



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΙΤΕ ΜΕ ΝΕΡΟ ΕΙΤΕ ΜΕ ΑΕΡΑ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: Κοσμογιαννης Δημήτριος

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Καλογήρου Ιωάννης

ΠΑΤΡΑ - 2017



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Copyright © - All rights reserved. Κοσμόγιαννης Δημήτριος, 2017.

Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραμορφωμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδος.

(Υπογραφή)

.....

Κοσμόγιαννης Δημήτριος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάγκη για ενέργεια σε οποιαδήποτε μορφή και να εμφανίζεται είναι αναγκαία για την εξέλιξη του ανθρώπου. Είτε πρόκειται για την ενέργεια που καταναλώνει ο ίδιος οργανισμός του ανθρώπου είτε για την ενέργεια που χρειάζεται ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης για να κινήσει ένα όχημα, αυτό που επιδιώκεται πάντα είναι σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι ανάγκες για ενέργεια μεγάλωσαν αισθητά. Οι προσπάθειες για εναλλακτικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πάρα πολλές. Με τις μεγαλύτερες να είναι στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παρούσα πτυχιακή αφορά τον τομέα της ψύξης και της θέρμανσης, ένας τομέας στον οποίο υπάρχουν πολλές απώλειες εκμεταλλεύσιμης ενέργειας. Αναλυτικότερα θα γίνει μελέτη, σχεδιασμός και κατασκευή μίας αντλίας θερμότητας στην οποία με απλό τρόπο θα εξηγηθεί ο κύκλος ψύξης και πώς μπορεί να γίνει εκμετάλλευση της μεταφερόμενης θερμότητας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά γίνεται μία αναφορά στις Αντλίες Θερμότητας καθώς επίσης και στους διάφορους τύπους που υπάρχουν. Επίσης επεξηγείται και η λειτουργία του Ψυκτικού Κύκλου.

Η κατασκευή αποτελείται από τέσσερα τμήματα, τον Σκελετό Μηχανήματος, το Ψυκτικό Κύκλωμα, την Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση και την Υδραυλική Εγκατάσταση.

Ο Σκελετός του Μηχανήματος είναι μεταλλικός με τρεις ξύλινες επιφάνειες στήριξης των εξαρτημάτων. Στην κάτω επιφάνεια βρίσκονται ο ψυκτικός συμπιεστής και οι δύο εναλλάκτες νερού, στην μπροστά κάθετη επιφάνεια είναι τα υπόλοιπα ψυκτικά εξαρτήματα, οι εναλλάκτες αέρα και ο αυτοματισμός και τέλος στην πίσω πλευρά είναι το καπάκι.

Το Ψυκτικό Κύκλωμα αποτελείται από τον ψυκτικό συμπιεστή, τους εναλλάκτες συμπύκνωσης (συμπυκνωτές), τους εναλλάκτες εξάτμισης (εξατμιστές). Καθώς επίσης από τα ενδιάμεσα εξαρτήματα όπως: ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, βαλβίδες αντεπιστροφής, εκτονωτικές διατάξεις, φίλτρο γραμμής, γυαλάκι ελέγχου ροής, πρεσοστάτες χαμηλής και υψηλής πίεσης και μανόμετρα ένδειξης πίεσης.

Η Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση αποτελείται από τον Αυτοματισμό και τα ηλεκτρικά επιμέρους εξαρτήματα του Ηλεκτρικού Κυκλώματος 220 Volt. Το τμήμα είναι υπεύθυνο για την λειτουργία του συμπιεστή καθώς και για την επιλογή των προγραμμάτων λειτουργίας μέσω ενός ολοκληρωμένου μικροεπεξεργαστή τύπου Arduino, κάποιων ρελέδων, κουμπιών και του κώδικα προγραμματισμού που ενεργοποιεί τις μαγνητικές βαλβίδες για την εναλλαγή του ψυκτικού κυκλώματος.

Η Υδραυλική Εγκατάσταση είναι απλή και είναι υπεύθυνη για την παροχή νερού από το δίκτυο καθώς και για την αποχέτευση. Επίσης γίνεται και μέτρηση των κυβικών που περνάνε μέσα από τους δύο εναλλάκτες νερού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
Αντλίες Θερμότητας και Ψυγεία	2
Μηχάνημα Πτυχιακής Εργασίας και ο Σκοπός του	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	5
1.1 Σκοπός.....	5
1.2 Σχεδιασμός.....	5
1.3 Κατασκευή.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΨΥΚΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ.....	11
2.1 Σκοπός.....	11
2.2 Θεωρία.....	11
2.2.1 Συμπιεστής	11
2.2.2 Συμπυκνωτές	13
2.2.2.1 Συμπυκνωτής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα	13
2.2.2.2 Συμπυκνωτής Διπλού Σωλήνα Αντιρροής.....	14
2.2.3 Εκτονωτική Διάταξη	15
2.2.3.1 Τριχοειδής Σωλήνας.....	16
2.2.3.2 Θερμοστατική Εκτονωτική Βαλβίδα	16
2.2.4 Εξατμιστές.....	17
2.2.4.1 Εξατμιστής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα.....	17
2.2.4.2 Εξατμιστής Δοχείου με Σερπαντίνα	18
2.2.5 Σωλήνωση	19
2.2.6 Πρεσοστάτες Πίεσης.....	19
2.2.7 Μανόμετρα Πίεσης	20
2.2.8 Ηλεκτρομαγνητικές Βαλβίδες	20
2.2.9 Βαλβίδες Αντεπιστροφής	21
2.2.10 Φίλτρο / Αφυγρανήρας	21
2.2.11 Γυαλάκι Ροής Υγρού	21
2.3 Πειραματικές Δοκιμές	22
2.4 Σχεδιασμός.....	24
2.5 Κατασκευή.....	25
2.5.1 Κατασκευή Ψυκτικού Κυκλώματος	25
2.5.2 Κατασκευή Συμπυκνωτών	32
2.5.2.1 Συμπυκνωτής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα	32
2.5.2.2 Συμπυκνωτής Διπλού Σωλήνα Αντιρροής.....	32
2.5.3 Κατασκευή Εξατμιστών.....	35

2.5.3.1 Κατασκευή Εξατμιστή Εξαναγκασμένη Κυκλοφορίας Αέρα.....	35
2.5.3.2 Κατασκευή Εξατμιστή Δοχείου με Σερπαντίνα.....	38
2.6 Προβλήματα – Αλλαγές.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	41
3.2 Αυτοματισμός.....	41
3.2.1 Σκοπός.....	41
3.2.2 Θεωρία.....	42
3.2.2.1 Arduino.....	42
3.2.2.2 Ρελέδες (Ηλεκτρονόμοι).....	42
3.2.2.3 Οθόνη υγρών κρυστάλλων.....	43
3.2.2.4 Τροφοδοτικό.....	43
3.2.2.5 Κλέμες.....	43
3.2.2.6 Καλώδια.....	43
3.2.3 Σχεδιασμός.....	44
3.2.3.1 Σχεδιασμός Συνδεσμολογίας.....	44
3.2.3.2 Πειραματικές Δοκιμές.....	45
3.2.3.3 Προγραμματισμός.....	46
3.2.3.4 Σχεδιασμός Πίνακα.....	63
3.2.4 Κατασκευή.....	64
3.3 Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 Volt.....	68
3.3.1 Σκοπός.....	68
3.3.2 Θεωρία.....	68
3.3.2.1 Κεντρικός Διακόπτης.....	68
3.3.2.2 Κεντρική Κλέμα.....	68
3.3.2.3 Λυχνίες LED.....	69
3.3.2.4 Ηλεκτρομαγνητική Βαλβίδα.....	69
3.3.2.5 Πρεσοστάτες Υψηλής – Χαμηλής Πίεσης.....	69
3.3.2.6 Ανεμιστήρες.....	70
3.3.2.7 Διακόπτες Ανεμιστήρων.....	70
3.3.2.8 Συμπιεστής.....	70
3.3.3 Κατασκευή.....	71
3.4 Προβλήματα – Αλλαγές.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	75
4.1 Σκοπός.....	75
4.2 Θεωρία.....	75
4.3 Σχεδιασμός.....	76
4.4 Κατασκευή.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	82

5.1 Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος	82
5.2 Παροχή Νερού Δικτύου και Αποχέτευση	82
5.3 Λειτουργία Μηχανήματος	83
5.3.1 Επιλογή Προγράμματος Λειτουργίας.....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

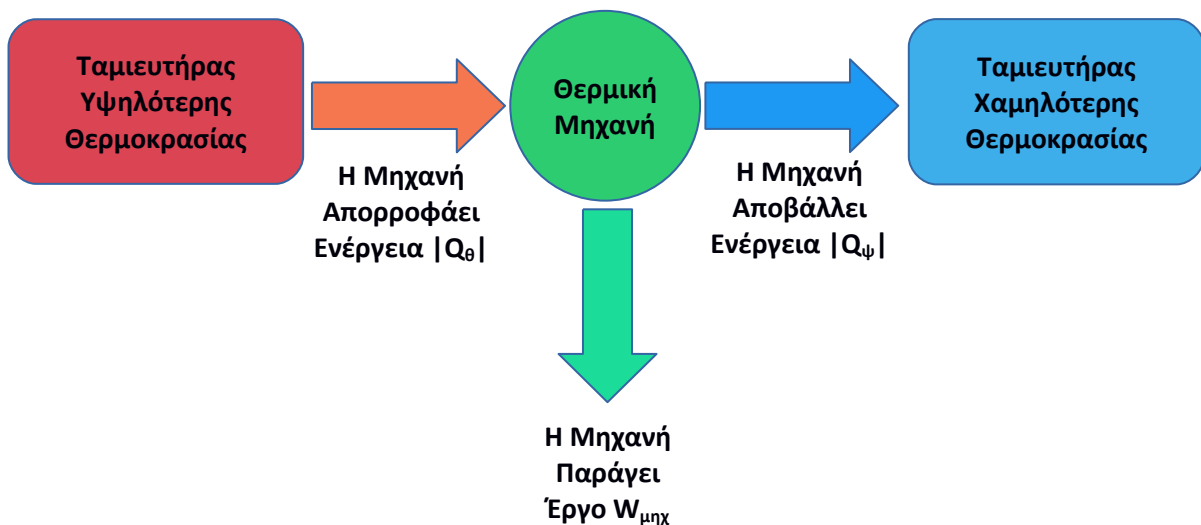
Παρατηρώντας την φύση γύρω μας θα διαπιστώσουμε ότι όταν δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες έρθουν σε θερμική επαφή μεταξύ τους, η ενέργεια μεταφέρεται μέσω θερμότητας πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα και ποτέ αντίστροφα.

Για να εκμεταλλευτούμε αυτή την “ιδιότητα” της φύσης δημιουργήσαμε τις Θερμικές Μηχανές. Μία τέτοια Θερμική Μηχανή μπορεί να θεωρηθεί μία παλιά Ατμομηχανή στην οποία το νερό μέσα στο λέβητα απορροφά ενέργεια από την καύση του καυσίμου και μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός αυτός στη συνέχεια εκτονώνεται σε ένα έμβολο παράγοντας μηχανική ενέργεια. Όταν ο ατμός ψυχθεί και υγροποιηθεί, το νερό που παράγεται επιστρέφει στον λέβητα και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Μία θερμική μηχανή είναι επίσης οι κοινοί κινητήρες εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων.

Το έργο αυτό που εκμεταλλευόμαστε είναι ένα μέρος από την συνολική ενεργεία του συστήματος. Όπως αναφέρει και ο Δεύτερος Νόμος της Θερμοδυναμικής:

Είναι αδύνατη η κατασκευή μιας θερμικής μηχανής που να εκτελεί μια κυκλική μεταβολή κατά την οποία να προσλαμβάνει ενέργεια από έναν ταμιευτήρα μέσω θερμότητας και να παράγει ισόποσο έργο.

Με απλά λόγια κατά την μεταφορά από το Θερμότερο στο Ψυχρότερο ταμιευτήρα εκμεταλλευόμαστε ένα ποσοστό της ενεργείας αυτής. Μία σχηματική αναπαράσταση φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 1: Θερμική Μηχανή

Άρα, το Μηχανικό έργο ισούται με:

$$W_{μηχ} = |Q_{\theta}| - |Q_{\psi}| \quad (T.1)$$

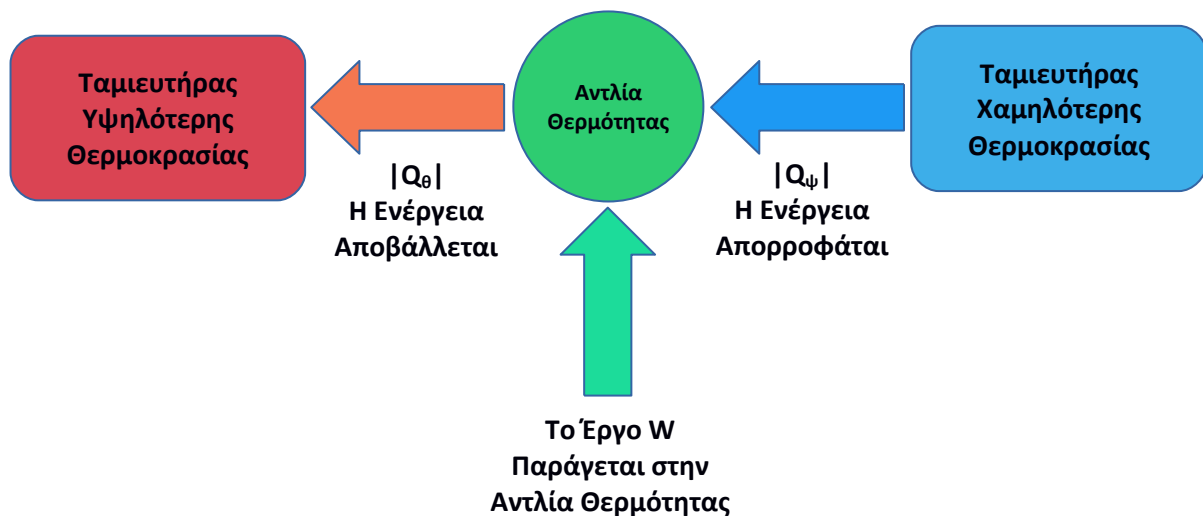
Η Θερμική Απόδοση e ορίζεται ως ο λόγος του έργου που παράγει η μηχανή κατά τη διάρκεια ενός κύκλου προς την ενέργεια που προσλαμβάνει στην υψηλότερη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του κύκλου:

$$e = \frac{W_{μηχ}}{|Q_{\theta}|} \quad (T.2)$$

Αντλίες Θερμότητας και Ψυγεία

Έχοντας κατανοήσει τις Θερμικές Μηχανές, καθώς και τις φυσικές διαδικασίες της λειτουργίας τους είναι σαφές πως για να γίνει το αντίθετο και να μεταφερθεί Ενέργεια από τον Ψυχρό Ταμιευτήρα προς τον Θερμό θα πρέπει να δώσουμε ενέργεια σε κάποια συσκευή για να το καταφέρουμε.

Οι συσκευές οι οποίες είναι υπεύθυνες να εκτελέσουν αυτή την εργασία ονομάζονται Αντλίες Θερμότητας. Όπως αναφέρει και το όνομα τους Αντλούν Θερμότητα από τον Ψυχρό Ταμιευτήρα προς τον Θερμό Ταμιευτήρα.



Εικόνα 2: Αντλία Θερμότητας

Ο Γερμανός φυσικός Rudolf Clausius διατύπωσε τη διαδικασία αυτή ως εξής:

Είναι αδύνατη η κατασκευή μιας κυκλικής μηχανής η οποία να μεταφέρει συνεχώς θερμότητα από ένα σώμα σε κάποιο άλλο σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας χωρίς να προσλαμβάνει ενέργεια μέσω έργου.

Κατασκευάζοντας μηχανήματα όπως Ψυκτικούς Θαλάμους, Κλιματιστικά, Οικιακά Ψυγεία, στην πραγματικότητα πρόκειται για Αντλίες Θερμότητας. Έτσι είναι δυνατή η Ψύξη ενός χώρου (ψυγείο, δωμάτιο, κ.α.) και η Θέρμανση ενός άλλου (δωμάτιο, νερά χρήσης, κ.α.).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα μιας Αντλίας Θερμότητα αυτή περιγράφεται από έναν αριθμό που ονομάζεται Συντελεστής Απόδοσης (Coefficient of Performance, COP). Ο συντελεστής αυτός είναι ο λόγος “κέρδους” (της ενέργειας που μεταφέρεται από ή προς έναν ταμιευτήρα) προς την “απώλεια” έργο. Ο λόγος αυτός αλλάζει ανάλογα με το εάν αποσκοπούμε να ψύξουμε ή να θερμάνουμε έναν χώρο.

Στη περίπτωση ενός Ψυγείου μας ενδιαφέρει η Ψύξη που είναι αποτέλεσμα απορρόφησης ενέργειας από τον χώρο, ισχύει:

$$COP = \frac{\text{ενέργεια που απορροφάται}}{\text{παραγόμενο έργο στην αντλία θερμότητας}} = \frac{|Q_{\psi}|}{W} \quad (T.3)$$

Στη περίπτωση ενός Κλιματιστικού που μας ενδιαφέρει η Θέρμανση που είναι το αποτέλεσμα αποβολής ενέργειας προς το δωμάτιο, ισχύει:

$$COP = \frac{\text{ενέργεια που αποβάλλεται}}{\text{παραγόμενο έργο στην αντλία θερμότητας}} = \frac{|Q_{\theta}|}{W} \quad (T.4)$$

Το παραγόμενο έργο στην Αντλία Θερμότητας W είναι αυτό το οποίο δίνουμε “καταναλώνουμε” για την λειτουργία της.

Για την επίτευξη των παραπάνω χρειάζεται η κατασκευή ενός Ψυκτικού Κυκλώματος μέσα στο οποίο κυκλοφορεί ένα ψυκτικό υγρό με την βοήθεια της Αντλίας Θερμότητας που ονομάζεται και Συμπιεστής. Αναλυτικότερη εξήγηση γίνεται στο Κεφάλαιο 2 που αφορά το Ψυκτικό Κύκλωμα.

Προσοχή

Κατά τη διάρκεια της πτυχιακής γίνεται αναφορά στην Αντλία Θερμότητας και στον Συμπιεστή. Ουσιαστικά πρόκειται για την ίδια συσκευή όμως για λόγους κατανόησης θα ονομάζεται Συμπιεστής η συσκευή και Αντλία Θερμότητας ολόκληρη η διάταξη.

Μία Αντλία Θερμότητας χωρίζεται σε δύο πλευρές, η μία είναι η πλευρά είναι η Θερμή στην οποία αποβάλλεται η θερμότητα και η άλλη η Ψυχρή από όπου απορροφάται η θερμότητα. Είτε πρόκειται για απορρόφηση είτε για αποβολή θερμότητας είναι αναγκαία η χρήση Εναλλακτών Θερμότητας. Οι εναλλάκτες αυτοί στην θερμή πλευρά ονομάζονται Συμπυκνωτές και στην ψυχρή ονομάζονται Εξατμιστές.

Τα είδη Αντλιών Θερμότητας ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει ή από το οποίο προσλαμβάνει την ενέργεια στα σημεία Συμπύκνωσης και Εξάτμισης του ψυκτικού κυκλώματος, ταξινομούνται σε:

1. Αντλίες Θερμότητας Αέρα / Αέρα

Αυτές είναι οι αντλίες που και στη Συμπύκνωση και στην Εξάτμιση η ανταλλαγή θερμότητας γίνεται προς και από τον αέρα αντίστοιχα. Μία τέτοια αντλία είναι τα κοινά Κλιματιστικά που για παράδειγμα τον χειμώνα θερμαίνουν τον αέρα στο εσωτερικό του σπιτιού και ψύχουν τον αέρα έξω από το σπίτι.

2. Αντλίες Θερμότητας Αέρα / Νερού

Οι αντλίες αυτές στη μία πλευρά μπορούν να Συμπυκνώνουν και να αποβάλλουν θερμότητα στον περιβάλλοντα αέρα και στην άλλη να Εξατμίζουν και να ψύχουν μία δεξαμενή με νερό. Έτσι λειτουργούν για παράδειγμα οι ψύκτες νερού από τους οποίους πίνουμε παγωμένο νερό.

3. Αντλίες Θερμότητας Νερού / Νερού

Τέτοιες εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας συνήθως είναι μεγάλες και αποσκοπούν στη χρήση και των δύο αποτελεσμάτων, δηλαδή και θέρμανση ίσως μίας εγκατάστασης καλοριφέρ και χρήση του παγωμένου νερού κάπου αλλού.

Να σημειωθεί πως η διαδικασία μπορεί να γίνει και αντίστροφα όταν έχουν τοποθετηθεί τα ανάλογα εξαρτήματα στο δίκτυο και για παράδειγμα το Κλιματιστικό το καλοκαίρι να ψύχει τον εσωτερικό χώρο και να θερμαίνει τον εξωτερικό.

Μηχάνημα Πτυχιακής Εργασίας και ο Σκοπός του



Εικόνα 3: Πρόσοψη Μηχανήματος

Το Μηχάνημα που κατασκευάστηκε για τους σκοπούς αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι μία Αντλία Θερμότητας με δυνατότητα λειτουργίας όπως όλα τα προηγούμενα αναφερθέντα ήδη.

Το Ψυκτικό Κύκλωμα και ο ηλεκτρονικός Αυτοματισμός δίνουν την δυνατότητα στο Μηχάνημα (έτσι θα αναφέρεται στη συνέχεια) να λειτουργήσει με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους. Γνωρίζοντας πάντα ότι υπάρχουν οι δύο πλευρές, Συμπύκνωση και Εξάτμιση, στον παρακάτω πίνακα δείχνονται οι λειτουργίες:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ
Πρόγραμμα 1	Αέρας	Αέρας
Πρόγραμμα 2	Αέρας	Νερό
Πρόγραμμα 3	Νερό	Αέρας
Πρόγραμμα 4	Νερό	Νερό

Σκοπός του Μηχανήματος είναι να μπορεί να δείξει στον χρήστη – σπουδαστή με απλό τρόπο κυρίως την λειτουργία μίας Αντλίας Θερμότητας. Όμως καθώς έγινε χρήση διάφορων τύπων Εναλλακτών Θερμότητας και ενός ηλεκτρονικού Αυτοματισμού ο οποίος προγραμματίζεται με κώδικα γλώσσας προγραμματισμού μέσω υπολογιστή μπορεί να αναφερθεί και να χρησιμοποιηθεί και για πολλούς άλλους σκοπούς.

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται μερική και βασική θεωρητική ανάλυση της λειτουργίας όλων των εξαρτημάτων καθώς επίσης εξηγείται ο σχεδιασμός και η κατασκευή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΣΚΕΛΕΤΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

1.1 Σκοπός

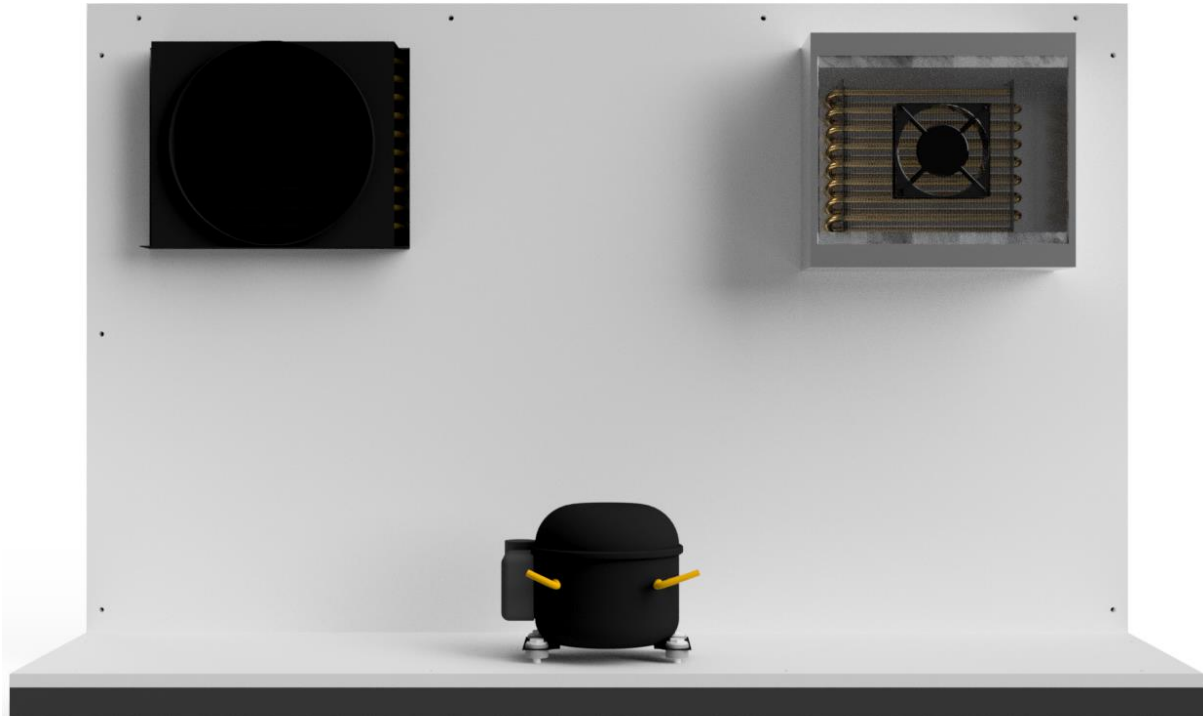
Ο Σκελετός του Μηχανήματος είναι αυτός πάνω στον οποίο όλα τα εξαρτήματα είναι τοποθετημένα. Ο σχεδιασμός του έγινε με σκοπό να τοποθετηθεί επάνω σε πάγκο εργαστηρίου. Αποτελείται από τον μεταλλικό σκελετό, τρεις ξύλινες επιφάνειες και τις ρυθμιζόμενες βάσεις στις οποίες πατάει.

1.2 Σχεδιασμός

Για τον υπολογισμό του κατάλληλου μεγέθους έγινε αρχικά σχεδιασμός στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Autocad και στη συνέχεια στο Fusion 360 στον υπολογιστή, με βάση κάποιες διαστάσεις που πάρθηκαν από βασικά εξαρτήματα.

Αφού πρώτα σχεδιάστηκαν στον υπολογιστή οι εναλλάκτες αέρα και ο συμπιεστής σε πραγματικές διαστάσεις μετά έγινε ο σχεδιασμός του Σκελετού μαζί με τις ξύλινες επιφάνειες.

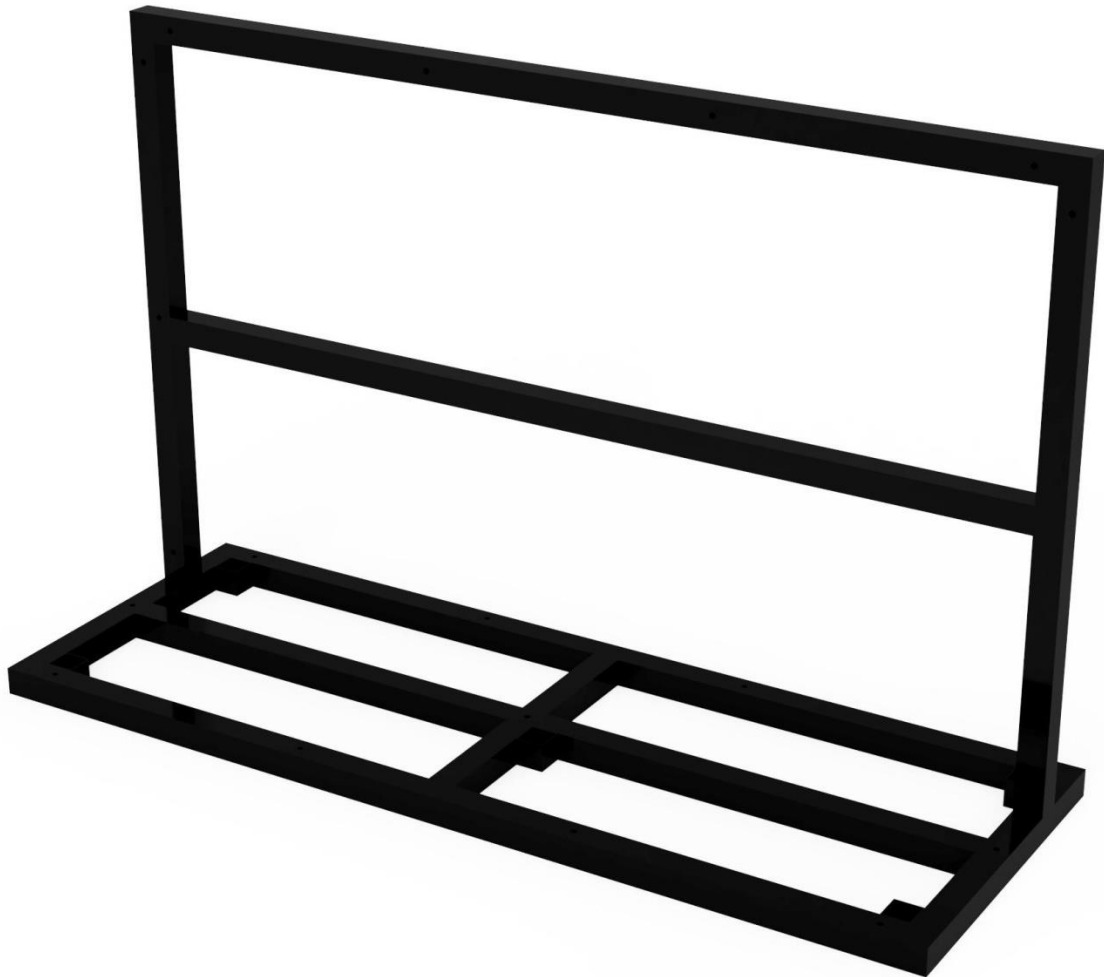
Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα τα κύρια εξαρτήματα τοποθετήθηκαν στα επιθυμητά σημεία επάνω στο Μηχάνημα έτσι ώστε να υπάρχει αρκετός χώρος για την τοποθέτηση αργότερα του Αυτοματισμού ανάμεσα στους δύο Εναλλάκτες Αέρα, των Εναλλακτών Νερού καθώς και των υπόλοιπων εξαρτημάτων και σωληνώσεων.



