

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

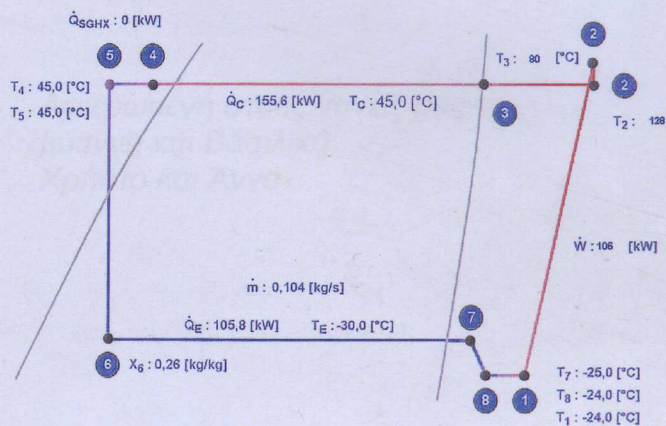
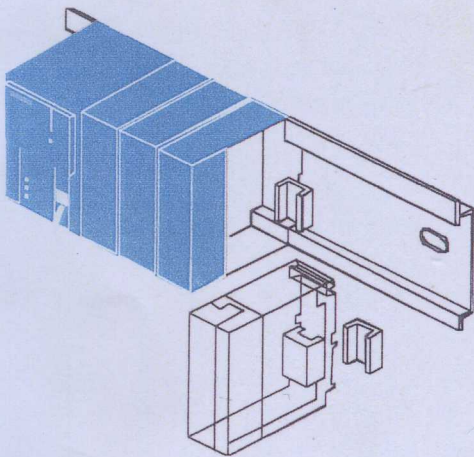
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

# Πτυχιακή εργασία

ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟ P.L.C.

*Simatic S7-300*



Εισηγητής  
Λιούσας Βασίλειος

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:  
ΣΑΛΛΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ  
ΚΙΚΙΛΙΓΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ**

ΑΡΙΘ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ .....**38243**.....

ΗΜΕΡ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ..**13/6/2007**.....

ΤΑΞΗ. ΑΡΙΘΜΟΣ .....

*Αφιερωμένη στους γονείς μας  
Ιωάννη και Βασιλική  
Χρήστο και Άννα*

*Η εργασία που ακολουθεί συντάχθηκε στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος του τμήματος μηχανολογίας του Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ ως πτυχιακή εργασία των σπουδαστών ΣΑΛΜΑ ΣΩΤΗΡΙΟ – ΚΙΚΙΛΙΓΚΑ ΓΕΩΡΓΙΟ*

*Το θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι: <<ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟ P.LC. SIMATIC S7-300>>.*

*Την επίβλεψη της εργασίας είχε ο καθηγητής του τμήματος μηχανολογίας κ. ΛΙΟΥΣΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, τον οποίο ευχαριστούμε πολύ για τις πολύτιμες συμβουλές και υλικό που μας έδωσε για την σύνταξη και την ολοκλήρωση της εργασίας μας.*

**NEETH**

**ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΘΑΛΑΤΤΟΥ**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ιστορία της ψύξης

Ο πάγος σαν μέσο για την παραγωγή ψύχους είναι γνωστός από την αρχαιότητα. Είναι γνωστό σήμερα ότι οι Αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν φυσικό χιόνι, που κατέβαζαν από ορεινές περιοχές, για να διατηρούν τα ποτά τους δροσιστικά κατά το θέρος.

Η βιομηχανία του ψύχους, της οποίας κύριος στόχος ήταν η προστασία των τροφίμων κατά τους θερινούς μήνες, άρχισε να ανατέλλει κατά το 18ο αιώνα. Την εποχή εκείνη συγκεντρώνονταν ο πάγος από τις ψηλές κορυφές των βουνών (παγετώνες) και τοποθετείτο μέσα σε ψυκτικούς θαλάμους για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί κατά τους θερινούς μήνες του έτους.

Οι πρώτες γνώσεις για την παραγωγή τεχνητού πάγου παρουσιάστηκαν γύρω στο 1820. Εφευρέτης της συσκευής η οποία παρήγαγε τεχνητό πάγο ήταν ο Αμερικανός Jacob Perkins και η οποία συσκευή έμελλε να αποτελέσει τον πρόδρομο όλων των σημερινών συσκευών ψύξης με συμπίεση. Μετά από λίγο χρόνο και γύρω στα 1824 ο Faraday ανακάλυψε τις αρχές παραγωγής ψύχους δι' απορρόφησης.

Κατά το διάστημα του 18ου και 19ου αιώνα, είχε ήδη πραγματοποιηθεί η βιομηχανική επανάσταση, η οποία με τη σειρά της δημιούργησε μεγάλη ζήτηση και ποικιλία τροφίμων. Η αλματώδης αυτή αύξηση των τροφίμων, έκανε έντονα αισθητή την έλλειψη του τεχνητού πάγου. Τα πρώτα οικιακά ψυγεία έκαναν την εμφάνιση τους γύρω στα 1910 και είχαν μηχανισμό λειτουργίας χειροκίνητο, τον οποίο κατασκεύασε ο μηχανικός J.M. Jabsons. Η μετέπειτα χρονολογική εξέλιξη της ψύξης έχει ως εξής:

Το 1918 κατασκευάστηκαν τα πρώτα ηλεκτροκίνητα ψυγεία της Kelvinator και το 1926 τα πρώτα οικιακά ηλεκτρικά ψυγεία της General Electric. Το έτος 1932 παρουσιάστηκε η εταιρεία Electrolux.

Σήμερα οι ψυκτικοί θάλαμοι είναι σημαντικός παράγοντας για την καλή λειτουργία και οικονομία μιας κοινωνίας, γιατί οι τύποι παραγωγής ή συγκομιδής

των τροφίμων είναι συνήθως πολύ μακριά από τα κέντρα κατανάλωσης και απαιτείται σημαντικός χρόνος μέχρι να διατεθούν στην αγορά

Έτσι σήμερα εκτός των ψυγείων - αποθηκευτικών χώρων υπάρχουν και σκάφη - ψυγεία, οχήματα - ψυγεία καθώς και αεροσκάφη - ψυγεία για την μεταφορά των τροφίμων.

Εκτός όμως από την διατήρηση των τροφών αναπτύχθηκε η τεχνική της "κατάψυξης" των κρεάτων, των ψαριών και των λαχανικών, έτσι ώστε μεγάλες ποσότητες από τα τρόφιμα να διαθέτονται στο καταναλωτικό κοινό σαν κατεψυγμένα.

### 1.2 Τι είναι ψύξη

Ψύξη καλείται η παραγωγή και η διατήρηση της θερμοκρασίας ενός χώρου ή υλικού σε χαμηλότερη θερμοκρασία, από την τιμή της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα που το περιβάλλει. Δηλαδή η ψύξη επιτυγχάνεται με την αφαίρεση θερμότητας από το ψυχόμενο χώρο. Η αφαίρεση θερμότητας γίνεται με μηχανική ή με φυσική ψύξη.

\* Μηχανική ψύξη καλείται η μέθοδος εκείνη που προκειμένου να μειώσει την θερμοκρασία ενός χώρου (αφαιρώντας θερμότητα), χρησιμοποιεί μηχανικά μέσα π.χ. οικιακά ψυγεία, επαγγελματικά ψυγεία, κλιματισμός, κ.τ.λ.

• Φυσική ψύξη καλείται η μέθοδος εκείνη κατά την οποία η αφαίρεση θερμότητας από ένα χώρο ή υλικό, επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση μη μηχανικών μέσων, π.χ. η ψύξη με πάγο, όπου η τοποθέτηση ενός τεμαχίου πάγου μέσα σε ένα δοχείο πλήρες νερού, θα προκαλέσει ταυτόχρονα την τήξη του πάγου και την μείωση της θερμοκρασίας του νερού, διότι το ποσό της θερμότητας που απορρόφησε ο πάγος για να λιώσει, το πήρε από το νερό του δοχείου.

Η διαδικασία της ψύξης γίνεται με ειδικές μηχανές ή διατάξεις που τις λέμε ψυκτικές μηχανές ή ψυγεία. Επομένως ψυκτικές μηχανές ονομάζουμε ένα σύνολο εξαρτημάτων, τα οποία όταν συνδεθούν μεταξύ τους σωστά, μπορούν να αφαιρούν θερμότητα από τη μάζα ενός σώματος, δηλαδή να το ψύχουν. Τα εξαρτήματα που αποτελούν μια ψυκτική μηχανή περιγράφονται παρακάτω.

Τα ψυγεία διακρίνονται σε πέντε μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζονται:

α. Οικιακά ψυγεία. Χρησιμοποιούνται στα σπίτια για τη διατήρηση διαφόρων ειδών διατροφής και συναντώνται στην αγορά σε διάφορα είδη και μοντέλα (μονόπορτα, δίπορτα, με συρτάρια, καταψύκτες κλπ.)

β. Επαγγελματικά ψυγεία. Τα ψυγεία αυτά συναντώνται σε πολύ μεγάλη ποικιλία σχημάτων και μεγεθών ανάλογα με τις ανάγκες του επαγγελματία που τα χρησιμοποιεί. Μάλιστα τις περισσότερες φορές παραγγέλλονται στο εργοστάσιο κατασκευής τους με τις διαστάσεις, το χρώμα και τη μορφή που εξυπηρετούν τον ιδιοκτήτη του καταστήματος (ζαχαροπλαστείο, κρεοπωλείο, super market κλπ.). Τα προϊόντα που διατηρούνται σ' αυτά τα ψυγεία είναι για πούλημα και μπορεί να είναι φρέσκα (νωπά) ή και κατεψυγμένα. Έτσι τα επαγγελματικά ψυγεία διακρίνονται σε δυο μικρότερες κατηγορίες:

- Τα ψυγεία συντήρησης φρέσκων (νωπών) προϊόντων.
- Τα ψυγεία κατεψυγμένων προϊόντων (καταψύκτες).

γ. Ψυγεία βιομηχανικού τύπου. Είναι μεγάλα ψυκτικά συγκροτήματα συντήρησης ή κατάψυξης μεγάλων ποσοτήτων φθαρτών προϊόντων που έχουν όλα τα χαρακτηριστικά μιας βιομηχανίας. Στα ψυγεία αυτής της κατηγορίας υπάγονται τα ψυγεία συντήρησης ή κατάψυξης αγροτικών προϊόντων, επεξεργασίας γάλακτος, παρασκευής παγωτών, παραγωγής πάγου κλπ.

δ. Μια άλλη κατηγορία ψυγείων είναι τα κινούμενα ψυγεία. Τέτοια ψυγεία είναι:

- Τα αυτοκίνητα ψυγεία.
- Τα τρένα ψυγεία.
- Τα πλοία ψυγεία και
- Τα αεροπλάνα ψυγεία.

ε. Ειδικές ψυκτικές συσκευές ή μονάδες. Είναι ψυγεία ή συσκευές ειδικών χρήσεων και η κατασκευή τους (σχήμα, μέγεθος, χρησιμοποιούμενα υλικά ή εξαρτήματα) είναι ειδικών προδιαγραφών. Τέτοια ψυγεία μπορούν να θεωρηθούν και τα ψυγεία που λειτουργούν στα νοσοκομεία για τη συντήρηση αίματος, μοσχευμάτων κλπ.

Ανεξάρτητα από το είδος και το μέγεθος των ψυγείων, η αρχή λειτουργίας τους είναι βασικά η ίδια. Αλλάζει μόνο το μέγεθος και η ικανότητα των διαφόρων εξαρτημάτων που τα αποτελούν. Έτσι, αν κάποιος μελετήσει προσεκτικά τη λει-

τουργία και συμπεριφορά των εξαρτημάτων που αποτελούν μια ψυκτική μηχανή, μπορεί εύκολα να προσαρμόσει τις γνώσεις του αυτές και σε άλλες μονάδες μικρότερες ή μεγαλύτερες, των οποίων η αρχή λειτουργίας είναι ίδια.

### 1.3. Γενικές μέθοδοι ψύξης προϊόντων

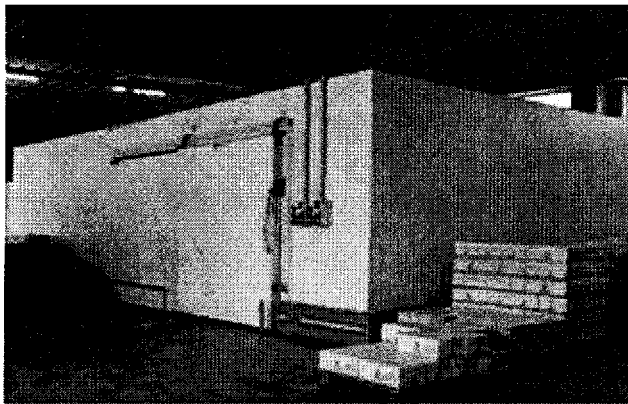
Η ψύξη των προϊόντων γίνεται, κατά τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

α. Άμεση Ψύξη. Κατά τον τρόπο αυτό ο θάλαμος ψύχεται απευθείας από το ψυκτικό υγρό της ψυκτικής διάταξης. Ο Ατμοποιητής βρίσκεται μέσα στον ψυκτικό θάλαμο .

β. Έμμεση ψύξη . Κατά τον τρόπο αυτό το ψυκτικό υγρό ψύχει ένα υγρό διάλυμα την "άλμη". Η άλμη μεταφέρεται με αντλία και ψύχει το εσωτερικό του θαλάμου. Η έμμεση ψύξη χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις όταν η μονάδα ψύξης βρίσκεται μακριά από τον ψυκτικό θάλαμο.

γ. Ψύξη με ψυχρό αέρα. Κατά τον τρόπο αυτό τα προϊόντα τοποθετούνται σε ρεύμα ψυχρού αέρα μεγάλης ταχύτητας, της τάξης των 300 m/min. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στις καταψύξεις τροφίμων.

### 1.4. Ορισμός ψυκτικού θαλάμου και κατηγορίες αυτού



Ψυκτικός θάλαμος είναι ένας χώρος κατάλληλα μονωμένος θερμικά που ψύχεται με μηχανικά μέσα. Κάθε ψυκτικός θάλαμος εκτός από την κατάλληλη μόνωση των τοίχων, του δαπέδου, της οροφής, των θυρών κλπ πρέπει να έχει εγκαταστάσεις ψύξης του χώρου, κατάλληλο φωτισμό, ασφαλιστικές διατάξεις, όργανα ελέγχου της θερμοκρασίας του κ.λπ.

Εκτός από αυτά σε περίπτωση διατήρησης φρούτων και λαχανικών πρέπει, πέρα από την επιθυμητή χαμηλή θερμοκρασία του θαλάμου, να υπάρχει και



ελεγχόμενη ατμόσφαιρα των προϊόντων κυρίως από πλευράς υγρασίας, γι'αυτό στους θαλάμους αυτούς πρέπει να υπάρχει πρόσθετος μηχανικός εξοπλισμός.

