



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα : Ανάλυση Λειτουργίας Κυκλωμάτων
Λευκών Συσκευών

Επιβλέπων Καθηγητής : Ρηγάκης Ηρακλής

Φοιτήτρια : Γιώτη Σταματία
Α.Μ. : 4512

Περιεχόμενα:

0.0 Περίληψη -Summary

1.0 Μικροκύματα και Φούρνος Μικροκυμάτων

1.1 Μικροκύματα.....σελ.1
1.2 Παραγωγή μικροκυμάτων με μάγνητρον.....σελ.3
1.3 Συνδέοντας το μάγνητρο με τον θάλαμο μαγειρέματος (κυματοδηγός).....σελ.4
1.4 Ο θάλαμος ψησίματος: γιατί οι φούρνοι μικροκυμάτων χρησιμοποιούν περιστρεφόμενο δίσκο;σελ.4
1.5 Η θέρμανση τροφίμων σε φούρνο μικροκυμάτων/ Απορρόφηση μικροκυμάτων από το νερό.....σελ.5
1.6 Βάθη διείσδυσης των μικροκυμάτων σε νερό και αλληλεπίδραση με άλας : ανάλυση της συχνότητας που χρησιμοποιείται.....σελ.6
1.7 Πιθανότητα ακτινοβολίας του χώρου από φούρνο μικροκυμάτων.....σελ.8

2.0 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Φούρνου Μικροκυμάτων

2.1 Ορθή λειτουργία Φούρνου Μικροκυμάτων.....σελ.10
2.2 Διάγραμμα ορθής λειτουργίας φούρνου μικροκυμάτων.....σελ.11
2.3 Κυκλώματα τροφοδοσίας.....σελ.12
2.4 Το Μάγνητρο.....σελ.12
2.5 Περιγραφή λειτουργίας κυκλώματος.....σελ.13
2.5.1 Κατά την επιλογή χρόνου μαγειρέματος και ισχύς.....σελ.13
2.5.2 Όταν αγγίζετε το πλήκτρο της έναρξης.....σελ.13
2.5.3 Όταν ο φούρνος ορίζεται σε οποιοδήποτε επίπεδο εκτός του MAX(μέγιστου).....σελ.14
2.5.4 Όταν η πόρτα ανοίγεται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος.....σελ.14
2.6 Σχηματικό Διάγραμμα.....σελ.15
2.7 Ηλεκτρικό Σχεδιάγραμμα.....σελ.17
2.8 Τυπωμένο Κύκλωμα.....σελ.18
2.9 Διάγραμμα Τυπωμένου Κυκλώματος.....σελ.20
2.10 Διασκόρπιση.....σελ.21

3.0 Βασική Θερμοδυναμική και Ψυκτικός Κύκλος

3.1 Βασική Θερμοδυναμική.....σελ.22
3.2 Βασικός Θεωρητικός Ψυκτικός Κύκλος.....σελ.23
3.3 Περιγραφή Βασικού Θεωρητικού Ψυκτικού Κύκλου Μηχανική Συμπίεσης Ατμών.....σελ.23
3.4 Υπόψυξη Κυκλώματος.....σελ.25
3.5 Υπερθέρμανση Κυκλώματος.....σελ.25
3.6 Υπερθέρμανση.....σελ.26
3.7 Υπόψυξη.....σελ.26
3.8 Βασικός Θεωρητικός Ψυκτικός Κύκλος Αναλυτικά.....σελ.26
3.9 Θεωρητικός Συντελεστής Συμπεριφοράς (COP _{th}) του ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη και υπερθέρμανση.....σελ.30
3.10 Πραγματικός ψυκτικός κύκλος.....σελ.31
3.11 Πραγματικός ψυκτικός κύκλος μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη συμπυκνώματος και αναρρόφηση υπέρθερμου ατμού.....σελ.31
3.12 Θερμοδυναμικές μεταβολές πραγματικού ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη συμπυκνώματος και αναρρόφηση

υπέρθερμου ατμού σε διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας (T-s) και πίεσης-ενθαλπίας (P-h).....σελ.32

3.13 Πραγματικός Συντελεστής Συμπεριφοράς (COP) του ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη και υπερθέρμανση.....σελ.34

4.0 Βασικά Χαρακτηριστικά Οικιακού Ψυγείου

4.1	Δίπορτο Οικιακό Ψυγείο.....	σελ.36
4.2	Τα Βασικά Εξαρτήματα Του Οικιακού Ψυγείου.....	σελ.36
4.2.1	Συμπίεστης.....	σελ.38
4.2.2	Συμπυκνωτής.....	σελ.38
4.2.3	Εκτονωτική Βαλβίδα.....	σελ.39
4.2.3.α)	Ηλεκτρονική Βαλβίδα.....	σελ.39
4.2.3.β)	Τριχοειδής Σωλήνας.....	σελ.40
4.2.4	Φίλτρο ή Αφυγραντήρας.....	σελ.40
4.2.5	Ατμοποίησης.....	σελ.41
4.2.6	Γραμμές Αναρρόφησης και Κατάθλιψης.....	σελ.42
4.2.7	Αντιροή Ψυκτικού Μέσου.....	σελ.42
4.2.8	Ηλεκτρονόμος Έντασης ή Ηλεκτρονικός Ηλεκτρονόμος.....	σελ.42
4.2.9	Θερμικό.....	σελ.43
4.2.10	Ηλεκτρικό Μέρος Συμπίεστη.....	σελ.43
4.2.11	Τα Άκρα των Συμπίεστών.....	σελ.43

5.0 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας Ψυγείου

5.1	Χαρακτηριστικά ορθής λειτουργίας.....	σελ.44
5.2	Χαρακτηριστικά Ανώμαλης λειτουργίας.....	σελ.44
5.3.1	Προσαρμοσμένη Απόψυξη.....	σελ.44
5.3.2	Κύκλοι απόψυξης.....	σελ.44
5.3.2.α)	Λειτουργία ψύξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη).....	σελ.45
5.3.2.β)	Λειτουργία Προ-ψύξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη).....	σελ.45
5.3.2.γ)	Λειτουργία Απόψυξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη).....	σελ.45
5.3.2.δ)	Περίοδος Αναμονής (σε προσαρμοσμένη απόψυξη).....	σελ.46
5.3.2.ε)	Θέση Αναμονής (σε προσαρμοσμένη απόψυξη).....	σελ.46
5.4	Κατάσταση Προστασίας Ορθής Λειτουργίας.....	σελ.46
5.5	Λειτουργίες διανομής.....	σελ.46
5.6	Διανομέας / Φως (Λαμπτήρες , Led).....	σελ.47
5.7	Σύστημα κλειδώματος διανομής.....	σελ.47
5.8	Φίλτρα.....	σελ.47
5.9	Άρθρωση του συστήματος (πόρτα).....	σελ.47
5.10	Η Ροή του Αέρα (Εσωτερικά του ψυγείου).....	σελ.48
5.11	Ο Συμπυκνωτής.....	σελ.49
5.12	Σχέδιο Ψυγείου/Υλικών.....	σελ.50
5.13	Πλακέτα Ελέγχου.....	σελ.52
A)	Κυρίως Πλακέτα Ελέγχου (Πλευρά Χαμηλής Τάσης).....	σελ.53
B)	Κυρίως Πλακέτα Ελέγχου (Πλευρά 120 VAC).....	σελ.54
5.14	Συνδέσεις Πλακέτας.....	σελ.55
A)	Συνδέσεις Πλακέτας Ελέγχου (Πλευρά Χαμηλής Τάσης).....	σελ.56
B)	Συνδέσεις Πλακέτας Ελέγχου (Πλευρά 120-VAC).....	σελ.58
	Θερμίστορ.....	σελ.59
5.15	Σχηματικό.....	σελ.60
5.16	Διασκόρπιση.....	σελ.61

6.0	Βασικές Έννοιες και Ορολογία.....σελ.62
7.0	Βιβλιογραφία.....σελ.64

Περίληψη

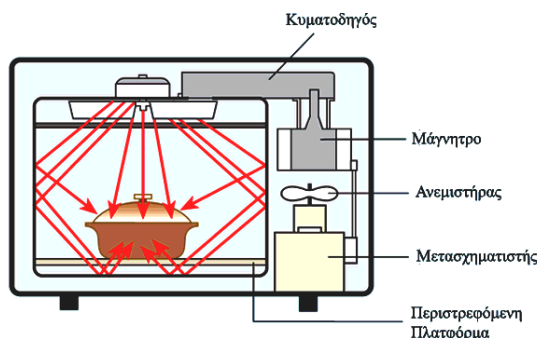
Ο σύγχρονος τρόπος ζωής είναι συνδεδεμένος με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος. Όλες οι οικιακές συσκευές λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα μέσω ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών και μηχανικών διατάξεων και στοιχείων. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η κατανόηση λειτουργίας ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών κυκλωμάτων καθώς και η σύνδεση τους με τα μηχανικά μέρη των συσκευών αυτών, έχοντας ως απώτερο σκοπό την πλήρη κατανόηση της λειτουργίας τους. Μέσω της περιγραφής λειτουργίας των λευκών συσκευών που συναντούμε στην καθημερινότητα μας, όπως και μέσα από διαγράμματα ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών διατάξεων και θεωρητικές μελέτες πάνω στην λειτουργία τους, όπου ουσιαστικά αναλύουμε το θεωρητικό υπόβαθρο αυτών των κατασκευών, το οποίο είναι απαραίτητο για την κατασκευή και λειτουργία τους. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύουμε τα μικροκύματα, τον τρόπο με τον οποίο παράγονται και τις χρήσεις τους στην καθημερινότητα μας. Στο δεύτερο κεφάλαιο συνεχίζουμε με την ανάλυση λειτουργίας ενός απλού φούρνου μικροκυμάτων καθώς και την χρήση των δομικών του στοιχείων. Στην συνέχεια στο τρίτο κεφάλαιο περνάμε στην θερμοδυναμική και τον ψυκτικό κύκλο όπου αναλύουμε την χρήση της μηχανικής συμπίεσης ψυκτικών ρευστών, απορρόφησης και προσρόφησης όπου είναι απαραίτητη για την συνέχεια του επόμενου κεφαλαίου όπου θα ασχοληθούμε με τα δομικά υλικά του οικιακού ψυγείου και το βασικό ψυκτικό κύκλωμα καθώς και την αρχή λειτουργίας τους με απώτερο σκοπό στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο να μπορέσουμε να κατανοήσουμε μέσω σχηματικών και διαγραμμάτων την λειτουργία του οικιακού ψυγείου.

Summary

Modern life is connected with the use of electric stream. All appliances run by electricity through electric, electronic and mechanical devices and data. The purpose of this thesis is comprehension of functional electronic and electrical circuits and their connection with the mechanical parts of these devices, and finally the ultimate aim is the complete understanding of their operation. Through the description of function of white goods that we encounter in our everyday life, such as through diagrams of electronic and electrical devices and theoretical studies of the operation; where we basically analyze the theoretical background of these structures, which are necessary for the construction and operation. In the first chapter, we analyze the microwaves, and the methods that we produce them and their uses in everyday life. In the second chapter we continue with the analysis of functions of a simple microwave oven and the uses of it. In the third chapter of structural elements follow-up by thermodynamics and cooling cycle in which we analyze the use of refrigerants mechanical compression, absorption and adsorption which is essential for the continuation of the forth chapter, where we will deal with the building materials of domestic refrigerator, and the main refrigerant circuit and their operating principle with the ultimate end the fifth and last chapter that we can understand through schematic diagrams and the operation of the domestic refrigerator.

1.1 Μικροκύματα

ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ



Εικόνα 1. Σχηματικό διαγράμα τυπικού φούρνου μικροκυμάτων

Τα μικροκύματα ουσιαστικά είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Οι συχνότητες (μήκη κύματος) τους κατανέμονται περιοχή από 300 MHz ($\lambda = 1 \text{ m}$) έως 300 GHz ($\lambda = 1 \text{ mm}$). Όσον αφορά τα μήκη κύματος ως προς την χωρική διάσταση αυτών, αντιλαμβάνεται κανείς ότι τα μικροκύματα δεν έχουν διαστάσεις τις τάξεως των μm , όπως θα ήταν αναμενόμενο από το παραπλανητικό πρόθεμα « μικρο » στο όνομά τους. Για την ακρίβεια σύμφωνα με το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, οι φούρνοι μικροκυμάτων λειτουργούν σε συχνότητες περίπου 2,45 GHz, δηλαδή $\lambda(\text{μήκος κύματος}) = 12,23 \text{ cm}$. Τα μικροκύματα παράγονται σε ένα μάγνητρο από το οποίο και διανέμονται μέσω ενός οδηγού κυμάτων στο θάλαμο μαγειρέματος. Αυτό το κυβοειδή θάλαμο ο οποίος έχει μεταλλικά τοιχώματα και έτσι δρα σαν κλωβός Φάραντεϊ. Η μπροστινή πόρτα, είναι κατασκευασμένη από γυαλί και καλύπτεται από μεταλλικά πλέγματα όπως και η κοιλότητα όπου βρίσκετε η λάμπα. Οι τρύπες στα πλέγματα είναι μικρές σε σύγκριση με τα μήκη κύματος των μικροκυμάτων, ως εκ τούτου, τα πλέγματα ενεργούν ακριβώς όπως μεταλλικές πλάκες. Στις μικροκυματικές συχνότητες, το μήκος κύματος ενός σήματος είναι συγκρίσιμο ή ακόμη και μικρότερο από τις φυσικές διαστάσεις της συσκευής. Το μεγάλο πρόβλημα στις συχνότητες των μικροκυμάτων είναι το μέγεθος του μήκους κύματος του σήματος. Το μήκος κύματος σε ένα σήμα χαμηλής συχνότητας είναι πολύ μεγάλο συγκρινόμενο με τις φυσικές διαστάσεις μιας συσκευής. Για παράδειγμα, το μήκος κύματος μιας γραμμής ηλεκτρικής ενέργειας στα 50 Hz είναι 6.000 km ενώ για ένα σήμα συχνότητας 1 MHz το μήκος κύματος είναι 300 m και το μήκος κύματος ενός σήματος 10 GHz είναι 3 cm. Έτσι, δύο γειτονικά σημεία δοκιμής μπορεί να έχουν σημαντική διαφορά φάσεως. Παρόμοια, επειδή ένα προς τα εμπρός κινούμενο κύμα μπορεί να ανακλαστεί μερικώς εξαιτίας μιας κακής προσαρμογής στο κύκλωμα, ένα σημείο δοκιμής στο κύκλωμα είναι η υπέρθεση του προς τα εμπρός και του ανακλώμενου κύματος. Αυτά τα δύο κύματα διαφέρουν μεταξύ τους κατά μία σημαντική γωνία φάσεως και κατά τη διεύθυνση της διάδοσής τους. Η πεπερασμένη διαφορά φάσεως μεταξύ του εισερχόμενου κύματος και του ανακλώμενου κύματος έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός στάσιμου κύματος. Επίσης, άλλα φαινόμενα υψηλής συχνότητας όπως οι απώλειες λόγω ακτινοβολίας, οι διηλεκτρικές απώλειες και οι παρασιτικές χωρητικότητες καθιστούν το σχεδιασμό των μικροκυματικών κυκλωμάτων δύσκολο. Έτσι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε απλά καλώδια και χαμηλής συχνότητας στοιχεία, όπως αντιστάσεις, πυκνωτές και πηνία, επειδή αυτά τα στοιχεία έχουν διαφορετική συμπεριφορά στις υψηλές συχνότητες που οδηγεί σε πιθανή αστοχία τους. Η κατασκευή δικτύων υψηλών συχνοτήτων είναι πολύ ευαίσθητη στο σχήμα και στις ασυνέχειες των αγωγών. Οι περισσότεροι φούρνοι μικροκυμάτων, μαγειρεύουν το φαγητό σε ένα περιστρεφόμενο δίσκο, εντός ενός ορθογώνιου κλειστού θαλάμου, αλλά μερικά σχέδια

περιλαμβάνουν ένα περιστρεφόμενο κάτοπτρο, που ενεργεί ως αναδευτήρας. Τα μικροκύματα απορροφώνται πολύ αποτελεσματικά, δεδομένου ότι τα ηλεκτρικά πεδία από τα κύματα αλληλοεπιδρούν πολύ έντονα με τα σχεδόν ελεύθερα ηλεκτρόνια του μετάλλου. Η συμπεριφορά των ηλεκτρονίων αυτή περιγράφεται ως αναγκαστική ταλάντωση με απόσβεση. Αυτά τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται εκ νέου ακτινοβολώντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα με την ίδια συχνότητα και κατά φάση, ως εκ τούτου, τα μικροκύματα είναι απολύτως αντανακλώμενα. Η διάδοση της διαταραχής του ηλεκτρικού πεδίου, για παράδειγμα, στο κενό περιγράφεται από μια σχέση που μπορεί να έχει τη μορφή κυματικής εξίσωσης :

$$\nabla^2 \vec{E} - \epsilon\mu \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \quad (1.1)$$

Σε μια αντίστοιχη εξίσωση υπακούει και το μαγνητικό πεδίο. Συγκρίνοντας την παραπάνω εξίσωση (1.1), με την απλή **κυματική εξίσωση** (1.2),

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} \quad (1.2)$$

συμπεραίνουμε ότι η **ταχύτητα διάδοσης** του ΗΜ κύματος στο κενό είναι η:

$$v = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (1.3)$$

όπου οι τιμές της ηλεκτρικής διαπερατότητας (ϵ_0) και η μαγνητικής διαπερατότητας (μ_0) αναφέρονται στο κενό. Μέσα σε ένα διηλεκτρικό υλικό, η ηλεκτρική διαπερατότητα (ϵ) και η μαγνητική διαπερατότητα (μ) έχουν άλλες τιμές από αυτές στο κενό.

Ο δείκτης διάθλασης είναι:

$$n = c/v_{ph} \quad (1.4)$$

Συνδυάζοντας τις παραπάνω σχέσεις με τη **διηλεκτρική σταθερά** $\kappa_e = \epsilon/\epsilon_0$ και τη σχετική μαγνητική διαπερατότητα $\kappa_m = \mu/\mu_0$, θα εκφράσουμε το **δείκτη διάθλασης** ως :

$$n = \frac{1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}{1/\sqrt{\epsilon \mu}} = \sqrt{\frac{\epsilon \mu}{\epsilon_0 \mu_0}} = \sqrt{\kappa_e \kappa_m} \approx \sqrt{\kappa_e} \quad (1.5)$$

Μακροσκοπικά (δείκτης διάθλασης), αυτή η συμπεριφορά περιγράφεται από την διηλεκτρική σταθερά κ_e (μικροσκοπική ιδιότητα, η οποία αντιστοιχεί στο φυσικό μέγεθος εμπέδηση) που είναι το τετράγωνο της συνάρτησης του δείκτη διάθλασης.

(1.6)

$$n = \sqrt{\kappa_e} \quad \text{ή} \quad n^2 = \kappa_e = 1 + \chi_e$$

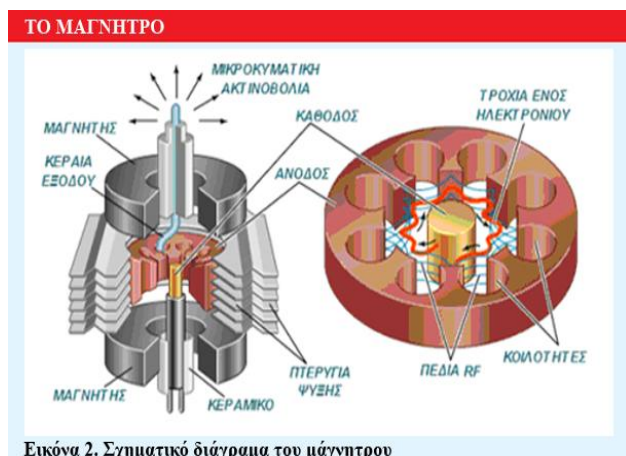
Ο δείκτης διάθλασης πολλών μετάλλων δίνει ανακλαστικότητα κοντά στο 100% σε χαμηλές συχνότητες. Το βάθος διείσδυσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων του μήκους κύματος λ δίνεται από:

$$\delta = \lambda / 4\pi n$$

(1.7)

1.2 Παραγωγή μικροκυμάτων με μάγνητρον.

Τα πιο ισχυρά μικροκύματα παράγονται από συσκευές στερεής κατάστασης, όπως αυτά όπου χρησιμοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα, τα οποία είναι πολύ αδύναμα για το μαγείρεμα. Αντ' αυτού δέσμες ηλεκτρονίων σε σωλήνες κενού σε συνδυασμό με ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία επινοήθηκαν για να επιτυγχάνουν κυρτές τροχιές (ο λεπτομερής μηχανισμός περιγράφεται παρακάτω). Οι περισσότεροι φούρνοι μικροκυμάτων χρησιμοποιούν μάγνητρον. Για πρώτη φορά εφευρέθηκε το 1921 και έντονα βελτιωμένο γύρω στο 1940, το μάγνητρον επιτρέπει είτε συνεχή είτε διακεκομμένη παραγωγή μικροκυμάτων, με ισχύ που φτάνει μέχρι και μεγαβάτ και συχνότητες μεταξύ 1 και 40 GHz. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας είναι περίπου 80% και η διάρκεια ζωής περίπου 5000 ώρες. Μια κυλινδρική κάθοδος βρίσκεται στον άξονα, αρκετά χλιοστά από μία κοίλη κυκλική άνοδο (Σχήμα 2).



Εικόνα 2. Σχηματικό διάγραμμα του μάγνητρον

Μέσα στην άνοδο υπάρχει ένας αριθμός από κοιλότητες σχεδιασμένες για να έχουν απήχηση σε 2,45 GHz. Μια τάση αρκετών kV εφαρμόζεται μεταξύ των ηλεκτροδίων και του μαγνητικού πεδίου όπου εφαρμόζεται παράλληλα προς τον άξονα, έτσι ώστε τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία να είναι κάθετα μεταξύ τους. Τα ηλεκτρόνια εκτινάσσονται από την κάθοδο επιταχυνόμενα ακτινικά εξαρχής αλλά λόγω του μαγνητικού πεδίου, ξεκινούν να ακολουθούν κυκλική τροχιά. Αν το μαγνητικό πεδίο είναι αρκετά δυνατό, τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να φτάσουν την άνοδο αλλά σχηματίζουν έναν περιστρεφόμενο φορτισμένο χώρο. Οι συντονισμένες κοιλότητες της ανόδου αντιδρούν με τα ηλεκτρόνια είτε επιταχύνοντας τα, είτε

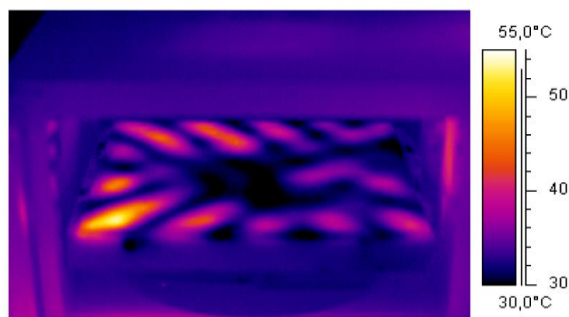
επιβραδύνοντας τα. Αυτό οδηγεί σε δέσμες ηλεκτρονίων, οι οποίες κινούνται γύρω από την κάθοδο, σε συχνότητες μικροκυμάτων, τα οποία διαδοχικά οδηγούνται σε αυτοσυντηρούμενη ταλάντωση της συντονισμένης κοιλότητας. Μέρος της ισχύος των μικροκυμάτων εξάγεται μέσω μιας σύζευξης ηλεκτρικού κυκλώματος. Το μάγνητρο στους οικιακούς φούρνους μικροκυμάτων εκπέμπει μικροκύματα στα 2.45GHz.

1.3 Συνδέοντας το μάγνητρο με τον θάλαμο μαγειρέματος (κυματοδηγός)

Οι κυματοδηγοί μεταφέρουν τα μικροκύματα από το μάγνητρο στο θάλαμο φούρνου. Είναι συνήθως μεταλλικοί αγωγοί ορθογώνιας διατομής. Το αποτέλεσμα της κατάστασης λειτουργίας εντός ορίων των αγωγών οδηγεί στην δημιουργία και κατανομή ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στον χώρο, τα οποία σε κάθε μια από τις δυο διαστάσεις και κάθετα στον άξονα ομοιάζουν με στάσιμα κύματα. Συνεπώς υπάρχει το μέγιστο μήκος κύματος λ_{max} , το οποίο μπορεί να διαδοθεί από τον κυματοδηγό. Για μια δεδομένη κατεύθυνση κάθετα στον άξονα ο εσωτερικός αγωγός είναι μόνο $\lambda_{max}/2$. Επομένως, ένας κυματοδηγός γεμάτος με αέρα ο οποίος λειτουργεί στα 2,45GHz ($\lambda=12,5\text{cm}$) θα πρέπει να έχει τουλάχιστον μια εσωτερική διάσταση μεγαλύτερης των 6.1cm. Συνήθως ο κυματοδηγός έχει μικρότερο μέγεθος κατά την κάθετη κατεύθυνση. Η πλήρωση του κυματοδηγού με διηλεκτρικό μετατοπίζει την συχνότητα αποκοπής και το μήκος κύματος. Επειδή μόνο μία εσωτερική διάσταση είναι μεγαλύτερη από το μήκος κύματος αποκοπής τα μικροκύματα αφήνοντας τον κυματοδηγό είναι πολωμένα. Καθώς τα κύματα αντανακλώνται στον θάλαμο μαγειρέματος ο βαθμός πόλωσης μειώνεται.

1.4 Ο θάλαμος ψησίματος: γιατί οι φούρνοι μικροκυμάτων χρησιμοποιούν περιστρεφόμενο δίσκο;

Μόλις τα μικροκύματα έχουν συζευχθεί στον θάλαμο μαγειρέματος, αντικατοπτρίζονται αποτελεσματικά από τα μεταλλικά τοιχώματα. Τα κύματα αντηχούν στις κοιλότητες και δημιουργούν στάσιμα κύματα. Η ανάλυση αυτών των στάσιμων κυμάτων απλοποιείται από το γεγονός ότι το μήκος κύματος των μικροκυμάτων είναι περίπου ίδιο με τις γραμμικές διαστάσεις του θαλάμου. Ένας ιδανικός φούρνος μικροκυμάτων μπορεί να μαγειρεύει όλα τα τρόφιμα ομοιόμορφα, αλλά οι κόμβοι και οι κοιλίες των σταθερών κυμάτων θα μπορούσαν να κάψουν το φαγητό σε κάποια σημεία και σε κάποια αλλά να παραμένει δροσερό (εικόνα 3).



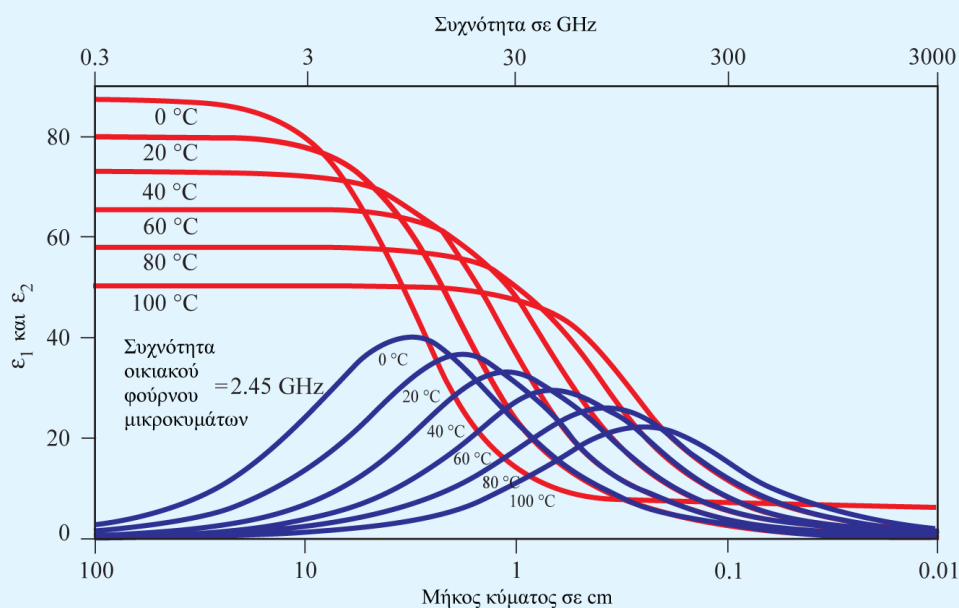
Εικόνα 3. Οπτικοποίηση λειτουργίας της οριζόντιας δομής σε ένα φούρνο μικροκυμάτων, χρησιμοποιώντας κάμερα υπέρυθρης θερμικής απεικόνισης. Μια γυάλινη πλάκα με μια λεπτή στρώση νερού τοποθετούνται σε ύψος 8 cm και θερμαίνονται για 15s σε ένα φούρνο μικροκυμάτων στα 800W χωρίς την χρήση του περιστρεφόμενου δίσκου.

Η ομοιογένεια της κατανομής του πεδίου μπορεί να υπολογιστεί θεωρητικά από τον αριθμό των συρμών που μπορεί να διεγερθούν μέσα σε ένα στενό εύρος συχνοτήτων κοντά στην συχνότητα του μάγνητρου. Υπάρχει μια σαφής δομή της κατανομής, η οποία θα οδηγούσε σε άνιση θέρμανση των τροφίμων. Αυτός είναι ο λόγος για την ύπαρξη του περιστρεφόμενου δίσκου: η περιστροφή μετακινεί το φαγητό μέσα και έξω από τα θερμά σημεία. Μερικοί φούρνοι έχουν μια λειτουργία αναδευτήρα, δηλαδή ένα περιστρεφόμενο ανακλαστήρα στην κορυφή για να παρέχετε μια πιο ομοιογενή διανομή του πεδίου, και υπάρχουν έρευνες πώς γεωμετρικές αλλαγές στη δομή των τοιχωμάτων μπορούν να βελτιώσουν την κατάσταση.