Εικόνα 1.1: 3D Πρόσοψη Μηχανήματος

1.3 Κατασκευή

Από τον σχεδιασμό που έγινε στον υπολογιστή ήταν εύκολο να παρθεί μία εικόνα του μεταλλικού σκελετού όπως φαίνεται παρακάτω.

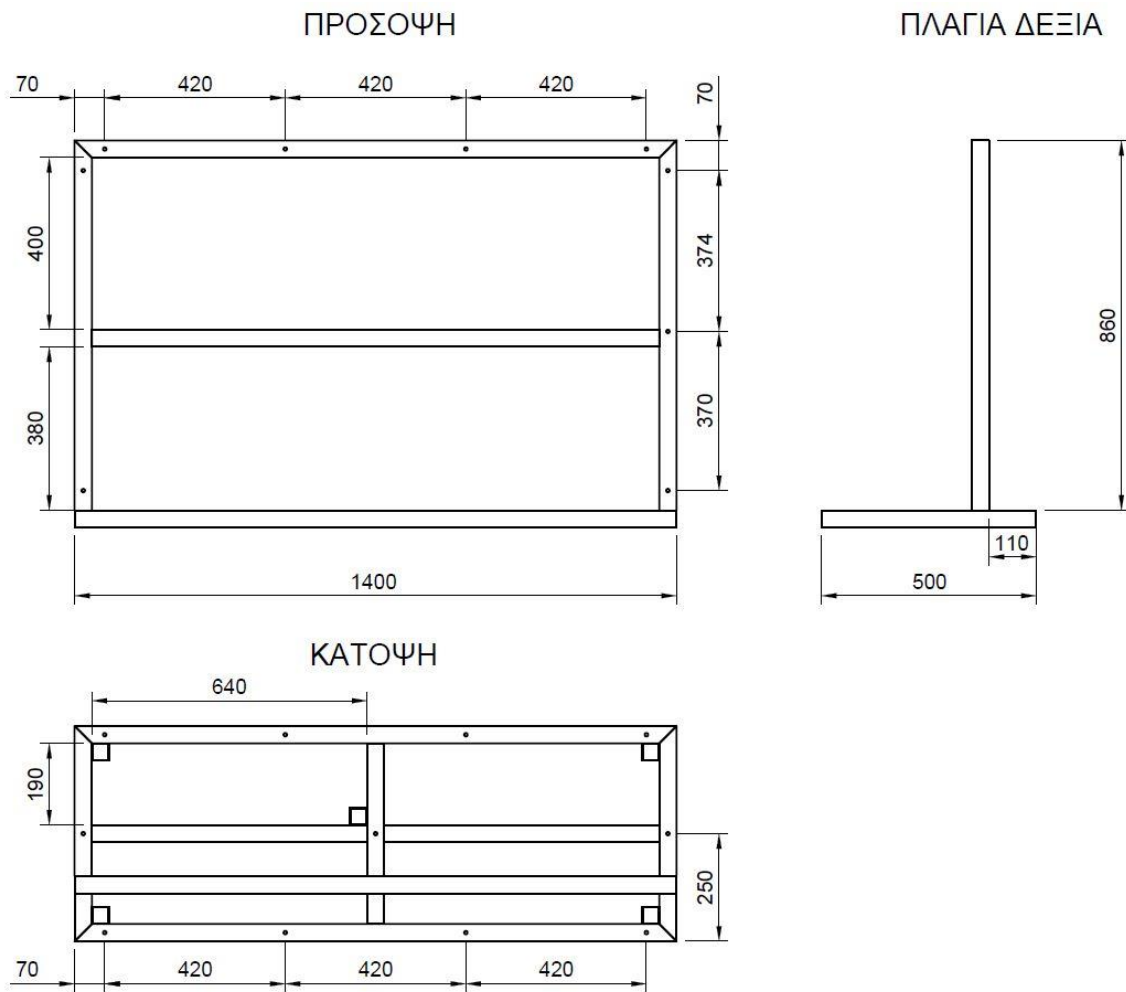


Εικόνα 1.2: 3D Μεταλλικού Σκελετού

Για την κατασκευή του μεταλλικού αυτού σκελετού χρησιμοποιήθηκε Στραντζαριστό Σίδερο 40 x 40 mm. Η κατασκευή έγινε με τα εξής κομμάτια με μήκη:

- 3 x 1400 mm (με 45° κόψιμο στα άκρα)
- 2 x 500 mm (με 45° κόψιμο στα άκρα)
- 2 x 860 mm (με 45° κόψιμο στα άκρα)
- 5 x 40 mm (κομμάτια για τις ρυθμιζόμενες βάσεις – πόδια)
- 1 x 420 mm
- 1 x 1320 mm
- 2 x 640 mm
- 5 x ρυθμιζόμενες βάσεις

Παρακάτω είναι το δισδιάστατο σχέδιο με τις διαστάσεις του μεταλλικού σκελετού. Στο σχέδιο σημειώνονται οι θέσεις που τοποθετήθηκαν τα παραπάνω κομμάτια. Επίσης τοποθετήθηκαν και τα σημεία στα οποία έγιναν οι τρύπες για να μπουν οι βίδες συγκράτησης των ξύλινων επιφανειών.



Εικόνα 1.3: 2D Σχέδιο Κατασκευής Μεταλλικού Σκελετού

Το κόψιμο και η ηλεκτροσυγκόλληση του μεταλλικού σκελετού έγινε από επαγγελματία τεχνίτη σιδήρου, έτσι ώστε να μην υπάρχουν τυχόν στραβές συγκολλήσεις, οι οποίες θα απέτρεπαν τις ξύλινες επιφάνειες να τοποθετηθούν σωστά.



Εικόνα 1.4: Έτοιμος Μεταλλικός Σκελετός

Στη συνέχεια αφού έγινε η κατάλληλη επεξεργασία του μετάλλου, βάφτηκε με αστάρι και έπειτα πραγματοποιήθηκε το πρώτο πέρασμα του τελικού χρώματος.

Με βάση το σχέδιο κατασκευής, σημαδεύτηκαν τα σημεία εκείνα που έπρεπε να γίνουν οι τρύπες για να μπουν οι βίδες συγκράτησης των ξύλινων επιφανειών. Για τις τρύπες χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρικό τρυπάνι και τα ανάλογα τρυπάνια (ανάλογων βαθμίδων).



Εικόνα 1.5: Σημεία Συγκράτησης



Εικόνα 1.6: Διαδικασία - Τρυπάνια

Αφού έγιναν όλες οι τρύπες, ο σκελετός “περάστηκε” με το τελικό χέρι χρώματος. Οι ξύλινες επιφάνειες είναι από απλή άσπρη μελαμίνη και έχουν διαστάσεις:

- 1 x 16 x 1400 x 844 mm
- 1 x 8 x 1400 x 844 mm
- 1 x 16 x 1400 x 500 mm

Για την σωστή εφαρμογή των ξύλινων επιφανειών χρειάστηκε να γίνουν κάποιες επεξεργασίες, όπως κάποια κοψίματα και οι τρύπες για τις βίδες στήριξης.



Εικόνα 1.7: Επεξεργασμένη Επιφάνεια

Περιφερειακά των επιφανειών, κολλήθηκε με την βοήθεια υψηλής θερμοκρασίας από ηλεκτρικό πιστόλι θερμού αέρα η ταινία μελαμίνης έτσι ώστε τα άκρα να είναι πιο ανθεκτικά. Επίσης τοποθετήθηκαν και οι ρυθμιζόμενες βάσεις στήριξης. Έγινε επιλογή ρυθμιζόμενων βάσεων, καθώς μπορεί η τελική επιφάνεια τοποθέτησης του μηχανήματος να μην ήταν πλήρως επίπεδη. Έτσι με τις ρυθμιζόμενες βάσεις το μηχάνημα μπορεί να αλφαδιαστεί καλύτερα.



Εικόνα 1.8: Ταινία Μελαμίνης



Εικόνα 1.9: Ρυθμιζόμενη Βάση

Ανάμεσα στον μεταλλικό σκελετό και τις ξύλινες επιφάνειες μπήκε διάφανη σιλικόνη. Σκοπός της σιλικόνης είναι η καλύτερη συγκράτηση και η απορρόφηση ίσως μερικών κραδασμών.



Εικόνα 1.10: Σιλικόνη Επάνω Στις Πλευρές Επαφής

Τέλος τοποθετήθηκαν οι δύο κύριες επιφάνειες επάνω στον μεταλλικό σκελετό και βιδώθηκαν με τις βίδες.



Εικόνα 1.11: Καρόβιδες, Ροδέλες, Παξιμάδια



Εικόνα 1.12: Τοποθετημένες Μελαμίνες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΨΥΚΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

2.1 Σκοπός

Το Ψυκτικό Κύκλωμα είναι το κύριο μέρος για την λειτουργία μίας Αντλίας Θερμότητας, καθώς μέσω αυτού γίνεται η μεταφορά της θερμότητας. Το ψυκτικό κύκλωμα, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως χωρίζεται σε δύο μέρη, το ένα μέρος είναι αυτό μετά τον Συμπιεστή που έχει Υψηλή Θερμοκρασία και Πίεση και το δεύτερο είναι μετά την Εκτονωτική Διάταξη έως την αναρρόφηση του Συμπιεστή το οποίο έχει Χαμηλή Πίεση και Θερμοκρασία. Πρόκειται πάντα για ένα απομονωμένο κύκλωμα μέσα στο οποίο υπάρχει το Ψυκτικό Μέσο το οποίο κινείται με την βοήθεια του Συμπιεστή.

Στο συγκεκριμένο Μηχάνημα έχει γίνει προσπάθεια στο Ψυκτικό Κύκλωμα να είναι εμφανής ο διαχωρισμός Υψηλής Πίεσης (Αποβολή Θερμότητας) από την Χαμηλή Πίεση (Απορρόφηση Θερμότητας). Παρακάτω γίνεται θεωρητική αναφορά για τα εξαρτήματα και το ψυκτικό κύκλωμα για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του.

2.2 Θεωρία

2.2.1 Συμπιεστής

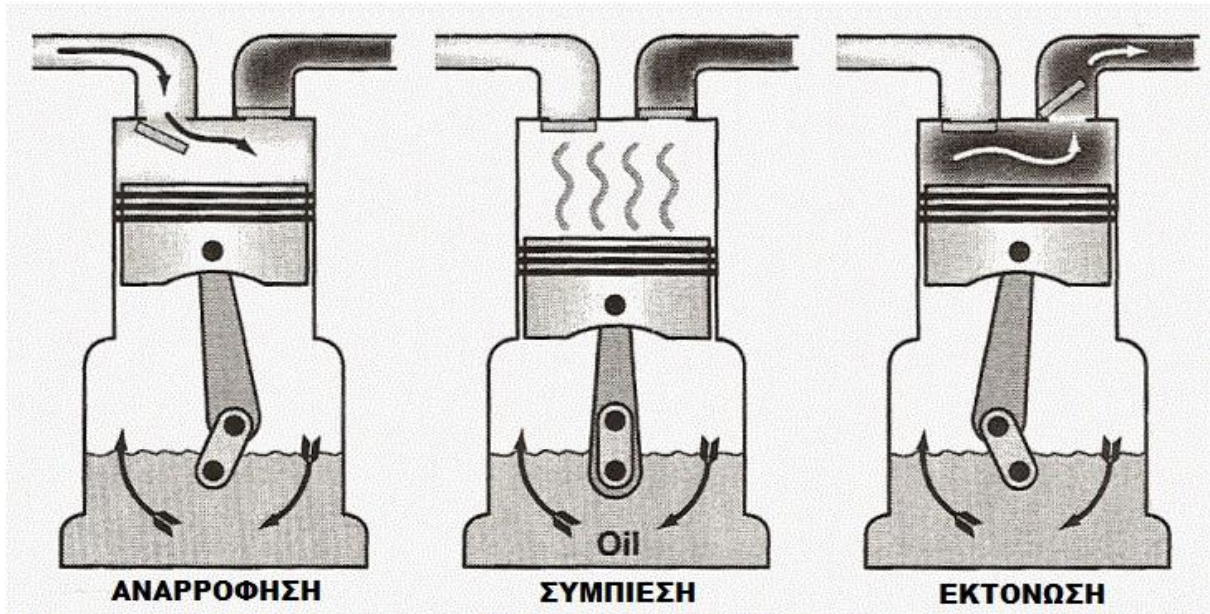
Ο Συμπιεστής είναι το πιο σημαντικό εξάρτημα στον κύκλο ψύξης. Υπάρχουν πολλοί τύποι συμπιεστών και ποικίλουν ανάλογα με τα είδη των ψυκτικών μηχανών, την τάση, την συμπίεση, την ένταση, τα ψυκτικά ρευστά, τις απαιτήσεις των προϊόντων και των ψυκτικών εγκαταστάσεων. Ο σκοπός τους όμως παραμένει ίδιος σε όλους τους τύπους.

Ένας συμπιεστής αναρροφά το ψυκτικό μέσο σε μορφή Αερίου Χαμηλής πίεσης και Θερμοκρασίας από τον Εξατμιστή, το συμπιέζει, και το καταθλίβει προς τον Συμπυκνωτή σε μορφή Αερίου πάλι αλλά Υψηλής Πίεσης και Θερμοκρασίας. Ο συμπιεστής αντλεί το αέριο μαζί με τα φορτία (θερμότητα) που προστίθενται σε αυτό κατά την εξάτμιση στον Εξατμιστή και παράλληλα προσδίδει στο αέριο – ατμό και τη δική του θερμότητα (λόγω τριβών από την κίνηση των μηχανικών μερών και τη θερμότητα του κινητήρα). Τη θερμότητα αυτή την οδηγεί προς το Συμπυκνωτή και αυτός με τη σειρά του την αποβάλλει προς το περιβάλλον.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως το ψυκτικό αέριο εισέρχεται στο συμπιεστή υπέρθερμο σε Χαμηλή Πίεση και Θερμοκρασία, και εξέρχεται υπέρθερμο σε Υψηλή Πίεση και Θερμοκρασία. Ο συμπιεστής διατηρεί μια διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών, της Αναρρόφησης και της Κατάθλιψης.

Στην περίπτωση της πτυχιακής εργασίας γίνεται η χρήση συμπιεστή με πιστόνια (εμβολοφόρος συμπιεστής κλειστού τύπου). Η λειτουργία του είναι σχεδόν ίδια με αυτή των κινητήρων εσωτερικής καύσης. Η διαφορά είναι ότι ο στρόφαλος περιστρέφεται από εξωτερικό παράγοντα και σκοπό έχει το πιστόνι να συμπιέσει το αέριο (ψυκτικό μέσο) μέσα στον κύλινδρο.

Η περιστροφή του στροφάλου γίνεται με την χρήση ηλεκτροκινητήρα, στη συνέχεια η μπιέλα ανεβοκατεβάζει το πιστόνι. Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται από την αναρρόφηση (εισαγωγή) καθώς ανοίγει η βαλβίδα και το πιστόνι κατεβαίνει, στη συνέχεια συμπιέζεται καθώς το πιστόνι ανεβαίνει με τις δύο βαλβίδες κλειστές. Τέλος η βαλβίδα κατάθλιψης ανοίγει και το ψυκτικό μέσο συνεχίζει την πορεία του προς τον συμπυκνωτή. Στην εικόνα παρακάτω φαίνεται σχηματικά η διαδικασία αυτή.



Εικόνα 2.1: Διαδικασία Συμπίεσης

Ο συμπιεστής που χρησιμοποιήθηκε στο Μηχάνημα είναι μάρκας Embraco – Aspera, μοντέλο NE6187Z και λειτουργεί με ψυκτικό μέσο R-134a. Η ισχύς του είναι 1/3 του ίππου.



Εικόνα 2.2: Συμπιεστής Κλειστού Τύπου

2.2.2 Συμπυκνωτές

Ο Συμπυκνωτής (Condenser) είναι το εξάρτημα που σκοπό έχει να αποβάλει την θερμότητα μίας ψυκτικής μηχανής προς το περιβάλλον. Το ψυκτικό μέσο κατά την έξοδο από τον συμπιεστή έχει αέρια μορφή και υψηλή θερμοκρασία και κατά την διαδρομή του προς τον συμπυκνωτή η θερμοκρασία του μειώνεται σταδιακά. Η μεγαλύτερη αποβολή θερμότητας γίνεται όταν το ψυκτικό μέσο βρίσκεται στον συμπυκνωτή. Εκεί το ψυκτικό μέσο αλλάζει κατάσταση και από αέριο γίνεται υγρό καθώς η πίεση του παραμένει θεωρητικά σταθερή και υψηλή.

Προσοχή

Στην πραγματικότητα ένας Συμπυκνωτής είναι ένας Εναλλάκτης Θερμότητας. Στην περίπτωση όμως της πτυχιακής θα αποφεύγεται η χρήση της λέξης "Εναλλάκτης" καθώς και ο Εξατμιστής (που αναφέρεται παρακάτω) είναι και αυτός ένας Εναλλάκτης. Θα γίνεται πάντα η χρήση των λέξεων Συμπυκνωτής και Εξατμιστής αντίστοιχα για καλύτερη κατανόηση.

Οι μορφές και οι διατάξεις των συμπυκνωτών ποικίλλουν ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης, τα θερμικά φορτία που πρέπει να αποβάλουν καθώς και την θερμοκρασία περιβάλλοντος που λειτουργούν. Ένας παράγοντας που είναι σημαντικός για την επιλογή του τύπου του συμπυκνωτή είναι το μέσο στο οποίο αποβάλλει τη θερμότητα. Μπορεί να είναι σε νερό, αέρα ή κάποιο άλλο μέσο.

Στη περίπτωση της πτυχιακής για την αποβολή της θερμότητας χρησιμοποιούνται δύο τύποι συμπυκνωτών. Ο ένας είναι Συμπυκνωτής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα και σαν μέσο αποβολής χρησιμοποιεί τον αέρα του περιβάλλοντος. Ο δεύτερος είναι ένας Συμπυκνωτής Διπλού Σωλήνα Αντιρροής και σαν μέσο αποβολής της θερμότητας χρησιμοποιεί το νερό του δικτύου ύδρευσης.

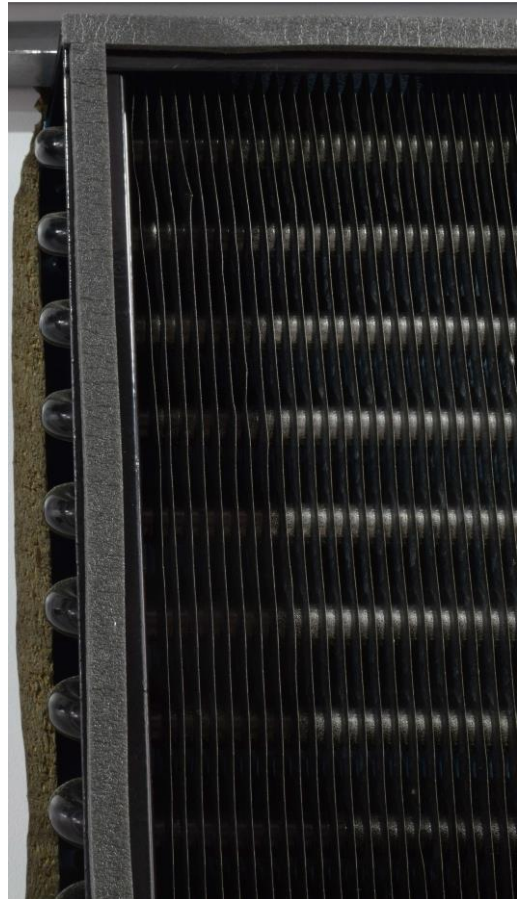
2.2.2.1 Συμπυκνωτής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Ο Συμπυκνωτής Αέρα που χρησιμοποιήθηκε είναι τυποποιημένος (εμπορίου) ικανός να αποβάλλει φορτία ενός συμπιεστή 1/3 Hp, δηλαδή ίδιο με αυτόν που τοποθετήθηκε στο μηχάνημα. Στον συγκεκριμένο Συμπυκνωτή Αέρα τοποθετήθηκαν επάνω ένα πλέγμα, ένα ηλεκτρικό μοτέρ (ανεμιστήρας) και το φτερό όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.3: Συμπυκνωτής Αέρα

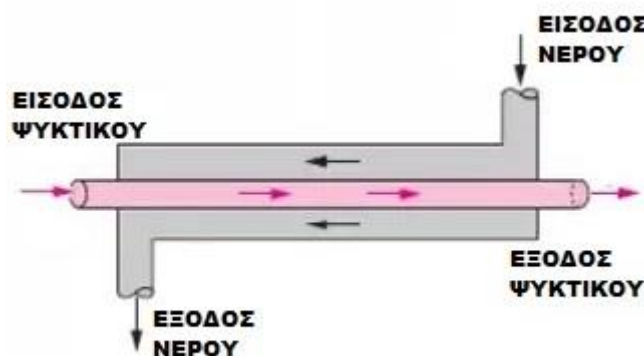
Η αποβολή θερμότητας στον συγκεκριμένο συμπυκνωτή γίνεται με την βοήθεια του ανεμιστήρα, ο οποίος εξαναγκάζει τον αέρα του περιβάλλοντα χώρου να εισέλθει ανάμεσα στις μεταλλικές πλάκες που είναι κολλημένες επάνω στην σωλήνωση. Στην επάνω αριστερά πλευρά του συμπυκνωτή (Εικόνα 2.2) το υγρό εισέρχεται σε αυτόν, στη συνέχεια η σωλήνωση πυκνώνει και παίρνει την μορφή σερπαντίνας. Για την αύξηση της επιφάνειας εναλλαγής θερμότητας επάνω στην σωλήνωση είναι κολλημένες μεταλλικές επιφάνειες. Το ψυκτικό μέσο αποβάλλει με αυτόν τον τρόπο την θερμότητα του στον περιβάλλοντα χώρο και σταδιακά αλλάζει κατάσταση και από αέριο γίνεται υγρό το οποίο εξέρχεται από τον κάτω αριστερό σωλήνα.



Εικόνα 2.4: Μεταλλικές Επιφάνειες

2.2.2.2 Συμπυκνωτής Διπλού Σωλήνα Αντιρροής

Ο συγκεκριμένος Συμπυκνωτής Νερού βασίζεται και είναι στην πραγματικότητα ένας Εναλλάκτης Διπλού Σωλήνα Αντιρροής. Οι λέξεις Διπλού Σωλήνα εξηγούν πως μέσα σε ένα σωλήνα υπάρχει ένας άλλος σωλήνα μικρότερης διαμέτρου. Στον εξωτερικό σωλήνα περνάει το νερό και στον εσωτερικό το ψυκτικό μέσο. Τα δύο υγρά δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Η λέξη Αντιρροή έχει να κάνει με την φορά κίνησης των δύο ρευστών. Δηλαδή στη πλευρά που είναι η Έξοδος του νερού εισέρχεται το ψυκτικό μέσο και στην πλευρά που είναι η είσοδος του νερού εξέρχεται το ψυκτικό μέσο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.5: Εναλλάκτης Διπλού Σωλήνα Αντιρροής

Όπως και στον Συμπυκνωτή Αέρα έτσι και εδώ το ψυκτικό μέσο αλλάζει κατάσταση μέχρι να εξέλθει από αυτόν. Η απόδοση του συμπυκνωτή αλλάζει ανάλογα με την επιφάνεια κυρίως της εσωτερικής σωλήνωσης η οποία είναι συναρτημένη του μήκους. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η επιλογή του μήκους έγινε σχετικά εμπειρικά καθώς το κόστος θα ήταν μεγάλο και επίσης γιατί δεν αποσκοπεί σε κάποια συγκεκριμένη απόδοση καθώς πρόκειται για εργαστηριακό μηχάνημα. Σκοπός είναι να εξηγηθεί η λειτουργία του συμπυκνωτή και πόσο σημαντικό ρόλο έχει επίσης και η ταχύτητα ροής του νερού σε αυτό.



Εικόνα 2.6: Συμπυκνωτής Νερού

2.2.3 Εκτονωτική Διάταξη

Η Εκτονωτική Διάταξη (Διάταξη Στραγγαλισμού) είναι ένας βασικός μηχανισμός για την λειτουργία του ψυκτικού κύκλου. Σκοπός της Εκτονωτικής Διάταξης είναι να στραγγαλίσει το ψυκτικό υγρό έτσι ώστε να του μειώσει την πίεση και επίσης να ρυθμίσει την παροχή του από το Συμπυκνωτή προς τον Εξατμιστή.

Μια απλή εξήγηση για το πώς δουλεύει μία εκτονωτική Διάταξη και γιατί υπάρχει η πτώση της θερμοκρασίας είναι να φέρουμε σαν παράδειγμα τα κοινά αποσμητικά σπρέι ή τις κόρνες αερίου που χρησιμοποιούνται συνήθως στα γήπεδα. Οι φιάλες μέσα στις οποίες είναι το κάθε υγρό είναι υπό μία πίεση μεγαλύτερη πάντα της ατμοσφαιρικής. Καθώς ο χρήστης πατάει την “βαλβίδα” για να βγει το υγρό έξω, αυτό δέχεται παράλληλα έναν στραγγαλισμό και αλλάζει μορφή και πίεση. Γίνεται αέριο και η πίεση του πλέον είναι ατμοσφαιρική.

Για να γίνει αυτή η διαδικασία χρειάζεται να απορροφήσει θερμότητα από τον περιβάλλοντα χώρο. Για αυτό όταν μία κόρνα αερίου λειτουργεί συνεχόμενα για μεγάλο χρονικό διάστημα στο σημείο εκτόνωσης παγώνει, αυτό βέβαια έχει και σαν αποτέλεσμα μετά από λίγο να μην λειτουργεί σωστά. Με την ίδια περίπου λογική λειτουργεί μία Εκτονωτική Διάταξη μόνο που η αλλαγή της κατάστασης του ψυκτικού υγρού σε αέρια γίνεται μέσα στον Εξατμιστή.

Στη περίπτωση ενός ψυκτικού κυκλώματος ο τύπος της Εκτονωτικής Διάταξης μπορεί να είναι είτε Τριχοειδής Σωλήνας είτε κάποιος τύπος Θερμοστατικής Εκτονωτικής Βαλβίδας.

2.2.3.1 Τριχοειδής Σωλήνας

Ο Τριχοειδής Σωλήνας είναι η πιο απλή μορφή Εκτονωτικής Διάταξης και συναντιέται κυρίως σε οικιακά ψυγεία καθώς και στα οικιακά κλιματιστικά. Είναι ένας χάλκινος σωλήνας μικρής διαμέτρου από 0,4 mm έως 2,5 mm που στραγγαλίζει το ψυκτικό υγρό κατά μήκος της διαδρομής του ανάλογα με τη διάμετρο και το μήκος του, δημιουργώντας του έτσι πτώση πίεσης και θερμοκρασίας.

Ο Τριχοειδής Σωλήνας είναι σταθερής διαμέτρου και μήκους χωρίς κινητά μέρη. Συνεπώς δεν ρυθμίζει την ροή του ψυκτικού μέσου σύμφωνα με τη μεταβολή του φορτίου, για αυτό χρησιμοποιείται όπου το φορτίο είναι σχετικά σταθερό.



Εικόνα 2.7: Τριχοειδής Σωλήνας

2.2.3.2 Θερμοστατική Εκτονωτική Βαλβίδα

Η καλύτερη εκτόνωση και ρύθμιση της παροχής ψυκτικού μέσου μεταξύ Συμπυκνωτή και Εξατμιστή επιτυγχάνεται με μία Θερμοστατική Εκτονωτική Βαλβίδα. Η διαφορά αυτής της διάταξης είναι ότι ρυθμίζεται αυτόματα η ροή του ψυκτικού μέσου ανάλογα με τα θερμικά φορτία του χώρου.