Τα ψυγεία ανάλογα με τη χρησιμοποίησή τους μπορούν να διακριθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

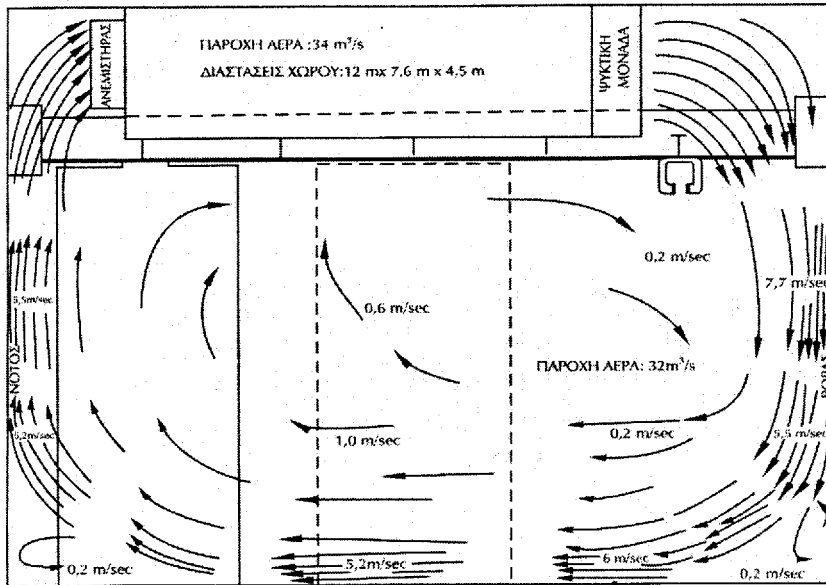
Ψυκτικοί θάλαμοι παραγωγής. Κατασκευάζονται στα βιομηχανικά κέντρα των προϊόντων. Χρησιμοποιούνται για την αρχική συντήρηση ή τη διαδικασία κατάψυξης των προϊόντων. Παραμένουν δε στο χώρο αυτό μέχρι τη διανομή τους.

Ψυκτικοί θάλαμοι διανομής (ψυγεία μεταφορών). Είναι θάλαμοι μεταφοράς των προϊόντων στους χώρους αποθήκευσης ή προς κατανάλωση. Συνήθεις κατασκευές αποτελούν οι θάλαμοι πλοίων, οχημάτων κλπ.

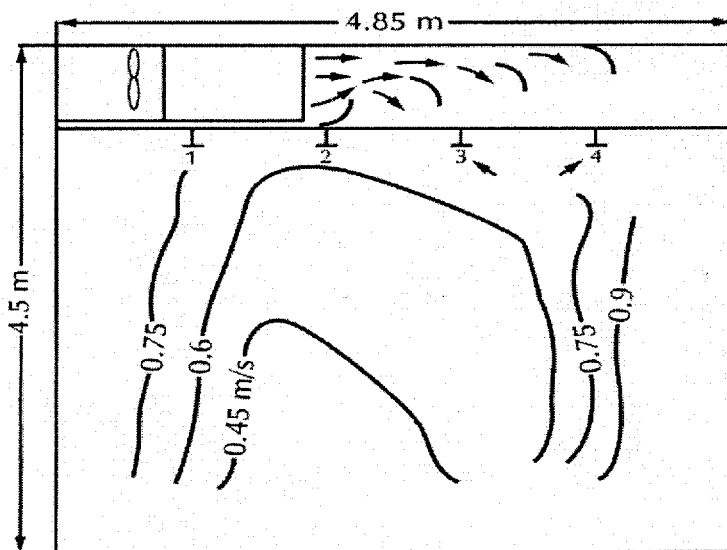
Ψυκτικοί θάλαμοι κατανάλωσης (επαγγελματικά ψυγεία μικρού και μεσαίου μεγέθους). Αυτοί εφαρμόζονται στα κέντρα κατανάλωσης και προορίζονται για τη κάλυψη τοπικών αναγκών.

Ανάλογα με τη χρήση του ο κάθε θάλαμος ορίζει και μια παράμετρο της διαστασιολόγησης της ψυκτικής διάταξης η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών του. Στην περίπτωση των θαλάμων συντήρησης, το κυρίως ψυκτικό έργο οφείλεται στην παρουσία διαφόρων απωλειών, κυρίως από ανανέωση αέρα και διαμέσου των τοιχωμάτων του ψυκτικού θαλάμου. Στην περίπτωση της κατάψυξης προϊόντων η διαστασιολόγηση λαμβάνει υπόψη της κυρίως το αισθητό και λανθάνον ποσό θερμότητας για την ψύξη και στερεοποίηση των προϊόντων που είναι και το ισχυρότερο. Για το λόγο αυτό οι διατάξεις κατάψυξης είναι διαφορετικές των διατάξεων συντήρησης, για όλα τα προϊόντα στα οποία εφαρμόζεται μακράς διάρκειας συντήρηση.

Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η συνήθης μεθοδολογία της κίνησης του ψυχρού αέρα σε ψυκτικό θάλαμο τροφίμων και στο σχήμα 2 φαίνεται η κατανομή, μέσα στο ψυκτικό θάλαμο.



Σχήμα 1. Ροή αέρα μέσα στον ψυκτικό θάλαμο



Σχήμα 2. Κατανομή της ταχύτητας στον ψυκτικό θάλαμο

### 1.5. Στοιχεία για την κατασκευή ψυκτικών θαλάμων

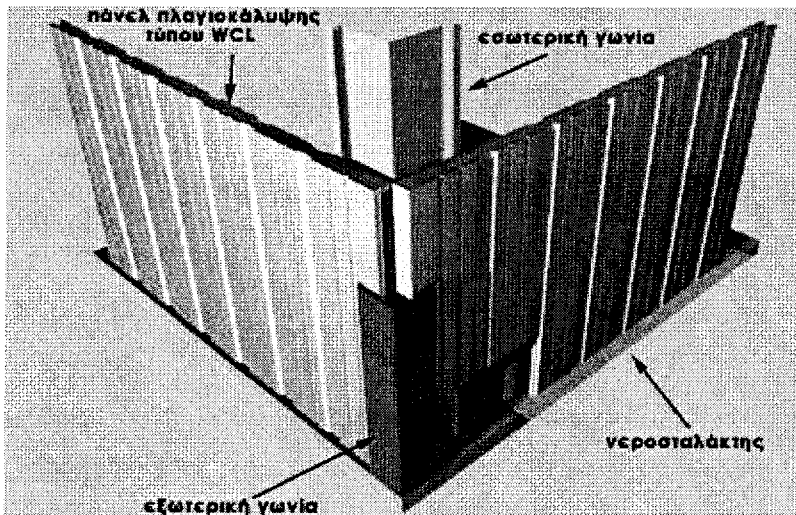
Η δομική κατασκευή ενός ψυκτικού θαλάμου σκοπό έχει να φέρει και να προστατεύει την θερμική μόνωση του θαλάμου, που είναι πολύ ισχυρή.

Η μόνωση σκεπάζει εσωτερικά τους τοίχους, το δάπεδο, την οροφή, τις θύρες, τα δοκάρια και γενικά όλη την εσωτερική επιφάνεια του ψυκτικού θαλάμου,

Πέραν των θερμικών ιδιοτήτων, η μόνωση πρέπει να παρουσιάζει αντοχή στους υδρατμούς και να αντέχει σε μηχανικές καταπονήσεις. Τα κυριότερα μονωτικά υλικά σήμερα είναι η διογκωμένη πολυουρεθάνη σε μορφή μεταλλικών πλαισίων, διογκωμένη και εξιλασμένη πολυστερίνη κ.α. Παλιότερα χρησιμοποιήθηκε και ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, φελλός, άχυρο, ξύλο κ.λπ. Το πλαίσιο κατασκευής είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, σιδηροκατασκευή ή ξύλινη κατασκευή η και από άλλα υλικά. Κατά τη κατασκευή της τοιχοποιίας είναι σημαντικό να ληφθεί μέριμνα για την αποφυγή της διείσδυσης της υγρασίας, η οποία πέραν των άλλων προβλημάτων διάβρωσης, μειώνει χαρακτηριστικά το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη προστασία από την υγρασία είναι η επικάλυψη της τοιχοποιίας με PVC, φύλλο αλουμινίου, πισσόχαρτο κλπ.

Οι εξωτερικοί τοίχοι και η στέγη πρέπει να είναι ικανοί να φέρουν την μόνωση και να την προστατεύουν εξωτερικά. Κατασκευάζονται από ποικιλία υλικών όπως τούβλα, ξύλα, τσιμεντοκονία, προκατασκευασμένο οπλισμένο σκυρόδεμα κλπ.

Στο σχήμα 3 φαίνεται ενδεικτικά σε τομή η κατασκευή ενός τοιχώματος μεγάλου ψυκτικού θαλάμου.



### ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Πρόκειται να κατασκευασθεί ψυκτικός θάλαμος και συντήρησης κατεψυγμένων λαχανικών για γνωστή εταιρία διανομής, η οποία βρίσκεται στην πόλη των Σερρών ενώ ο προσανατολισμός του είναι με μεγαλύτερη πλευρά προς το βορρά. Οι διαστάσεις του θαλάμου υπολογίζονται έτσι ώστε να δέχονται δεκαπλάσια ποσότητα απ' αυτή της ημερήσιας παραγωγής. Ο συνολικός χώρος πρέπει να προσαυξηθεί κατά 20% λόγω των απαραίτητων διαδρόμων που πρέπει να υπάρχουν μεταξύ των μπαλεπών κατεψυγμένων λαχανικών για να μπορεί να κινείται το κλάρκ και διακένων για να υπάρχουν επικολλήσεις μεταξύ τους.

Κάθε μέρα εισάγονται στο θάλαμο 75.000 kg κατεψυγμένων λαχανικών θερμοκρασίας  $-13^{\circ}\text{C}$  και ψύχεται στους  $-20^{\circ}\text{C}$ . Η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι  $30^{\circ}\text{C}$  και η σχετική υγρασία 90%.

Οι συνθήκες μέσα στον ψυκτικό θάλαμο δημιουργούνται με ψυκτική διάταξη πραγματικού συντελεστή συμπεριφορά 2.

Ο συμπιεστής εργάζεται 20 ώρες το εικοσιτετράωρο. Μέσα στο ψυκτικό θάλαμο υπάρχουν ηλεκτρικά φώτα συνολικής ισχύος 450 Watt που λειτουργούν συνεχώς. Τρία άτομα εργάζονται μέσα στο θάλαμο για 8 ώρες την ημέρα.

### Υπολογισμός διαστάσεων θαλάμου διατήρησης

Έχοντας υπόψη ότι για κάθε  $1\text{ m}^3$  ψυχομένου χώρου τοποθετούνται 250 kg λαχανικών. Οπότε η πυκνότητα των λαχανικών είναι  $250\text{ Kg/m}^3$

$$\text{Άρα } V = \frac{75.000 \cdot 1,2 \cdot 10}{250} = 3600\text{m}^3$$

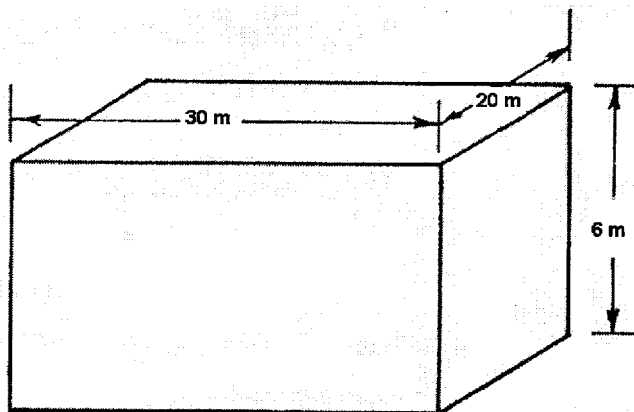
Όπου 1,2 είναι η προσαύξηση των 20% λόγω των διακένων διαδρομών και 10 λόγω της δεκαπλάσιας ποσότητας από την ημερήσια παραγωγή.

Εκλέγεται ύψος θαλάμου ίσο με 6m.

Η επιφάνεια του σ' αυτήν την περίπτωση θα είναι:

$$\frac{3600}{6} = 600\text{m}^2$$

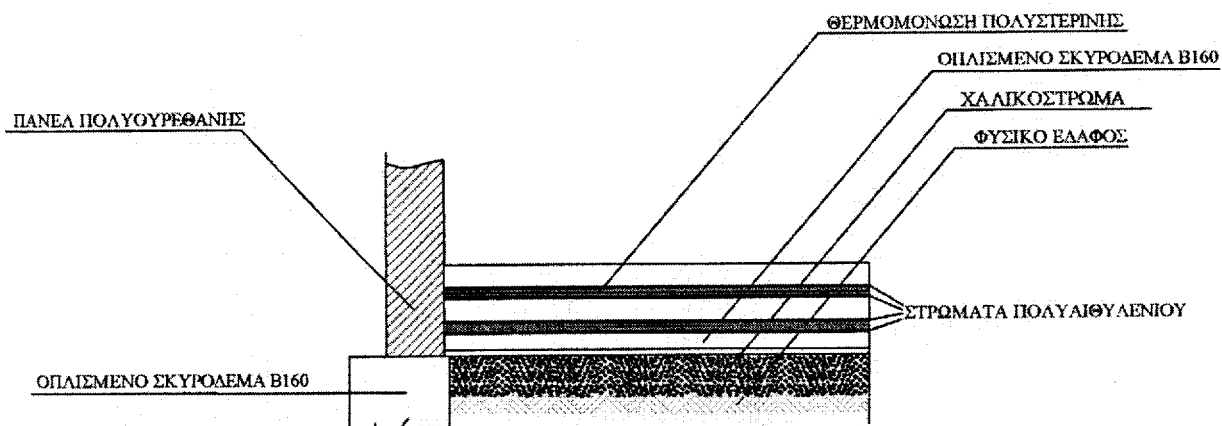
επιφάνεια δαπέδου. Οπότε μήκος θαλάμου 30 m και πλάτος 20 m.



Σχήμα 4. Ενδεικτική άποψη του ψυκτικού θαλάμου

### Δομικά κατασκευαστικά στοιχεία του ψυγείου

#### Δάπεδο



Σχήμα 5. Τομή δαπέδου

Μπετόν 20 cm, Μόνωση 7 cm πολυστερίνη, Μπετόν 20 cm, Μόνωση 7 cm πολυστερίνη μπετόν 200 m.