1.5 Η θέρμανση τροφίμων σε φούρνο μικροκυμάτων/ Απορρόφηση μικροκυμάτων από το νερό

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να απορροφηθούν από την ύλη με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με το μήκος κύματος και την κατάσταση της ύλης (αέριο, υγρό, στερεό). Τα ελεύθερα άτομα αλλά και των μορίων συνήθως απορροφούν υπεριώδη ακτινοβολία (UV) με διέγερση των ηλεκτρονίων ενώ στην υπέρυθη, η διέγερση μοριακών δονήσεων ή/και η περιστροφή κυριαρχούν. Ελεύθερες και ανενόχλητες περιστροφές δεν μπορεί να συμβούν σε υγρά λόγω της οι αλληλεπιδράσεις με γειτονικά μόρια, αλλά τα στερεά και τα υγρά μπορούν να απορροφήσουν τα μικροκύματα λόγω της πόλωσης που προκαλείται από το εξωτερικό ταλαντευόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Σε ένα φούρνο μικροκυμάτων, το ηλεκτρικά διπολικό μόρια νερού απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας των μικροκυμάτων. Σε χαμηλής συχνότητας ηλεκτρικά πεδία τα δίπολα ακολουθούν εύκολα τις αλλαγές στο πεδίο και ο προσανατολισμός τους αλλάζει σε συχνότητες η αδράνεια των μορίων και οι αλληλεπιδράσεις τους με τα γειτονικά κάνουν την αλλαγή προσανατολισμού

ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



Εικόνα 4. Πραγματικά και φανταστικά μέρη της διηλεκτρικής σταθεράς $\epsilon(\omega)$ για μικροκύματα και διάφορες θερμοκρασίες από 0°C μέχρι και 100°C

πιο δύσκολη και τα δίπολα υστερούν πίσω από το πεδίο. Τέλος, σε πολύ υψηλές συχνότητες (1-10 THz) τα μόρια δεν μπορούν πλέον να ανταποκριθούν προς το ηλεκτρικό πεδίο. Στην συχνότητα της τάξης GHz ενός φούρνου μικροκυμάτων, στην φάση υστέρησης των δίπολων, πίσω από το ηλεκτρικό πεδίο απορροφούν δύναμη από αυτό. Αυτό είναι γνωστό ως διηλεκτρική απώλεια που οφείλεται στην διπολική χαλάρωση. Ποσοτικά, η μέση ισχύς μικροκυμάτων απορροφάτε από ένα διηλεκτρικό και μπορεί να γραφτεί ως

$$P = \omega \epsilon_0 \epsilon_2 E_{\text{eff}}^2 V \quad (1.8)$$

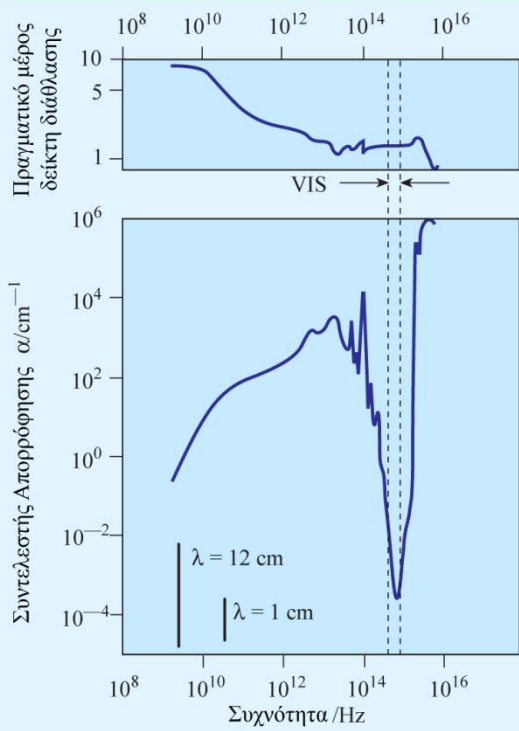
όπου V είναι ο όγκος του διηλεκτρικού και E το τετράγωνο του μέσου ηλεκτρικού πεδίου εντός αυτού του τόμου. Το ϵ_2 είναι το φανταστικό μέρος της διηλεκτρικής σταθεράς $\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$. Για καθαρό υγρό νερό, οι αλλαγές του $\epsilon_1(\omega)$ και $\epsilon_2(\omega)$ εμφανίζεται σχηματικά στο σχήμα 4, για διάφορες θερμοκρασίες.

Οι εν λόγω καμπύλες θεωρούνται τυπικές για τις περισσότερες τα είδη των τροφίμων που περιέχουν νερό. Με την πρώτη ματιά, είναι σαφές ότι το ϵ_1 όσο και το ϵ_2 εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Για σταθερή θερμοκρασία, ας πούμε 20°C, η ϵ_1 ξεκινά από την στατική τιμή περίπου των 80, στη συνέχεια μειώνεται ενώ βρίσκετε στο εύρος των GHz και τελικά φθάνει σε μια τιμή περίπου 1,78 των οπτικών συχνοτήτων (η οποία θα μας δώσει την τιμή του δείκτη διάθλασης του νερού στο ορατό $n \approx 1.33$). Ταυτόχρονα, το ϵ_2 δείχνει να γίνεται μέγιστο περίπου στα 20 GHz. Για την αύξηση της θερμοκρασίας και οι δύο συναρτήσεις μειώνονται σε μέγεθος και στρέφονται σε υψηλότερες συχνότητες. Συνεπώς ένα κομμάτι της αύξησης της θερμοκρασίας των τροφίμων εξαρτάται από την αρχική τους θερμοκρασία. Δεδομένου ότι τα τρόφιμα συνήθως θερμαίνονται από την αρχική θερμοκρασία δωματίου, ας πούμε σε 100°C, η εικόνα 4 δείχνει ότι, επιλέγοντας μια συχνότητα μεταξύ 10 και 100 GHz θα παραχθεί η βέλτιστη απορρόφηση ισχύος σύμφωνα με την εξίσωση (1.8). Στην πραγματικότητα η συχνότητα επιλέγεται με βάση τα διαφορετικά φυσικά κριτήρια τα οποία επικρατούν.

1.6 Βάθη διείσδυσης των μικροκυμάτων σε νερό και αλληλεπίδραση τους με άλας : ανάλυση της συχνότητας που χρησιμοποιείται

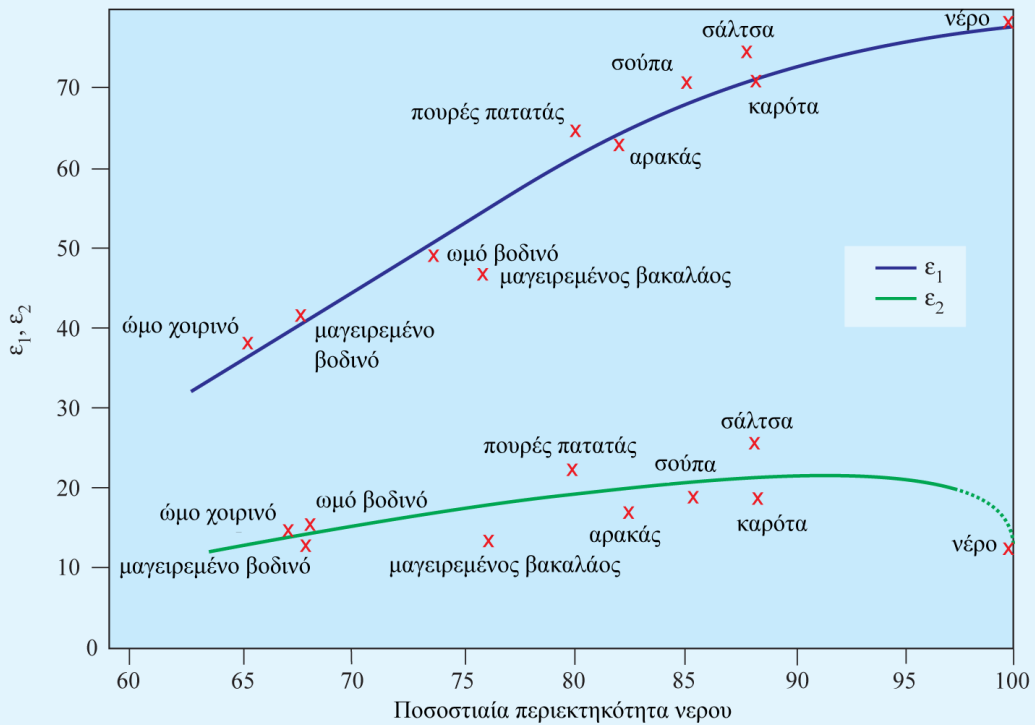
Χρησιμοποιώντας $\epsilon = n^2$ μπορεί κανείς να υπολογίσει το φανταστικό μέρος του δείκτη διάθλασης και από αυτό, το συντελεστής απορρόφησης α , ο οποίος σχετίζεται με το βάθος διείσδυσης δ των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (Εξίσωση (1.7)) με $\alpha = 1 / \delta$. Το σχήμα 5, μας δείχνει μια ακατέργαστη επισκόπηση του συντελεστή απορρόφησης του νερού στην περιοχή των μικροκυμάτων, σε μορφή ενός διπλού λογαριθμικού διαγράμματος, από (0,1 GHz) προς την περιοχή UV (10¹⁶ Hz). Προφανώς το νερό παρουσιάζει μια πολύ έντονη αύξηση του συντελεστή απορρόφησης με συχνότητες που εκτείνονται στην περιοχή IR. Αυτό μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε ένα συντελεστή απορρόφησης, $\alpha > 10^3 \text{ cm}^{-1}$, που αντιστοιχεί σε βάθη διείσδυσης, δ μικρότερο από 10 μm . Μεταξύ της δόνησης διέγερσης στο IR και των ηλεκτρονικών διεγέρσεων στο UV, υπάρχει το γνωστό ελάχιστο $\alpha = 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ στο ορατό, γεγονός που οδηγεί σε βάθος διείσδυσης δ πάνω από 10 m για καθαρό νερό, δηλαδή η υψηλή μετάδοση στο νερό βιώνετε καθημερινά. Το σχήμα 5 εξηγεί επίσης γιατί οι φούρνοι μικροκυμάτων χρησιμοποιούν μια συχνότητα περίπου 2,45 GHz και όχι 20-1000 GHz, όπως μπορεί να έχετε ιδεί από την εικόνα 4. Με την αύξηση της συχνότητας, ο συντελεστής απορρόφησης, α αυξάνει ταχέως, δηλ. το βάθος διείσδυσης $\delta = 1 / \alpha$ μειώνεται γρήγορα. Το

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



Εικόνα 5. Συντελεστής απορρόφησης του νερού από τα μικροκύματα στην UV.

ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



Εικόνα 6. Διηλεκτρικές σταθερές διαφόρων ειδών τροφίμων.

φαγητό στο φούρνο μικροκυμάτων έχει τυπικές διαστάσεις της τάξεως των εκατοστών, και ως εκ τούτου, το βάθος διείσδυσης θα πρέπει να είναι σε αυτό το εύρος. Με συχνότητα 20 GHz, το βάθος διείσδυσης θα ήταν πολύ μικρότερο, δηλαδή η ενέργεια θα απορροφούταν από ένα λεπτό επιφανειακό στρώμα των τροφίμων (ψήσιμο των τροφίμων), ενώ το εσωτερικό θα παρέμενε κρύο. Η επιλογή χαμηλότερης συχνότητας έχει ως αποτελέσματα την απορρόφηση των μικροκυμάτων παντού στην τροφή. Ωστόσο αναμφισβήτητα ο κύριος παράγοντας που καθορίζει το ρυθμό θέρμανσης ενός τροφίμου είναι η περιεκτικότητά του σε νερό και τον τύπο του τροφίμου αυτού, αυτό ισχύει και για το καθαρό νερό. Ωστόσο, το άλας που προστίθεται σε πολλά τρόφιμα μπορεί να επιτρέψει ένα πρόσθετο μηχανισμό θέρμανσης. Σε διάλυμα, τα φορτισμένα ιόντα Na⁺ και Cl⁻ (με ή χωρίς περιβάλλοντα σύννεφα ιόντων) αντιδρούν με το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Αυτό οδηγεί σε μικροσκοπικές κινήσεις των ιόντων, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν συγκρούσεις με τα γειτονικά και με αυτόν τον τρόπο απελευθερώνετε ενέργεια, παράγοντας θερμότητα. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να φανεί από τις καμπύλες της ε2(ω). Επομένως, είναι δυνατόν να θερμαίνονται τα αλμυρά τρόφιμα γρηγορότερα από το καθαρό νερό (βλέπε εικόνα 6).

1.7 Πιθανότητα ακτινοβολίας χώρου από φούρνο μικροκυμάτων.

Υπάρχουν πολύ αυστηροί κανονισμοί γύρω από τα μικροκύματα και που διέπουν τον τρόπο με τον οποίο η ακτινοβολία επιτρέπεται να εκπέμπεται από τους φούρνους μικροκυμάτων: διότι θα μπορούσε να είναι ένας κίνδυνος για την υγεία και θα μπορούσαν να επηρεάσουν την λειτουργία άλλων ηλεκτρονικών συσκευών. Επειδή ένας φούρνος μικροκυμάτων είναι ένας κλωβός Φάραντεϊ λίγη ακτινοβολία αναμένεται να δραπετεύσει. Το πιο κρίσιμο μέρος είναι η πόρτα, η οποία είναι εξοπλισμένη με τις επιπλέον λεγόμενες λ / 4 παγίδες ακτινοβολίας. Σε κάθε χώρα υπάρχουν επίσημα θεσμικά όργανα, Γερμανία, για παράδειγμα, είναι η fuer Bundesamt Strahlenschutz (BfS), η οποία ελέγχει την ασφάλεια των ηλεκτρικών συσκευών. Το επίπεδο ακτινοβολίας κοντά στην επιφάνεια των περισσότερων κλιβάνων ανέρχεται σε περίπου στο 1% του επιτρεπόμενου ορίου των 5 mW cm⁻². Όσο απομακρύνεστε από το φούρνο μικροκυμάτων, τόσο η ένταση μειώνεται δραστικά, τόσο ώστε η συνήθης δόση ακτινοβολίας που εκπέμπεται να βρίσκεται πολύ κάτω από το 1/1000 της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής. Δεδομένου ότι ένα μικρό ποσοστό της ακτινοβολίας κάνει διαφυγή από το φούρνο μικροκυμάτων, είναι επίσης δυνατό τα μικροκύματα να εισέρχονται στο κλειστό φούρνο μικροκυμάτων. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί βάζοντας ένα κινητό τηλέφωνο μέσα στο φούρνο (απενεργοποιημένο) και καλώντας. Οι περισσότεροι φούρνοι έχουν ένα κουμπί «off» που ταυτόχρονα σβήνει το μάγνητρο και ανοίγει την πόρτα. Παρόλα αυτά είναι αδύνατον να ξεφύγει οποιαδήποτε παρατεταμένη ακτινοβολία όταν αυτό συμβαίνει. Χρησιμοποιώντας κανείς την εξίσωση :

$$Q = \omega E / (dE/dt)$$

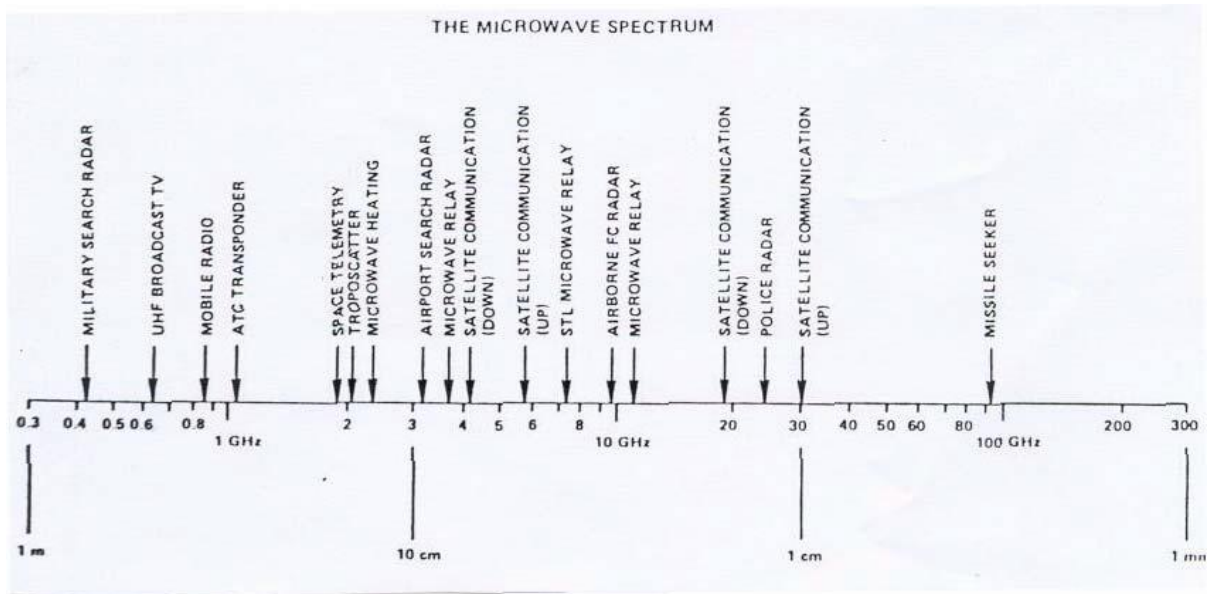
(1.9)

(Όπου το Q είναι μέτρο των απωλειών ενέργειας και, ως εκ τούτου, της συχνότητας και του πλάτους ω. Το Q δίνει την αναλογία της ενέργειας που αποθηκεύεται στο αντηχείο και την ενεργειακή απώλεια ανά κύκλο.) μπορεί εύκολα να εκτιμήσει τους χρόνους αποσύνθεσης των πεδίων, τα οποία εξαρτώνται από τον παράγοντα ποιότητας του θαλάμου :

$$E(t) = E(0) \exp(-\omega t / Q)$$

(1.10)

Για ένα άδειο φούρνο ($Q = 104$) το πεδίο έχει αποσυντεθεί σε λιγότερο από το $1/1000$ του μετά από ένα χρόνο περίπου $4,5 \mu s$, αν υπάρχει φαγητό στο φούρνο, μειώνοντας το Q σε περίπου 102 , ο χρόνος αλλάζει κατά $45 ns$ μόνο. Προφανώς, κανείς δεν μπορεί να ανοίξει μια πόρτα τόσο γρήγορα.



Εικόνα 7. Το μικροκυματικό φάσμα και οι εφαρμογές του από υπό-GHz συχνότητες μέχρι και εκατοντάδες GHz.

2.1 Ορθή λειτουργία Φούρνου Μικροκυμάτων

Αφού συνδέσετε το φούρνο σας σε μια τυπική οικιακή πρίζα , πατήστε το κουμπί έναρξης ή γυρίστε το χρονοδιακόπτη. Στη συνέχεια οι διακόπτες (Πρωτεύων ,δευτερεύων ,χρονόμετρο) κλείνουν κύκλωμα. Τελικά η ισχύς εισόδου θα εφαρμοστεί στον κινητήρα του περιστρεφόμενου πιάτου , στον κινητήρα του χρονομέτρου , στον κινητήρα του ανεμιστήρα , στην λάμπα του φούρνου και στον μετασχηματιστή υψηλής τάσης . Μια υψηλή τάση 2100 VAC δημιουργείται στο δεύτερο άκρο του Μετασχηματιστή υψηλής τάσης. Και η τάση διπλασιάζεται από Πυκνωτή υψηλής τάσης και την Δίοδο υψηλής τάσης . Η τάση DC 4KV εφαρμόζεται στο νήμα του μάγνητρου , τότε το μάγνητρο αρχίζει να παράγει μικροκύματα . Αυτά τα μικροκύματα διαδίδονται στον θάλαμο του φούρνου μέσω ενός κυματοδηγού .

2.3 Κυκλώματα τροφοδοσίας

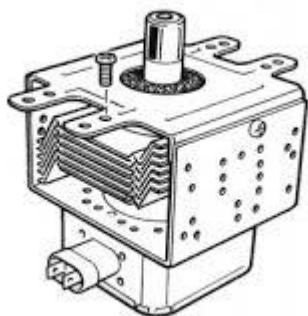
Το κύκλωμα διπλασιασμού τάσης μισού κύματος αποτελείται από το δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή υψηλής τάσης, την δίοδο (ανορθωτής) , και τον πυκνωτή υψηλής τάσης. Η δίοδος επιτρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) να ρέει μόνο προς μία κατεύθυνση μόνο και το ανορθώνει μεταβάλλοντας το σε συνεχές ρεύμα μετασχηματιστή (DC) . Ο πυκνωτής είναι σε θέση να υποθηκεύσει ενέργεια στο ένα μισό του κύκλου AC και την αποδεσμεύει κατά τον άλλο μισό κύκλο.

Κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του κύκλου λειτουργίας , το δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή προμηθεύει με 2000Volts τον τρέχων πυκνωτή όπου ρέει μέσω της δίοδο και επιστρέφει στο μετασχηματιστή για ένα πλήρες κύκλωμα . Αυτό το ήμισυ του κύκλου της AC φορτίζει τον πυκνωτή με περίπου 2000Volt.

Κατά διάρκεια του δεύτερου μισού του κύκλου λειτουργίας , το ρεύμα ρέει προς την αντίθετη κατεύθυνση , προμηθεύοντας και πάλι το κύκλωμα με 2000Volt. Αυτό επιτρέπει την αποφόρτιση του πυκνωτή των 2000Volt, προσθέτοντας τα στην κορυφή των 2000Volt που παράγονται από το δευτερεύον τύλιγμα , δημιουργώντας έτσι μια συνολική προσέγγιση της τάξης των 4000Volt αρνητικού συνεχούς ρεύματος.

Η αρνητική τάση 4000VDC προκαλεί το μάγνητρο να άγη το ρεύμα αυτό και να προκαλεί ηλεκτρομαγνητική κυμάτωση των 2450 MHz. Το πρώτο μισό του κύκλου και το δεύτερο μισό κύκλο αποτελούν ένα πλήρη κύκλο, επαναλαμβάνοντας την συχνότητα ισχύος εισόδου ανά δευτερόλεπτο .

2.4 Το Μάγνητρο



Το μάγνητρο είναι η πηγή ενέργειας για το φούρνο μικροκυμάτων. Το μάγνητρο είναι ένας σωλήνας κενού ειδικής κατασκευής . Πρόκειται ουσιαστικά για μια δίοδος με προσθήκη ενός μαγνητικού πεδίου. Αποτελείται από ένα μικρό , περιτύλιγμα θερμαντικού στοιχείου (νήμα) από βολφράμιο που εκπέμπει εύκολα ηλεκτρόνια όταν θερμαίνεται . Αυτό το στοιχείο χρησιμεύει ως κάθοδος (αρνητικό στοιχείο) εντός του σωλήνα . Η άνοδος (θετικό στοιχείο του σωλήνα) αποτελείται από παχιά τοιχώματα χάλκινου κυλίνδρου με κατακόρυφα ελάσματα που εκτείνονται προς τα μέσα τα οποία περιβάλλουν , αλλά δεν αγγίζουν την κάθοδο . Για να ολοκληρωθεί το μάγνητρο και να λειτουργήσει διαφορετικά από άλλους σωλήνες κενού, δύο μόνιμοι και ισχυροί μαγνήτες τοποθετούνται πάνω από κάθε άκρο του σωλήνα. Για να δημιουργήσετε μια ροή ηλεκτρονίων από την κάθοδο στην άνοδο , η κάθοδος θα πρέπει να θερμαίνεται καθώς θα πρέπει να υφίσταται και μια διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο. Αυτό

επιτυγχάνεται με την θέρμανση της καθόδου με 3 , 4 έως 3,5 VAC (από την περιέλιξη νήματος του μετασχηματιστή υψηλής τάσης) και εφαρμόζοντας ένα αρνητικό ρεύμα 4000 VDC (από το κύκλωμα διπλασιασμού τάσης) προς την κάθοδο. Αρχικά τα ηλεκτρόνια θα ταξιδεύουν σε μια ευθεία γραμμή από την κάθοδο προς την άνοδο. Ωστόσο, με την προσθήκη ενός μόνιμου μαγνήτη που περιβάλλει την άνοδο δημιουργώντας ένα μαγνητικό πεδίο , τα ηλεκτρόνια ταξιδεύουν σε μια τροχιακή διαδρομή μεταξύ καθόδου και άνοδου . Καθώς τα ηλεκτρόνια προσεγγίζουν την άνοδο , η τροχιακή τους διαδρομή αποτελεί παρελθόν , διαδέχοντας την, μικρές κοιλότητες συντονισμού που αποτελούν μέρος της ανόδου . Το πέρασμα των ηλεκτρονίων προκαλεί στα τρέχων αυτά ηλεκτρόνια ταλάντωση στις κοιλότητες συντονισμού, της πολύ υψηλής συχνότητας των 2450 MHz. Αυτή η ενέργεια των RF (Ραδιοσυχνοτήτων) στη συνέχεια μεταφέρεται προς την κεραία.

2.5 Περιγραφή λειτουργίας κυκλώματος

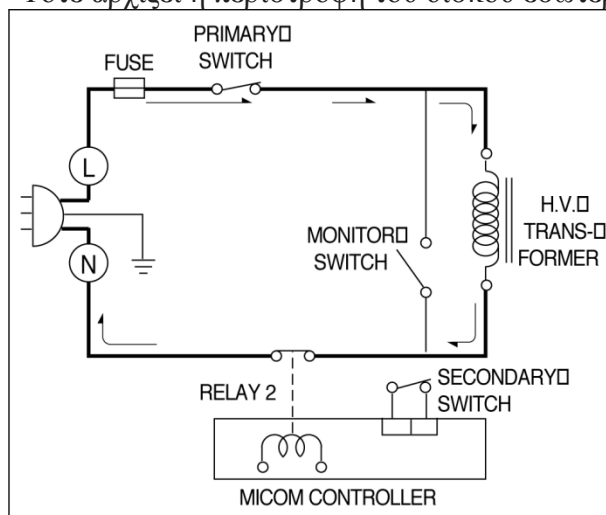
Ο μετασχηματιστής χαμηλής τάσης παρέχει την απαραίτητη τάση στον μικροελεγκτή όταν το καλώδιο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο. Όταν η πόρτα είναι κλειστή , ο κύριος διακόπτης είναι ανοικτός , η δευτερεύον διακόπτης είναι ON και ο διακόπτης οθόνης ανοίγει (Επαφή COM και NO) .

1) Κατά την επιλογή χρόνου μαγειρέματος και ισχύς

Ο ελεγκτής απομνημονεύει τη λειτουργία που έχετε ορίσει . Ο χρόνος επιλογής εμφανίζεται στο παράθυρο ενδείξεων (εκτός αντί αυτού εάν υπάρχει χρονοδιακόπτης) . Κάθε ενδεικτική λυχνία ανάβει για να δείξει ότι το στάδιο έχει οριστεί .

2) Όταν αγγίζετε το πλήκτρο της έναρξης

- Το πηνίο του ρελέ ενεργοποιείται από τον ελεγκτή του κυκλώματος.
- Η ισχύς παρέχεται στο μετασχηματιστή υψηλής τάσης μέσω της ασφάλειας, του πρωτεύον διακόπτη και του δεύτερου ρελέ .
- Τότε αρχίζει η περιστροφή του δίσκου εσωτερικά του θαλάμου του φούρνου μικροκυμάτων.



- Ο κινητήρας του ανεμιστήρα ενεργοποιείτε δίνοντας περιστροφή σε αυτόν και δροσίζοντας το μάγνητρο. Ο αέρας κατευθύνεται επίσης στο φούρνο με στόχο να εξατμίσει τον ατμό μέσω της άνω πλάκας.
- Το μαγείρεμα ξεκινά την αντίστροφη μέτρηση .

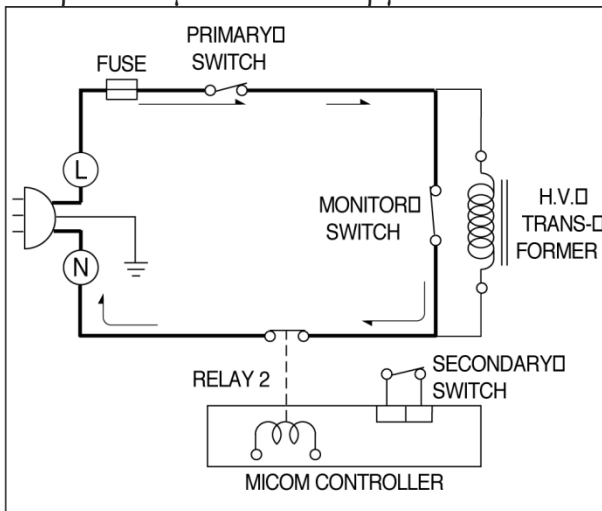
- 3,3 βολτ εναλλασσόμενου ρεύματος παράγονται από την περιέλιξη νήματος του μετασχηματιστή υψηλής τάσης . Αυτά τα 3,3 βολτ εφαρμόζονται στο μάγνητρο για τη θέρμανση του νήματος του μέσω δύο πηνίων παρεμπόδισης του θορύβου, τσοκ .
 - Μια υψηλή τάση περίπου των 2100 βολτ AC παράγεται στο δευτερεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή υψηλής τάσης ,που αυξάνεται με την δράση της διόδου υψηλής τάσης και της φόρτιση μέσω του πυκνωτή υψηλής τάσης .
- Η αρνητική τάση των 4000VDC εφαρμόζεται στο νήμα του μάγνητρον .

3)Όταν ο φούρνος ορίζεται σε οποιοδήποτε επίπεδο εκτός του MAX (μέγιστου).

- Ο ελεγκτής ελέγχει τον χρόνο ανοίγματος / κλεισίματος , του δεύτερου ρελέ από το εφαρμοζόμενο σήμα, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η μέση απόδοση του φούρνου μικροκυμάτων, δηλαδή το επίπεδο δύναμης / ισχύς των μικροκυμάτων.
- Ένας πλήρης κύκλος του δεύτερου ρελέ είναι 22 δευτερόλεπτα.

