεστή που εξετάζουμε.

Στον δεύτερο αυτό κλάδο συνδέεται μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1A}$  ο πρεσοστάτης H.P.<sub>A</sub>, ο οποίος είναι ο πρεσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού.

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη της υψηλής H.P.<sub>A</sub> βρίσκεται στην θέση 23, τότε το ρεύμα διέρχεται και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία  $L_{2A}$ .

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{2A}$  υπάρχει η δυνατότητα της σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού μέσου, το οποίο μπορεί να είναι ένα alarm.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη της υψηλής H.P.<sub>A</sub> βρίσκεται στην θέση 22, τότε επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής L.P.<sub>A</sub>.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη H.P.<sub>A</sub> βρίσκεται στην θέση 22 είναι N.C., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 23 είναι N.O.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε για την λειτουργία του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>A</sub> ότι αυτός διακόπτει την ροή του ρεύματος προς τον συμπιεστή, όταν η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού ανέβει πάνω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή μπορεί να γίνει, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και με την αντίσταση RD<sub>A</sub>.

Όταν η πίεση, συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού, δεν έχει φθάσει το ανώτατο επιτρεπτό όριο, ο πρεσσοστάτης H.P.<sub>A</sub> βρίσκεται στην θέση 22 και κατά συνέπεια εκκινεί τον συμπιεστή.

Διερχόμενο το ρεύμα μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>A</sub>, οδηγείται προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού L.P.<sub>A</sub>, όπως ήδη έχει αναφερθεί.

Ο πρεσσοστάτης L.P.<sub>A</sub> έχει μία N.O. επαφή, η οποία κλείνει και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη, όταν η πίεση του λαδιού δεν έχει ξεπεράσει το κατώτατο επιτρεπτό όριο.

Αν αυτό έχει συμβεί, τότε μέσω της N.O. επαφής του πρεσσοστάτη L.P.<sub>A</sub> διακόπτεται η διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή, έως ότου αποκατασταθεί η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του

λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του λαδιού γίνεται μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού  $RD_A$ , η οποία εξετάσθηκε παραπάνω.

Κατά συνέπεια μπορούμε να πούμε ότι η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένα διαστήματα τιμών.

Όταν το λάδι υπερθερμανθεί διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων ειδοποιείται ο χειριστής ότι συνέβη υπερθέρμανση του λαδιού, ώστε να απομονώσει την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_A$ , μέσω του διακόπτη απομόνωσης - παρεμβολής  $\Delta_{1A}$ , μέχρι τη στιγμή που η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης επανέλθουν στις φυσιολογικές τους τιμές.

Επίσης, όταν η πίεση του λαδιού κατά την λειτουργία του συμπιεστή, πέσει κάτω από μία ελάχιστη τιμή, διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού  $L.P_A$ , έως ότου η πίεση και η θερμοκρασία, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού  $RD_A$ , επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα τιμών τους, οπότε η Ν.Ο. επαφή του πρεσσοστάτη  $L.P_A$  κλείνει και επιτρέπει πάλι την διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή.

Εν συνεχεία, μετά τους πρεσσοστάτες  $H.P_A$  και  $L.P_A$  του λαδιού, το ρεύμα οδηγείται προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη του λαδιού  $O.P.S_A$ .

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, όταν πρέπει να προστατεύεται η εγκατάσταση από την πίεση του λαδιού, χρησιμοποιείται ένας διαφορικός πρεσσοστάτης, ο οποίος ελέγχει ταυτόχρονα την πίεση του λαδιού και την πίεση του ψυκτικού μέσου και διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η διαφορά των δύο πιέσεων γίνει μικρότερη από την τιμή ρύθμισης.

Όπως ήδη έχει εξηγηθεί αυτό γίνεται, επειδή σε ορισμένους τύπους συμπιεστών, η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου πρέπει να παραμένει πάντοτε μικρότερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Όταν όμως η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου γίνει μεγαλύτερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε η τροφοδοτική αντλία του λαδιού ενδεχομένως να μην μπορεί να στείλει το λάδι. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να διακόπτουμε αμέσως την λειτουργία του συμπιεστή.

Βέβαια, όπως ήδη αναφέραμε, ο περιορισμός αυτός εξαρτάται από το είδος της κατασκευής του συμπιεστή.

Έτσι, με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι ο διαφορικός πρεσσοστάτης του λαδιού O.P.S.<sub>A</sub> διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, ενώ αντίθετα επιτρέπει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι μικρότερη της πίεσης του λαδιού λίπανσης.

Από τον διαφορικό πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>A</sub> ξεκινούν τρεις κλάδοι.

Ο πρώτος κλάδος περιλαμβάνει την Ν.Ο. επαφή C<sub>2A</sub>, η οποία αντιστοιχεί στο ρελαί C<sub>2A</sub>, το οποίο είναι το ρελαί του τριγώνου του



τρίτου συμπιεστή που εξετάζουμε.

Όταν το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$  ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{2A}$  και κατά συνέπεια επιτρέπει την λειτουργία του διαφορικού πρεσσοστάτη ενεργοποιώντας το πηνία αυτού.

Με άλλα λόγια η Ν.Ο. επαφή  $C_{2A}$  παραμένει κλειστή όσο χρόνο ο συμπιεστής βρίσκεται σε λειτουργία.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη  $O.P.S._A$  βρίσκεται στην θέση 27 είναι Ν.Ο., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 28 είναι Ν.Ο.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 28, το ρεύμα δεν ρέει προς την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή, αλλά ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{3A}$ , η οποία ανάβει όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, όπως επίσης επισημαίνει και την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή.

Παράλληλα με την ενδεικτική λυχνία  $L_{3A}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Έτσι, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε ο διαφορικός πρεσσοστάτης  $O.P.S._A$  απομονώνει τον συμπιεστή και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιεί τον χειριστή για την προκύπτουσα ανωμαλία.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 27, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Στην πορεία του το ρεύμα διακλαδίζεται σε δύο «δρόμους» - κλάδους, όπου ο πρώτος από αυτούς περιλαμβάνει την Ν.Ο. επαφή

του θερμικού  $\Theta_{1A}$  του ηλεκτροκινητήρα του τρίτου συμπιεστή, καθώς και την ενδεικτική λυχνία  $L_{4A}$ .

Ο δεύτερος από αυτούς κλάδος, περιλαμβάνει στην N.C. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1A}$  και στην συνέχεια την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Όταν ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή υπερθερμανθεί, τότε «πέφτει» το θερμικό  $\Theta_{1A}$ , με αποτέλεσμα το άνοιγμα της N.C. επαφής του  $\Theta_{1A}$ , ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς αυτόν.

Αυτό έχει ως συνέπεια την παύση της λειτουργίας του κινητήρα για λόγους προστασίας, όπως π.χ. είναι η καταστροφή του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με το άνοιγμα της N.C. επαφής του θερμικού  $\Theta_{1Γ}$ , η οποία έχει ως σκοπό την προστασία του κινητήρα, κλείνει και η N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1A}$  στον πρώτο κλάδο, ο οποίος είναι συνδεδεμένος παράλληλα με τον δεύτερο.

Κλείνοντας η N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1A}$ , τότε το ρεύμα ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4A}$ , η οποία δηλώνει την πτώση του θερμικού και την διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα.

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4A}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Μέσω αυτών των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιείται ο χειριστής για την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή, λόγω της «πτώσης» του θερμικού.

Η «πτώση» αυτή του θερμικού προέρχεται από την ένταση του ρεύματος του κινητήρα, δηλαδή όταν η ένταση του ρεύματος με την

οποία λειτουργεί ο κινητήρας, είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική, τότε επέρχεται η «πτώση» του θερμικού.

Όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου δεν υπερβαίνει την πίεση του λαδιού λίπανσης και όταν δεν υπάρχει η «πτώση» του θερμικού, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του ηλεκτροκινητήρα του πρώτου συμπιεστή.

Η διάταξη του αστέρα - τριγώνου αποτελείται από τρεις κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους, έτσι ώστε σε κάθε κλάδο να αντιστοιχεί και ένα ρελαί.

Με άλλα λόγια στον πρώτο κλάδο βρίσκεται το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , στον δεύτερο το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$  και τέλος στον τρίτο κλάδο το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί)  $C_{1A}$ .

Επίσης παράλληλα προς το ρελαί του αστέρα συνδέεται το χρονικό  $X_{TA}$ , το οποίο είναι το χρονικό της μεταγωγής από αστέρα σε τρίγωνο.

Τέλος, παράλληλα προς το ρελαί του τριγώνου συνδέεται η ενδεικτική λυχνία  $L_{5A}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα και κατ' επέκταση του συμπιεστή.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα το κύκλωμα αυτοματισμού της διάταξης του αστέρα - τριγώνου μπορούμε να πούμε ότι το ρεύμα διερχόμενο από το θερμικό  $\Theta_{1A}$  οδηγείται προς το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$  και προς το χρονικό  $X_{TA}$ , μέσω των N.C. επαφών  $X_{TA}$  και  $C_{2A}$ .

Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , καθώς και το χρονικό  $X_{TA}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , ανοίγει ο N.C. επαφή  $C_{3A}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ ,

ώστε όταν το ρελαί του αστέρα είναι ενεργοποιημένο να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του τριγώνου για να προκληθεί βραχυκύκλωμα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1A}$ , η οποία συνδέεται στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $C_{1A}$  κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1A}$ , δηλαδή η επαφή αυτοσυγκράτησης του κύριου ρελαί  $C_{1A}$ , ώστε και όταν ακόμα απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$  το ρελαί της γραμμής  $C_{1A}$  να παραμένει ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1A}$  η οποία συνδέεται στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου.

Έτσι, κατά την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , θα κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3A}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου, ώστε το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ , να μπορεί να ενεργοποιηθεί.

Με την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, το οποίο διάστημα μετρά το χρονικό  $X_{TA}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $X_{TA}$  του χρονικού, η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , με αποτέλεσμα την απενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3A}$  στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1A}$ , η οποία ήταν κλειστή με την ενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$  και διακόπτει την παροχή του ρεύματος προς το ρελαί της γραμμής  $C_{1A}$ .

Όμως, όντας ενεργοποιημένο το κύριο ρελαί  $C_{1A}$ , έχει ήδη κλείσει η επαφή αυτοσυγκράτησής του, η οποία συνδέεται παράλληλα με την

N.O. επαφή  $C_{3A}$ , με αποτέλεσμα το κύριο ρελαί  $C_{1A}$  να παραμένει ενεργοποιημένο.

Ταυτόχρονα όμως με την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , κλείνει και η N.C. επαφή  $C_{3A}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ , με αποτέλεσμα την ροή του ρεύματος προς το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ .

Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$  είναι και η ενεργοποίηση του κύριου ρελαί  $C_{1A}$ , ώστε να κλείσει η N.O. επαφή  $C_{1A}$  και να επιτρέψει την διέλευση του ρεύματος προς την N.C. επαφή  $C_{3A}$  στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ .

Επομένως, όταν κλείνει η N.O. επαφή  $C_{1A}$  και η N.C. επαφή  $C_{3A}$ , ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ , καθώς και η ενδεικτική λυχνία  $L_{5A}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ , ανοίγει και η N.C. επαφή  $C_{2A}$  στον κλάδο του ρελαί του αστέρα για πρόσθετη προστασία. Δηλαδή, όταν ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$ , να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του αστέρα  $C_{3A}$ , ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση του βραχυκυκλώματος.

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{5A}$  συνδέεται παράλληλα με το ρελαί του τριγώνου  $C_{2A}$  και όχι σε άλλη θέση, επειδή η λειτουργία του κινητήρα πραγματοποιείται κατά την συνδεσμολογία τριγώνου και μόνο για λίγο χρονικό διάστημα κατά την εκκίνηση, ο κινητήρας εργάζεται κατά αστέρα.

Εν συνεχεία θα εξετάσουμε τον κλάδο, ο οποίος ξεκινάει μετά την N.O. επαφή  $C_{1A}$ , μετά τον διακόπτη παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1A}$

και σχετίζεται με τις βαλβίδες εκάστου βήματος, οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση του step controller. Το ρεύμα περνάει στον κλάδο αυτό, μέσω των επαφών και των διακοπών που προαναφέραμε και στην συνέχεια διακλαδίζεται σε τρεις κλάδους παράλληλους μεταξύ τους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$ , όμοιος με αυτόν που εξετάσαμε παραπάνω, ο οποίος έχει ως σκοπό την επιλογή του κύκλωματος της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι, όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$  και  $K_{14}$  του step controller της χαμηλής, ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$  του step controller της υψηλής.

Οι επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$ ,  $K_{14}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$  με την σειρά τους, ενεργοποιούμενες ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με τις θέσεις των step controllers.

Όπως προαναφέραμε, όταν ο διακόπτης επιλογής βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{12}$ ,  $M_{13}$  και  $M_{14}$ , ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{12}$ ,  $K_{13}$  και  $K_{14}$ .

Παράλληλα όμως προς την σύνδεση του διακόπτη  $\Delta_{2A}$  με το κύκλωμα της χαμηλής, όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 1, συνδέεται ένα βοηθητικό ρελαί  $K_A$ .

Το ρελαί  $K_A$  έχει ως σκοπό την απομόνωση των εντολών  $K_{12} - M_{12}$ ,  $K_{13} - M_{13}$  και  $K_{14} - M_{14}$ .

Για παράδειγμα θα συνέβαινε, αν δεν υπήρχε το ρελαί  $K_A$ , να παρέχεται η εντολή  $K_{12}$  και να κλείνει η βαλβίδα 1, χωρίς όμως να έχει επιλεγεί αυτή μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$ .

Με άλλα λόγια, το ρελαί  $K_A$  είναι ένα βοηθητικό ρελαί όπου μέσω της επαφής του  $K_A$ , μπορούμε να επιλέξουμε την εντολή που θέλουμε, ώστε να κλείσει ή όχι η βαλβίδα με την οποία συνδέεται η επιλεγόμενη εντολή. Αυτό βέβαια θα γίνει πιο κατανοητό παρακάτω κατά την σύνδεση των εντολών με τις αντίστοιχες βαλβίδες.

Στον δεύτερο τώρα παράλληλο κλάδο συνδέεται το χρονικό  $X_{STEPA}$ , το οποίο είναι ένα χρονικό μέτρησης του χρόνου έναρξης των steps μετά από την εκκίνηση του κινητήρα. Δηλαδή το χρονικό  $X_{STEPA}$  καθυστερεί για λίγο την ενεργοποίηση έκαστης βαλβίδας από την στιγμή που λειτουργεί ο κινητήρας κατά τρίγωνο και εφ' όσον ο step controller παρέχει την κατάλληλη εντολή για την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής.

Τέλος, στον τρίτο κλάδο συνδέεται το βοηθητικό ρελαί  $K_{MSTA}$  των βαλβίδων. Η ενεργοποίηση του ρελαί αυτού γίνεται εφ' όσον το χρονικό  $X_{STEPA}$  έχει μετρήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Όταν το χρονικό  $X_{STEPA}$  ενεργοποιηθεί μετά την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPA}$ , ώστε να επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς το βοηθητικό ρελαί  $K_{MSTA}$  με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν το βοηθητικό ρελαί  $K_{MSTA}$  ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $K_{MSTA}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPA}$  του χρονικού  $X_{STEPA}$ , με αποτέλεσμα την συνεχή

ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελαί  $K_{M_{STA}}$  ακόμα και όταν η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPA}$  ανοίξει.

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στην σύνδεση των εντολών  $K_{12}$ ,  $K_{13}$ ,  $K_{14}$  και  $M_{12}$ ,  $M_{13}$ ,  $M_{14}$  με τις βαλβίδες 1, 2 και 3 του τρίτου συμπιεστή, καθώς και στους κλάδους που περιλαμβάνουν τις βαλβίδες αυτές.

Σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $K_A$ , ο οποίος αντιστοιχεί στο ρελαί  $K_A$  και επιλέγει μεταξύ των εντολών των κυκλωμάτων της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην αριστερή θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της υψηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος, ενώ όταν βρίσκεται στην δεξιά θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος.

Δηλαδή, όταν το ρελαί είναι απενεργοποιημένο, τότε ο διακόπτης  $K_A$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, ενώ αντίθετα, όταν είναι ενεργοποιημένο τότε ο διακόπτης  $K_A$  μετατοπίζεται στην δεξιά θέση και επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής.

Όπως προαναφέρθηκε, η ενεργοποίηση του ρελαί  $K_A$  γίνεται με την επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2A}$ , ο οποίος επιλέγει την τροφοδοσία του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης.

Επίσης, σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται μία Ν.Ο. επαφή  $K_{M_{STA}}$ , η οποία αντιστοιχεί στο βοηθητικό ρελαί βαλβίδων  $K_{M_{STA}}$  και η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση αυτού του βοηθητικού ρελαί με αποτέλεσμα της παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα.



Οι βαλβίδες εκάστου βήματος είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπιεστή και κλείνουν βηματικά αναλόγως με την πίεση που επικρατεί.

Επίσης παράλληλα προς κάθε βαλβίδα υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η οποία δηλώνει την ενεργοποίηση κάθε μίας βαλβίδας.

Αναφερόμενοι σε κάθε μία βαλβίδα χωριστά μπορούμε να καταλάβουμε περισσότερο την όλη διαδικασία.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{12}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_A$  δεν είναι ενεργοποιημένο, η επαφή του  $K_A$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα την εντολή  $M_{12}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1A}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή  $K_{12}$  του step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_A$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{STA}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STA}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1A}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{6A}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{STA}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{6A}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{1A}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{1A}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με

την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής, και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_A$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_A$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή K12, ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{1A}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που αναφέραμε πιο πάνω, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή M12.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή M13 και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_A$  απενεργοποιείται και η επαφή του  $K_A$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, συγκεκριμένα την εντολή M13, με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2A}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2A}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή K13 από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_A$  συναντά την N.O. επαφή  $KM_{STA}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STA}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2A}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{7A}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια N.O. επαφής  $KM_{STA}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{7A}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{2A}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{2A}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_A$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_A$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K13$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{2A}$  κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και στην προαναφερθείσα περίπτωση, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $K13$ .