α/α	Περιγραφή	Πάχος (m)	Συντελεστή Kcal/m <sup>2</sup> hk	Αγωγιμότητα w/ m <sup>2</sup> k
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα B160	0,2	1,75	2,03
2	Πολυστερίνη	0,07	0,032	0,03712
3	Πάνελ πολουρεθάνης P 170 st	0,17	0,018	0,022
4	Γαλβανιζέ λαμαρίνα	0,005	50	58
5	Γαλβανιζέ λαμαρίνα	0,007	50	58
6	Ασφαλιστικό σκυρόδεμα	0,05	0,6	

Πίνακας 1. Υλικά κατασκευής ψυκτικού θαλάμου

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας:

$$\frac{1}{U_{\delta\alpha\pi}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_1}{K_1} + \frac{1}{\alpha_2} =$$

$$\frac{1}{U_{\delta\alpha\pi}} = \frac{1}{7} + \frac{0,2}{1,75} + \frac{0,07}{0,032} + \frac{0,2}{1,75} + \frac{0,07}{0,032} + \frac{0,2}{1,75} + \frac{1}{80} = 4,908$$

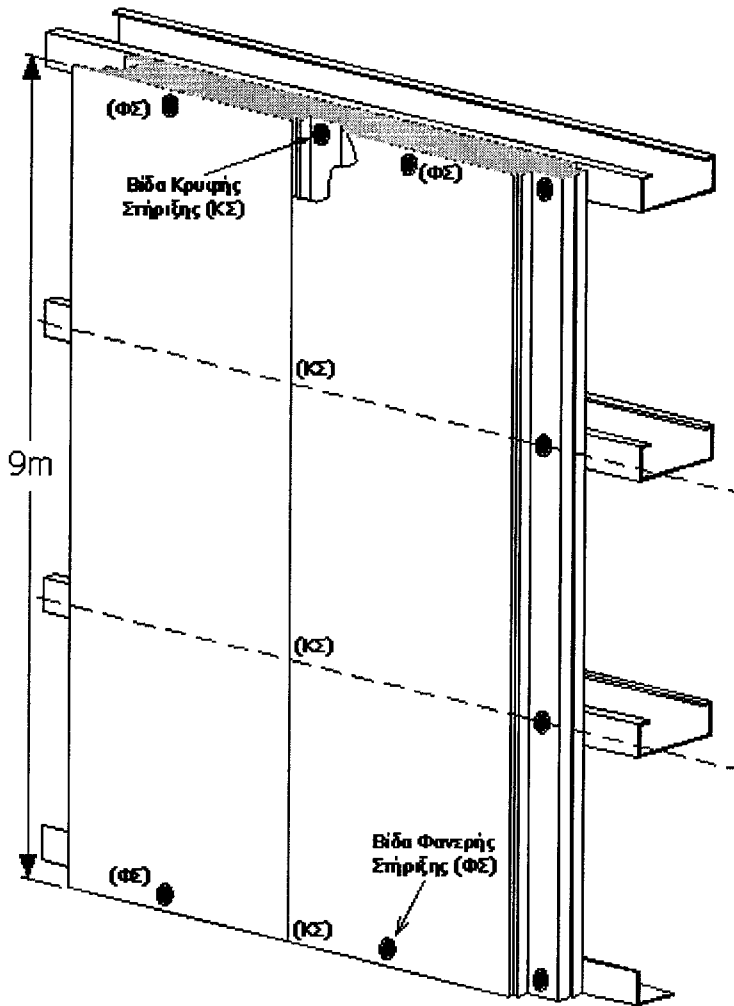
Άρα

$$U_{\delta\alpha\pi} = \frac{1}{4,908} = 0,2 \text{ kcal} / \text{hm}^2\text{C} \quad (0,232 \text{ W/m}^2\text{K})$$

### Πλευρικά τοιχώματα θαλάμου

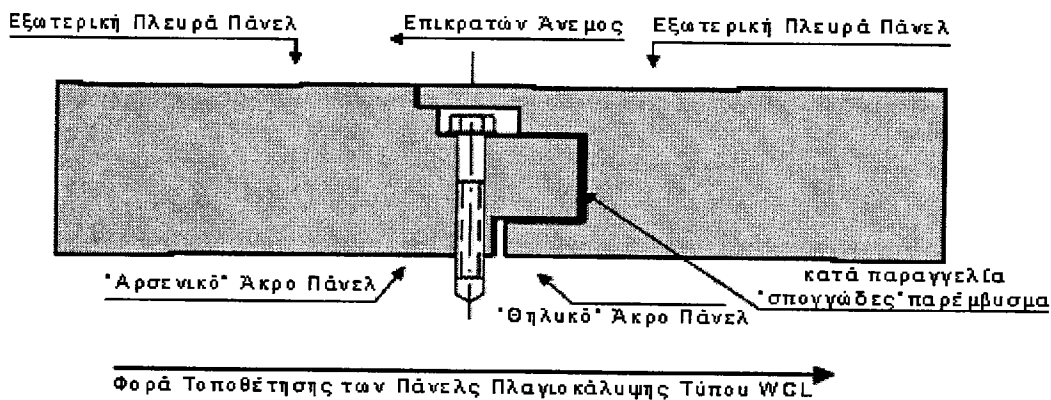
Για την κατασκευή του θαλάμου χρησιμοποιούμε πάνελ πλαγιοκάλυψης που είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μην είναι ορατές οι βίδες στήριξης

τους στον σκελετό του κτιρίου (κρυφή στήριξη) **Σχήμα 5.**



Σχήμα 6. Συνδεση πάνελ πάνω στις μεταλλικές δοκούς στήριξης.

Αποτελούνται από δύο γαλβανισμένα & έγχρωμα (βαμμένα με πολυεστερική βαφή) χαλυβδοελάσματα που περικλείουν οικολογικό αφρό πολυουρεθάνης. Τόσο το εξωτερικό όσο και το εσωτερικό χαλυβδόφυλλο του πάνελ είναι σχεδόν επίπεδα με ελαφρές ενδιάμεσες νευρώσεις βάθους < 1mm. Τα άκρα κατά μήκος του πάνελ είναι διαμορφωμένα ώστε να σχηματίζουν αρσενικό-θηλυκό καθώς και να καλύπτουν το κεφάλι της βίδας στήριξης, ενώ καλύπτονται με ταινίες ενισχυμένου αλουμινόχαρτου ως φράγμα υδρατμών για τον αφρό πολυουρεθάνης σχήμα 7. Κατά παραγγελία τοποθετείται και σπογγώδες παρέμβυσμα για μείωση του αερισμού.



Σχήμα 6. Ένωση τεμαχίων πάνελ

$$\frac{1}{U_{\text{τοιχ}}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{5} + \frac{0,007}{50} + \frac{0,017}{0,018} + \frac{0,005}{50} + \frac{1}{20} = 9,6959 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{c}$$

$$\text{Άρα } U_{\text{τοιχ}} = 0,103 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{C}$$

### Οροφή θαλάμου

Πάνελ πολυουρεθάνης P170-St με πάχος 170 mm και  $\lambda = 0,022 \text{ Kcal} / \text{hmc}$  οπότε και λαμαρίνα γαλβανιζέ πάχους 0,005.

$$\begin{aligned} \frac{1}{U_{\text{op}}} &= \frac{1}{\alpha^1} + \frac{L_4}{K_4} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{L_5}{K_4} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{5} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,17}{0,028} + \frac{0,07}{50} + \frac{1}{20} \\ &= 0,2 + 0,0001 + 9,444 + 0,0014 + 0,05 = 9,6959 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{c} \end{aligned}$$

$$\text{Άρα } U_{\text{op}} = 0,103 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{C} \quad (0,11948) \text{ W} / \text{w}^2 \text{K}$$

### Πόρτα Θαλάμου

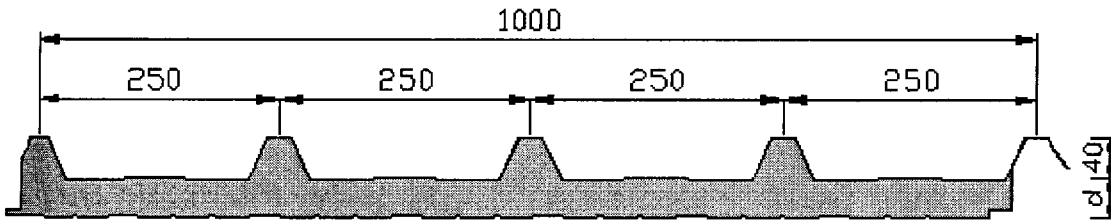
Στο θάλαμο θα τοποθετηθεί πόρτα ύψους 3 m, και πλάτους 3m κατασκευής όπως και η οροφή με συντ. θερμοπερατότητας:

$$\begin{aligned} \frac{1}{U_{\text{πορ}}} &= \frac{1}{\alpha^1} + \frac{L_4}{K_4} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{L_5}{K_4} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{5} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,17}{0,028} + \frac{0,07}{50} + \frac{1}{20} \\ &= 0,2 + 0,0001 + 9,444 + 0,0014 + 0,05 = 9,6959 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{c} \end{aligned}$$

$$\text{Άρα } U_{\text{πορ}} = 0,103 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{C} \quad (0,11948) \text{ W} / \text{w}^2 \text{K}$$

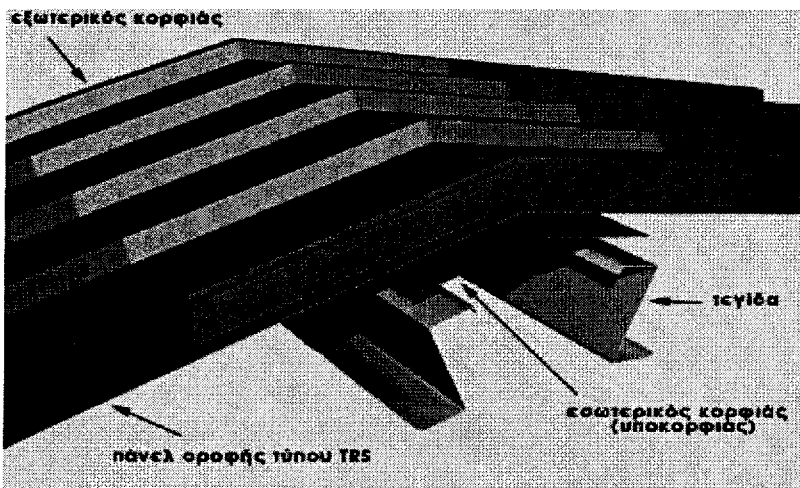


### Στέγη Κτιρίου



$$\frac{1}{U_{\text{στεγ}}} = \frac{1}{\alpha^1} + \frac{L_4}{K_4} + \frac{L_3}{K_3} + \frac{L_5}{K_4} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{5} + \frac{0,005}{50} + \frac{0,17}{0,028} + \frac{0,07}{50} + \frac{1}{20}$$
$$= 0,2 + 0,0001 + 9,444 + 0,0014 + 0,05 = 9,6959 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{c}$$

$$\text{Άρα } U_{\text{στεγ}} = 0,103 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{C} \quad (0,11948) \text{ W/w}^2 \text{K}$$



### Υπολογισμός φορτίων ψυκτικού θαλάμου

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο του ψυκτικού θαλάμου αποτελείται από τα εξής επιμέρους φορτία:

1. Τοιχωμάτων (τοιχών, οροφής, δαπέδου, ανοιγμάτων πόρτας)
2. Ψυχομένων προϊόντων
3. Εναλλαγών αέρα
4. Συσκευών αέρα
5. Ατόμων

Πίνακας 2 Ισοδύναμες θερμοκρασίες ήλιου αέρα για την 21 η Ιούλη και 40°  
βόρειο γεωγραφικό πλάτος σε °C

Ωρα			Θερμ. αέρα °C					α/υ <sub>0</sub> - 0,026 (ανοιχτόχρωμες επιφάνειες)			
		B	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	Οριζ.	
1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	20.5	
2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	20.5	
3	23.8	23.3	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	20.0	
4	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	17.4	
6	23.3	27.7	35.0	36.1	30.0	23.8	23.8	23.8	23.8	23.3	
6	23.8	27.7	39.4	42.7	36.1	25.5	25.5	25.5	25.5	29.4	
7	25.0	27.7	39.4	45.5	40.6	28.3	27.2	27.2	27.2	35.5	
8	36.6	29.4	38.3	45.5	43.3	33.3	29.4	29.4	29.4	41.1	
11	30.5	33.8	34.4	40.0	43.8	42.2	35.5	33.8	33.8	50.5	
11	32.2	35.5	35.5	36.1	41.6	44.4	41.6	36.1	35.5	52.7	
12	33.8	37.2	37.2	37.2	38.8	45.5	47.2	43.3	37.7	53.8	
13	34.4	37.7	37.7	37.7	37.7	43.8	50.5	49.4	41.6	52.2	
16	34.4	37.2	36.6	36.6	36.6	37.7	50.0	55.0	48.8	45.0	
16	33.8	37.7	35.5	35.5	35.5	35.5	46.1	52.7	49.4 44	39.4	
17	32.7	37.2	33.3	33.3	33.3	33.3	39.4	45.5	A 30.5	32,7	
18	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	29.4	26.6	
21	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	24.4	
21	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	23.3	
22	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	22.2	
23	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	21.1	
								α/υ <sub>0</sub> - 0,052 (σκουρόχρωμες επιφάνειες)			
1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	20.5	
1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	20.5	
2	23.8	23.8	23.8	23,8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	20.0	
3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	19.4	
6	23.3	32.2	47.2	49.4	37.2	25.0	25.0	25.0	25.0	27.2	
6	23.8	32.2	55.0	62.2	48.8	27.7	27.7	27.7	27.7	38.8	
7	25.0	30.5	54.4	66.1	56.6	31.6	30.0	30.0	30.0	50.0	
8	36.6	32.7	50.0	64.4	60.5	40.5	32.7	32.7	32.7	60.0	
11	30.5	37.7	38.3	50.0	57.7	53.8	40.5	37.7	37.7	74.4	
11	32.2	39.4	39.4	40.0	51.6	56.6	51.6	40.0	39.4	77.7	
12	33.8	41.1	41.1	41.1	43.8	57.2	61.1	53.3	41.6	77.7	
13	34.4	41.1	41.1	41.1	41.6	53.8	66.6	64.4	48.8	74.4	
16	34.4	40.0	39.4	39.4	39.4	41.1	66.1	75.5	63.8	59.4	
16	33.8	42.2	37.7	37.7	37.7	37.7	58.8	72.2	65.0	48.8	
17	32.7	41.6	34.4	34.4	34.4	34.4	46.6	58.8	56.6	36.6	
18	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	26.6	
21	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3		24.4	
21	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	28.3	23.3	
22	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	27.2	22.2	
23	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	26.1	21.1	

α: συντελεστής απορρόφησης της επιφάνειας για την ηλιακή ακτινοβολία.

υ<sub>0</sub>: τιμή του ειδικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (W/K) τοίχου ( $\dot{u}_0 = u_0 \cdot A$ )

## 1.Υπολογισμός φορτίου τοιχωμάτων

Επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού του θαλάμου και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, ένα ποσό θερμότητας εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο του θαλάμου από τους τοίχους, την οροφή το δάπεδο και γενικά από όλα τα δομικά στοιχεία αυτού. Ο προσδιορισμός των φορτίων προκύπτει με την εφαρμογή των σχέσεων που διέπουν την με αγωγή και συναγωγή μετάδοσης θερμότητας, δηλαδή:

$$Q_w = \sum_i \dot{Q}_i$$

$$\dot{Q} = U_i A_i (T_o - T_i) \quad \text{όπου:}$$

$$\text{όπου } Q_w = \bar{U}A(T_o - T_i)$$

$\dot{Q}_i$  = τα επιμέρους φορτία των τοιχωμάτων σε Watt

$U_i$  = Συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας τοιχώματος i kcal/ m<sup>2</sup>hK

A := Επιφάνεια τοιχώματος i (m<sup>2</sup>)

$\bar{U}A$  = Μέση τιμή του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας, ( $\frac{W}{K}$ ) (γινόμενο θερμοπερατότητας επί την επιφάνεια)

T<sub>o</sub> = θερμοκρασία περιβάλλοντος (Μέγιστη) (°C)

T<sub>i</sub> = θερμοκρασία θαλάμου ελάχιστη (°C)

Στην περίπτωση που ο ψυκτικός θάλαμος είναι εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να ληφθεί υπόψη η μεταβολή της διείδυσης θερμότητας λόγω της απορρόφησης θερμότητας από την τοιχοποιία που δέχεται την ακτινοβολία. Η επίδραση της ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό των φορτίων με το να προσαυξάνεται η θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta t = T_o - T_i$  με τις αναγραφόμενες στον πίνακα τιμές θερμοκρασίας σε (°C).

Εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος (Μέγιστη όπου T<sub>1</sub> η θερμοκρασία χώρου κατά το θέρος, με T<sub>1</sub> = 35°C. Η εσωτερική θερμοκρασία θαλάμου που έχει επιλεγεί ίση με T<sub>2</sub> = -20 °C.

Διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T = T_1 - T_2 = (35 - (-20)) = 55$ .

Θερμοκρασιακή διαφορά δομικών στοιχείων. Αυτή προσαυξάνεται σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3 για λευκό χρωματισμό του θαλάμου ως εξής:

Ανατολικός τοίχος:  $\Delta T = 35 + 4 = 39^\circ \text{C}$

Δυτικός τοίχος:  $\Delta T = 35 + 4 = 39^\circ \text{C}$

Νότιος τοίχος:  $\Delta T = 35 + 2 = 37^\circ \text{C}$

Βόρειος τοίχος:  $\Delta T = 35 + 0 = 35^\circ \text{C}$

Στέγη:  $\Delta T = 35 + 9 = 44^\circ \text{C}$

Δάπεδο:  $\Delta T = 35 + 0 = 35^\circ \text{C}$

Πόρτα:  $\Delta T = 35 + 0 = 35^\circ \text{C}$

Τύπος επιφάνειας	Ανατολικός τοίχος	Νότιος τοίχος	Δυτικός τοίχος	Οριζόντια στέγη
Πολύ σκούρες επιφάνειες π.χ. πισσωμένες	8	5	8	20
Μέτρια σκούρες επιφάνειες: Ξύλο, τούβλο, τσιμεντο. Χρωματισμός: Κόκκινο, γκρι, πράσινο	6	4	6	15
Ανοιχτόχρωμες επιφάνειες: Άσπρη πέτρα, άσπρο τσιμέντο, άσπρη μπογιά.	4	2	4	9

Πίνακας 3. Προσαύξηση της θερμοκρασιακής διαφοράς  $\Delta t = t_{\text{εξ}} - t_{\text{εσ}}$  λόγω ηλιακής ακτινοβολίας ( $^\circ\text{C}$ ).

Ο υπολογισμός καθαρής επιφάνειας των τοιχωμάτων:

Βόρειος τοίχος:  $30 \times 6 - 3 \times 3 = 153 \text{ m}^2$

Ανατολικός τοίχος:  $20 \times 6 = 120 \text{ m}^2$

$$\text{Νότιος τοίχος: } 30 \times 6 = 180 \text{ m}^2$$

$$\text{Δυτικός τοίχος: } 20 \times 6 = 120 \text{ m}^2$$

$$\text{Δάπεδο = Οροφή} = 30 \times 20 = 600 \text{ m}^2$$

$$\text{Πόρτα} = 3 \times 3 = 27$$

Οπότε από τη σχέση  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$  υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες.

$$Q_{\text{ΒΟΡ}} = 0,837 \cdot 153 \cdot 35 = 4481,5 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{ΑΝΑΤ}} = 0,837 \cdot 120 \cdot 39 = 39127,16 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{ΝΟΤ}} = 0,837 \cdot 180 \cdot 37 = 5.574,42 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{ΔΥΤ}} = 0,837 \cdot 120 \cdot 39 = 3917,16 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{οροφ.}} = 0,10360044 = 27102 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{δάπεδο}} = 0,12560044 = 3300 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{πόρτα}} = 0,8372735 = 790 \text{ Kcal/h}$$

## 2. Φορτίο ψυχωμένων προϊόντων

Επειδή τα προϊόντα όταν έρχονται στον θάλαμο είναι στους  $-13^\circ \text{C}$  οπότε ψύχονται μέχρις του  $-20^\circ \text{C}$ .

Κατά τη διάρκεια της κατάψυξης προϊόντων, κάτω από το σημείο στερεοποίησης τους λαμβάνουν μέρος τρία ποσά θερμότητας:

α) Αισθητή θερμότητα υποψύξης: Λαμβάνει υπόψη την θερμότητα που απαιτείται για τη μεταβολή της θερμοκρασίας του προϊόντος (λαχανικά) από την αρχική της τιμή (εισαγωγής στο θάλαμο) στη θερμοκρασία του σημείου τελικά ψύξης του.

$$Q_{\text{λαχ}} = m \cdot C_f \cdot (T_s - T_2)$$

Όπου:

$Q_1$  = Αισθητή θερμότητα προς στερεοποίηση

$m$  = Μάζα προϊόντος Kg

$C_f$  = ειδική θερμότητα προϊόντος προς στερεοποίηση 0,91 (Kcal/Kgk J/ Kgk)

$T_1$  = Θερμοκρασία εισαγωγής στο θάλαμο ( $^\circ \text{C}$ )

$T_2$  = Θερμοκρασία σημείου ψύξης

Στο ψυγείο δουλεύουν 8 ώρες τρεις εργάτες με συνολικά ημερήσια εισαγωγή 75.000 kg.

$$Q_1 = 75.000 \cdot 0,77 \cdot [-13 - (-20)] = 404.205 \text{ Kcal/ kg}$$

Επειδή όμως οι ώρες εργασίας είναι 8 ώρες ενώ ο παραπάνω υπολογισμός είναι για 24 ώρες.

Οπότε:

$$Q_1' = \frac{(Q_1)24}{8} = (Kcal / 24h) \frac{24h}{8} = \frac{404250}{8} = 50.531,25(Kcal / 8h)$$

Για 8ωρο εισάγονται 75.000 (Kcal/8m)

Οπότε για κάθε μέρα εισάγονται 75.000

Οπότε ωριαία εισαγωγή:  $\frac{75.000}{8} = 9.375 Kcal / h$

Η απαιτούμενη θερμότητα για την ψύξη:

$$Q = \frac{9.375 \cdot 0,77 \cdot 7}{3600} = 50.531,25$$

### 3.Θερμότητα Αναπνοής

Τα λαχανικά και τα φρούτα ακόμη και αν αποκοπούν από το φυτό ή το δέντρο εξακολουθούν να αποτελούν ζωντανούς οργανισμούς και να αναπνέουν. Λόγω της αναπνοής αποβάλλουν θερμότητα που ονομάζεται θερμότητα αναπνοής και εξαρτάται από την θερμότητα διατήρησης του προϊόντος. Η θερμότητα αναπνοής είναι μικρότερη από χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία του θαλάμου.

Για τη διατήρηση των προϊόντων απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ρύθμιση της σχετικής υγρασίας στα επιθυμητά επίπεδα που επιτυγχάνεται με την επιλογή κατάλληλης θερμοκρασίας ατμοποίησης του ψυκτικού μέσου (σε μας -20° C) [Πίνακας 4).

ΠΡΟΙΟΝΤΑ	θερμοκρασία ταχείας καταψύξεως °C	θερμό Αποθη Μακρά	κρασία κεύσεως Βραχεία	Σχετική Υγρασία %	Ειδική Άνω σημείο πήξεως	θερμότητα Κάτω σημείο πήξεως	Λανθάνουσα Θερμότητα	Σημείο πήξεως	Αναπνοή ανά ημέρα BTU /24 h
Μήλα	-15	30-32	38-42	85-88	0,92	0,39	91,5	28,4	0,75
Σπαράγγι	-30	32	40	85-90	0,85	0,44	134,0	29,8	----
Χοιρινό φρέσκο		0-5	36-40	80	0,55	0,31	30,0	25,0	----
Μπανάνες		56-72	56-72	85-95	0,81	----	108,0	30,2	4,18
Φασόλια φρέσκα ξερά	-20	32-34	40-45	85-90	0,92	0,47	128	29,7	3,3
Βοδινό φρέσκο παχύ	-15	30-32	38-42	84	0,60	0,35	79	"	----
Τεύτλα		32-35	45-50	95-98	0,90	----	----	26,9	2,0
Βατόμουρα	-15	31-32	42-45	80-85	0,89	0,46	125	28,9	----
Είδος λάχανου		32-35	40-45	90-95	0,93	----	----	29,2	----
Βούτυρο	+15	----	40-45	----	0,64	0,34	15	15,0	----
Λάχανο	-30	32	45	90-95	0,93	0,47	130	31,2	----
Καρότο	-30	32	40-45	95-98	0,87	0,45	120	29,6	1,73
Κουνουπίδια		32	40-45	85-90	0,90	----	----	30,1	----
Σέλινο	-30	31-32	45-50	90-95	0,95	0,48	135	29,7	2,27
Τυρί	+15	32-38	39-45	----	0,70	----	----	----	----

**Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
 Πτυχιακή εργασία: Ψυκτικός θάλαμος ελεγχόμενος από P.L.C.

Κεράσια	31-32	40	80-85	0,85	---	118	28,0	6,6
Σοκολάτα καλυμμένη	45-50	---	---	0,3	---	---	---	---
Αραβόσιτος	31-32	45	85-90	0,86	---	---	29,0	4,1
Είδος μούρου	36-40	40-45	85-90	0,81	---	---	27,3	---
Λαφρόγαλα-κρέμα	34	40-45	---	0,88	0,37	84	---	---
Αγγούρια	45-50	45-50	80-85	0,93	---	---	30,5	---
Χουρμάδες	28	55-60	50-60	0,83	0,44	104	---	---

Πίνακας 4. Συνθήκες αποθήκευσης προϊόντων

Ο πίνακας Π.3 (. δίνει τις κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης (θερμοκρασία θαλάμου και σχετική υγρασία για τα διάφορα τρόφιμα).

ΠΡΟΪΟΝΤΑ	Θερμοκρασία ταχείας καταψύξεως 0C	Θερμοκρασία Αποθήκευσεως		Σχετική Υγρασί α %	Ειδική θερμότητα		Λανθάν ουσα Θερμότη τα	Σημεί ο πήξε ως	Αναπ οή ανά ημέρο
		Μακρά	Βραχεί α		Άνω σημείο πήξεως BTU/Lb*°F	Κάτω σημείο πήξεως BTU/Lb*°F			
Σαλάτι	-30	32-34	34-40	90-95	0,82	0,45	120	28	---
Αναψυκτικά		31-32	50	85-90	0,92	0,42	110	29,4	1
Αναψυκτικά		29-31	40	85-90	0,9	0,43	106	28	6,6
Αναψυκτικά		32	40-45	85-90	0,8	0,42	108	30	---
Αλάτι		35-40	50-60	---	0,28	0,22	14	---	---
Αλάτι		32	40-45	85-90	0,9	---	---	30,1	2,35
Αλάτι		40-45	50	85-90	0,9	---	127	29,9	---
Αλάτι		31-32	40-45	80-85	0,83	---	115	28	---
Αλάτι		30	36-40	85	0,6	0,38	66	28	---
Αλάτι		36-50	45-60	85-90	0,77	0,44	105	28,9	0,85
Αλάτι	-30	28-30	29-32	---	0,8	0,41	99	27	---
Αλάτι	-10	50-55	55-60	70-75	0,9	---	---	30,2	---
Αλάτι		31-32	40-45	80-85	0,9	---	---	28,1	---
Αλάτι		31-32	40-45	80-85	0,89	0,46	125	30	---
Αλάτι		---	35-40	---	0,76	0,41	101	---	---
Αλάτι		31-36	36-40	80	0,89	---	---	---	---
Αλάτι		33-36	36-38	85	0,91	0,47	128	---	---
Αλάτι		30-35	55-60	70-75	0,9	---	---	29,3	---
Αλάτι		32	45-50	85	0,92	---	---	30,8	---
Αλάτι	-15	31-32	42-45	80-85	0,92	0,48	129	30	3,3
Αλάτι		40-50	55-70	85-90	0,95	---	135	30,4	0,5
Αλάτι		32	40-45	95-96	0,9	---	---	30,5	1
Αλάτι	-15	28-30	36-40	---	0,71	0,39	91	29	---

Πίνακας 5. Συνθήκες αποθήκευσης προϊόντων



Σας μας προκύπτει ότι έχουμε:

Σχετική υγρασία 85-90%, Αναπνοή (KJ/kg/ 24ωρο)7,66

$$\text{Οπότε: } Q_b = \frac{mf q_b}{24 \cdot 3600} = \frac{750.000kg \cdot 7,66Kj / Kg / 24}{24 \cdot 3.600} = 66,493KW = 57,32(Kcal / h)$$

Όπου:  $Q_b$  = θερμότητα αναπνοής (W)

$Mf$  = Μάζα προϊόντος (kg)

$q_b$  = Ειδική θερμότητα αναπνοής ανά μονάδα μάζας

#### 4.Φορτίο συσκευασίας

Σε περίπτωση που το προϊόν τοποθετείται συσκευασμένο στο ψυκτικό θάλαμο, το δε ποσοστό της συσκευασίας είναι μεγάλο σε σχέση με το προϊόν τότε η συσκευασία πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του φορτίου προϊόντων. Στη δική μας περίπτωση, επειδή η συσκευασία έχει πολύ μικρό βάρος σε σχέση με το βάρος του προϊόντος δεν το λαμβάνουμε υπόψη.

#### 5.Φορτίο εναλλαγών του αέρα

Κάθε φορά που ανοίγει η θύρα του ψυκτικού θαλάμου, σε περιπτώσεις εισαγωγής ή εξαγωγής προϊόντων ή επίσκεψης του θαλάμου από άτομα, ο θερμός αέρας του περιβάλλοντος εισάγεται στο εσωτερικό του θαλάμου και φεύγει αντίστοιχα από το θάλαμο ίση ποσότητα ψυχρού αέρα. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσεται επιπλέον ψυκτικό φορτίο, το ονομαζόμενο φορτίο εναλλαγών αέρα, που είναι ανάλογο του συνολικού όγκου του θαλάμου, της χρήσης του και του είδους των προϊόντων που περιέχει.