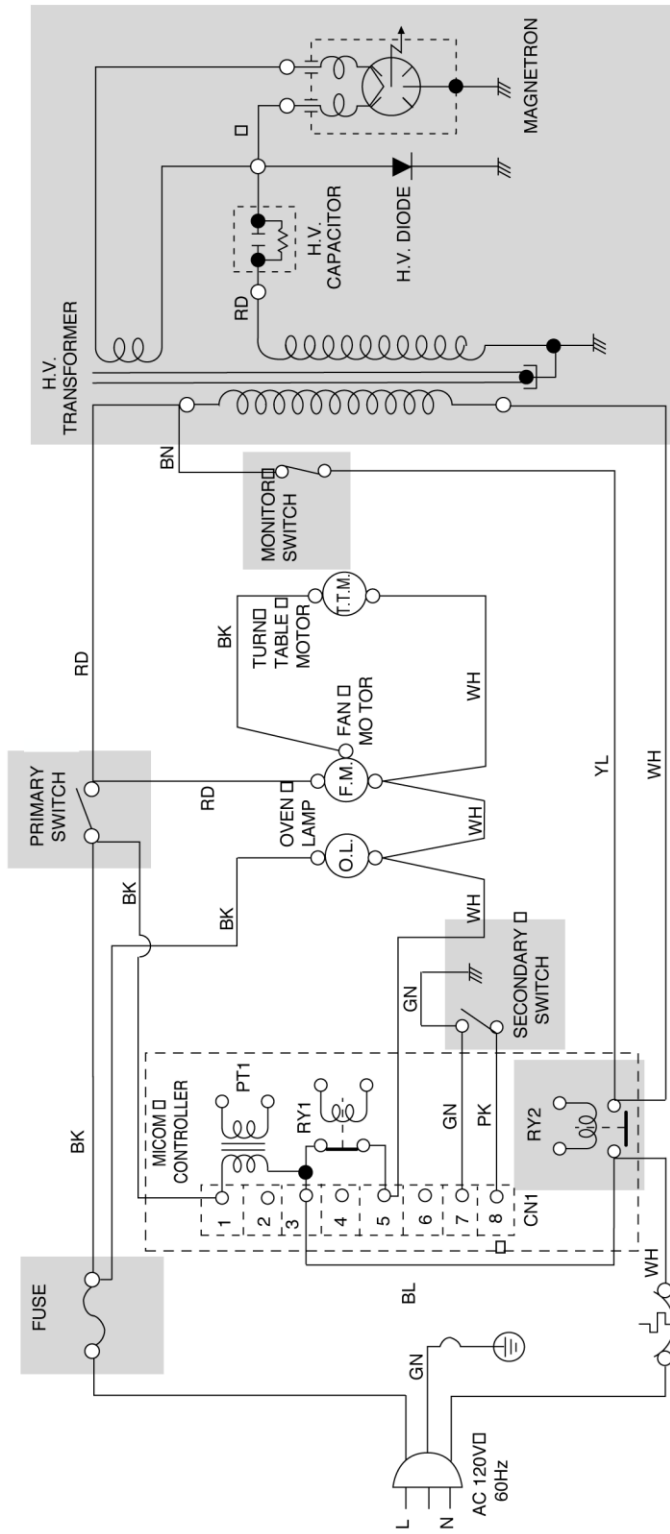
4)Όταν η πόρτα ανοίγεται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος

- Τόσο ο κύριος διακόπτης και το δευτερεύον ρελέ , διακόπτει την πρωτεύων περιέλιξη τάσης του μετασχηματιστή υψηλής τάσης.
- Το άνοιγμα-κλείσιμο του δεύτερου ρελέ συνδέεται ηλεκτρικά με το άνοιγμα και το κλείσιμο του δευτερεύοντος διακόπτη.
- Όταν ανοίγει η πόρτα, ο δευτερεύων διακόπτης ανοίγει και όταν η πόρτα είναι κλειστή, ο δευτερεύων διακόπτης είναι κλειστός.
- Ο χρόνος μαγειρέματος σταματά την αντίστροφη μέτρηση.
- Το ρελέ σταματά να λειτουργεί.



- Καθώς η πόρτα ανοίγει, εάν η επαφή του πρωτογενούς διακόπτη και το 2^ο ρελέ ή / και ο δευτερεύων διακόπτης αποτύχει να ανοίξει, η ασφάλεια ανοίγει λόγω του μεγάλου ρεύματος και της υπέρτασης που προκαλείται από την ενεργοποίηση του διακόπτη οθόνης, ο οποίος με τη σειρά του σταματά την ταλάντωση του μάγνητρον.

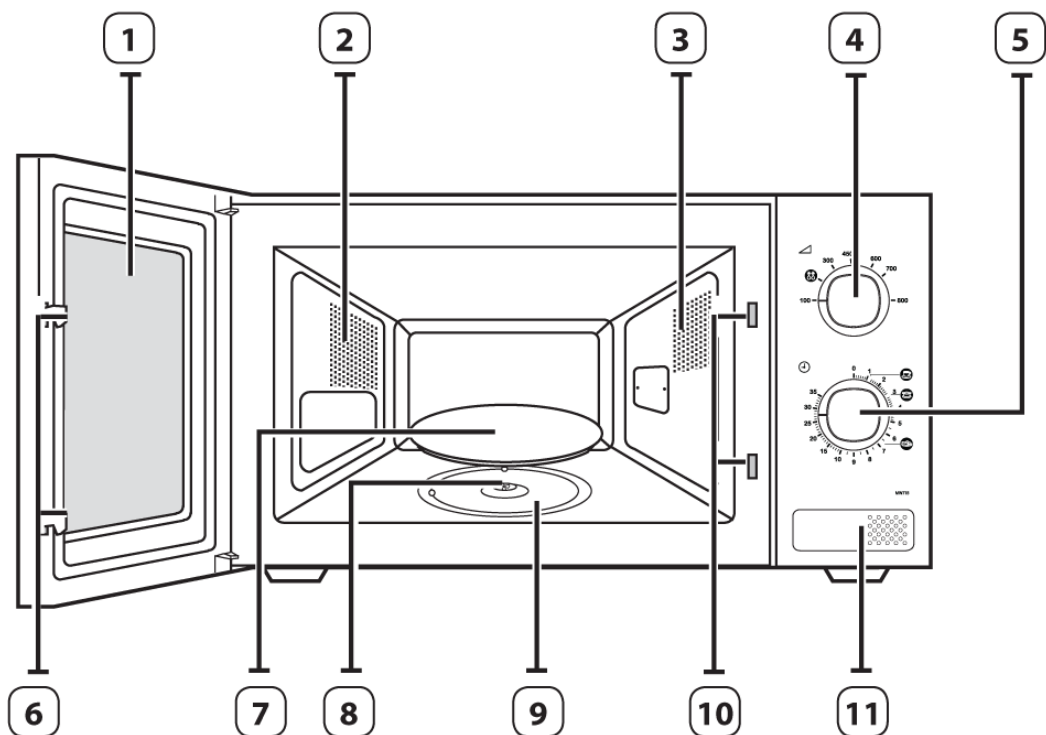
2.6 Σχηματικό Διάγραμμα



BK : ΜΑΥΡΟ	BL : ΜΠΛΕ	YL : ΚΙΤΡΙΝΟ	RD : ΚΟΚΚΙΝΟ
WH : ΛΕΥΚΟ	PK : ΡΟΖ	GN : ΠΡΑΣΙΝΟ	BN : ΚΑΦΕ

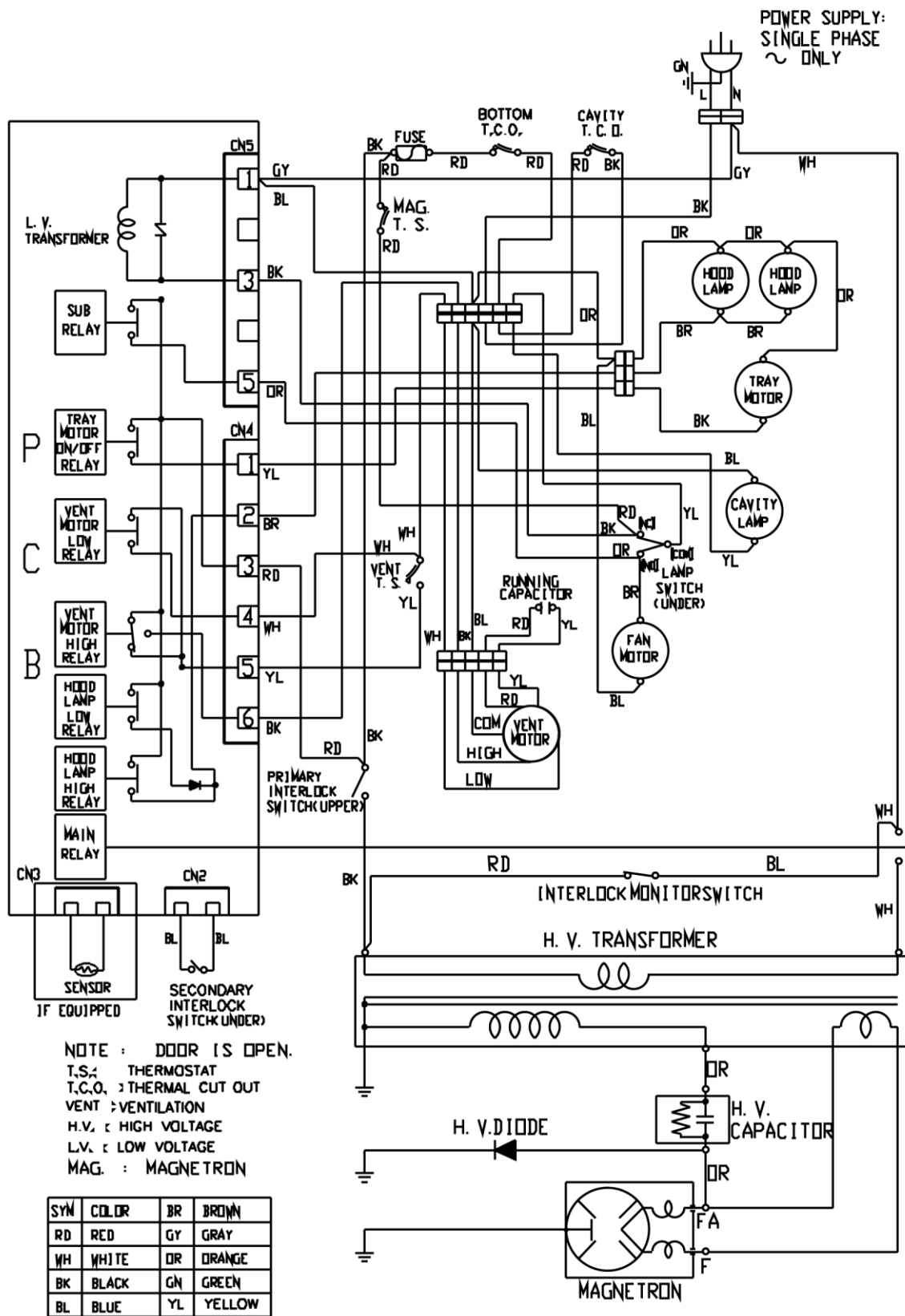
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Η ΠΟΡΤΑ ΕΙΝΑΙ ΑΝΟΙΧΤΗ

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ: Οι σκιογραφημένες περιοχές σε αυτό το σχηματικό διάγραμμα ενσωματώνουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και χρήζουν ιδιαίτερης μεταχείρισης και προσοχής, λόγω υψηλής τάσης και ισχυρής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας η τροποποίηση τους με εξαρτήματα πέραν αυτών που αναγράφει ο εκάστοτε κατασκευαστής δημιουργεί σοβαρούς κινδύνους για μικροκυματική ακτινοβολία, ηλεκτρικό σοκ κτλ

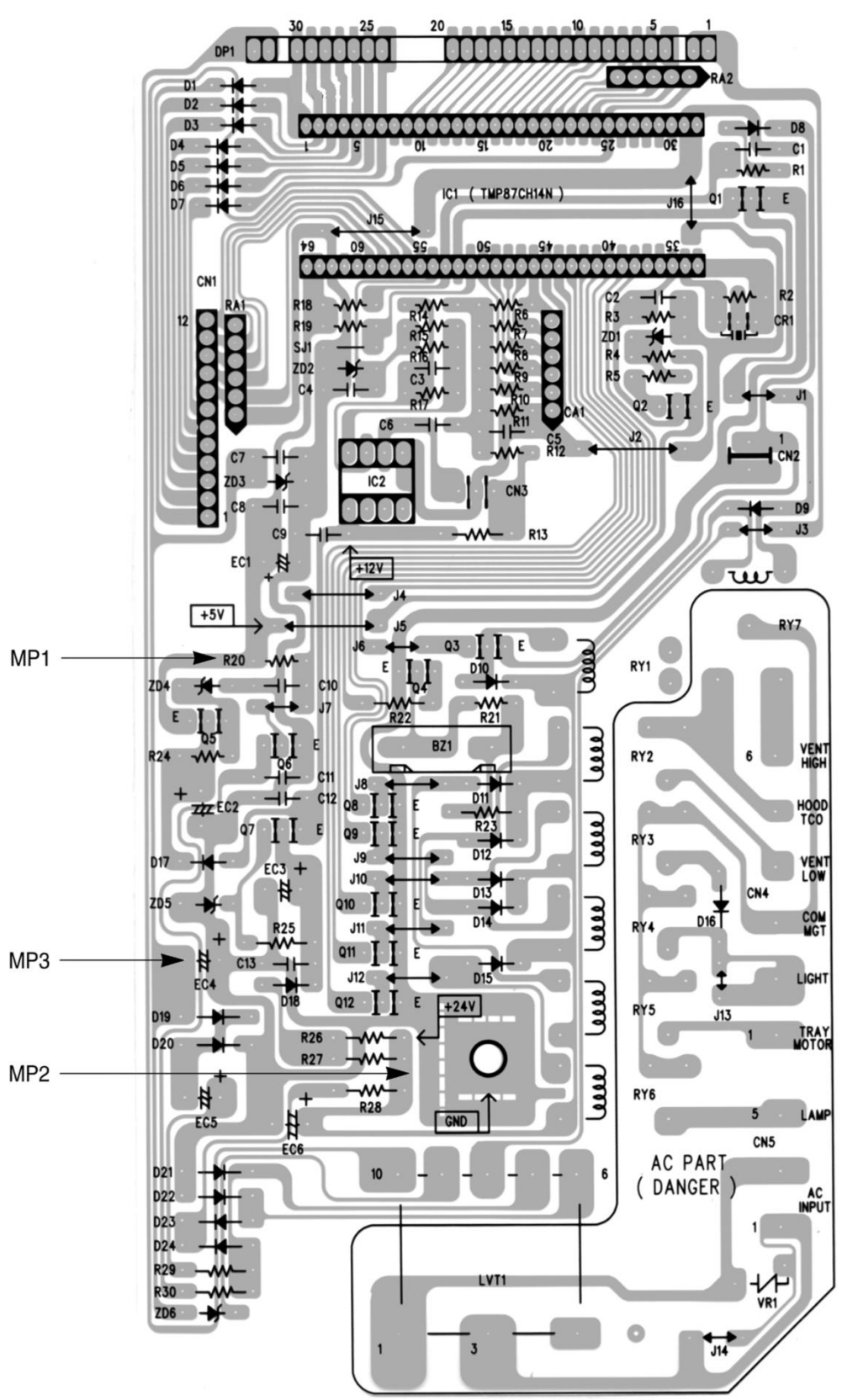


- | | |
|--|---|
| 1. ΠΟΡΤΑ | 7. ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΔΙΣΚΟΣ |
| 2. ΟΠΕΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ | 8. ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ |
| 3. ΦΩΣ | 9. ΔΑΚΤΥΛΙΟΣ ΚΥΛΙΣΗΣ |
| 4. ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ
ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ | 10. ΟΠΕΣ ΜΑΝΔΑΛΩΣΗΣ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ |
| 5. ΚΟΥΜΠΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΚΟΠΤΗ | 11. ΚΟΥΜΠΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΠΟΡΤΑΣ |
| 6. ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΠΟΡΤΑΣ | |

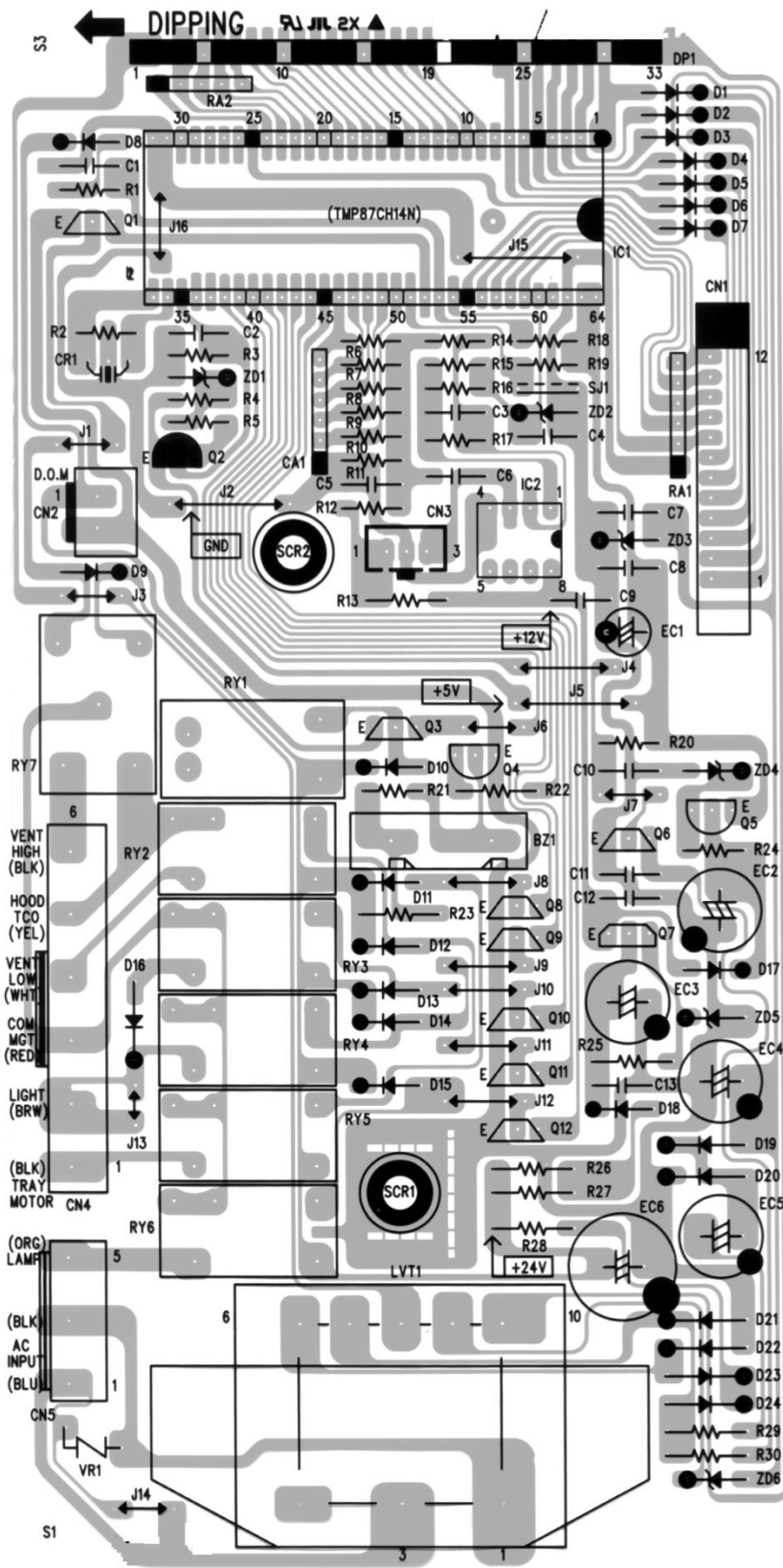
2.7 Ηλεκτρικό Σχεδιάγραμμα



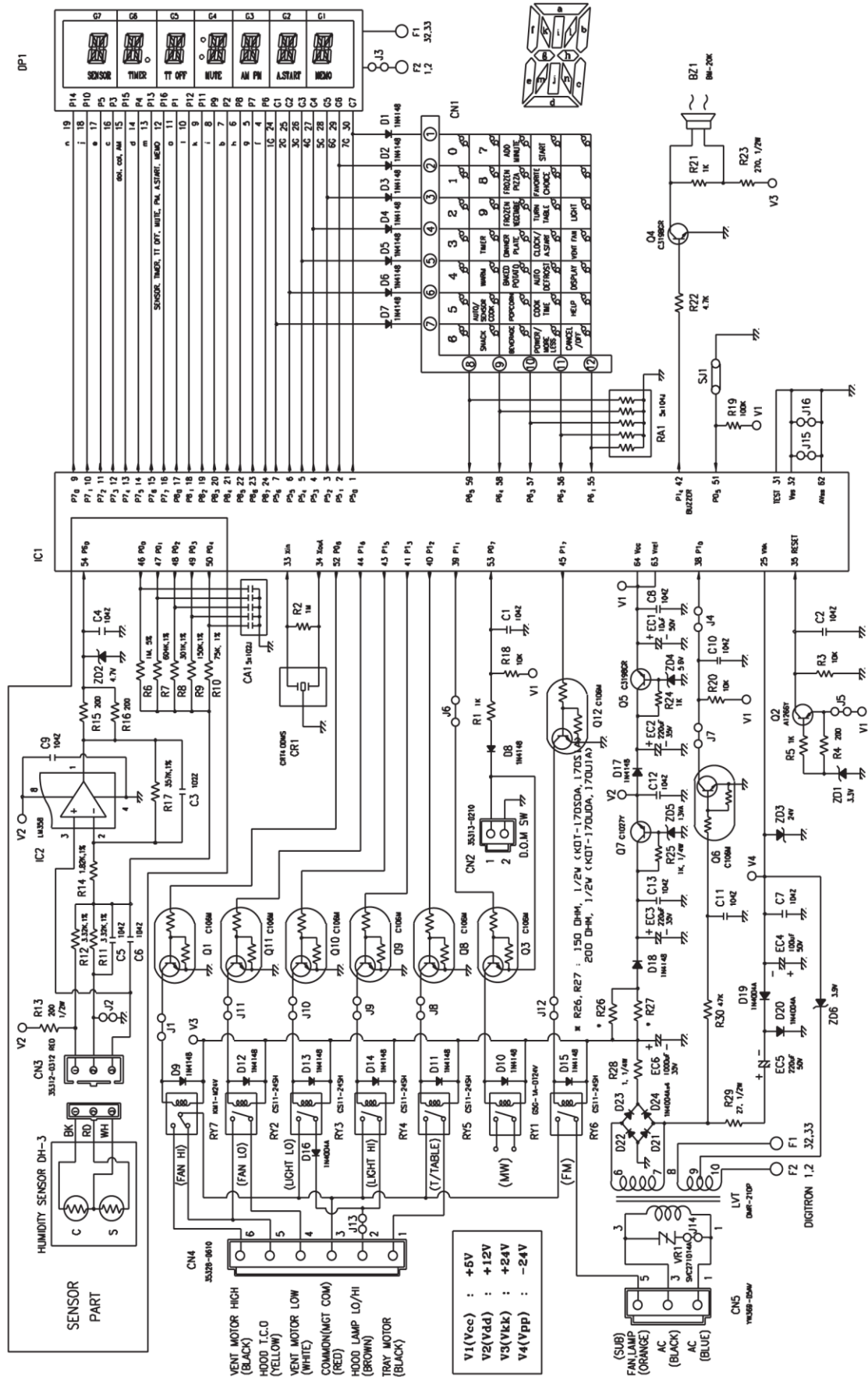
2.8 Τυπωμένο Κύκλωμα Πλευρά Α



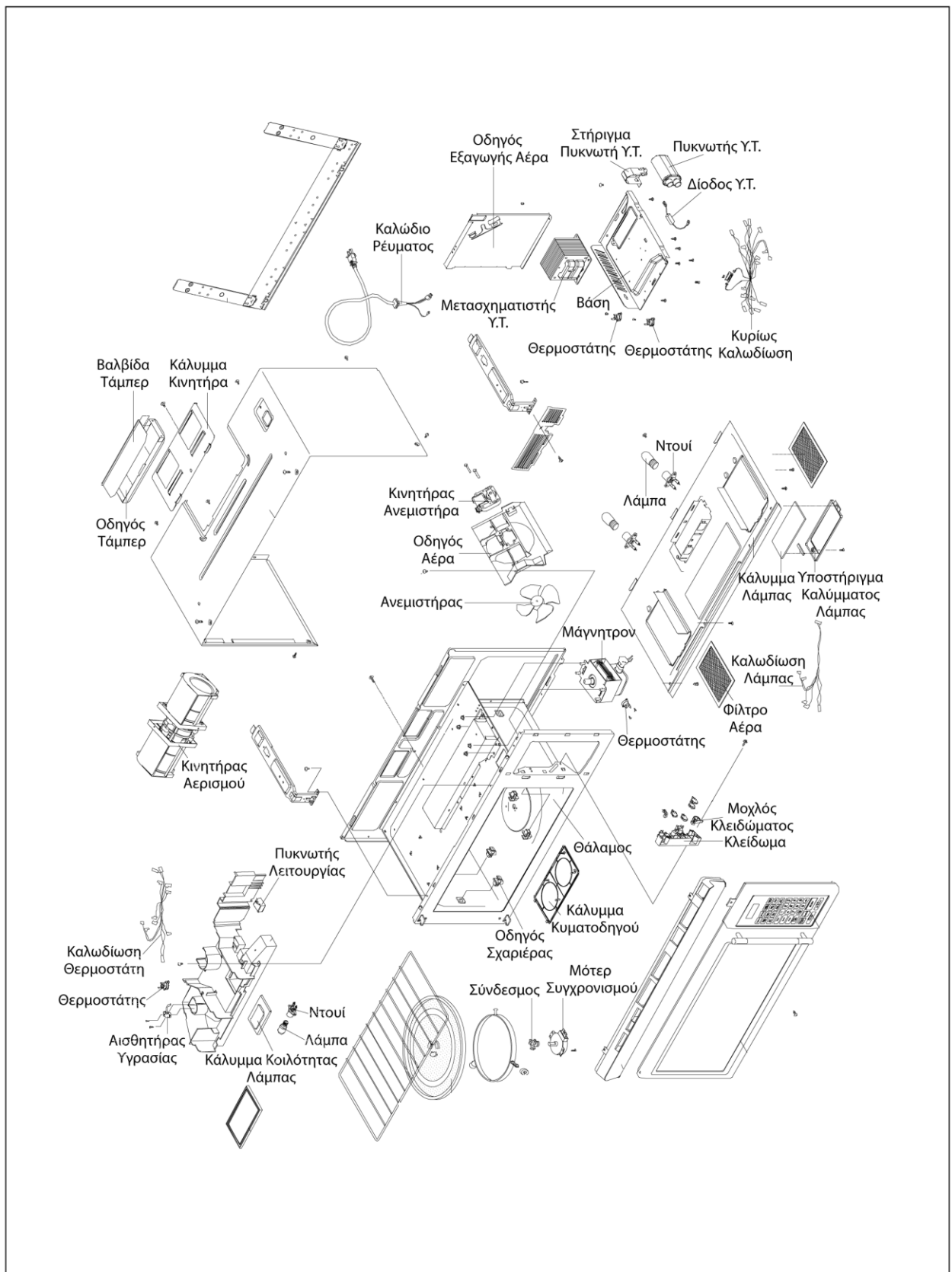
Πλευρά Β



2.9 Διάγραμμα Τυπωμένου Κυκλώματος.



2.10 Διασκόρπιση



3.1 Βασική Θερμοδυναμική

Ένα θερμοδυναμικό σύστημα είναι μια περιοχή στο χώρο, ένα τμήμα της φυσικής ύλης, πάνω στο οποίο συγκεντρώνουμε την προσοχή μας για να το μελετήσουμε (στην περίπτωση μας, το ψυκτικό μέσο). Κάθε σημείο ή περιοχή έξω από αυτό το σύστημα ονομάζεται περιβάλλον. Το θερμοδυναμικό σύστημα χωρίζεται στην πράξη από το περιβάλλον με τοιχώματα ύλης (τα τοιχώματα των σωληνώσεων κ.λπ.) και στη θεωρία με υποθετικές γραμμές. Η ύλη στην πράξη (π.χ. σωληνώσεις) και οι γραμμές στη θεωρία που χωρίζουν το θερμοδυναμικό σύστημα από το περιβάλλον ονομάζονται όρια του συστήματος. Ο ακριβής καθορισμός τους είναι απαραίτητος για να προσδιορίσουμε επακριβώς το θερμοδυναμικό σύστημα που θέλουμε να μελετήσουμε. Τα όρια του συστήματος δεν είναι απαραίτητο να είναι σταθερά και ακίνητα ως προς το περιβάλλον. Μπορούν να μετακινηθούν ανάλογα με τις μεταβολές που υφίσταται το θερμοδυναμικό σύστημα.

Τα θερμοδυναμικά συστήματα χωρίζονται στις παρακάτω μεγάλες κατηγορίες:

Ένα θερμοδυναμικό σύστημα ονομάζεται:

- **Κλειστό** αν τα όριά του επιτρέπουν τη συναλλαγή θερμότητας ή και έργου με το περιβάλλον αλλά δεν επιτρέπουν την ανταλλαγή μάζας (π.χ. ψυκτικό μέσο). Το σύστημα, δηλαδή, διατηρεί σταθερή τη μάζα του, την ποσότητα της ύλης (π.χ. ψυκτικό μέσο) που περιέχει. Το κλειστό σύστημα χωρίζεται σε αδιαβατικό και σε απομονωμένο ή μονωμένο.

- **Αδιαβατικό** ονομάζεται το κλειστό σύστημα αν τα όριά του δεν επιτρέπουν την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον, αλλά μπορεί όμως να του δίνεται ενέργεια με διαφορετικό τρόπο (π.χ. θερμότητα μέσω μηχανικού έργου που προσφέρει ο συμπιεστής).

- **Απομονωμένο** ή μονωμένο ονομάζεται το κλειστό σύστημα αν τα όριά του δεν επιτρέπουν τη συναλλαγή θερμότητας ή και έργου με το περιβάλλον αλλά ούτε και την ανταλλαγή μάζας. Δηλαδή δεν ανταλλάσσει ύλη και ενέργεια με το περιβάλλον.