Για να επιτευχθεί αυτό η βαλβίδα έχει μία μεμβράνη που κινείται και πιέζει μια βελόνα. Η μεμβράνη αυτή είναι συνδεδεμένη με έναν σωλήνα που στο τέλος του έχει ένα βολβό (φιαλίδιο). Το σύστημα Μεμβράνη – Σωλήνας – Βολβός είναι απομονωμένο και έχει μέσα ένα υγρό το οποίο συμπεριφέρεται όπως ένα ψυκτικό μέσο. Το υγρό αυτό αλλάζει πίεση ανάλογα με την θερμοκρασία του βολβού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να πιέζει την μεμβράνη η οποία στη συνέχεια πιέζει την βελόνα. Έτσι με αυτόν τον τρόπο η βελόνα ρυθμίζει το άνοιγμα από το οποίο περνάει το ψυκτικό μέσο για να εκτονωθεί.



Εικόνα 2.8: Θερμοστατική Εκτονωτική Βαλβίδα

2.2.4 Εξατμιστές

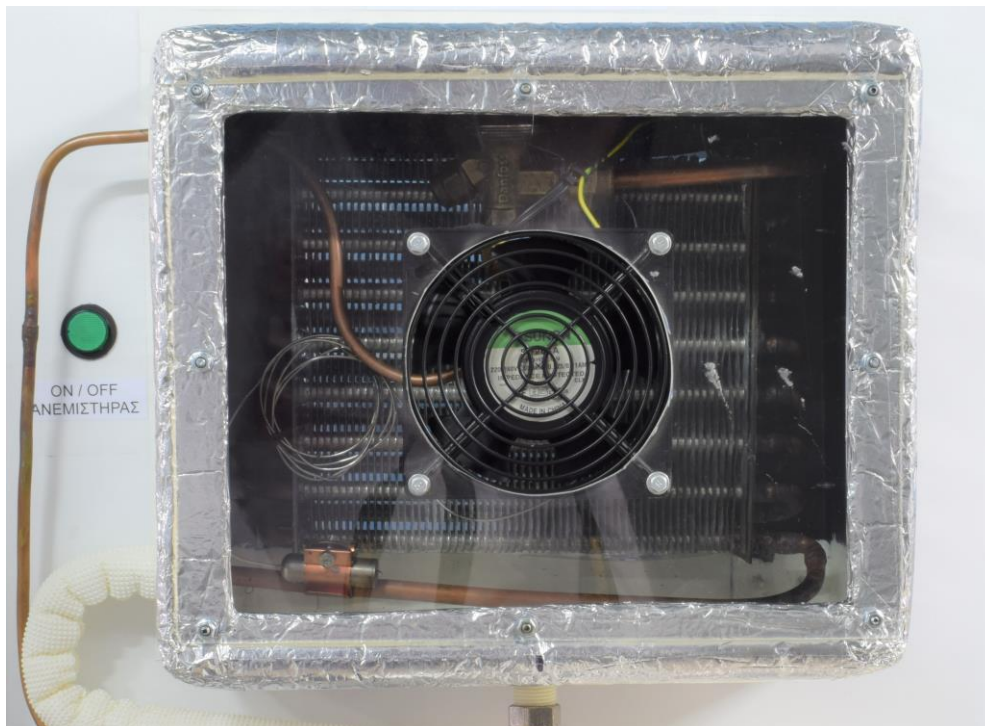
Ο Εξατμιστής είναι το τμήμα εκείνο στον Ψυκτικό Κύκλο που σκοπό έχει να απορροφήσει την θερμότητα από το γύρω περιβάλλον. Για παράδειγμα σε έναν ψυκτικό θάλαμο ο Εξατμιστής είναι υπεύθυνος για την απορρόφηση της θερμότητας με αποτέλεσμα να παγώνει τον χώρο στον οποίο βρίσκεται. Τα είδη των Εξατμιστών είναι δύο και έχουν να κάνουν ανάλογα με το ρευστό που ψύχουν, δηλαδή αέρα ή υγρό. Στη περίπτωση του Μηχανήματος έγινε χρήση και των δύο τύπων. Μία μικρή ανάλυση γίνεται παρακάτω.

2.2.4.1 Εξατμιστής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Οι Εξατμιστές που ψύχουν αέρα είναι αρκετά κοινοί και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές, όπως τον κλιματισμό, την συντήρηση προϊόντων, κατάψυξη, κ.α.. Οι Εξατμιστές αυτοί μπορεί να είναι είτε Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα είτε Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα. Η διαφορά τους είναι όπως αναφέρει και η ονομασία τους στον τρόπο με τον οποίο ο περιβάλλοντας αέρας κυκλοφορεί ανάμεσά τους.

Ένας Εξατμιστής Φυσικής κυκλοφορίας βασίζεται στην τάση που έχει ο παγωμένος αέρας να πέφτει προς τα κάτω καθώς είναι πιο βαρύτες. Αυτός ο τρόπος όμως απαιτεί μεγαλύτερη επιφάνεια Εξατμιστή. Στην περίπτωση ενός Εξατμιστή Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα η ροή δημιουργείται από έναν ανεμιστήρα, έτσι η επιφάνεια μπορεί να είναι σχετικά μικρή.

Για να είναι φανερή η διαφορά απόδοσης, στο Μηχάνημα έγινε χρήση ενός Εξατμιστή Ψύξης Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα αλλά τοποθετήθηκε ένας διακόπτης ο οποίος απενεργοποιεί τον ανεμιστήρα.



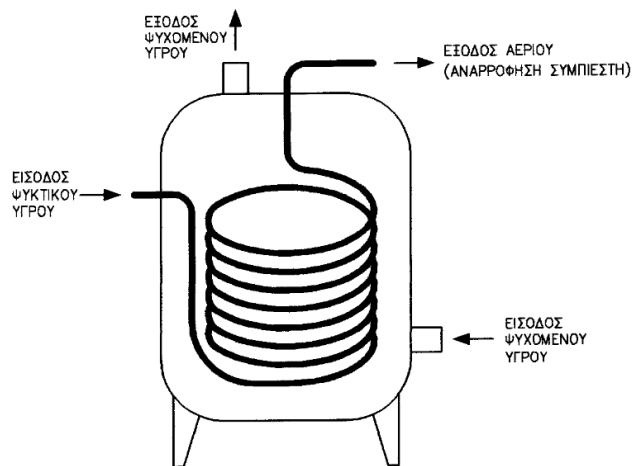
Εικόνα 2.9: Εξατμιστής Αέρα

Σημείωση

Να σημειωθεί πως και στην περίπτωση του Συμπυκνωτή Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα έχει τοποθετηθεί διακόπτης στον ανεμιστήρα για τον ίδιο σκοπό. Καθώς υπάρχουν και Συμπυκνωτές Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα.

2.2.4.2 Εξαμιστής Δοχείου με Σερπαντίνα

Όπως και με τους Εξαμιστές Αέρα έτσι και για τα Υγρά υπάρχουν διάφοροι τύποι Εξαμιστών Υγρών οι οποίοι αλλάζουν ανάλογα με τα φορτία και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Στο Μηχάνημα έγινε χρήση Εξαμιστή με Δοχείο και Σερπαντίνα.



Εικόνα 2.10: Εσωτερικό - Δοχείο με Σερπαντίνα

Όπως φαίνεται στην παραπάνω (Εικόνα 2.10) το νερό εισέρχεται μέσα στο Κέλυφος (δοχείο) όπου μέσα σε αυτό είναι ο Σπειροειδής Σωλήνας με το ψυκτικό μέσο. Ο σωλήνας αυτός είναι συνεχής χωρίς καμία ένωση για την εξασφάλιση της στεγανότητας. Από την διάταξη αυτή το νερό χάνει θερμότητα και την απορροφά το ψυκτικό μέσο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο μονωμένος Εξαμιστής νερού στο Μηχάνημα. Η μόνωση έγινε για την αποφυγή υγρασίας στα τοιχώματα.



Εικόνα 2.11: Εξαμιστής Νερού

2.2.5 Σωλήνωση

Η σωλήνωση αποτελεί το κύκλωμα μέσα στο οποίο το Ψυκτικό Μέσο ρέει. Είναι κλειστό και απομονωμένο κύκλωμα με ειδικές συνδέσεις και κολλήσεις καθώς η διαρροή ψυκτικού μέσου μειώνει την απόδοση του Κύκλου Ψύξης.

Τα μήκη και οι διάμετροι των σωληνώσεων έχουν να κάνουν με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Οι σωληνώσεις αυτές κατασκευάζονται κυρίως από χαλκοσωλήνες και σε ειδικές περιπτώσεις με χαλυβδοσωλήνες ή και ανοξειδωτους σωλήνες.

Για την κατασκευή του Μηχανήματος χρησιμοποιήθηκαν σωλήνες διαμέτρου 1/4 ίντσας και 3/8 ίντσας κατασκευασμένοι από χαλκό.

2.2.6 Πρεσοστάτες Πίεσης

Οι Πρεσοστάτες είναι μηχανισμοί ανίχνευσης της πίεσης και χωρίζονται σε Πρεσοστάτες Υψηλής Πίεσης και σε Πρεσοστάτες Χαμηλής Πίεσης. Η διαφορά τους έχει να κάνει με την πλευρά Πίεσης που ελέγχουν στο Ψυκτικό Κύκλωμα.

Η λειτουργία τους και στις δύο περιπτώσεις βασίζεται στην ίδια λογική. Σκοπός ενός πρεσοστάτη είναι να διακόψει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα όταν αλλάξει η πίεση την οποία δέχεται απευθείας από έναν σωλήνα συνδεδεμένο στο ψυκτικό κύκλωμα. Με παρόμοιο τρόπο όπως και στην Εκτονωτική Βαλβίδα ένα Διάφραγμα κινεί έναν άλλο μηχανισμό. Και στους δύο τύπους πρεσοστάτη γίνεται ρύθμιση του ορίου πίεσης λειτουργίας. Δηλαδή με έναν μηχανισμό ρυθμίζουμε το ανώτερο όριο της Υψηλής Πίεσης και με ένα άλλο μηχανισμό ρυθμίζουμε την "διαφορά" στην οποία θα κλείσει πάλι το ηλεκτρικό κύκλωμα. Αν είναι το όριο 200 psi το κύκλωμα θα ανοίξει και εάν η διαφορά έχει ρυθμιστεί 100 psi αυτό σημαίνει ότι εάν πέσει η πίεση κατά 100 psi τότε το ηλεκτρικό κύκλωμα θα κλείσει πάλι. Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί ο πρεσοστάτης χαμηλής πίεσης απλά εκεί ρυθμίζεται η κατώτερη πίεση λειτουργίας που θα ανοίξει το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Στα αριστερά φαίνεται ο Πρεσοστάτης Υψηλής Πίεσης και δεξιά της Χαμηλής Πίεσης. Οι κλίμακες μέτρησης είναι διαφορετικές σε κάθε περίπτωση.



Εικόνα 2.12: Πρεσοστάτης Υψηλής Πίεσης



Εικόνα 2.13: Πρεσοστάτης Χαμηλής Πίεσης

2.2.7 Μανόμετρα Πίεσης

Τα Μανόμετρα Πίεσης χωρίζονται και αυτά σε Μανόμετρα Υψηλής και Χαμηλής Πίεσης. Είναι όργανα μέτρησης και ο σκοπός τους είναι να μετράνε την πίεση και να την εμφανίζουν επάνω σε μία κλίμακα μέτρησης.

Υπάρχει ένα “καντράν” στο οποίο αναγράφεται η πίεση και συνήθως τρεις ακόμα κλίμακες που αναγράφουν την θεωρητική θερμοκρασία διαφόρων ψυκτικών μέσων. Την ένδειξη την παίρνουν μέσω ενός σωλήνα συνδεδεμένο με το ψυκτικό κύκλωμα



Εικόνα 2.14: Μανόμετρο Υψηλής Πίεσης

2.2.8 Ηλεκτρομαγνητικές Βαλβίδες

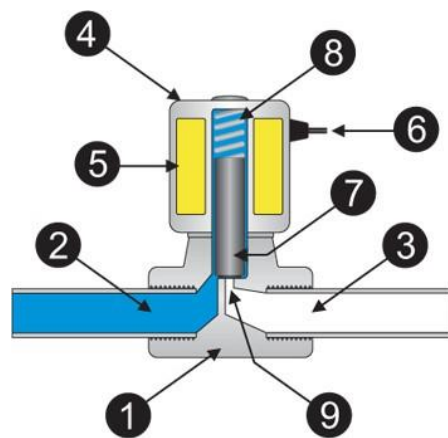
Όπως αναφέρουν και το όνομά τους πρόκειται για βαλβίδες οι οποίες λειτουργούν με Ηλεκτρομαγνητισμό. Μια Ηλεκτρομαγνητική Βαλβίδα έχει σαν σκοπό τον έλεγχο της ροής του ψυκτικού μέσου, κλείνοντας ή ανοίγοντας το δίκτυο. Πρόκειται για μία βάνα με ακαριαία ταχύτητα ανοίγματος ή κλεισίματος.

Τα τρία βασικά της μέρη είναι ο κορμός όπου επάνω σε αυτόν τοποθετούνται τα υπόλοιπα και από τον οποίο περνάει και το ψυκτικό μέσο, το πηνίο και έναν άξονα ο οποίος ανεβοκατεβαίνει. Κάθε φορά που τροφοδοτείται με ρεύμα, το πηνίο δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικό πεδίο το οποίο ανασηκώνει τον άξονα με αποτέλεσμα η βαλβίδα να ανοίγει και το ψυκτικό μέσο να περνάει, όπως φαίνεται και στην εικόνα.



Εικόνα 2.15: Κορμός και Πηνίο

1. Κορμός – Σώμα
2. Είσοδος Ψυκτικού Μέσου
3. Έξοδος Ψυκτικού Μέσου
4. Πηνίο
5. Ηλεκτρομαγνητικό Πεδίο
6. Τροφοδοσία Ρεύματος
7. Άξονας – Έμβολο
8. Ελατήριο
9. Σημείο Διακοπής της ροής



Εικόνα 2.16: Τομή

2.2.9 Βαλβίδες Αντεπιστροφής

Μία Βαλβίδα Αντεπιστροφής χρησιμοποιείται σε μία εγκατάσταση όπου κινείται κάποιο ρευστό. Στην περίπτωση του Μηχανήματος τέτοιες βαλβίδες τοποθετήθηκαν στο Ψυκτικό Κύκλωμα.

Σκοπός μίας τέτοιας βαλβίδας είναι να επιτρέπει στη ροή του ρευστού μόνο προς μία κατεύθυνση και ποτέ προς την αντίθετη. Στο Μηχάνημα χρησιμοποιήθηκαν λόγω των εναλλαγών στο κύκλωμα που γίνονται για την λειτουργία όλων των εναλλακτών.



Εικόνα 2.17: Βαλβίδα Αντεπιστροφής

2.2.10 Φίλτρο / Αφυγραντήρας

Ένα Φίλτρο / Αφυγραντήρας τοποθετείται στο Ψυκτικό Κύκλωμα για δύο λόγους. Ο ένας είναι η κατακράτηση ακαθαρσιών που τυχόν βρίσκονται στο σύστημα και ο άλλος και πιο σημαντικός η απορρόφηση υγρασίας η οποία θα μπορούσε να μπλοκάρει την εκτονωτική διάταξη.



Εικόνα 2.18: Φίλτρο / Αφυγραντήρας

2.2.11 Γυαλάκι Ροής Υγρού

Το εξάρτημα αυτό σκοπό έχει να δείχνει την ροή του Ψυκτικού Μέσου και συνήθως έχει και δείκτη υγρασίας. Στο Μηχάνημα τοποθετήθηκαν δύο Γυαλάκια, το ένα μετά το φίλτρο όπου δείχνει το ψυκτικό μέσο ως Υγρό εφόσον είναι μετά τον Συμπυκνωτή και το δεύτερο τοποθετήθηκε μετά τον Εξαμιστή. Μετά τον εξαμιστή το ιδανικό είναι να μην φαίνεται κάτι καθώς το ψυκτικό μέσο είναι αέριο.

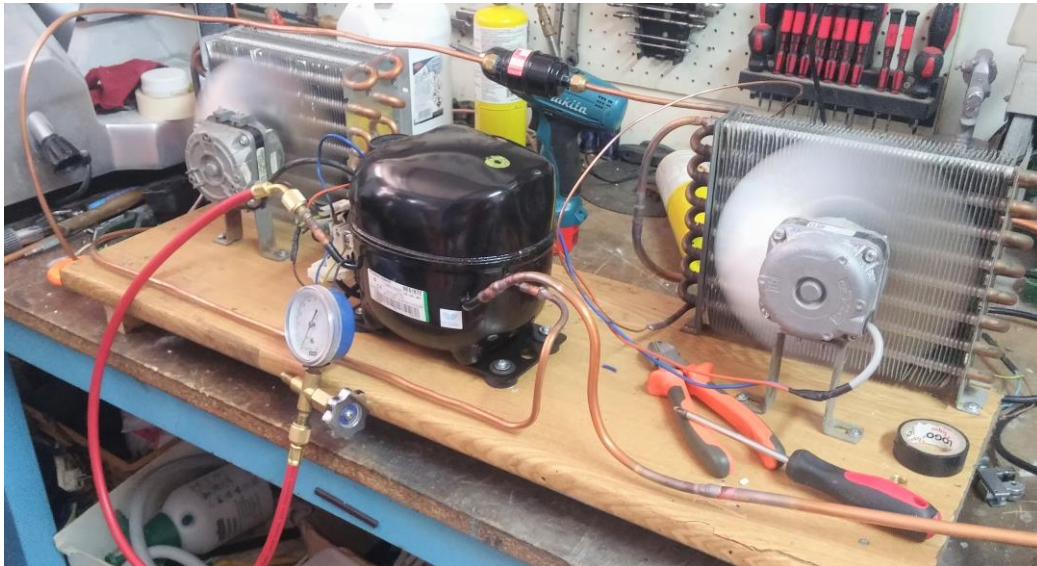


Εικόνα 2.19: Γυαλάκι Ροής Υγρού

2.3 Πειραματικές Δοκιμές

Πριν από τον τελικό σχεδιασμό και την κατασκευή του Ψυκτικού Κυκλώματος επάνω στο Μηχάνημα έγιναν κάποιες πειραματικές δοκιμές που σκοπό είχαν να παρθούν κάποιες μετρήσεις.

Για Εκτονωτική Διάταξη χρησιμοποιήθηκε Τριχοειδής Σωλήνας ο οποίος υπολογίστηκε στο περίπου με το πρόγραμμα DanCap (Danfoss Capillary Tube Selector) και είχε μήκος 65 cm και διάμετρο 1,6 mm. Παρακάτω οι φωτογραφίες δείχνουν κάποια κομμάτια των δοκιμών, επίσης φαίνεται και η χρήση μικρότερου Συμπυκνωτή.



Εικόνα 2.20: Δοκιμές με Μεγάλους Ανεμιστήρες και Μικρό Συμπυκνωτή

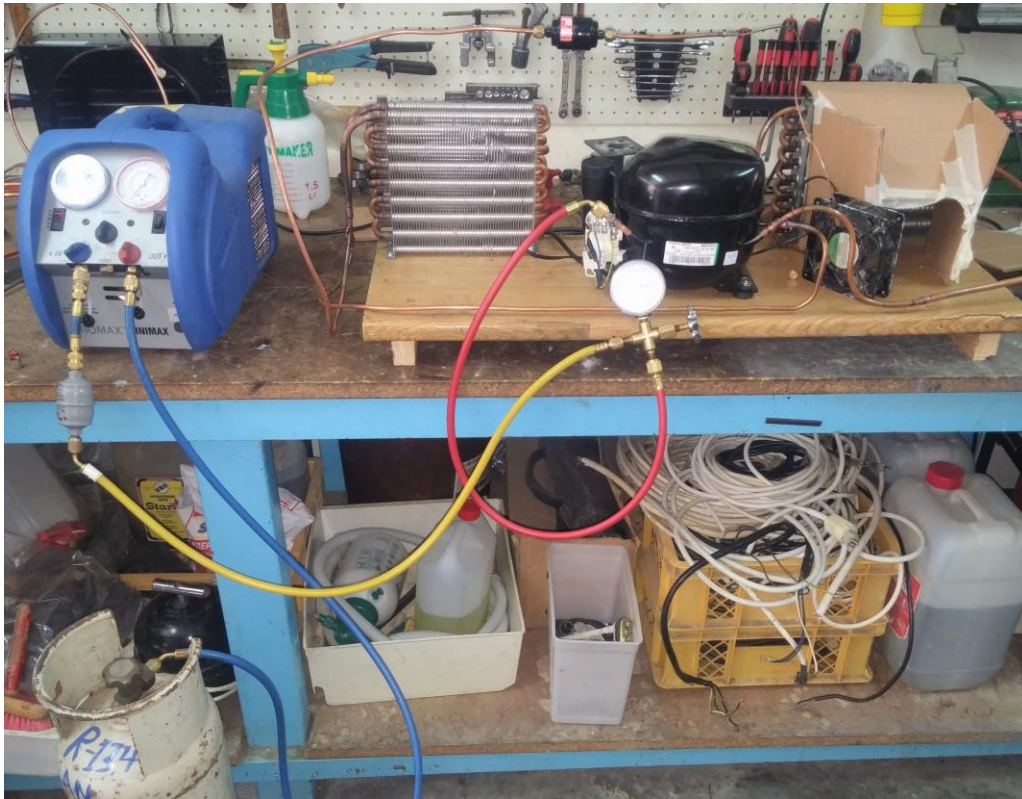
Στις δοκιμές έγιναν αλλαγές στον ανεμιστήρα του Εξατμιστή και επίσης καλύφθηκαν με χαρτόνια για να υπάρξει καλύτερη ροή αέρα.



Εικόνα 2.21: Δοκιμές με Καλύτερη Ροή Αέρα

Το αποτέλεσμα αυτών των δοκιμών ήταν να διαπιστωθεί εάν η αρχική επιλογή μικρού Συμπυκνωτή με σκοπό να δείχνει άμεσα το αποτέλεσμα της αποβολής φορτίων ήταν λάθος. Αποδείχτηκε ότι τελικά ήταν αδύνατο να αποβάλει τα φορτία με αποτέλεσμα η Υψηλή Πίεση να ανεβαίνει απότομα σε ανεπιθύμητα νούμερα. Οπότε έγινε αλλαγή με Συμπυκνωτή κατάλληλου για συμπίεσή 1/3 Ηρ.

Πριν την αλλαγή του Συμπυκνωτή έπρεπε να γίνει άντληση του Ψυκτικού Μέσου R-134a από το ψυκτικό κύκλωμα. Αυτό επιτεύχθηκε με την χρήση ειδικής αντλίας όπου από την μία πλευρά αναρροφά το ψυκτικό μέσο από το κύκλωμα και στην άλλη πλευρά το συμπιέζει μέσα σε μία φιάλη όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 2.22: Άντληση Ψυκτικού Μέσου και Αποθήκευση

Τέλος έγινε η αλλαγή με τον μεγαλύτερο Συμπυκνωτή και διαπιστώθηκε η σωστή πλέον λειτουργία.



Εικόνα 2.23: Λειτουργία με Κανονικό Συμπυκνωτή

2.4 Σχεδιασμός

Για την κατασκευή του Ψυκτικού Κυκλώματος όπως και στην περίπτωση του σκελετού αρχικά έγινε σχεδιασμός στον υπολογιστή. Σκοπός ήταν να είναι εμφανής ο διαχωρισμός της περιοχής Υψηλής Πίεσης από την περιοχή Χαμηλής Πίεσης. Για τον λόγο αυτό κάποια εξαρτήματα σχεδιάστηκαν και τοποθετήθηκαν στο ηλεκτρονικό σχέδιο ώστε να μπορεί να υπολογιστεί πιο σωστά η τελική τους θέση.

Τα εξαρτήματα αυτά είναι οι Πρεσοστάτες Πίεσης, τα Μανόμετρα, οι Ηλεκτρομαγνητικές Βαλβίδες και το Φίλτρο τα οποία φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



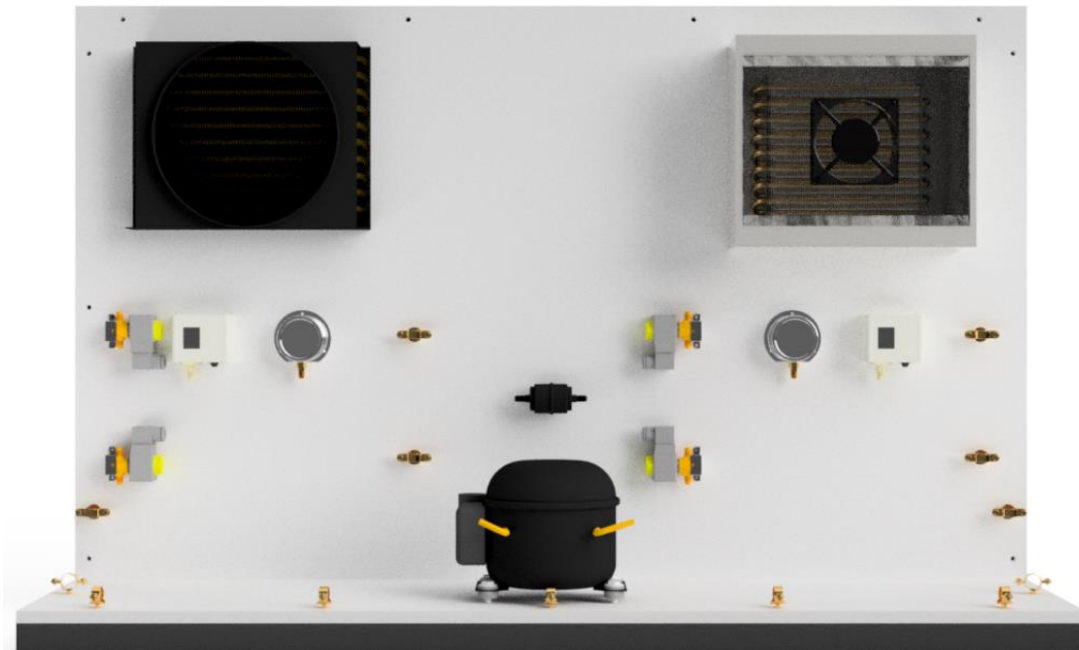
Εικόνα 2.24:
3D Πρεσοστάτης

Εικόνα 2.25:
3D Μανόμετρο

Εικόνα 2.26: 3D
Μαγνητική Βαλβίδα

Εικόνα 2.27:
3D Φίλτρο

Για τον σχεδιασμό έπρεπε να υπολογιστούν και τα περιθώρια που υπήρχαν από τις σωληνώσεις και για αυτό έγιναν κάποιες δοκιμαστικές καμπύλες σε κομμάτια σωληνώσεων 1/4 και 3/8 in. Τα υπόλοιπα εξαρτήματα τοποθετήθηκαν κατά την διάρκεια της κατασκευής χωρίς κάποιο αρχικό σχεδιασμό. Τα κύρια εξαρτήματα φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.28: 3D Θέσεις Εξαρτημάτων Επάνω στο Μηχάνημα

2.5 Κατασκευή

Η διαδικασία της κατασκευής και συνδεσμολογίας του Ψυκτικού Κυκλώματος ήταν η πιο δύσκολη. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά των κύριων βημάτων κατασκευής του συνολικού Ψυκτικού Κυκλώματος και στο τέλος αναφέρονται ξεχωριστά πως κατασκευάστηκαν ο Συμπυκνωτής Νερού, ο Εξατμιστής Αέρα και ο Εξατμιστής Νερού.

Σημείωση

Πολλά από τα βήματα κατασκευής έχουν παραληφθεί καθώς δεν θεωρήθηκε σημαντική η αναφορά τους.

2.5.1 Κατασκευή Ψυκτικού Κυκλώματος

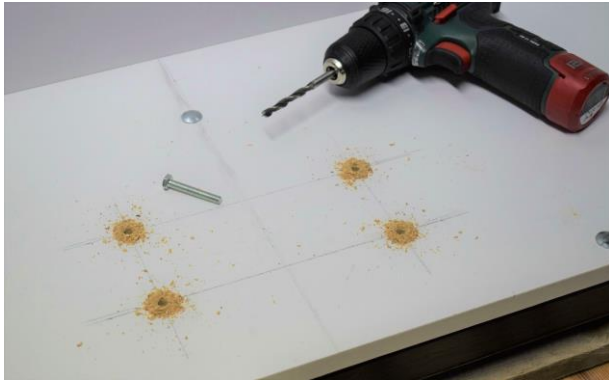
Το πρώτο βήμα μετά την κατασκευή του σκελετού και την τοποθέτηση των ξύλινων επιφανειών επάνω σε αυτόν ήταν να κοπούν δύο μεγάλα τετράγωνα στις διαστάσεις του Συμπυκνωτή Αέρα και του Εξατμιστή Αέρα αντίστοιχα. Αυτό επιτεύχθηκε εύκολα καθώς οι διαστάσεις πάρθηκαν από το ηλεκτρονικό σχέδιο. Αρχικά έγιναν τα σημάδια με μολύβι επάνω στην μελαμίνη και στη συνέχεια κόπηκαν με την χρήση σπαθόσεγας όπως φαίνεται και στην εικόνα.