Πανομοιότυπα μπορούμε να πούμε ότι, όταν ο step controller της υψηλής δίνει την εντολή  $M14$  και όταν, μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_A$  απενεργοποιείται και η επαφή του  $K_A$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, συγκεκριμένα την εντολή  $M14$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3A}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2A}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη ενεργοποιείται η εντολή  $K14$  από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_A$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{STA}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $K_{M_{STA}}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3A}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{8A}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $K_{M_{STA}}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{8A}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{3A}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{3A}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_A$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_A$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{14}$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{3A}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που προαναφέραμε παραπάνω, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $M_{14}$ .

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με την ανάλυση του κυκλώματος αυτοματισμού του δεύτερου συμπιεστή.

### 3.2.4 Κύκλωμα αυτοματισμού του δεύτερου συμπιεστή

Όπως έχουμε αναφέρει κατά την υψηλή ψύξη λειτουργούν και τα τέσσερα κομπρεσέρ, ενώ κατά την χαμηλή ψύξη λειτουργούν μόνο τα τρία.

Το κομπρεσέρ, το οποίο δεν λειτουργεί κατά την χαμηλή ψύξη επιλέγεται να είναι το δεύτερο, δηλαδή αυτό του οποίου το κύκλωμα αυτοματισμού θα αναλύσουμε στην συνέχεια.

Το κύκλωμα του δεύτερου συμπιεστή είναι όμοιο με το κύκλωμα του πρώτου, με μόνη διαφορά την αποσύνδεση του ρελαί επιλογής των εντολών, καθώς και την αποσύνδεση των διακοπών επιλογής  $\Delta_{2A}$ .

Ο διακόπτης επιλογής τροφοδοσίας  $\Delta_{2A}$  δεν συνδέεται, γιατί το κύκλωμα αυτό τροφοδοτείται και τροφοδοτεί απ' ευθείας μόνο το κύκλωμα της υψηλής ψύξης. Αυτό συμβαίνει, όπως είπαμε, επειδή κατά την λειτουργία της χαμηλής ψύξης ο συμπιεστής αυτός δεν λειτουργεί.

Το ρεύμα ρέει από τον μετασχηματιστή μέσω μίας ασφάλειας προς το κύκλωμα αυτοματισμού του δεύτερου συμπιεστή. Αρχικά το ρεύμα από τον μετασχηματιστή κατευθύνεται σε δύο παράλληλους κλάδους, όπου ο πρώτος περιλαμβάνει την αντίσταση  $RD_B$ , ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει το ρελαί  $RH_B$ .

Η αντίσταση  $RD_B$  είναι όμοια με την  $RD_A$  και είναι η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης μέσα στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή και βρίσκεται μέσα στο κάρτερ του δεύτερου συμπιεστή.

Το ρεύμα φθάνει στην αντίσταση  $RD_B$ , μέσω της Ν.Ο. επαφής  $RH_B$ , η οποία κλείνει αφού το αντίστοιχο ρελαί  $RH_B$  ενεργοποιηθεί.

Στον δεύτερο κλάδο υπάρχει ο διακόπτης παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1B}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στην θέση Ο απομονώνει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_B$ , αποτέλεσμα αυτό να μη ενεργοποιείται και να μην κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $RH_B$ , ώστε το ρεύμα να μην φθάνει στην αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_B$ . Άρα στην θέση αυτή, δηλαδή στην θέση Ο του διακόπτη  $\Delta_{1B}$ , απομονώνεται η αντίσταση της θέρμανσης του λαδιού.

Επειδή ο διακόπτης  $\Delta_{1B}$  είναι τριών θέσεων, στον δεύτερο κλάδο, όπου αυτός συνδέεται, υπάρχουν δύο «δρόμοι» - κλάδοι, που ο μιν πρώτος καταλήγει στην θέση 1 του διακόπτη  $\Delta_{1B}$ , ο δε δεύτερος καταλήγει στην θέση 2 του διακόπτη αυτού.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1B}$  βρίσκεται σε μία από τις θέσεις αυτές επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος, ώστε να ενεργοποιηθεί το ρελαί  $RH_B$  και κατά συνέπεια η αντίσταση θέρμανσης  $RD_B$ .

Πριν όμως την σύνδεση του ρελαί  $RH_B$ , στον κλάδο αυτόν, υπάρχει και η N.C. επαφή  $C_{1B}$ , η οποία απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_B$ , όταν το ρελαί  $C_{1B}$  της διάταξης αστέρα - τριγώνου είναι ενεργοποιημένο.

Το ρελαί  $C_{1B}$  είναι το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί) και είναι ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Με άλλα λόγια, κατά την λειτουργία του συμπιεστή δεν επιτρέπεται η θέρμανση του λαδιού, γεγονός το οποίο συμβαίνει, επειδή κατά την λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται η ψύξη του λαδιού και όχι η θέρμανσή του.

Έτσι, με τον τρόπο αυτό, η αντίσταση  $RD_B$  δεν ενεργοποιείται κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Παράλληλα, λοιπόν, με το ρελαί  $RH_B$  υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η  $L_{1B}$ , η οποία ανάβει μόνο όταν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $RH_B$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{1B}$  δηλώνει την λειτουργία της αντίστασης  $RD_B$ , η οποία αναφέρεται στην θέρμανση του λαδιού. Ο διακόπτης  $\Delta_{1B}$  συνδέεται με ένα όμοιο διακόπτη  $\Delta_{1B}$ , ο οποίος βρίσκεται στον τρίτο κλάδο της συνδεσμολογίας.

Από τον τρίτο κλάδο και στην συνέχεια υπάρχει το κύκλωμα αυτοματισμού και η διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή.

Οι δύο πρώτοι κλάδοι αναφέρονται μόνο στην παρεμβολή ή την απομόνωση της αντίστασης  $RD_B$  για την θέρμανση του λαδιού στον συγκεκριμένο συμπιεστή.

Το ρεύμα που τροφοδοτεί το κύκλωμα αυτοματισμού παρέχεται από το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Εν συνεχεία υπάρχει ο διακόπτης  $\Delta_{1B}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στις θέσεις 0 ή 1 απομονώνει το κύκλωμα αυτοματισμού, ενώ αντίθετα, όταν βρίσκεται στην θέση 2 θέτει σε λειτουργία το κύκλωμα αυτοματισμού του παρόντος συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1B}$  βρίσκεται στην θέση 2, ρέει το ρεύμα προς το κύκλωμα αυτοματισμού, το οποίο ρεύμα και διακλαδίζεται.

Στον ένα κλάδο συνδέονται τα χρονικά και οι βαλβίδες που ελέγχουν το λάδι λίπανσης του δεύτερου συμπιεστή, ενώ στον άλλο κλάδο συνδέονται οι πρεσοστάτες του λαδιού, που ελέγχουν την λειτουργία της διάταξης αστέρα - τριγώνου, καθώς και την λειτουργία του ίδιου του κινητήρα του συμπιεστή.

Το ρεύμα διερχόμενο από τον διακόπτη  $\Delta_{1B}$  διακλαδίζεται, όπως προαναφέρθηκε, σε δύο κλάδους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$  του αντίστοιχου ρελαί της γραμμής, δηλαδή του κύριου ρελαί της διάταξης αστέρα - τριγώνου.

Όταν το ρελαί της γραμμής ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον ωρομετρητή  $H_{XB}$ . Ο ωρομετρητής αυτός χρησιμοποιείται για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή, καθώς και για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας και

του ίδιου του συμπιεστή.

Παράλληλα προς τον ωρομετρητή  $H_{XB}$  συνδέεται το χρονικό  $H_{1B}$ , το οποίο είναι το χρονικό καθυστέρησης της πλήρωσης του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή. Για την ενεργοποίηση όμως του χρονικού, θα πρέπει να κλείσει και η Ν.Ο. επαφή  $F.S._B$ , η οποία αντιστοιχεί στον ηλεκτρικό πλωτήρα του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή. Έτσι όταν το λάδι ξεπεράσει την κατώτατη επιτρεπτή στάθμη μέσα στον στροφαλοθάλαμο, τότε ρέει το ρεύμα προς το χρονικό  $X_{1B}$ .

Παράλληλα όμως προς τον κλάδο αυτόν, υπάρχει η μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού  $S.O._B$ . η βαλβίδα αυτή επιτρέπει την συμπλήρωση του κάρτερ με λάδι, όταν ενεργοποιηθεί. Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής γίνεται με το κλείσιμο της Ν.Ο. επαφής  $X_{1B}$ , η οποία αντιστοιχεί στο χρονικό  $X_{1B}$ .

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να ειπωθεί συνοπτικά ότι, όταν το λάδι πέσει κάτω από την επιθυμητή στάθμη μέσα στο κάρτερ, τότε, μέσω της επαφής του ηλεκτρικού πλωτήρα του λαδιού  $F.S._B$ , ενεργοποιείται το χρονικό  $X_{1B}$ , του οποίου μετά από ένα χρονικό διάστημα, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{1B}$  και ενεργοποιεί την μαγνητική βαλβίδα  $S.O._B$ , η οποία έχει ως σκοπό την πλήρωση του κάρτερ με λάδι.

Επίσης μετά ακριβώς από την επαφή  $C_{1B}$ , ξεκινάει και ένας άλλος κλάδος, ο οποίος σχετίζεται με τους step controllers.

Όπως προαναφέρθηκε, το ρεύμα μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1B}$  διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο πρώτος έχει ήδη αναλυθεί λεπτομερώς παραπάνω.



Ο δεύτερος κλάδος περιλαμβάνει τους πρεσοστάτες του λαδιού και την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον συμπιεστή που εξετάζουμε.

Στον δεύτερο αυτό κλάδο συνδέεται μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1B}$  ο πρεσοστάτης  $H.P._B$ , ο οποίος είναι ο πρεσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού.

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη της υψηλής  $H.P._B$  βρίσκεται στην θέση 43, τότε το ρεύμα διέρχεται και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία  $L_{2B}$ .

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{2B}$  υπάρχει η δυνατότητα της σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού μέσου, το οποίο μπορεί να είναι ένα alarm.

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη της υψηλής  $H.P._B$  βρίσκεται στην θέση 42, τότε επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον πρεσοστάτη της χαμηλής  $L.P._B$ .

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη  $H.P._B$  βρίσκεται στην θέση 42 είναι  $N.C.$ , ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 43 είναι  $N.O.$

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε για την λειτουργία του πρεσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού  $H.P._B$ , ότι αυτός διακόπτει την ροή του ρεύματος προς τον συμπιεστή, όταν η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού ανέβει πάνω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή μπορεί να γίνει, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και με την αντίσταση  $RD_B$ .

Όταν η πίεση, συνεπώς και η θερμοκρασία, του λαδιού δεν έχει φθάσει το ανώτατο επιτρεπτό όριο, ο πρεσοστάτης  $H.P._B$  βρίσκεται

στην θέση 42 και κατά συνέπεια εκκινεί τον συμπιεστή.

Διερχόμενο το ρεύμα μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού  $H.P._B$ , οδηγείται προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού  $L.P._B$ , όπως ήδη έχει αναφερθεί.

Ο πρεσσοστάτης  $L.P._B$  έχει μία  $N.O.$  επαφή, η οποία κλείνει και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη, όταν η πίεση του λαδιού δεν έχει ξεπεράσει το κατώτατο επιτρεπτό όριο.

Αν αυτό έχει συμβεί τότε μέσω της  $N.O.$  επαφής του πρεσσοστάτη  $L.P._B$  διακόπτεται η διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή, έως ότου αποκατασταθεί η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του λαδιού γίνεται μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού  $RD_B$ , η οποία εξετάσθηκε παραπάνω. Κατά συνέπεια μπορούμε να πούμε ότι η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένα διαστήματα τιμών.

Όταν το λάδι υπερθερμανθεί διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων ειδοποιείται ο χειριστής ότι συνέβη υπερθέρμανση του λαδιού, ώστε να απομονώσει την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_B$ , μέσω του διακόπτη απομόνωσης - παρεμβολής  $\Delta_{1B}$ , μέχρι την στιγμή που η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης επανέλθουν στις φυσιολογικές τους τιμές.

Επίσης, όταν η πίεση του λαδιού, κατά την λειτουργία του συμπιεστή, πέσει κάτω από μία ελάχιστη τιμή, διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού L.P.<sub>B</sub>, έως ότου η πίεση και η θερμοκρασία, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού RD<sub>B</sub>, επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα των τιμών τους, οπότε η Ν.Ο. επαφή του πρεσσοστάτη L.P.<sub>B</sub> κλείνει και επιτρέπει πάλι την διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή. Εν συνεχεία, μετά τους πρεσσοστάτες Η.P.<sub>B</sub> και L.P.<sub>B</sub> του λαδιού, το ρεύμα οδηγείται προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη του λαδιού O.P.S.<sub>B</sub>.

Ο διαφορικός πρεσσοστάτης του λαδιού O.P.S.<sub>B</sub> διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, ενώ αντίθετα επιτρέπει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι μικρότερη της πίεσης του λαδιού λίπανσης.

Από τον διαφορικό πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>B</sub> ξεκινούν τρεις κλάδοι.

Ο πρώτος κλάδος περιλαμβάνει την Ν.Ο. επαφή C<sub>2B</sub>, η οποία αντιστοιχεί στο ρελαί C<sub>2B</sub>, το οποίο είναι το ρελαί του τριγώνου του πρώτου συμπιεστή που εξετάζουμε.

Όταν το ρελαί του τριγώνου C<sub>2B</sub> ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει και η Ν.Ο. επαφή C<sub>2B</sub> και κατά συνέπεια επιτρέπει την λειτουργία του διαφορικού πρεσσοστάτη ενεργοποιώντας το πηνία αυτού. Με άλλα λόγια η Ν.Ο. επαφή C<sub>2B</sub> παραμένει κλειστή όσο χρόνο ο συμπιεστής βρίσκεται σε λειτουργία.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>B</sub> βρίσκεται στην θέση 47 είναι Ν.Ο., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 48 είναι Ν.Ο.

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ**

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 48, το ρεύμα δεν ρέει προς την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή, αλλά ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{3B}$ , η οποία ανάβει όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λιπάσματος, όπως επίσης επισημαίνει και την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή.

Παράλληλα με την ενδεικτική λυχνία  $L_{3B}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Έτσι, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε ο διαφορικός πρεσσοστάτης O.P.S.B απομονώνει τον συμπιεστή και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιεί τον χειριστή για την προκύπτουσα ανωμαλία.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 47, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Στην πορεία του το ρεύμα διακλαδίζεται σε δύο «δρόμους» - κλάδους, όπου ο πρώτος από αυτούς περιλαμβάνει την N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1B}$  του ηλεκτροκινητήρα του δεύτερου συμπιεστή, καθώς και την ενδεικτική λυχνία  $L_{4B}$ .

Ο δεύτερος, από αυτούς, κλάδος περιλαμβάνει την N.C. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1B}$  και στην συνέχεια την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Όταν ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή υπερθερμανθεί, τότε «πέφτει» το θερμικό  $\Theta_{1B}$ , με αποτέλεσμα το άνοιγμα της N.C. επαφής του,  $\Theta_{1B}$ , ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς αυτόν.

Αυτό έχει ως συνέπεια την παύση της λειτουργίας του κινητήρα για λόγους προστασίας, όπως π.χ. είναι η καταστροφή του κινητήρα. Ταυτόχρονα όμως με το άνοιγμα της Ν.Ο. επαφής του θερμικού  $\Theta_{1B}$ , η οποία έχει ως σκοπό την προστασία του κινητήρα, κλείνει και η Ν.Ο. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1B}$  στον πρώτο κλάδο, ο οποίος είναι συνδεδεμένος παράλληλα με τον δεύτερο.

Κλείνοντας η Ν.Ο. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1B}$ , τότε το ρεύμα ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4B}$ , η οποία δηλώνει την πτώση του θερμικού και την διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα.

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4B}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Μέσω αυτών των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιείται ο χειριστής για την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή, λόγω της «πτώσης» του θερμικού.

Όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου δεν υπερβαίνει την πίεση του λαδιού λίπανσης και όταν δεν υπάρχει η «πτώση» του θερμικού, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του ηλεκτροκινητήρα του δεύτερου συμπιεστή.

Η διάταξη του αστέρα - τριγώνου αποτελείται από τρεις κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους έτσι, ώστε σε κάθε κλάδο να αντιστοιχεί και ένα ρελαί.

Με άλλα λόγια στον πρώτο κλάδο βρίσκεται το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , στον δεύτερο το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$  και τέλος στον τρίτο κλάδο το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί)  $C_{1B}$ .

Επίσης παράλληλα προς το ρελαί του αστέρα συνδέεται το χρονικό

$X_{TB}$ , το οποίο είναι το χρονικό της μεταγωγής από αστέρα σε τρίγωνο.

Τέλος, παράλληλα προς το ρελαί του τριγώνου συνδέεται η ενδεικτική λυχνία  $L_{5B}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα και κατ' επέκταση του συμπιεστή.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα το κύκλωμα αυτοματισμού της διάταξης του αστέρα - τριγώνου μπορούμε να πούμε ότι το ρεύμα διερχόμενο από το θερμικό  $\Theta_{1B}$  οδηγείται προς το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$  και προς το χρονικό  $X_{TB}$ , μέσω των Ν.Ο. επαφών  $X_{TB}$  και  $C_{2B}$ . Με τον τρόπο αυτόν ενεργοποιείται το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , καθώς και το χρονικό  $X_{TB}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3B}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ , ώστε όταν το ρελαί του αστέρα είναι ενεργοποιημένο να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του τριγώνου για να προκληθεί βραχυκύκλωμα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3B}$  στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1B}$  ενεργοποιώντας το ρελαί αυτό.

Ενεργοποιούμενο ρελαί  $C_{1B}$ , κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$ , δηλαδή η επαφή αυτοσυγκράτησης του κύριου ρελαί  $C_{1B}$ , ώστε και όταν ακόμα απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , το ρελαί της γραμμής  $C_{1B}$ , να παραμείνει ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του κινητήρα. Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$ , η οποία συνδέεται στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου.

Έτσι, κατά την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , θα κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3B}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου, ώστε το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ , να μπορεί να

ενεργοποιηθεί.

Με την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, το οποίο διάστημα μετρά το χρονικό  $X_{TB}$ , ανοίγει η Ν.С. επαφή  $X_{TB}$  του χρονικού, η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , με αποτέλεσμα την απενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3B}$  στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1B}$ , η οποία ήταν κλειστή με την ενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$  και διακόπτει την παροχή του ρεύματος προς το ρελαί της γραμμής  $C_{1B}$ .