- Ένα θερμοδυναμικό σύστημα ονομάζεται **ανοικτό** όταν τα όριά του επιτρέπουν τη συναλλαγή θερμότητας ή και έργου με το περιβάλλον αλλά και την ανταλλαγή μάζας. Δηλαδή ανταλλάσσει ύλη και ενέργεια με το περιβάλλον. **Αντιστρεπτή μεταβολή** ενός συστήματος (δηλαδή ύλης με προσδιορισμένα σαφή όρια) λέγεται όταν σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια μιας μεταβολής το σύστημα μπορεί να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση με ταυτόχρονη επαναφορά του περιβάλλοντος ομοίως στην αρχική του κατάσταση. Ειδικότερα στη θερμοδυναμική, αντιστρεπτή καλείται η μεταβολή κατά την οποία το σύστημα μεταβαίνοντας από την αρχική σε άλλη κατάσταση ή περνώντας από διαδοχικές καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας, τούτο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση. Η αντιστρεπτή μεταβολή μπορεί να σημειωθεί σε οποιοδήποτε χρονικό στάδιο αλλαγής κατάστασης. Προϋπόθεση γι' αυτό είναι να θεωρήσουμε ότι η μεταβολή γίνεται πολύ αργά και κάθε βήμα της είναι απειροστά μικρό. Αντιστρεπτές μεταβολές δεν υπάρχουν στη φύση. Πρόκειται για ιδανικές θεωρητικές κατασκευές, για να μπορούμε να μελετήσουμε ευκολότερα τα φαινόμενα των μεταβολών. Εκτός από τις ενεργειακές απώλειες, που πάντα έχουμε στα πραγματικά φαινόμενα, ο δεύτερος

νόμος της θερμοδυναμικής, που συνεπάγεται αυστηρά η αύξηση της εντροπίας κάθε συστήματος, αποκλείει την ύπαρξη αντιστρεπτών μεταβολών. Παρά ταύτα, επειδή στη θερμοδυναμική η αντιστρεπτή μεταβολή αποτελεί θεμελιώδη έννοια που αποτελεί το μηχανικό ανάλογο της κίνησης χωρίς τριβή, μπορούμε να προσεγγίσουμε τις πραγματικές μεταβολές με αντιστρεπτές μεταβολές ορίζοντας μια «πρότυπη κατάσταση» με εσωτερική ενέργεια μηδέν, όπου με αυτήν υπολογίζεται η εσωτερική ενέργεια του συστήματος σε οποιαδήποτε άλλη κατάσταση. Επ' αυτού βασίζεται στο πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα και κατ' επέκταση η ειδική θερμότητα, ο ορισμός της ενθαλπίας κ.λπ.

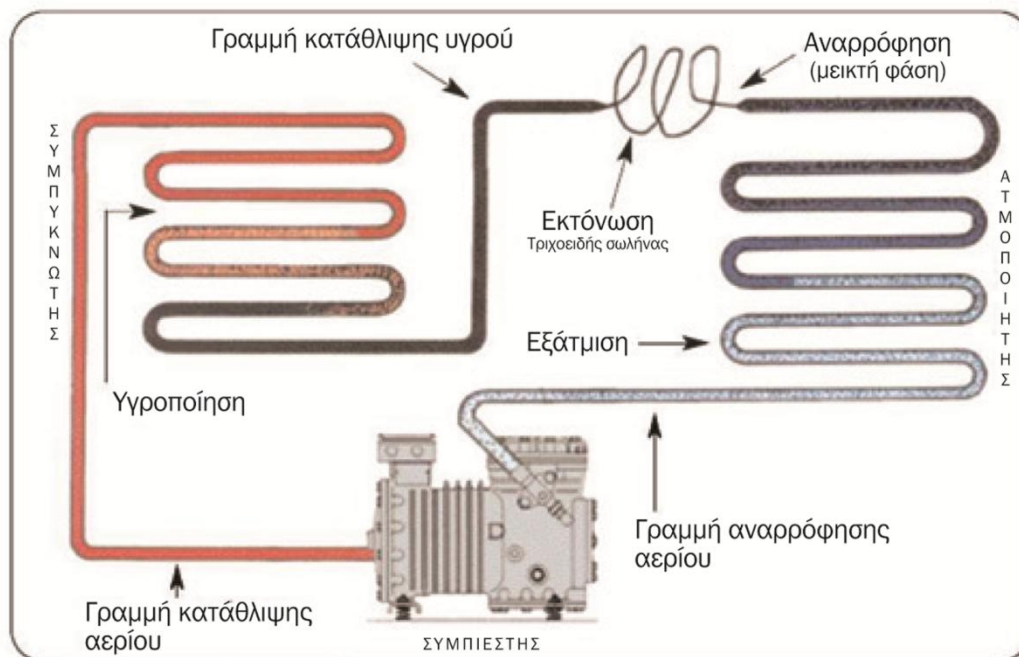
3.2 Βασικός θεωρητικός ψυκτικός κύκλος

Ο ψυκτικός κύκλος είναι ένας θερμοδυναμικός κύκλος που παριστάνει σε ένα διάγραμμα τις μεταβολές που γίνονται στο ψυκτικό μέσον από τη στιγμή που συμπιέζεται στον συμπιεστή μέχρι να επιστρέψει σε αυτόν, έχοντας καταφέρει να ψύξει τον χώρο που βρίσκεται ο εξατμιστής. Όλη η διαδικασία του ψυκτικού κύκλου γίνεται για να φτάσει το ψυκτικό μέσο σε υγρή μορφή στον εξατμιστή, ώστε να μπορέσει να μετατραπεί σε αέριο με την εξάτμιση και έτσι να απορροφήσει τη θερμότητα του χώρου ή των προϊόντων του ψυγείου. Όταν έχει γίνει αέριο, μετά τον εξατμιστή, πρέπει πάλι να ξαναγίνει υγρό ώστε να ξαναέρθει στον εξατμιστή και να κάνει την ίδια μετατροπή σε αέριο. Φεύγοντας από τον εξατμιστή το αέριο πρέπει να οδηγηθεί στα υπόλοιπα εξαρτήματα ώστε να μετατραπεί σε υγρό. Ο συμπιεστής συμπιέζει το αέριο που έρχεται σε αυτόν από την αναρρόφηση σε χαμηλή πίεση και θερμοκρασία. Μέσω της κατάθλιψης το αέριο σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Εκεί ψύχεται συνεχώς και η θερμοκρασία του μειώνεται μέχρι τη θερμοκρασία συμπύκνωσης που αντιστοιχεί στην πίεση του συμπυκνωτή. Η υγροποίηση του ψυκτικού αερίου συνεχίζεται μέχρι να γίνει όλο υγρό. Το υγρό ψυκτικό ωθείται στο εκτονωτικό μέσο όπου στην έξοδό του η πίεσή του έχει μειωθεί μέχρι την πίεση που θέλουμε να έχει στον εξατμιστή. Φτάνοντας στον εξατμιστή το ψυκτικό έχει αρχίσει να εξατμίζεται και η πίεση που έχει είναι μικρή και η θερμοκρασία του επίσης μικρή, όση η θερμοκρασία εξάτμισης που αντιστοιχεί στην πίεση που επικρατεί στον εξατμιστή. Πριν την έξοδο από τον εξατμιστή η εξάτμιση τελειώνει και αρχίζει η υπερθέρμανση του αερίου πλέον ψυκτικού. Σε αυτή την κατάσταση φτάνει στο συμπιεστή για να αρχίσει ξανά η ίδια διαδικασία.

3.3 Περιγραφή βασικού θεωρητικού ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών

Ο βασικός θεωρητικός κύκλος ψύξης μηχανικής συμπίεσης ατμών μάς δίνει την απόλυτη έννοια λειτουργίας των ψυκτικών κυκλωμάτων σε ιδανικές συνθήκες λειτουργίας και χωρίς παρεμβολές από εξωτερικούς παράγοντες. Έτσι, σε αυτόν:

- Η συμπύκνωση και η ατμοποίηση είναι ισόθλιπτες διαδικασίες (χωρίς τριβές) και λαμβάνουν χώρα χωρίς υπόψυξη και υπερθέρμανση. Η συμπίεση είναι αναστρέψιμη αδιαβατική διαδικασία και κατ' επέκταση ισοτροπική, ενώ η εκτόνωση είναι άεργος αδιαβατική και κατ' επέκταση ισηνθαλπική διαδικασία.



Εικόνα 1: Σχηματική απεικόνιση μιας τυπικής διάταξης μηχανικής συμπίεσης ατμών που περιέχει ατμοποιητή, συμπιεστή, συμπυκνωτή και τριχοειδή σωλήνα

- Ο κλάδος υψηλής πίεσης (υπ) είναι αυτός με το κόκκινο-μαύρο χρώμα που περιέχει το συμπυκνωτή (αριστερή πλευρά στο σχήμα).
- Ο κλάδος χαμηλής πίεσης (χπ) είναι αυτός με το μαυρογαλανό χρώμα που περιέχει τον ατμοποιητή (δεξιά στο σχήμα).
- Ο κλάδος υγρού ψυκτικού μέσου ξεκινά ουσιαστικά από τα μέσα του συμπυκνωτή ενώ εκτείνεται και μετά την εκτονωτική βαλβίδα και έως τα μέσα του ατμοποιητή. Στο σχήμα απεικονίζεται όπου εμφανίζεται έντονο μαύρο χρώμα.
- Ο κλάδος ατμώδους φάσης ξεκινά ουσιαστικά από τα μέσα του ατμοποιητή (εμφάνιση γαλάζιου χρώματος) ενώ εκτείνεται και μετά την κατάθλιψη του συμπιεστή και έως τα μέσα του συμπυκνωτή.

Αναλυτικά :

4: Σημείο απόλυτης υγροποίησης.

4 έως 4τ: Υπόψυξη συμπυκνωτή.

4τ: Έξοδος συμπυκνωτή.

4 έως 4'': Υπόψυξη κυκλώματος.

4'': Τελευταίο σημείο υπόψυξης. 1 έως 1': Υπερθέρμανση εξατμιστή.

1: Σημείο απόλυτης εξάτμισης.

1 έως 1'': Υπερθέρμανση κυκλώματος.

1': Έξοδος εξατμιστή.

1'': Τελευταίο σημείο υπερθέρμανσης.

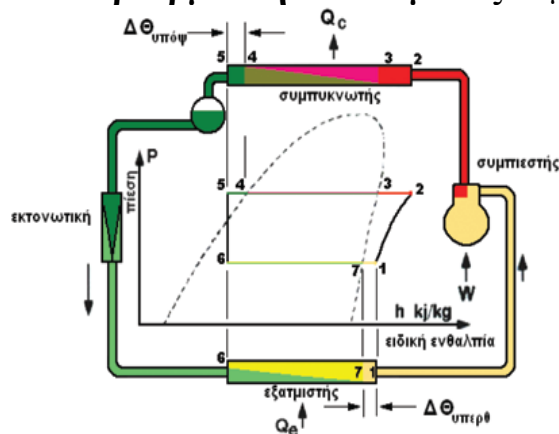
Η υπερθέρμανση ξεκινά μέσα στον ατμοποιητή στη θέση 1. Σε αυτή τη θέση το ψυκτικό μας μέσο βρίσκεται σε κατάσταση ξηρού κορεσμένου ατμού, ακριβώς πάνω στη δεξιά πλευρά της καμπάνας. Μέχρι τότε έχει παραλάβει την αισθητή θερμότητα ατμοποίησης υπό σταθερή πίεση και θερμοκρασία έως ότου να κορεστεί. Από αυτό το σημείο και μετά λοιπόν ο ξηρός κορεσμένος ατμός συνεχίζει να παραλαμβάνει θερμότητα μέσα στον

ατμοποιητή από τον ψυχόμενο χώρο μεταπίπτοντας σε υπέρθερμο ατμό καταστάσεως $1'$ με την οποία εξέρχεται του ατμοποιητή. Η διαδρομή $1\sim 1'$, επειδή ακριβώς είναι μέσα στον ατμοποιητή, υπολογίζεται ως πρόσθετη ανοιγμένη ψυκτική ισχύς που ισούται με το ευθύγραμμο τμήμα $(h_1' - h_1)$ του P-s Διαγράμματος 2, και σαν μοβ εμβαδόν ($S_{1,1,1}, S_1'S_1$) του T-s Διαγράμματος 1. Μετά την έξοδο του από τον ατμοποιητή ως υπέρθερμος ατμός (θέση $1'$), οδηγείται στο συμπιεστή διαμέσου του σωληνωτού τμήματος $1'\sim 1''$ που λαμβάνει εξωτερική θερμότητα περιβάλλοντος, μεταπίπτοντας σε ακόμα πιο υπέρθερμο ρευστό (ατμός) απ' ότι ήταν όταν βγήκε από τον ατμοποιητή. Αυτή η θερμότητα δεν είναι ωφέλιμη γιατί δεν προέρχεται από τον ατμοποιητή μας και τον ψυχόμενο χώρο. Γι' αυτό και στο P-s διάγραμμα η διαφορά $(h_1'' - h_1')$ δεν συνυπολογίζεται στην ωφέλιμη ανοιγμένη ψυκτική ισχύ q_{ψ} , κάτι που φαίνεται καλύτερα στο T-s διάγραμμα με το φαιογάλανο χρώμα και εμβαδόν ($S_1', 1', 1'', S_1'' S_1'$), σε σχήμα κάρναβου που βρίσκεται έξω από το ωφέλιμο εμβαδόν. Ο υπέρθερμος λοιπόν ατμός καταστάσεως $1''$ οδηγείται στο συμπιεστή έχοντας παραλάβει δύο πρόσθετα ποσά υπερθέρμανσης. Ένα χρήσιμο και ένα περιττό. Αφού αναφερόμαστε στον θεωρητικό κύκλο μηχανικής συμπίεσης ατμών ψυκτικού μέσου με υπόψυξη και υπερθέρμανση, όπως είναι λογικό θεωρούμε ότι η συμπίεση γίνεται ισεντροπικά, δηλαδή αδιαβατικά και χωρίς απώλειες. Έτσι, ο υπέρθερμος ατμός καταστάσεως $1''$ συμπιέζεται ισεντροπικά ανεβάζοντας την πίεση και τη θερμοκρασία του στα υψηλότερα επίπεδα που συναντάμε στον κύκλο (κατάσταση $S_2''_{is}$). Από εκείνο το σημείο ξεκινά η συμπύκνωσή του (αναρρόφηση συμπυκνωτή) μέχρι το σημείο πλήρους υγροποίησης (Βλ. Σχήμα, θέση 4) που είναι μέσα στη συσκευή. Από αυτό το σημείο ξεκινά η υπόψυξη του μέσου που συνεχίζεται και μετά την έξοδο από τη συσκευή (Σχήμα, σημείο 4τ), αλλά και μέσα στο σωληνωτό που συνδέει το συμπυκνωτή με την εκτονωτική βαλβίδα έως το τελικό σημείο υπόψυξης (θέση 4') και την είσοδο στην εκτονωτική βαλβίδα.

Το υπόψυκτο υγρό ψυκτικό μέσο εκτονώνεται στη συνέχεια μέχρι το σημείο 5' που βρίσκεται αριστερότερα από το σημείο 5 του κλασικού κύκλου, όπως έχουμε δει, προσθέτοντας την επιθυμητή ψυκτική ισχύ, που είναι και ο απώτερος σκοπός μας. Έτσι ολοκληρώνεται ο κύκλος μέσα στον ατμοποιητή απ' όπου ξεκίνησε. Αν τώρα θεωρήσουμε ότι η υπερθέρμανση ξεκινά ακριβώς στην έξοδο του ατμοποιητή και εξελίσσεται μέσα στο σωληνωτό τμήμα που ακολουθεί, τότε προκύπτουν τα δύο παρακάτω διαγράμματα (που συναντούμε πολλές φορές στην πράξη) και με τα οποία θα προχωρήσουμε και στον ορισμό του θεωρητικού συντελεστή συμπεριφοράς.

3.4 Υπόψυξη κυκλώματος νομάζουμε τη διαφορά θερμοκρασίας από την υγροποίηση έως το τέλος της γραμμής κατάθλιψης υγρού (συνήθως από $3\sim 8^{\circ}\text{C}$).

3.5 Υπερθέρμανση κυκλώματος νομάζουμε τη διαφορά θερμοκρασίας από την



εξάτμιση έως το τέλος της γραμμής αναρρόφησης(συνήθως μέχρι 10 C°).

3.6 Υπερθέρμανση

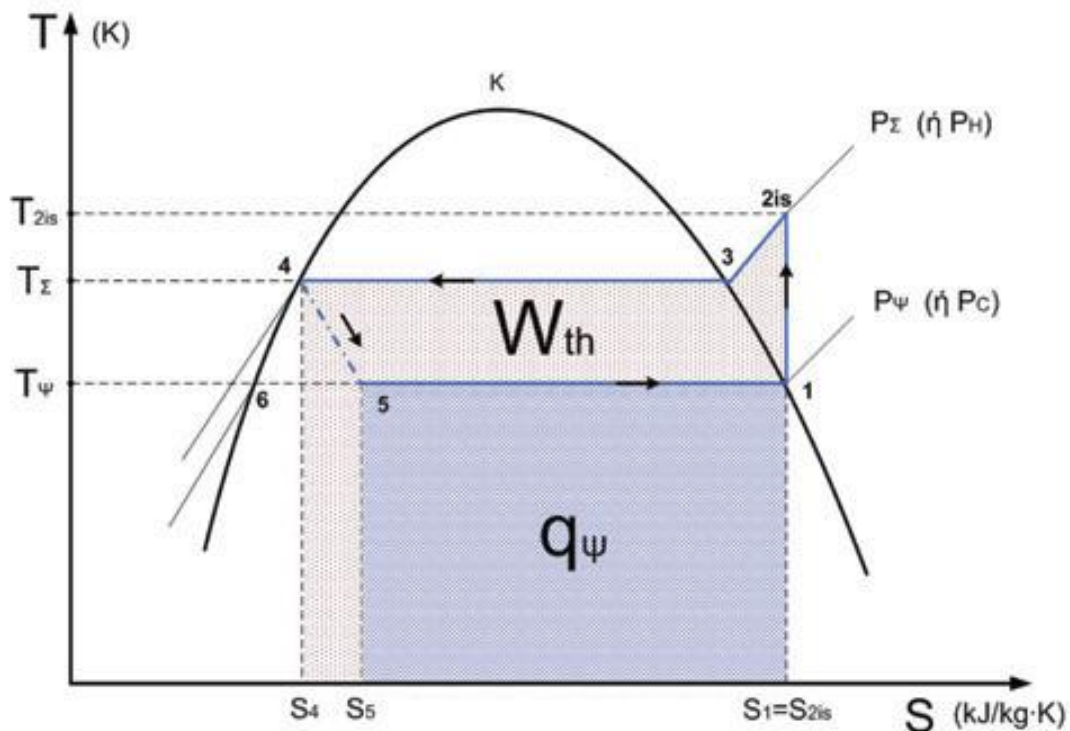
Στον βασικό θεωρητικό κύκλο που μέχρι τώρα εξετάσαμε υποθέσαμε ότι ο ατμός στην έξοδο του εξατμιστή είναι ξηρός κορεσμένος (σημείο-1) και σ' αυτή την κατάσταση αναρροφάται από το συμπιεστή. Δηλαδή και η τελευταία σταγόνα ψυκτικού ρευστού έχει εξατμιστεί ακριβώς στη χαμηλή θερμοκρασία εξάτμισης του κύκλου Τψ. Στην πράξη όμως φροντίζουμε ν' απάγονται και μικρά φορτία αισθητής θερμότητας κοντά στο τέλος του εξατμιστή, ώστε να δημιουργούμε μια μικρή άνοδο της θερμοκρασίας, την οποία ονομάζουμε υπερθέρμανση και η οποία μας βεβαιώνει για την πλήρη εξάτμιση του ψυκτικού ρευστού. Και αυτό διότι δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που παρασύρονται επικίνδυνες και ανεπιθύμητες σταγόνες ψυκτικού μέσου ικανές να βλάψουν την ασφαλή λειτουργία του συμπιεστή. Οι ατμοί λοιπόν του ψυκτικού μας μέσου πριν αναρροφηθούν από το συμπιεστή έχουν θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία εξάτμισης Τψ που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη πίεση και ακολουθούν ψυκτικό κύκλο με υπερθέρμανση.

3.7 Υπόψυξη

Στον βασικό ψυκτικό μας κύκλο θεωρήσαμε ότι το συμπύκνωμα που εισέρχεται στην εκτονωτική διάταξη (σημείο 4) είναι σε κατάσταση κορεσμένου υγρού, δηλαδή και η τελευταία ποσότητα ατμού του ψυκτικού ρευστού έχει υγροποιηθεί ακριβώς στη θερμοκρασία συμπύκνωσης Τσ. Στην πράξη όμως συνήθως το συμπύκνωμα μετά την έξοδό του από το στοιχείο συμπυκνώσεως και πριν από την είσοδό του στη στραγγαλιστική διάταξη ψύχεται σε θερμοκρασία κατώτερη της θερμοκρασίας συμπυκνώσεως Τσ, απορρίπτοντας επιπλέον θερμότητα προς το θερμοδοχείο (περιβάλλον). Η όλη μεταβολή χαρακτηρίζεται ως υπόψυξη του συμπυκνώματος, γιατί το υγρό βρίσκεται μεν υπό πίεση συμπυκνώσεως Ρσ, όχι όμως και σε θερμοκρασία Τσ, συνεπώς δεν είναι πλέον σε κατάσταση κορεσμού και επί της αριστερής παρειάς της καμπύλης του διαγράμματος θερμοκρασίας εντροπίας (T-s), αλλά ακόμα αριστερότερα αυτής και συγκεκριμένα στην περιοχή υπόψυκτου υγρού.

3.8 Βασικός Θεωρητικός Κύκλος Αναλυτικά

Ο βασικός θεωρητικός κύκλος παρακάτω ξεκινά από την έξοδο ξηρού κορεσμένου ατμού καταστάσεως 1 (θερμοκρασίας Τψ , πίεσης Ρψ) από τον ατμοποιητή, ο οποίος αναρροφάται έπειτα απ' το συμπιεστή. Με την προϋπόθεση ότι γίνεται αναστρέψιμη ισεντροπική συμπίεση , το υπέρθερμο ψυκτικό μέσο καταστάσεως 2is στην έξοδό του από το συμπιεστή έχει πίεση ίση με την πίεση συμπυκνώσεως Ρσ, ειδική εντροπία ίδια με αυτήν της καταστάσεως 1 στην είσοδο του συμπιεστή και θερμοκρασία Τ2is, την υψηλότερη του κύκλου. Το σημείο-2is βρίσκεται με τομή της διά του σημείου-1 ισεντροπικής καμπύλης με την ισόθλιπτη Ρσ=σταθ. Στην υπέρθερμη αυτή κατάσταση οι ατμοί ψυκτικού μέσου εισέρχονται στο συμπυκνωτή, όπου ψύχονται ισόθλιπτα μέχρι το σημείο-3 και την ξηρή κορεσμένη κατάσταση 3 (θερμοκρασίας Τσ, πίεσης Ρσ), επάνω στην οριακή καμπύλη ξηρού κορεσμένου ατμού. Στη συνέχεια οι ατμοί συμπυκνώνονται ισόθλιπτα, με συνεχή αποβολή θερμότητας μέχρι την υγρή κεκορεσμένη κατάσταση 4, η οποία βρίσκεται ακριβώς επί της οριακής γραμμής κεκορεσμένου υγρού ($x = 0$) . Εν συνεχεία το



Διάγραμμα 1: Βασικός ψυκτικός κύκλος μηχανικής συμπίεσης ατμών σε Διάγραμμα θερμοκρασίας-ειδικής εντροπίας (T-s)

κεκορεσμένο συμπύκνωμα ρέει διαμέσου της στραγγαλιστικής διάταξης (συνήθως εκτονωτικής βαλβίδας) και εξέρχεται ως διφασικό μείγμα καταστάσεως 5, η οποία αντιστοιχεί στη χαμηλή πίεση ατμοποίησης P_{ψ} και στη θερμοκρασία ατμοποίησης T_{ψ} . Η μεταβολή 4~5 είναι ως γνωστών μη αναστρέψιμη λόγω του στραγγαλισμού και ως άεργη, αδιαβατική εκτόνωση είναι και ισενθαλπική. Επομένως, στο διάγραμμα T-s η μεταβολή 4~5 συμπίπτει με την ισενθαλπική που διέρχεται από το σημείο-4. Το σημείο-5 λοιπόν προκύπτει ως τομή της ισενθαλπικής διά του σημείου-4 καμπύλης με την ισόθλιπη $P_{\psi}=\text{σταθ}$. Ο ψυκτικός μας κύκλος ολοκληρώνεται στην κατάσταση 1 απ' όπου ξεκίνησε με

το ψυκτικό μέσο να παραλαμβάνει από τον ψυχόμενο χώρο, ισόθλιπτα και ισοθερμοκρασιακά (P_{ψ} , T_{ψ}), την ποθούμενη θερμότητα ατμοποίησης. Το μεγάλο πλεονέκτημα του θερμοδυναμικού διαγράμματος T-s είναι ότι τα εμβαδά κάτω απ' τις καμπύλες του κύκλου απεικονίζουν τις ανοιγμένες ανά kg ψυκτικού μέσου συναλλασσόμενες ποσότητες ενέργειας μεταξύ συστήματος (κυκλοφορούμενου ψυκτικού μέσου) και περιβάλλοντος (που είναι τα δύο θερμοδοχεία T_{ψ} , T_{Σ} και ο συμπιεστής που παρέχει εξωτερικά το απαραίτητο τεχνικό έργο). Η συναλλαγή ενέργειας λαμβάνει χώρα είτε με μορφή θερμότητας (q_{ψ} , q_{Σ}) είτε με μορφή τεχνικού έργου (w_{th}).

Έτσι διακρίνουμε:

- Την ανοιγμένη ανά kg ψυκτικού μέσου θερμότητα ατμοποίησης q_{ψ} (ψυκτική ικανότητα) του ατμοποιητή και όλης της διάταξής μας, σε μονάδες kJ/kg, από το εμβαδόν (S5,5,1,S1,S5).
- Το ανοιγμένο ανά kg ψυκτικού μέσου θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο (w_{th}) που προσδίδει στον κύκλο ο συμπιεστής (έργο συμπίεσης), σε μονάδες kJ/kg, από το εμβαδόν (S4,4,3,2is,1,5,S5,S4).