Εικόνα 2.29: Κοπή Μελαμίνης για την Τοποθέτηση των Εναλλακτών Αέρα

Το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθούν στις τρύπες αυτές ο Συμπυκνωτής και ο Εξατμιστής. Για την ακριβείς τοποθέτηση του Συμπιεστή έπρεπε πρώτα να γίνουν κάποιες μετρήσεις έτσι ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα με τις σωληνώσει. Ο τρόπος μέτρησης φαίνεται στην διπλανή εικόνα.

Αφού έγιναν τα κατάλληλα σημάδια, ανοίχτηκαν και οι τρύπες.

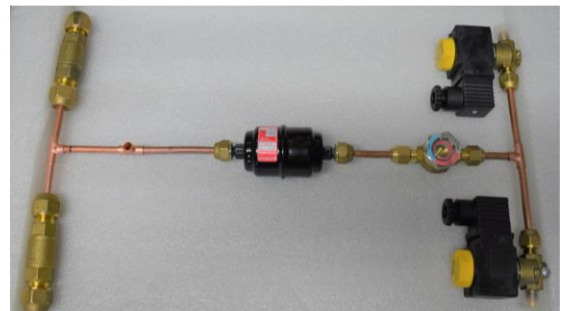


Εικόνα 2.30: Τρύπες στα Σημεία Τοποθέτησης



Εικόνα 2.31: Υπολογισμός Τελικής Θέσης Συμπιεστή

Για την τοποθέτηση του Φίλτρου, του Γυαλιού Ροής, των δύο Βαλβίδων Αντεπιστροφής και των Μαγνητικών Βαλβίδων 2 και 4 επάνω από τον Συμπιεστή έγινε ένα ενιαίο τμήμα (Εικόνα 2.32). Αφού κόπηκαν τα κατάλληλα κομμάτια χάλκινου σωλήνα και έγιναν οι εκχυλώσεις για τα ρακόρ, στη συνέχεια κολλήθηκαν και βιδώθηκαν. Έτσι ολόκληρο το τμήμα τοποθετήθηκε στο Μηχάνημα.



Εικόνα 2.32: Ενιαίο Τμήμα Εξαρτημάτων

Η διαδικασία εκχύλωσης του σωλήνα γίνεται με ένα ειδικό εργαλείο που σκοπό έχει να δημιουργήσει κωνική επιφάνεια στο σημείο που μπαίνει το ρακόρ και βιδώνει με το εξάρτημα (Εικόνα 2.33). Η κόλληση γίνεται με ασημοκόλληση και δυνατή φωτιά από οξυγονοκόλληση. Επίσης χρησιμοποιείται βόρακας ο οποίος είναι ένα υλικό σε σκόνη και σκοπό έχει να καθαρίσει την επιφάνεια συγκόλλησης.



Εικόνα 2.33: Διαδικασία Εκχύλωσης

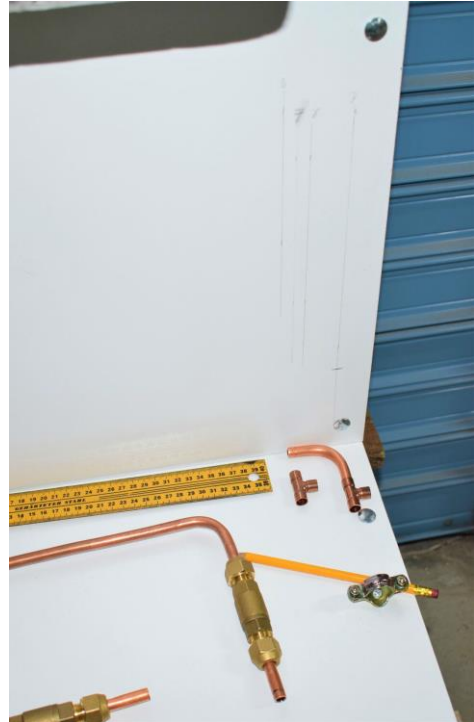


Εικόνα 2.34: Διαδικασία Κόλλησης

Για την συγκράτηση των σωληνώσεων επάνω στο Μηχάνημα χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικές βάσεις ίδιες με αυτές που χρησιμοποιούνται σε υδραυλικές εγκαταστάσεις. Καθώς η σωλήνωση στην πλευρά της χαμηλής πίεσης θα πάγωνε χρησιμοποιήθηκε και μόνωση οπότε οι βάσεις με άνοιγμα 22 mm ήταν οι κατάλληλες όπως αποδείχτηκε.

Στη διπλανή εικόνα φαίνονται σημάδια επάνω στην μελαμίνη που πάρθηκαν μετά από μετρήσεις έτσι ώστε να υπολογιστούν οι καμπύλες των σωληνώσεων και οι θέσεις που θα έμπαιναν οι μεταλλικές βάσεις.

Εφόσον έγιναν οι κολλήσεις και οι συσφίξεις στα ρακόρ τα εξαρτήματα τοποθετήθηκαν στις θέσεις τους. Οι Εναλλάκτες Αέρα και ο συμπιεστής βιδώθηκαν για να είναι σταθερά. Επίσης μπήκαν και τα κύρια τμήματα της σωλήνωσης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

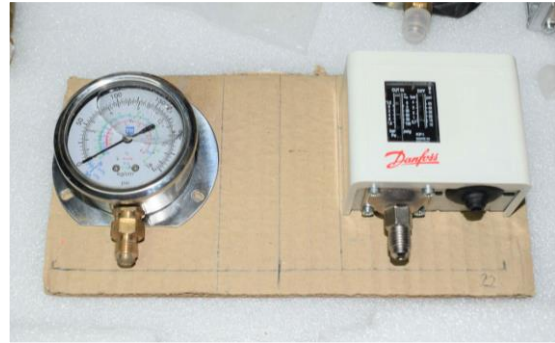


Εικόνα 2.35: Μετρήσεις και Υπολογισμοί για την Σωστή Θέση των Βάσεων



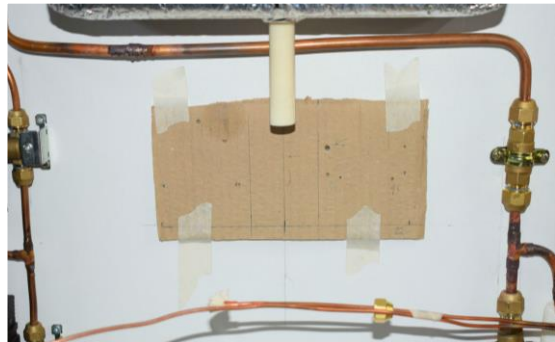
Εικόνα 2.36: Πρόσοψη Μηχανήματος με τα Κύρια Εξαρτήματα και Σωλήνωση

Το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθούν οι Πρεσσοστάτες και τα Μανόμετρα. Για την σωστή τοποθέτηση χρησιμοποιήθηκε ένα κομμάτι χαρτόνι στο οποίο έγιναν αντίστοιχες τρύπες με αυτές που έχουν τα εξαρτήματα για την στήριξή τους. Όπως φαίνεται στην εικόνα δεξιά τα εξαρτήματα τοποθετήθηκαν επάνω στο χαρτόνι ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους.



Εικόνα 2.37: Σημείωση Διαστάσεων στο Χαρτόνι

Εφόσον εξωτερικά τα εξαρτήματα Υψηλής Πίεσης είναι ίδια με αυτά της Χαμηλής Πίεσης το ίδιο χαρτόνι χρησιμοποιήθηκε και στις δύο πλευρές. Με τον τρόπο που φαίνεται στη δεξιά εικόνα έγιναν σημάδια με το μολύβι επάνω στη μελαμίνη που διευκόλυναν στην τοποθέτηση των εξαρτημάτων.



Εικόνα 2.38: Διαδικασία Σημείωσης Επάνω στην Μελαμίνη

Το τελικό στάδιο στη συνδεσμολογία όλων των εξαρτημάτων του Ψυκτικού Κυκλώματος, του Συμπυκνωτή Αέρα και του Εξατμιστή Αέρα ήταν ο έλεγχος για τυχόν απώλειες του κλειστού πλέον κυκλώματος. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα με την βοήθεια εξωτερικής αντλίας αφαιρέθηκε όλος ο αέρας μέσα από το κύκλωμα.



Εικόνα 2.39: Διαδικασία Δημιουργίας Κενού με Εξωτερική Αντλία

Μετά την δημιουργία του κενού (άντληση αέρα) από το κύκλωμα αυτό έμεινε για 24 ώρες έτσι ώστε εάν άλλαζαν οι πιέσεις στα μανόμετρα θα σήμαινε ότι υπήρχε κάπου μία διαρροή. Κατά την δημιουργία κενού οι Ηλεκτρομαγνητικές Βαλβίδες 1 και 2 είχαν ενεργοποιηθεί με εξωτερική τροφοδοσία ρεύματος ώστε να είναι ανοιχτές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη περίπτωση του κενού η ατμοσφαιρική πίεση είναι πολύ μεγαλύτερη και έχει παρατηρηθεί ότι μπορεί μία μικρή διαρροή να μην είναι φανερή καθώς η ατμόσφαιρα πιέζει το σημείο και κλείνει την τρύπα. Για αυτό το λόγο έλεγχος για διαρροή γίνεται και όταν το κύκλωμα είναι υπό πίεση από το υπάρχον ψυκτικό μέσο. Σε αυτή την περίπτωση το κύκλωμα έχει μεγάλη πίεση και έχει την τάση το ψυκτικό μέσο να βγει προς τα έξω με αποτέλεσμα τυχόν σημείο διαρροής να ανοίγει. Την διαρροή μπορούμε να την βρούμε με αρκετούς τρόπους αλλά οι πιο διαδεδομένη είναι με σαπουνάδα που βάζουμε στα σημεία που πιστεύουμε ότι μπορεί να υπάρχει διαρροή. Ένας άλλος τρόπος είναι με ειδικό υγρό το οποίο βάζουμε μέσα στο κύκλωμα το οποίο φωσφορίζει με υπεριώδη ακτινοβολία. Φορώντας ειδικά γυαλιά και ρίχνοντας με ειδικό φως υπεριώδη ακτινοβολία επάνω στα σημεία του κυκλώματος βλέπουμε εάν υπάρχει διαρροή.

Καθώς το Ψυκτικό Κύκλωμα με τους Εναλλάκτες Αέρα ήταν ολοκληρωμένο συμπληρώθηκε ψυκτικό μέσο R-134a και έγιναν μετρήσεις και δοκιμές να διαπιστωθεί ότι αυτό το τμήμα λειτουργούσε σωστά. Να σημειωθεί πως η τροφοδοσία ρεύματος γινόταν με εξωτερική συνδεσμολογία.

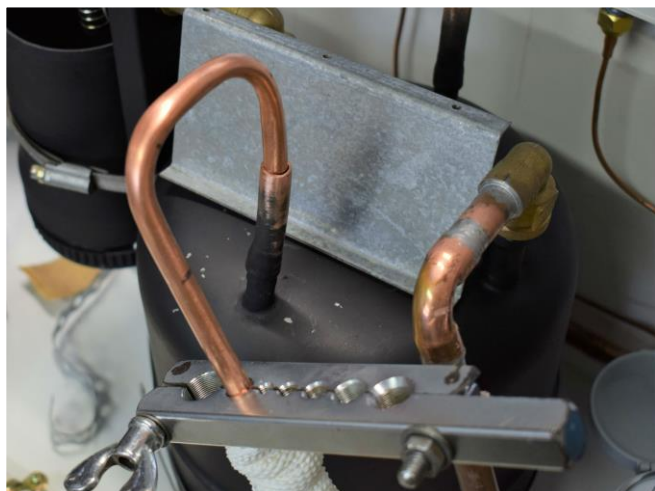
Όταν πλέον είχαν τοποθετηθεί οι υδρομετρητές και οι εναλλάκτες νερού κατασκευάστηκαν όπως αναφέρεται παρακάτω το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθούν

Για την τοποθέτηση του Συμπυκνωτή Νερού σημειώθηκε η θέση του επάνω στην μελαμίνη και στην συνέχεια έγιναν οι τρύπες. Ακριβώς το ίδιο έγινε και στην πλευρά του Εξατμιστή Νερού όπως φαίνεται και στην εικόνα δεξιά.



Εικόνα 2.40: Σημείο Τοποθέτησης Εξατμιστή Νερού

Η σύνδεση των εναλλακτών νερού έγινε με κόλληση των σωληνώσεων του ψυκτικού κυκλώματος καθώς επίσης και της παροχής νερού. Περαιτέρω ανάλυση αξίζει να γίνει στη σύνδεση του Εξατμιστή Νερού καθώς σε αυτόν τοποθετείτε και μία Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα. Αρχικά έγινε η σύνδεση με την παροχή του νερού και μετά κολλήθηκε ο σωλήνας εξόδου ψυκτικού μέσου (Εικόνα 2.41).



Εικόνα 2.41: Διαδικασία Κόλλησης Σωλήνα Εξόδου από Εξατμιστή Νερού

Το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθεί η Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα στην εισαγωγή ψυκτικού μέσου προς το δοχείο. Στερεώθηκε και ο Βολβός στην έξοδο από το δοχείο και τέλος μονώθηκε όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

Σημείωση

Στη παράγραφο 2.6 αναφέρεται γιατί δεν επιλέχθηκε τριχοειδές στον Εξατμιστή Νερού.



Εικόνα 2.42: Τοποθετημένη Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα



Εικόνα 2.43: Βολβός Τοποθετημένος πριν την Μόνωση

Μία παράληψη που έγινε ήταν η μόνωση του Εξατμιστή Νερού. Υπήρχε η πιθανότητα στα εξωτερικά τοιχώματα να δημιουργείται υγρασία καθώς θα πάγωνε η οποία στη συνέχεια θα έπεφτε επάνω στην μελαμίνη και αυτό θα είχε ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Έτσι έγινε μία προσπάθεια μόνωσης μετά την τοποθέτηση μονώνοντας τον πάτο με σπρέι πολυουρεθάνης και μετά εξωτερικά με το μονωτικό που χρησιμοποιήθηκε στον Εξατμιστή Αέρα. Στις εικόνες παρακάτω φαίνεται το αποτέλεσμα.



Εικόνα 2.44: Πολυουρεθάνη στον Πάτο του Δοχείου



Εικόνα 2.45: Μονωμένος Εξατμιστής Νερού

Το αποτέλεσμα μετά και την τοποθέτηση του Συμπυκνωτή και Εξατμιστή Νερού φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.46: Αριστερά Συμπυκνωτής Νερού - Δεξιά Εξατμιστής Νερού

Πριν το τελευταίο βήμα έγινε ξανά κενό στο κύκλωμα καθώς κατά την ένωση του Συμπυκνωτή και Εξατμιστή Νερού στις Βαλβίδες Αντεπιστροφής και στις Ηλεκτρομαγνητικές Βαλβίδες 3 και 4 αντίστοιχα εισήλθε αέρας.

Τέλος καθώς το δίκτυο ήταν σε κενό προστέθηκε το ειδικό Υγρό Διαρροών με μία ειδική συσκευή. Στη συνέχεια το Μηχάνημα ενεργοποιήθηκε και συνδέθηκε στη βαλβίδα που βρίσκεται επάνω στο Συμπιεστή εξωτερικό Μανόμετρο με μία φιάλη Ψυκτικού Μέσου R-134a τοποθετημένη επάνω σε μία ζυγαριά ακριβείας. Το Ψυκτικό Μέσο άρχισε να ρέει μέσα στο Ψυκτικό Κύκλωμα και μετά από μετρήσεις και ελέγχους των μανομέτρων για το σωστό αποτέλεσμα Πιέσεων και Θερμοκρασιών θεωρήθηκε πως τα 510 γραμμάρια που πήρε ήταν κατάλληλα.

2.5.2 Κατασκευή Συμπυκνωτών

2.5.2.1 Συμπυκνωτής Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Ο συγκεκριμένος Συμπυκνωτής δεν είχε κάποια ιδιαίτερη δυσκολία στην κατασκευή καθώς πρόκειται για έτοιμο στοιχείο (εναλλάκτης). Στο κύριο σώμα τοποθετήθηκε το πλέγμα όπου πάνω σε αυτό στερεώθηκε το μοτέρ – ανεμιστήρας και το φτερό. Το καλώδιο του μοτέρ δέθηκε με πλαστικούς σφικτήρες για να είναι σταθερό. Και στην πίσω πλευρά μπήκαν δυο μεταλλικές λάμες έτσι ώστε να δεθεί επάνω στην μελαμίνη.



Εικόνα 2.47: Μπροστά Όψη

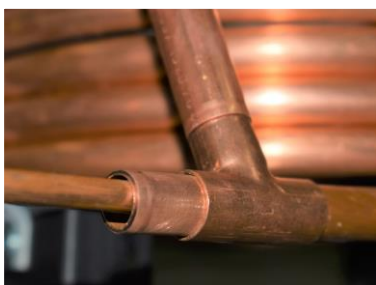


Εικόνα 2.48: Πίσω Όψη

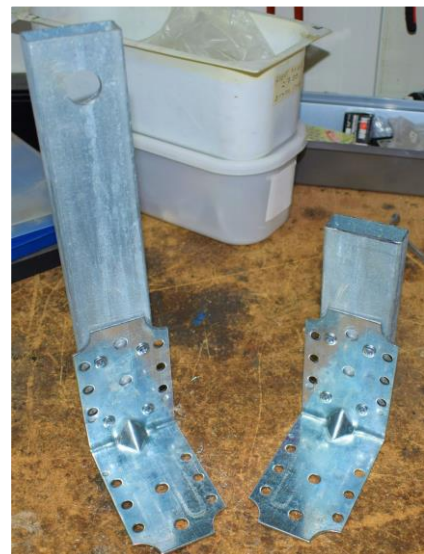
2.5.2.2 Συμπυκνωτής Διπλού Σωλήνα Αντιρροής

Ο συγκεκριμένος Συμπυκνωτής Νερού αποδείχθηκε τελικά σχετικά εύκολος στην κατασκευή του. Το πρώτο βήμα ήταν να κατασκευασθεί η Σερπαντίνα με τους δύο σωλήνες. Το μήκος τους είναι περίπου 530 cm και οι διαμέτροι είναι Εξωτερικά 3/8 in και Εσωτερικά 1/4 in. Για να γίνει αυτή η σερπαντίνα χρησιμοποιήθηκε μία φιάλη Ψυκτικού Μέσου στην οποία περιστράφηκε εξωτερικά της ο σωλήνας. Στις δύο άκρες μπήκε από ένα τάφ από όπου βγαίνει από την μία πλευρά η σωλήνα του Ψυκτικού Κυκλώματος και στην επάνω συνδέεται η σωλήνα του νερού (Εικόνα 2.49).

Στη συνέχεια κόπηκαν δύο μεταλλικά κομμάτια στραντζαριστού και βιδώθηκαν επάνω σε δύο μεταλλικές γωνίες (Εικόνα 2.50). Στο αριστερό κομμάτι της εικόνας έγινε τρύπα στην οποία μετά τοποθετήθηκε η βρύση από την οποία βγαίνει το ζεστό νερό. Τα κομμάτια αυτά βάφτηκαν με σπρέι μαύρου χρώματος



Εικόνα 2.49: Τάφ Σύνδεσης στα Άκρα της Σερπαντίνας



Εικόνα 2.50: Βάσεις Στήριξης Συμπυκνωτή Νερού

Η σερπαντίνα στερεώθηκε επάνω στα δύο αυτά μεταλλικά κομμάτια με μεταλλικό διάτρητο το οποίο έχει πλαστική επένδυση. Επίσης μεταξύ των μεταλλικών κομματιών και της σερπαντίνας μπήκαν δύο κομμάτια κοινής σαμπρέλας έτσι ώστε να μην υπάρχει τριβή καθώς επίσης και θόρυβος από κραδασμούς.



Εικόνα 2.51: Κομμάτια Σαμπρέλας



Εικόνα 2.52: Διάτρητο Συγκράτησης Σερπαντίνας

Το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθεί και να δεθεί η σερπαντίνα επάνω στις μεταλλικές βάσεις. Η βρύση βιδώθηκε επάνω σε έναν μαστό ο οποίος κολλήθηκε στην έξοδο του νερού από την σερπαντίνα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο ολοκληρωμένος πλέον εναλλάκτης.



Εικόνα 2.53: Ολοκληρωμένος Εναλλάκτης

Το τελευταίο βήμα ήταν να τοποθετηθεί επάνω στο Μηχάνημα στα σημεία που είχαν οριστεί. Αφού έγιναν και οι κολλήσεις με τις σωλήνες του Ψυκτικού Κυκλώματος και της παροχής νερού τοποθετήθηκε και το δοχείο συλλογής νερού. Το δοχείο αυτό όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 4 είναι φτιαγμένο από σωλήνα αποχέτευσης PVC Φ100 χιλιοστών και στερεώθηκε επάνω στην βάση με έναν μεγάλο μεταλλικό σφικτήρα. Το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.54: Τοποθετημένος Συμπυκνωτής Νερού

2.5.3 Κατασκευή Εξατμιστών

2.5.3.1 Κατασκευή Εξατμιστή Εξαναγκασμένη Κυκλοφορίας Αέρα

Αφού από τις πειραματικές δοκιμές αποδείχθηκε ότι ο εξατμιστής που επιλέχθηκε ήταν σωστός έπρεπε να φτιαχτεί ένα κουτί στο οποίο θα τοποθετούνταν αυτός και ο ανεμιστήρας. Το κουτί αυτό μπορούσε να θεωρηθεί ένας μικρός “ψυκτικός θάλαμος” και έπρεπε να έχει έξοδο για τις υγρασίες που θα δημιουργούσε ο ψυχρός αέρας.

Καθώς κάτι ανάλογο δεν υπήρχε στο εμπόριο έπρεπε να κατασκευαστεί. Για την κατασκευή του επιλέχθηκε ένα κομμάτι λαμαρίνας πάχους 1 mm από παλιό κανάλι εξαερισμού.



Εικόνα 2.55: Κομμάτι Λαμαρίνας



Εικόνα 2.56: Σχέδιο Διαμόρφωσης Λαμαρίνας

Η λαμαρίνα αυτή έπρεπε να υποστεί επεξεργασία για να πάρει την διπλανή μορφή. Για τον λόγο αυτόν κόπηκε σε διαστάσεις 2210 mm x 255 mm και στη συνέχεια επάνω στο κομμάτι αυτό σχεδιάστηκε το παραπάνω μπλε σχέδιο.



Εικόνα 2.57: Τελική Διαμόρφωση Λαμαρίνας

Αφού έγινε το σχέδιο με ειδικό ψαλίδι κόπηκαν διάφορα σημεία όπου χρειαζόταν. Για να γίνει η διαμόρφωση της λαμαρίνας το κατάλληλο εργαλείο θα ήταν μία Μηχανή Διαμόρφωσης Λαμαρίνας (Στράντζα). Αυτή όμως δεν ήταν διαθέσιμη. Για αυτό έγινε σφυρηλάτηση της λαμαρίνας όπως φαίνεται στην κάτω δεξιά εικόνα έτσι ώστε να πάρει την τελική μορφή.



Εικόνα 2.58: Κοπή Λαμαρίνας με Ειδικό Ψαλίδι



Εικόνα 2.59: Σφυρηλάτηση Λαμαρίνας για Διαμόρφωση της

Όταν πείρε την μορφή του κουτιού που είχε σχεδιαστεί, έγιναν τρύπες σε διάφορα σημεία έτσι ώστε να συγκρατηθεί και να δεθεί με πριτσίνια. Στη συνέχεια βάφτηκε με σπρέι μαύρου χρώματος και αφού έγινε τρύπα στον πάτο για να μπει ειδικό κομμάτι σωλήνας για να φεύγουν τα νερά μονώθηκε με το υλικό που αναφέρεται στο Κεφάλαιο 4.

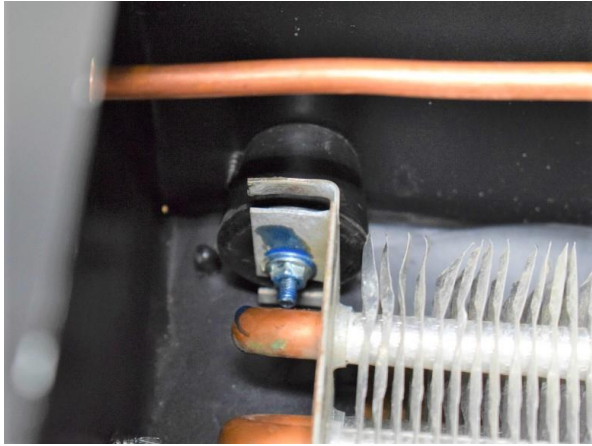


Εικόνα 2.60: Σφυρηλάτηση με Ειδικό Σφυρι για Διαμόρφωση της Τρύπας Αποχέτευσης



Εικόνα 2.61: Μόνωση του Πάτου για Στεγανοποίηση

Εφόσον όλες οι εργασίες για την κατασκευή του κουτιού τελείωσαν έπρεπε να τοποθετηθεί ο Εξατμιστής. Το πρώτο βήμα ήταν να κολληθούν οι σωληνώσεις καθώς και ο Τριχοειδής Σωλήνας. Για την τοποθέτηση του Εξατμιστή εσωτερικά του κουτιού έπρεπε να μπουκ στο επάνω και στο κάτω μέρος στηρίγματα συγκράτησης και να γίνουν οι δύο πλαϊνές τρύπες για να βγουν οι σωληνώσεις έξω. Περιμετρικά επίσης της πρόσοψης τοποθετήθηκαν βίδες για να συγκρατούν το πλεξιγκλάς με τον ανεμιστήρα.



Εικόνα 2.62: Βάσεις Στήριξης Εξατμιστή

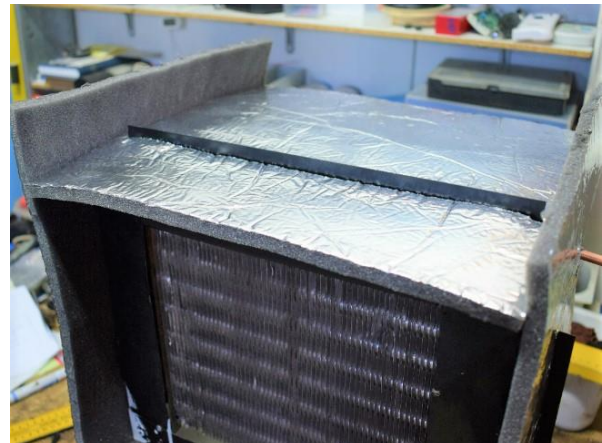


Εικόνα 2.63: Πρόσοψη χωρίς τον Ανεμιστήρα

Για την αποφυγή δημιουργίας υγρασίας στα εξωτερικά τοιχώματα του κουτιού χρησιμοποιήθηκε ειδικό μονωτικό. Αφού πάρθηκαν μετρήσεις και σημάδια έγιναν και οι κατάλληλες διεργασίες αυτό κολλήθηκε με βενζινόκολλα επάνω στο κουτί.

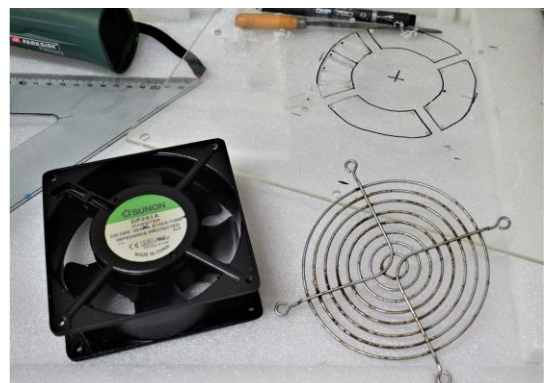


Εικόνα 2.64: Κοψίματα και Μετρήσεις στο Μονωτικό Υλικό



Εικόνα 2.65: Κολλημένο Μονωτικό επάνω στο Κουτί του Εξατμιστή

Στη συνέχεια το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθεί ο ανεμιστήρας επάνω στο πλεξιγκλάς. Το πλεξιγκλάς είναι από διάφανο σκληρό πλαστικό μπορεί όμως να σπάσει εύκολα. Γι' αυτό στο σημείο όπου τοποθετήθηκε ο ανεμιστήρας εκεί που αρχικά προοριζονταν να γίνουν τρύπες ώστε να περνάει ο αέρας, τελικά έγινε μία μεγάλη κυκλική και μπήκε ειδικό μεταλλικό πλέγμα.