Όμως, όντας ενεργοποιημένο το κύριο ρελαί  $C_{1B}$ , έχει ήδη κλείσει η επαφή αυτοσυγκράτησής του, η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $C_{3B}$ , με αποτέλεσμα το κύριο ρελαί  $C_{1B}$  να παραμένει ενεργοποιημένο.

Ταυτόχρονα όμως, με την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , κλείνει και η Ν.С. επαφή  $C_{3B}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ , με αποτέλεσμα την ροή του ρεύματος προς το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ .

Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$  είναι και η ενεργοποίηση του κύριου ρελαί  $C_{1B}$ , ώστε να κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$  και να επιτρέψει την διέλευση του ρεύματος προς την Ν.С. επαφή  $C_{3B}$  στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ .

Επομένως, όταν κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$  και η Ν.С. επαφή  $C_{3B}$ , ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ , καθώς και η ενδεικτική λυχνία  $L_{5B}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ ,

ανοίγει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{2B}$  στον κλάδο του ρελαί του αστέρα για πρόσθετη προστασία. Δηλαδή, όταν ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$ , να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του αστέρα  $C_{3B}$ , ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση του βραχυκυκλώματος.

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{5B}$  συνδέεται παράλληλα με το ρελαί του τριγώνου  $C_{2B}$  και όχι σε άλλη θέση, επειδή η λειτουργία του κινητήρα πραγματοποιείται κατά την συνδεσμολογία τριγώνου και μόνο για λίγο χρονικό διάστημα, κατά την εκκίνηση, ο κινητήρας εργάζεται κατά αστέρα.

Εν συνεχεία θα εξετάσουμε τον κλάδο, ο οποίος ξεκινάει μετά την Ν.Ο. επαφή  $C_{1B}$  μετά τον διακόπτη παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1B}$  και σχετίζεται με τις βαλβίδες εκάστου βήματος, οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται ανάλογα με την θέση του step controller. Το ρεύμα περνάει στον κλάδο αυτό, μέσω των επαφών και των διακοπών που προαναφέραμε και στην συνέχεια διακλαδίζεται σε τρεις κλάδους παράλληλους μεταξύ τους.

Μέσω του πρώτου, από αυτούς, κλάδου συνδέεται και τροφοδοτείται το κύκλωμα της υψηλής πίεσης και συγκεκριμένα οι εντολές  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  και  $M_{24}$  του step controller της υψηλής ψύξης.

Στον δεύτερο τώρα παράλληλο κλάδο συνδέεται το χρονικό  $X_{STEPB}$ , το οποίο είναι ένα χρονικό μέτρησης του χρόνου έναρξης των steps μετά από την εκκίνηση του κινητήρα. Δηλαδή το χρονικό  $X_{STEPB}$  καθυστερεί για λίγο την ενεργοποίηση έκαστης βαλβίδας από την στιγμή που λειτουργεί ο κινητήρας κατά τρίγωνο και εφ' όσον ο step controller παρέχει την κατάλληλη εντολή για την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής.



Τέλος, στον τρίτο κλάδο συνδέεται το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$  των βαλβίδων. Η ενεργοποίηση του ρελαί αυτού γίνεται εφ' όσον το χρονικό  $X_{STEPB}$  έχει μετρήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Όταν το χρονικό  $X_{STEPB}$  ενεργοποιηθεί, μετά την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPB}$ , ώστε να επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$ , με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$  ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_{STB}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPB}$  του χρονικού  $X_{STEPB}$ , με αποτέλεσμα την συνεχή ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελαί  $KM_{STB}$  ακόμα και όταν η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPB}$  ανοίξει.

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στην σύνδεση των εντολών  $M_{22}$ ,  $M_{23}$  και  $M_{24}$  με τις βαλβίδες 1, 2 και 3 του δεύτερου συμπιεστή, καθώς και στους κλάδους που περιλαμβάνουν τις βαλβίδες αυτές.

Σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται μία Ν.Ο. επαφή  $KM_{STB}$ , η οποία αντιστοιχεί στο βοηθητικό ρελαί βαλβίδων  $KM_{STB}$  και η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση αυτού του βοηθητικού ρελαί, με αποτέλεσμα την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα.

Οι βαλβίδες εκάστου βήματος είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπιεστή και κλείνουν βηματικά αναλόγως με την πίεση που επικρατεί.

Επίσης παράλληλα προς κάθε βαλβίδα υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η οποία δηλώνει την ενεργοποίηση κάθε μίας βαλβίδας.

Αναφερόμενοι σε κάθε μία βαλβίδα χωριστά μπορούμε να

καταλάβουμε περισσότερο την όλη διαδικασία.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{22}$ , τότε το ρεύμα ρέει προς την βαλβίδα  $CRS_{1B}$ .

Πριν την βαλβίδα  $CRS_{1B}$  συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $KM_{STB}$ . Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1B}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{6B}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{STB}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{6B}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{1B}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{1B}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{23}$ , τότε διέρχεται ρεύμα προς την βαλβίδα  $CRS_{2B}$ . Πριν την βαλβίδα  $CRS_{2B}$  συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $KM_{STB}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2B}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{7B}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{STB}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{7B}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{2B}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{2B}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Παρόμοια μπορεί να ειπωθεί ότι, όταν ο step controller, της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{24}$ , τότε το ρεύμα διέρχεται προς την βαλβίδα  $CRS_{3B}$ . Πριν όμως από την βαλβίδα  $CRS_{3B}$  συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $KM_{STB}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STB}$  επιτρέπει την παροχή

του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3B}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{8B}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{5TB}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{8B}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{3B}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{3B}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με την ανάλυση του κυκλώματος αυτοματισμού του τρίτου συμπιεστή.

### 3.2.5 Κύκλωμα αυτοματισμού του τρίτου συμπιεστή

Το κύκλωμα του τρίτου συμπιεστή είναι πανομοιότυπο με το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή.

Το ρεύμα ρέει από τον μετασχηματιστή μέσω μίας ασφάλειας προς το κύκλωμα αυτοματισμού του τρίτου συμπιεστή. Το κύκλωμα αυτό περιλαμβάνει την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον τρίτο συμπιεστή, την αντίσταση θέρμανσης λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή αυτού, καθώς και διάφορα άλλα ενδεικτικά πίεσης και βαλβίδες. Επίσης στο κύκλωμα αυτό συνδέονται και δύο διαφορετικοί διακόπτες πολλών θέσεων.

Ο διακόπτης  $\Delta_{2F}$  είναι διακόπτης δύο θέσεων και επιλέγει τα κυκλώματα χαμηλής ή υψηλής ψύξης. Με άλλα λόγια ο διακόπτης  $\Delta_{2F}$  είναι ένας διακόπτης επιλογής χαμηλής ή υψηλής ψύξης. Σ' αυτόν καταλήγουν οι κλάδοι  $M_{31}$  του κυκλώματος της υψηλής ψύξης και  $K_{31}$  του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης.

Αν ο διακόπτης  $\Delta_{2F}$  βρίσκεται στην θέση 1 επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής, ενώ αν βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει το κύκλωμα της

υψηλής.

Ο κλάδος  $M_{31}$  στο κύκλωμα της υψηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της υψηλής βρίσκεται στην θέση  $M_{31}$ , ενώ ο κλάδος  $K_{31}$  στο κύκλωμα της χαμηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της χαμηλής βρίσκεται στην θέση  $K_{31}$ .

Στο παρόν κύκλωμα υπάρχει και ένα άλλος όμοιος διακόπτης  $\Delta_{2Γ}$ , ο οποίος επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι όταν αυτός, δηλαδή ο διακόπτης  $\Delta_{2Γ}$ , βρίσκεται στην θέση 1 επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$  και  $K_{34}$ , ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  και  $M_{34}$  του step controller της υψηλής ψύξης.

Οι επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$ ,  $K_{34}$ ,  $M_{32}$  και  $M_{34}$  με την σειρά τους ενεργοποιούμενες, ενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με την θέση του step controller.

Συνοπτικά αναφέρουμε, ότι όταν ένας διακόπτης της μορφής  $\Delta_{2Γ}$  βρίσκεται στην θέση 1 συνδέεται με το κύκλωμα της χαμηλής, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέεται με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Ένας άλλος διακόπτης τριών θέσεων συναντάται στο κύκλωμα αυτό με την χαρακτηριστική ονομασία  $\Delta_{1Γ}$ . Αυτός ο διακόπτης, είναι ένας διακόπτης παρεμβολής ή απομόνωσης της αντιστάσεως θέρμανσης του λαδιού και αυτοματισμού που σχετίζεται με τον εξεταζόμενο τρίτο συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1Γ}$  βρίσκεται στην θέση 0 λειτουργεί ως

διακόπτης απομόνωσης της αντίστασης και του αυτοματισμού. Όταν ο ίδιος διακόπτης βρίσκεται στην θέση 1, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και απομόνωσης του αυτοματισμού.

Όταν τέλος βρίσκεται στην θέση 2, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και του αυτοματισμού.

Η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή, έχει ήδη εξηγηθεί κατά την ανάλυση του κυκλώματος αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή.

Αρχικά το ρεύμα από τον μετασχηματιστή κατευθύνεται σε δύο παράλληλους κλάδους, όπου ο πρώτος περιλαμβάνει την αντίσταση  $RD_r$ , ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει το ρελαί  $RH_r$ .

Η αντίσταση  $RD_r$  είναι η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης μέσα στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή και βρίσκεται μέσα στο κάρτερ του τρίτου συμπιεστή.

Το ρεύμα φθάνει στην αντίσταση  $RD_r$ , μέσω της Ν.Ο. επαφής  $RH_r$ , η οποία κλείνει αφού το αντίστοιχο ρελαί  $RH_r$  ενεργοποιηθεί.

Στον δεύτερο κλάδο υπάρχει ο διακόπτης παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1r}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στην θέση 0 απομονώνει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_r$ , με αποτέλεσμα αυτό να μην ενεργοποιείται και να μην κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $RH_r$ . Άρα στην θέση αυτή, δηλαδή στην θέση 0 του διακόπτη  $\Delta_{1r}$ , απομονώνεται η αντίσταση της θέρμανσης του λαδιού.

Επειδή ο διακόπτης  $\Delta_{1r}$  είναι τριών θέσεων, στον δεύτερο κλάδο, όπου αυτός συνδέεται, υπάρχουν δύο «δρόμοι» - κλάδοι, που ο μεν πρώτος καταλήγει στην θέση 1 του διακόπτη  $\Delta_{1r}$ , ο δε δεύτερος

καταλήγει στην θέση 2 του διακόπτη αυτού.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1r}$  βρίσκεται σε μία από τις θέσεις αυτές επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος, ώστε να ενεργοποιηθεί το ρελαί  $RH_r$  και κατά συνέπεια η αντίσταση θέρμανσης  $RD_r$ .

Πριν όμως την σύνδεση του ρελαί  $RH_r$ , στον κλάδο αυτόν υπάρχει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1r}$ , η οποία απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_r$ , όταν το ρελαί  $C_{1r}$  της διάταξης αστέρα - τριγώνου είναι ενεργοποιημένο.

Το ρελαί  $C_{1r}$  είναι το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί) και είναι ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Με άλλα λόγια κατά την λειτουργία του συμπιεστή δεν επιτρέπεται η θέρμανση του λαδιού, γεγονός το οποίο συμβαίνει επειδή κατά την λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται η ψύξη του λαδιού και όχι η θέρμανσή του.

Έτσι, με τον τρόπο αυτόν η αντίσταση  $RD_r$  δεν ενεργοποιείται κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Παράλληλα, λοιπόν με το ρελαί  $RH_r$  υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η  $L_{1r}$ , η οποία ανάβει μόνο όταν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $RH_r$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{1r}$  δηλώνει την λειτουργία της αντίστασης  $RD_r$ , η οποία αναφέρεται στην θέρμανση του λαδιού.

Ο διακόπτης  $\Delta_{1r}$  συνδέεται με έναν όμοιο διακόπτη  $\Delta_{1r}$ , ο οποίος βρίσκεται στον τρίτο κλάδο της συνδεσμολογίας.

Από τον τρίτο κλάδο και στην συνέχεια υπάρχει το κύκλωμα αυτοματισμού και η διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή.

Οι δύο πρώτοι κλάδοι αναφέρονται μόνο στην παρεμβολή ή την απομόνωση της αντίστασης  $RD_r$  για την θέρμανση του λαδιού στον

συγκεκριμένο συμπίεστή.

Το ρεύμα που τροφοδοτεί το κύκλωμα αυτοματισμού παρέχεται από το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Η επιλογή της τροφοδοσίας γίνεται μέσω του διακόπτη  $\Delta_{2F}$ , ο οποίος συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης, όταν βρίσκεται στην θέση 1, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Συνέχεια του διακόπτη  $\Delta_{2F}$  αποτελεί ο διακόπτης  $\Delta_{1F}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στις θέσεις 0 και 1 απομονώνει το κύκλωμα αυτοματισμού, ενώ αντίθετα, όταν βρίσκεται στην θέση 2 θέτει σε λειτουργία το κύκλωμα αυτοματισμού του παρόντος συμπίεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1F}$  βρίσκεται στην θέση 2, ρέει το ρεύμα προς το κύκλωμα αυτοματισμού, το οποίο ρεύμα και διακλαδίζεται.

Στον ένα κλάδο συνδέονται τα χρονικά και οι βαλβίδες, που ελέγχουν το λάδι λίπανσης του τρίτου συμπίεστή, ενώ στον άλλο κλάδο συνδέονται οι πρεσοστάτες του λαδιού, που ελέγχουν την λειτουργία της διάταξης αστέρα - τριγώνου, καθώς και την λειτουργία του ίδιου του κινητήρα του συμπίεστή.

Το ρεύμα διερχόμενο από τον διακόπτη  $\Delta_{1F}$  διακλαδίζεται, όπως προαναφέρθηκε σε δύο κλάδους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $C_{1F}$  του αντίστοιχου ρελαί της γραμμής, δηλαδή του κύριου ρελαί της διάταξης αστέρα - τριγώνου.

Όταν το ρελαί της γραμμής ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1F}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον

ωρομετρητή ΗΧΓ.

Ο ωρομετρητής αυτός χρησιμοποιείται για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή, καθώς και για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας και του ίδιου του συμπιεστή.

Παράλληλα προς τον ωρομετρητή ΗΧΓ συνδέεται το χρονικό  $X_{1r}$ , το οποίο είναι το χρονικό καθυστέρησης της πλήρωσης του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή.

Για την ενεργοποίηση όμως του χρονικού, θα πρέπει να κλείσει και η Ν.Ο. επαφή F.S.Γ, η οποία αντιστοιχεί στον ηλεκτρικό πλωτήρα του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή. Έτσι, όταν το λάδι ξεπεράσει την κατώτατη επιτρεπτή στάθμη μέσα στον στροφαλοθάλαμο, τότε ρέει το ρεύμα προς το χρονικό  $X_{1r}$ .

Παράλληλα όμως προς τον κλάδο αυτόν υπάρχει η μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού S.O.Γ. Η βαλβίδα αυτή επιτρέπει την συμπλήρωση του κάρτερ με λάδι, όταν ενεργοποιηθεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής γίνεται με το κλείσιμο της Ν.Ο. επαφής  $X_{1r}$ , η οποία αντιστοιχεί στο χρονικό  $X_{1r}$ .

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να ειπωθεί συνοπτικά ότι, όταν το λάδι πέσει κάτω από την επιθυμητή στάθμη μέσα στο κάρτερ, τότε μέσω της επαφής του ηλεκτρικού πλωτήρα του λαδιού F.S.Γ, ενεργοποιείται το χρονικό  $X_{1r}$ , του οποίου μετά από ένα χρονικό διάστημα, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{1r}$  και ενεργοποιεί την μαγνητική βαλβίδα S.O.Γ, η οποία έχει ως σκοπό την πλήρωση του κάρτερ με λάδι.

Επίσης μετά ακριβώς από την επαφή  $C_{1r}$ , ξεκινάει και ένας άλλος κλάδος, ο οποίος σχετίζεται με τους step controllers.



Όπως προαναφέρθηκε, το ρεύμα μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1r}$  διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο πρώτος έχει ήδη αναλυθεί λεπτομερώς παραπάνω.

Ο δεύτερος κλάδος περιλαμβάνει τους πρεσσοστάτες του λαδιού και την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον συμπιεστή που εξετάζουμε.

Στον δεύτερο αυτό κλάδο συνδέεται μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1r}$  ο πρεσσοστάτης H.P.<sub>r</sub>, ο οποίος είναι ο πρεσσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη της υψηλής H.P.<sub>r</sub> βρίσκεται στην θέση 63, τότε το ρεύμα διέρχεται και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία L<sub>2r</sub>.

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία L<sub>2r</sub> υπάρχει η δυνατότητα της σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού μέσου, το οποίο μπορεί να είναι ένα alarm.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη της υψηλής H.P.<sub>r</sub> βρίσκεται στην θέση 62, τότε επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής L.P.<sub>r</sub>.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη H.P.<sub>r</sub> βρίσκεται στην θέση 62 είναι N.C., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 63 είναι N.O.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε για την λειτουργία του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>r</sub> ότι αυτός διακόπτει την ροή του ρεύματος προς τον συμπιεστή, όταν η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού ανέβει πάνω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή μπορεί να γίνει, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και με την αντίσταση

RD<sub>r</sub>.

Όταν η πίεση, συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού, δεν έχει φθάσει το ανώτατο επιτρεπτό όριο, ο πρεσσοστάτης H.P.<sub>r</sub> βρίσκεται στην θέση 62 και κατά συνέπεια εκκινεί τον συμπιεστή.

Διερχόμενο το ρεύμα μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>r</sub>, οδηγείται προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού L.P.<sub>r</sub>, όπως ήδη έχει αναφερθεί.

Ο πρεσσοστάτης L.P.<sub>r</sub> έχει μία N.O. επαφή, η οποία κλείνει και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη, όταν η πίεση του λαδιού δεν έχει ξεπεράσει το κατώτατο επιτρεπτό όριο.

Αν αυτό έχει συμβεί, τότε μέσω της N.O. επαφή τους πρεσσοστάτη L.P.<sub>r</sub> διακόπτεται η διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή, έως ότου αποκατασταθεί η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του λαδιού γίνεται μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού RD<sub>r</sub>, η οποία εξετάσθηκε παραπάνω.

Κατά συνέπεια μπορούμε να πούμε ότι η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένα διαστήματα τιμών.