Στον πίνακα (914 σελ. 426) παρουσιάζεται το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανάλογα με τον όγκο του θαλάμου. Στον πίνακα 9.15 παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία που προκύπτουν από τις εναλλαγές αέρα ανάλογα με τις επικρατούσες στον θάλαμο συνθήκες και τις συνθήκες περιβάλλοντος.

$$\text{Ο εσωτερικός όγκος θαλάμου } V = 20 \cdot 30 \cdot 6 = 3.600 \text{ m}^3 (127.008 \text{ ft}^3)$$

Για τον όγκο αυτό από τον πίνακα 6 προκύπτει με γραμμική παρεμβολή αριθμός ανανεώσεων του αέρα ανά 24ωρο

$\text{m}^3$	Αριθμός εναλλαγών
--------------	----------------------

3000	1,4
3.600	X
4.000	1,2

$$\frac{400}{1000} = \frac{1,2 - X}{-0,2} \quad 0,4 = \frac{1,2 - X}{-0,2} = -0,08 = 1,2 - X = X = 1,2 + 0,08 = x = 1,28$$

Προκύπτει αριθμός ανανεώσεων του αέρα ανά 24ωρο  $x = 1,28$

Επίσης από τον πίνακα 7 για εσωτερική θερμοκρασία θαλάμου  $-20^{\circ}\text{C}$  και εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος  $t_{εξ} 35^{\circ}\text{C}$  και  $\phi = 60\%$  προκύπτει:

$$\frac{3,1 + 3,84}{2} = 3,5 (\text{Btu} / \text{ft}^3 \text{θάλαμου})$$

$$\text{Άρα } Q_{\text{αερ}} = 127.008 \cdot 1,28 \cdot 3,5 = 568.995,84 \text{ Btm} / 24\text{h}$$

Επομένως το  $Q_{\text{αερ}}$  ανά ώρα θα είναι:

$$\frac{568.995,84}{24} = 23.708,16 (\text{Btu} / \text{h})$$

Μετατρέπω τα Btu σε Kcal και παίρνω  $1 \text{ Kcal/h} = 3,968 \text{ Btu/h}$

Οπότε:  $Q_{\text{αερ}} = 5974,84 \text{ Kcal/h}$

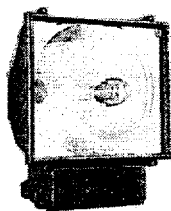
Πίνακας 6. Πλήθος εναλλαγών αέρα ανάλογα με τον όγκο του θαλάμου

Όγκος θαλάμου	Πλήθος αλλαγών	Όγκος θαλάμου	Πλήθος αλλαγών	Όγκος θαλάμου	Πλήθος αλλαγών	Όγκος θαλάμου	Πλήθος αλλαγών
5	40	20	22	100	9	1000	2,5
8	32,5	23	20	150	7	1500	2
10	26	30	16	250	5	2000	1,7
15	27	35	14	350	4	3000	1,4
17	23	50	13	500	3,5	4000	1,2

Πίνακας 7. Φορτίο εναλλαγών αέρα σε ψυκτικούς θαλάμους

	Θερμοκρασία Περιβάλλοντος ( $^{\circ}\text{C}$ )							
	20		25		30		40	
	Σχετική υγρασία περιβάλλοντος (%)							
	70%	80%	70%	80%	50%	60%	50%	60%
-1	7,82	9,68	20,47	23,07	76,29	85,97	98,62	111,65
-4	13,77	16,00	26,42	29,03	81,87	91,55	103,83	116,86
-7	19,35	21,58	32,01	34,61	86,71	96,76	109,04	122,07
-6,5	24,56	26,79	37,22	39,82	91,55	101,23	113,51	126,53
-12	29,77	31,63	42,05	44,66	96,02	105,69	117,97	131,00
-15	34,24	36,10	46,52	49,12	100,11	109,78	122,07	135,09
-18	38,70	40,56	50,61	53,22	104,20	113,88	125,79	139,18
-20,5	42,80	44,66	54,71	57,68	107,92	117,60	129,51	142,91
-23	46,89	48,75	58,80	61,41	111,65	121,32	133,23	146,26
-26	50,98	52,85	62,89	65,50	115,37	125,04	136,95	149,98
-29	54,71	56,57	66,62	106,44	118,72	128,76	140,30	153,33
-31,5	58,43	60,29	70,34	110,16	122,44	132,11	143,65	156,68
-35,5	62,15	64,01	74,06	113,88	125,79	135,46	147,00	160,03

### Φορτίο ηλεκτρικών συσκευών (φώτα)



Για τον υπολογισμό του φορτίου από τα αναμμένα φώτα μέσα στο θάλαμο χρησιμοποιείται η σχέση ισοδυναμίας:

$$1 \text{ Watt} = 0,8598 \text{ Kcal/h}$$

Στην περίπτωση μας έχουμε 3 προβολείς με λαμπτήρες ατμών υδρογόνου τύπου JET 5 150 HSE ισχύος 150 W.

$$\text{Επομένως: } Q_{\text{λαμπ.}} = 3 \cdot 150 = 450 \text{ W} = 450 \cdot 0,8598 \text{ Kcal/h} \\ = 386,91 \text{ Kcal/h}$$

### Φορτίο λόγω παρουσίας ατόμων

Οι άνθρωποι που βρίσκονται και εργάζονται στο ψυκτικό θάλαμο αποβάλλουν θερμότητα και δημιουργούν ψυκτικό φορτίο. Ανάλογοι με την θερμότητα του θαλάμου οι άνθρωποι παρέχουν ανάλογα φορτία:

$$\dot{Q} = n \dot{z}_m$$

όπου:

$Q_m$ : φορτίο ανθρώπων (W)

n: πλήθος ανθρώπων που εργάζονται

$z_m$ : ειδική θερμότητα από ανθρώπου (W/ άτομο) πίνακας 9.1.)

Στο θάλαμο εργάζονται 3 άτομα το 24ωρο

Με γραμμική παρεμβολή πάγου

Θερμοκρασία θαλάμου (°C)	Ψυκτικό φορτίο ανά άτομο W/ άτομο
-18	380,92
-20	X
-23	410,22

$$\frac{-23 - (-20)}{-23 - (-18)} = \frac{410,22 - X}{410,22 - 380,92} = \frac{-3}{-5} = \frac{410,22 - X}{29,3} = -87,9 = -205,1 + 5X = \\ = 5X = 1963,2 = X = 392,64 \text{ W/άτομο}$$

$$\text{λόγω } (1 \text{ Watt} = 0,8598 \text{ Kcal/h}) \quad X = 392,64 \cdot 0,8598 \text{ Kcal/h ανά άτομο}$$

Οπότε:  $X = 837,59 \text{ Kcal/h}$  ανά άτομο

Οπότε:  $Q_{\text{ατόμων}} = 3 \cdot 337,59 \text{ Kcal/h} = 1012,77 \text{ Kcal/h}$

### Συνολικό ψυκτικό φορτίο θαλάμου

Φορτίο δομικών στοιχείων:

$Q_{\text{BOP}} = 0,837 \cdot 153 \cdot 35 = 4481,5 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{ANAT}} = 0,837 \cdot 120 \cdot 39 = 3917,16 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{NOT}} = 0,837 \cdot 180 \cdot 37 = 5.574,42 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{ΔΥΤ}} = 0,837 \cdot 12039 = 3917,16 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{οροφ.}} = 0,103 \cdot 600 \cdot 44 = 27102 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{δάπεδο}} = 0,125 \cdot 600 \cdot 44 = 3300 \text{ Kcal/h}$

$Q_{\text{πόρτα}} = 0,837 \cdot 27 \cdot 35 = 790 \text{ Kcal/h}$

$$Q_{\Delta} = 24.699,45 \text{ Kcal/h}$$

Φορτίο ψυχομένων προϊόντων  $Q_{\text{λαχ}} = 50.531,25 \text{ Kcal/h}$

Φορτίο αναπνοής  $Q_{\text{ΑΝΑΠΝ.}} = 57,32 \text{ Kcal/h}$

Φορτίο εναλλαγών του αέρα  $Q_{\text{αερ.}} = 5.974,84 \text{ Kcal/h}$

Φορτίο ηλεκτρικών Συσκευών  $Q_{\text{λαμπ.}} = 386,91 \text{ Kcal/h}$

Φορτίο παρουσίας ατόμων  $Q_{\text{ατομ.}} = 1.012,77 \text{ Kcal/h}$

$$Q_{\text{συν.}} = 82.662,54 \text{ Kcal/h}$$

Επειδή ο υπολογισμός βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα για λόγους ασφαλείας λαμβάνεται υπόψη προσαύξηση κατά 10% του συνολικού φορτίου, οπότε έχουμε:

$$\frac{82.662,54}{10} = 8.266,259 \text{ Kcal/h}$$

το οποίο προσθέτουμε στο συνολικό Q

$$82/662,54 + 8.266,254 = 90.928,8 \text{ Kcal/h}$$

Άρα το τελικό ψυκτικό φορτίο:

$$Q_{\text{ολ}} = 90.928,8 \text{ (Kcal/h)}$$

$$Q_{\text{ολ}} = 105,75 \text{ KW}$$

### Καθορισμός ψυκτικού υγρού

Χημικός τύπος:  $\text{NH}_3$

Θερμοκρασία ατμοποίησης:  $-33^{\circ}\text{C}$  -

Κωδικός αριθμός: R717

Κωδικό χρώμα: Ασημί

Η αμμωνία είναι μια σταθερή ανόργανη χημική ένωση ενός μέρους αζώτου (N) και τριών μερών υδρογόνου (H<sub>3</sub>). Όπως φαίνεται και από τη χημική της σύσταση δεν περιέχει χλώριο (Cl) και επομένως δεν επηρεάζει το στρώμα του ΟΖΟΝΤΟΣ όπως τα ψυκτικά ρευστά της σειράς ΦΡΕΟΝ.

#### α. Ιδιότητες.

- Οι ατμοί της αμμωνίας είναι ελαφρώς εύφλεκτοι και σε μεγάλες συμπυκνώσεις εκρηκτικοί.

- Η αμμωνία είναι τοξικό αέριο, και έχει χαρακτηριστική οσμή η οποία μπορεί να μεταδοθεί στα προς ψύξη προϊόντα και να τα καταστρέψει (λόγω της οσμής που αποκτούν). Ειδικά το κρέας απορροφά πολύ εύκολα την οσμή της αμμωνίας με αποτέλεσμα να αχρηστεύεται.

- Προκαλεί εγκαύματα επί του ανθρωπίνου σώματος και οι ατμοί της προκαλούν ερεθισμούς στα μάτια.

- Οι ατμοί της αμμωνίας δεν πρέπει να αποπνέονται γιατί μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, οι εγκαταστάσεις αμμωνίας πρέπει να συντηρούνται από ειδικευμένους και κατάλληλα εκπαιδευμένους τεχνικούς,

- Η καθαρή αμμωνία δεν είναι διαβρωτική του σιδήρου και του χάλυβα. Παρουσία όμως υγρασίας είναι διαβρωτική του χαλκού και των κραμάτων του. Γι' αυτό στις εγκαταστάσεις αμμωνίας δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται χαλκοσωλήνες ή εξαρτήματα χαλκοσωλήνων.

- Είναι ολίγον έως καθόλου αναμίξιμη με το ψυκτέλαιο. Γι' αυτό πρέπει να τοποθετείται πάντα στις εγκαταστάσεις αμμωνίας ένας διαχωριστής ψυκτελαίου. Η αμμωνία είναι ελαφρύτερη από το λάδι και όταν συνυπάρχουν (π.χ, στον εξατμιστή), μπορούμε να αφαιρέσουμε το λάδι από ειδικό κρουνό αποστράγγισης που βρίσκεται πάντα στο χαμηλότερο σημείο των σωλήνων ή άλλου εξαρτήματος,

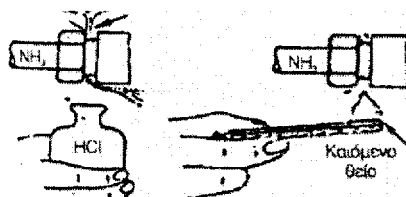
- Οι ατμοί της αμμωνίας διαλύονται εύκολα στο νερό. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να δεσμευτεί σχετικά μεγάλη ποσότητα υγρασίας που για διάφορους λόγους βρέθηκε στο ψυκτικό κύκλωμα της αμμωνίας.

Η αμμωνία, παρά το γεγονός ότι δεν είναι ασφαλές ψυκτικό ρευστό (ελαφρώς εύφλεκτη, εκρηκτική, τοξική κλπ.), χρησιμοποιείται ευρύτατα σε μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις συντήρησης και κατάψυξης, λόγω των σοβαρών πλεονεκτημάτων

που παρουσιάζει σε σύγκριση με τα ψυκτικά της σειράς ΦΡΕΟΝ. Μερικά απ' αυτά είναι:

- Έχει θερμοκρασία βρασμού υπό ατμοσφαιρική πίεση  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης (Λ.Θ.Α.) υπό ατμοσφαιρική πίεση είναι περίπου  $327\text{ Kcal/Kg}$  ( $1367\text{ KJ/Kg}$ ). Η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης της αμμωνίας είναι από τις υψηλότερες, συγκρινόμενη με τις Λ.Θ.Α. όλων των γνωστών μας ψυκτικών ρευστών. Αυτό σημαίνει ότι για δεδομένη ψυκτική ισχύ απαιτείται μικρότερος μηχανολογικός εξοπλισμός από αντίστοιχες εγκαταστάσεις στις οποίες χρησιμοποιούνται άλλα ψυκτικά ρευστά.
- Η ανίχνευση των διαρροών αμμωνίας γίνεται με τη χρήση φλόγας θείου (θειοφιού). Η φλόγα θείου παρουσία ατμών αμμωνίας δημιουργεί λευκούς ατμούς.

Άλλος τρόπος ανίχνευσης των ατμών αμμωνίας



είναι το ειδικό δοκιμαστικό χαρτί.

Σχ.9. ανίχνευση με HCL και με φλόγα θείου

### β. Χρήσεις.

- Η αμμωνία χρησιμοποιείται σε μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις συντήρησης και κατάψυξης με παλινδρομικούς συμπιεστές.
- Σε ψυγεία (κυρίως οικιακά) με σύστημα απορρόφησης.
- Σε μεγάλες εγκαταστάσεις κλιματισμού με σύστημα απορρόφησης.