Εικόνα 2.66: Ανεμιστήρας - Πλέγμα - Πλεξιγκλάς

Τέλος όπως και ο Συμπυκνωτής Αέρα έτσι και ο Εξατμιστής Αέρα συγκρατήθηκε στην πίσω μεριά του Μηχανήματος με ειδικές μεταλλικές λάμες που βιδώθηκαν επάνω στην μελαμίνη. Στην πρόσοψη για την ολοκλήρωση της εγκατάστασης η μόνωση του κουτιού κολλήθηκε σε διάφορα σημεία με ταινία αλουμινίου. Επίσης τοποθετήθηκε διάφανο λάστιχο ως αποχέτευση για τις υγρασίες το οποίο πηγαίνει μέσα στο δοχείο του Εξατμιστή Νερού και καταλήγει στην αποχέτευση. Το πλεξιγκλάς τοποθετήθηκε ακριβώς στις βίδες συγκράτησης και σταθεροποιήθηκε με παξιμάδια στα οποία μπήκε επίσης ειδική κόλλα για να μην μπορούν να ξεβιδωθούν εύκολα.



Εικόνα 2.67: Λάστιχο Αποχέτευσης για τις Υγρασίες



Εικόνα 2.68: Ολοκληρωμένος Εξατμιστής Αέρα

2.5.3.2 Κατασκευή Εξατμιστή Δοχείου με Σερπαντίνα

Η κατασκευή του Εξατμιστή Νερού ήταν εύκολη καθώς είναι έτοιμος ψύκτης νερού για συμπιεστή 1/3 του ίππου. Αν και όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην κατασκευή του Ψυκτικού Κυκλώματος ο Εξατμιστής Νερού μονώθηκε, βάφτηκε μαύρος με σπρέι. Η βάση στην οποία στηρίχτηκε είναι ίδιας κατασκευής με αυτή του Συμπυκνωτή Νερού με θέση επίσης για την βρύση. Να σημειωθεί πως πριν μονωθεί τοποθετήθηκε το δοχείο συλλογής νερών ίδιο με αυτό του Συμπυκνωτή Νερού.



Εικόνα 2.69: Δοχείο Εξατμιστή Νερού



Εικόνα 2.70: Βρύση Εξατμιστή Νερού

2.6 Προβλήματα – Αλλαγές

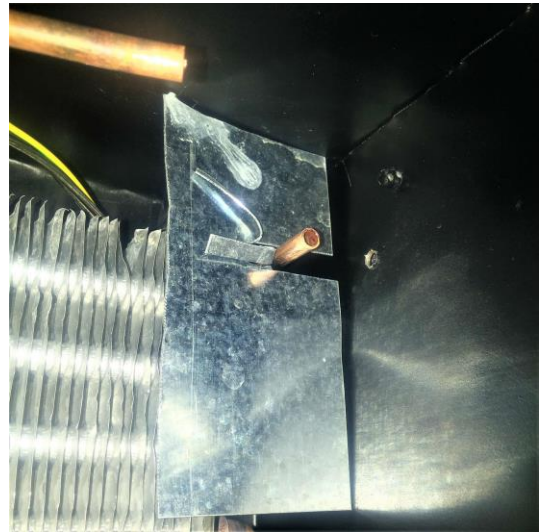
Όταν το Μηχάνημα άρχισε να λειτουργεί και για ένα χρονικό διάστημα τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των πιέσεων και των θερμοκρασιών ήταν λογικά και επιθυμητά. Κατά την διάρκεια που γινόταν η κατασκευή των Εναλλακτών Νερού και κάποια τμήματα της Ηλεκτρικής Εγκατάστασης ο καιρός άλλαξε και γινόταν ψυχρότερος. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αλλάξουν κατά πολύ τα φορτία στο Εξατμιστή Αέρα και λόγω του Τριχοειδούς Σωλήνα η απόδοση να μην είναι πλέον σωστή.

Αυτό το πρόβλημα οδήγησε στην αλλαγή του Τριχοειδούς Σωλήνα με Θερμοστατική Εκτονωτική Βαλβίδα. Καθώς το σύστημα θα δεχόταν μετά και τους Εναλλάκτες Νερού, ο Τριχοειδής Σωλήνας θα είχε παραπάνω προβλήματα. Οι Εκτονωτικές Βαλβίδες που επιλέχθηκαν είναι τύπου TN1 με οριφάις νούμερο 1.

Η διαδικασία αλλαγής του Τριχοειδούς σε Εκτονωτική Βαλβίδα ήταν δύσκολη και επίφοβη μην γίνει καμία ζημιά καθώς έγινε μέσα στο Κουτί του Εξατμιστή Αέρα. Η διαδικασία φαίνεται στις εικόνες παρακάτω.



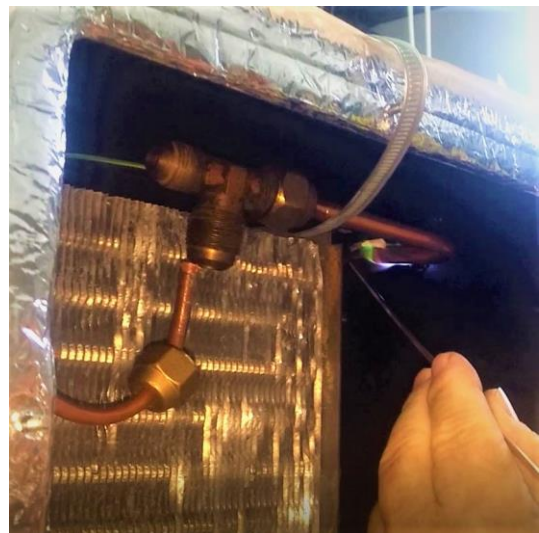
Εικόνα 2.71: Διαδικασία Εκχύλωσης για Σύνδεση της Βαλβίδας



Εικόνα 2.72: Προεργασία για Κόλληση Σωλήνας



Εικόνα 2.73: Τοποθέτηση Κομματιού Σωλήνας Προέκτασης



Εικόνα 2.74: Κόλληση με Οξυγονοκόλληση

Ένα άλλο θέμα που εμφανίστηκε και έπρεπε να γίνει αλλαγή ήταν θόρυβος στην Βαλβίδα Αντεπιστροφής μετά τον Εξατμιστή Αέρα. Η Βαλβίδα άρχισε να κάνει θόρυβο για άγνωστη στην αρχή αιτία. Στην αρχή θεωρήθηκε ότι ίσως ήταν λόγω της μορφής αερίου του Ψυκτικού Μέσου και επίσης λόγω των μεταβολών του. Για τους παραπάνω λόγους έγινε αφαίρεση και των δύο Βαλβίδων Αντεπιστροφής καθώς επίσης γιατί κρίθηκε πως δεν θα παρουσιαζόταν κάποια δυσλειτουργία τον Ψυκτικό Κύκλωμα.

Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα ο ίδιος παρουσιάστηκε και στην Βαλβίδα Αντεπιστροφής μετά τον Συμπυκνωτή Αέρα. Για το λόγο αυτό έγινε έρευνα και διαπιστώθηκε ότι οι συγκεκριμένες Βαλβίδες Αντεπιστροφής όταν τοποθετούνται κάθετα προς το έδαφος και με την ροή προς αυτό παρουσιάζουν αυτό τον θόρυβο. Αφού αυτό το θέμα δεν παρεμβάλλει την λειτουργίας της, αφέθηκε όπως ήταν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η Ηλεκτρική Εγκατάσταση της κατασκευής χωρίζεται σε δύο επιμέρους τμήματα. Το ένα τμήμα είναι αυτό του Αυτοματισμού, το οποίο δουλεύει σε χαμηλή τάση 5 έως 12 Volt. Το δεύτερο τμήμα είναι αυτό το οποίο είναι μετά τους ρελέδες του αυτοματισμού και το οποίο δουλεύει με τάση 220 Volt και θα αναφέρεται ως Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 Volt

Για λόγους καλύτερης κατανόησης θα γίνει πρώτα επεξήγηση του Αυτοματισμού και στη συνέχεια θα αναλυθεί η συνδεσμολογία των υπόλοιπων εξαρτημάτων του Ηλεκτρικού Κυκλώματος 220 Volt.

3.2 Αυτοματισμός

3.2.1 Σκοπός

Ο σκοπός του Αυτοματισμού στο Μηχάνημα είναι να θέσει σε λειτουργία όλα τα επιμέρους εξαρτήματα (συμπιεστής, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες κ.α.). Το ψυκτικό κύκλωμα και συγκεκριμένα το Μηχάνημα έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους όπως αναλύθηκε και στην Εισαγωγή. Μέσα από τον Αυτοματισμό ο χρήστης επιλέγει ένα από τα τέσσερα προγράμματα που θέλει να θέσει σε λειτουργία.

Για την κατασκευή του αυτοματισμού υπήρχαν τέσσερις επιλογές οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια:

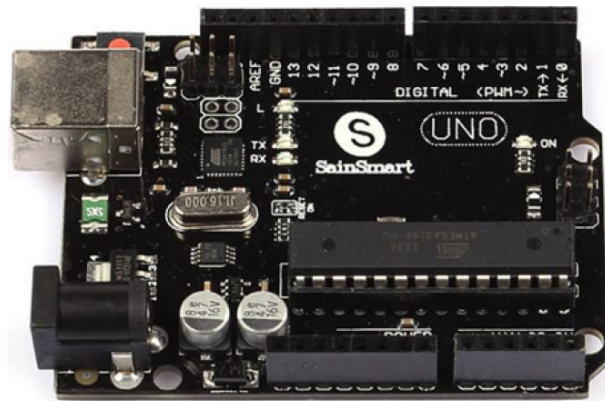
- Η πρώτη ήταν με απλούς διακόπτες επιλογής. Δηλαδή ο χρήστης κάθε φορά θα έπρεπε να κλείνει τους σωστούς διακόπτες ώστε να λειτουργεί σωστά το ψυκτικό κύκλωμα. Αυτή η λύση ήταν επίφοβη για δύο λόγους, ο ένας ήταν ότι ο χρήστης μπορεί να έκλεινε για παράδειγμα μόνο τους διακόπτες της πλευράς Υψηλής Πίεσης και ο δεύτερος ότι θα μπορούσε να έκανε συνεχείς αλλαγές χωρίς καθυστέρηση με αποτέλεσμα να προκαλούταν ζημιά στο ψυκτικό κύκλωμα και τα εξαρτήματά του.
- Η δεύτερη επιλογή ήταν με τέσσερις διακόπτες με μηχανισμό ο οποίος θα έθετε μόνο ένα πρόγραμμα σε λειτουργία κάθε φορά. Τέτοιοι διακόπτες είναι δύσκολο να βρεθούν, η εναλλαγή των προγραμμάτων θα μπορούσε να γίνει μόνο με την σειρά και δεν θα υπήρχε χρονική καθυστέρηση στις εναλλαγές. Αυτό σήμαινε πως θα χρειαζόντουσαν ρελέδες με χρονοκαθυστέρηση (time delay relay) γεγονός που ανέβαζε πολύ το κόστος.
- Η τρίτη επιλογή ήταν με τέσσερις απλούς διακόπτες όπου σε συνδυασμό με ρελέδες με χρονοκαθυστέρηση θα γινόταν επιλογή του κάθε προγράμματος. Αυτό σήμαινε μία πολύπλοκη συνδεσμολογία μεταξύ διακοπών και ρελέδων.
- Η τέταρτη επιλογή ήταν η χρήση της πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα Arduino. Αυτή η επιλογή είναι και η καλύτερη καθώς παρέχει αυτό που δεν παρείχαν οι άλλες. Χαμηλό κόστος κατασκευής, απλή σχετικά συνδεσμολογία και άπειρες επιλογές στη λειτουργία των προγραμμάτων. Συγκεκριμένα επιλέγοντας να γίνει χρήση Arduino έριξε το κόστος του αυτοματισμού κατά 50%. Επίσης προστέθηκε οθόνη υγρών κρυστάλλων με ενδείξεις κατά την λειτουργία, πράγμα που στις άλλες επιλογές ήταν αδύνατο.

3.2.2 Θεωρία

3.2.2.1 Arduino

Το Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή (τσιπάκι) ενσωματωμένο σε μία μητρική πλακέτα. Μπορεί και διαβάζει κάποιες εισόδους και δίνει κάποιες εξόδους. Είναι Ανοικτού Κώδικα και προγραμματίζεται μέσω της γλώσσας προγραμματισμού C++ έτσι είναι δυνατόν η χρήση του σε πολλές εφαρμογές

Η λογική του Arduino είναι πως υπάρχουν επαφές από τις οποίες κάποιες είναι είσοδοι (INPUTS) και κάποιες εξοδοί (OUTPUTS). Κάποιες δέχονται και δίνουν ψηφιακά ηλεκτρικά σήματα και κάποιες αναλογικά. Υπάρχουν διαφορές στις επαφές και τις δυνατότητες ανάλογα με τον τύπο πλακέτας (BOARD) που επιλέγουμε. Στον Αυτοματισμό του Μηχανήματος έγινε επιλογή της UNO η οποία έχει 14 ψηφιακές και 6 αναλογικές.

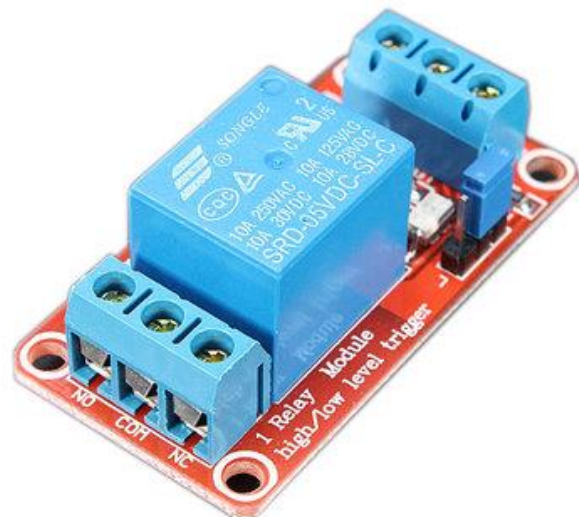


Εικόνα 3.1: Πλακέτα Arduino UNO

3.2.2.2 Ρελέδες (Ηλεκτρονόμοι)

Ο ρελές (ηλεκτρονόμος – relay) είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης ο οποίος ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Ένας ρελές αποτελείται από το πηνίο και από έναν σπλισμό με μία κινούμενη επαφή. Όταν το πηνίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα αυτό έλκει τον σπλισμό και έτσι η κινούμενη επαφή συνδέεται με μία σταθερή επαφή. Όταν το πηνίο δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα τότε ο σπλισμός βρίσκεται στην φυσιολογική του κατάσταση και εφάπτεται με μία άλλη σταθερή επαφή. Οι επαφές αυτές μπορούν να έχουν διαφορετική τάση καθώς δεν έρχονται σε επαφή με το κύκλωμα που ενεργοποιεί το πηνίο.

Στην περίπτωση του αυτοματισμού η εντολή, δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο μαγνητίζει τον σπλισμό ενεργοποιείται από την πλακέτα Arduino. Στην συνέχεια σπλιζεται ο εκάστοτε ρελές και ενεργοποιεί το εξάρτημα το οποίο είναι μέρος του Ηλεκτρικού Κυκλώματος 220 Volt.



Εικόνα 3.2: Ρελές επάνω σε Πλακέτα

3.2.2.3 Οθόνη υγρών κρυστάλλων

Η τεχνολογία της οθόνης υγρών κρυστάλλων (LCD) έχει χρησιμοποιηθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια στις συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινά (τηλεοράσεις, κινητά τηλέφωνα, κ.α.). Το αποτέλεσμα αυτής της μαζικής παραγωγής είναι να έχει πολύ χαμηλό κόστος η αγορά μίας απλής LCD οθόνης.

Για τον αυτοματισμό επιλέχθηκε μία οθόνη υγρών κρυστάλλων με 4 οριζόντιες γραμμές με 20 χαρακτήρες κάθε γραμμή. Ο οπίσθιος φωτισμός είναι μπλε χρώματος μέσω ενσωματωμένης λυχνίας LED. Για τον προγραμματισμό της χρειάστηκαν να φορτωθούν δύο βιβλιοθήκες (libraries) στον κώδικα λειτουργίας ο οποίος παρατίθεται παρακάτω.



Εικόνα 3.3: Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων LCD

3.2.2.4 Τροφοδοτικό

Το τροφοδοτικό είναι υπεύθυνο να τροφοδοτήσει μόνο το κύκλωμα της χαμηλής τάσης, δηλαδή το Arduino, τους ρελέδες, την οθόνη και τους διακόπτες.

Επιλέχθηκε ένα τροφοδοτικό με τάση εξόδου 12 Volt και ρεύμα 3 Ampere. Η τροφοδοσία του γίνεται με τάση 220 Volt.



Εικόνα 3.4: Τροφοδοτικό AC 220 V to DC 12 V

3.2.2.5 Κλέμες

Οι κλέμες είναι ένα υλικό το οποίο χρησιμοποιείται συχνά στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Σκοπός της κλέμας είναι η ένωση δύο αγωγών – καλωδίων με βίδες συγκράτησης.

Χρησιμοποιήθηκαν τρεις κλεμοσειρές, μία για την ένωση με το τροφοδοτικό, μία για την ένωση επιμέρους εξαρτημάτων και μία για την σύνδεση με το Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 Volt.



Εικόνα 3.5: Κλεμοσειρά

3.2.2.6 Καλώδια

Τα καλώδια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την συνδεσμολογία είναι πάχους 0,5 χιλιοστών και διαφόρων χρωμάτων.

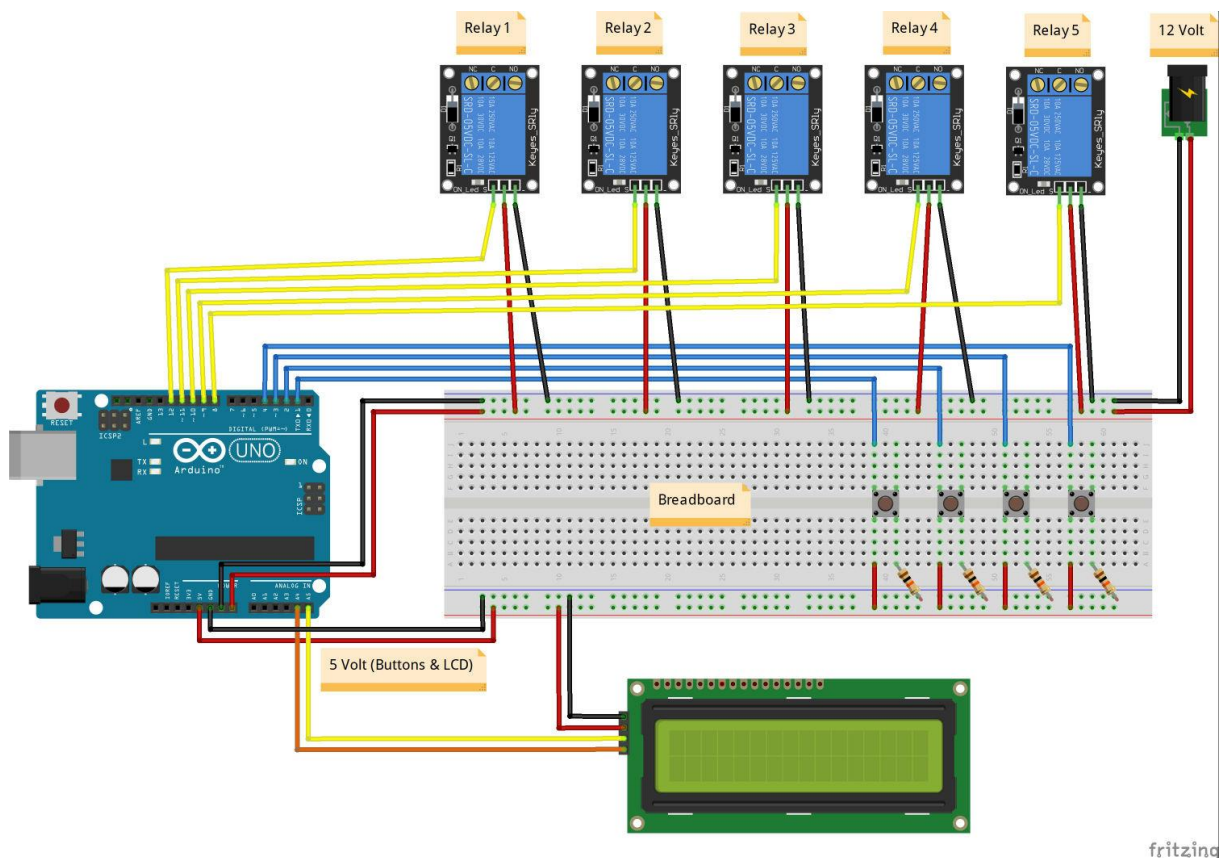
3.2.3 Σχεδιασμός

3.2.3.1 Σχεδιασμός Συνδεσμολογίας

Πριν την κατασκευή του αυτοματισμού έπρεπε να γίνει το ηλεκτρικό σχεδιάγραμμα. Για την εύκολη απεικόνιση του σχεδιαγράμματος επιλέχθηκε το πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα Fritzing.

Το Fritzing είναι ένα πρόγραμμα αυτοματοποιημένου ηλεκτρονικού σχεδιασμού (Electronic Design Automation (EDA)). Το πρόγραμμα έχει πολλές δυνατότητες και για την πτυχιακή έγινε χρήση της εικονικής σχεδίασης. Στην εικονική σχεδίαση ο χρήστης επιλέγει έτοιμα εξαρτήματα από μία λίστα και τα τοποθετεί και τα συνδέει όπως επιθυμεί.

Παρακάτω παρατίθεται το σχέδιο στο οποίο τα εξαρτήματα είναι σωστά συνδεδεμένα έτσι ώστε να λειτουργούν όπως απαιτεί ο συγκεκριμένος αυτοματισμός. Οι Ρελέδες και η πλακέτα παίρνουν τάση 12 Volt απευθείας από τον μετασχηματιστή. Οι Διακόπτες και η Οθόνη παίρνουν τάση 5 Volt από την πλακέτα Arduino. Τα κίτρινα καλώδια (OUTPUT) δίνουν LOW ή HIGH τάση στον κάθε Ρελέ ξεχωριστά έτσι ώστε αυτός να οπλίσει. Τα μπλε καλώδια (INPUT) δίνουν στο Arduino την διαφορά τάσης που δημιουργείται όταν κάποιος Διακόπτης (Button) πατηθεί. Η Οθόνη LCD εκτός από την τάση 5 Volt είναι συνδεδεμένη με τις αναλογικές θύρες A4 και A5 οι οποίες μέσα από μία βιβλιοθήκη κώδικα που ενσωματώνεται μέσα στον κύριο κώδικα δίνουν τα κατάλληλα σήματα έτσι ώστε να αποτυπώνονται τα μηνύματα επάνω σε αυτήν.

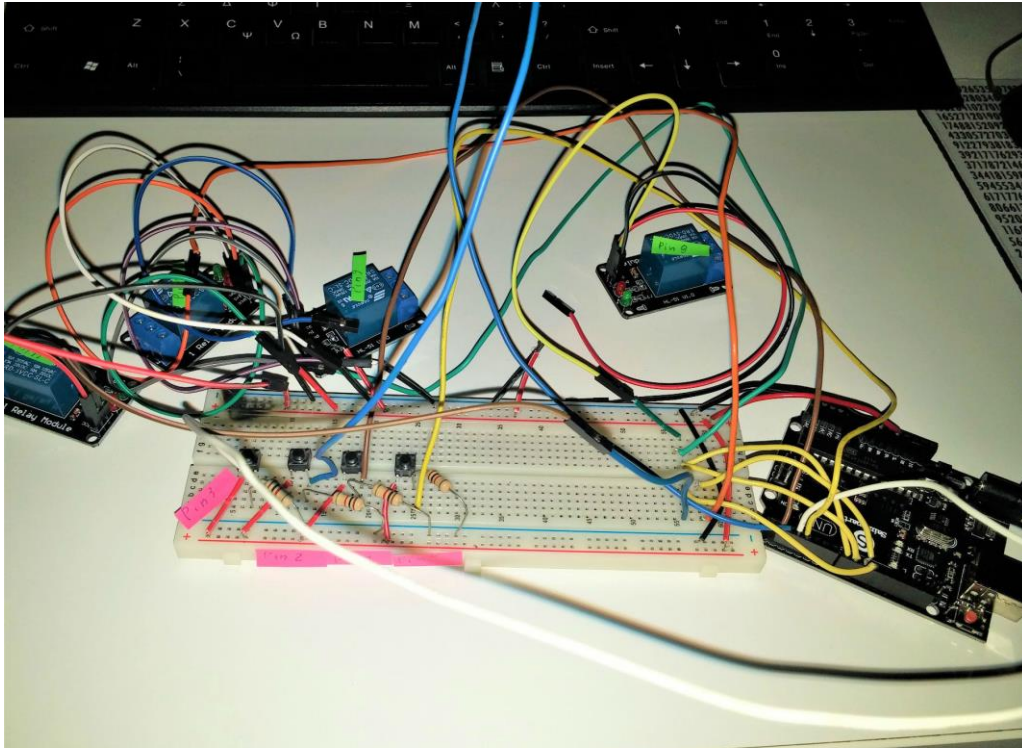


Εικόνα 3.6: Εικονική Απεικόνιση της Συνδεσμολογίας του Αυτοματισμού

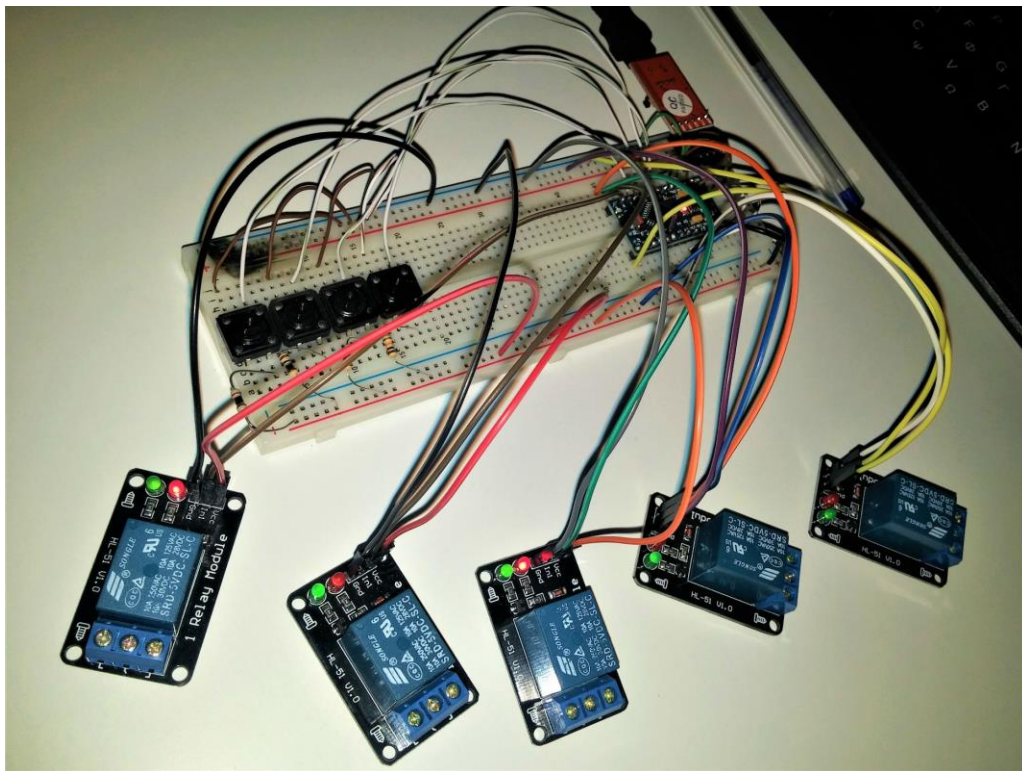
Να σημειωθεί ότι τα χρώματα των καλωδίων και ο τρόπος συνδεσμολογίας διαφέρει από την πραγματική κατασκευή. Σκοπός της παραπάνω εικόνας είναι να γίνει κατανοητή η συνδεσμολογία.

3.2.3.2 Πειραματικές Δοκιμές

Για να εξακριβωθεί ότι η συνδεσμολογίες μεταξύ των εξαρτημάτων λειτουργούσαν και ήταν σωστές έγιναν πολλές δοκιμές καθώς και πολλές αλλαγές στον Κώδικα. Μερικές φωτογραφίες φαίνονται παρακάτω.



Εικόνα 3.7: Πειραματική Δοκιμή 1



Εικόνα 3.8: Πειραματική Δοκιμή 2

3.2.3.3 Προγραμματισμός

Ο προγραμματισμός έγινε με την απλή και γνωστή εντολή “If... Then...” η οποία διαβάζει μία κατάσταση και στη συνέχεια εάν ισχύει ο όρος της συνθήκης εκτελεί αυτό που αναγράφεται μετά το Then.