Όταν το λάδι υπερθερμανθεί διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων ειδοποιείται ο χειριστής ότι συνέβη υπερθέρμανση του λαδιού, ώστε να απομονώσει την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού RD<sub>r</sub>, μέσω του

διακόπτη απομόνωσης - παρεμβολής  $\Delta_{1r}$ , μέχρι τη στιγμή που η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης επανέλθουν στις φυσιολογικές τους τιμές.

Επίσης, όταν η πίεση του λαδιού κατά την λειτουργία του συμπιεστή, πέσει κάτω από μία ελάχιστη τιμή, διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού  $L.P._r$ , έως ότου η πίεση και η θερμοκρασία, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού  $RD_r$ , επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα τιμών τους, οπότε η  $N.O.$  επαφή του πρεσσοστάτη  $L.P._r$  κλείνει και επιτρέπει πάλι την διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή.

Εν συνεχεία, μετά τους πρεσσοστάτες  $H.P._r$  και  $L.P._r$  του λαδιού, το ρεύμα οδηγείται προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη του λαδιού  $O.P.S._r$ .

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, όταν πρέπει να προστατεύεται η εγκατάσταση από την πίεση του λαδιού, χρησιμοποιείται ένας διαφορικός πρεσσοστάτης, ο οποίος ελέγχει ταυτόχρονα την πίεση του λαδιού και την πίεση του ψυκτικού μέσου και διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η διαφορά των δύο πιέσεων γίνει μικρότερη από την τιμή ρύθμισης.

Όπως ήδη έχει εξηγηθεί αυτό γίνεται, επειδή σε ορισμένους τύπους συμπιεστών, η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου πρέπει να παραμένει πάντοτε μικρότερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Όταν όμως η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου γίνει μεγαλύτερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε η τροφοδοτική αντλία του

λαδιού ενδεχομένως να μην μπορεί να στείλει το λάδι. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να διακόπτουμε αμέσως την λειτουργία του συμπιεστή.

Βέβαια, όπως ήδη αναφέραμε, ο περιορισμός αυτός εξαρτάται από το είδος της κατασκευής του συμπιεστή.

Έτσι, με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι ο διαφορικός πρεσσοστάτης του λαδιού O.P.S.<sub>r</sub> διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, ενώ αντίθετα επιτρέπει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι μικρότερη της πίεσης του λαδιού λίπανσης.

Από τον διαφορικό πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>r</sub> ξεκινούν τρεις κλάδοι.

Ο πρώτος κλάδος περιλαμβάνει την N.O. επαφή C<sub>2r</sub>, η οποία αντιστοιχεί στο ρελαί C<sub>2r</sub>, το οποίο είναι το ρελαί του τριγώνου του τρίτου συμπιεστή που εξετάζουμε.

Όταν το ρελαί του τριγώνου C<sub>2r</sub> ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει και η N.O. επαφή C<sub>2r</sub> και κατά συνέπεια επιτρέπει την λειτουργία του διαφορικού πρεσσοστάτη ενεργοποιώντας το πηνία αυτού.

Με άλλα λόγια η N.O. επαφή C<sub>2r</sub> παραμένει κλειστή όσο χρόνο ο συμπιεστής βρίσκεται σε λειτουργία.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>r</sub> βρίσκεται στην θέση 67 είναι N.C., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 68 είναι N.O.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 68, το ρεύμα δεν ρέει προς την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή, αλλά ρέει προς την ενδεικτική λυχνία L<sub>3r</sub>, η οποία ανάβει όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του

λαδιού λίπανσης, όπως επίσης επισημαίνει και την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή.

Παράλληλα με την ενδεικτική λυχνία  $L_{3r}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Έτσι, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε ο διαφορικός πρεσοστάτης O.P.S.<sub>r</sub> απομονώνει τον συμπιεστή και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιεί τον χειριστή για την προκύπτουσα ανωμαλία.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσοστάτη βρίσκεται στην θέση 67, τότε το ρεύμα προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Στην πορεία του το ρεύμα διακλαδίζεται σε δύο «δρόμους» - κλάδους, όπου ο πρώτος από αυτούς περιλαμβάνει την N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1r}$  του ηλεκτροκινητήρα του τρίτου συμπιεστή, καθώς και την ενδεικτική λυχνία  $L_{4r}$ .

Ο δεύτερος από αυτούς κλάδος, περιλαμβάνει στην N.C. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1r}$  και στην συνέχεια την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Όταν ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή υπερθερμανθεί, τότε «πέφτει» το θερμικό  $\Theta_{1r}$ , με αποτέλεσμα το άνοιγμα της N.C. επαφής του  $\Theta_{1r}$ , ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς αυτόν.

Αυτό έχει ως συνέπεια την παύση της λειτουργίας του κινητήρα για λόγους προστασίας, όπως π.χ. είναι η καταστροφή του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με το άνοιγμα της N.C. επαφής του θερμικού  $\Theta_{1r}$ ,

η οποία έχει ως σκοπό την προστασία του κινητήρα, κλείνει και η Ν.Ο. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1Γ}$  στον πρώτο κλάδο, ο οποίος είναι συνδεδεμένος παράλληλα με τον δεύτερο.

Κλείνοντας η Ν.Ο. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1Γ}$ , τότε το ρεύμα ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4Γ}$ , η οποία δηλώνει την πτώση του θερμικού και την διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα.

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4Γ}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Μέσω αυτών των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιείται ο χειριστής για την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή, λόγω της «πτώσης» του θερμικού.

Η «πτώση» αυτή του θερμικού προέρχεται από την ένταση του ρεύματος του κινητήρα, δηλαδή όταν η ένταση του ρεύματος με την οποία λειτουργεί ο κινητήρας, είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική, τότε επέρχεται η «πτώση» του θερμικού.

Όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου δεν υπερβαίνει την πίεση του λαδιού λίπανσης και όταν δεν υπάρχει η «πτώση» του θερμικού, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του ηλεκτροκινητήρα του τρίτου συμπιεστή.

Η διάταξη του αστέρα - τριγώνου αποτελείται από τρεις κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους, έτσι ώστε σε κάθε κλάδο να αντιστοιχεί και ένα ρελαί.

Με άλλα λόγια στον πρώτο κλάδο βρίσκεται το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , στον δεύτερο το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$  και τέλος στον τρίτο κλάδο το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί)  $C_{1Γ}$ .

Επίσης παράλληλα προς το ρελαί του αστέρα συνδέεται το χρονικό  $X_{ΤΓ}$ , το οποίο είναι το χρονικό της μεταγωγής από αστέρα σε τρίγωνο.

Τέλος, παράλληλα προς το ρελαί του τριγώνου συνδέεται η ενδεικτική λυχνία  $L_{5Γ}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα και κατ' επέκταση του συμπιεστή.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα το κύκλωμα αυτοματισμού της διάταξης του αστέρα - τριγώνου μπορούμε να πούμε ότι το ρεύμα διερχόμενο από το θερμικό  $\Theta_{1Γ}$  οδηγείται προς το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$  και προς το χρονικό  $X_{ΤΓ}$ , μέσω των Ν.С. επαφών  $X_{ΤΓ}$  και  $C_{2Γ}$ .

Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , καθώς και το χρονικό  $X_{ΤΓ}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , ανοίγει ο Ν.С. επαφή  $C_{3Γ}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , ώστε όταν το ρελαί του αστέρα είναι ενεργοποιημένο να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του τριγώνου για να προκληθεί βραχυκύκλωμα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.О. επαφή  $C_{1Γ}$ , η οποία συνδέεται στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου.

Έτσι, κατά την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , θα κλείσει η Ν.С. επαφή  $C_{3Γ}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου, ώστε το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , να μπορεί να ενεργοποιηθεί.

Με την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, το οποίο διάστημα μετρά το χρονικό  $X_{ΤΓ}$ , ανοίγει η Ν.С. επαφή  $X_{ΤΓ}$  του χρονικού, η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , με

αποτέλεσμα την απενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3Γ}$  στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1Γ}$ , η οποία ήταν κλειστή με την ενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$  και διακόπτει την παροχή του ρεύματος προς το ρελαί της γραμμής  $C_{1Γ}$ .

Όμως, όντας ενεργοποιημένο το κύριο ρελαί  $C_{1Γ}$ , έχει ήδη κλείσει η επαφή αυτοσυγκράτησής του, η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $C_{3Γ}$ , με αποτέλεσμα το κύριο ρελαί  $C_{1Γ}$  να παραμένει ενεργοποιημένο.

Ταυτόχρονα όμως με την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{3Γ}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , με αποτέλεσμα την ροή του ρεύματος προς το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ .

Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$  είναι και η ενεργοποίηση του κύριου ρελαί  $C_{1Γ}$ , ώστε να κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1Γ}$  και να επιτρέψει την διέλευση του ρεύματος προς την Ν.Ο. επαφή  $C_{3Γ}$  στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ .

Επομένως, όταν κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1Γ}$  και η Ν.Ο. επαφή  $C_{3Γ}$ , ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , καθώς και η ενδεικτική λυχνία  $L_{5Γ}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , ανοίγει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{2Γ}$  στον κλάδο του ρελαί του αστέρα για πρόσθετη προστασία. Δηλαδή, όταν ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί το ρελαί του τριγώνου  $C_{2Γ}$ , να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του αστέρα  $C_{3Γ}$ , ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση του



βραχυκυκλώματος.

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{5F}$  συνδέεται παράλληλα με το ρελαί του τριγώνου  $C_{2F}$  και όχι σε άλλη θέση, επειδή η λειτουργία του κινητήρα πραγματοποιείται κατά την συνδεσμολογία τριγώνου και μόνο για λίγο χρονικό διάστημα κατά την εκκίνηση, ο κινητήρας εργάζεται κατά αστέρα.

Εν συνεχεία θα εξετάσουμε τον κλάδο, ο οποίος ξεκινάει μετά την Ν.Ο. επαφή  $C_{1F}$ , μετά τον διακόπτη παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1F}$  και σχετίζεται με τις βαλβίδες εκάστου βήματος, οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση του step controller. Το ρεύμα περνάει στον κλάδο αυτό, μέσω των επαφών και των διακοπών που προαναφέραμε και στην συνέχεια διακλαδίζεται σε τρεις κλάδους παράλληλους μεταξύ τους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2F}$ , όμοιος με αυτόν που εξετάσαμε παραπάνω, ο οποίος έχει ως σκοπό την επιλογή του κυκλώματος της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι, όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$  και  $K_{34}$  του step controller της χαμηλής, ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  και  $M_{34}$  του step controller της υψηλής.

Οι επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$ ,  $K_{34}$ ,  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  και  $M_{34}$  με την σειρά τους, ενεργοποιούμενες ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με τις θέσεις των step controllers.

Όπως προαναφέραμε, όταν ο διακόπτης επιλογής βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{32}$ ,  $M_{33}$  και  $M_{34}$ , ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{32}$ ,  $K_{33}$  και  $K_{34}$ .

Παράλληλα όμως προς την σύνδεση του διακόπτη  $\Delta_{2F}$  με το κύκλωμα της χαμηλής, όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 1, συνδέεται ένα βοηθητικό ρελαί  $K_F$ .

Το ρελαί  $K_F$  έχει ως σκοπό την απομόνωση των εντολών  $K_{32} - M_{32}$ ,  $K_{33} - M_{33}$  και  $K_{34} - M_{34}$ .

Για παράδειγμα θα συνέβαινε, αν δεν υπήρχε το ρελαί  $K_F$ , να παρέχεται η εντολή  $K_{32}$  και να κλείνει η βαλβίδα 1, χωρίς όμως να έχει επιλεγεί αυτή μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2F}$ .

Με άλλα λόγια, το ρελαί  $K_F$  είναι ένα βοηθητικό ρελαί όπου μέσω της επαφής του  $K_F$ , μπορούμε να επιλέξουμε την εντολή που θέλουμε, ώστε να κλείσει ή όχι η βαλβίδα με την οποία συνδέεται η επιλεγόμενη εντολή. Αυτό βέβαια θα γίνει πιο κατανοητό παρακάτω κατά την σύνδεση των εντολών με τις αντίστοιχες βαλβίδες.

Στον δεύτερο τώρα παράλληλο κλάδο συνδέεται το χρονικό  $X_{STEPF}$ , το οποίο είναι ένα χρονικό μέτρησης του χρόνου έναρξης των steps μετά από την εκκίνηση του κινητήρα. Δηλαδή το χρονικό  $X_{STEPF}$  καθυστερεί για λίγο την ενεργοποίηση έκαστης βαλβίδας από την στιγμή που λειτουργεί ο κινητήρας κατά τρίγωνο και εφ' όσον ο step controller παρέχει την κατάλληλη εντολή για την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής.

Τέλος, στον τρίτο κλάδο συνδέεται το βοηθητικό ρελαί  $K_{MSTEP}$  των βαλβίδων. Η ενεργοποίηση του ρελαί αυτού γίνεται εφ' όσον το

χρονικό  $X_{STEPF}$  έχει μετρήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Όταν το χρονικό  $X_{STEPF}$  ενεργοποιηθεί μετά την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPF}$ , ώστε να επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STF}$  με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STF}$  ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_{STF}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPF}$  του χρονικού  $X_{STEPF}$ , με αποτέλεσμα την συνεχή ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελαί  $KM_{STF}$  ακόμα και όταν η Ν.Ο. επαφή  $X_{STEPF}$  ανοίξει.

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στην σύνδεση των εντολών  $K_{32}$ ,  $K_{33}$ ,  $K_{34}$  και  $M_{32}$ ,  $M_{33}$ ,  $M_{34}$  με τις βαλβίδες 1, 2 και 3 του τρίτου συμπιεστή, καθώς και στους κλάδους που περιλαμβάνουν τις βαλβίδες αυτές.

Σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $K_F$ , ο οποίος αντιστοιχεί στο ρελαί  $K_F$  και επιλέγει μεταξύ των εντολών των κυκλωμάτων της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην αριστερή θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της υψηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος, ενώ όταν βρίσκεται στην δεξιά θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος.

Δηλαδή, όταν το ρελαί είναι απενεργοποιημένο, τότε ο διακόπτης  $K_F$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, ενώ αντίθετα, όταν είναι ενεργοποιημένο τότε ο διακόπτης  $K_F$  μετατοπίζεται στην δεξιά θέση και επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής.

Όπως προαναφέρθηκε, η ενεργοποίηση του ρελαί  $K_r$  γίνεται με την επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2r}$ , ο οποίος επιλέγει την τροφοδοσία του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης.

Επίσης, σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται μία Ν.Ο. επαφή  $K_{M_{STR}}$ , η οποία αντιστοιχεί στο βοηθητικό ρελαί βαλβίδων  $K_{M_{STR}}$  και η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση αυτού του βοηθητικού ρελαί με αποτέλεσμα της παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα.

Οι βαλβίδες εκάστου βήματος είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπιεστή και κλείνουν βηματικά αναλόγως με την πίεση που επικρατεί.

Επίσης παράλληλα προς κάθε βαλβίδα υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η οποία δηλώνει την ενεργοποίηση κάθε μίας βαλβίδας.

Αναφερόμενοι σε κάθε μία βαλβίδα χωριστά μπορούμε να καταλάβουμε περισσότερο την όλη διαδικασία.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{32}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2r}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_r$  δεν είναι ενεργοποιημένο, η επαφή του  $K_r$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα την εντολή  $M_{32}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1r}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2r}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή  $K_{32}$  του step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2r}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_r$  συναντά την Ν.Ο.

επαφή  $K_{M_{STT}}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $K_{M_{STT}}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1r}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{6r}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $K_{M_{STT}}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{6r}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{1r}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{1r}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2r}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί τα ρελαί  $K_r$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_r$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{32}$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{1r}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που αναφέραμε πιο πάνω, η οποία σχετιζόταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $M_{32}$ .

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{33}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2r}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_r$  απενεργοποιείται και η επαφή του  $K_r$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, συγκεκριμένα την εντολή  $M_{33}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2r}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2r}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή  $K_{33}$  από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2r}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_F$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $K_{M_{STT}}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $K_{M_{STT}}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2F}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{7F}$  μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $K_{M_{STT}}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{7F}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{2F}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{2F}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2F}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_F$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_F$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{22}$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{2F}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην προαναφερθείσα περίπτωση, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $K_{33}$ .

Πανομοιότυπα μπορούμε να πούμε ότι, όταν ο step controller της υψηλής δίνει την εντολή  $M_{34}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2F}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_F$  απενεργοποιείται και επαφή του  $K_F$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, συγκεκριμένα την εντολή  $M_{34}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3F}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2F}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη ενεργοποιείται η εντολή  $K_{34}$  από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2F}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_F$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{STF}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{STF}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3F}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{8F}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{STF}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{8F}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{3F}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{3F}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2F}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_F$ .

Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_F$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{34}$ , ο step controller της χαμηλής τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{3F}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που προαναφέραμε παραπάνω, η οποία σχετιζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $M_{34}$ .

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με την ανάλυση του κυκλώματος αυτοματισμού του τέταρτου συμπιεστή.

### 3.2.6 Κύκλωμα αυτοματισμού του τέταρτου συμπιεστή

Και αυτό το κύκλωμα είναι όμοιο με το κύκλωμα του πρώτου συμπιεστή.

Το ρεύμα ρέει από τον μετασχηματιστή μέσω μίας ασφάλειας προς

το κύκλωμα αυτοματισμού του τέταρτου συμπιεστή.

Το κύκλωμα αυτό περιλαμβάνει την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον τέταρτο συμπιεστή, την αντίσταση θέρμανσης λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή αυτού, καθώς και διάφορα άλλα ενδεικτικά πίεσης και βαλβίδες.

Επίσης στο κύκλωμα αυτό συνδέονται και δύο διαφορετικοί διακόπτες πολλών θέσεων.

Ο διακόπτης  $\Delta_{2\Delta}$  είναι διακόπτης δύο θέσεων και επιλέγει τα κυκλώματα χαμηλής, ενώ αν βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής.

Ο κλάδος  $M_{41}$  στο κύκλωμα της υψηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της υψηλής βρίσκεται στην θέση  $M_{41}$ , ενώ ο κλάδος  $K_{41}$  στο κύκλωμα της χαμηλής ενεργοποιείται όταν ο step controller της χαμηλής βρίσκεται στην θέση  $K_{41}$ .