• Την ανοιγμένη ανά kg ψυκτικού μέσου θερμότητα συμπυκνώσεως q_{ψ} σε μονάδες kJ/kg, από το συνολικό εμβαδό (S4,4,3,2is,S1, S4), που είναι το άθροισμα των δύο παραπάνω. Η ανοιγμένη ανά kg ψυκτικού μέσου θερμότητα ατμοποίησης q_{ψ} (ψυκτική ικανότητα) του ατμοποιητή και όλης της διάταξής μας, σε μονάδες kJ/kg, από το εμβαδόν (S5,5,1,S1,S5). Μια τυπική ψυκτική διάταξη μηχανικής συμπίεσης ατμών μεταφέρει (αντλεί) θερμότητα από το « ψυχροδοχείο (ψυχόμενο χώρο – ατμοποιητή) » στο «θερμοδοχείο (συμπυκνωτή –εξωτερικό περιβάλλον)» μέσω του ψυκτικού μέσου, καταναλώνοντας μηχανική ενέργεια. Το ποσό θερμότητας ανά μονάδα μάζας (kg) ψυκτικού μέσου που αφαιρείται από τον ψυχόμενο χώρο το λέμε ψυκτική ικανότητα ή ανοιγμένη ψυκτική ισχύς (ανά παροχή ψυκτικής μάζας) και συμβολίζεται με q_{ψ} , ενώ παρίσταται με εμβαδόν στο διάγραμμα T-s και εκφράζεται συνήθως σε μονάδες kJ/kg. Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στον ατμοποιητή με αρχική ενθαλπία h_5 ενώ εξέρχεται με αυξημένη τελική ενθαλπία h_1 , επειδή απορρόφησε θερμότητα από το ψυχόμενο περιβάλλον. Η ψυκτική ικανότητα είναι επομένως η διαφορά αυτών των ενθαλπιών. Δηλαδή ισχύει:

$$q_{\psi} = Q_{\psi}/m = Q_{\psi}/m \text{ (kJ/kg)}$$

(2.1)

***Τα μεγέθη με Κόκκινο χρώμα είναι ανά μονάδα χρόνου**

Τη θερμότητα ατμοποίησης Q_{ψ} (συνολικό ψυκτικό αποτέλεσμα). Η παραπάνω ανοιγμένη θερμότητα ατμοποίησης q_{ψ} εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που απάγει κάθε kg ψυκτικού μέσου από τον ατμοποιητή, επομένως αν θέλουμε να υπολογίσουμε τη συνολική θερμότητα Q_{ψ} , που απάγει το ψυκτικό μέσο, τότε αρκεί να πολλαπλασιάσουμε την ψυκτική ικανότητα q_{ψ} με την ποσότητα της μάζας m (kg). Δηλαδή ισχύει:

$$Q_{\psi} = m \cdot q_{\psi} = m \cdot (h_1 - h_5) \text{ (kJ)}$$

(2.2)

Την ψυκτική ισχύς Q_{ψ} (απορροφώμενη ψυκτική ισχύς) Εκείνο όμως που έχει για μας πρακτική σημασία, μας ενδιαφέρει και κυρίως χαρακτηρίζει μια ψυκτική εγκατάσταση είναι ο ρυθμός με τον οποίο απορροφά θερμότητα από το «ψυχροδοχείο (ψυχόμενος χώρος-ατμοποιητής)» η μάζα του ψυκτικού μέσου που κυκλοφορεί στην εγκατάσταση, στη μονάδα του χρόνου (δηλαδή η παροχή μάζας). Η παροχή μάζας m (kg/s) του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης απορροφά, επομένως, ορισμένη θερμότητα στη μονάδα του χρόνου, που ονομάζουμε ψυκτική ισχύ Q_{ψ} της εγκατάστασής μας, και συνήθως εκφράζεται σε **kJ/s=kW** ενώ δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{\psi} = m \cdot (h_1 - h_5) \text{ (kW)}$$

(2.3)

Το ανοιγμένο ανά kg ψυκτικού μέσου θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο (w_{th}) που προσδίδει στον κύκλο ο συμπιεστής (έργο συμπίεσης), σε μονάδες kJ/kg, από το εμβαδόν(S4,4,3,2is,1,5,S5,S4). Το θεωρητικό τεχνικό μηχανικό έργο που χρειάζεται ο ψυκτικός μας κύκλος για να λειτουργήσει δίδεται στη φάση της αδιαβατικής και κατ' επέκταση ισεντροπικής συμπίεσης 1~2is, κατά την οποία αυξάνει η ενθαλπία του μέσου απ' την αρχική κατάσταση h_1 στην τελική h_{2is} . Η ενθαλπική διαφορά ($h_{2is} - h_1$) αποτελεί το ανοιγμένο ανά μονάδα μάζας (kg) θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο w_{th} είτε την

ανοιγμένη ανά παροχή μάζας θεωρητική μηχανική ισχύς P_{th} , παρίσταται με εμβαδόν στο διάγραμμα T-s και εκφράζεται συνήθως σε μονάδες kJ/kg και δίδεται από τη σχέση:

$$w_{th} = h_{2is} - h_1 \quad \text{ή} \quad w_{th} = W_{th} / m = P_{th} / m = W_{th} / m \text{ (kJ/kg)}$$

(2.4)

Το θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο W_{th} (συνολικό έργο συμπίεσης). Το παραπάνω ανοιγμένο θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο εκφράζει την ποσότητα τεχνικού έργου που προσδίδει εξωτερικά ο συμπιεστής σε κάθε kg ψυκτικού, επομένως αν θέλουμε να υπολογίσουμε το συνολικό θεωρητικό μηχανικό τεχνικό έργο που προσδίδεται στο ψυκτικό μέσο, τότε αρκεί να πολλαπλασιάσουμε το ανοιγμένο τεχνικό έργο (w_{th}) με την ποσότητα της μάζας (kg). Δηλαδή ισχύει:

$$W_{th} = m \cdot w_{th} \quad \text{ή} \quad W_{th} = m \cdot (h_{2is} - h_1) \text{ (kJ)}$$

(2.5)

Η θεωρητική μηχανική ισχύς του συμπιεστή P_{th} (W_{th}). Εκείνο όμως που έχει για μας πρακτική σημασία, μας ενδιαφέρει και κυρίως χαρακτηρίζει μια ψυκτική διάταξη είναι η ισχύς του συμπιεστή. Η παροχή μάζας \dot{m} (kg/s) του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης απορροφά, επομένως, ορισμένη ποσότητα εξωτερικά προσδιδόμενου τεχνικού έργου στη μονάδα του χρόνου, που συνήθως εκφράζεται σε $\text{kJ/s} = \text{kW}$ και δίνεται από τη σχέση:

$$P_{th} = \dot{m} \cdot (h_{2is} - h_1) \text{ (kW)}$$

(2.6)

Την ανοιγμένη ανά kg ψυκτικού μέσου θερμότητα συμπυκνώσεως q_{Σ} σε μονάδες kJ/kg, από το συνολικό εμβαδόν ($S_{4,4,3,2is,S1,S4}$). Είναι το άθροισμα του ανοιγμένου ανά kg ψυκτικού μέσου θεωρητικού μηχανικού τεχνικού έργου w_{th} (έργο συμπίεσης) και της ανοιγμένης ανά kg ψυκτικού μέσου θερμότητα ατμοποίησης q_{ψ} (ψυκτική ικανότητα). Έτσι, το ποσό θερμότητας (ανά μονάδα μάζας ψυκτικού μέσου) που απορρίπτεται στο «θερμοδοχείο (συμπυκνωτή - εξωτερικό περιβάλλον)» το ονομάζουμε ανοιγμένη θερμότητα συμπυκνώσεως ή ανοιγμένη ισχύς συμπυκνώσεως (ανά παροχή ψυκτικής μάζας) και συμβολίζεται με q_{Σ} , ενώ παρίσταται με εμβαδόν στο διάγραμμα T-s και εκφράζεται συνήθως σε μονάδες kJ/kg. Το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στο συμπυκνωτή με αρχική υψηλή ενθαλπία h_{2is} ενώ εξέρχεται με μειωμένη τελική ενθαλπία h_4 , έχοντας αποβάλει τη θερμότητα συμπυκνώσεως στο θερμοδοχείο. Η ενθαλπική διαφορά ($h_{2is} - h_4$) αποτελεί την ανοιγμένη ανά μονάδα μάζας (kg) ψυκτικού μέσου θερμότητα συμπυκνώσεως q_{Σ} :

$$q_{\Sigma} = h_{2is} - h_4 \quad \text{ή} \quad q_{\Sigma} = Q_{\Sigma} / m = Q_{\Sigma} / m \text{ (kJ/kg)}$$

(2.7)

Τη θερμότητα συμπυκνώσεως Q_{Σ} (συνολική θερμότητα συμπυκνώσεως). Η παραπάνω ανοιγμένη θερμότητα συμπυκνώσεως εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που απορρίπτει κάθε kg ψυκτικού μέσου από το συμπυκνωτή, επομένως αν θέλουμε να υπολογίσουμε τη συνολική θερμότητα που απορρίπτει το ψυκτικό μέσο, τότε αρκεί να πολλαπλασιάσουμε την ανοιγμένη θερμότητα συμπυκνώσεως q_{Σ} με την ποσότητα της μάζας (kg). Δηλαδή ισχύει:

$$Q_{\Sigma} = m \cdot q_{\Sigma} \text{ ή } Q_{\Sigma} = m \cdot (h_{2is} - h_4) \text{ (kJ)} \quad (2.8)$$

Ισχύς συμπυκνώσεως Q_{Σ} (απορριπτόμενη θερμική ισχύς). Εκείνο όμως που έχει για μας πρακτική σημασία και στην περίπτωση του συμπυκνωτή, το μέγεθος που κυρίως μας ενδιαφέρει είναι ο ρυθμός με τον οποίο απορρίπτεται η θερμότητα του ψυκτικού μέσου που κυκλοφορεί στην εγκατάσταση προς το «θερμοδοχείο (συμπυκνωτή - εξωτερικό περιβάλλον)». Έτσι, η παροχή μάζας m (kg/s) του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης που απορρίπτει, επομένως, ποσότητα θερμότητας στη μονάδα του χρόνου ονομάζεται και ισχύς συμπυκνώσεως της εγκατάστασής μας και συνήθως εκφράζεται σε $\text{kJ/s} = \text{kW}$, ενώ δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{\Sigma} = m \cdot (h_{2is} - h_4) \text{ (kW)} \quad (2.9)$$

Στον θεωρητικό βασικό ψυκτικό κύκλο, στους ορισμούς των ανοιγμένων και συνολικών μεγεθών (σχέσεις 2.1 μέχρι και 2.9) ατύπως θεωρήσαμε τα μεγέθη θετικά, σαν να ήταν με τις απόλυτες τιμές τους. Αν θέλουμε δηλαδή να ακριβολογήσουμε, η σχέση (2.6), που μας δίνει την ισχύ του συμπιεστή, δεν θα έπρεπε να είναι $P_{th} = W_{th} = m \cdot (h_{2is} - h_1)$ αλλά $P_{th} = W_{th} = m \cdot (h_1 - h_{2is})$ και επειδή $h_{2is} > h_1$ ισχύς του συμπιεστή, θα πρόκυπτε αρνητική (όπως πραγματικά είναι) και όχι θετική, όπως μας δίνει η σχέση (2.6). Διευκρινίζουμε λοιπόν ότι οι εκφράσεις όλης της παραπάνω ομάδας σχέσεων (από 2.1 μέχρι 2.9) δόθηκαν εν γνώση μας έτσι, με σκοπό την απλοποίηση των υπολογισμών, όπως αυτή βέβαια παρέχεται με χρήση των απόλυτων (θετικών) τιμών των μεγεθών. Έτσι, λοιπόν, από εδώ και πέρα όπου συναντούμε τα μεγέθη q_{ψ} , Q_{ψ} , Q_{ψ} , W_{th} , W_{th} , P_{th} , W_{th} , q_{Σ} , Q_{Σ} , Q_{Σ} , αυτά θα λογίζονται θετικά σαν να είναι οι απόλυτες τιμές. Σε κάθε βασική θεωρητική ψυκτική διάταξη, η ισχύς του συμπυκνωτή θα ισούται με το άθροισμα της ισχύος του συμπιεστή και της ψυκτικής ισχύος της διάταξης.

$$Q_{\Sigma} = Q_{\psi} + W_{th} \quad (2.11)$$

Αν οι ενθαλπίες του ψυκτικού μας μέσου δίδονται σε kJ/kg , τότε η ψυκτική ισχύς θα υπολογίζεται σε kW . Αν η παροχή δίδεται σε άλλες μονάδες, πρέπει να μετατρέπεται σε kg/s . Την ψυκτική ισχύ, επειδή αφορά μεταφορά θερμότητας, την εκφράζουμε συνήθως σε μονάδες θερμικής ισχύος, δηλαδή σε kcal/h (ή Btu/h ή RT), ενώ την ισχύ του συμπιεστή σε kW (ή PS)

3.9 Θεωρητικός Συντελεστής Συμπεριφοράς (COP_{th}) του ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη και υπερθέρμανση.

Στα δύο παραπάνω διαγράμματα η υπερθέρμανση 1~1' ξεκινά ακριβώς στην έξοδο του ατμοποιητή (θέση 1) και τερματίζει στην αναρρόφηση του συμπιεστή (θέση 1'). Έτσι δεν συνεισφέρει στην ανοιγμένη ψυκτική ισχύ κάτι που καταγράφεται και στα δύο διαγράμματα. Η ισεντροπική συμπίεση λαμβάνει χώρα μεταξύ των σημείων 1'~2' is, ενώ όσον αφορά την υπόψυξη δεν διαφέρει με όσα είπαμε και εξελίσσεται στη διαδρομή 4~4'. Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε πλέον να συνοψίσουμε τις διάφορες σχέσεις που

αφορούν τον θεωρητικό ψυκτικό κύκλο μηχανικής συμπίεσης ατμών, με υπόψυξη συμπυκνώματος και συμπίεση υπέρθερμου ατμού, ανοιγμένες ανά kg ψυκτικού μέσου ή ανοιγμένες ανά μονάδα ρεύματος μάζας ψυκτικού μέσου.

Οι σχέσεις αυτές είναι:

Ανοιγμένη ψυκτική ισχύς:

$$q_{\psi} = Q_{\psi}/m = (h_1 - h_5') = (h_1 - h_4')$$

(2.12)

Ανοιγμένη θεωρητική μηχανική ισχύς:

$$w_{th} = P_{th}/m = W_{th}/m = (h_2'_{is} - h_1')$$

(2.13)

Θεωρητικός Συντελεστής Συμπεριφοράς:

$$COP_{th} = Q_{\psi}/P_{th} = Q_{\psi}/W_{th} = (m \cdot q_{\psi}) / (m \cdot w_{th})$$

$$= (h_1 - h_5') / (h_2'_{is} - h_1') = (h_1 - h_4') / (h_2'_{is} - h_1')$$

(2.14)

Εδώ τελειώνει η αναφορά στους θεωρητικούς κύκλους, που είναι κύκλοι με ιδανικές μεταβολές χωρίς απώλειες μέσα σε συμπυκνωτή και ατμοποιητή και ισεντροπική συμπίεση μέσα στο συμπιεστή. Στην πράξη δεν συναντάμε ποτέ τις ιδανικές καταστάσεις του θεωρητικού κύκλου ψύξης που αναλύσαμε παραπάνω, αλλά έναν κύκλο που ονομάζουμε «πραγματικό κύκλο ψύξης».

3.10 Πραγματικός ψυκτικός κύκλος

Στον πραγματικό ψυκτικό κύκλο, περιλαμβάνονται όλες οι πάσης φύσεως απώλειες του συμπιεστή της ψυκτικής εγκατάστασης. Στον πραγματικό κύκλο οι θερμικές διαδικασίες ατμοποίησης και συμπύκνωσης που λαμβάνουν χώρα μέσα στον ατμοποιητή και στο συμπυκνωτή αντίστοιχα δεν μπορούν να θεωρηθούν ισόθλιπτες, λόγω των τριβών που επικρατούν στις σωληνώσεις των στοιχείων τους. Μέσα λοιπόν στις δύο συσκευές λαμβάνει χώρα πτώση πίεσης (έστω και μικρή), κάτι που σίγουρα διαφοροποιεί τον πραγματικό κύκλο από τις αντίστοιχες μεταβολές του θεωρητικού. Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να θεωρήσουμε και τις επιμέρους πτώσεις πιέσεων κατά μήκος και των λοιπών σωληνώσεων του κυκλώματος. Λόγω φυσικών απωλειών μέσα στο συμπιεστή (π.χ. τριβές των εμβόλων, μικροδιαρροές ψυκτικού μέσου και λαδιού, μη αδιαβατική διαδικασία λόγω μικρής μεταφοράς θερμότητας από το συμπιεζόμενο ρευστό στα τοιχώματα των κυλίνδρων κ.λπ.), η συμπίεση δεν γίνεται ούτε μπορεί να λογίζεται ισεντροπική. Η μη αδιαβατική διαδικασία συμπίεσης συνοδεύεται λοιπόν από αύξηση της εντροπίας του ψυκτικού μέσου. Η συναλλαγή ενέργειας στον ψυκτικό κύκλο λαμβάνει χώρα είτε με μορφή θερμότητας (q_{ψ} , q_{θ}) είτε με μορφή τεχνικού έργου (w_{th}).

3.11 Πραγματικός ψυκτικός κύκλος μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη συμπυκνώματος και αναρρόφηση υπέρθερμου ατμού

Χαρακτηριστικά ψυκτικής διάταξης με υπόψυξη συμπυκνώματος και αναρρόφηση υπέρθερμου ατμού . Τις διαφορές που εμφανίζονται στις συνθήκες λειτουργίες ενός πραγματικού κύκλου ψύξης που συναντάμε στην πράξη, σε σχέση με αυτές ενός ιδανικού θεωρητικού ψυκτικού, μπορούμε να τις κατατάξουμε σε αυτές που συμβαίνουν άθελά μας (κυρίως λόγω μη αναστρεψιμότητας και απωλειών των μεταβολών) και σε αυτές που επιθυμούμε την ύπαρξή τους (πολλές φορές και χωρίς να τις έχουμε προκαλέσει εμείς), γιατί μας αποφέρουν ποικιλοτρόπως και γι' αυτόν το λόγο είναι επιθυμητές. Έτσι, στην πρώτη κατηγορία μπορούμε να κατατάξουμε κυρίως δύο περιπτώσεις διαφοροποίησης:

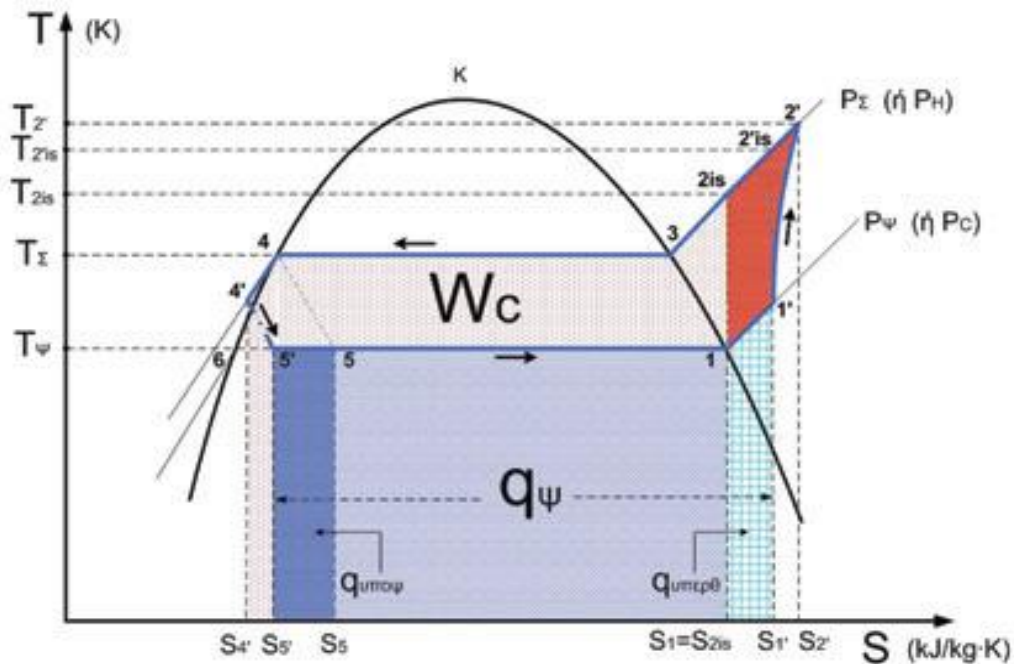
- Οι θερμικές διαδικασίες ατμοποίησης και συμπυκνώσεως που λαμβάνουν χώρα μέσα στον ατμοποιητή και στο συμπυκνωτή αντίστοιχα δεν μπορούν να θεωρηθούν ισόθλιπτες, λόγω των τριβών που επικρατούν στις σωληνώσεις των στοιχείων τους. Μέσα λοιπόν στις δύο συσκευές λαμβάνει χώρα πτώση πίεσης (έστω και μικρή), κάτι που σίγουρα διαφοροποιεί τον πραγματικό κύκλο από τις αντίστοιχες μεταβολές του θεωρητικού. Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να θεωρήσουμε και τις επιμέρους πτώσεις πιέσεων κατά μήκος και των λοιπών σωληνώσεων του κυκλώματος.
- Λόγω φυσικών απωλειών μέσα στο συμπιεστή (π.χ. τριβές των εμβόλων, μικροδιαρροές ψυκτικού μέσου και λαδιού, μη αδιαβατική διαδικασία λόγω μικρής μεταφοράς θερμότητας από το συμπιεζόμενο ρευστό στα τοιχώματα των κυλίνδρων κ.λπ.), η συμπίεση δεν γίνεται ούτε μπορεί να λογίζεται ως ισεντροπική. Η μη αδιαβατική διαδικασία συμπίεσης συνοδεύεται λοιπόν από αύξηση της εντροπίας του μέσου, το μέτρο της οποίας μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί με χρήση του ισεντροπικού βαθμού απόδοσης του συμπιεστή που δίνεται από τη σχέση:

$$n_{is} = \frac{h_{2'is} - h_{1'}}{h_{2'} - h_{1'}} \quad (2.15)$$

Όπως εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ισχύει και από το Διάγραμμα 2 που ακολουθεί. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο στους θεωρητικούς κύκλους που αναλύσαμε μέχρι τώρα επιλέξαμε να αριθμούμε συνεχώς την έξοδο του συμπιεστή ως 2_{is} ή $2'_{is}$ (τονίζοντας την ισεντροπικότητα) σε αντίθεση με την πραγματική μη ισεντροπική έξοδο 2 ή $2'$ ή $2''$ του συμπιεστή. Στη δεύτερη κατηγορία κατατάσσουμε τις δύο γνωστές μας μεταβολές της υπόψυξης και της υπερθέρμανσης που αναλύσαμε εκτενώς παραπάνω. Είναι διαδικασίες που συναντούμε σε όλες σχεδόν τις ψυκτικές διατάξεις, και κυρίως στα δύο σωληνωτά τμήματα στην έξοδο συμπυκνωτή και ατμοποιητή αντίστοιχα. Είναι επιθυμητή η ύπαρξή τους και σε πολλές περιπτώσεις ενισχύουμε το φαινόμενο με χρήση εσωτερικού θερμοεναλλάκτη για επιπλέον ψυκτική ισχύ και ταυτόχρονη προστασία του συμπιεστή από την υγρασία των ψυκτικών ατμών.

3.12 Θερμοδυναμικές μεταβολές πραγματικού ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη συμπυκνώματος και αναρρόφηση υπέρθερμου ατμού σε διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας (T-s) και πίεσης-ενθαλπίας (P-h)

Στον παρακάτω ψυκτικό κύκλο η υπόψυξη του συμπυκνώματος παρίσταται με την ισόθλιπτη μεταβολή $4 \sim 4'$ και η υπερθέρμανση με την ισόθλιπτη μεταβολή $1 \sim 1'$, που επειδή ξεκινά με την έξοδο από τον ατμοποιητή δεν συμμετέχει σαν επιπλέον ανοιγμένη



Διάγραμμα 3: Πραγματικός ψυκτικός κύκλος μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη και υπερθέρμανση, διάγραμμα θερμοκρασίας-ειδικής εντροπίας (T-s)

3.13 Πραγματικός Συντελεστής Συμπεριφοράς (COP) του ψυκτικού κύκλου μηχανικής συμπίεσης ατμών με υπόψυξη και υπερθέρμανση

Με βάση τα παραπάνω μπορούμε πλέον να συνοψίσουμε τις διάφορες σχέσεις που διεπουν τον πραγματικό ψυκτικό κύκλο μηχανικής συμπίεσης ατμών, με υπόψυξη συμπυκνώματος και συμπίεση υπέρθερμου ατμού, ανοιγμένες ανά kg ψυκτικού μέσου ή ανά μονάδα παροχής μάζας ψυκτικού μέσου.

Οι σχέσεις αυτές είναι:

Ανοιγμένη ψυκτική ισχύς

$$q_{\psi} = \frac{Q_{\psi}}{m} = (h_1 - h_{5'}) = (h_1 - h_{4'}) \quad (2.17)$$

Ανοιγμένη πραγματική μηχανική ισχύς (ανοιγμένο πραγματικό μηχανικό έργο)

$$w_c = \frac{P_c}{m} = \frac{W_c}{m} = (h_{2'} - h_{1'}) \quad (2.18)$$

Ο Πραγματικός Συντελεστής Συμπεριφοράς, ή απλά **Συντελεστής Συμπεριφοράς COP**, ορίζεται με τη βοήθεια του ανοιγμένου πραγματικού μηχανικού έργου w_c ή w_{ef} (ανοιγμένη πραγματική μηχανική ισχύς), που προσδίδεται στην άτρακτο του μηχανικού συμπιεστή, αντί του θεωρητικού w_{th} , και δίνεται από τη σχέση (2.19), που είναι και από τις πιο σημαντικές:

$$\begin{aligned}
COP &= Q_{\psi} / P_c \\
&= Q_{\psi} / W_c = Q_{\psi} / W_{ef} \\
&= (m \cdot q_{\psi}) / (m \cdot w_c) \\
&= (h_1 - h_5') / (h_2' - h_1') \\
&= (h_1 - h_4') / (h_2' - h_1')
\end{aligned}$$

(2.19)

Στο συντελεστή αυτόν περιλαμβάνονται και όλες οι πάσης φύσεως απώλειες του συμπιεστή της ψυκτικής εγκατάστασης. Προκειμένου για ηλεκτροκίνητους ερμητικά κλειστούς συμπιεστές, συνήθως για τον ορισμό του συντελεστή συμπεριφοράς χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ισχύς P_{el} , η οποία προσδίδεται στους ακροδέκτες του ηλεκτροκινητήρα κινήσεως του συμπιεστή. Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει και τις απώλειες του ηλεκτροκινητήρα. Ο συντελεστής αυτός καλείται και **Ακροδεκτικός Συντελεστής Συμπεριφοράς** COP_{el} , ενώ δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$COP_{el} = Q_{\psi} / P_{el}$$

(2.20)

Τέλος, ειδικά για τους συμπιεστές ορίζονται οι παρακάτω τρεις χρήσιμοι βαθμοί απόδοσης, ενδεικτικοί της λειτουργικής απόκρισής τους.

Πραγματικός Βαθμός Απόδοσης Ορίζεται ως ο λόγος της θεωρητικής ισχύος P_{th} (μεταβολή με ισεντροπική συμπίεση) με την πραγματική ισχύ P_{ef} της ατράκτου του συμπιεστή:

$$\eta_{ef} = P_{th} / P_{ef}$$

(2.21)

Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης

Αφορά ηλεκτροκίνητους συμπιεστές και ορίζεται από το λόγο της πραγματικής P_{ef} προς την ηλεκτρική ισχύ P_{el} , η οποία προσδίδεται στους ακροδέκτες του ηλεκτροκινητήρα:

$$\eta_{el} = P_{ef} / P_{el}$$

(2.22)

Ακροδεκτικός Βαθμός Απόδοσης Ορίζεται ως ο λόγος της θεωρητικής ισχύος P_{th} (μεταβολή με ισεντροπική συμπίεση) με την ηλεκτρική ισχύ P_{el} που προσδίδεται στους ακροδέκτες του ηλεκτροκινητήρα:

$$\eta_{kl} = P_{th} / P_{el}$$

(2.23)

4.1 ΔΙΠΟΡΤΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΨΥΓΕΙΟ

Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος οικιακού ψυγείου. Πρόκειται για μια ψυκτική συσκευή η οποία διατηρεί τα τρόφιμα σε ψύξη ή σε κατάψυξη. Διαθέτει δύο ψυκτικούς θαλάμους και δύο πόρτες, μια για το θάλαμο κατάψυξης και μια για το θάλαμο ψύξης. Στο θάλαμο κατάψυξης η θερμοκρασία είναι γύρω στους $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Στο θάλαμο ψύξης η θερμοκρασία είναι γύρω στους $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Σ' αυτό το θάλαμο διατηρούνται τρόφιμα, όπως αναψυκτικά, νερό, γάλα και φρέσκο κρέας.

Στο κάτω μέρος υπάρχουν θήκες στις οποίες διατηρούνται λαχανικά και φρούτα σε συνθήκες τέτοιες, ώστε να μην αφυδατώνονται.

Για να εμποδίζεται η διαρροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό των θαλάμων, οι δύο θάλαμοι περιβάλλονται από παχύ στρώμα θερμομονωτικού υλικού, όπως υαλοβάμβακα ή αφρό πολυουρεθάνης. Τα δύο μεταλλικά τοιχώματα των θαλάμων κλείνουν μπροστά με πλαστικό πλαίσιο. Η μόνωση του θαλάμου κατάψυξης είναι πιο παχιά από εκείνη του θαλάμου ψύξης.

4.2 ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ

Το οικιακό ψυγείο αποτελείται από:

- Θάλαμο συντήρησης προϊόντων
- Θάλαμο κατάψυξης προϊόντων
- Πόρτα ή πόρτες (μονόπορτο ή δίπορτο)
- Τον εξατμιστή
- Τις γραμμές αναρρόφησης και κατάθλιψης
- Το συμπιεστή
- Το συμπυκνωτή
- Τον τριχοειδή σωλήνα και το φίλτρο
- Τον ηλεκτρονόμο έντασης, (θερμικό ή και ηλεκτρονικός ηλεκτρονόμος)
- Το σύστημα απόψυξης (αντιστασεις)
- Το ηλεκτρικό κύκλωμα και το θερμοστάτη
- Τα ψυκτικά ρευστά

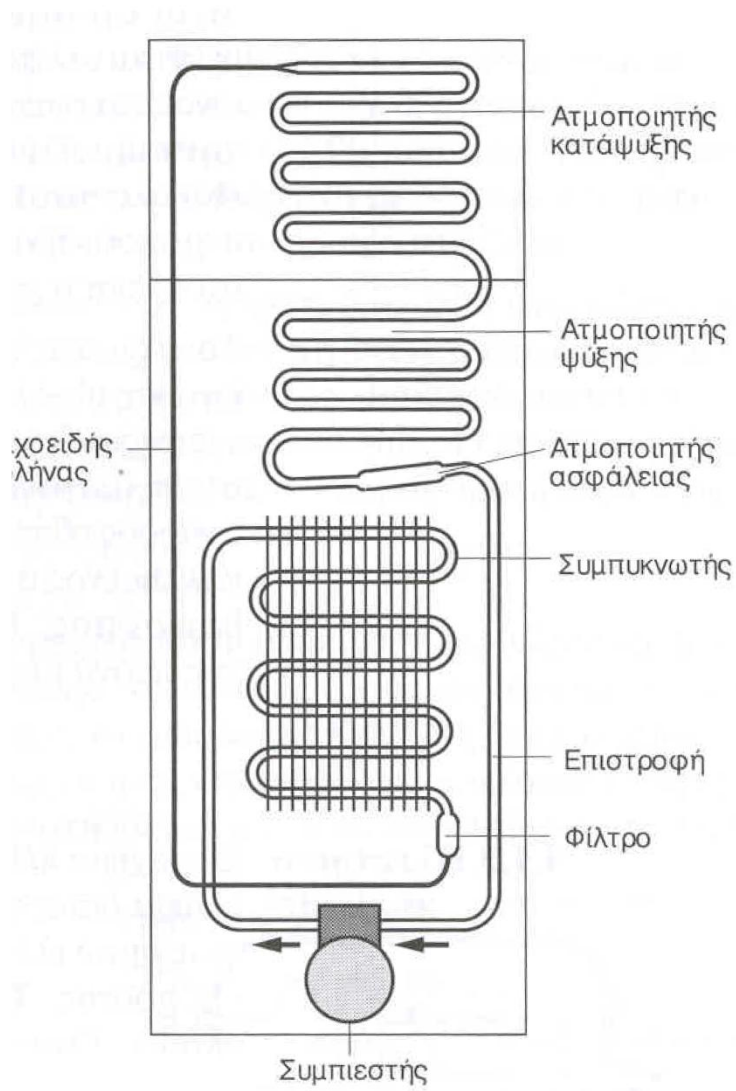
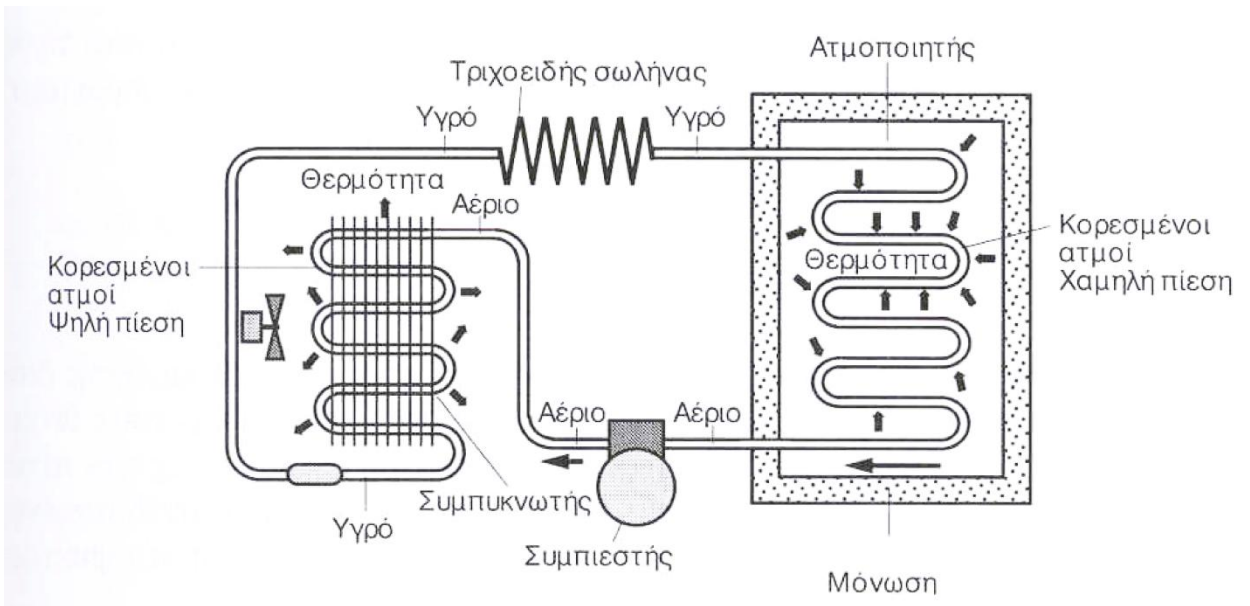
όταν υγροποιηθούν, αποβάλλουν θερμότητα και όταν ατμοποιηθούν, απορροφούν θερμότητα.