Στη περίπτωση του συγκεκριμένου αυτοματισμού η συνθήκη της If ελέγχει εάν η είσοδος από το Button είναι LOW και στη συνέχεια εκτελεί το αντίστοιχο πρόγραμμα λειτουργίας. Δηλαδή δείχνει κάποια μηνύματα στην οθόνη και ενεργοποιεί τους αντίστοιχους ρελέδες. Στην αρχή του κώδικα έχουν προστεθεί οι αντίστοιχες βιβλιοθήκες, έχουν ορισθεί οι Σταθερές και έχει γραφτεί και ένα μήνυμα το οποίο εμφανίζεται κατά την εκκίνηση του Μηχανήματος. Ο προγραμματισμός έγινε μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον του Arduino IDE και φορτώθηκε στην πλακέτα μέσω καλωδίου USB.

```
// Code By Dimitris Kosmogiannis //  
// Mechanical Enginner //  
// Thesis - 2017 //  
  
// ---- Libraries ----//  
#include <Wire.h>  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
  
// ---- Variables ---- //  
#define RELAY_ON 1  
#define RELAY_OFF 0  
#define Relay_1 8  
#define Relay_2 9  
#define Relay_3 10  
#define Relay_4 11  
#define Relay_5 12  
const int Button1 = 3;  
const int Button2 = 4;  
const int Button3 = 5;  
const int Button4 = 6;  
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
```

```

// ---- Setup ---- //
void setup() {
    digitalWrite(Relay_1, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_2, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_3, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_4, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_5, RELAY_OFF);

    pinMode(Button1, INPUT);
    pinMode(Button2, INPUT);
    pinMode(Button3, INPUT);
    pinMode(Button4, INPUT);
    pinMode(Relay_1, OUTPUT);
    pinMode(Relay_2, OUTPUT);
    pinMode(Relay_3, OUTPUT);
    pinMode(Relay_4, OUTPUT);
    pinMode(Relay_5, OUTPUT);

// ---- Opening Messege ---- //
    lcd.begin(20, 4);
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print("POWER ON");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2, 0);
    lcd.print("PTIXIAKI ERGASIA");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("TOY");
    delay(1000);

```

```
lcd.setCursor(0, 2);  
  lcd.print("KOSMOGIANNI DIMITRI");  
  delay(2000);  
  lcd.clear();  
lcd.setCursor(6, 1);  
  lcd.print("ME THEMA");  
  delay(2000);  
  lcd.clear();  
lcd.setCursor(0, 0);  
  lcd.print("MELETI KAI KATASKEVI");  
  delay(1000);  
  lcd.setCursor(0, 1);  
  lcd.print("ANTLIAS THERMOTITAS");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(3, 2);  
  lcd.print("ME DYNATOTITA");  
  delay(1000);  
  lcd.setCursor(5, 3);  
  lcd.print("ANTALLAGIS");  
  delay(1000);  
lcd.clear();  
  lcd.setCursor(5, 0);  
  lcd.print("THERMOTITAS");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(4, 1);  
  lcd.print("EITE ME NERO");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(4, 2);  
  lcd.print("EITE ME AERA");
```

```

    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(5, 0);
    lcd.print("YPEYTHINOS");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print("KATHIGITIS");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(1, 2);
    lcd.print("KALOGIROY IOANNIS");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("ANTLIA ETOIMH");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("PATISTE ENA APO");
    lcd.setCursor(2, 3);
    lcd.print("TA 4 PROGRAMMATA");
}

void loop() {
    int Button_1_State, Button_2_State, Button_3_State, Button_4_State;
    Button_1_State = digitalRead(Button1);
    Button_2_State = digitalRead(Button2);
    Button_3_State = digitalRead(Button3);
    Button_4_State = digitalRead(Button4);
}

```



```

if (Button_1_State == LOW)
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4, 0);
  lcd.print("PROGRAMMA 1");
  lcd.setCursor(4, 1);
  lcd.print("AERA - AERA");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(1, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(2, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(3, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
  lcd.setCursor(4, 2);
  lcd.print("#");
  lcd.setCursor(1, 3);
  lcd.print("MAGNITIKI 1 ( ON )");
  digitalWrite(Relay_1, RELAY_ON);
  delay(1000);
  lcd.setCursor(5, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
}

```

```
lcd.setCursor(6, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(7, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(8, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(9, 2);  
  lcd.print("#");  
lcd.setCursor(0,3);  
  lcd.print("          ");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(10, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(11, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(12, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(13, 2);  
  lcd.print("#");  
  delay(1000);  
lcd.setCursor(14, 2);  
  lcd.print("#");  
lcd.setCursor(1, 3);
```

```

    lcd.print("MAGNITIKI 2 ( ON )");
    digitalWrite(Relay_5, RELAY_ON);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(15, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(16, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(17, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(18, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("                ");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(19, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("COMPRESSOR  ( ON )");
    digitalWrite(Relay_3, RELAY_ON);
    delay(5000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SYMPIKNOSI  EKTONOSI");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("    ME        ME  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("    AERA        AERA ");

```

```

    digitalWrite(Relay_2, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_4, RELAY_OFF);
}

else if (Button_2_State == LOW)
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("PROGRAMMA 2");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("AERA - NERO");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(1, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(4, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(1, 3);
    lcd.print("MAGNITIKI 1 ( ON )");
    digitalWrite(Relay_1, RELAY_ON);
}

```

```
    delay(1000);
lcd.setCursor(5, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(6, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(7, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(8, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(9, 2);
    lcd.print("#");
lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("                ");
    delay(1000);
lcd.setCursor(10, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(11, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(12, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(13, 2);
    lcd.print("#");
```



```

    delay(1000);
    lcd.setCursor(14, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(1, 3);
    lcd.print("MAGNITIKI 4 ( ON )");
    digitalWrite(Relay_4, RELAY_ON);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(15, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(16, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(17, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(18, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("                ");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(19, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("COMPRESSOR  ( ON )");
    digitalWrite(Relay_3, RELAY_ON);
    delay(5000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SYMPIKNOSI  EKTONOSI");

```

```

lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("    ME        ME  ");
lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("  AERA        NERO ");
  digitalWrite(Relay_2, RELAY_OFF);
  digitalWrite(Relay_5, RELAY_OFF);
  }

else if (Button_3_State == LOW)
  {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("PROGRAMMA 3");
  lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("NERO - AERA");
    delay(1000);
  lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
  lcd.setCursor(1, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
  lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
  lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
  lcd.setCursor(4, 2);

```

```

    lcd.print("#");
lcd.setCursor(1, 3);
    lcd.print("MAGNITIKI 3 ( ON )");
    digitalWrite(Relay_2, RELAY_ON);
    delay(1000);
lcd.setCursor(5, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(6, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(7, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(8, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(9, 2);
    lcd.print("#");
lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("                ");
    delay(1000);
lcd.setCursor(10, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(11, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
lcd.setCursor(12, 2);

```

```

    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(13, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(14, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(1, 3);
    lcd.print("MAGNITIKI 2 ( ON )");
    digitalWrite(Relay_5, RELAY_ON);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(15, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(16, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(17, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(18, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("                ");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(19, 2);
    lcd.print("#");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("COMPRESSOR ( ON )");

```



```

    digitalWrite(Relay_3, RELAY_ON);
    delay(5000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SYMPIKNOSI  EKTONOSI");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("    ME          ME  ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("    NERO          AERA ");
    digitalWrite(Relay_1, RELAY_OFF);
    digitalWrite(Relay_4, RELAY_OFF);
    }

else if (Button_4_State == LOW)
    {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("PROGRAMMA 4");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("NERO - NERO");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(1, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("#");
    delay(1000);

```

```

lcd.setCursor(3, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(4, 2);
  lcd.print("#");
lcd.setCursor(1, 3);
  lcd.print("MAGNITIKI 3 ( ON )");
  digitalWrite(Relay_2, RELAY_ON);
  delay(1000);
lcd.setCursor(5, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(6, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(7, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(8, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(9, 2);
  lcd.print("#");
lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("                ");
  delay(1000);
lcd.setCursor(10, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);

```

```

lcd.setCursor(11, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(12, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(13, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(14, 2);
  lcd.print("#");
lcd.setCursor(1, 3);
  lcd.print("MAGNITIKI 4 ( ON )");
  digitalWrite(Relay_4, RELAY_ON);
  delay(1000);
lcd.setCursor(15, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(16, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(17, 2);
  lcd.print("#");
  delay(1000);
lcd.setCursor(18, 2);
  lcd.print("#");
lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("                ");
  delay(1000);

```

```

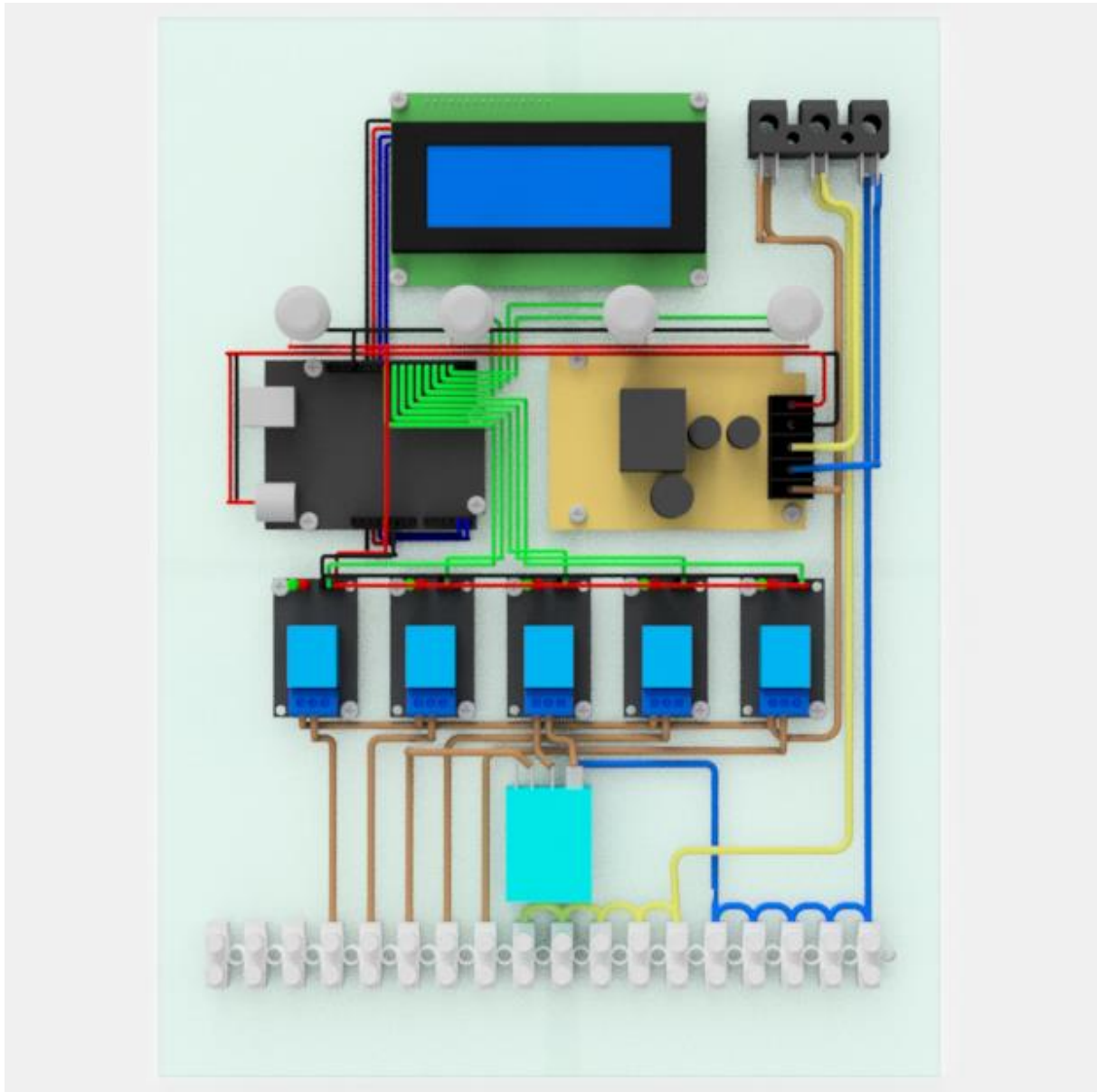
lcd.setCursor(19, 2);
  lcd.print("#");
lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("COMPRESSOR ( ON )");
  digitalWrite(Relay_3, RELAY_ON);
  delay(5000);
lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SYMPIKNOSI EKTONOSI");
lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print(" ME ME ");
lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print(" NERO NERO ");
  digitalWrite(Relay_1, RELAY_OFF);
  digitalWrite(Relay_5, RELAY_OFF);
  }
}

```


3.2.3.4 Σχεδιασμός Πίνακα

Για να τοποθετηθεί ο Αυτοματισμός επάνω στο μηχάνημα σωστά έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να πατήσει τους διακόπτες και να διαβάσει την οθόνη έπρεπε να γίνει ένα σχέδιο. Στόχος ήταν όλα τα εξαρτήματα να είναι μαζεμένα σε ένα σημείο και εμφανή. Έτσι επιλέχθηκε να γίνει χρήση διάφανου πλεξιγκλάς όπου σε αυτό θα τοποθετούνταν όλα τα εξαρτήματα και στη συνέχεια θα κατασκευαζόταν ένας πίνακας.

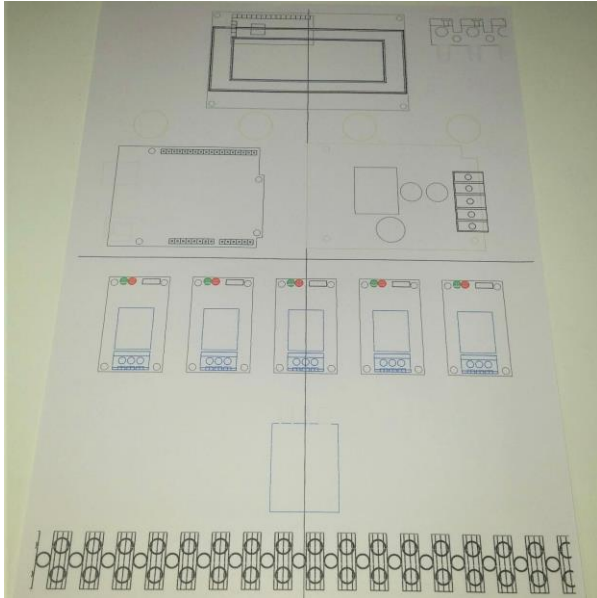
Έγινε ακριβής μέτρηση όλων των εξαρτημάτων και στη συνέχεια σχεδιάστηκαν όλα στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Fusion 360. Παρακάτω φαίνεται το τελικό 3D σχέδιο.



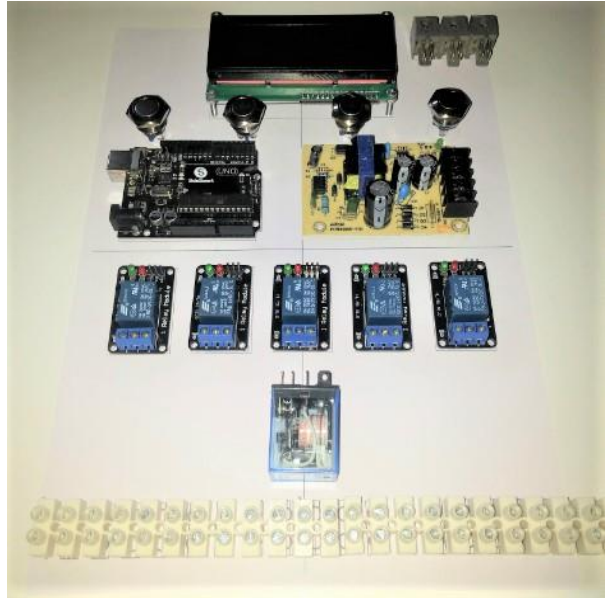
Εικόνα 3.9: 3D Σχεδίαση του Πίνακα Αυτοματισμού μαζί με τα Εξαρτήματα και τις Καλωδιώσεις

3.2.4 Κατασκευή

Με τη βοήθεια του σχεδίου εκτυπώθηκε σε χαρτί A4 ένα σχέδιο δύο διαστάσεων με τα εξαρτήματα και τις θέσεις τους όπως φαίνεται στην εικόνα. Στην εικόνα κάτω δεξιά επίσης φαίνεται ένας έκτος ρελές. Αυτός ο ρελές τοποθετήθηκε αργότερα καθώς θεωρήθηκε ίσως ο μικρός ρελές να μην άντεχε τα φορτία από το ρεύμα του συμπιεστή ο οποίος κατά την εκκίνηση του τραβάει παραπάνω Amperes. Αυτός ο ρελές συνδέθηκε σε σειρά με τον προηγούμενο.



Εικόνα 3.10: 2D Σχέδιο Αυτοματισμού

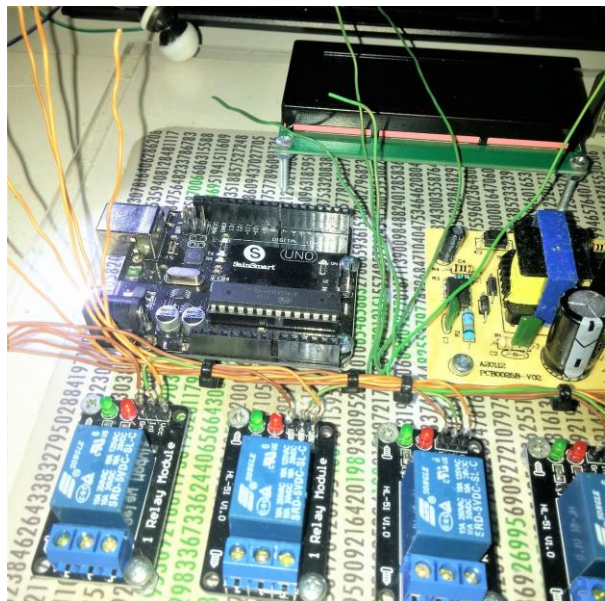


Εικόνα 3.11: Ακριβής τοποθέτηση Εξαρτημάτων επάνω στο Σχέδιο

Το χαρτί αυτό στη συνέχεια κολλήθηκε επάνω στο πλεξιγκλάς και στα σημεία όπου θα έμπαιναν οι βίδες έγιναν τρύπες. Αφού βιδώθηκαν όλα τα εξαρτήματα έγινε η σύνδεση των καλωδίων. Έγιναν μερικές κολλήσεις και συγκρατήθηκαν όλα με πλαστικούς σφικτήρες.

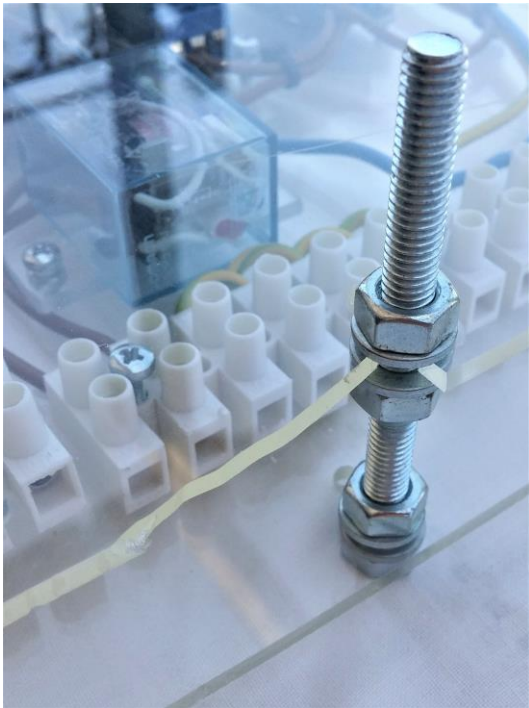


Εικόνα 3.12: 2D Σχέδιο επάνω στο Πλεξιγκλάς

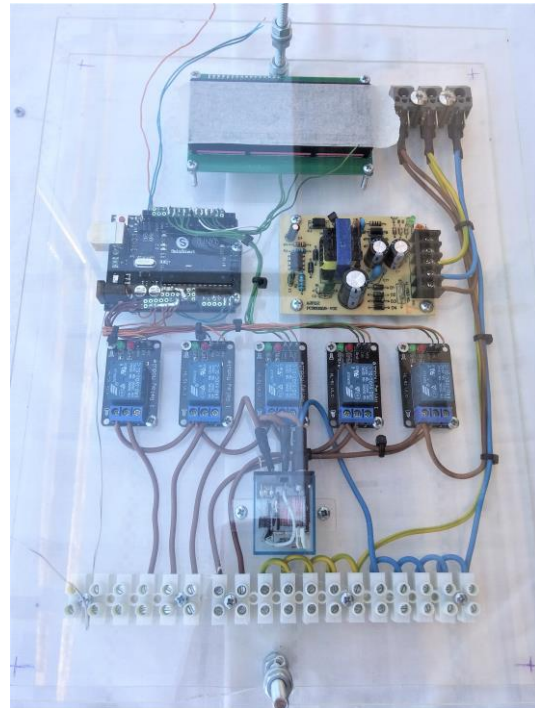


Εικόνα 3.13: Μερική Συνδεσμολογία Εξαρτημάτων

Το επόμενο βήμα ήταν να τοποθετηθεί η πρόσοψη με τους διακόπτες. Οι τρύπες για τις θέσεις των διακοπών έγιναν με τον ίδιο τρόπο όπως για τα προηγούμενα εξαρτήματα. Αφού τοποθετήθηκαν η διακόπτες και έγινε η συνδεσμολογία τους για την συγκράτηση των δύο κομματιών τοποθετήθηκαν δύο μακριές βίδες στην πάνω και κάτω πλευρά αντίστοιχα. Η αρχική σκέψη για την τοποθέτηση επάνω στο μηχάνημα ήταν διαφορετική από αυτή που τελικά έγινε στο τέλος. Επίσης κατά την διάρκεια έσπασε ένα κομμάτι όπως φαίνεται στην κάτω αριστερή εικόνα.



Εικόνα 3.14: Σπάσιμο στο Σημείο Συγκράτησης



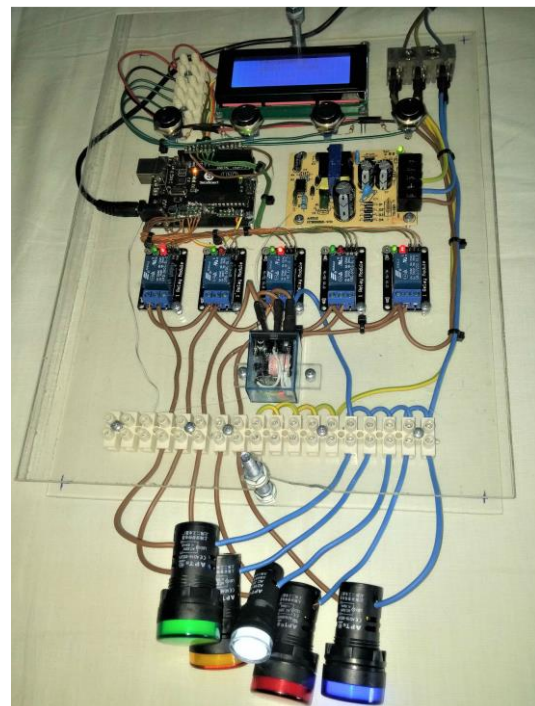
Εικόνα 3.15: Αυτοματισμός χωρίς τους Διακόπτες

Μετά την ολοκλήρωση του πίνακα Αυτοματισμού συνδέθηκαν στην κάτω κλέμα πέντε λυχνίες LED τάσης 220 Volt. Αφού ενεργοποιήθηκε ο αυτοματισμός όλα λειτουργούσαν όπως ήταν σχεδιασμένα και τα LED αντιπροσώπευαν τα εξαρτήματα του ψυκτικού κυκλώματος (Εικόνα 3.16).

Σημείωση

Κατά την διάρκεια κατασκευής του Μηχανήματος και συγκεκριμένα του Αυτοματισμού χρειάστηκε να γίνουν κάποιες αλλαγές οι οποίες αναφέρονται παρακάτω στη Παράγραφο 3.4. Τα επόμενα βήματα κατασκευής είναι με τις αλλαγές αυτές.

Το επόμενο βήμα ήταν να κατασκευαστεί μία βάση μέσα στην οποία θα έμπαινε ο Αυτοματισμός και θα βιδωνόταν στη πρόσοψη του μηχανήματος. Η βάση αυτή ήταν απλή στην κατασκευή της και αποτελείται από τέσσερα κομμάτια άσπρης μελαμίνης. Τα κομμάτια αυτά κάνουν ένα πλαίσιο και μέσα σε αυτό μπαίνουν συρταρωτά τα δύο κομμάτια πλεξιγκλάς. Πίσω το ένα με τα εξαρτήματα και μπροστά το κομμάτι με τους Διακόπτες.

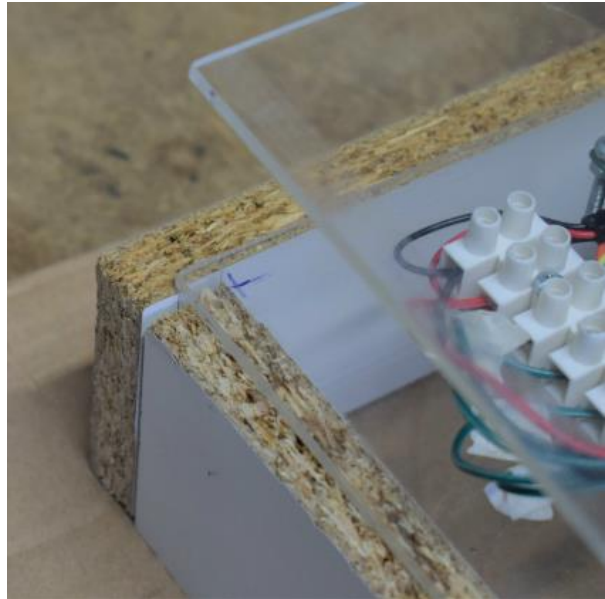


Εικόνα 3.16: Αυτοματισμός σε Δοκιμαστική Λειτουργία

Αρχικά κόπηκαν τα τέσσερα κομμάτια αφού πάρθηκαν οι σωστές διαστάσεις. Έπειτα υπολογίστηκε πόσο βαθιά έπρεπε να χαραχτούν τα σημεία που θα έμπαιναν συρταρωτά τα δύο κομμάτια πλεξιγκλάς.



Εικόνα 3.17: Μελαμίνες Πλαισίου

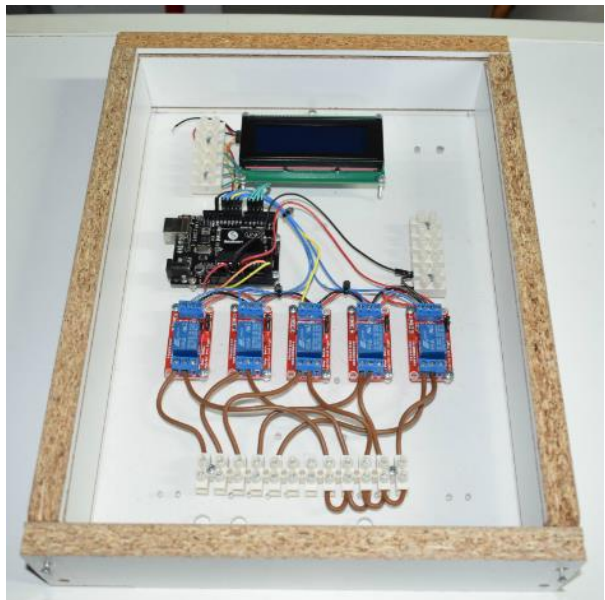


Εικόνα 3.18: Υπολογισμός Βάθους Χάραξης

Αφού χαραχτηκαν, ενώθηκαν με λίγη ξυλόκολλα και βίδες. Για την τοποθέτηση στο σωστό σημείο επάνω στο Μηχάνημα σημειώθηκαν τα σημεία και έγιναν τρύπες επάνω στην κάθετη επιφάνεια μελαμίνης ανάμεσα στον Συμπυκνωτή και Εξατμιστή αέρα. Μπήκε το πίσω κομμάτι του αυτοματισμού και βιδώθηκε.