Στο παρόν κύκλωμα υπάρχει και ένας άλλος όμοιος διακόπτης  $\Delta_{2\Delta}$ , ο οποίος επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι όταν αυτός, δηλαδή ο διακόπτης  $\Delta_{2\Delta}$  βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$  και  $K_{44}$ , ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2 επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{42}$ ,  $M_{43}$  και  $M_{44}$  του step controller της υψηλής ψύξης.

Οι επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$ ,  $K_{44}$ ,  $M_{42}$ ,  $M_{43}$  και  $M_{44}$  με την σειρά τους ενεργοποιούμενες, ενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με την θέση του step controller.

Συνοπτικά αναφέρουμε, ότι όταν ένας διακόπτης της μορφής  $\Delta_{2\Gamma}$



βρίσκεται στην θέση 1 συνδέεται με το κύκλωμα της χαμηλής, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέεται με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Ένας άλλος διακόπτης τριών θέσεων συναντάται στο κύκλωμα αυτό με την χαρακτηριστική ονομασία  $\Delta_{1\Delta}$ . Αυτός ο διακόπτης, είναι ένας διακόπτης παρεμβολής ή απομόνωσης της αντίστασεως θέρμανσης του λαδιού και αυτοματισμού που σχετίζεται με τον εξεταζόμενο τέταρτο συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$  βρίσκεται στην θέση 0 λειτουργεί ως διακόπτης απομόνωσης της αντίστασης και του αυτοματισμού. Όταν ο ίδιος διακόπτης βρίσκεται στην θέση 1, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και απομόνωσης του αυτοματισμού.

Όταν τέλος βρίσκεται στην θέση 2, τότε λειτουργεί ως διακόπτης παρεμβολής της αντίστασης και του αυτοματισμού.

Η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή, έχει ήδη εξηγηθεί κατά την ανάλυση του κυκλώματος αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή.

Αρχικά το ρεύμα από τον μετασχηματιστή κατευθύνεται σε δύο παράλληλους κλάδους, όπου ο πρώτος περιλαμβάνει την αντίσταση  $RD_{\Delta}$ , ενώ ο δεύτερος περιλαμβάνει το ρελαί  $RH_{\Delta}$ .

Η αντίσταση  $RD_{\Delta}$  είναι η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης μέσα στο κάρτερ (στροφαλοθάλαμο) του συμπιεστή και βρίσκεται μέσα στο κάρτερ του τέταρτου συμπιεστή.

Το ρεύμα φθάνει στην αντίσταση  $RD_{\Delta}$ , μέσω της Ν.Ο. επαφής  $RH_{\Delta}$ , η οποία κλείνει αφού το αντίστοιχο ρελαί  $RH_{\Delta}$  ενεργοποιηθεί.

Στον δεύτερο κλάδο υπάρχει ο διακόπτης παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1\Delta}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στην θέση 0 απομονώνει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_{\Delta}$ , με αποτέλεσμα αυτό να μην ενεργοποιείται και να μην κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $RH_{\Delta}$ . Άρα στην θέση αυτή, δηλαδή στην θέση 0 του διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$ , απομονώνεται η αντίσταση της θέρμανσης του λαδιού.

Επειδή ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$  είναι τριών θέσεων, στον δεύτερο κλάδο, όπου αυτός συνδέεται, υπάρχουν δύο «δρόμοι» - κλάδοι, που ο μιν πρώτος καταλήγει στην θέση 1 του διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$ , ο δε δεύτερος καταλήγει στην θέση 2 του διακόπτη αυτού.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$  βρίσκεται σε μία από τις θέσεις αυτές επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος, ώστε να ενεργοποιηθεί το ρελαί  $RH_{\Delta}$  και κατά συνέπεια η αντίσταση θέρμανσης  $RD_{\Delta}$ .

Πριν όμως την σύνδεση του ρελαί  $RH_{\Delta}$ , στον κλάδο αυτόν υπάρχει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$ , η οποία απαγορεύει την διέλευση του ρεύματος προς το ρελαί  $RH_{\Delta}$ , όταν το ρελαί  $C_{1\Delta}$  της διάταξης αστέρα - τριγώνου είναι ενεργοποιημένο.

Το ρελαί  $C_{1\Delta}$  είναι το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί) και είναι ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Με άλλα λόγια κατά την λειτουργία του συμπιεστή δεν επιτρέπεται η θέρμανση του λαδιού, γεγονός το οποίο συμβαίνει επειδή κατά την λειτουργία του συμπιεστή απαιτείται η ψύξη του λαδιού και όχι η θέρμανσή του.

Έτσι, με τον τρόπο αυτόν η αντίσταση  $RD_{\Delta}$  δεν ενεργοποιείται κατά την λειτουργία του συμπιεστή. Παράλληλα, λοιπόν με το ρελαί  $RH_{\Delta}$  υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η  $L_{1\Delta}$ , η οποία ανάβει μόνο όταν είναι ενεργοποιημένο το ρελαί  $RH_{\Delta}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{1\Delta}$  δηλώνει την λειτουργία της αντίστασης  $RD_{\Delta}$ , η οποία αναφέρεται στην θέρμανση του λαδιού.

Ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$  συνδέεται με έναν όμοιο διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$ , ο οποίος βρίσκεται στον τρίτο κλάδο της συνδεσμολογίας.

Από τον τρίτο κλάδο και στην συνέχεια υπάρχει το κύκλωμα αυτοματισμού και η διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή.

Οι δύο πρώτοι κλάδοι αναφέρονται μόνο στην παρεμβολή ή την απομόνωση της αντίστασης  $RD_{\Delta}$  για την θέρμανση του λαδιού στον συγκεκριμένο συμπιεστή.

Το ρεύμα που τροφοδοτεί το κύκλωμα αυτοματισμού παρέχεται από το κύκλωμα της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Η επιλογή της τροφοδοσίας γίνεται μέσω του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$ , ο οποίος συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης, όταν βρίσκεται στην θέση 1, ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 2 συνδέει το κύκλωμα αυτοματισμού με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Συνέχεια του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$  αποτελεί ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$ , ο οποίος όταν βρίσκεται στις θέσεις 0 και 1 απομονώνει το κύκλωμα αυτοματισμού, ενώ αντίθετα, όταν βρίσκεται στην θέση 2 θέτει σε λειτουργία το κύκλωμα αυτοματισμού του παρόντος συμπιεστή.

Όταν ο διακόπτης  $\Delta_{1\Delta}$  βρίσκεται στην θέση 2, ρέει το ρεύμα προς το κύκλωμα αυτοματισμού, το οποίο ρεύμα και διακλαδίζεται.

Στον ένα κλάδο συνδέονται τα χρονικά και οι βαλβίδες, που ελέγχουν το λάδι λίπανσης του τέταρτου συμπιεστή, ενώ στον άλλο κλάδο συνδέονται οι πρεσοστάτες του λαδιού, που ελέγχουν την

λειτουργία της διάταξης αστέρα - τριγώνου, καθώς και την λειτουργία του ίδιου του κινητήρα του συμπιεστή.

Το ρεύμα διερχόμενο από τον διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$  διακλαδίζεται, όπως προαναφέρθηκε σε δύο κλάδους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$  του αντίστοιχου ρελαί της γραμμής, δηλαδή του κύριου ρελαί της διάταξης αστέρα - τριγώνου.

Όταν το ρελαί της γραμμής ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$ , η οποία επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον ωρομετρητή  $H_{\chi\Delta}$ .

Ο ωρομετρητής αυτός χρησιμοποιείται για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του συμπιεστή, καθώς και για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας και του ίδιου του συμπιεστή.

Παράλληλα προς τον ωρομετρητή  $H_{\chi\Delta}$  συνδέεται το χρονικό  $X_{1\Delta}$ , το οποίο είναι το χρονικό καθυστέρησης της πλήρωσης του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή.

Για την ενεργοποίηση όμως του χρονικού, θα πρέπει να κλείσει και η Ν.Ο. επαφή  $F.S._\Delta$ , η οποία αντιστοιχεί στον ηλεκτρικό πλωτήρα του λαδιού μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή. Έτσι, όταν το λάδι ξεπεράσει την κατώτατη επιτρεπτή στάθμη μέσα στον στροφαλοθάλαμο, τότε ρέει το ρεύμα προς το χρονικό  $X_{1\Delta}$ .

Παράλληλα όμως προς τον κλάδο αυτόν υπάρχει η μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού  $S.O._\Delta$ . Η βαλβίδα αυτή επιτρέπει την συμπλήρωση του κάρτερ με λάδι, όταν ενεργοποιηθεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής γίνεται με το κλείσιμο της Ν.Ο. επαφής  $X_{1\Delta}$ , η οποία αντιστοιχεί στο χρονικό  $X_{1\Delta}$ .

Με βάση τα παραπάνω μπορεί να ειπωθεί συνοπτικά ότι, όταν το λάδι πέσει κάτω από την επιθυμητή στάθμη μέσα στο κάρτερ, τότε μέσω της επαφής του ηλεκτρικού πλωτήρα του λαδιού  $F.S.\Delta$ , ενεργοποιείται το χρονικό  $X_{1\Delta}$ , του οποίου μετά από ένα χρονικό διάστημα, κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $X_{1\Delta}$  και ενεργοποιεί την μαγνητική βαλβίδα  $S.O.\Delta$ , η οποία έχει ως σκοπό την πλήρωση του κάρτερ με λάδι.

Επίσης μετά ακριβώς από την επαφή  $C_{1\Delta}$ , ξεκινάει και ένας άλλος κλάδος, ο οποίος σχετίζεται με τους step controllers.

Όπως προαναφέρθηκε, το ρεύμα μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$  διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο πρώτος έχει ήδη αναλυθεί λεπτομερώς παραπάνω.

Ο δεύτερος κλάδος περιλαμβάνει τους πρεσοστάτες του λαδιού και την διάταξη αστέρα - τριγώνου για τον συμπιεστή που εξετάζουμε.

Στον δεύτερο αυτό κλάδο συνδέεται μετά τον διακόπτη  $\Delta_{1\Delta}$  ο πρεσοστάτης  $H.P.\Delta$ , ο οποίος είναι ο πρεσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού.

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη της υψηλής  $H.P.\Delta$  βρίσκεται στην θέση 83, τότε το ρεύμα διέρχεται και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία  $L_{2\Delta}$ .

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{2\Delta}$  υπάρχει η δυνατότητα της σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού μέσου, το οποίο μπορεί να είναι ένα alarm.

Όταν η επαφή του πρεσοστάτη της υψηλής  $H.P.\Delta$  βρίσκεται στην θέση 82, τότε επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον πρεσοστάτη της χαμηλής  $L.P.\Delta$ .

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη H.P.<sub>Δ</sub> βρίσκεται στην θέση 62 είναι N.C., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 83 είναι N.O.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να πούμε για την λειτουργία του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>Δ</sub> ότι αυτός διακόπτει την ροή του ρεύματος προς τον συμπιεστή, όταν η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού ανέβει πάνω από το ανώτατο επιτρεπτό όριο.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή μπορεί να γίνει, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και με την αντίσταση RD<sub>Δ</sub>.

Όταν η πίεση, συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού, δεν έχει φθάσει το ανώτατο επιτρεπτό όριο, ο πρεσσοστάτης H.P.<sub>Δ</sub> βρίσκεται στην θέση 82 και κατά συνέπεια εκκινεί τον συμπιεστή.

Διερχόμενο το ρεύμα μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού H.P.<sub>Δ</sub>, οδηγείται προς τον πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού L.P.<sub>Δ</sub>, όπως ήδη έχει αναφερθεί.

Ο πρεσσοστάτης L.P.<sub>Δ</sub> έχει μία N.O. επαφή, η οποία κλείνει και επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη, όταν η πίεση του λαδιού δεν έχει ξεπεράσει το κατώτατο επιτρεπτό όριο.

Αν αυτό έχει συμβεί, τότε μέσω της N.O. επαφή τους πρεσσοστάτη L.P.<sub>Δ</sub> διακόπτεται η διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή, έως ότου αποκατασταθεί η πίεση και συνεπώς και η θερμοκρασία του λαδιού μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του λαδιού γίνεται μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, μέσω της αντίστασης

θέρμανσης του λαδιού  $RD_{\Delta}$ , η οποία εξετάσθηκε παραπάνω.

Κατά συνέπεια μπορούμε να πούμε ότι η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένα διαστήματα τιμών.

Όταν το λάδι υπερθερμανθεί διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της υψηλής πίεσης του λαδιού και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων ειδοποιείται ο χειριστής ότι συνέβη υπερθέρμανση του λαδιού, ώστε να απομονώσει την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_{\Delta}$ , μέσω του διακόπτη απομόνωσης - παρεμβολής  $\Delta_{1\Delta}$ , μέχρι τη στιγμή που η πίεση και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης επανέλθουν στις φυσιολογικές τους τιμές.

Επίσης, όταν η πίεση του λαδιού κατά την λειτουργία του συμπιεστή, πέσει κάτω από μία ελάχιστη τιμή, διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή, μέσω του πρεσσοστάτη της χαμηλής πίεσης του λαδιού  $L.P._{\Delta}$ , έως ότου η πίεση και η θερμοκρασία, μέσω της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού  $RD_{\Delta}$ , επανέλθουν στα φυσιολογικά επίπεδα τιμών τους, οπότε η Ν.Ο. επαφή του πρεσσοστάτη  $L.P._{\Delta}$  κλείνει και επιτρέπει πάλι την διέλευση του ρεύματος προς τον συμπιεστή.

Εν συνεχεία, μετά τους πρεσσοστάτες  $H.P._{\Delta}$  και  $L.P._{\Delta}$  του λαδιού, το ρεύμα οδηγείται προς τον διαφορικό πρεσσοστάτη του λαδιού  $O.P.S._{\Delta}$ .

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, όταν πρέπει να προστατεύεται η εγκατάσταση από την πίεση του λαδιού, χρησιμοποιείται ένας διαφορικός πρεσσοστάτης, ο οποίος ελέγχει ταυτόχρονα την πίεση του λαδιού και την πίεση του ψυκτικού μέσου και διακόπτει την

λειτουργία του συμπιεστή, όταν η διαφορά των δύο πιέσεων γίνει μικρότερη από την τιμή ρύθμισης.

Όπως ήδη έχει εξηγηθεί αυτό γίνεται, επειδή σε ορισμένους τύπους συμπιεστών, η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου πρέπει να παραμένει πάντοτε μικρότερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Όταν όμως η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου γίνει μεγαλύτερη από την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε η τροφοδοτική αντλία του λαδιού ενδεχομένως να μην μπορεί να στείλει το λάδι. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να διακόπτουμε αμέσως την λειτουργία του συμπιεστή.

Βέβαια, όπως ήδη αναφέραμε, ο περιορισμός αυτός εξαρτάται από το είδος της κατασκευής του συμπιεστή.

Έτσι, με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε ότι ο διαφορικός πρεσσοστάτης του λαδιού O.P.S.<sub>Δ</sub> διακόπτει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, ενώ αντίθετα επιτρέπει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου είναι μικρότερη της πίεσης του λαδιού λίπανσης.

Από τον διαφορικό πρεσσοστάτη O.P.S.<sub>Δ</sub> ξεκινούν τρεις κλάδοι.

Ο πρώτος κλάδος περιλαμβάνει την N.O. επαφή C<sub>2Δ</sub>, η οποία αντιστοιχεί στο ρελαί C<sub>2Δ</sub>, το οποίο είναι το ρελαί του τριγώνου του τρίτου συμπιεστή που εξετάζουμε.

Όταν το ρελαί του τριγώνου C<sub>2Δ</sub> ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει και η N.O. επαφή C<sub>2Δ</sub> και κατά συνέπεια επιτρέπει την λειτουργία του



διαφορικού πρεσσοστάτη ενεργοποιώντας το πηνία αυτού.

Με άλλα λόγια η Ν.Ο. επαφή  $C_{2\Delta}$  παραμένει κλειστή όσο χρόνο ο συμπιεστής βρίσκεται σε λειτουργία.

Όταν η επαφή του πρεσσοστάτη  $O.P.S._\Delta$  βρίσκεται στην θέση 87 είναι Ν.Ο., ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 88 είναι Ν.Ο.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 88, το ρεύμα δεν ρέει προς την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή, αλλά ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{3\Delta}$ , η οποία ανάβει όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, όπως επίσης επισημαίνει και την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή.

Παράλληλα με την ενδεικτική λυχνία  $L_{3\Delta}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Έτσι, όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου υπερβεί την πίεση του λαδιού λίπανσης, τότε ο διαφορικός πρεσσοστάτης  $O.P.S._\Delta$  απομονώνει τον συμπιεστή και ταυτόχρονα, μέσω των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιεί τον χειριστή για την προκύπτουσα ανωμαλία.

Όταν η επαφή του διαφορικού πρεσσοστάτη βρίσκεται στην θέση 87, τότε το ρεύμα προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Στην πορεία του το ρεύμα διακλαδίζεται σε δύο «δρόμους» - κλάδους, όπου ο πρώτος από αυτούς περιλαμβάνει την Ν.Ο. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1\Delta}$  του ηλεκτροκινητήρα του τέταρτου συμπιεστή, καθώς και την ενδεικτική λυχνία  $L_{4\Delta}$ .

Ο δεύτερος από αυτούς κλάδος, περιλαμβάνει στην Ν.Ο. επαφή του

θερμικού  $\Theta_{1\Delta}$  και στην συνέχεια την διάταξη αστέρα - τριγώνου του συμπιεστή.

Όταν ο ηλεκτροκινητήρας του συμπιεστή υπερθερμανθεί, τότε «πέφτει» το θερμικό  $\Theta_{1\Delta}$ , με αποτέλεσμα το άνοιγμα της N.C. επαφής του  $\Theta_{1\Delta}$ , ώστε να μην επιτρέπεται η διέλευση του ρεύματος προς αυτόν.

Αυτό έχει ως συνέπεια την παύση της λειτουργίας του κινητήρα για λόγους προστασίας, όπως π.χ. είναι η καταστροφή του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με το άνοιγμα της N.C. επαφής του θερμικού  $\Theta_{1\Delta}$ , η οποία έχει ως σκοπό την προστασία του κινητήρα, κλείνει και η N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1\Delta}$  στον πρώτο κλάδο, ο οποίος είναι συνδεδεμένος παράλληλα με τον δεύτερο.

Κλείνοντας η N.O. επαφή του θερμικού  $\Theta_{1\Delta}$ , τότε το ρεύμα ρέει προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4\Delta}$ , η οποία δηλώνει την πτώση του θερμικού και την διακοπή της λειτουργίας του κινητήρα.