Στην τεχνητή ψύξη το ψυκτικό ρευστό υποβάλλεται διαδοχικά σε **ατμοποίηση** και **υγροποίηση** συνεχώς, απορροφά θερμότητα από ένα χώρο και την αποβάλλει σε άλλο.

Η διαδοχική ατμοποίηση και υγροποίηση του ψυκτικού ρευστού ονομάζεται **ψυκτικός κύκλος**

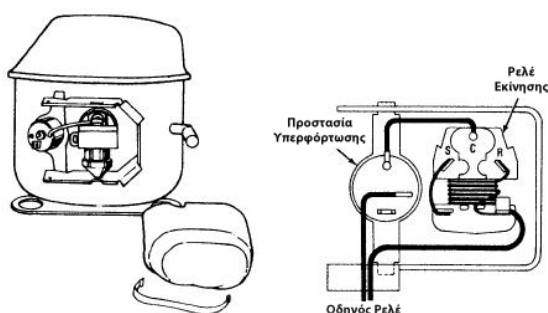
Για τη λειτουργία του ψυκτικού κύκλου απαιτείται ένα ψυκτικό κύκλωμα. Ένα στοιχειώδες ψυκτικό κύκλωμα πρέπει να περιλαμβάνει:

1. Το συμπιεστή
2. Το συμπυκνωτή
3. Τον τριχοειδή σωλήνα
4. Τον ατμοποιητή



Ο συμπιεστής αντλεί το ψυκτικό ρευστό σε αέρια κατάσταση και σε χαμηλή πίεση από τον ατμοποιητή και το διοχετεύει σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία στο συμπυκνωτή όπου μετατρέπεται σε κορεσμένους ατμούς, υγροποιείται και αποβάλλει θερμότητα. Το ψυκτικό υγρό οδηγείται στη συνέχεια σε υγρή κατάσταση στον τριχοειδή σωλήνα όπου μειώνεται η πίεσή του, και από εκεί στον ατμοποιητή όπου εξαερώνεται σε χαμηλή πίεση και απορροφά θερμότητα. Ο ατμοποιητής ψύχεται. Από τον ατμοποιητή αντλείται και πάλι σαν αέριο από το συμπιεστή και ο ψυκτικός κύκλος συνεχίζεται.

4.2.1 ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ

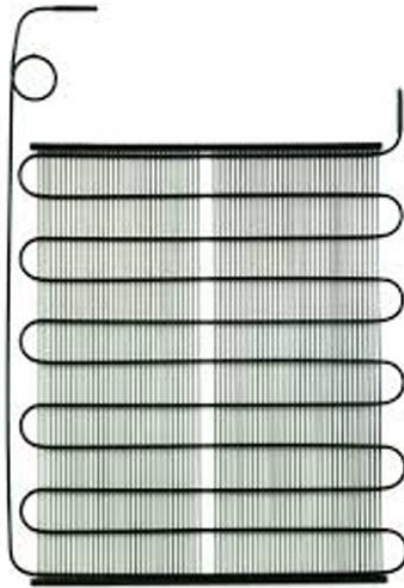


Ο **συμπιεστής** (moter) είναι μια αντλία που προκαλεί απορρόφηση στην είσοδό του και συμπίεση στην έξοδό του. Αναρροφά ψυκτικό αέριο σε μορφή αερίου χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας από τον εξατμιστή, το συμπιέζει, και το καταθλίβει προς το συμπυκνωτή σε μορφή αερίου υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Ο συμπιεστής αντλεί τον θερμό ατμό από το σύστημα (λόγω των τριβών από την κίνηση των μηχανικών και ηλεκτρικών μερών) και προσδίδει στον ατμό αυτό και τη δική του θερμότητα. Τη θερμότητα αυτή την οδηγεί προς το συμπυκνωτή και αυτός με τη σειρά του την αποβάλλει προς το περιβάλλον μέσω του ψυκτικού ρευστού. Ο συμπιεστής πάνω του έχει τρεις σωλήνες συνήθως. Η μία σωλήνα είναι της αναρρόφησης (η σωλήνα με την μεγαλύτερη διάμετρο) και η άλλη είναι η σωλήνα της κατάθλιψης (λεπτότερη σωλήνα). Στην μία από τις δύο αναρροφήσεις συνδέεται βαλβίδα, για το service του ψυκτικού κυκλώματος, ενώ η άλλη συνδέεται με το κύκλωμα.

4.2.2 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ

Ο **συμπυκνωτής** (condenser) είναι μια σωλήνωση μεγάλου μήκους που αερίζεται καλά είτε με φυσική κυκλοφορία του αέρα είτε με ανεμιστήρα έτσι ώστε να αποβάλλει το σύνολο της θερμότητας μιας ψυκτικής μηχανής προς το περιβάλλον. Η θερμότητα που φεύγει από το συμπιεστή προς την είσοδο του συμπυκνωτή βρίσκεται στο μέγιστο σημείο. Το ψυκτικό μέσο, σε μορφή υπέρθερμου ατμού, στη διαδρομή του από το τέλος της συμπίεσης και προς τη είσοδό του στο συμπυκνωτή χάνει ένα μέρος από τη θερμότητα που είχε, με αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας μέχρι το σημείο που ξεκινά η συμπύκνωση και από αέριο γίνεται υγρό, σε σταθερή θερμοκρασία και πίεση. Σέ αυτό το σημείο γίνεται αλλαγή φάσης του ψυκτικού μέσου από αέρια σε υγρή κατάσταση χωρίς να μεταβάλλεται η θερμοκρασία του. Το ψυκτικό μέσο στις τελευταίες σπείρες του συμπυκνωτή, σε μορφή υγρού εξακολουθεί να ψύχεται περισσότερο

(μέχρι τη έξοδό του από το συμπυκνωτή), αποβάλλοντας ένα ακόμα μέρος της θερμότητας του μεαποτελέσμα να γίνεται υπόψυκτο υγρό και πίεσή του παραμένει υψηλή.



Το ψυκτικό μέσο πρέπει να έχει 15°C με 22°C μεγαλύτερη θερμοκρασία από το περιβάλλον για σωστή απόδοση του συστήματος αλλιώς δε βοηθά στο να αποβάλει το ψυκτικό μέσο τη θερμότητα στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα να μην έχουμε σωστή συμπύκνωση του ψυκτικού μέσου, και άρα δεν έχουμε και σωστή ψύξη. Οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε τρία είδη ανάλογα με τον τρόπο που ψύχονται ,κατατάσσονται σε αερόψυκτους, υδρόψυκτους και εξατμιστικούς συμπυκνωτές οι οποίοι ψύχονται με ταυτόχρονη κυκλοφορία νερού και αέρα.

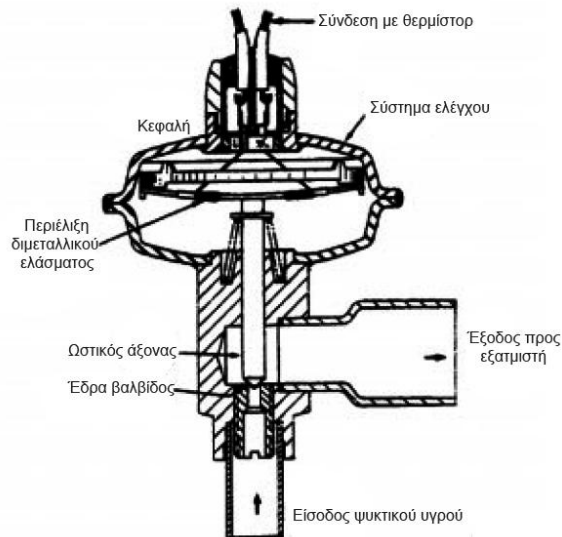
4.2.3 ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ

Η εκτονωτική βαλβίδα είναι ένας μηχανισμός που ελέγχει την ροής του ψυκτικού υγρού ,ελέγχει την παροχή του ψυκτικού υγρού από το συμπυκνωτή προς τον εξατμιστή.

α) Η ηλεκτρονική εκτονωτικήβαλβίδα ή θερμοηλεκτρική βαλβίδα ρυθμίζει με μεγάλη ακρίβεια τη ροή του ψυκτικού υγρού στον εξατμιστή , παρέχει μια σταθερή υπερθέρμανση στην έξοδό του και συντελεί στην αποδοτικότερη λειτουργία του και την πλήρη εκμετάλλευσή του. Τα κύρια μέρη που αποτελούν μια ηλεκτρονική εκτονωτική βαλβίδα είναι:

- 1) Το σώμα της βαλβίδας.
- 2) Η κεφαλή που φέρει το διμεταλλικό έλασμα.
- 3) Ο ωστικός άξονας της βαλβίδας , που είναι συνδεδεμένος με το διμεταλλικό έλασμα και μεταδίδει την κίνηση στη βελόνα της βαλβίδας.
- 4) Η βελόνα της βαλβίδας και η έδρα της.
- 5) Ο αισθητήρας θερμοκρασίας (θερμίστορ) που συνδέεται μέσω καλωδίου 2 αγωγών με την κεφαλή της βαλβίδας .

Αρχικά , να υπογραμμίσουμε ότι το αισθητήριο θερμοκρασίας (θερμίστορ) τοποθετείται στην γραμμή αναρρόφησης , δηλαδή στο τέλος του εξατμιστή. Οπότε , με την αύξηση του ψυκτικού φορτίου στο τέλος του εξατμιστή έχουμε και αύξηση τηςθερμοκρασίας και παράλληλα αύξηση θερμοκρασίας του αισθητηρίου με αποτέλεσμα την μείωση της ηλεκτρικής αντίστασής



του. Αποτέλεσμα είναι το τυλίγμα του διμεταλλικού ελάσματος να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα μεγαλύτερης έντασης. Η μεγαλύτερη αύξηση της έντασης αυξάνει τη θερμοκρασία του τυλίγματος και επομένως του διμεταλλικού στοιχείου. Το διμεταλλικό έλασμα, με τη σειρά του, κινεί τον ωστικό άξονα προς τα επάνω ανοίγοντας περισσότερο την βαλβίδα, και τροφοδοτώντας τον εξατμιστή με περισσότερο ψυκτικό μέσο. Με τις αντίθετες ενέργειες μειώνει το ψυκτικό μέσο που ρέει προς τον εξατμιστή. Η απλούστερη μορφή βαλβίδας εκτόνωσης είναι ο τριχοειδής σωλήνας.

β) ΤΡΙΧΟΕΙΔΗΣ ΣΩΛΗΝΑΣ

Ο **τριχοειδής σωλήνας**, σκοπός του είναι να ρυθμίζει την ποσότητα ψυκτικού υγρού προς τον εξατμιστή και να κατεβάζει την πίεση προς τον εξατμιστή με αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας, τον συναντούμε κυρίως στην οικιακή ψύξη και στα οικιακά κλιματιστικά είναι ένας χάλκινος σωλήνας μικρής διαμέτρου από 0,4mm–1,4mm, λόγω του στενώματός του και του μήκους του, προκαλεί αύξηση της πίεσης στο συμπυκνωτή και μείωση της πίεσης στον ατμοποιητή όπως και θερμοκρασίας.



Όσο αυξάνουμε τη διάμετρο ή μειώνουμε το μήκος, το ψυκτικό μέσο θα περάσει θερμότερο προς τον εξατμιστή, και συνεπώς θα ανέβει η πίεση και η θερμοκρασία του. Στην αντίθετη περίπτωση μείωσης της διαμέτρου ή αύξησης του μήκους, θα έχουμε αντίθετα αποτελέσματα, δηλαδή μεγαλύτερη πτώση πίεσης και θερμοκρασίας. Ο λόγος που ενώ το ψυκτικό υγρό έρχεται στη είσοδο της βαλβίδας σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία βγαίνει από αυτό σε θερμοκρασία πολύ κάτω από το 0 είναι ότι το υγρό ψύχεται λόγω της πτώσης πίεσης, και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η θερμότητα που φεύγει από αυτό να προσδίδεται σε μία ποσότητα υγρού και αυτό

να ατμοποιείται. Οι βασικές παράμετροι για το φορτίο ψυκτικού υγρού είναι η θερμοκρασία του υπόψυκτου υγρού κατά την είσοδό του στον τριχοειδή ,η θερμοκρασία εκτόνωσης και η θερμοκρασία εξάτμισης

4.2.4 ΦΙΛΤΡΟ Ή ΑΦΥΓΡΑΝΤΗΡΑΣ



Το φίλτρο ή αφυγραντήρας, φιλτράρει το ψυκτικό μέσο από υγρασία ή τυχόν ρινίσματα, πριν αυτά καταλήξουν στον τριχοειδή και τον βουλώσουν, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ροή ψυκτικού μέσου στο κύκλωμα άρα και ψύξη. Τα φίλτρα είναι κυρίως κολλητά και σε περίπτωση οποιασδήποτε επέμβασης στο κύκλωμα αυτά αντικαθίστανται. Τα φίλτρα περιέχουν εσωτερικά διάφορα αφυγραντικά υλικά όπως: Οξείδιο του ασβεστίου, Οξείδιο του αργιλίου, Χλωριούχο ασβέστιο , σιλικά τζέλ...

4.2.5 ΑΤΜΟΠΟΙΗΤΗΣ

Ο **ατμοποιητή** ή **εξατμιστής** (evaporator) είναι μια μεγάλη μήκους, μονωμένη σωλήνωση. Η θερμοκρασία ατμοποίησης στον ατμοποιητή εξαρτάται από την πίεση του αερίου σ' αυτόν. Μέσα στο θάλαμο ενός ψυγείου στη μάζα του αέρα που κυκλοφορεί, περιέχεται θερμότητα από τα ζεστά προϊόντα. Αυτή τη θερμότητα απορροφά το παγωμένο ψυκτικό υγρό που κυκλοφορεί



στον εξατμιστή. Η ροή της θερμότητας γίνεται από την μάζα του θερμού αέρα προς το κρύο ψυκτικό υγρό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, το ψυκτικό υγρό μέσα στον εξατμιστή, με σταθερή θερμοκρασία και πίεση, να αρχίσει να αλλάζει σταδιακά κατάσταση και από υπόψυκτο υγρό να γίνεται κορεσμένο υγρό (υγρό σε μεγαλύτερη ποσότητα και ατμός), κορεσμένος ατμός (ατμός σε μεγαλύτερη ποσότητα και υγρό) και στην έξοδό του για το συμπιεστή να γίνεται υπέρθερμος ατμός ,ο οποίος επιστρέφει στο συμπιεστή. Στα μονόπορτα ψυγεία ο εξατμιστής είναι ένας ενώ

στα δίπορτα δύο, ένας συντήρησης και ένας κατάψυξης. Αυτοί είναι τύπου πλάκας αλουμινίου ή και οφιοειδούς μορφής σωλήνες. Η ψυκτική ικανότητά τους είναι από 200 btu/h έως 1000 btu/h. Το ψυκτικό μέσο μπαίνει πρώτα στο στοιχείο της κατάψυξης και κατόπιν στο στοιχείο της συντήρησης. Πολλές φορές ο τριχοειδής σωλήνας είναι ενσωματωμένος επάνω στον εξατμιστή, ενώ σε παλαιότερα μοντέλα ψυγείων ο εξατμιστής ήταν εμφανής μέσα στο θάλαμο. Σε σύγχρονα ψυγεία, η κατανομή του αέρα μέσα στο θάλαμο γίνεται με ανεμιστήρες, μέσω αεροθαλάμων, για σωστότερη, πιο ομοιόμορφη και γρηγορότερη ψύξη (NO FROST). Επίσης λόγω της κυκλοφορίας του αέρα, αποφεύγεται η δημιουργία πάγου από τις επικαθήσεις της υγρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα στα τοιχώματα

4.2.6 ΓΡΑΜΜΕΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

Είναι οι σωληνώσεις που συνδέουν τα τέσσερα βασικά εξαρτήματα του κύκλου ψύξης. Η γραμμή της αναρρόφησης είναι αυτή που συνδέει τον εξατμιστή με το συμπιεστή, από το εκτονωτικό μέχρι την είσοδο του συμπιεστή. Το υπέρθερμο αέριο που κυκλοφορεί προς το συμπιεστή αναρροφάται από αυτόν και συμπιέζεται. Συνήθως ένα μέρος του τριχοειδή σωλήνα μπαίνει μέσα στην αναρρόφηση και δουλεύει σαν εναλλάκτης, βελτιώνοντας την ικανότητα του συμπιεστή καθώς και του συμπυκνωτή. Γενικότερα βοηθάει στην καλή, ομαλή και οικονομικότερη λειτουργία της μονάδας, ενώ βοηθά και στην υπόψυξη του ψυκτικού μέσου για καλύτερη απόδοση στην εκτόνωση.

4.2.7 ΑΝΤΙΠΡΟΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ

Με αυτό επιτυγχάνεται η προστασία του συμπιεστή από τυχόν επιστροφές υγρού ψυκτικού μέσου στην αναρρόφηση και δίνεται η δυνατότητα να πέσει η θερμοκρασία του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου στην έξοδο του συμπιεστή προς το συμπυκνωτή με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ικανότητας του συμπυκνωτή ώστε να ξεκινήσει γρηγορότερα η υγροποίηση του ψυκτικού μέσου σε αυτόν. Η κατάθλιψη είναι λεπτότερης διαμέτρου από την αναρρόφηση, και φτάνει μέχρι το φίλτρο και τον τριχοειδή σωλήνα.

4.2.8 ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΣ ΕΝΤΑΣΗΣ Η΄ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΣ

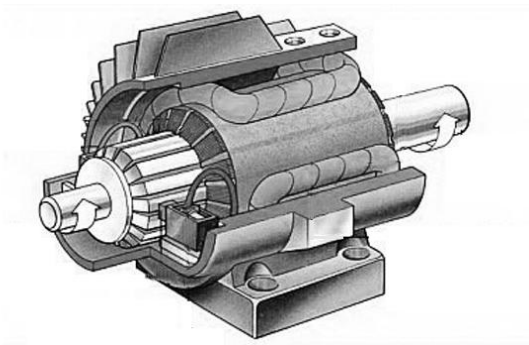
Σκοπός του ηλεκτρονόμου έντασης είναι να εκκινεί το συμπιεστή βάζοντας για ελάχιστα δευτερόλεπτα τη βοηθητική περιέλιξη σε λειτουργία για να ξεκινήσει ο συμπιεστής και κατόπιν να δουλέψει με την κύρια περιέλιξη. Υπάρχει και το θερμικό προστασίας όπου λειτουργεί απωστικά όταν υπερθερμανθεί ο κινητήρας. Έχει ένα διμεταλλικό έλασμα και μια αντίσταση που όταν υπερθερμανθούν διακόπτουν τη λειτουργία του κινητήρα. Χρήση του ηλεκτρονόμου έντασης γίνεται κυρίως σε μονάδες μέχρι $\frac{3}{4}$ HP. Αυτός έχει ένα πηνίο που τα άκρα του συνδέονται σε σειρά με την κύρια περιέλιξη του κινητήρα. Όλη η ένταση της κύριας περιέλιξης του κινητήρα περνάει μέσα από την περιέλιξη του ρελέ έντασης. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεγάλη, έχει έτσι τη δύναμη να διεγείρει τις επαφές του ρελέ και να εκκινήσει τη βοηθητική περιέλιξη κινητήρα. Οι επαφές των ρελέ είναι πάντοτε ανοικτές, διεγείρονται και κλείνουν κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του ηλεκτροκινητήρα δίνοντας στιγμιαία ρεύμα στη βοηθητική περιέλιξη. Οι επαφές διεγείρονται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που διαρρέει το πηνίο του, για να ασκηθεί ροπή στρέψης εκκινώντας τον κινητήρα. Αφού ξεκινήσει ο κινητήρας,

η ένταση πέφτει, έτσι το μαγνητικό πεδίο δεν είναι ικανό να συγκρατήσει τις επαφές κλειστές με τη βοηθητική περιέλιξη. Η βοηθητική περιέλιξη βγαίνει εκτός, και ο κινητήρας λειτουργεί με την κύρια περιέλιξη.

4.2.9 ΘΕΡΜΙΚΟ

Το θερμικό χρησιμοποιείται στις ψυκτικές μηχανές για την προστασία του ηλεκτροκινητήρα από τις υπερβολικές υπερθερμάνσεις. Προσαρμόζεται επάνω στον ηλεκτροκινητήρα, συνδέεται σε σειρά με τη γραμμή τροφοδοσίας του ρεύματος, και διακόπτει τη λειτουργία του συμπιεστή όταν αυτός υπερθερμανθεί. Εσωτερικά έχει ένα διμεταλλικό έλασμα, σε μια κλειστή επαφή που επιτρέπει στο ρεύμα να περάσει μέσα από αυτήν. Αυτό το έλασμα διαστέλλεται και ανοίγει το κύκλωμα σε περίπτωση που υπερθερμανθεί ο κινητήρας. Η υπερθέρμανση του κινητήρα μπορεί να προέλθει είτε από διέλευση μεγαλύτερου ρεύματος (υπερένταση), είτε από άλλη αιτία όπως παρατεταμένη λειτουργία του συμπιεστή, υπερβολικά φορτία ψυκτικού υγρού κ.ά.

4.2.10 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ



Οι ηλεκτροκινητήρες που χρησιμοποιούνται στην ψύξη είναι συνήθως ηλεκτροκινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ή επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες. Τα μέρη που αποτελούνται αυτοί οι κινητήρες είναι ο στάτης που επάνω του βρίσκονται τα τυλίγματα των περιελίξεων και ο δρομέας ή ρότορας που αντί για τυλίγματα, έχει ράβδους χαλκού ή αλουμινίου που στα άκρα τους συνδέονται με ένα στεφάνι δημιουργώντας έναν μεταλλικό κλωβό. Ο ρότορας κόβει κάθετα της μαγνητικές γραμμές που δημιουργεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, λόγω της διέλευσης του ρεύματος στα πηνία.

4.2.11 ΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ

Η πλειονότητα των συμπιεστών, στην ψύξη, φέρουν ηλεκτροκινητήρα με δύο τυλίγματα, ένα βοηθητικό και ένα κύριο τύλιγμα. Το βοηθητικό τύλιγμα αποτελείται από λεπτό χάλκινο σύρμα με μεγαλύτερη ωμική αντίσταση από το κύριο. Το κύριο τύλιγμα είναι χοντρότερο από το βοηθητικό και έχει μικρότερη ωμική αντίσταση.) Τα άκρα αυτών των τυλιγμάτων καταλήγουν πάνω στο κέλυφος του συμπιεστή σε τρία άκρα εξωτερικά.

5.1 Χαρακτηριστικά ορθής λειτουργίας:

- Ο εξαμιστήρας (βεντιλατέρ) σε λειτουργία , χωρίς συμπιεστή ή ανεμιστήρα ψύξεως .
- Θέση Απόψυξης (Προσαρμοσμένη Απόψυξη) , συμπιεστής και ανεμιστήρας ψύξης, με βεντιλατέρ κλειστό(off) μετά την απόψυξη.
- Σε Λειτουργία Προστασίας λειτουργίας ,ο ανεμιστήρας ανάβει όταν οι πόρτες είναι ανοικτές για 3 λεπτά .
- Ο ανεμιστήρας του βεντιλατέρ και του συμπιεστή μπορεί να τρέχει συνεχώς για 2 ώρες (Προσαρμοσμένη Απόψυξη) .
- Διαφορετικά επίπεδα ήχου μπορούν να ακουστούν όταν ο ανεμιστήρας αλλάζει ταχύτητα .
- Ο χρόνος απόκρισης για δραστική αλλαγή της θερμοκρασίας είναι 2 έως 10 λεπτά.
- Ο κύριος πίνακας ελέγχου(πλακέτα) θα ανταποκριθεί σε 8 βαθμούς (Φαρενάιτ) μεταβολή της θερμοκρασίας ανά λεπτό , όπως προσδιορίζεται από την αντίσταση του αισθητήρα.

5.2 Χαρακτηριστικά Ανώμαλης λειτουργίας (Λανθασμένης λειτουργίας)

- Το βεντιλατέρ (ανεμιστήρας) είναι ενεργός (ON) , ο συμπιεστής είναι κλειστός (OFF) , και το ντάμπερ κλειστό (εκτός από τη λειτουργία προστασίας σωστής λειτουργίας) .
- Ταχεία αλλαγή της ταχύτητας ανεμιστήρα, ο ανεμιστήρας παίρνει τουλάχιστον 1 λεπτό για να αλλάξει την ταχύτητα λειτουργίας .
- Ο συμπιεστής λειτουργεί χωρίς τον ανεμιστήρα ψύξης. Ο συμπιεστής και ο ανεμιστήρας ψύξης πρέπει πάντα να τρέχουν ταυτόχρονα.

5.3.1 Προσαρμοσμένη Απόψυξη

Προσαρμοσμένη απόψυξη μπορεί να περιγραφεί ως μια διαδικασία απόψυξης συστήματος που προσαρμόζεται σε ένα ψυγείο σύμφωνα με τον περιβάλλοντα χώρο και την οικιακή χρήση που του επιβάλλετε . Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα απόψυξης που χρησιμοποιούν ηλεκτρομηχανικά χρονόμετρα με ένα σταθερό κύκλο απόψυξης (ώρα) , Η προσαρμοσμένη Απόψυξη χρησιμοποιεί έξυπνους ηλεκτρονικούς ελέγχους ,για να καθορίσει πότε η απόψυξη είναι απαραίτητη. Προκειμένου να επιτευχθεί ο σωστός χρόνο απόψυξης , το κύριος πίνακας ελέγχου (πλακέτα) ακολουθεί και υπολογίζει τις παρακάτω λειτουργίες :

- Το χρονικό διάστημα όπου οι πόρτες του ψυγείου ήταν ανοικτές από τον τελευταίο κύκλο απόψυξης .
- Το χρονικό διάστημα όπου ο συμπιεστής έχει τρέξει από τον τελευταίο κύκλο απόψυξης .
- Το χρονικό διάστημα όπου οι αντιστάσεις απόψυξης ήταν ενεργές στον τελευταίο κύκλο απόψυξης .

5.3.2 Η προσαρμοσμένη απόψυξη χωρίζεται σε 5 ξεχωριστούς κύκλους.

Οι πράξεις αυτές είναι οι εξής:

- Λειτουργία ψύξης
- Λειτουργία Προ-ψύξης
- Λειτουργίας απόψυξης
- Περίοδος αναμονής

- Θέση αναμονής

5.3.2.α) Λειτουργία ψύξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη)

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ψύξης , ο κύριος πίνακας ελέγχου υπολογίζει τα ανοίγματα της πόρτας και ο συμπιεστής τίθεται σε λειτουργία . ο πίνακας ελέγχου μετράει το χρόνο που οι πόρτες είναι ανοικτές . Το μειώνει το μήκος μεταξύ απόψυξης από 255 δευτερόλεπτα (πολλαπλασιαστικός συντελεστής) για κάθε δευτερόλεπτο όπου η θύρα είναι ανοικτή . Αν και οι δύο πόρτες είναι ανοικτές , το μειώνει το κατά το διπλάσιο του ποσού. ο πολλαπλασιαστικός παράγοντας μειώνει το χρόνο λειτουργίας του συμπιεστή . Εάν οι θύρες δεν ανοίγουν , ο συμπιεστής μπορεί να είναι ενεργός έως και 60 ώρες μεταξύ των αποψύξεων . Εάν οι θύρες ανοίξουν συχνά ή / και για μεγάλες χρονικές περιόδους , η ο χρόνος λειτουργίας του συμπιεστή μεταξύ αποψύξεων θα είναι μειώνεται με ελάχιστο αυτό των 8 ωρών .

5.3.2. β) Λειτουργία Προψύξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη)

Όταν ο κύριος πίνακας ελέγχου (πλακέτα) διαπιστώσει ότι η απόψυξη είναι απαραίτητη , θα αναγκάσει το ψυγείο σε συνεχή λειτουργία ψύξης (πρόψυξης) . Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής , η θερμοκρασία του καταψύκτη μπορεί να οδηγηθεί κάτω το σημείο ρύθμισης . Ωστόσο , η θερμοκρασία των φρέσκων τροφίμων θα ρυθμίζεται από το ντάμπερ . Η πρόψυξη θα διαρκέσει για 2 ώρες.



5.3.2 γ) Λειτουργία Απόψυξης (σε προσαρμοσμένη απόψυξη)

Μετά από 2 ώρες λειτουργίας πρό ψυξης , ο κύριος πίνακας ελέγχου απενεργοποιεί το συμπιεστή , τον ανεμιστήρα ψύξης και τον εξαμιστήρα . Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας απόψυξης , ο κύριος πίνακας ελέγχου παρακολουθεί τη θερμοκρασία του βιντιλατέρ χρησιμοποιώντας εισόδους θέρμιστορ (θερμοστάτη) . Ο θερμοστάτης θα τερματίσει τη λειτουργία απόψυξης θέρμανσης σε λιγότερο από 45 λεπτά. Ο τυπικός χρόνος απόψυξης είναι 20-30 λεπτά . Η μέγιστη απόψυξη είναι 45 λεπτά με τις αντιστάσεις για 5 λεπτά σε παραμονής . Το σύστημα απόψυξης προστατεύεται από θερμοστάτη ασφαλείας (διακόπτης) απόψυξης .