### γ. Προφυλάξεις κατά τη χρήση της αμμωνίας.

- Σε περίπτωση διαρροής αμμωνίας σε κλειστό χώρο, ο τεχνίτης που θα ασχοληθεί με την επισκευή θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με ειδική μάσκα και να γίνει ένας καλός εξαερισμός του χώρου πριν από την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας στο χώρο της διαρροής.
- Αν πέσει αμμωνία στο δέρμα σας θα προκαλέσει ένα είδος εγκαύματος. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πλένουμε το μέρος που έχει υποστεί έγκαυμα με λινέλαιο και ασβεστούχο νερό. Αυτά τα υλικά πρέπει να υπάρχουν πάντα στο φαρμακείο του συνεργείου των εγκαταστάσεων αμμωνίας. Αν όμως δεν έχουμε εκείνη τη στιγμή τα παραπάνω υγρά, καλό θα κάνει η πλύση της περιοχής του εγκαύματος με άφθονο νερό.
- Σε περίπτωση ερεθισμών των ματιών από ατμούς αμμωνίας θα πρέπει να τα

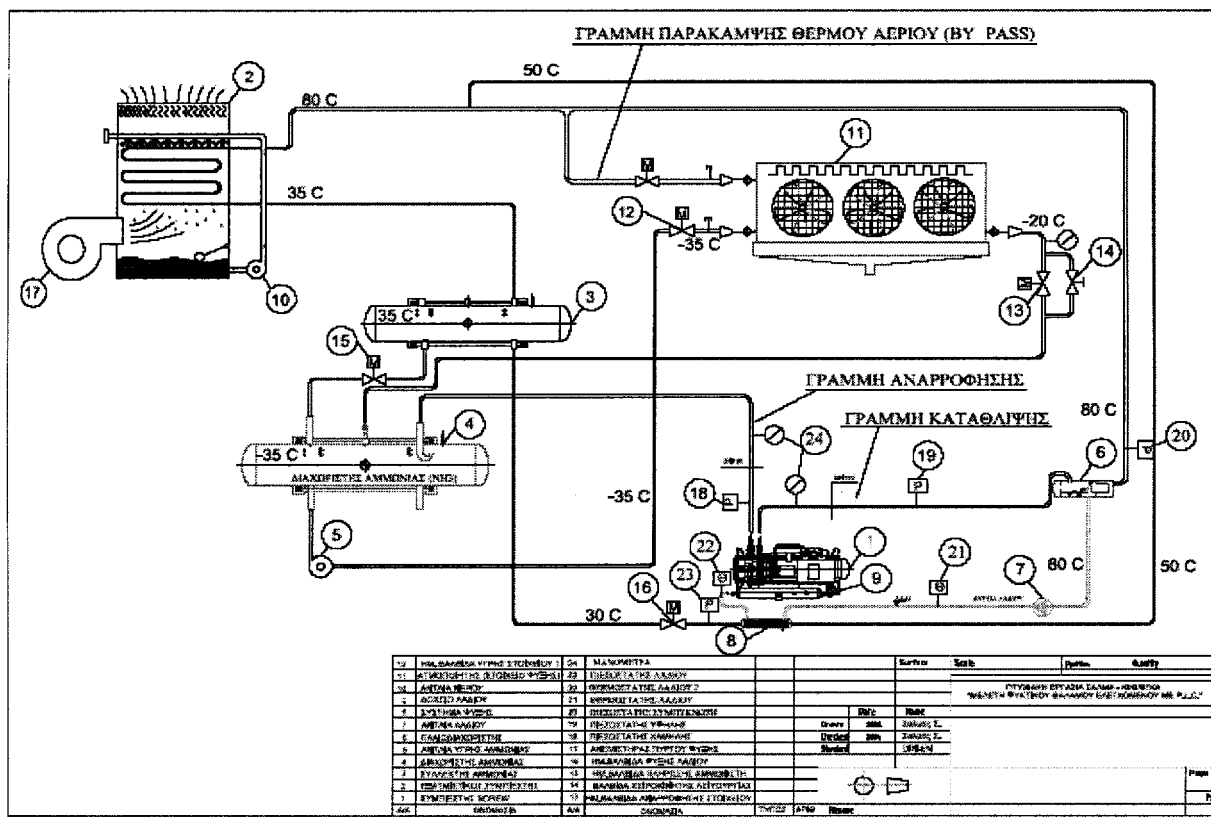
πλύνουμε με διάλυση βορικού οξέως. Αν δεν υπάρχει στο φαρμακείο, θα πρέπει να τα πλύνουμε με άφθονο καθαρό νερό.

• Αν κάποιος εισπνεύσει, για κάποιο λόγο, ατμούς αμμωνίας, θα πρέπει να πάρει ως αντίδοτο ξύδι και κατόπιν μικρή ποσότητα κοινού λαδιού.

Περιττό βέβαια να αναφερθεί ότι στις εγκαταστάσεις ψύξης με αμμωνία, θα πρέπει να υπάρχει οργανωμένο φαρμακείο με όλα τα απαραίτητα υλικά, φάρμακα κλπ., ώστε να μπορεί να αντιμετωπιστεί κάθε περίπτωση ατυχήματος από την παρουσία της αμμωνίας.

### Περιγραφή βασικής ψυκτικής διάταξης

Αφού έγινε ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων μια ψυκτική διάταξη πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη που παριστάνονται σχηματικά στο σχήμα.



Το κύκλωμα αποτελείται βασικά από:

- α) Συμπιεστή αερίου (ατμών)
- β) Συμπυκνωτή των θερμών συμπιεσμένων ατμών
- γ) Συσκευή άεργης εκτόνωσης (αμμωνοδιαχωριστής) η οποία μπορεί να είναι βελονοειδής βαλβίδα ή τριχοειδή σωλήνας

δ) ατμοποιητής όπου το εκτονούμενο ρευστό ατμοποιείται και απορροφά θερμότητα (ψύκτης ή ψυκτικό στοιχείο).

Η αμμωνία υγροποιείται στον συμπυκνωτή (2) και αεριοποιείται στον ατμοποιητή (4) στο δε συμπιεστή (1) πρέπει να οδηγηθεί σε αέρια κατάσταση. Στα σχήματα 3 και 4 παρουσιάζεται ο ίδιος κύκλος σε διάγραμμα T-S (θερμοκρασίας-Εντροπίας) (σχήμα 3) και σε διάγραμμα lnP-h (πίεσης-ενθαλπίας).

Για την χάραξη αυτού του κύκλου του σχήματος 4 θεωρείται ότι ο ατμός του ψυκτικού μέσου (αμμωνία) στην είσοδο του συμπιεστή (σημείο 1) είναι σε κατάσταση κορεσμού και ότι η υγρή φάση στην είσοδο της εκτονωτικής βαλβίδας βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού (σημείο 4).

**Μεταβολή 1→2** παριστάνει τη συμπίεση από το συμπιεστή (ισεντροπική μεταβολή  $ds = 0$ ). Η ενέργεια ή το έργο που θεωρητικά καταναλώνεται από το συμπιεστή είναι ίσο με:

$$W_{th} = m (h_2 - h_1)$$

όπου  $m$  = η παροχή μάζας του ψυκτικού υγρού που κυκλοφορεί στη διάταξη.

**Μεταβολή 2 → 3 → 4→5** παριστάνει την ψύξη του ψυκτικού μέσου μέχρι την πλήρη υγροποίηση αυτού. Η μεταβολή γίνεται με σταθερή πίεση συμπύκνωσης ( $dp_s = 0$ ). Η αποβαλλόμενη θερμότητα στο περιβάλλον θεωρητικά ίση με:

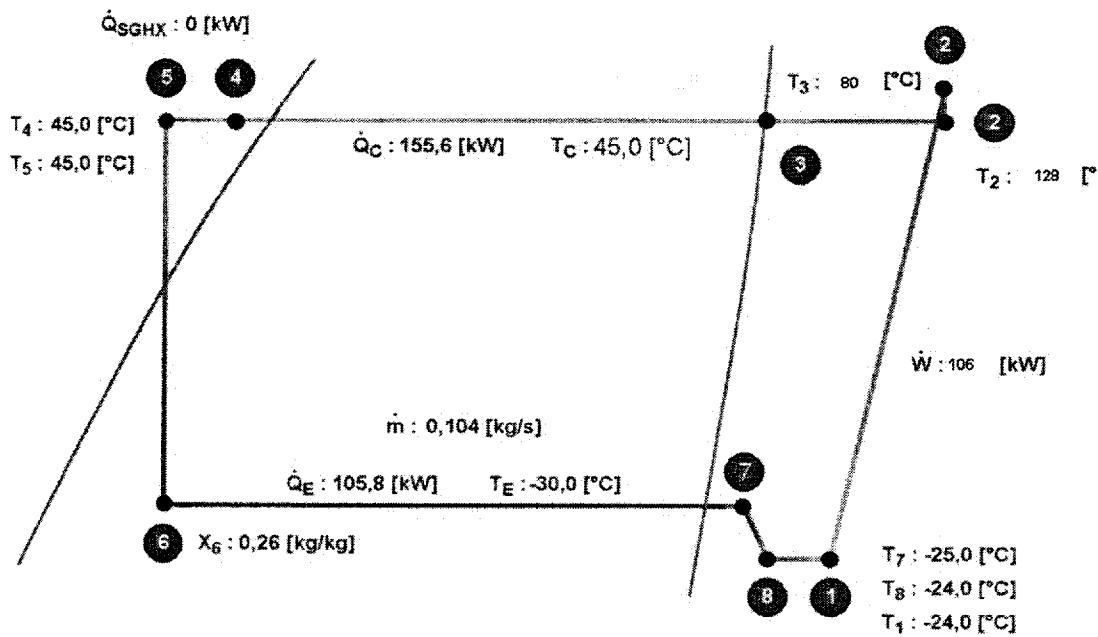
$$Q_{sth} = (h_2 - h_4) m$$

**Μεταβολή 5 → 6** παριστάνει τον ισενθαπλικό στραγγαλισμό ( $dh=0$ ). Το δαπανώμενο ή παραγόμενο κατά την μεταβολή αυτή έργο θεωρητικό είναι μηδενικό  $m (h_5 - h_4) = 0$  γιατί  $h_5 = h_4$ .

**Μεταβολή 6→7** παριστάνει την πλήρη ατμοποίηση του ψυκτικού υγρού. Θεωρητικά η μεταβολή γίνεται με σταθερή πίεση  $dp_w = 0$ . Το αφαιρούμενο ποσό θερμότητας από το περιβάλλον του ατμοποιητή, δηλαδή η ψυκτική ισχύς της εγκατάστασης είναι ίση με:

$$Q_{wth} = m (h_5 - h_1)$$





Σχ.10 Πραγματικός ψυκτικός κύκλος διάταξης

### Σημείο 1 (είσοδος συμπιεστή)

Θερμοκρασία αναρροφήσεως:  $t_1 = -25 \text{ }^\circ\text{C}$

Πίεση αναρροφήσεως :  $P_1 = 1,164 \text{ bar}$

Ενθαλπία :  $h_1 = 1436,13 \text{ KJ/Kg}$

Κατά την υπερθέρμανση της αμμωνίας, ή μεν θερμοκρασία της αυξήθηκε κατά  $5^\circ\text{C}$ , ή δε ενθαλπία της κατά  $3,72$

Έτσι οι υπέρθερμοι ατμοί της αμμωνίας αναρροφούνται από το συμπιεστή και συμπιεζόμενοι εξέρχονται απ'αυτόν με τα παρακάτω θερμοδυναμικά στοιχεία:

### Σημείο 2 (έξοδος του συμπιεστή)

Θερμοκρασία εξόδου της αμμωνίας από το συμπιεστή

$t_2 = 128 \text{ }^\circ\text{C}$

Πίεση καταθλίψεως

$P_2 = 18,09 \text{ bar}$

Ενθαλπία

$h_2 = 1873,6 \text{ KJ/Kg}$

Ή θερμοκρασία που αποκτά ή αμμωνία ( $128 \text{ }^\circ\text{C}$  κατά τη συμπίεση της είναι πολύ μεγάλη, γι' αυτό ψύχεται στους  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  και μ'αυτή τη

θερμοκρασία εισέρχεται στο συμπυκνωτή, αφού πρώτα περάσει από τον ελαιοδιαχωριστή.

**Σημείο 3** (είσοδος ατμών αμμωνίας στο συμπυκνωτή)

θερμοκρασία καταθλίψεως  $t_3 = 80^\circ\text{C}$

Πίεση καταθλίψεως  $P_3 = 17,85\text{bar}$

Ενθαλπία  $h_3 = 1481\text{ KJ/Kg}$

Περνώντας η αμμωνία μέσα από τον υδρόψυκτο συμπυκνωτή, κι αφού αποβάλει τη θερμότητα (αισθητή και λανθάνουσα), πού απορρόφησε κατά τον κύκλο της ψύξης, υγροποιείται και εξέρχεται υπόψυκτη με τα παρακάτω θερμοδυναμικά στοιχεία:

**Σημείο 4** (έξοδος αμμωνίας από το συμπυκνωτή)

θερμοκρασία της αμμωνίας:  $t_4 = 35^\circ\text{C}$

Πίεση υπόψυκτη αμμωνίας:  $P_4 = 17,85\text{bar}$

Ενθαλπία  $h_4 = 410\text{ KJ/Kg}$

Εξερχόμενη ή υπόψυκτη αμμωνία κατευθύνεται προς το συλλέκτης της υψηλής με τα έξης θερμοδυναμικά στοιχεία:

**Σημείο 5**(είσοδος υπόψυκτης αμμωνίας στον αμμωνοδιαχωριστή).

θερμοκρασία αμμωνίας:  $t_5 = 30^\circ\text{C}$

Πίεση  $P_5 = 13,7\text{bar}$

Ενθαλπία  $h_5 = 385\text{ KJ/Kg}$

Μετά τον αμμωνοδιαχωριστή η αμμωνία κατευθύνεται σε μια αντλία απ' όπου την αναρροφά και την καταθλίβει μέσα στο ψυκτικό στοιχείο.

**Σημείο 6** (είσοδος της αμμωνίας στα ψυκτικά στοιχεία)

θερμοκρασία εξατμίσεως:  $t_6 = -30^\circ\text{C}$

Πίεση εξατμίσεως :  $P_6 = 1,195\text{ bar}$

Ενθαλπία :  $h_6 = 385\text{ KJ/Kg}$

**Σημείο 7** (έξοδος της αμμωνίας από τα ψυκτικά στοιχεία)

Θερμοκρασία εξατμίσεως:  $t_7 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$

Πίεση εξατμίσεως :  $P_7 = 2 \text{ bar}$

Ενθαλπία :  $h_7 = 1420 \text{ KJ/Kg}$

Δηλαδή, ή αμμωνία που εξατμίσθηκε μέσα στα ψυκτικά στοιχεία, αφαίρεσε  $h_7 - h_6 = 1420 - 385 = 1035 \text{ Kcal/Kg}$

Με τη βοήθεια του διαγράμματος του ψυκτικού μέσω  $(P, h)$ , είναι ευχερέστατος ο υπολογισμός των διαφόρων θεωρητικών ποσοτήτων θερμότητας καθώς και του θεωρητικού απαιτούμενου μηχανικού έργου συμπίεσεως με τη βοήθεια των σχέσεων:

Ψυκτική ισχύς  $Q_{\psi th} = m (h_1 - h_s) = m (h_1 - h_4)$

Θερμότητα συμπυκνώσεως:  $Q_{\Sigma th} = m (h_2 - h_4)$

Θεωρ. μηχανικό έργο:  $W_{th} = m (h_2 - h_1)$

### Υπολογισμός του ψυκτικού κύκλου λειτουργίας της εγκατάστασης

Παραπάνω θα γίνει υπολογισμός του συγκριτικού και πραγματικού κύκλου λειτουργίας της ψυκτικής εγκατάστασης. Το ψυκτικό μέσο είναι η αμμωνία. Για την διευκόλυνση των υπολογισμών θα χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα Molier λογαριθμικής πίεσεως-ενθαλπίας  $(P-h)$  που διατίθεται για την αμμωνία.

Επιλέγεται θερμοκρασία ατμοποιητή  $T_5 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$  και από το διάγραμμα προκύπτει  $P_5 = 1,195 \text{ bar}$ .

Επίσης επιλέγεται θερμοκρασία στον συμπυκνωτή  $T_c = 45 \text{ }^\circ\text{C}$  και από το διάγραμμα προκύπτει  $P_c = 17,82 \text{ bar}$ .

Λόγω του ότι ο λόγος των πιέσεων  $15/2 = 7,5 < 8$  στην εγκατάσταση θα χρησιμοποιηθεί μονοβάθμιος συμπίεστής.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Molier ο συγκριτικός κύκλος  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 1$ .