Επίσης παράλληλα προς την ενδεικτική λυχνία  $L_{4\Delta}$  υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης και ενός άλλου ενδεικτικού σήματος, όπως π.χ. μπορεί να είναι ένα alarm.

Μέσω αυτών των ενδεικτικών σημάτων, ειδοποιείται ο χειριστής για την παύση της λειτουργίας του συμπιεστή, λόγω της «πτώσης» του θερμικού.

Η «πτώση» αυτή του θερμικού προέρχεται από την ένταση του ρεύματος του κινητήρα, δηλαδή όταν η ένταση του ρεύματος με την οποία λειτουργεί ο κινητήρας, είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική, τότε επέρχεται η «πτώση» του θερμικού.

Όταν η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου δεν υπερβαίνει την πίεση

του λαδιού λίπανσης και όταν δεν υπάρχει η «πτώση» του θερμικού, τότε το ρεύμα ρέει προς την διάταξη του αστέρα - τριγώνου του ηλεκτροκινητήρα του τέταρτου συμπιεστή.

Η διάταξη του αστέρα - τριγώνου αποτελείται από τρεις κύριους κλάδους παράλληλους μεταξύ τους, έτσι ώστε σε κάθε κλάδο να αντιστοιχεί και ένα ρελαί.

Με άλλα λόγια στον πρώτο κλάδο βρίσκεται το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , στον δεύτερο το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$  και τέλος στον τρίτο κλάδο το ρελαί της γραμμής (κύριο ρελαί)  $C_{1\Delta}$ .

Επίσης παράλληλα προς το ρελαί του αστέρα συνδέεται το χρονικό  $X_{T\Delta}$ , το οποίο είναι το χρονικό της μεταγωγής από αστέρα σε τρίγωνο.

Τέλος, παράλληλα προς το ρελαί του τριγώνου συνδέεται η ενδεικτική λυχνία  $L_{5\Delta}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα και κατ' επέκταση του συμπιεστή.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα το κύκλωμα αυτοματισμού της διάταξης του αστέρα - τριγώνου μπορούμε να πούμε ότι το ρεύμα διερχόμενο από το θερμικό  $\Theta_{1\Delta}$  οδηγείται προς το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$  και προς το χρονικό  $X_{T\Delta}$ , μέσω των Ν.Σ. επαφών  $X_{T\Delta}$  και  $C_{2\Delta}$ .

Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , καθώς και το χρονικό  $X_{T\Delta}$ .

Ενεργοποιούμενο το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , ανοίγει ο Ν.Σ. επαφή  $C_{3\Delta}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , ώστε όταν το ρελαί του αστέρα είναι ενεργοποιημένο να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του τριγώνου για να προκληθεί βραχυκύκλωμα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$ , στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1\Delta}$  ενεργοποιώντας το ρελαί αυτό.

Ενεργοποιούμενο το ρελαί  $C_{1\Delta}$  κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$ , δηλαδή η επαφή αυτοσυγκράτησης του κύριου ρελαί  $C_{1\Delta}$ , ώστε όταν ακόμα απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , το ρελαί της γραμμής  $C_{1\Delta}$  να παραμένει ενεργοποιημένο κατά την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$ , η οποία συνδέεται στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου.

Έτσι, κατά την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , θα κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του τριγώνου, ώστε το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , να μπορεί να ενεργοποιηθεί.

Με την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, το οποίο διάστημα μετρά το χρονικό  $X_{T\Delta}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $X_{T\Delta}$  του χρονικού, η οποία συνδέεται στον κλάδο του ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , με αποτέλεσμα την απενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν απενεργοποιηθεί το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , ανοίγει η Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$  στον κλάδο του κύριου ρελαί  $C_{1\Delta}$ , η οποία ήταν κλειστή με την ενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$  και διακόπτει την παροχή του ρεύματος προς το ρελαί της γραμμής  $C_{1\Delta}$ .

Όμως, όντας ενεργοποιημένο το κύριο ρελαί  $C_{1\Delta}$ , έχει ήδη κλείσει η επαφή αυτοσυγκράτησής του, η οποία συνδέεται παράλληλα με την Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$ , με αποτέλεσμα το κύριο ρελαί  $C_{1\Delta}$  να παραμένει ενεργοποιημένο.

Ταυτόχρονα όμως με την απενεργοποίηση του ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , κλείνει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$ , η οποία συνδέεται στον κλάδο του

ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , με αποτέλεσμα την ροή του ρεύματος προς το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ .

Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$  είναι και η ενεργοποίηση του κύριου ρελαί  $C_{1\Delta}$ , ώστε να κλείσει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$  και να επιτρέψει την διέλευση του ρεύματος προς την Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$  στο κλάδο του ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ .

Επομένως, όταν κλείνει η Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$  και η Ν.Ο. επαφή  $C_{3\Delta}$ , ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , καθώς και η ενδεικτική λυχνία  $L_{5\Delta}$ , η οποία δηλώνει την λειτουργία του κινητήρα.

Ταυτόχρονα όμως με την ενεργοποίηση του ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , ανοίγει και η Ν.Ο. επαφή  $C_{2\Delta}$  στον κλάδο του ρελαί του αστέρα για πρόσθετη προστασία. Δηλαδή, όταν ενεργοποιείται το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$ , να μην μπορεί να ενεργοποιηθεί και το ρελαί του αστέρα  $C_{3\Delta}$ , ώστε να αποφεύγεται η περίπτωση του βραχυκυκλώματος.

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{5\Delta}$  συνδέεται παράλληλα με το ρελαί του τριγώνου  $C_{2\Delta}$  και όχι σε άλλη θέση, επειδή η λειτουργία του κινητήρα πραγματοποιείται κατά την συνδεσμολογία τριγώνου και μόνο για λίγο χρονικό διάστημα κατά την εκκίνηση, ο κινητήρας εργάζεται κατά αστέρα.

Εν συνεχεία θα εξετάσουμε τον κλάδο, ο οποίος ξεκινάει μετά την Ν.Ο. επαφή  $C_{1\Delta}$ , μετά τον διακόπτη παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1\Delta}$  και σχετίζεται με τις βαλβίδες εκάστου βήματος, οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται ανάλογα με τη θέση του step controller. Το ρεύμα περνάει στον κλάδο αυτό, μέσω των επαφών και των διακοπών που προαναφέραμε και στην συνέχεια

διακλαδίζεται σε τρεις κλάδους παράλληλους μεταξύ τους.

Στον πρώτο κλάδο συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$ , όμοιος με αυτόν που εξετάσαμε παραπάνω, ο οποίος έχει ως σκοπό την επιλογή του κύκλωματος της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης που θα τροφοδοτήσει.

Έτσι, όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$  και  $K_{44}$  του step controller της χαμηλής, ενώ όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{42}$ ,  $M_{43}$  και  $M_{44}$  του step controller της υψηλής.

Οι επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$ ,  $K_{44}$ ,  $M_{42}$ ,  $M_{43}$  και  $M_{44}$  με την σειρά τους, ενεργοποιούμενες ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν τις βαλβίδες 1, 2 και 3 στο παρόν κύκλωμα, ανάλογα με τις θέσεις των step controllers.

Όπως προαναφέραμε, όταν ο διακόπτης επιλογής βρίσκεται στην θέση 2, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $M_{42}$ ,  $M_{43}$  και  $M_{44}$ , ενώ όταν βρίσκεται στην θέση 1, επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της χαμηλής και συγκεκριμένα τις επαφές  $K_{42}$ ,  $K_{43}$  και  $K_{44}$ .

Παράλληλα όμως προς την σύνδεση του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$  με το κύκλωμα της χαμηλής, όταν αυτός βρίσκεται στην θέση 1, συνδέεται ένα βοηθητικό ρελαί  $K_{\Delta}$ .

Το ρελαί  $K_{\Delta}$  έχει ως σκοπό την απομόνωση των εντολών  $K_{42} - M_{42}$ ,  $K_{43} - M_{43}$  και  $K_{44} - M_{44}$ .

Για παράδειγμα θα συνέβαινε, αν δεν υπήρχε το ρελαί  $K_{\Delta}$ , να

παρέχεται η εντολή  $K_{42}$  και να κλείνει η βαλβίδα 1, χωρίς όμως να έχει επιλεγεί αυτή μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$ .

Με άλλα λόγια, το ρελαί  $K_{\Delta}$  είναι ένα βοηθητικό ρελαί όπου μέσω της επαφής του  $K_{\Delta}$ , μπορούμε να επιλέξουμε την εντολή που θέλουμε, ώστε να κλείσει ή όχι η βαλβίδα με την οποία συνδέεται η επιλεγόμενη εντολή. Αυτό βέβαια θα γίνει πιο κατανοητό παρακάτω κατά την σύνδεση των εντολών με τις αντίστοιχες βαλβίδες.

Στον δεύτερο τώρα παράλληλο κλάδο συνδέεται το χρονικό  $X_{STEP\Delta}$ , το οποίο είναι ένα χρονικό μέτρησης του χρόνου έναρξης των steps μετά από την εκκίνηση του κινητήρα. Δηλαδή το χρονικό  $X_{STEP\Delta}$  καθυστερεί για λίγο την ενεργοποίηση έκαστης βαλβίδας από την στιγμή που λειτουργεί ο κινητήρας κατά τρίγωνο και εφ' όσον ο step controller παρέχει την κατάλληλη εντολή για την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής.

Τέλος, στον τρίτο κλάδο συνδέεται το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  των βαλβίδων. Η ενεργοποίηση του ρελαί αυτού γίνεται εφ' όσον το χρονικό  $X_{STEP\Delta}$  έχει μετρήσει το απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Όταν το χρονικό  $X_{STEP\Delta}$  ενεργοποιηθεί μετά την πάροδο ενός χρονικού διαστήματος, κλείνει η N.O. επαφή  $X_{STEP\Delta}$ , ώστε να επιτραπεί η διέλευση του ρεύματος προς το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του ρελαί αυτού.

Όταν το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  ενεργοποιηθεί, τότε κλείνει η επαφή αυτοσυγκράτησης του  $KM_{ST\Delta}$ , η οποία συνδέεται παράλληλα με την N.O. επαφή  $X_{STEP\Delta}$  του χρονικού  $X_{STEP\Delta}$ , με αποτέλεσμα την συνεχή ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  ακόμα και όταν η N.O. επαφή  $X_{STEP\Delta}$  ανοίξει.

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στην σύνδεση των εντολών  $K_{42}$ ,  $K_{43}$ ,  $K_{44}$  και  $M_{42}$ ,  $M_{43}$ ,  $M_{44}$  με τις βαλβίδες 1, 2 και 3 του τέταρτου συμπίεστή, καθώς και στους κλάδους που περιλαμβάνουν τις βαλβίδες αυτές.

Σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται ένας διακόπτης επιλογής  $K_{\Delta}$ , ο οποίος αντιστοιχεί στο ρελαί  $K_{\Delta}$  και επιλέγει μεταξύ των εντολών των κυκλωμάτων της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης.

Όταν ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στην αριστερή θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της υψηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος, ενώ όταν βρίσκεται στην δεξιά θέση είναι Ν.Ο. επαφή και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα του κυκλώματος.

Δηλαδή, όταν το ρελαί είναι απενεργοποιημένο, τότε ο διακόπτης  $K_{\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, ενώ αντίθετα, όταν είναι ενεργοποιημένο τότε ο διακόπτης  $K_{\Delta}$  μετατοπίζεται στην δεξιά θέση και επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής.

Όπως προαναφέρθηκε, η ενεργοποίηση του ρελαί  $K_{\Delta}$  γίνεται με την επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$ , ο οποίος επιλέγει την τροφοδοσία του κυκλώματος της χαμηλής ψύξης.

Επίσης, σε κάθε κλάδο που περιέχει τις βαλβίδες εκάστου βήματος συνδέεται μία Ν.Ο. επαφή  $KM_{\Sigma\Delta}$ , η οποία αντιστοιχεί στο βοηθητικό ρελαί βαλβίδων  $KM_{\Sigma\Delta}$  και η οποία κλείνει με την ενεργοποίηση αυτού του βοηθητικού ρελαί με αποτέλεσμα της παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα.

Οι βαλβίδες εκάστου βήματος είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπίεστή και κλείνουν βηματικά αναλόγως με την πίεση που



επικρατεί.

Επίσης παράλληλα προς κάθε βαλβίδα υπάρχει και μία ενδεικτική λυχνία, η οποία δηλώνει την ενεργοποίηση κάθε μίας βαλβίδας.

Αναφερόμενοι σε κάθε μία βαλβίδα χωριστά μπορούμε να καταλάβουμε περισσότερο την όλη διαδικασία.

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{42}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_{\Delta}$  δεν είναι ενεργοποιημένο, η επαφή του  $K_{\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής και συγκεκριμένα την εντολή  $M_{42}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1\Delta}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή  $K_{42}$  του step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_{\Delta}$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{ST\Delta}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{1\Delta}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{6\Delta}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{ST\Delta}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{6\Delta}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{1\Delta}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{1\Delta}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και

ενεργοποιεί τα ρελαί  $K_{\Delta}$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_{\Delta}$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{42}$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{1\Delta}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που αναφέραμε πιο πάνω, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $M_{42}$ .

Όταν ο step controller της υψηλής ενεργοποιεί την εντολή  $M_{43}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_{\Delta}$  απενεργοποιείται και η επαφή του  $K_{\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής, συγκεκριμένα την εντολή  $M_{43}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2\Delta}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη δίνεται η εντολή  $K_{43}$  από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_{\Gamma}$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{ST\Delta}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{2\Delta}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{7\Delta}$  μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{ST\Delta}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{7\Delta}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{2\Delta}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{2\Delta}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο

διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_{\Delta}$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_{\Delta}$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{43}$ , ο step controller της χαμηλής, τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{2\Delta}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην προαναφερθείσα περίπτωση, η οποία σχετίζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $K_{43}$ .

Πανομοιότυπα μπορούμε να πούμε ότι, όταν ο step controller της υψηλής δίνει την εντολή  $M_{44}$  και όταν μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  έχει επιλεγεί η τροφοδοσία προς το κύκλωμα της υψηλής, τότε το ρελαί  $K_{\Delta}$  απενεργοποιείται και επαφή του  $K_{\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, συγκεκριμένα την εντολή  $M_{44}$ , με αποτέλεσμα την διέλευση του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3\Delta}$ .

Αυτό όμως δεν συμβαίνει όταν η επιλογή του διακόπτη  $\Delta_{2\Delta}$  είναι αντίθετη ή όταν ακόμη ενεργοποιείται η εντολή  $K_{44}$  από τον step controller της χαμηλής και ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει να τροφοδοτήσει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

Αφού το ρεύμα διέλθει από τον διακόπτη  $K_{\Delta}$  συναντά την Ν.Ο. επαφή  $KM_{ST\Delta}$ .

Ενεργοποιούμενο το βοηθητικό ρελαί  $KM_{ST\Delta}$  επιτρέπει την παροχή του ρεύματος προς την βαλβίδα  $CRS_{3\Delta}$  και την ενδεικτική λυχνία  $L_{8\Delta}$ , μέσω της κλειστής τώρα πια Ν.Ο. επαφής  $KM_{ST\Delta}$ .

Η ενδεικτική λυχνία  $L_{8\Delta}$  συνδέεται παράλληλα προς την βαλβίδα  $CRS_{3\Delta}$  και δηλώνει την ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής. Ενεργοποιούμενη η βαλβίδα  $CRS_{3\Delta}$  κλείνει βηματικά ανάλογα με την πίεση που επικρατεί.

Η ενεργοποίηση της βαλβίδας αυτής επιτυγχάνεται και όταν ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2\Delta}$  επιλέγει το κύκλωμα της χαμηλής και ενεργοποιεί το ρελαί  $K_{\Delta}$ . Τότε ο διακόπτης επιλογής  $K_{\Delta}$  μετατοπίζεται δεξιά και συνδέει το κύκλωμα της χαμηλής με την βαλβίδα.

Δίνοντας την εντολή  $K_{44}$ , ο step controller της χαμηλής τότε ενεργοποιείται η βαλβίδα  $CRS_{3\Delta}$  κατά τον ίδιο τρόπο όπως και στην περίπτωση που προαναφέραμε παραπάνω, η οποία σχετιζονταν με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης και συγκεκριμένα με την εντολή  $M_{44}$ .

### 5.3 Συνοπτική περιγραφή

Αρχικά το ρεύμα διέρχεται μέσω ενός Μ/Σ 220/220 V και διακλαδίζεται στα έξι βασικά κυκλώματα.

Το πρώτο κύκλωμα είναι του step controller της υψηλής ψύξης. Ο step controller έχει την δυνατότητα της δεξιόστροφης καθώς και της αριστερόστροφης κίνησης.

Κατά την δεξιόστροφη κίνηση ενεργοποιείται η λειτουργία της φόρτισης, δηλαδή της αύξησης της πίεσης, ενώ κατά την αριστερόστροφη κίνηση ενεργοποιείται η λειτουργία της εκφόρτισης, δηλαδή της μείωσης της πίεσης. Η επιλογή αυτή γίνεται μέσω του πιεζοστάτη P της υψηλής πίεσης.

Όταν ο πιεζοστάτης P δώσει εντολή στον step controller της υψηλής ψύξης να εκκινήσει την διαδικασία της φόρτισης των συμπιεστών, τότε ο κινητήρας του step controller περιστρέφεται κατά την δεξιόστροφη φορά, με αποτέλεσμα, μέσω των κατάλληλων γραναζιών, τα οποία είναι συνδεδεμένα στον άξονά του, την

ενεργοποίηση των κινητήρων των συμπιεστών, οι οποίοι απαιτούνται για την υψηλή ψύξη.

Η περιστροφή του κινητήρα του step controller γίνεται με κάποια καθυστέρηση, την οποία εισάγει το χρονικό κυκλικής λειτουργίας  $X_1$ .

Καθώς ο κινητήρας του step controller με τα κατάλληλα έκκεντρα περιστρέφεται, κλείνει αντίστοιχες επαφές, οι οποίες και επιτρέπουν την παροχή του ρεύματος προς τα κυκλώματα αυτοματισμού των τεσσάρων συμπιεστών, οι οποίοι απαιτούνται για την λειτουργία της υψηλής ψύξης.

Κατά την διαδικασία της φόρτισης αρχικά ενεργοποιείται το κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή.