θερμοστάτης ανοίγει όταν η θερμοκρασία του εξατμιστήρα αυξάνει σε 60°C και κλείνει όταν η θερμοκρασία του εξατμιστήρα χαμηλώνει προς 40°C.

5.3.2. δ) Περίοδος Αναμονής (σε προσαρμοσμένη απόψυξη)

Μετά τη λειτουργία απόψυξης όπου έχει περατωθεί από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου , αναμένετε μια 5 λεπτών περίοδος αναμονής. Κατά την περίοδο αυτή , ο συμπιεστής , ο ανεμιστήρας ψύξης , και ο ανεμιστήρας εξαίτησης του ψυγείου παραμένουν κλειστά. Το υπόλοιπο του παγετού τήκεται από τον εξατμιστήρα και θα συνεχίσει να στάζει, μέχρι να αποστράγγιση , έτσι ώστε πριν από την λειτουργία ψύξης , ο εξατμιστήρας να είναι εντελώς καθαρός από κάθε είδους υγρασία . Μετά από 5 λεπτά στην περίοδο αναμονής, η μονάδα πηγαίνει στην θέση αναμονής .

5.3.2. ε) Θέση Αναμονής(σε προσαρμοσμένη απόψυξη)

Η περίοδος αναμονής εκ των υστέρων έχει σχεδιαστεί για να κρυώσει ο εξατμιστήρας πριν από την έναρξη της κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό του ψυγείου. Αυτό αποτρέπει τυχόν κατάλοιπα υψηλής θερμότητας από την εξάπλωση τους στην κατάψυξη. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, ο συμπιεστής είναι ενεργοποιημένος και ο ανεμιστήρας της ψύξης είναι ενεργός , αλλά ο εξατμιστήρας είναι απενεργοποιημένος , και το κλείστρο απομόνωσης (ντάμπερ) είναι κλειστό . Η παραμονή σε αυτή την κατάσταση διαρκεί 10 λεπτά .

5.4 Κατάσταση Προστασίας Ορθής Λειτουργίας

Η λειτουργία προστασίας ορθής λειτουργίας θα ενεργοποιηθεί εάν οποιαδήποτε από τις πόρτες ήταν ανοιχτές για 3 λεπτά . Αυτό θα ξεκινήσει τη λειτουργία του ανεμιστήρα του εξατμιστήρα και κλείνει το κλείστρο απομόνωσης(νταμπερ) . Αυτή η λειτουργία ελέγχεται από 2 χρονόμετρα. Χρονόμετρο #1 παρακολουθεί τον χρόνο που η πόρτα παραμένει ανοιχτή. Μια μέτρηση 3 λεπτών ανοιχτής πόρτα αρχίζει όταν ανοίγει η πόρτα. Εάν πριν παρέλθουν τα 3 λεπτά η πόρτα είναι κλειστή , η λειτουργία προστασίας ορθής λειτουργίας θα γίνει ενεργεί . Μόλις η πόρτα είναι κλειστή , το χρονόμετρο #1 μηδενίζεται και η λειτουργία προστασίας ορθής λειτουργίας μπαίνει σε κατάσταση αναμονής . Σε κατάσταση αναμονής ,ο κανονικός ανεμιστήρας και το ντάμπερ ενεργοποιούνται επαναλαμβάνεται και το χρονόμετρο #2 αρχίζει μια καταμέτρηση 3 λεπτών κλειστής πόρτας . Εάν τα 3 λεπτά παρέλθουν χωρίς άνοιγμα της πόρτας , η λειτουργία προστασίας ορθής λειτουργίας θα απενεργοποιηθεί εντελώς . Εάν μία θύρα ανοίχθηκε κατά το #2^ο χρονόμετρο, αρχίζει καταμέτρηση κλειστής πόρτας ,ο υπολειπόμενος χρόνος της κλειστής θύρας θα αφαιρούνται από το χρονόμετρο # 1 ανοιχτής πόρτας καταμέτρησης .

5.5 Λειτουργίες διανομής

Το νερό , η λειτουργία θρυμματισμένου πάγου , και τα παγάκια ελέγχονται από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου . Επέλεξε μια λειτουργία , πατήστε το κατάλληλο κουμπί στο δοχείο. Η ενδεικτική λυχνία LED θα ανάψει για να προσδιορίσει τον επιλογέα. Για να διανέμει το επιλεγμένο στοιχείο , πατήστε τον διακόπτη όπου βρίσκεται συνήθως εντός της εσοχής του

διανομέα .Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ενεργοποιείται μέσω του διακόπτη και θα ανοίξει η πόρτα απελευθερώνοντας τον πάγο . Αν επιλεχθούν παγάκια , και όχι θρυμματισμένος πάγος η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παράκαμψης θα παρακάμψει τον θραυστήρα πάγου . Το πορτάκι πρέπει να παραμείνει ανοικτό για 5 δευτερόλεπτα μετά την διανομή . Μετά από αυτή την καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων , η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα θα κλείσει τον πάγο. Ο διανομέας φωτός θα ενεργοποιηθεί αυτόματα με το άνοιγμα του κλείστρου της πόρτας.

5.6 Διανομέας / Φως (Λαμπτήρες, Led)

Το πλήκτρο με την ένδειξη Light, ενεργοποιεί και απενεργοποιεί το φως στον διανομέα. Όταν το φως απενεργοποιηθεί , θα σβήσει σταδιακά . Το φως στον διανομέα θα έρθει αυτόματα όταν ενεργεί κάποια διαδικασία και θα εξασθενήσει 5 δευτερόλεπτα μετά από το πέρας αυτής. Το πλήκτρο Light δεν μπορεί να ακύρωση την διαδικασία αυτή .

5.7 Σύστημα κλειδώματος διανομής

Όταν το σύστημα διανομής είναι κλειδωμένο ,οι εντολές στον διανομέας δεν θα γίνονται δεκτές . Αυτό περιλαμβάνει τον διακόπτη του διανομέα και θα αποτρέψει τυχαία διανομή που μπορεί να προκληθεί από παιδιά ή κατοικίδια ζώα . Εάν ένα πλήκτρο πιέζεται με το σύστημα κλειδωμένο , αυτό θα γίνει αντιληπτό με 3 παλμούς LED όπου συνοδεύεται από ένα ηχητικό σήμα της κλειδαριάς .Για να κλειδώσετε ή να ξεκλειδώσετε την επικοινωνία μεταξύ του διανομέα και του κυρίως πίνακα ελέγχου , πατήστε το πλήκτρο LOCK και κρατήστε πατημένο για 3 δευτερόλεπτα, η κλειδαριά LED θα αναβοσβήνει ενώ το Pad Lock είναι πατημένο. Όταν η επικοινωνία είναι κλειδωμένη , η κλειδαριά LED θα ανάψει. Η κατάσταση των άλλων λειτουργιών που επιλέγονται πριν από την έναρξη της λειτουργίας κλειδώματος θα εμφανιστούν στην οθόνη . Εάν γίνεται προσπάθεια κλειδώματος ενώ μια λειτουργία είναι ενεργή , το LED θα παραμείνει μέχρι αυτή να λήξει .Εάν το κλειδωμα ενεργοποιείται όταν λήξει το χρονόμετρο του φίλτρου , η ενδεικτική λυχνία θα ανάψει , αλλά δεν μπορεί να μηδενιστεί μέχρι το lock να είναι απενεργοποιημένο .Η λειτουργία κλειδώματος θα πρέπει να αποκατασταθεί σε περίπτωση διακοπής ρεύματος .

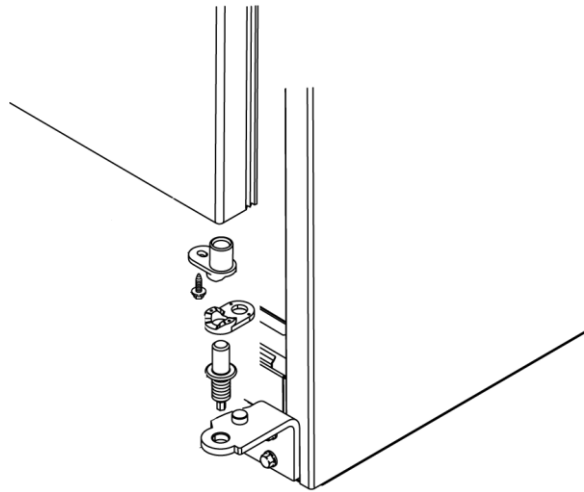
5.8 Φίλτρα

Αρκετά μοντέλα είναι εξοπλισμένα με ένα φίλτρο νερού που βρίσκεται στην πάνω εσωτερική δεξιά γωνία. Το φίλτρο είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιηθεί για διάστημα έως 8 ώρες χρόνου ανοίγματος της βαλβίδας και 1 έτος του ημερολογιακού χρόνου .Όταν το 90 % του χρόνου του φίλτρου (εξαρτάται από το μοντέλο) έχει παρέλθει (ώρα ανοιχτής βαλβίδας ή ο ημερολογιακός χρόνος ,όποιο έρθει πρώτο) , η κεντρική μονάδα ελέγχου θα φωτίζει την υπενθύμιση LED φίλτρου (πορτοκαλί) .Όταν το 100 % του χρόνου του φίλτρου έχει παρέλθει , η κύρια πίνακα ελέγχου θα ανάψει την υπενθύμιση φίλτρου LED (κόκκινο) .

5.9 Αρθρωση του συστήματος (πόρτα)

Το κλείσιμο των αρθρωτών βραχιόνων δεν είναι ρυθμιζόμενο επάνω στο ντουλάπι. Η πόρτα φρέσκων τροφίμων μπορεί να προσαρμοστεί προς τα πάνω και προς τακάτωχρησιμοποιώντας

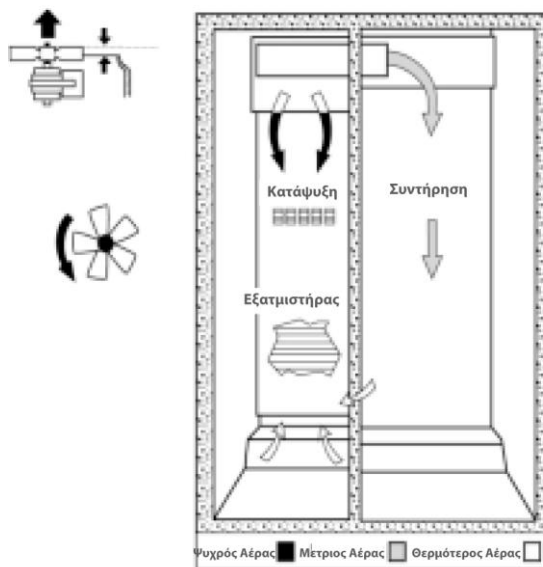
τον πείρο ρύθμισης άρθρωσης (που βρίσκεται στον κάτω μεντεσέ της πόρτας συντήρησης) .Η πόρτα συντήρησης και καταψύκτη είναι εξοπλισμένες με αντικαταστάσιμους μεντεσέδες , λάστιχα και προσόψεις όπου βοηθούν στο σωστό κλείσιμο της πόρτας.



Αν η πόρτα συντήρησης ρυθμιστεί πολύ υψηλά , τότε η πρόσοψη δεν θα μπορεί να κεντράρει , και η πόρτα συντήρησης δεν θα κλείνει σωστά .ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ : Οι κύλινδροι ψυγείο πρέπει να είναι ρυθμισμένοι σωστά για το σωστό κλείσιμο της πόρτας. Όταν οι κύλινδροι έχουν ρυθμιστεί σωστά , η πόρτα θα πρέπει να κλείνει εύκολα, πρέπει να έχουν άνοιγμα περίπου 45 μοιρών

5.10 Η Ροή του Αέρα (Εσωτερικά του ψυγείου)

Ο καταψύκτης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να όταν ο εξατμιστήρας λειτουργεί ,ο αέρας έλκεται στο κάτω μέρος της σήραγγας αέρα και μέσω του εξατμιστήρα, ο κρύος αέρας ωθείται τότε έξω στην κορυφή του ψυγείου στην συντήρηση, μέσω ενός ηλεκτρονικού κλείστρου(damper) ,ώστε τα τρόφιμα να διατηρούνται φρέσκα με απλή ψύξη του αέρα. Το ηλεκτρονικό κλείστρο

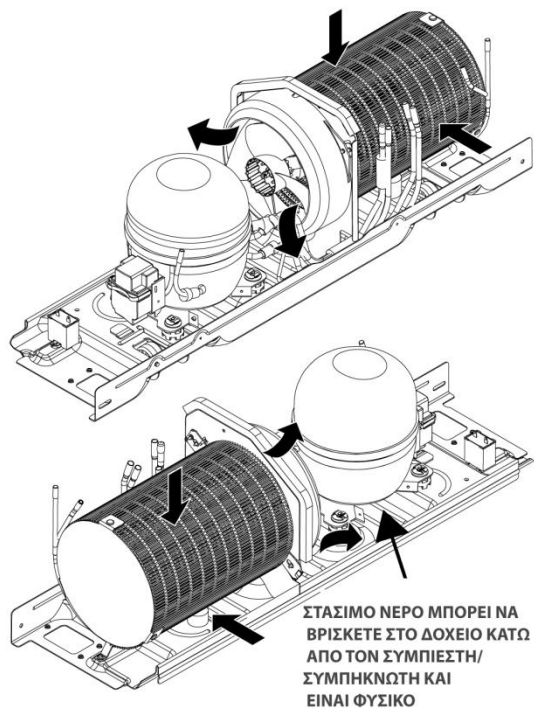


τοποθετείται στην κορυφή, οπίσθια του ψυγείου μεταξύ του καταψύκτη και της συντήρησης του ψυγείου . Το κλείστρο ελέγχεται από τον κύρια πλακέτα ελέγχου και όταν είναι ανοικτό , επιτρέπει την ψύξη του αέρα της συντήρησης τροφίμων του ψυγείου μέσω μιας σήραγγας

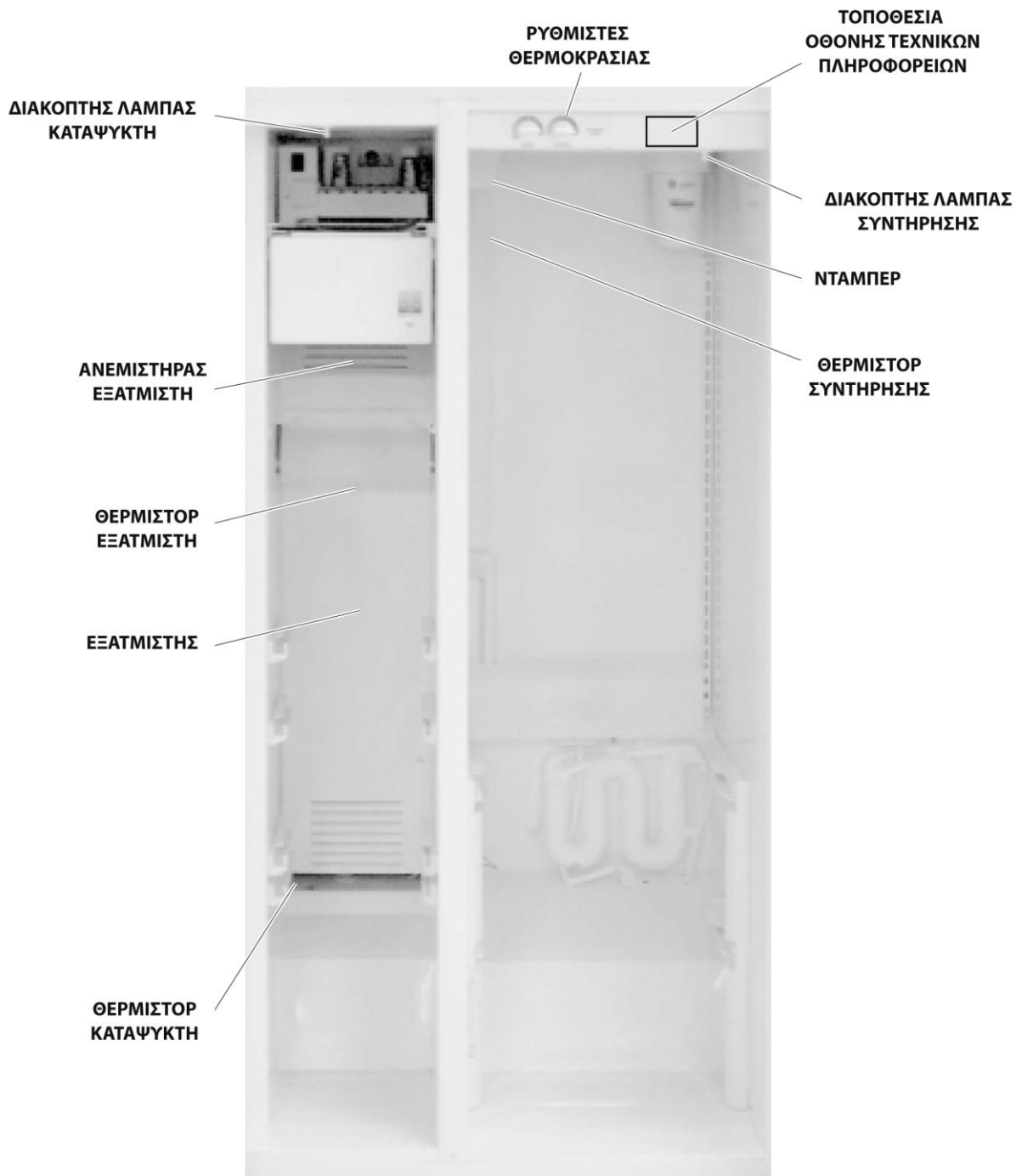
διόδου αέρα από τον καταψύκτη να κινείται μέσω του κλείστρου με την βοήθεια του ανεμιστήρα ψύξης και τέλος ο αέρας επιστρέφει από τον θάλαμο νωπών τροφίμων στον καταψύκτη μέσω του εξαερισμού που βρίσκεται, συνήθως, στα αριστερά του συρταριού ,των νωπών προϊόντων .

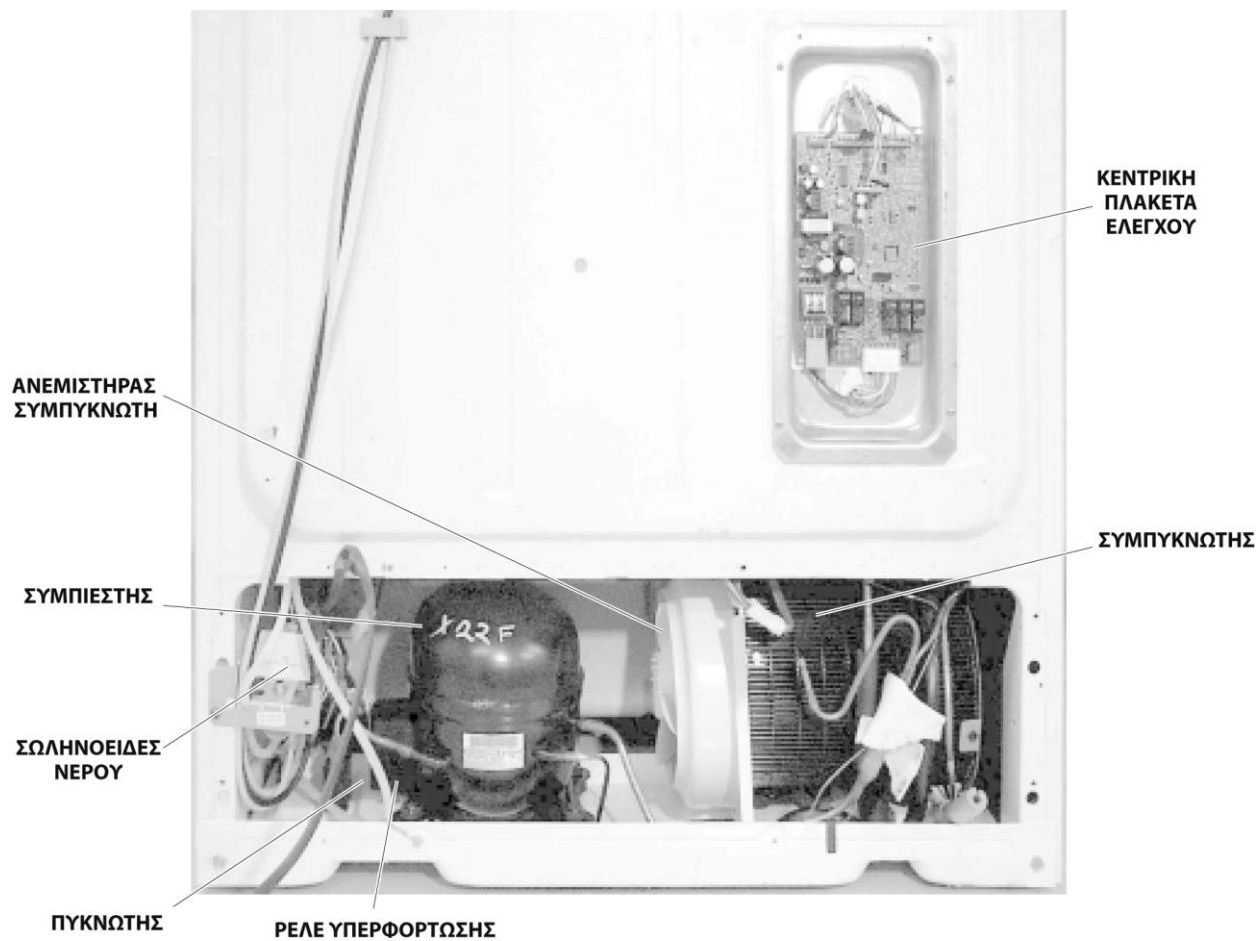
5.11 Ο Συμπυκνωτής

Η νέα κατηγορία συμπυκνωτών είναι προσβάσιμοι από το πίσω μέρος του ψυγείου και έχουν σχεδιαστεί για να είναι ανεκτικοί μέχρι και 5 εκατοστά χνουδι . Η ιδέα είναι ότι ο καταναλωτής , σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας , δεν θα χρειάζεται να καθαρίζει το συμπυκνωτή . Εάν είναι απαραίτητο, χρησιμοποιείτε μια απλή σκούπα καθαρισμού. Ο αέρας αναρροφάται από την εξωτερική διάμετρο του συμπυκνωτή και αναρροφάτε έξω από τον ανεμιστήρα του συμπυκνωτή .Ένα διάφραγμα του ανεμιστήρα του συμπυκνωτή βρίσκεται στο πίσω μέρος της άμεση ροής του αέρα μέσω του το συμπυκνωτή . Ο αέρας αναρροφάται από εμπρός αριστερά και πίσω αριστερά και βγαίνει έξω μπροστά δεξιά πλευρά του ψυγείου .