$h_1 = 1436,13 \text{ KJ/kg}$

$h_2 = 1873,6 \text{ KJ/kg}$

$h_5 = h_6 = 410,58 \text{ KJ/kg}$

Για τον θεωρητικό κύκλο η μεταβολή  $1 \rightarrow 2$  λαμβάνεται ισεντροπική συμπίεση, ενώ στο πραγματικό κύκλο η μεταβολή  $1 \rightarrow 2$  λαμβάνεται σαν

πολυτροπική συμπίεση με ενδεικνυόμενο βαθμό απόδοσης  $\eta_1 = 0,85$ . Τα υπόλοιπα σημεία του κύκλου λειτουργίας υπολογίζονται ως εξής:

$$h_2 = h_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_1} = 1436,13 + \frac{1873,6 - 1436,13}{0,85} = 1950,1 \text{ kJ / kg}$$

Η ροή μάζας της αμμωνίας στη βαθμίδα συμπίεστη θα είναι από τον τύπο υπολογισμού της ψυκτικής ισχύος:

$$Q_{\text{συμπ.}} = W_{\text{συμπ.}} (h_2 - h_5) = m_{\text{σημπ.}} \frac{Q_{\text{συμπ.}}}{h_1 - h_5} = \frac{105,75}{1436,13 - 410,58} = 0,103 \text{ kg / sec}$$

όπου  $Q_{\text{συμπ.}}$  είναι το συνολικό ψυκτικό φορτίο

$$Q_{\text{συμπ.}} = 90.928,8 (\text{Kcal / h}) = 90.928,8 \cdot 1,163 \text{ W} = 105.750,2 \text{ W}$$

Η ενδεικτική ισχύς των συμπίεστών προκύπτει:

$$N_1 = \frac{m(h_2 - h_1)}{\eta} = \frac{0,073(1767,34 - 1450,84)}{0,85} = \frac{0,073 \cdot 437,47}{0,85} = 106,02 \text{ KW}$$

Η ισχύς του συμπυκνωτή:

$$Q_{\Sigma \text{YII}} = m(h_2 - h_4) = 0,103(1873,6 \text{ KJ / kg} - 410,58) \\ Q = 0,103 \cdot 1463,02 = 150,69 \text{ KW}$$

Ο θεωρητικός συντελεστής συμπεριφοράς:

$$COP_{\text{θεωρ.}} = \frac{Q}{N} = \frac{105,75}{87,494} = 1,22$$

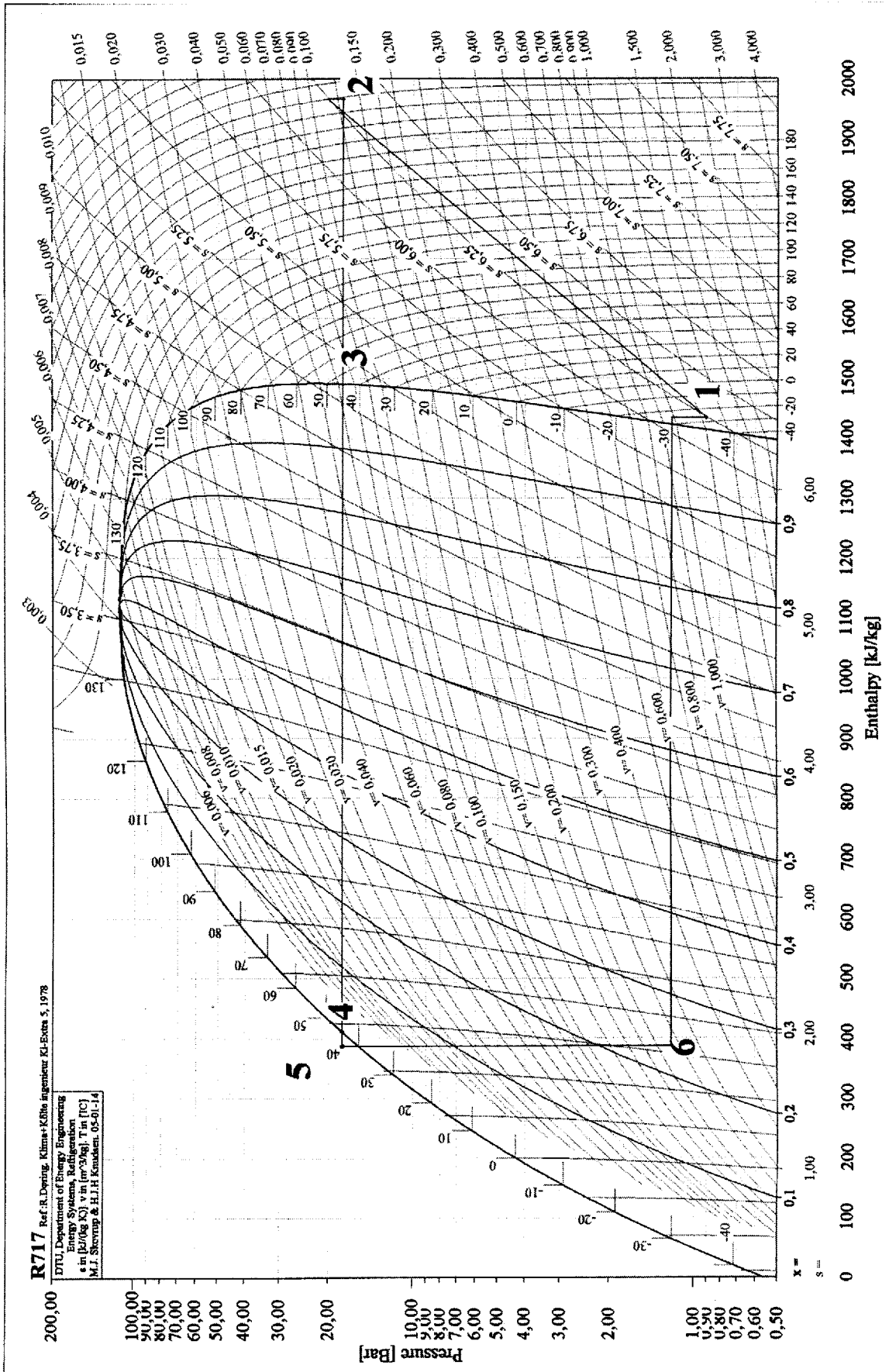
Αν ο μηχανικός βαθμός απόδοσης  $\eta_m = 0,85$  η πραγματική ισχύς θα είναι:

$$N_m = \frac{N}{\eta_m} = \frac{106,02}{0,85} = 124,74 \text{ KW}$$

Και ο πραγματικός συντελεστής συμπεριφοράς:

$$COP = \frac{Q}{h_m} = \frac{105,75}{106,02} = 0,99$$

Από το διάγραμμα Mollier επίσης λαμβάνονται οι θερμοκρασίες του κύκλου λειτουργίας:



Σχ.12 Διάγραμμα ψυκτικής συμπεριφοράς (P-h)

$$T_1 = -30^\circ \text{ C}$$

$$T_2 = 128,12^\circ \text{ C}$$

$$T_3 = 80^\circ \text{ C}$$

$$T_4 = 45^\circ \text{ C}$$

$$T_5 = 30^\circ \text{ C}$$

$$T_6 = -30^\circ \text{ C}$$

$$\Delta P \text{ κατάθλιψης} = 1809,5 \text{ KPa} - 1785,5 = 24 \text{ KPa} = 2,4 \text{ bar}$$

$$\Delta P \text{ αναρρόφησης} = 3 \text{ KPa} = 0,3 \text{ bar}$$

$$\Delta T \text{ Υπερθέρμανσης} = 5 \text{ K}$$

$$\Delta T \text{ Υπόψυξης} = 0 \text{ K}$$

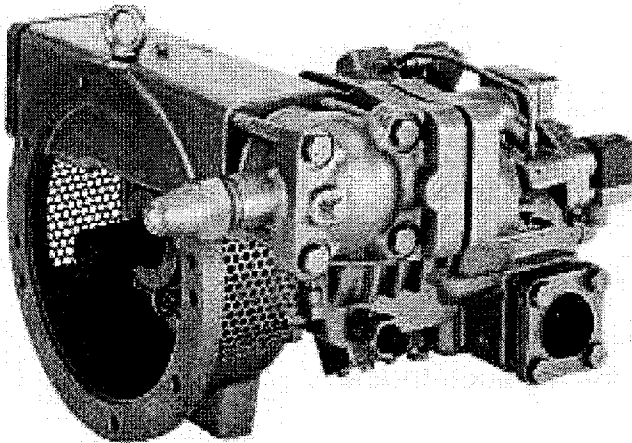
$$\Delta P \text{ Συμπυκνωτή} = P_4 - P_3 = 0 \text{ bar}$$

$$\Delta P \text{ Ατμοποιητή} = 0 \text{ bar}$$

### Υπολογισμός συμπιεστή

Για τον συμπιεστή που θα χρησιμοποιηθεί το βασικό κριτήριο επιλογής είναι η ψυκτική απόδοση που πρέπει να έχει η ψυκτική συσκευή και είναι της τάξης 105,75 KW με την μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

Βάση αυτού του κριτηρίου επιλέγεται μια σειρά παλινδρομικών συμπιεστών (μετά από έρευνα στην αγορά) που έχουν αυτήν την ψυκτική απόδοση.



Σχ.11 Κοχλιοειδής συμπιεστής

### Οι συνθήκες λειτουργίας του συμπιεστή

Θερμοκρασία ατμοποίησης:  $-30^{\circ}\text{C}$   
Πίεσης ατμοποίησης: 1,195 bar  
Θερμοκρασία συμπύκνωσης:  $45^{\circ}\text{C}$   
Πίεση συμπύκνωσης: 17,82 bar  
Θερμοκρασία επιστροφής αερίου:  
Θερμοκρασία εξόδου ατμοποιητή:  $-20^{\circ}\text{C}$

### Ενθαλπίες

Ενθαλπία ατμού στην έξοδο του ατμοποιητή: 1417 KJ/kg  
Ενθαλπία εισόδου στον συμπιεστή(θεωρητικά): 1873,5 KJ/kg  
Ενθαλπία εισόδου στον συμπιεστή: 1420 KJ/kg  
Ενθαλπία εισόδου στον ατμοποιητή: 410,5 KJ/kg  
Παροχή ψυκτικού ρευστού: 398 kg/h  
Επιθυμητή ψυκτική απόδοση:  $Q_{\psi} = 107.750\text{ W}$

Η ψυκτική απόδοση που δίνει ο συμπιεστής για την συγκεκριμένη παροχή ψυκτικού μέσου και για την διαφορά ενθαλπιών, στην έξοδο και την είσοδο του ατμοποιητή είναι:

$$Q_{\psi} = \dot{M} m = (1417 - 410,58) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} 398 \text{kg} / \text{h} =$$

$$Q_{\psi} = 400.555,16 \frac{\text{kj}}{\text{kg}} = 400.555,16 \frac{1000}{3600} \left( \frac{\text{J}}{\text{sec}} \right) =$$

$$Q_{\psi} = 111.265,32 \text{Watt} = 111,265 \text{KW}$$

Άρα οι συνθήκες λειτουργίας που επιλέχθηκαν δίνουν την επιθυμητή ψυκτική απόδοση στο διάγραμμα Molier.

Το ότι από το διάγραμμα λήφθηκαν 111.112 Watt δεν σημαίνει ότι σίγουρα το μηχάνημα θα αποδώσει αυτή την ψυκτική ισχύ. Αν όμως από το διάγραμμα δεν ληφθεί η επιθυμητή ψυκτική ισχύς τότε δεν μπορεί να εφαρμοσθεί καμία επέμβαση στην επιφάνεια των στοιχείων ή στην παροχή του ανεμιστήρα και δεν πρόκειται ποτέ να ληφθεί η επιθυμητή ψυκτική απόδοση.

Το θεωρητικό έργο του συμπιεστή είναι:

$$W = 1873,5 - 1417 = 456,5 \frac{Kj}{Kg}$$

$$W = 373 \frac{Kj}{Kg} \cdot 412 \frac{kg}{h} = 153.676 \frac{Kj}{h}$$

$$= W = 153.676 \frac{1000}{3600} \left( \frac{J}{sec} \right) = W = 42,687 KW$$

Σχέση συμπίεσης:

$$CR = \frac{\text{Απόλυτη εση κ κατάθλ ης}}{\text{Απόλυτη πι πίε αντιρρόφησης}}$$

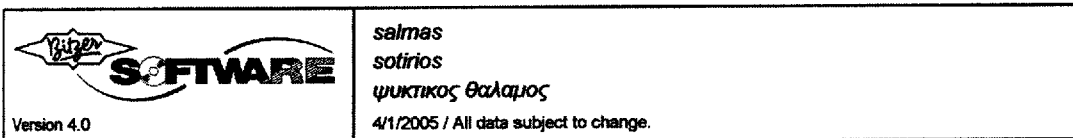
$$CR = \frac{17,82}{1,195} = 14,9$$

Από διάγραμμα του σχήματος για σχέση συμπίεσης  $CR = 7,5$  προκύπτει ογκομετρικός βαθμός απόδοσης  $\eta_v = 0,72$ .

Και η εσωτερική ισχύς του συμπιεστή είναι:

$$W_{\text{πρακτικό}} = \frac{W_{\text{θεωρ.}}}{\eta_v} = \frac{42,687}{0,72} = 59.2875 Kn$$

Από τον κατάλογο προϊόντων της Bitzer έχοντας ως δεδομένα

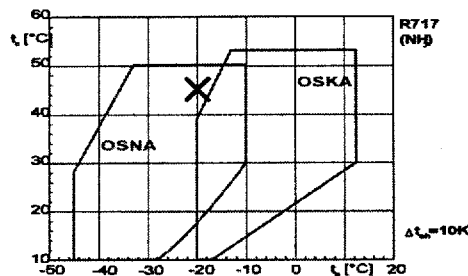


**Compressor Selection: Open Screw Compressors**

**Input Values**

Cooling capacity [kW]	105
Refrigerant	R717
Evaporating SST [°C]	-30
Condensing SCT [°C]	45
Operating mode	ECO
Liquid temperature [°C]	Auto
Max. disch. gas temp. [°C]	80
Suct. gas superheat [K]	5
Speed [1/min]	2900
Useful superheat [K]	100%

**Application Limits**



Οπότε τελικά επιλέγουμε κοχλιοειδή συμπιεστή ανοιχτού τύπου (open screw-compressor) κατηγορίας OSNA7471-K με χαρακτηριστικά:



**Output**

Compressor type	<b>OSNA7471-K</b>
Cooling capacity	115.8 kW
Cooling capacity *	115.8 kW
Evaporator capacity	115.8 kW
Power input	54.3 kW
COP/EER	2.13
COP/EER *	2.13
Mass flow LP	327 kg/h
Mass flow HP	398 kg/h
Operating mode	ECO