Αν το κύκλωμα αυτό έχει επιλεγεί να συνδεθεί με την υψηλή ψύξη, μέσω του διακόπτη επιλογής  $\Delta_{2A}$ , τότε μέσω διακόπτη παρεμβολής - απομόνωσης  $\Delta_{1A}$  ενεργοποιούνται ή όχι η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή αυτού, καθώς και η διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή, δηλαδή η λειτουργία του κινητήρα του συμπιεστή αυτού και κατ' επέκταση η λειτουργία του ίδιου του πρώτου συμπιεστή.

Η αντίσταση θέρμανσης του λαδιού  $RD_A$  εξυπηρετεί την άνοδο της θερμοκρασίας του λαδιού λίπανσης κατά την περίοδο όπου ο συμπιεστής βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

Στο κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή συνδέεται και ένας ωρομετρητής, ο οποίος χρησιμοποιείται για την μέτρηση του χρόνου λειτουργίας του συμπιεστή, ώστε όταν η λειτουργία του συμπιεστή ξεπεράσει κάποιο χρόνο, τότε να τίθεται σε λειτουργία ένα σύστημα αποπάγωσης, το οποίο θα έχει ως σκοπό την απομάκρυνση των καταστρεπτικών πάγων, οι οποίοι σχηματίζονται

επάνω στις ψυχρές επιφάνειες της εγκατάστασης.

Επίσης στο κύκλωμα στο οποίο αναφερόμαστε, συνδέεται και ο ηλεκτρικός ενδεικτικός πλωτήρας λαδιού, ο οποίος βρίσκεται μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή και ανάλογα με την στάθμη του λαδιού ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την μαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του λαδιού S.O.A, ώστε το λάδι μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή να βρίσκεται πάντα στα επιθυμητά όρια στάθμης.

Στην συνέχεια το ρεύμα ρέει προς την διάταξη αστέρα - τριγώνου του παρόντος συμπιεστή, μέσω των κατάλληλων πρεσσοστατών του λαδιού λίπανσης.

Το λάδι λίπανσης θα πρέπει να έχει πίεση, η οποία να βρίσκεται μεταξύ δύο ακραίων τιμών, της ανώτατης και της κατώτατης πίεσης. Επίσης η πίεση του λαδιού λίπανσης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου, ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του λαδιού μέσα στους αγωγούς του συμπιεστή, όπου επικρατεί η χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Αφού οι παραπάνω συνθήκες ικανοποιούνται, μέσω των πρεσσοστατών H.P.A, L.P.A και O.P.S.A και όντας ο διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$  επιλέγει το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, τότε το ρεύμα φθάνει στην διάταξη αστέρα - τριγώνου του πρώτου συμπιεστή και εκκινεί τον κινητήρα του συμπιεστή αυτού πρώτα σε διάταξη αστέρα και μετά από ένα χρονικό διάστημα σε τρίγωνο, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος της καταστροφής των γραμμών τροφοδοσίας του δικτύου, καθώς και η πιθανή στιγμιαία βύθιση της τάσης στους υπόλοιπους καταναλωτές της εγκατάστασης.

Στην συνέχεια υπάρχει στο κύκλωμα αυτό και ένας δεύτερος διακόπτης επιλογής  $\Delta_{2A}$ , ο οποίος και επιλέγει το κύκλωμα της

ψύξης, το οποίο και θα τροφοδοτήσει με ρεύμα.

Επιλέγοντας το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, ενεργοποιεί τις κατάλληλες επαφές του step controller, ώστε όταν αυτές έχουν επιλεγεί από τον step controller, να ενεργοποιούν τις βαλβίδες εκάστου βήματος στο κύκλωμα αυτοματισμού του πρώτου συμπιεστή.

Οι βαλβίδες αυτές είναι ανοικτές κατά την έναρξη του συμπιεστή και κλείνουν βηματικά, ώστε να αυξήσουν την πίεση και να φθάσει αυτή στα επιθυμητά όρια.

Η ενεργοποίηση των βαλβίδων αυτών καθυστερεί λίγο μετά την εκκίνηση του κινητήρα, μέσω του χρονικού Χ<sub>STEP</sub>.

Η διαδικασία της φόρτισης των συμπιεστών συνεχίζει πανομοιότυπα και για τους άλλους συμπιεστές που συνδέονται με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης, μέχρις ότου η πίεση, η οποία έχει επιλεγεί από τον πιεζοστάτη της υψηλής του κυκλώματος του φρέοντος φθάσει στα επιθυμητά επίπεδα ή ξεπεράσει το ανώτατο όριο, οπότε ο πιεζοστάτης της υψηλής απενεργοποιεί την διαδικασία της φόρτισης ή ενεργοποιεί την διαδικασία της εκφόρτισης των συμπιεστών.

Κατά την διαδικασία της εκφόρτισης των συμπιεστών ακολουθεί η ακριβώς αντίστροφη πορεία.

Οι συμπιεστές, στην φάση αυτή, είναι ενεργοποιημένοι και καθώς ο step controller περιστρέφεται κατά την αριστερόστροφη φορά, απενεργοποιεί έναν-έναν τους συμπιεστές αυτούς, ώστε τελικά να φθάσει η πίεση στα επιθυμητά επίπεδα.

Απαραίτητη βέβαια προϋπόθεση για την λειτουργία του step controller της υψηλής και κατ' επέκταση των συμπιεστών που

αναφέρονται στο κύκλωμα της υψηλής ψύξης είναι και η στάθμη του υγρού φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή.

Το υγρό φρέον θα πρέπει να βρίσκεται στα επιθυμητά όρια, ώστε η εγκατάσταση να λειτουργεί ικανοποιητικά.

Για την συμπλήρωση του φρέοντος μέσα στον φρεοδιαχωριστή υπάρχει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα συμπλήρωσης του φρέοντος H/B 10, η οποία έχει ως σκοπό την συμπλήρωση του πιθανώς χαμένου φρέοντος, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος για την λειτουργία της εγκατάστασης.

Επίσης μία άλλη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, η οποία συνδέεται σε κάθε συμπιεστή είναι και η βαλβίδα συμπλήρωσης του λαδιού λίπανσης μέσα στον στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή, η οποία έχει ήδη αναφερθεί και παραπάνω.

Αυτή είναι συνδεδεμένη επάνω σε κάθε συμπιεστή και εξασφαλίζει την σωστή και επιθυμητή στάθμη του ψυκτέλαιου μέσα στο κάρτερ του συμπιεστή, ώστε να αποφεύγονται δυσάρεστες καταστάσεις, δηλαδή καταστρεπτικά αποτελέσματα για τον συμπιεστή, επειδή, όπως γνωρίζουμε, η καλή λίπανση παίζει αποφασιστικό ρόλο για την ικανοποιητική λειτουργία του συμπιεστή.

Ανεξάρτητο από το κύκλωμα της υψηλής ψύξης είναι και το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης, το οποίο είναι σχεδόν όμοιο με αυτό της υψηλής. Το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης αναλύεται στην συνέχεια.

Με εντολή του πιεζοστάτη της υψηλής P' ενεργοποιείται ο step controller της χαμηλής, ώστε να θέσει σε λειτουργία τους τρεις συμπιεστές, οι οποίοι συνδέονται με το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης. Η ενεργοποίηση αυτή είναι όμοια με αυτή που γίνεται κατά



την υψηλή ψύξη και για τον λόγο αυτό δεν θα επεκταθούμε σε πρόσθετη ανάλυση.

Γενικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι στο κύκλωμα της υψηλής ψύξης, μέσω του πιεζοστάτη της υψηλής, ενεργοποιείται ο step controller, ώστε αυτός με την σειρά του να θέσει σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας τους τέσσερις συμπιεστές της εγκατάστασης ανάλογα με τις απαιτήσεις της πίεσης.

Όταν δηλαδή η πίεση του ψυκτικού υγρού είναι χαμηλή ή υψηλή, τότε ο πιεζοστάτης δίνει εντολή στον step controller, ώστε να εκκινήσει την διαδικασία της φόρτισης ή της εκφόρτισης και ανάλογα με την απαιτούμενη ψύξη ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί ο controller έναν-έναν τους συμπιεστές της εγκατάστασης, αλλά όχι αναγκαστικά όλους.

Επίσης με το ίδιο κριτήριο πραγματοποιείται και η διαδικασία της ενεργοποίησης ή της απενεργοποίησης των βαλβίδων εκάστου βήματος, οι οποίες είναι τοποθετημένες ανά τρεις επάνω στον κάθε συμπιεστή της εγκατάστασης.

Ενεργοποιούμενη η κάθε βαλβίδα εκάστου βήματος κλείνει και επιτρέπει την αύξηση της συμπίεσης μέσα στον συμπιεστή. Οι τρεις βαλβίδες σε κάθε συμπιεστή ενεργοποιούνται μία-μία και βηματικά με καθυστέρηση ανάλογα με την θέση του step controller. Με εισαγωγή καθυστέρησης γίνεται επίσης και η περιστροφή του κινητήρα του step controller. Στο κύκλωμα αυτό υπάρχουν και όρια ασφαλείας, τα οποία αναφέρονται στο υγρό φρέον της εγκατάστασης.

Επίσης στο κάθε κύκλωμα των συμπιεστών υπάρχουν όρια ασφαλείας, τα οποία αναφέρονται στο λάδι λίπανσης των

συμπιεστών, καθώς και ορισμένες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης του ψυκτικού μέσου, οι οποίες ενεργοποιούνται και κλείνουν με την εισαγωγή καθυστέρησης.

Στο κύκλωμα της χαμηλής ψύξης, μέσω του πιεζοστάτη της υψηλής ενεργοποιείται ο step controller, ώστε αυτός με την σειρά του να θέσει σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας τους τρεις από τους τέσσερις συμπιεστές της εγκατάστασης ανάλογα με τις απαιτήσεις της πίεσης.

Και στο κύκλωμα αυτό η περιστροφή του κινητήρα του step controller της χαμηλής γίνεται με την εισαγωγή κάποιας καθυστέρησης.

Το κύκλωμα αυτό δεν περιέχει όρια ασφαλείας του υγρού φρέοντος. Οι συμπιεστές οι οποίοι συνδέονται με το κύκλωμα της χαμηλής ψύξης είναι οι τρεις από τους τέσσερις συμπιεστές και συνδέονται και με το κύκλωμα της υψηλής ψύξης.

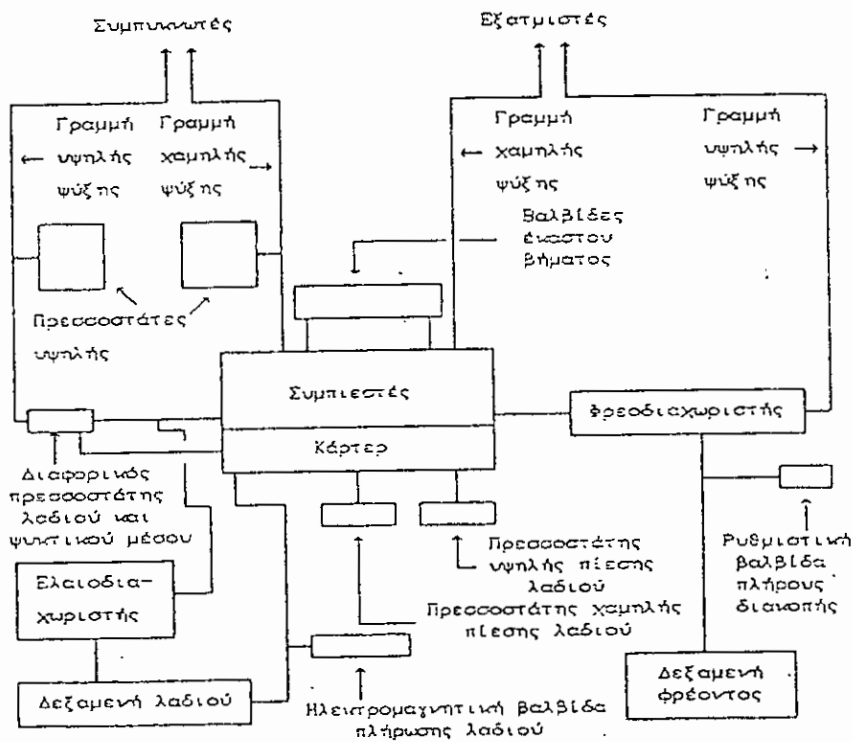
Όπως και κατά την υψηλή, έτσι και κατά την χαμηλή ψύξη, οι συμπιεστές ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται, όταν τα κατάλληλα έγκεντρα των step controllers ανοιγοκλείνουν τις αντίστοιχες επαφές, ώστε να επιτρέπουν ή να διακόπτουν την παροχή του ρεύματος προς τα κυκλώματα αυτοματισμού των συμπιεστών.

Η ίδια ακριβώς διαδικασία πραγματοποιείται και κατά την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των βαλβίδων εκάστου βήματος του κάθε συμπιεστή.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερή η διασύνδεση των μονάδων και

των οργάνων, που αποτελούν την παρούσα ψυκτική εγκατάσταση.

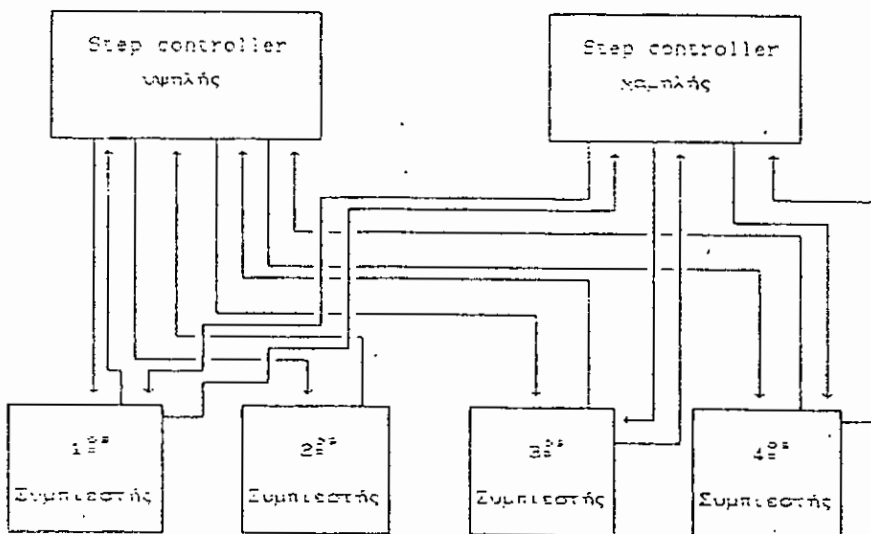
Για να γίνει πιο κατανοητή και πιο εμφανής η σύνδεση αυτή ακολουθεί παρακάτω ένα σχεδιάγραμμα, στο οποίο απεικονίζονται μόνο οι μονάδες της παρούσας ψυκτικής εγκατάστασης και πιο συγκεκριμένα μόνο το τμήμα του συμπιεστή ή πιο ορθά μόνο το τμήμα των συμπιεστών της εγκατάστασης, καθώς και το κύκλωμα ελέγχου της λειτουργίας των συμπιεστών και των σχετιζόμενων με αυτούς οργάνων, από θερμοδυναμικής άποψης.



**Σχήμα 5.3** Συνδεσμολογία μονάδων και οργάνων της εξεταζόμενης ψυκτικής εγκατάστασης

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται το κύκλωμα του ψυκτικού υγρού, καθώς και το κύκλωμα του λαδιού λίπανσης της παρούσας εγκατάστασης.

Επειδή όμως ο κύριος σκοπός της εργασίας αυτής είναι ο αυτόματος έλεγχος της παρούσας εγκατάστασης από ηλεκτρομαγνητικής άποψης και όχι από θερμοδυναμικής, για τον λόγο αυτό συνέχεια του προαναφερθέντος σχήματος 5.3, αποτελεί το σχήμα 5.4, το οποίο απεικονίζει την εγκατάσταση που αναλύεται από ηλεκτρομαγνητικής άποψης, ώστε να γίνει κατανοητός ο συνδυασμός των έξι βασικών κυκλωμάτων, τα οποία συνεργάζονται για την λειτουργία των συμπιεστών της εγκατάστασης.



**Σχήμα 5.4** Σύνδεση των βασικών κυκλωμάτων της εξεταζόμενης ψυκτικής εγκατάστασης

Από το παραπάνω διάγραμμα γίνεται φανερός ο τρόπος σύνδεσης των κυκλωμάτων των step controllers με τους τέσσερις συμπιεστές της εγκατάστασης.

Το κύκλωμα του step controller της υψηλής έχει την δυνατότητα της επικοινωνίας και με τα τέσσερα κυκλώματα των συμπιεστών, σε αντίθεση με το κύκλωμα του step controller της χαμηλής ψύξης, ο οποίος έχει την δυνατότητα σύνδεσης μόνο με τα κυκλώματα των τριών συμπιεστών.

Επίσης γίνεται φανερή η αμφίδρομη επικοινωνία των κυκλωμάτων των συμπιεστών με τα κυκλώματα των step controllers, δηλαδή το κύκλωμα του κάθε step controller δίνει εντολή στο κύκλωμα του κάθε συμπιεστή, αλλά μπορεί και πρέπει να δεχθεί εντολή από αυτό για την συνέχιση της ομαλής λειτουργίας της εγκατάστασης.

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, το κεφάλαιο της ανάλυσης του ηλεκτρολογικού σχεδίου, θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούν και ορισμένες βελτιώσεις που μπορούν ίσως να αυτοματοποιήσουν ακόμα περισσότερο την εξεταζόμενη εγκατάσταση και συγκεκριμένα τα κυκλώματα ελέγχου των συμπιεστών της εγκατάστασης.

Σαν πρώτη βελτίωση μπορεί να αναφερθεί η αυτοματοποίηση των χειροκίνητων διακοπών επιλογής  $\Delta_{2A}$ ,  $\Delta_{2F}$  και  $\Delta_{2D}$ , οι οποίοι περιλαμβάνουν στα κυκλώματα αυτοματισμού του πρώτου, του τρίτου και του τέταρτου αντίστοιχα συμπιεστή και οι οποίοι είναι διακόπτες επιλογής της χαμηλής ή της υψηλής ψύξης στην παρούσα εγκατάσταση.

Αν αντί της επαφής του χειροκίνητου διακόπτη επιλογής συνδεθούν σε σειρά δύο επαφές οι οποίες να αντιστοιχούν σε δύο θερμοστάτες, από τους οποίους ο ένας να αφορά τους χώρους της χαμηλής

ψύξης και ο άλλος τους χώρους της υψηλής ψύξης, τότε το σύστημα επιλογής μπορεί να βελτιωθεί αρκετά.