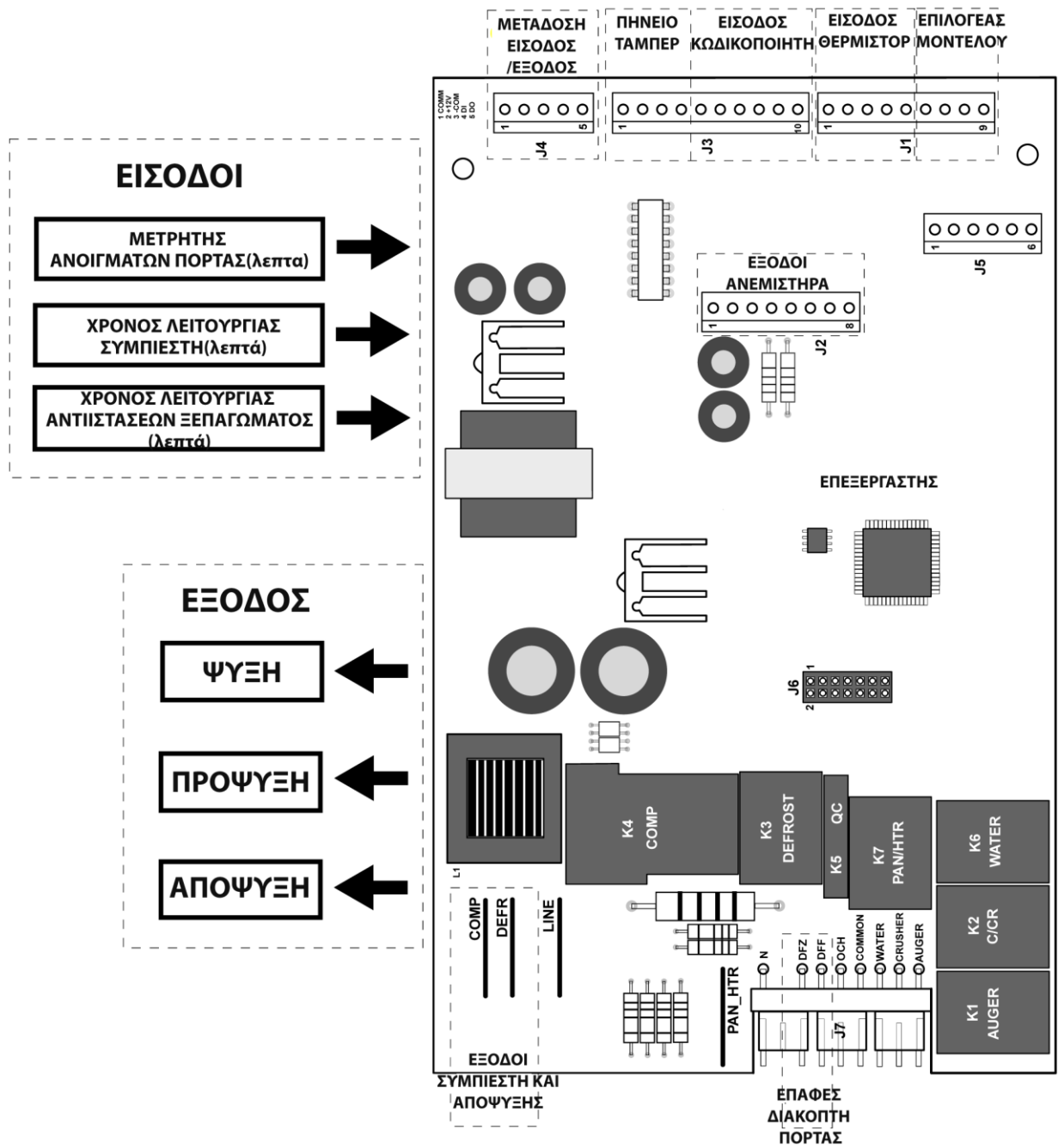


5.12 Σχέδιο Ψυγείου/Υλικών

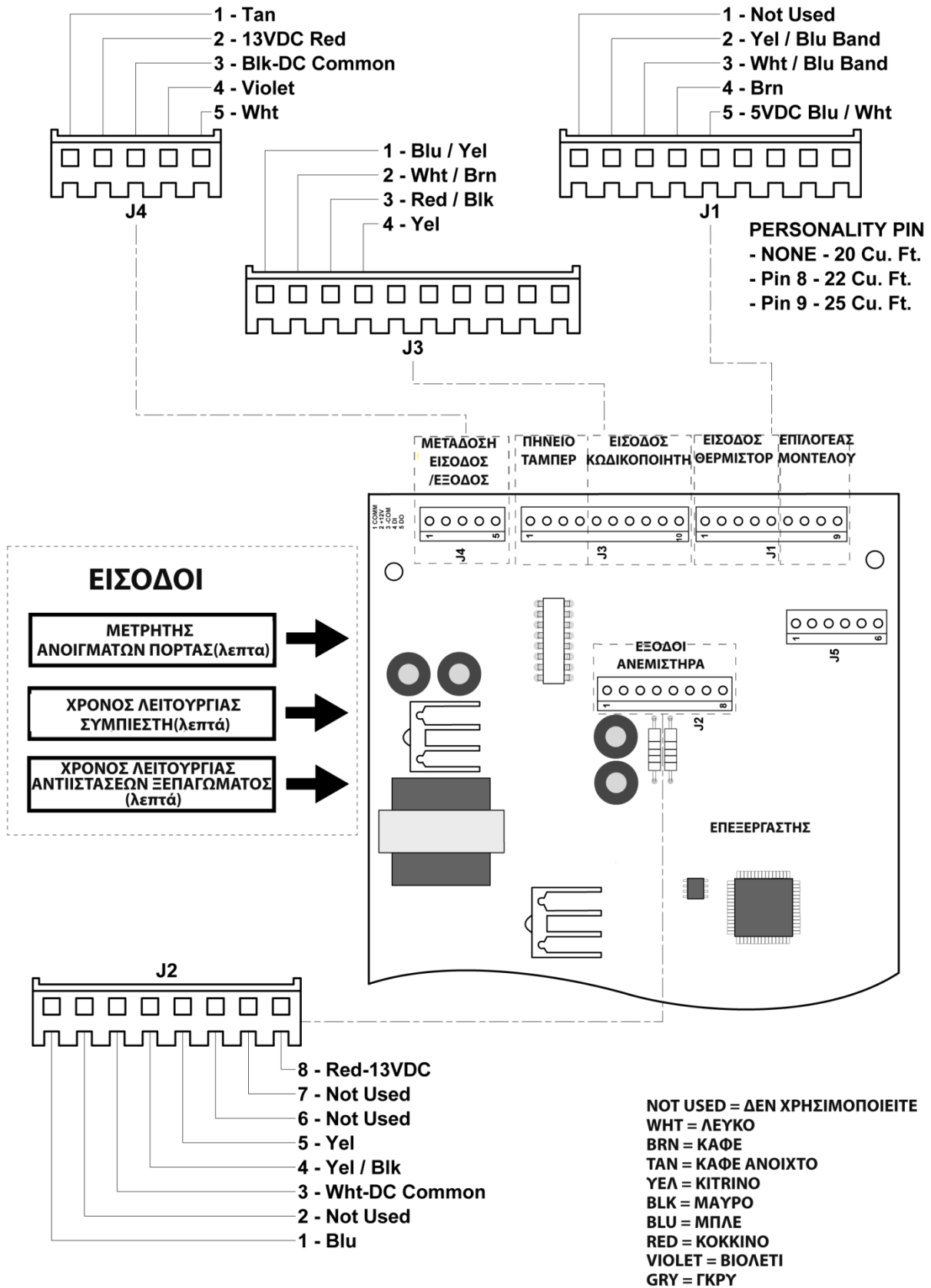




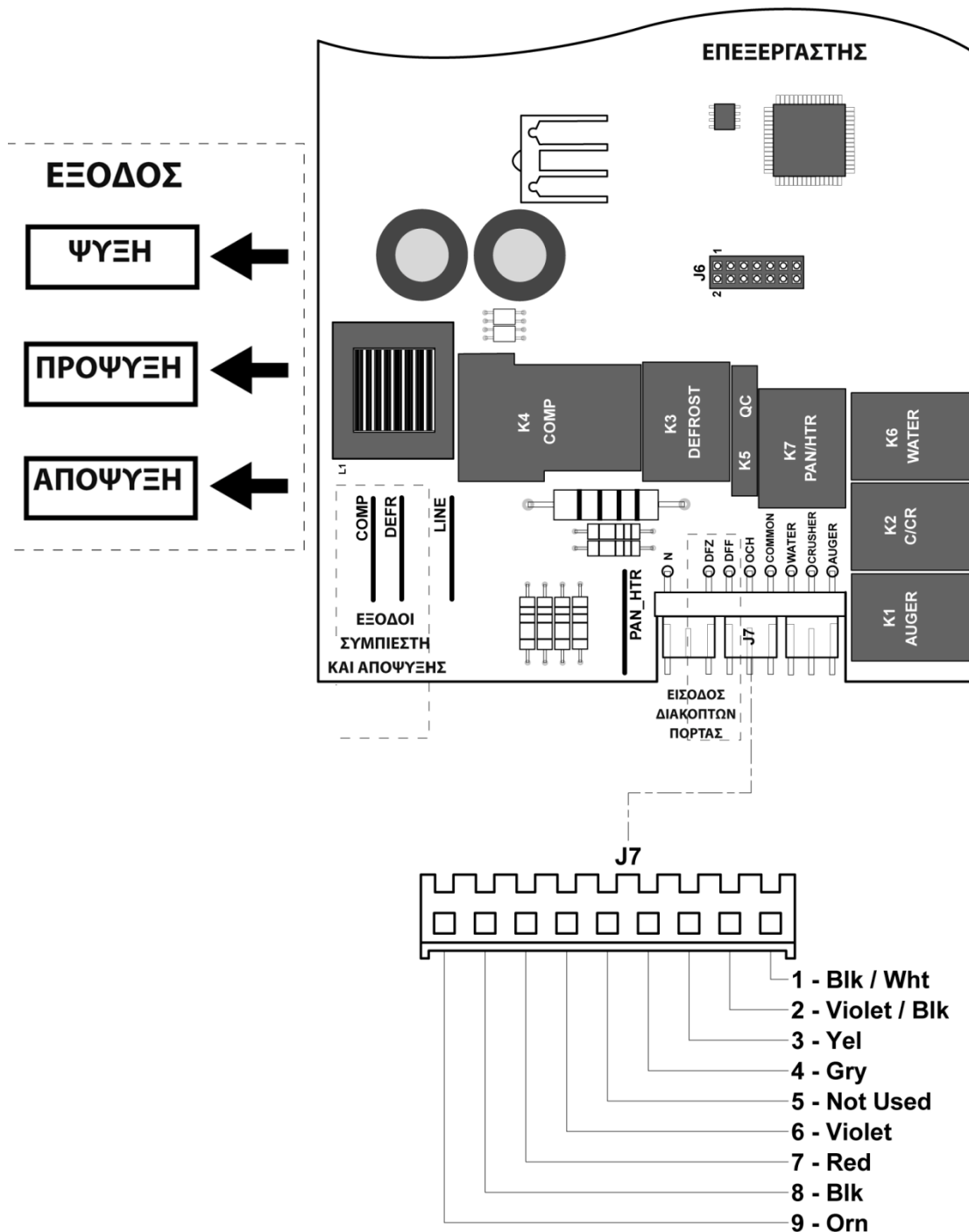
5.13 Πλακέτα Ελέγχου



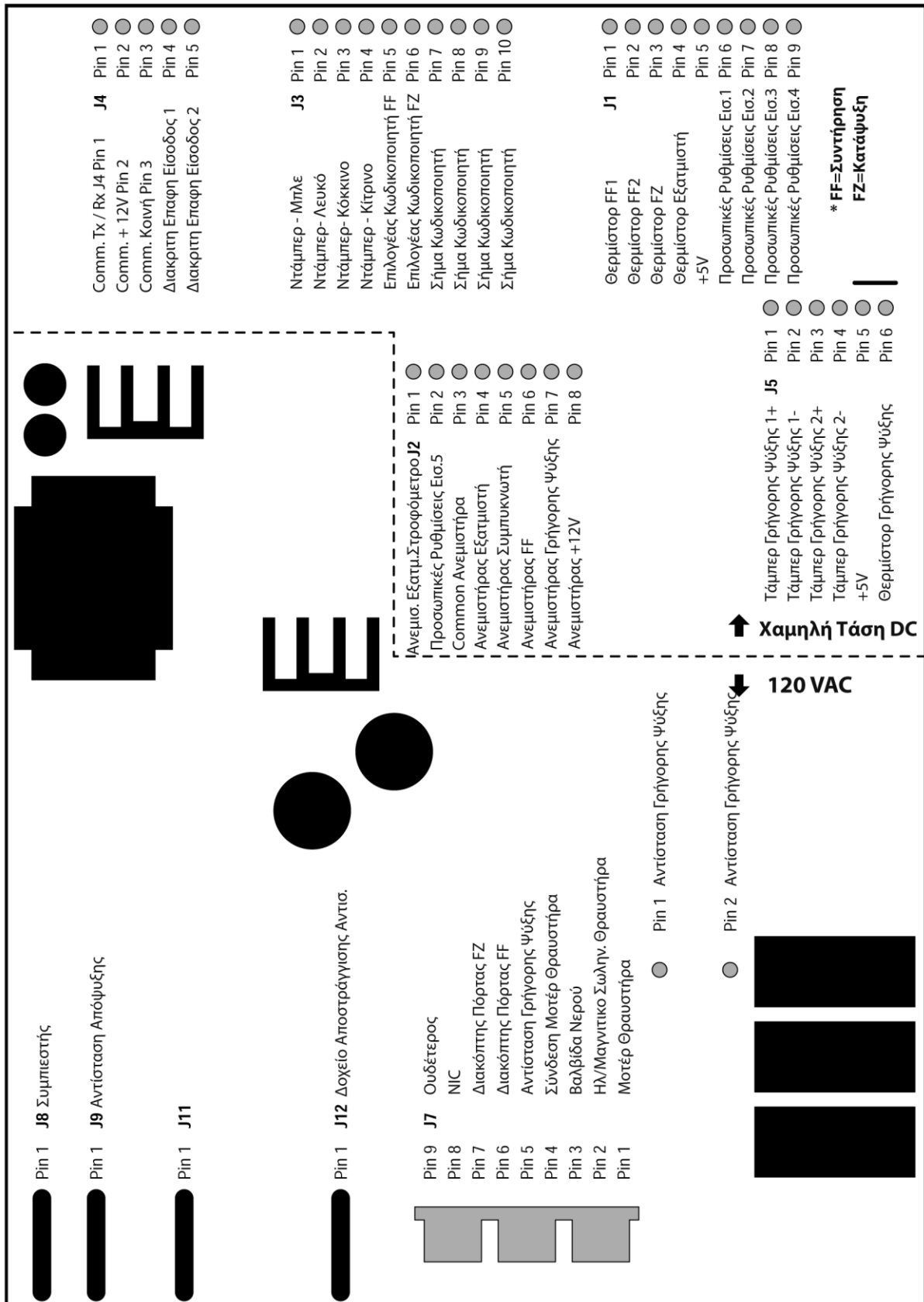
A)Κυρίως Πλακέτα Ελέγχου (Πλευρά Χαμηλής Τάσης)



Β)Κυρίως Πλακέτα Ελέγχου (Πλευρά 120 VAC)



5.14 Συνδέσεις Πλακέτας



**A) Συνδέσεις Πλακέτας Ελέγχου
(Πλευρά Χαμηλής Τάσης)**

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΕΠΑΦΗ	ΧΡΩΜΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΚΑΤΑΛΗΞΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	ΕΠΑΦΗ ΠΡΟΣ ΕΠΑΦΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΑΣΗΣ
J1	1	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J1	2	ΛΕΥΚΟ/ΜΠΛΕ	ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ #1	J1 pin 2 to pin 5 = 2.8 to 3.5 VDC
J1	3	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΜΠΛΕ	ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ	J1 pin 3 to pin 5 = 2.8 to 3.5 VDC
J1	4	ΚΑΦΕ	ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ	J1 pin 4 to pin 5 = 2.8 to 3.5 VDC
J1	5	5 VDC ΜΠΛΕ/ΑΣΠΡΟ	ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ(5 VDC)	J1 pin 5 to J4 pin 3 = 5 VDC
J2	1	ΜΠΛΕ	ΤΑΧΟΜΕΤΡΟ ΑΝΕΜΗΣΤΗΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ	J2 pin 1 to pin 3 = 6.3 VDC
J2	2	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J2	3	ΛΕΥΚΟ DC COMMON	COMMON ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ	J2 pin 3 to pin 8 = 12 VDC
J2	4	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΜΑΥΡΟ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ	J2 pin 4 to pin 3 = 12.4 VDC (Υψ. Ταχύτητα), 8 VDC (Χαμ. Ταχύτητα).
J2	5	ΚΙΤΡΙΝΟ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ	J2 pin 5 to pin 8 = 13.4 VDC Ο ανεμιστήρας του , συμπίεστή έχει μια ταχύτητα
J2	6	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J2	7	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J2	8	ΚΟΚΚΙΝΟ - 13 VDC	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΑΝΕΜΗΣΤΗΡΑ(V)	J2 pin 8 to pin 6 = 13.4 VDC

Συνδέσεις Πλακέτας Ελέγχου (Πλευρά Χαμηλής Τάσης)

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΕΠΑ-ΦΗ	ΧΡΩΜΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΚΑΤΑΛΗΞΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	ΕΠΑΦΗΣ ΠΡΟΣ ΕΠΑΦΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΑΣΗΣ
J3	1	ΜΠΛΕ/ΚΙΤΡΙΝΟ	ΝΤΑΜΠΕΡ	J3 pin 1 to J4 pin 3 = Traveling Voltage 6.0 VDC
J3	2	ΛΕΥΚΟ/ΚΑΦΕ	ΝΤΑΜΠΕΡ	J3 pin 2 to J4 pin 3 = Traveling Voltage 6.0 VDC
J3	3	ΚΟΚΚΙΝΟ/ΜΑΥΡΟ	ΝΤΑΜΠΕΡ	J3 pin 3 to J4 pin 3 = Traveling Voltage 6.0 VDC
J3	4	ΚΙΤΡΙΝΟ	ΝΤΑΜΠΕΡ	J3 pin 4 to J4 pin 3 = Traveling Voltage 6.0 VDC
J4	1	ΚΑΦΕ ΑΝΟΙΧΤΟ	ΚΟΙΝΟΣ ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ΕΚΠΟΜΠΕΑΣ /ΔΕΚΤΗΣ	ΒΛΕΠΕ ΣΧΗΜΑ
J4	2	ΚΟΚΚΙΝΟ	ΚΟΙΝΟΣ ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ 13(VDC)	ΒΛΕΠΕ ΣΧΗΜΑ
J4	3	ΜΑΥΡΟ-DC COMMON	ΚΟΙΝΟΣ ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ΓΕΙΩΣΗ	ΒΛΕΠΕ ΣΧΗΜΑ
J4	4	ΒΙΟΛΕΤΙ	ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ΕΙΣΟΔΟΣ 1	ΒΛΕΠΕ ΣΧΗΜΑ
J4	5	ΛΕΥΚΟ	ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ΕΙΣΟΔΟΣ 2	ΒΛΕΠΕ ΣΧΗΜΑ

**B) Συνδέσεις Πλακέτας Ελέγχου
(Πλευρά 120-VAC)**

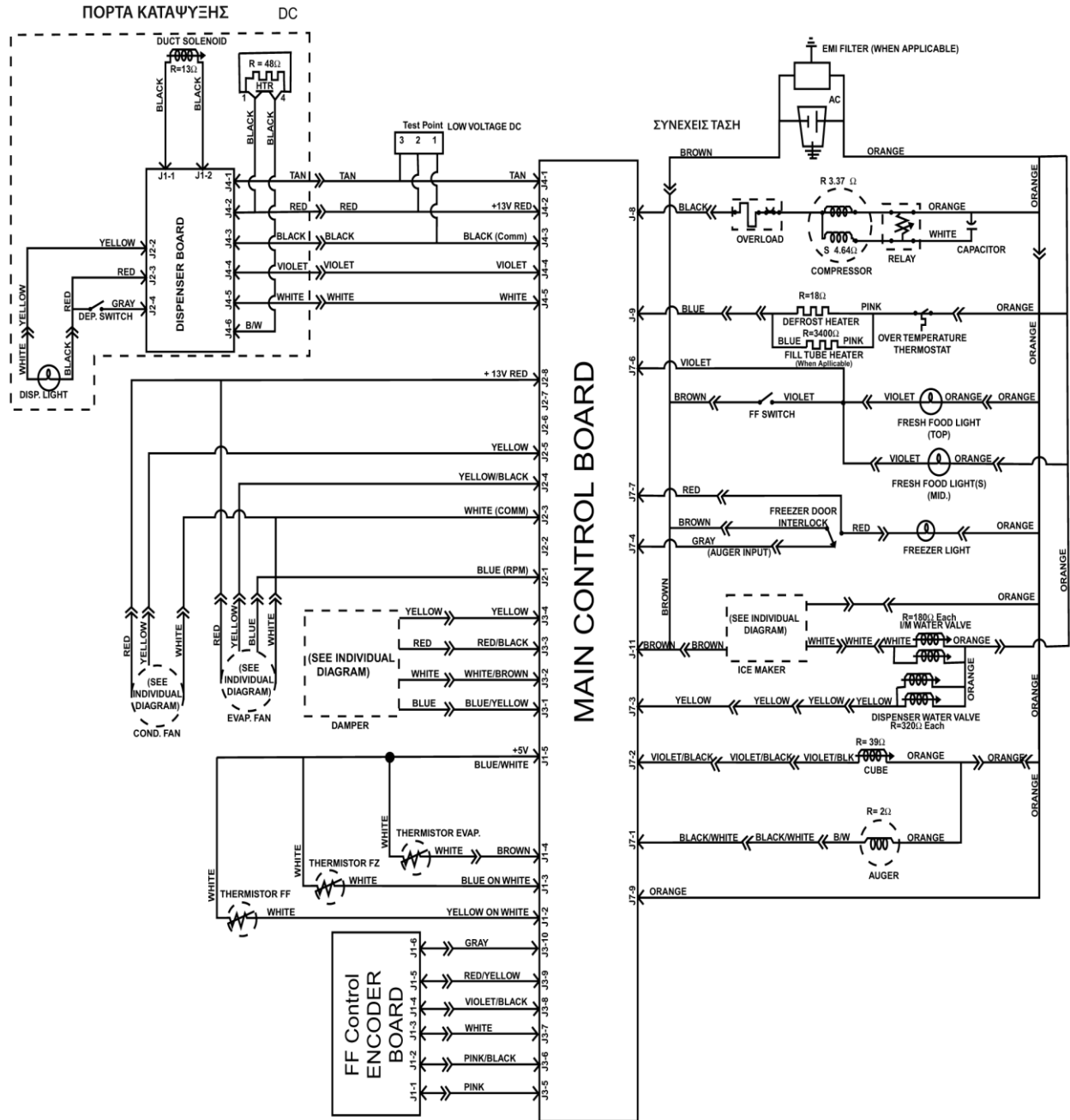
ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΕΠΑΦΗ	ΧΡΩΜΑ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΚΑΤΑΛΗΞΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	ΕΠΑΦΗ ΠΡΟΣ ΕΠΑΦΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΑΣΗΣ
J7	1	ΜΑΥΡΟ/ΛΕΥΚΟ	ΜΟΤΕΡ ΘΡΑΥΣΗΣ	J7 pin 1 to J7 pin 9 = 120 VAC*
J7	2	ΒΙΟΛΕΤΙ/ΜΑΥΡΟ	ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΥΒΩΝ	J7 pin 2 to J7 pin 9 = 120 VAC*
J7	3	ΚΙΤΡΙΝΟ	ΒΑΛΒΙΔΑ ΝΕΡΟΥ	J7 pin 3 to J7 pin 9 = 120 VAC*
J7	4	ΓΚΡΙ	ΜΑΝΔΑΛΩΤΗ ΜΟΤΕΡ ΘΡΑΥΣΗΣ	J7 pin 4 to J7 pin 9 = 120 VAC (Πόρτα κατάψυκτη κλειστή)
J7	5	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J7	6	ΒΙΟΛΕΤΙ	ΑΝΑΔΡΑΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	J7 pin 6 to J7 pin 9 = 120 VAC (Πόρτα συντήρησης ανοιχτή)
J7	7	ΚΟΚΚΙΝΟ	ΑΝΑΔΡΑΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ	J7 pin 7 to J7 pin 9 = 120 VAC (Πόρτα κατάψυκτη ανοιχτή)
J7	8	ΜΑΥΡΟ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	ΔΕΝ ΧΡΕΙΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ
J7	9	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ	ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ

***Όταν ενεργοποιείτε**

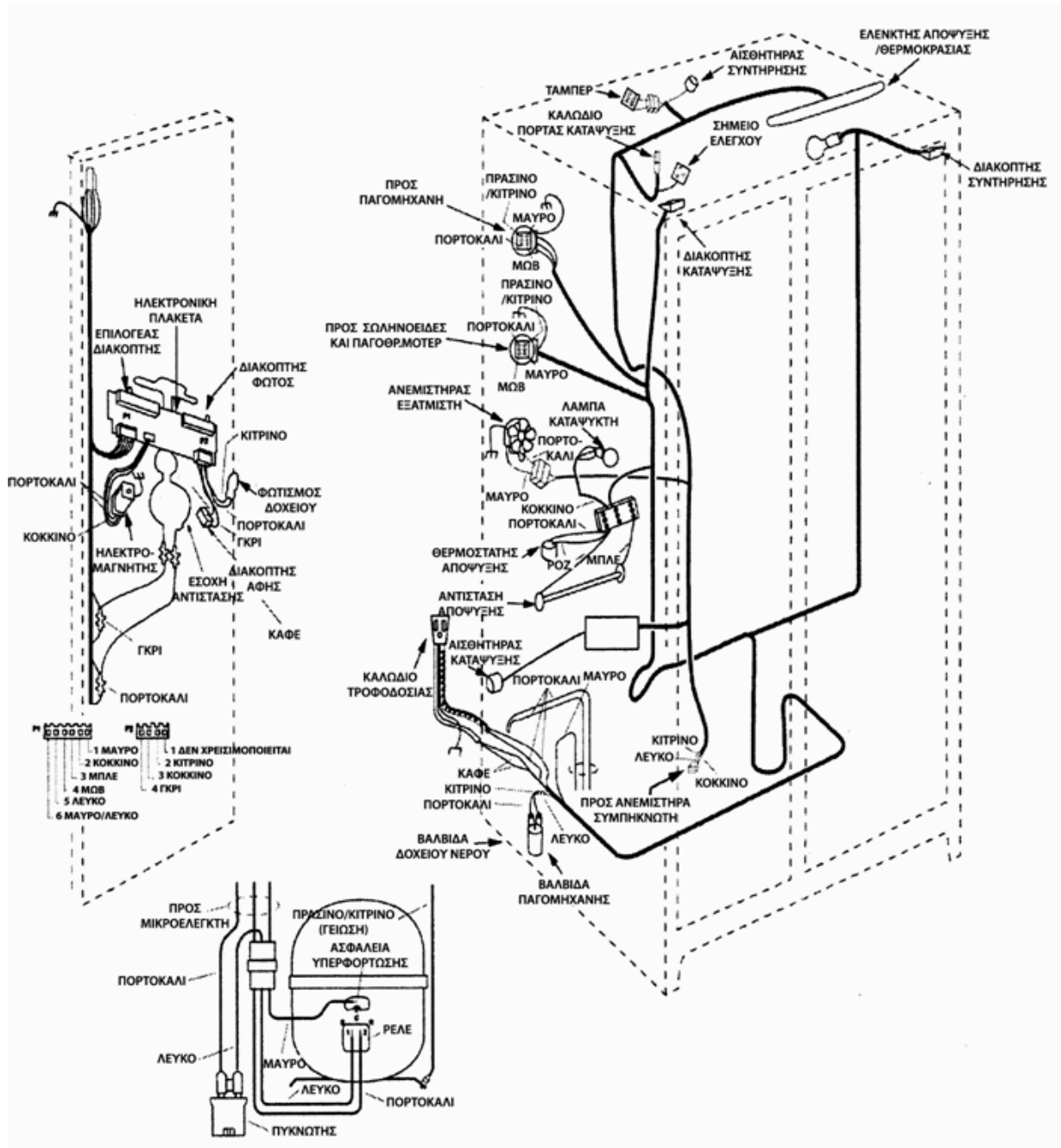
ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ		
ΒΑΘΜΟΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (C)	ΒΑΘΜΟΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (F)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΩ
-40	-40	166.8 kΩ
-35	-31	120.5 kΩ
-30	-22	88 kΩ
-25	-13	65 kΩ
-20	-4	48.4 kΩ
-15	5	36.4 kΩ
-10	14	27.6 kΩ
-5	23	21 kΩ
0	32	16.3 kΩ
5	41	12.7 kΩ
10	50	10 kΩ
15	59	7.8 kΩ
20	68	6.2 kΩ
25	77	5 kΩ
30	86	4 kΩ
35	95	3.2 kΩ
40	104	2.6 kΩ
45	113	2.2 kΩ
50	122	1.8 kΩ
55	131	1.5 kΩ
60	140	1.2 kΩ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η αντίσταση του θερμίστορ έχει αρνητικό συντελεστή. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία, η αντίσταση του θερμίστορ μειώνεται.

5.15 Σχηματικό



5.16 Διασκόρπιση



6.0 Βασικές Έννοιες και Ορολογία

Τήξη

Όταν μεταβαίνει το στερεό στην υγρή φάση (με θέρμανση).

Πήξη ή στερεοποίηση

Όταν πηγαίνει το υγρό στη στερεά φάση (με ψύξη).

Βρασμός ή εξάτμιση

Όταν μεταβαίνει το υγρό στην αέρια φάση (με θέρμανση).

Υγροποίηση

Όταν μεταβαίνει το στερεό στην υγρή φάση (με θέρμανση) ή όταν μεταβαίνει το αέριο στην υγρή φάση (με ψύξη).

Συμπύκνωση

Είναι η μεταβολή όπου το αέριο μετατρέπεται σε υγρό με ψύξη.

Εντροπία

Είναι το μέγεθος που εκφράζει τη δυνατότητα ενός θερμοδυναμικού συστήματος να παράγει έργο, μέσω της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας (αταξία μορίων), η οποία καθορίζεται από το αλγεβρικό άθροισμα του ποσού της θερμότητας που απορροφά το σύστημα από το περιβάλλον και του έργου των εξωτερικών δυνάμεων που επιδρούν πάνω στο σύστημα (kJ/K).

Ειδική εντροπία

Είναι η εντροπία ανά μονάδα μάζας ψυκτικού μέσου (kJ/kg · K).

Η γραμμή κορεσμού

Είναι η οριακή γραμμή όπου το ψυκτικό μέσο αλλάζει φάση από την κατάσταση υπόψυκτου υγρού σε κατάσταση κορεσμού και κατάσταση υπέρθερμου ατμού.

Υπόψυκτο υγρό

Είναι το υγρό που βρίσκεται κάτω από τη θερμοκρασία ατμοποίησης.

Κορεσμένο υγρό

Είναι το υγρό που βρίσκεται σε πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης.

Κορεσμένος ατμός

Είναι ο ατμός που βρίσκεται σε πίεση και θερμοκρασία ατμοποίησης και περιέχει μείγμα υγρού (σταγονίδια) και ατμού. Η αναλογία των δύο φάσεων καθορίζεται από το βαθμό ξηρότητας.

Ξηρός κορεσμένος ατμός

Είναι ο ατμός που βρίσκεται σε θερμοκρασία ατμοποίησης και είναι 100% ατμός (χωρίς σταγονίδια υγρού).

Υπέρθερμος ατμός

Είναι ο ατμός που βρίσκεται πλέον σε θερμοκρασία πάνω από τη θερμοκρασία ατμοποίησης.

Κρίσιμο σημείο

Είναι το σημείο εκείνο στο οποίο το κορεσμένο υγρό μετατρέπεται απευθείας σε ξηρό κορεσμένο ατμό.

Βαθμός ξηρότητας (x)

Είναι ο αριθμός που παίρνει τιμές από το 0 έως το 1 και μας δείχνει πόσος ατμός βρίσκεται στο σύνολο της μάζας υγρού-ατμού. Π.χ. βαθμός ξηρότητας 0,2 σημαίνει 20% ατμός και 80% υγρό. Βαθμός ξηρότητας 0,7 σημαίνει 70% ατμός και 30% υγρό.

Ειδικός όγκος (v), είναι ο όγκος ανά μονάδα μάζας ψυκτικού μέσου (m³/kg).

Ενθαλπία (h)

Η ενθαλπία είναι ένα μέγεθος που μας δείχνει την ποσότητα της ενέργειας που υπάρχει στη μάζα μιας ουσίας, αντιπροσωπεύει το ολικό ποσό θερμότητας που περιέχει ένα θερμοδυναμικό σύστημα. Ειδικότερα αποτελεί το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας ενός σώματος και του γινομένου της εξωτερικής πίεσης επί του όγκου που καταλαμβάνει μια ουσία. Στη χημεία

χαρακτηρίζεται ως η ενέργεια που προσφέρεται κατά τη θέρμανση ουσιών και που εγκλωβίζεται στα μόριά τους, ιδίως σ' εκείνα των υδρατμών τους (kJ).

Ειδική ενθαλπία

Είναι η ενθαλπία ανά μονάδα μάζας ψυκτικού μέσου (kJ/kg).

Αισθητή είναι η θερμότητα

Είναι η θερμότητα που δίνουμε σε μία ουσία και η θερμοκρασία της μεταβάλλεται. (Δεν έχουμε αλλαγή φάσης.)

Λανθάνουσα

Είναι η θερμότητα , που δίνουμε σε μία ουσία κατά την αλλαγή της φάσης και η θερμοκρασία της δεν μεταβάλλεται.

Ισεντροπική συμπίεση

Γίνεται στον συμπιεστή και παίρνει από την αναρρόφηση ΑΕΡΙΟ χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας και στην κατάθλιψη δίνει ΑΕΡΙΟ υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας

Ισόθλιπτη ψύξη

Παρουσιάζεται στον συμπυκνωτή. Στην είσοδο έχουμε ΑΕΡΙΟ υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης και στην έξοδο έχουμε ΥΓΡΟ με ίδια πίεση και λίγο χαμηλότερη θερμοκρασία.

Ισηνθαλπική εκτόνωση

Γίνεται στο εκτονωτικό μέσο. Σε αυτό μπαίνει ΥΓΡΟ με μεγάλη πίεση και μεγάλη σχετικά θερμοκρασία και στην έξοδο έχουμε ΜΙΓΜΑ ΥΓΡΟΥ-ΑΕΡΙΟΥ χαμηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας.

Ισόθλιπτη θέρμανση

Γίνεται στον εξατμιστή και στην είσοδο εισέρχεται ΜΙΓΜΑ ΥΓΡΟΥ-ΑΕΡΙΟΥ και εξέρχεται ΑΕΡΙΟ που πηγαίνει στην αναρρόφηση του συμπιεστή.

Βασικές

Μονάδες και Μετατροπές

$$1 \text{ kcal} = 4,1858 \text{ kJ} = 3,9683 \text{ Btu}$$

$$1 \text{ kW} \approx 860 \text{ kcal/h} = 1,36 \text{ PS}$$

$$1 \text{ Kcal/h} = 3,9683 \text{ Btu/h} = 0,0003305 \text{ R}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΑΥΧΝΙΕΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ , 14-18 :

(<https://www.ceid.upatras.gr/webpages/faculty/alexiou/ahts/notes/Kef11.pdf>)

Εισαγωγή στα μικροκύματα

(ftp://teiser.gr/pliroforiki/MIKROKIMATIKES_DIATAKSEIS/%CC%C9%CA%D1%CF%CA%D5%CC%C1%D4%C1_%C8_.pdf)

G.E. (2001). *Technical Service Guide* : GE Consumer Home Services Training

(<http://www.applianceaid.com/pictools/gefridge1.pdf>)

Gold Star . *Microwave Oven ,Service Manual* : GS

(<http://www.hobbielektronika.hu/forum/getfile.php?id=191466>)

Daewoo . (2002) . *Microwave Oven ,Service Manual* , S/M No.T150S0A003 : Daewoo

(http://031d26d.namesecurehost.com/mwd/kot-150_kot-151_kot-152_kot-155_sm.pdf)

Daewoo . (2003) . *Microwave Oven ,Service Manual*, S/M No. T1H0SBA001:Daewoo

(<http://www.eserviceinfo.com/download.php?fileid=33441>)

Samsung , (2010). *Microwave Oven ,MW71B Service Manual* : Samsung

(<http://docplayer.gr/1286148-Foynros-mikrokymaton-odigies-hrisis-kai-odigos-psisimatos-fantasteite-tis-dynatotites-www-samsung-com-register-mw71b.html>)

ΠΟΥΛΙΑΝΟΣ , Δ. (2014). *Τεχνική Κατάρτιση Ψυκτικών* : ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

ΕΣΠΑ (2007). *Τεχνίτης Ψυκτικός* : Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιώς

Vollmer, M. (2004) .Physics of the microwave oven. *Physics Education, IOP Publishing Ltd*, 74-81

ΤΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΨΥΓΕΙΟ:

(www.edume.myds.me/.../H1_M4_CH17_7.ppt)