Εικόνα 3.19: Σημάδια Τοποθέτησης και Τρύπες

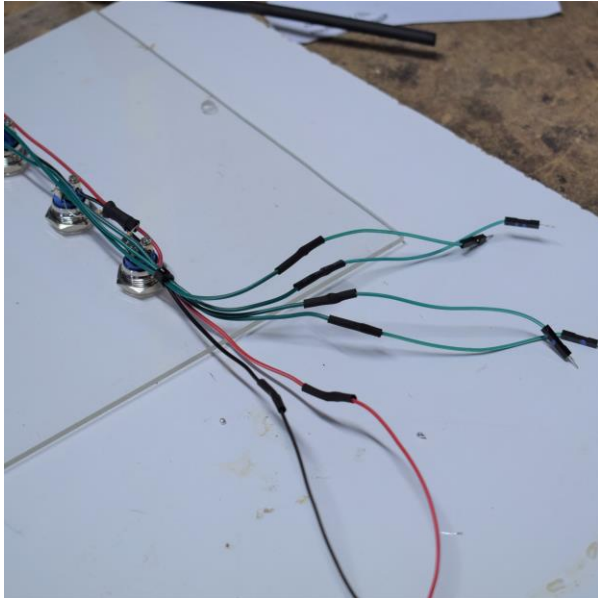


Εικόνα 3.20: Τοποθετημένος Αυτοματισμός

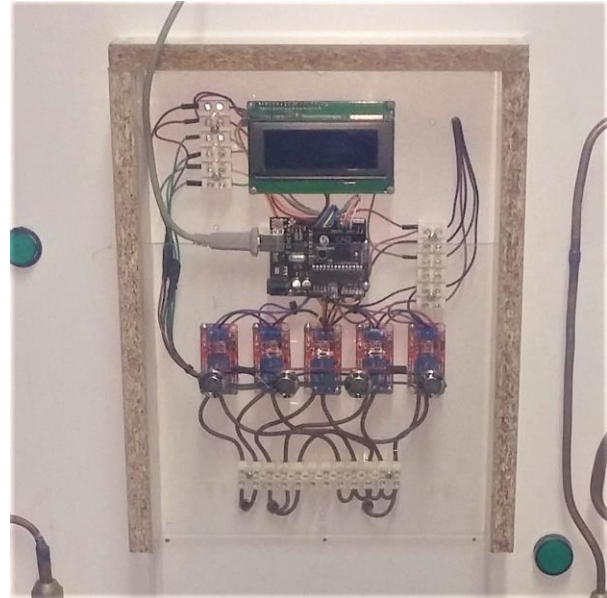
Να σημειωθεί πως η κάτω πλευρά δεν κολλήθηκε και δεν βιδώθηκε καθώς έπρεπε να μπει πρώτα το πλεξιγκλάς με του διακόπτες.

Το επόμενο βήμα ήταν να συνδεθούν οι Διακόπτες / Μπουτόν, η τροφοδοσία του αυτοματισμού και τα καφέ καλώδια του Ηλεκτρικού Κυκλώματος 220 Volt τα οποία πηγαίνουν στην πίσω πλευρά επάνω στην Κεντρική Κλέμα (γίνεται αναφορά παρακάτω).

Έπρεπε πρώτα να γίνουν κάποιες τρύπες στην μελαμίνη για να πάνε τα καλώδια πίσω και να προεκταθούν τα καλώδια από τους διακόπτες ώστε να συνδεθούν στην επάνω αριστερή κλέμα του αυτοματισμού.



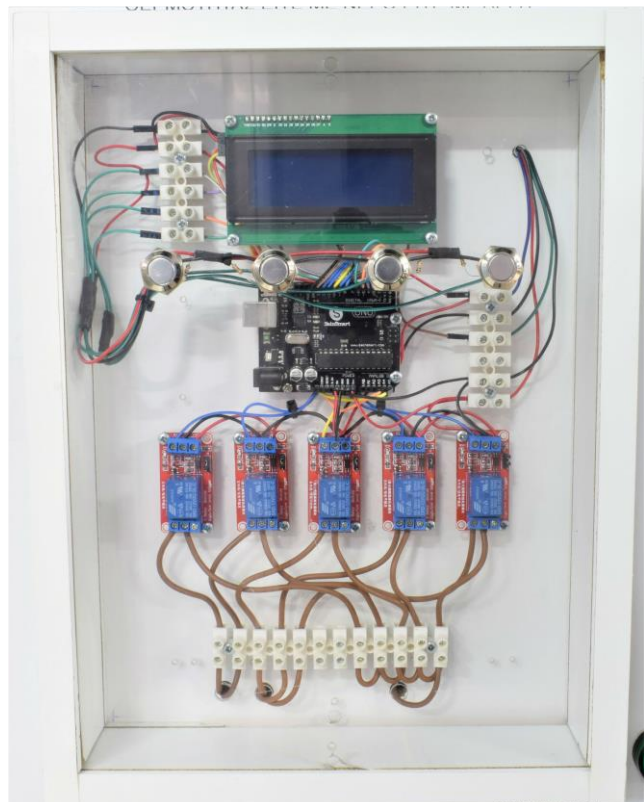
Εικόνα 3.21: Προέκταση Καλωδίων



Εικόνα 3.22: Κατά τις Δοκιμές

Τέλος όταν όλα συνδέθηκαν όπως έπρεπε, το μπροστά πλεξιγκλάς τοποθετήθηκε σωστά, το κάτω ξύλινο κομμάτι βιδώθηκε και περιμετρικά κολλήθηκε ταινία μελαμίνης.

Να σημειωθεί ότι στην επάνω δεξιά κλέμα του Αυτοματισμού γίνεται σύνδεση του Τροφοδοτικού και επίσης υπάρχουν τρία παραπάνω καλώδια καθώς υπήρχε σκέψη για πρόσθεση κάποιων παραπάνω εξαρτημάτων.



Εικόνα 3.23: Ολοκληρωμένη Τοποθέτηση Αυτοματισμού

3.3 Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 Volt

3.3.1 Σκοπός

Το Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 Volt είναι αυτό το οποίο συνδέει όλα τα εξαρτήματα που λειτουργούν με εναλλασσόμενη (AC) τάση 220 Volt και το Τροφοδοτικό του Αυτοματισμού. Η τροφοδοσία γίνεται μέσω κοινής πρίζας σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο. Το κύκλωμα αυτό δέχεται τις εντολές μέσω των ρελέδων του Αυτοματισμού και θέτει σε λειτουργία τα ανάλογα εξαρτήματα.

3.3.2 Θεωρία

Ένα δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος σαν αυτό που έχουμε στα σπίτια μας έχει εναλλασσόμενη τάση 220 Volt. Συνήθως συναντάμε τρία καλώδια όπως είναι οι κοινές πρίζες, το ένα είναι ο Ουδέτερος με μπλε χρώμα, το άλλο συνήθως χρώματος καφέ είναι η Φάση και το πιο σημαντικό για την ασφάλειά μας είναι η Γείωση χρώματος κίτρινο/πράσινο. Η Φάση είναι πάντα αυτή που έχει το ρεύμα. Στη συνέχεια γίνεται μία μικρή θεωρητική ανάλυση των εξαρτημάτων που λειτουργούν με τάση 220 Volt.

3.3.2.1 Κεντρικός Διακόπτης

Ο κεντρικός Διακόπτης είναι αυτός ο οποίος Ενεργοποιεί και Απενεργοποιεί το Μηχάνημα. Η λογική ενός διακόπτη είναι πολύ απλή και βασίζεται σε μία λάμα η οποία συνδέει ή αποσυνδέει δύο επαφές. Ο συγκεκριμένος Διακόπτης είναι διπλός και έχουν συνδεθεί επάνω του και ο Ουδέτερος και η Φάση. Αυτό έγινε καθώς ένα το φως μπει στην πρίζα με άλλη φορά μπορεί να έχει ρεύμα ο Ουδέτερος του Μηχανήματος. Για λόγους ασφαλείας λοιπόν γίνεται διακοπή και των δύο και είναι σαν να έχει γίνει αποσύνδεση από την πρίζα.



Εικόνα 3.24: Κεντρικός Διακόπτης

3.3.2.2 Κεντρική Κλέμα

Στη Κεντρική Κλέμα συνδέεται η παροχή εναλλασσόμενου Ρεύματος 220 Volt μετά τον Κεντρικό Διακόπτη, καθώς επίσης και η Γείωση. Εδώ γίνεται διαχωρισμός και τροφοδοσία όλων των επιμέρους εξαρτημάτων.

Για λόγους ασφαλείας έγινε χρήση των χρωμάτων Μπλε, Καφέ και Κίτρινο-Πράσινο όπως είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο.



Εικόνα 3.25: Κεντρική Κλέμα

3.3.2.3 Λυχνίες LED

Η Λυχνία LED ή αλλιώς Δίοδος Εκπομπής Φωτός είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία. Με απλά λόγια πρόκειται για ένα λαμπάκι τεχνολογίας LED. Επιλέχθηκαν τέτοιου τύπου λαμπάκια καθώς είναι πολύ πιο ορατά σε σχέση με τα κινά λαμπάκια πυρακτώσεως. Η τάση λειτουργίας τους κανονικά είναι πολύ λίγα Volt και συνεχούς ρεύματος αλλά τα συγκεκριμένα έχουν ενσωματωμένο μηχανισμό οπότε είναι δυνατή η σύνδεση απευθείας με AC τάση 220 Volt.



Εικόνα 3.26: Λυχνία LED

3.3.2.4 Ηλεκτρομαγνητική Βαλβίδα

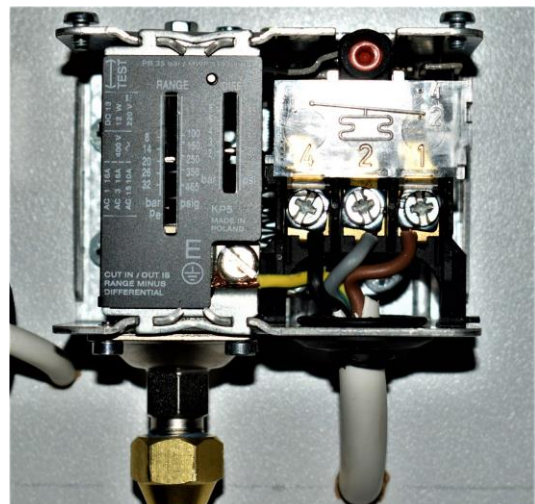
Η επεξήγηση της λειτουργίας μίας Ηλεκτρομαγνητικής Βαλβίδας έγινε στη Θεωρία του Κεφαλαίου 2. Θα αναφερθεί ότι για την λειτουργία της χρειάζεται ρεύμα τάσης AC 220 Volt και γείωση. Κάθε μία Βαλβίδα συνδέεται με καλώδιο 3 x 0,75 χιλιοστών με την κύρια κλέμα και παίρνουν εντολή λειτουργίας από τον αυτοματισμό.

3.3.2.5 Πρεσσοστάτες Υψηλής – Χαμηλής Πίεσης

Ένας Πρεσσοστάτης Πίεσης σκοπό έχει να προφυλάξει τον συμπιεστή κατά την λειτουργία του όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2.

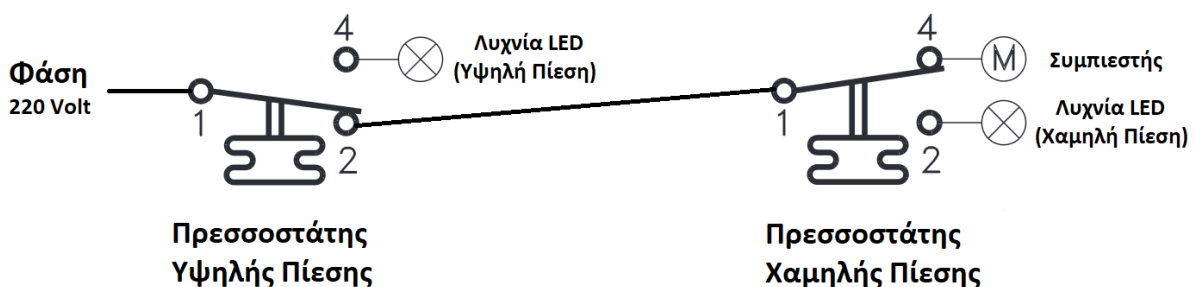
Για να γίνει αυτό η Φάση του Συμπιεστή περνάει σε σειρά μέσα και από τους δύο Πρεσσοστάτες. Όταν ένας από τους δύο φτάσει στην οριακή πίεση τότε αυτός ανοίγει το κύκλωμα με αποτέλεσμα να διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή και να ενεργοποιείται η Λυχνία LED Υψηλής ή Χαμηλής Πίεσης.

Έτσι για την συνδεσμολογία του κάθε Πρεσσοστάτη έγινε χρήση καλωδίου 4 x 1,5 mm. Στην εικόνα δεξιά φαίνονται τα καλώδια, τα χρώματά καθώς και τα νούμερα των επαφών τους.



Εικόνα 3.27: 4 Επαφές Πρεσσοστάτη

Στην επαφή 1 γίνεται συνδεσμολογία της φάσης η οποία όταν ο πρεσσοστάτης Υψηλής βρίσκεται σε επιθυμητές πιέσεις συνδέεται με την επαφή 2. Η επαφή 2 είναι συνδεδεμένη με την επαφή 1 του Πρεσσοστάτη Χαμηλής. Όταν η Πίεση ανέβη τότε ο Πρεσσοστάτης Υψηλής ανοίγει και γίνεται σύνδεση της επαφής 1 με την 4 όπου ανάβει η κόκκινη Λυχνία LED για την ένδειξη της Υψηλής Πίεσης και γίνεται διακοπή λειτουργίας του Συμπιεστή.



Εικόνα 3.28: Σχέδιο Απεικόνισης Συνδεσμολογίας Μεταξύ των Πρεσσοστάτων Πίεσης

Η διακοπή λειτουργίας του Συμπιεστή λόγω υψηλής Πίεσης γίνεται καθώς όπως αναφέρθηκε προηγούμενος οι δύο Πρεσοστάτες είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, εφόσον ο Πρεσοστάτης Χαμηλής είναι σε φυσιολογικές πιέσεις οπότε και κλειστός μέσω της επαφής 1 που είναι συνδεδεμένη με την 4 τροφοδοτεί των Συμπιεστή. Αντίστοιχα εάν μειωθεί η Πίεση τότε ο πρεσοστάτης θα ανοίξει και θα συνδεθεί με την επαφή όπου είναι η κόκκινη Λυχνία LED ένδειξης Χαμηλής Πίεσης.

3.3.2.6 Ανεμιστήρες

Η Ανεμιστήρες που έχουν τοποθετηθεί στο Μηχάνημα είναι δύο. Λειτουργούν όταν ενεργοποιούνται τα ανάλογα προγράμματα και η τροφοδοσία τους γίνεται με καλώδιο 3 x 1 mm πάχος.

3.3.2.7 Διακόπτες Ανεμιστήρων

Η Διακόπτες αυτοί υπεύθυνοι για την λειτουργία των Ανεμιστήρων. Για να λειτουργήσουν οι ανεμιστήρες οι διακόπτες πρέπει να είναι στην θέση ON, αυτό φαίνεται και από το ενσωματωμένο φως που διαθέτουν.

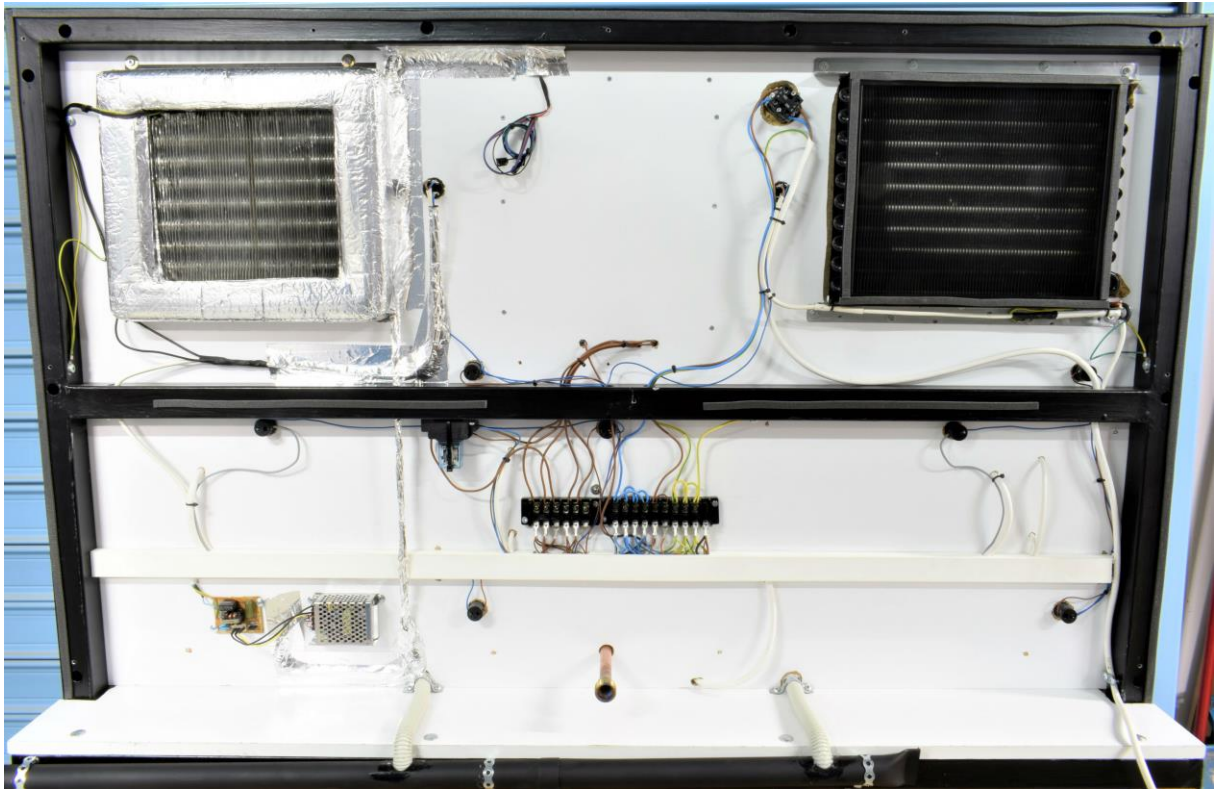


Εικόνα 3.29: Διακόπτης Ανεμιστήρα

3.3.2.8 Συμπιεστής

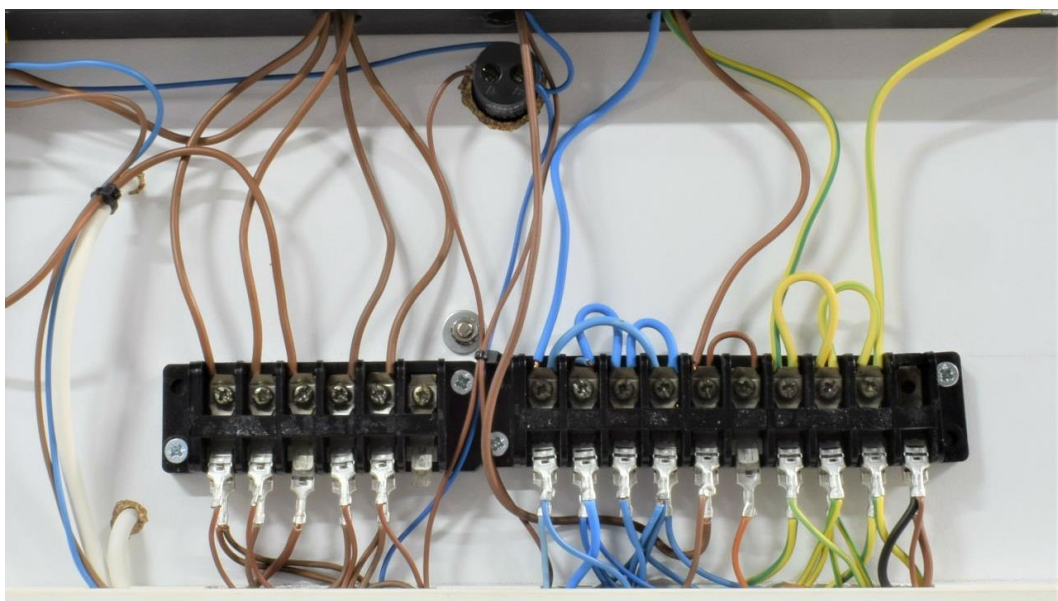
Ο Συμπιεστής είναι η συσκευή επάνω στο μηχάνημα η οποία τραβάει το μεγαλύτερο ρεύμα (Ampere) από όλες. Για αυτό το λόγο όλη η καλωδίωση του είναι με καλώδιο 3 x 1,5 mm πάχος καθώς επίσης έχει και ενσωματωμένο πυκνωτή ο οποίος βοηθάει τη λειτουργία του.

3.3.3 Κατασκευή



Εικόνα 3.30: Πίσω όψη Μηχανήματος - Ολοκληρωμένη Συνδεσμολογία Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Το πρώτο εξάρτημα που έπρεπε να τοποθετηθεί για την κατασκευή του Ηλεκτρικού Κυκλώματος 220 Volt ήταν η Κεντρική Κλέμα. Στη κάτω σειρά της κλέμας συνδέονται όλες οι καλωδιώσεις των εξαρτημάτων, στην επάνω σειρά και δεξιά γίνεται σύνδεση της κύριας παροχής ρεύματος ενώ στην επάνω αριστερή συνδέονται οι “εντολές” από τους ρελέδες.



Εικόνα 3.31: Κεντρική Κλέμα - Πλήρης Συνδεσμολογία

Για να περάσουν τα καλώδια από την πίσω πλευρά στην μπροστά και να συνδεθούν στα εξαρτήματα έγιναν τρύπες όπου χρειαζόταν. Επίσης για την τοποθέτηση των Λυχνιών LED έπρεπε να γίνουν τρύπες διαμέτρου 22 mm. Μερικά βήματα φαίνονται στις εικόνες παρακάτω.

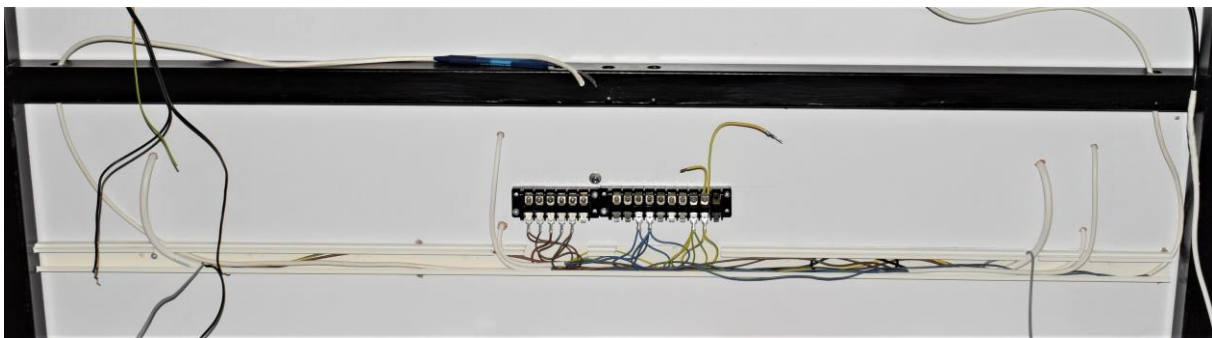


Εικόνα 3.32: Τρύπες για την τοποθέτηση των LED



Εικόνα 3.33: Συνδεσμολογία Ηλεκτρομαγνητικής Βαλβίδας

Για την καλύτερη συγκράτηση και τακτοποίηση των καλωδίων τοποθετήθηκε πλαστικό κανάλι κάτω από την κλέμα μέσα στο οποίο τοποθετήθηκαν όλα τα καλώδια.



Εικόνα 3.34: Πλαστικό Κανάλι

Πολύ σημαντικό ρόλο σε ένα μηχάνημα είναι να είναι σωστά Γειωμένο για αυτό το λόγο όλα τα εξαρτήματα είναι γειωμένα. Επίσης έχει γειωθεί και ο σκελετός όπως φαίνεται στην δεξιά εικόνα.



Εικόνα 3.35: Γείωση Μεταλλικού Σκελετού

Μέσα από τον Κεντρικός Διακόπτης όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω περνάει και ο Ουδέτερος και η Φάση για λόγους ασφαλείας. Η συνδεσμολογία φαίνεται στην διπλανή εικόνα. Για την τοποθέτηση του έπρεπε η μελαμίνη να ανοιχτεί πιο πολύ καθώς δεν θα έμπαινε ο μηχανισμός του. Επίσης το καλώδιο της Γείωσης είναι πάντα συνδεδεμένο με το δίκτυο.

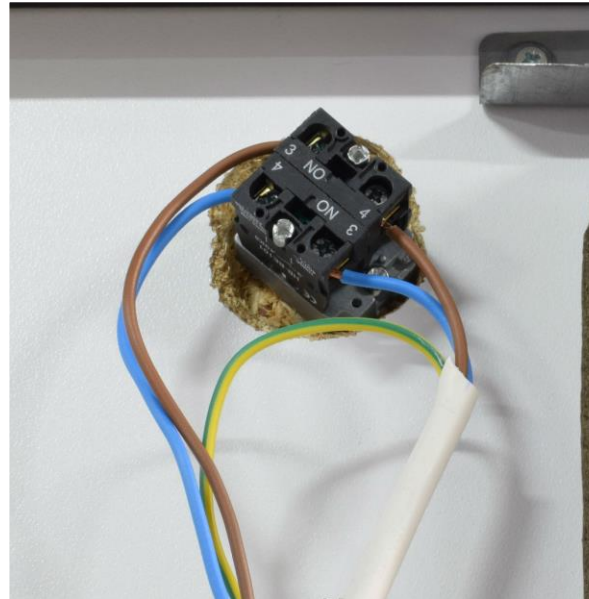
Η τροφοδοσία του συμπιεστή περνάει πρώτα μέσα από δεύτερο μεγαλύτερο ρελέ. Ο αρχικός ρελές του αυτοματισμού δίνει εντολή στο πηνίο του δεύτερου ρελέ να σπλίσσει ώστε να ενεργοποιήσει τον συμπιεστή. Ο συγκεκριμένος ρελές τοποθετήθηκε στο πίσω μέρος του μηχανήματος (Εικόνα 3.37)

Τα τελευταία εξαρτήματα που συνδέθηκαν στον Ηλεκτρικό Κύκλωμα 220 volt είναι αυτά που αφορούν την τροφοδοσία του Αυτοματισμού. Όπως φαίνεται και στην εικόνα βιδώθηκαν επάνω στην μελαμίνη και η τροφοδοσία του γίνεται με καλώδιο που έρχεται από το κανάλι. Αρχικά συνδέεται το Φίλτρο το οποίο στη συνέχεια τροφοδοτεί το Τροφοδοτικό (Εικόνα 3.38).

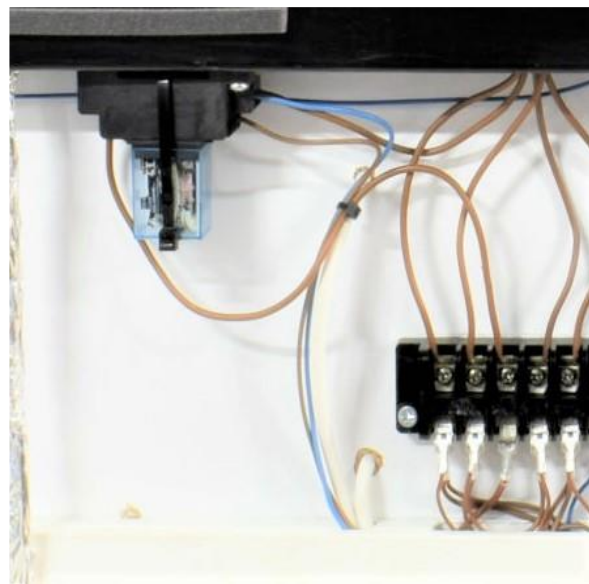
Σημείωση

Καλύτερη ανάληψη για την συνδεσμολογία του Φίλτρου και του Τροφοδοτικού γίνεται στη παράγραφο 3.4 Προβλήματα – Αλλαγές.

Για την σύνδεση με την πρίζα το καλώδιο είναι ένα 3 x 2 mm και το φινι είναι κοινό ευρωπαϊκών προδιαγραφών.