Στις σύγχρονες ψυκτικές εγκαταστάσεις, στις οποίες μπορεί να παρατηρούνται τέτοια προβλήματα, εφαρμόζεται μία πιο αποδοτική μέθοδος, η οποία βασίζεται στην σύνδεση ενός ζεύγους θερμοστάτη και ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής της ροής του ψυκτικού μέσου μέσα στο στοιχείο ατμοποίησης, του οποίου η θερμοκρασία έχει φθάσει ή και έχει ξεπεράσει την απαιτούμενη τιμή της.

Όταν η θερμοκρασία είναι η απαιτούμενη, τότε ο θερμοστάτης δίνει εντολή στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής να διακόψει την τροφοδοσία του στοιχείου αυτού με ψυκτικό μέσο έτσι ώστε να μην σπαταλάτε αφ' ενός περιττή ενέργεια με αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας των συμπιεστών και αφ' ετέρου να προσδίδεται και να ρέει το ψυκτικό μέσο στους άλλους χώρους της εγκατάστασης, με αποτέλεσμα την ιδανική κατανομή ψύξης σε όλη την εγκατάσταση.

Με τον τρόπο αυτόν μπορεί η εγκατάσταση να απλοποιηθεί σημαντικά.

Μπορεί πρώτα-πρώτα να αφαιρεθεί όλο το κύκλωμα του step controller της χαμηλής ψύξης και να λειτουργεί ικανοποιητικά το σύστημα μόνο με έναν step controller. Αυτό θα έχει ως συνέπεια την μείωση της πολυπλοκότητας της εγκατάστασης, καθώς και σημαντικό χρηματικό όφελος. Επίσης θα απλοποιηθούν και τα κυκλώματα αυτοματισμού των συμπιεστών από άποψης επαφών.

Μία δεύτερη βελτίωση, η οποία μπορεί να γίνει στην υπάρχουσα εγκατάσταση είναι ο εκσυγχρονισμός των χειροκίνητων διακοπών  $\Delta_{1A}$ ,  $\Delta_{1B}$ ,  $\Delta_{1Γ}$  και  $\Delta_{1Δ}$ , οι οποίοι συνδέονται στα κυκλώματα αυτοματισμού των τεσσάρων συμπιεστών και αποτελούν τους

διακόπτες παρεμβολής - απομόνωσης της αντίστασης θέρμανσης του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή και του κυκλώματος αστέρα - τριγώνου.

Ένας τρόπος αυτοματοποίησης της λειτουργίας αυτής είναι μέσω των κατάλληλων επαφών των πρεσοστατών του λαδιού.

Ο πρεσοστάτης της υψηλής πίεσης του λαδιού λίπανσης απομονώνει την λειτουργία του συμπιεστή, όταν η πίεση του λαδιού ξεπεράσει την άνω οριακή τιμή της. Κατά τον ίδιο τρόπο ο πρεσοστάτης αυτός θα μπορούσε να απομονώσει και την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού στον stroφαλοθάλαμο του συμπιεστή, ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία του λαδιού επειδή είναι γνωστό ότι αυξανόμενης της πίεσης αυξάνει και η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης ξεπεράσει την κάτω οριακή τιμή της, τότε ο πρεσοστάτης της χαμηλής πίεσης του λαδιού λίπανσης απομονώνει την λειτουργία του συμπιεστή. Με τον ίδιο σκεπτικιστικό, όπως και προηγουμένως μπορεί ο πρεσοστάτης αυτός να θέτει σε λειτουργία την αντίσταση θέρμανσης του λαδιού, ώστε να αυξήσει την θερμοκρασία του λαδιού στο κάρτερ του συμπιεστή, έως ότου η θερμοκρασία του λαδιού λίπανσης φθάσει στην κατάλληλη θερμοκρασία, οπότε τίθεται σε λειτουργία το κύκλωμα αυτοματισμού του συμπιεστή, χωρίς όμως να απομονώνεται η θερμαντική αντίσταση, παρά μόνον όταν αυτή ξεπεράσει την άνω οριακή τιμή της.

Βέβαια οι παραπάνω βελτιώσεις μπορούν να γίνουν εφ' όσον το επιτρέπουν οι κατάλληλες συνθήκες και εξυπηρετούν τους σκοπούς της ψυκτικής εγκατάστασης, για την οποία μπορεί να εφαρμοσθούν. Είναι δυνατόν για διάφορους λόγους να μην εξυπηρετούν οι βελτιώσεις αυτές τις συνθήκες λειτουργίας μίας ψυκτικής

εγκατάστασης και για τον λόγο αυτό, δεν μπορούν να γενικευθούν οι παραπάνω λειτουργικές βελτιώσεις. Όπως έχει αναφερθεί σε πολλά σημεία της εργασίας αυτής, όλος ο σχεδιασμός μίας ψυκτικής εγκατάστασης είναι διαφόρων μορφών και σύμφωνα με τις ανά διαστήματα εμφανιζόμενες απαιτήσεις.



## Κεφάλαιο 4

### Ψυκτικοί Θάλαμοι

#### 4.1. Γενικά

Καλούνται γενικά όλα τα ψυγεία των οποίων σκοπός είναι η διατήρηση των προϊόντων για πολύ χρόνο χωρίς να καταστραφεί η γεύση τους, η βροσιμότης τους και τέλος η χρησιμότης τους.

Οι ψυκτικοί θάλαμοι πρέπει να εκπληρούν τις εξής προϋποθέσεις:

- α) Να έχουν την απαραίτητη μόνωση κατά της εισόδου θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του ψυκτικού θαλάμου λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς (εξωτερικού περιβάλλοντος και ψυκτικού θαλάμου).
- β) Να έχουν το απαραίτητο μηχανικό εξοπλισμό.

#### 4.2. Κατάψυξη ψυκτικών θαλάμων

Οι ψυκτικοί θάλαμοι κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. Ψυκτικοί θάλαμοι μονίμου εγκαταστάσεως
2. Ψυκτικοί θάλαμοι κινούμενοι από τόπο σε τόπο

Στην πρώτη κατηγορία ψυκτικών θαλάμων ανήκουν οι ψυκτικοί θάλαμοι διατηρήσεως προϊόντων καθώς και κατεψυγμένων π.χ. σφαγεία, αποθήκες αγροτικών προϊόντων, επαγγελματικά, και οικιακά ψυγεία.

Στην δεύτερη κατηγορία ψυκτικών θαλάμων ανήκουν:

- α) Τα πλοία ψυγεία
- β) Τα αυτοκίνητα ψυγεία
- γ) Τα σιδηροδρομικά βαγόνια ψυγεία κλπ.

### **4.3. Μελέτη τυπικού ψυκτικού θαλάμου συντήρησης οπωροκηπευτικών προϊόντων σε θερμοκρασία 0°C.**

#### **4.3.1. Μονώσεις**

Διαστάσεις ψυκτικού θαλάμου 10,30x12,15x5 μέτρα, για απόδοση 0°C στον θάλαμο πλήρη φορτωμένο.

- α) Πλευρά ΑΒ όπου  $ΑΒ=10,30$  και  $Υ=5m=51,5m^2$
- β) Πλευρά ΔΓ όπου  $ΔΓ=10,30$  και  $Υ=5m=51,5m^2$
- γ) Πλευρά ΑΔ όπου  $ΑΔ=24,30$  και  $Υ=5m=121,5m^2$
- δ) Πλευρά ΒΓ όπου  $ΒΓ=24,30$  και  $Υ=5m=121,5m^2$
- ε) Πλευρά ΑΓ-ΒΔ όπου  $ΑΓ=24,30$  και  $ΒΔ=10,30=250,3m^2$  (Οροφή)
- στ) Πλευρά ΑΓ-ΒΔ όπου  $ΑΓ=24,30$  και  $ΒΔ=10,30=250,3m^2$  (δάπεδο)

η) Πλευρά ΕΥ όπου  $E=10,30$  και  $Y=5m=51,5m^2$  (χώρισμα)

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτουν διαστάσεις 898  $m^2$  προτεινόμενο μέσο μόνωσης είναι πολυουρεθάνη πάχους 15cm και πυκνότητας  $35Kg/m^3$  συνολικού όγκου  $134,7m^3$  και βάρους 4715 Kg.

#### 4.3.2. Συμπιεστής

Προτεινόμενος συμπιεστής BITZER τύπος 6 G-S με ψυχώμενες κεφαλές συνολικής αποδόσεως 30.000 KCAL/H σε θερμοκρασίες -25°C εξάτμιση και 40°C συμπύκνωση και δυνατότητα απόδοσης 100.000 KCAL/H -7°C και 40°C αν ψυχθούν οι κεφαλές με νερό.

Ο παραπάνω συμπιεστής είναι προέλευσης κατασκευής του οίκου BITZER Γερμανίας παλινδρομικός εμβολοφόρος εξ (6) κυλίνδρων με ηλεκτροκινητήρα 35 HP στις 1450 RPM (στροφές ανά λεπτό) ανοικτού τύπου, το σώμα του συμπιεστή είναι μονομπλόκ με χώρους αναρρόφησης, κατάθλιψης, στροφαλοθαλάμου από ειδικό χυτοσίδηρο, έμβολα και μπιέλες από ελαφρύ κράμα αλουμινίου με βεβιασμένη λίπανση από γριναζωτή αντλία και φίλτρο στην αναρρόφηση για την αποφυγή εισόδου σωματιδίων που τυχόν υπάρχουν στο κύκλωμα στο χώρο του στροφαλοθαλάμου, στροφαλοφόρο άξονα εξ (6) θέσεων και υποδοχέα κουζινέτων βάσεως βαλβίδα ασφαλείας υπερπίεσης δείκτη στάθμης ελαίου, στυπιοθλήπτη περιστρεφόμενο, αντίσταση θερμάνσεως ελαίων καθώς και Capacity Control για την άφορτη εκκίνηση και σταδιακή λειτουργία ανάλογα των απαιτήσεων της εγκατάστασης σε ποσοστά 33%-66%-100% συμμετοχής εμβόλων.

Όργανα προστασίας και ελέγχου και συγκροτήματος που είναι πρεσσοστάτης υψηλής-χαμηλής πίεσης πρεσσοστάτης ελέγχου πίεσεως ελαίου, μανόμετρα αναρρόφησης, κατάληψης ελαίου διαχωριστή ελαίου για την επιστροφή διαφυγόντος ελαίου στον στροφαλοθάλαμο.

#### **4.3.3. Αερόψυκτος συμπυκνωτής**

Αερόψυκτος συμπυκνωτής τύπος AVK IC7 συνολικής ψυκτικής επιφάνειας 298 m<sup>2</sup> συνθήκες λειτουργίας 20 AT πίεση για την πιο δυσμενέστερη περίπτωση από σωλήνες χαλκού και πτερύγια αλουμινίου με δυνατότητα λειτουργίας 40°C με τρεις ανεμιστήρες, υπερέρχει κατά 30% των απαιτήσεως της εγκατάστασης.

#### **4.3.4. Αεροψυκτικές εξατμιστές**

Δύο εξατμιστές τύπου UVS-205-4 με πλήρεις ηλεκτρικές αντιστάσεις αποπάγωγης συνολικής αποδόσεως 32.700 KM οροφής με λεκάνη συλλογής συμπυκνωμάτων ΔT 7°C και ψυκτική επιφάνεια 315 m<sup>2</sup> με απόσταση πτερυγίων 7MM με τέσσερις ανεμιστήρες των Φ630 MM έκαστος και εκτονωτικής βαλβίδα ρύθμισης υγρών αυτόματης.

#### **4.3.5. Σωληνώσεις**

Οι σωληνώσεις του ψυγείου θα γίνουν με χάλκινες σωλήνες αναλόγων διαστάσεων στηριγμένες σε μεταλλικές βάσεις και μονωμένες με Armaflex.

#### 4.3.5. Όργανα προστασίας και ελέγχου

Η εγκατάσταση θα αποτελείται από τα απαραίτητα όργανα ελέγχου και ασφαλείας που είναι τα παρακάτω. Μαγνητικές βαλβίδες ελέγχου υγρού, βάνες υγρού - αερίου, θερμομέτρα ελέγχου θερμοκρασιών θαλάμων, θερμοστάτες ελέγχου θερμοκρασίας θαλάμου, εκτονωτικές βαλβίδες θερμικές με εξίσωση πίεσης, φίλτρο συγκράτησης σωματιδίων και υγρασία του ψυκτικού μέσου, μανόμετρα ελέγχου πίεσεων καταθλίψεως - αναρροφήσεως πίεσης λαδιών, πρεσοστάτες υψηλής πίεσης - χαμηλής - διαφορικός λαδιού, δείκτης ροής υγρού.

#### 4.3.7. Ηλεκτρολογική εγκατάσταση

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα γίνει με καλώδια ΝΥΥ τα οποία θα τοποθετηθούν μέσα σε σχάρες γαλβάνιζε αναλόγων διαστάσεων πάχους 1,5 mm. Πίνακας μεταλλικός στεγανός με γενικό διακόπτη 3x120 A και μερικούς διακόπτες 3x100 A για το κομπρεσέρ και 3x40 A για τα υπόλοιπα μηχανήματα με μαχαιρωτές ασφάλειες για γενικές και κομπρεσέρ και κοχλιοτές για τα υπόλοιπα μηχανήματα με γενικά ρελέ ισχύος και θερμικά προστασίας για όλους του κινητήρες ανεξάρτητου ισχύος αυτοματισμό ΥΔ (αστέρας τριγώνου) για το κομπρεσέρ για αποφυγή βύθισης τάσεως με χρονοδιακόπτες αποπάγωσης και βοηθητικά ρελέ για το κάθε μηχανήμα ξεχωριστά με ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας και σφάλματος για την εύκολη εντόπιση πιθανής βλάβης με πλήρες αυτοματισμό με όργανα ελέγχου τάσεως (βολτόμετρο) και εντάσεως (αμπερόμετρα).

Στους θαλάμους θα τοποθετηθούν φωτιστικά στεγανά ιωδίνης 500W δύο σε κάθε θάλαμο καθώς και σώματα φθορίου 2x40W στεγανά τέσσερα σε κάθε θάλαμο.

#### **4.3.8. Έλεγχος Δικτύου**

Ο έλεγχος δικτύου θα γίνει μετά το πέρας της εγκατάστασης και πριν την πλήρωση του δικτύου με φρέον σε πίεση δοκιμής AT δεδομένου ότι η πίεση λειτουργίας είναι 15AT μέσω πίεσης θα χρησιμοποιηθεί το άζωτο.

## Βιβλιογραφία

1. Αναστασιάδη Σπύρου. «Αυτοματισμοί εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού» Αθήνα 1982.
2. Αναστασιάδη Σπύρου. «Τεχνολογία της ψύξης» Αθήνα 1985
3. Κουρεμένου Δημητρίου «Ψυκτικές μηχανές και εγκαταστάσεις» Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 1987.
4. Hans Dieter Baehr «Θερμοδυναμική - Εισαγωγή στα θεμελιώδη και στις τεχνικές εφαρμογές» Επιμέλεια: Κ.Ν. Παττα, Θεσσαλονίκη 1983.



## Επίλογος

Το θέμα της παρούσας εργασίας ήταν ο αυτόματος έλεγχος μίας ψυκτικής εγκατάστασης φρέοντος.

Ειδικότερα στην παρούσα εργασία παρουσιάσθηκε μία περιγραφή του κυκλώματος αυτοματισμού των συμπιεστών της εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση, η οποία εξετάσθηκε παραπάνω, περιείχε τέσσερις συμπιεστές, οι οποίοι λειτουργούσαν για δύο κυκλώματα ψύξης, δηλαδή για ένα κύκλωμα υψηλής ψύξης και για ένα χαμηλής.

Επειδή το μέρος της ψυκτικής εγκατάστασης, το οποίο και εξετάσθηκε αποτελεί μόνο ένα τμήμα ολοκλήρου της ψυκτικής εγκατάστασης, έγιναν προσπάθειες περιγραφής μίας πλήρους εγκατάστασης, ώστε να δοθούν ορισμένες βασικές αρχές και τρόποι λειτουργίας μίας πλήρους ψυκτικής εγκατάστασης.

Βέβαια το τμήμα των συμπιεστών αποτελεί το βασικότερο κύκλωμα, επειδή ο ίδιος ο συμπιεστής είναι η «καρδιά» μίας ψυκτικής εγκατάστασης.

Αρχικά έγινε μία προσπάθεια περιγραφής των βασικότερων μηχανημάτων και οργάνων, τα οποία αποτελούν μία πλήρη ψυκτική εγκατάσταση. Οι περιγραφές, κατά το τμήμα αυτό, περιορίσθηκαν στον κύκλο ψύξης, καθώς και στην κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού μέσα στην εγκατάσταση. Εξηγήθηκε το πως μία τέτοια εγκατάσταση ψύχει τον χώρο και τονίσθηκε ιδιαίτερα το γεγονός ότι η ψυκτική διάταξη δεν προσφέρει ψύχος, αλλά αυτό το εμφανές αποτέλεσμα είναι συνέπεια της απορρόφησης της θερμότητας από τον προς ψύξης χώρο, μέσω της ψυκτικής διάταξης και πιο συγκεκριμένα



μέσω του ψυκτικού μέσου, το οποίο κυκλοφορεί μέσα στην εγκατάσταση.

Επίσης σε άλλο τμήμα της εργασίας αυτής έγινε μία προσπάθεια κατανόησης των οργάνων αυτοματισμού μίας ψυκτικής διάταξης.

Τα όργανα αυτά μπορεί να είναι είτε ηλεκτρονικής υφής είτε μηχανικά είτε πνευματικά.

Σε επόμενο τμήμα έγινε αναφορά μόνο στην υπό εξέταση εγκατάσταση η ανάλυση των οργάνων αυτοματισμού ήταν πιο διεξοδική.

Η ανάλυση του σχεδίου έγινε σε βάθος, επαφή προς επαφή, ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία των κυκλωμάτων και των διαφόρων οργάνων, τα οποία συμμετέχουν στα κυκλώματα αυτά. Δόθηκε και μία πιο χονδρική περιγραφή, η οποία είχε ως σκοπό την εμφάνιση μιας πιο γενικής άποψης. Στο τέλος του τμήματος της ανάλυσης παρουσιάστηκαν και μερικές βελτιώσεις έτσι, ώστε να επιτευχθεί μία πλήρης αυτοματοποίηση της εξεταζόμενης εγκατάστασης.

Με τα παραπάνω προγράμματα έγινε δυνατός ο αυτόματος έλεγχος της εξεταζόμενης εγκατάστασης και έτσι επιτεύχθηκε ο επιδιωκόμενος σκοπός της εργασίας αυτής.