Εικόνα 3.36: Συνδεσμολογία Κεντρικού Διακόπτη



Εικόνα 3.37: Ρελές Συμπιεστή



Εικόνα 3.38: Φίλτρο - Τροφοδοτικό

3.4 Προβλήματα – Αλλαγές

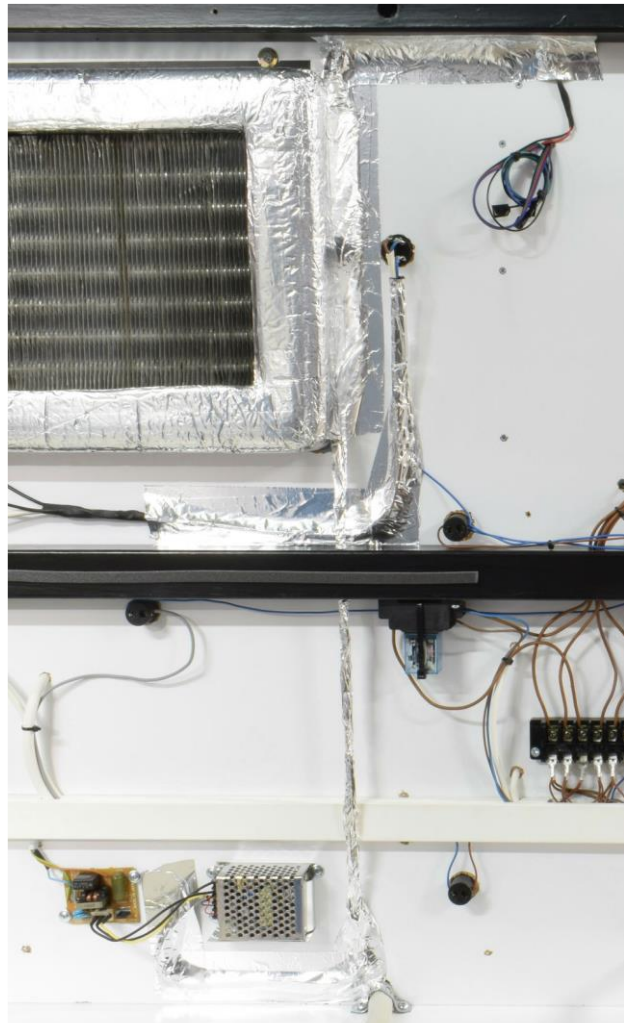
Κατά την διάρκεια της κατασκευής έγιναν πολλές δοκιμές λειτουργίας σε πολλά από τα εξαρτήματα. Πριν την τοποθέτηση του Αυτοματισμού έγινε σύνδεση με τα επιμέρους εξαρτήματα για την διαπίστωση της σωστής λειτουργίας. Μετά από πολλές δοκιμές διαπιστώθηκε πως κατά την εκκίνηση και διακοπή λειτουργίας ηλεκτρικών μοτέρ όπως οι ανεμιστήρες και ο συμπιεστής εμφανιζόταν δυσλειτουργία του προγράμματος του Αυτοματισμού. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να μεταπηδάει από ένα πρόγραμμα λειτουργίας σε ένα άλλο μόνο του.

Μετά από πολλές δοκιμές διαπιστώθηκε πως κατά την εκκίνηση μοτέρ γίνονται “βυθίσεις” στο ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτές οι βυθίσεις επηρεάζουν την λειτουργία του Arduino. Πολύ πιθανό επειδή το πρόγραμμα διαβάζει τιμές HIGH και LOW για να μεταπηδάει μεταξύ των προγραμμάτων λειτουργίας, τη στιγμή που διαταράσσεται η τάση να διαβάζει λάθος τιμή. Αυτό που αναφέρουν αρκετά βιβλία είναι να αποφεύγεται κυκλώματα υψηλής τάσης να είναι κοντά σε κυκλώματα χαμηλής τάσης. Για το λόγο αυτό έγιναν αλλαγές στον πίνακα του αυτοματισμού καθώς επίσης τοποθετήθηκε φίλτρο.

Το Τροφοδοτικό τοποθετήθηκε μακριά από το Arduino και το καλώδιο τροφοδοσίας αλλάχτηκε με άλλο που έχει μόνωση μεταλλική. Επίσης σε πηγές αναφέρεται πως καλώδια υψηλής με χαμηλής τάσης θα πρέπει να διέρχεται το ένα επάνω στο άλλο πάντα κάθετα και ποτέ παράλληλα λόγω των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται. Για καλύτερη θωράκιση του καλωδίου κολλήθηκε εξωτερικά του ταινία αλουμινίου για αυτό το σκοπό. Όπως φαίνεται και στην δεξιά εικόνα τοποθετήθηκε ταινία και στη καλωδίωση του Ανεμιστήρα που βρίσκετε ακριβώς δίπλα.

Το φίλτρο τοποθετήθηκε για να απορροφά κατά ένα βαθμό της βυθίσεις του ρεύματος καθώς επίσης να προστατεύει τον αυτοματισμό από υπέρταση με την ενσωματωμένη του ασφάλεια.

Να σημειωθεί ότι οι αλλαγές αυτές εξάλειψαν το πρόβλημα κατά 90% και εάν διαπιστωθεί αυτή η δυσλειτουργία μπορεί να γίνει αλλαγή ξανά στο επιθυμητό πρόγραμμα λειτουργίας ή να γίνει εκκίνηση ξανά του μηχανήματος.



Εικόνα 3.39: Μονωμένη Καλωδίωση Τροφοδοσίας Αυτοματισμού



Εικόνα 3.40: Φίλτρο με Ενσωματωμένη Ασφάλεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

4.1 Σκοπός

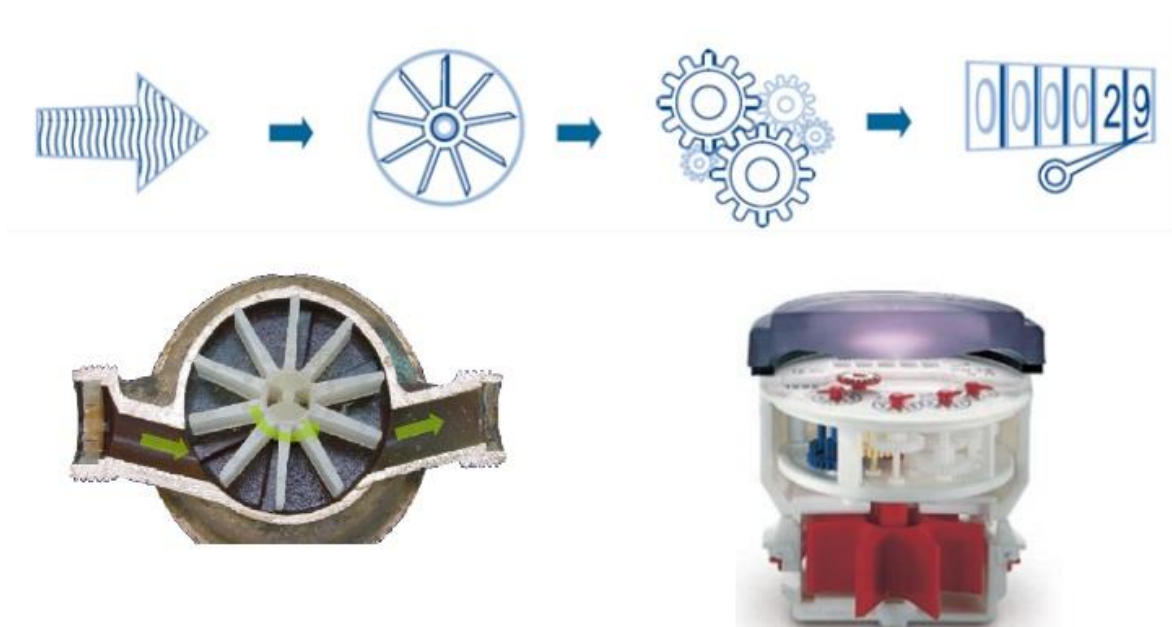
Ο σκοπός της Υδραυλικής Εγκατάστασης επάνω στο Μηχάνημα είναι να τροφοδοτεί με νερό δικτύου τους δύο εναλλάκτες νερού. Επίσης καθώς πρόκειται για ένα Εργαστηριακό Μηχάνημα στην παροχή του κάθε εναλλάκτη νερού τοποθετήθηκε ένας υδρομετρητής. Το συγκεκριμένο τμήμα είναι σχετικά απλό καθώς αποτελείται από την σωλήνωση με τους δύο υδρομετρητές και τα δύο δοχεία μέσα στα οποία πέφτει το νερό μετά τους εναλλάκτες για να καταλήξει στην αποχέτευση.

4.2 Θεωρία

Στο κομμάτι που αφορά τα υδραυλικά ένα εξάρτημα στο οποίο θα γίνει μία μικρή θεωρητική ανάλυση είναι το Υδρόμετρο.

Το Υδρόμετρο είναι μία συσκευή που σκοπό έχει να μετρήσει τον όγκο του νερού που καταναλώνεται. Υπάρχουν διάφοροι τύποι Υδρομετρητών, όμως στην περίπτωση της πτυχιακής χρησιμοποιήθηκαν Υδρόμετρα Ταχύτητας.

Ένα Υδρόμετρο Ταχύτητας μετράει τον όγκο του νερού από την ταχύτητα με την οποία περνάει το νερό. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς στο εσωτερικό του Υδρόμετρου υπάρχει ένα μικρό στροφέιο (φτερωτή) το οποίο περιστρέφεται. Αυτό στη συνέχεια περιστρέφει μία διάταξη γραναζιών τα οποία συνδέονται με κάποιους δείκτες και νούμερα τα οποία αναγράφουν τον όγκο που καταναλώθηκε. Μία πολύ απλή επεξήγηση φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.1: Απεικόνιση Λειτουργίας Υδρομέτρου Ταχύτητας

Στην περίπτωση του Μηχανήματος έγινε χρήση του Υδρομέτρου που φαίνεται δεξιά στην εικόνα. Το συγκεκριμένο έχει ελάχιστη ικανή μέτρηση $0,00002 \text{ m}^3$ (κυβικά μέτρα) ή περίπου στα 20 ml του νερού.



Εικόνα 4.2: Ενδείξεις Υδρομέτρου

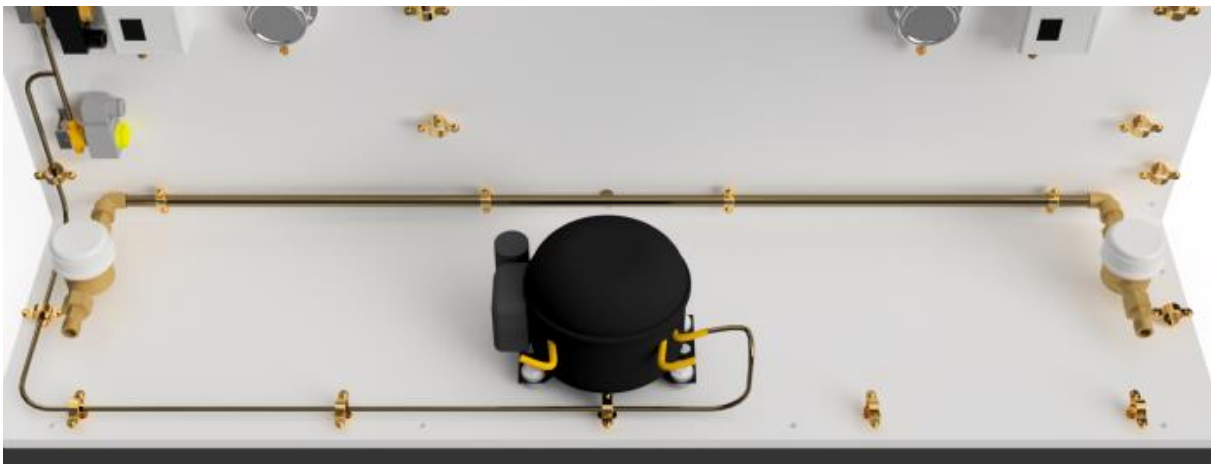
4.3 Σχεδιασμός

Για την καλύτερη και ιδανικότερη τοποθέτηση των υδραυλικών εξαρτημάτων επάνω στο Μηχάνημα έγινε μερικός σχεδιασμός στον υπολογιστή με την χρήση του προγράμματος Fusion 360. Σκοπός του σχεδιασμού ήταν να παρθούν οι σωστές αποστάσεις επάνω στην κατασκευή ώστε να αποτραπούν τυχόν λάθη που θα ήταν αδύνατο να διορθωθούν.

Αρχικά σχεδιάστηκαν τα κύρια εξαρτήματα, δηλαδή οι Υδρομετρητές, οι Γωνίες 1/2 ίντσας 45° και τα μεταλλικά στηρίγματα Φ15 τα οποία τοποθετήθηκαν στο αρχικό σχέδιο της κατασκευής όπως φαίνεται στις εικόνες:



Εικόνα 4.3: 3D Απεικόνιση Υδρομετρητή



Εικόνα 4.4: 3D Πλήρης Υδραυλική Εγκατάσταση Παροχής Νερού

Στη συνέχεια στην κατασκευή τα εξαρτήματα τοποθετήθηκαν ακριβώς στα σημεία που φαίνονται στις προηγούμενες εικόνες. Επίσης έγινε η τρύπα στην κάθετη ξύλινη επιφάνεια χωρίς να υπάρξει κάποιο λάθος.

Τα υπόλοιπα εξαρτήματα που αφορούν την αποχέτευση τοποθετήθηκαν επί τόπου καθώς η επιλογή τους γινόταν κατά την διάρκεια της κατασκευής, οπότε δεν έγινε κάποιος σχετικός σχεδιασμός στον υπολογιστή.

4.4 Κατασκευή

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υδραυλική εγκατάσταση είναι σχετικά λίγα. Για την ένωση των Εναλλακτών Νερού με τους αντίστοιχους Υδρομετρητές και την παροχή χρησιμοποιήθηκε υδραυλικός σωλήνας χαλκού Φ15 και διάφορα εξαρτήματα. Στις βρύσες των Εναλλακτών νερού το νερό πέφτει σε ένα δοχείο φτιαγμένο από σωλήνα αποχέτευσης PVC Φ100 όπου συνδέεται με σωλήνα σπирάλ με την αποχέτευση. Για την ρύθμιση παροχής του νερού χρησιμοποιήθηκαν δύο κοινές βρύσες.

Λίστα Υλικών:

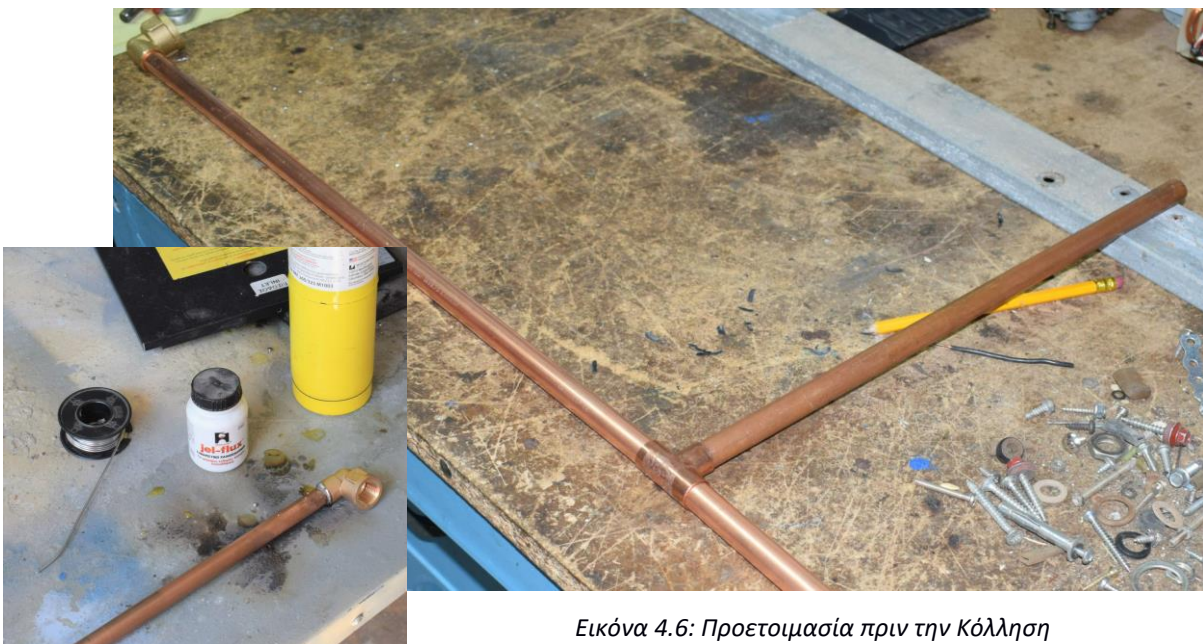
- 1 x Σωλήνα Χαλκού Υδραυλική Φ15 (διάφορα μήκη)
- 1 x Ταφ Χαλκού για Υδραυλική Σωλήνα Φ15
- 4 x Γωνίες Χαλκού για Υδραυλική Σωλήνα Φ15
- 5 x Γωνίες 1/2 in των 90°
- 2 x Βρύσες 1/2 in
- 2 x Μαστοί Φ15 σε 1/2 in
- 2 x Μετρητές Παροχής Νερού (Υδρόμετρα)
- 2 x Κομμάτια Σωλήνας PVC Φ100
- 2 x Τάπες PVC για Σωλήνα Φ100
- 2 x Κομμάτια Σωλήνας PVC Φ20
- 2 x Σπирάλ Πλαστικά
- 1 x Σπирάλ Πλαστικό Αποχέτευσης
- 5 x Κομμάτια Μεταλλικό Διάτρητο
- 2 x Μεταλλικοί Σφικτήρες
- 1 x Μονωτικό MARISEAL 250
- 1 x Διάφανη Σιλικόνη LOGO 3000

Το πρώτο τμήμα που κατασκευάστηκε ήταν αυτό στο μπροστά μέρος του Μηχανήματος. Αρχικά με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού σχεδίου και τις κατάλληλες μετρήσεις έγιναν τα σημάδια επάνω στην ξύλινη κάθετη επιφάνεια έτσι ώστε να τοποθετηθούν τα στηρίγματα και να γίνει η τρύπα όπου πέρασε η παροχή του δικτύου όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4.5: Διαδικασία Κατασκευής Υδραυλικής Εγκατάστασης

Έπειτα έγιναν οι κολλήσεις μεταξύ των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων με κόλληση χαλκοσωλήνας και Mapp Gas.



Εικόνα 4.6: Προετοιμασία πριν την Κόλληση

Εικόνα 4.7: Υλικά Κόλλησης

Αφού τοποθετήθηκαν τα στηρίγματα και έγινε και η τρύπα, ολόκληρη η σωλήνωση τοποθετήθηκε σωστά και ακριβώς επάνω στο Μηχάνημα. Η στεγανοποίηση μεταξύ των εξαρτημάτων έγινε με ταινία τύπου τεφλόν. Τέλος τοποθετήθηκαν και οι Υδρομετρητές.

Σκοπός ήταν δίπλα από αυτούς να τοποθετούνταν οι εναλλάκτες νερού και επίσης να είναι ορατοί έτσι ώστε να μπορεί να παρθεί εύκολα μέτρηση.



Εικόνα 4.8: Τοποθέτηση Στηριγμάτων



Εικόνα 4.9: Τοποθέτηση Τεφλόν Στεγανοποίησης



Εικόνα 4.10: Τοποθετημένος Υδρομετρητής

Για το υπόλοιπο κομμάτι των υδραυλικών που αφορά την αποχέτευση έπρεπε αρχικά να τοποθετηθούν οι εναλλάκτες νερού. Η τοποθέτηση τους αναλύεται στο Κεφάλαιο 2 που αφορά το Ψυκτικό Κύκλωμα. Θεωρώντας πως η τοποθέτηση έχει γίνει, παρακάτω αναφέρονται τα υπόλοιπα βήματα.



Εικόνα 4.11: Δοχείο Νερού - Συμπυκνωτής



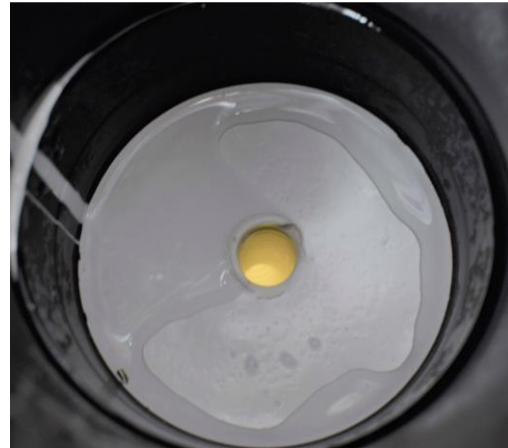
Εικόνα 4.12: Δοχείο Νερού - Εξατμιστής

Για την στεγανοποίηση μεταξύ του πυθμένα και του σωλήνα σπιδάλ χρησιμοποιήθηκε υγρό μονωτικό MARISEAL 250 όπως φαίνεται στην εικόνα. Το μονωτικό αυτό καλύπτει όλα τα τυχόν κενά από τα οποία θα μπορούσε να περάσει το νερό και στεγνώνει.

Οι δύο σωλήνες σπιδάλ από τα δοχεία βγαίνουν στην πίσω πλευρά του Μηχανήματος μέσα από δύο αντίστοιχες τρύπες. Για την καλύτερη σταθεροποίηση δέθηκαν με μεταλλικό διάτρητο όπως φαίνεται στη φωτογραφία δεξιά.

Στη συνέχεια τα σπιδάλ τοποθετήθηκαν μέσα σε μία σωλήνα PVC $\Phi 20$ έτσι ώστε να καταλήξουν σε ένα σπιδάλ το οποίο θα συνδέεται με την αποχέτευση στον χώρο όπου θα βρίσκεται το Μηχάνημα. Επίσης στην παροχή του νερού κολλήθηκε ένας μαστός $\Phi 15$ mm σε $3/4$ in ώστε να συνδεθεί η παροχή νερού από το δίκτυο.

Όπως φαίνεται στην κάτω εικόνα καθώς και στην δεξιά, η σωλήνα PVC συγκρατήθηκε με μεταλλικό διάτρητο βιδωμένο επάνω στον μεταλλικό σκελετό του Μηχανήματος. Οι σωλήνες σπιδάλ επίσης συγκρατήθηκαν με διάφανη σιλικόνη επάνω στην επιφάνεια της μελαμίνης. Το σπιδάλ της αποχέτευσης μπήκε μέσα στη σωλήνα PVC και στεγανοποιήθηκε και αυτό με διάφανη σιλικόνη. Να σημειωθεί ότι η σωλήνα PVC ήταν αρχικά δύο κομμάτια τα οποία ενώθηκαν και επίσης βάφτηκαν με σπρέι μαύρου χρώματος.



Εικόνα 4.13: Μονωτικό Στεγανοποίησης



Εικόνα 4.14: Σπιδάλ Δοχείου



Εικόνα 4.16: Κεντρική Παροχή Νερού



Εικόνα 4.15: Πλήρης Σύστημα Αποχέτευσης

Το τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση της πίσω πλευρά του Μηχανήματος ήταν να τοποθετηθεί το καπάκι. Βιδώθηκε επάνω στο μεταλλικό σκελετό με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί.



Εικόνα 4.17: Πίσω Όψη Μηχανήματος με το Αφαιρούμενο Καπάκι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Για την χρήση του μηχανήματος είναι υποχρεωτική η παρουσία υπεύθυνων ατόμων του εργαστηρίου.

5.1 Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος

Πριν από την Σύνδεση και Αποσύνδεση του Μηχανήματος στο δίκτυο Παροχής Ρεύματος πρέπει ο Κεντρικός Διακοπής να βρίσκεται στην θέση OFF.

Η σύνδεση να γίνεται πάντα σε παροχή Τάσης AC 220 Volt και πάντα να ελέγχεται η γείωση της πρίζας.



Εικόνα 5.1: Φις Τροφοδοσίας

5.2 Παροχή Νερού Δικτύου και Αποχέτευση

Η Σύνδεση του λάστιχου παροχής νερού γίνεται στον κεντρικό σωλήνα στην πίσω μεριά του Μηχανήματος. Είναι υποχρεωτική η χρήση λάστιχου στεγανοποίησης για την αποφυγή διαρροής. Επίσης η κεντρική βάνα της συγκεκριμένης παροχής καλό είναι να κλίνεται.

Η Σύνδεση της αποχέτευσης γίνεται με το είδη εγκατεστημένο λάστιχο σπιράλ και θα πρέπει πάντα να βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της σωλήνας στο πίσω μέρος του Μηχανήματος.

Για να γίνει Αποσύνδεση της παροχής νερού πρέπει αρχικά να γίνει διακοπή πριν το μηχάνημα. Μετά να ανοιχτούν οι βρύσες ώστε κατά την αποσύνδεση από την κεντρική βάνα να φύγει όλο το νερό και να μην μείνει στο δίκτυο του μηχανήματος.

Τέλος να αποσυνδεθεί το λάστιχο από το μηχάνημα και εάν τυχόν υπάρχουν νερά να σκουπιστούν καθώς υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της μελαμίνης.



Εικόνα 5.2: Παροχή Νερού Δικτύου

5.3 Λειτουργία Μηχανήματος

Η Εκκίνηση και Διακοπή λειτουργίας του Μηχανήματος γίνεται από τον Κεντρικό Διακόπτη. Να σημειωθεί ότι υπάρχει πιθανότητα κάποιες φορές η Εκκίνηση να μην γίνει σωστά με αποτέλεσμα να πρέπει να γυρίσει ξανά ο Διακόπτης στη θέση OFF και στη συνέχεια πάλι στην ON.

5.3.1 Επιλογή Προγράμματος Λειτουργίας

Η επιλογή των Προγραμμάτων Λειτουργίας γίνεται μετά την εμφάνιση του μηνύματος εκκίνησης. Η επιλογή γίνεται με τους διακόπτες που βρίσκονται επάνω στον πίνακα του αυτοματισμού.

Οι εναλλαγές των προγραμμάτων μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε σειρά. Ο χρόνος μεταπήδησης από το ένα πρόγραμμα στο επόμενο γίνεται σε διάστημα 25 δευτερολέπτων και αυτό για να γίνεται ομαλή εξισορρόπηση στις πιέσεις του Ψυκτικού Κυκλώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις
Δημητρίου Α. Κουρεμένου, Τακτικού Καθηγητή Ε.Μ.Π., Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
1995
2. Εγκαταστάσεις Ψύξης II
Μιχάλης Κτενιαδάκης, Θωμάς Παπαδάκης, Παναγιώτης Αργυράκης, Οργανισμός
Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων Αθήνα
3. Τεχνολογία Ψύξεως και Κλιματισμού – Ψυκτικές Μηχανές και Εγκαταστάσεις, 3η
Έκδοση
William C. Whitman, William M. Johnson, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1997
4. Μεταφορά Μάζας και Θερμότητας, 4η Έκδοση
Yunus A. Cengel, Afshin J. Ghajar, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2012
5. Φυσική για Επιστήμονες και Μηχανικούς, 8η Έκδοση
Raymond A. Serway, John W. Jewett, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2012
6. Εφαρμογές – Συμπιεστές Ψύξης
Σπύρου Π. Αναστασιάδη, Τεχν. Μηχανολόγου – Μηχανικού Καθηγητή Δημοσίων
Τεχνικών Σχολών, Αθήνα 1979
7. Θέρμανση και Κλιματισμός, 3η Έκδοση
Β. Η. Σελλούντου, ΤεΚΔΟΤΙΚΗ – ΣΕΛΚΑ 4Μ, 2002
8. Ηλεκτρικές Μηχανές, 4η Έκδοση
Stephen Charman, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2010
9. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού I
Μπαλαράς Κωνσταντίνος, Μπίμης Παναγιώτης, Θεοφυλακτος Κωνσταντίνος,
Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα
10. Ψύξη – Κλιματισμός
Γομάτος Λεωνίδα, Λύτρας Κωνσταντίνος, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών
Βιβλίων, Αθήνα

Πηγές Διαδικτύου

1. Ιστοσελίδα Labautopedia
http://www.labautopedia.org/mw/images/Solenoid_valve_part_diagram.jpg
2. Ιστοσελίδα Issuu
<https://issuu.com/eletanco/docs/>
3. Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς
http://evrep-library.gr/portals/0/ebook/07_ebook/07_ebook.pdf
4. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας
http://www.teiath.gr/userfiles/elkorkas/documents/FYSIKES_DIERGASIES_SHMEIO_SEIS.pdf

5. Globalspec
http://www.globalspec.com/learnmore/building_construction/hvac/ventilation/refrigeration_compressors_air_conditioning_compressors
6. Bright Hub Engineering
<http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/56397-parts-of-the-solenoid-valve-how-solenoid-valve-works/>
7. Chemical Engineer's Guide
<https://chequide.com/2015/12/double-pipe-heat-exchanger-design/>
8. Wikipedia – Αντλία Θερμότητας
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B1_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82
9. Thermansipress
<https://thermansipress.gr/thermansipress/%b1%ce%bd%cf%84%ce%bb%ce%af%ce%b5%cf%82-%ce%b8%ce%b5%cf%81%ce%bc%cf%8c%cf%84%ce%b7%cf%84%ce%b1%cf%82-%ce%b7%cf%80%ce%b9%ce%bf-%cf%86%ce%b8%ce%b7%ce%bd%ce%ae-%ce%b8%ce%ad%cf%81%ce%bc%ce%b1%ce%bd/>
10. Danfoss
<http://www.danfoss.com/home/#/>
11. Software Fusion 360
<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>
12. Software Autocad
<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
13. Arduino – Getting Started
<https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>
14. Arduino – Arduino Software
<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
15. Fritzing – Software
<http://fritzing.org/download/>
16. Wikipedia – Relay
<https://en.wikipedia.org/wiki/Relay>
17. Circuits Today
<http://www.circuitstoday.com/types-of-relays>
18. LCD Libraries
<https://arduino-info.wikispaces.com/LCD-Blue-I2C>
19. mklec blog – IIC/I2C Serial Interface
<http://blog.mklec.com/how-to-use-iici2c-serial-interface-module-for-1602-lcd-display/>
20. Sain Smart – Arduino UNO
<https://www.sainsmart.com/products/uno-r3-arduino-compatible>