\* with suction gas superh. 5 K and liquid temperature  $t_{cu}=t_m$

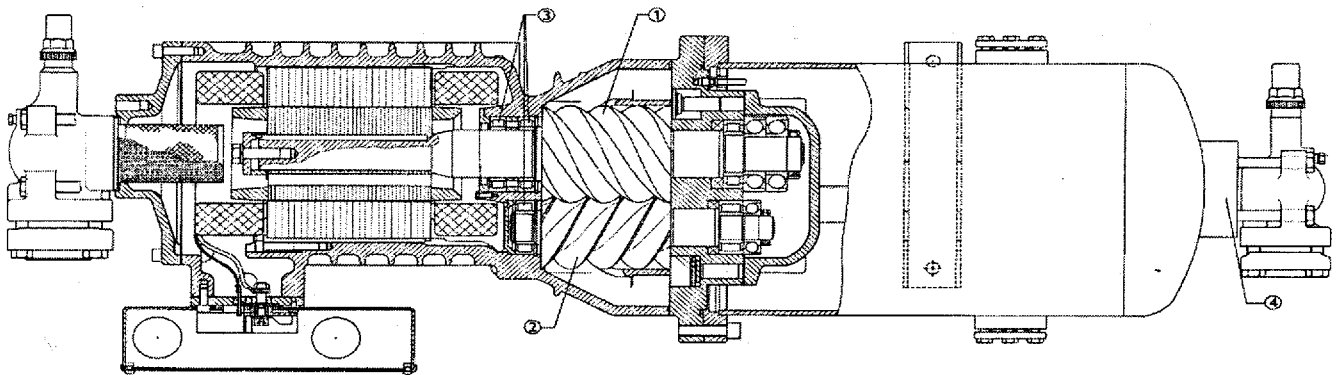
**Data Sheet: OSNA7471-K**

Available Documentation:

- Leaflet: SP-500 (50Hz / SI)
- Application Manual: SH-500
- Operating Instruction: SB-500
- Manufacturers Declaration / Decl. of Conformity: SC-500
- Show dimensional drawing
- Download CAD drawing

Technical Data	Dimensional units: <input type="text" value="SI"/>
Displacement (2900 RPM 50 Hz)	250 m <sup>3</sup> /h
Displacement (3500 RPM 60 Hz)	302 m <sup>3</sup> /h
Allowed speed range	1450 .. 4000 min <sup>-1</sup>
Sens of rotation (compressor)	links / counter-clockwise
Weight	188 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 28 bar
Connection suction line	76 mm - 3 1/8"
Connection suction line (NH3)	DN 80

Connection discharge line	54 mm - 2 1/8"
Connection discharge line (NH3)	DN 50
Adapter/shut-off valve for ECO	22 mm - 7/8" (Option)
Adapter for ECO (NH3)	DN 20 (Option)
Oil type R22	B150SH, B100 (Option)
Oil type R134a/R404A/R507A	BSE170 (Option)
Oil type NH3	Clavus G68/46/32 , SHC 224/226E
Oil flow control OFC	Option
Discharge gas temp. protection	Standard
Start unloading	Standard
Capacity control	100-75-50% (Standard)
Discharge valve	Option
ECO connection with shut-off valve	Option
Coupling	KS 720/ KS 730
Coupling housing	Option



1. Αρσενικός στροφέας
2. Θηλυκός στροφέας
3. Ρουλεμάν
4. Βαλβίδα ελέγχου

Σχ.12 Εσωτερικά μέρη κοχλιοειδούς συμπιεστή

### Υπολογισμός του συμπυκνωτή

Η ικανότητα του συμπυκνωτή όπως προέκυψε από τον κύκλο στο διάγραμμα Molier για θερμοκρασία στην έξοδο του συμπιεστή 128° C είναι:

$$\begin{aligned} Q_{\text{συμπ.}} &= m(1423,19 - 410) = \\ Q_{\text{συμπ.}} &= 398 \frac{\text{kg}}{\text{h}} 1080,17 = 594.594 \frac{\text{Kj}}{\text{S}} = \\ Q_{\text{συμπ.}} &= 119,418 \text{KW} \end{aligned}$$

Παρατηρείται αύξηση 13,73% σε σχέση με την ψυκτική ισχύ που σημαίνει ότι είναι στα όρια που είναι 25-30% αύξηση της ψυκτικής ικανότητας.

Έχουμε τα εξής στοιχεία:

Υπόψυξη  $\Delta T = 5\text{K}$

Θερμοκρασία συμπύκνωσης 45° C

Θέρμανση του νερού κατά 7,5° C

Θερμοκρασία εισόδου του νερού 25° C

### Ψυκτικά στοιχεία θαλάμου συντήρησης των κατεψυγμένων λαχανικών

Οι ψύκτες του θαλάμου διατήρησης των κατεψυγμένων λαχανικών θα είναι αερόψυκτοι, δηλ. εσωτερικά θα εκτονώνεται η αμμωνία και εξωτερικά θα κυκλοφορεί αέρας με τη βοήθεια ανεμιστήρα. Οι ψύκτες θα τοποθετηθούν στα τοιχώματα του θαλάμου.

Εκλέγεται θερμοκρασία ατμοποίησης -30 34,9 W/m<sup>2</sup>K

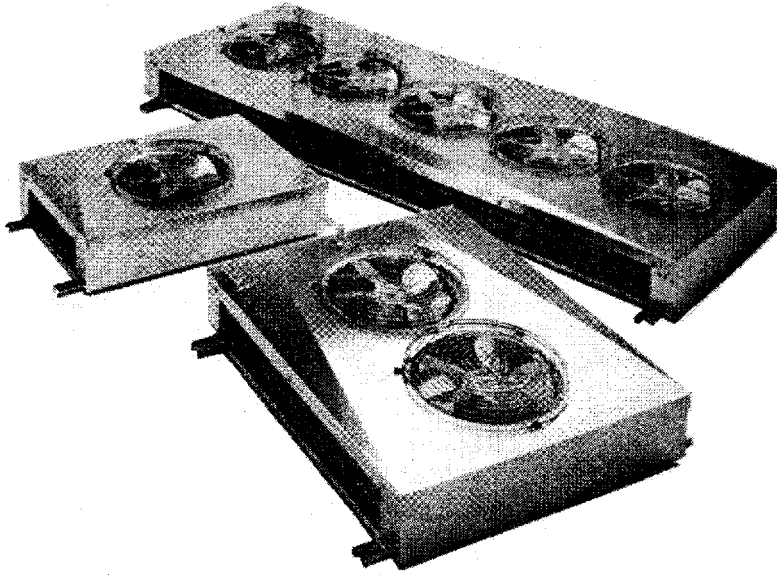
Συνολική ψυκτική απαίτηση του θαλάμου διατήρησης είναι:

$$Q_{\text{θαλ}} = 105,75 \text{ KW}$$

Για μέση διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T = 7 \text{ K}$ , η επιφάνεια εναλλαγής θα είναι:

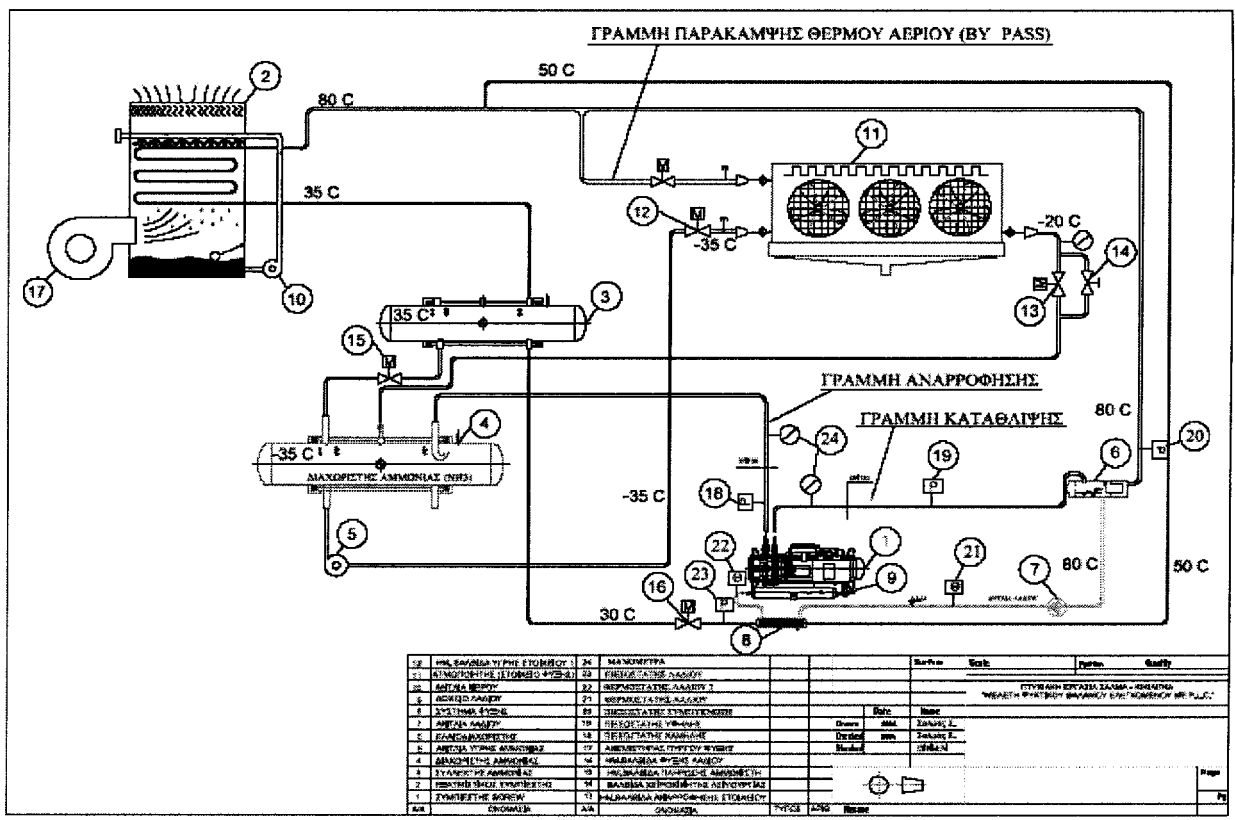
$$A = \frac{Q}{U \Delta T} = \frac{105.750}{34,9 \cdot 7} = 432,86 \text{ m}^2$$

Θα τοποθετηθούν δύο σετ αερόψυκτων ψυκτών INBA633B10 με επιφάνεια εναλλαγής 216,5 m<sup>2</sup> και 3 ψύκτες έκαστος.



Σχ.13 Διάφοροι τύποι εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.

## Ανάλυση Τμημάτων Ψυκτικού Κύκλου



Σχ.14

### Συμπιεστές ψυκτικών μονάδων

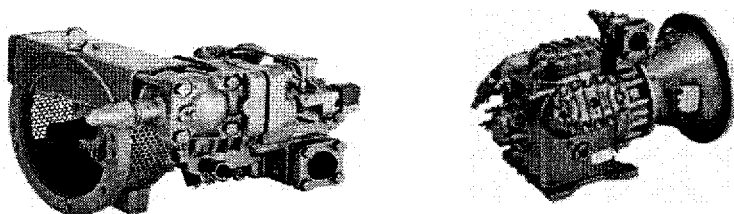
Στις ψυκτικές μονάδες που εργάζονται με βάση τον κύκλο ψύξης με συμπίεση ατμών, ο συμπιεστής αποτελεί την καρδιά της μονάδας. Όπως ακριβώς η καρδιά του ανθρώπινου σώματος αναρροφά και καταθλίβει το αίμα, έτσι και ο συμπιεστής αναρροφά το ψυκτικό αέριο από τον εξατμιστή (ψύκτη) και το καταθλίβει (συμπιέζει) προς το συμπυκνωτή. Μ' αυτό τον τρόπο ο συμπιεστής εξασφαλίζει μια συνεχή διαφορά πίεσης μεταξύ της πλευράς της αναρρόφησης και της πλευράς της κατάθλιψης. Η διαφορά αυτή της πίεσης, που η τιμή της ποικίλει ανάλογα με το είδος και το σκοπό της εγκατάστασης, είναι απόλυτα απαραίτητη για τη συνεχή λειτουργία μιας ψυκτικής μονάδας.

Οι συμπιεστές διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που παίρνουν κίνηση και το πόσο προσιτό είναι το εσωτερικό τους.

- Τους συμπιεστές ανοιχτού τύπου.
- Τους ημίκλειστους συμπιεστές.
- Τους συμπιεστές κλειστού τύπου.

#### Α. Οι συμπιεστές ανοιχτού τύπου.

Χρησιμοποιήθηκαν παλαιότερα σε όλες σχεδόν τις ψυκτικές εφαρμογές. Όμως η χρήση τους σήμερα περιορίστηκε σημαντικά λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν σε σχέση με τα άλλα είδη συμπιεστών.



Σχ.15 Συμπιεστές ανοιχτού τύπου

Στους συμπιεστές ανοιχτού τύπου, ο ηλεκτροκινητήρας που δίνει κίνηση στο συμπιεστή, (Βρίσκεται πάντα έξω από το κύριο σώμα του συμπιεστή και η μετάδοση της κίνησης γίνεται με τη βοήθεια ιμάντα (λουριού) ή κόμπλερ. Επίσης οι συμπιεστές ανοιχτού τύπου λύνονται εύκολα (αποσυναρμολογούνται) και όλα σχεδόν τα εξαρτήματα τους είναι προσιτά και μπορούμε εύκολα να τα επιθεωρήσουμε ή να τα αντικαταστήσουμε. Η προσιτότητα του εσωτερικού των συμπιεστών ανοιχτού τύπου και η εύκολη επισκευή τους, είναι τα σοβαρότερα **πλεονεκτήματα** που παρουσιάζουν.

#### Μειονεκτήματα

1. Παρουσιάζουν προβλήματα στη στεγανοποίηση τους, γιατί ο στροφαλοφόρος άξονας τους εκτείνεται έξω από το κύριο σώμα του συμπιεστή για να συνδεθεί με τον ηλεκτροκινητήρα.
2. Παρουσιάζουν δυσκολίες στην ευθυγράμμιση τους με τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα από τον οποίο παίρνουν κίνηση.
3. Είναι συνήθως ογκώδεις και μεγάλου βάρους,
4. Κοστίζουν περισσότερο σε σύγκριση με συμπιεστές άλλου τύπου.
5. Είναι θορυβώδεις κατά τη λειτουργία τους.

6. Η ρύθμιση της έντασης του ιμάντα (λουριού) αποτελεί πάντα ένα πρόβλημα για τους συντηρητές ψυκτικούς.

Η χρήση των συμπιεστών ανοιχτού τύπου, όπως είπαμε και παραπάνω, είναι σήμερα περιορισμένη σε παλιές ψυκτικές εγκαταστάσεις επαγγελματικού και βιομηχανικού τύπου και όπου η χρησιμοποίηση συμπιεστών άλλου τύπου είναι αδύνατη (αυτοκίνητα ψυγεία, κλιματισμός αυτοκινήτων κ.λπ.}. Ωστόσο, με τη βελτίωση των μέσων στεγανοποίησης των συμπιεστών (στεγανοποιητικά υλικά, μηχανισμοί στεγανοποίησης κ.λπ.), οι συμπιεστές ανοιχτού τύπου χρησιμοποιούνται σήμερα και σε καινούργιες ψυκτικές εγκαταστάσεις εμπορικού και βιομηχανικού τύπου, καθώς και σε ψυκτικές εγκαταστάσεις πλοίων, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

### **B. Οι ημίκλειστοι συμπιεστές.**

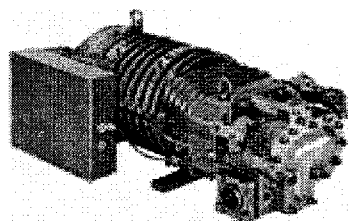
Στους συμπιεστές ημίκλειστου τύπου ο ηλεκτροκινητήρας είναι τοποθετημένος μέσα σε ειδικό χώρο που βρίσκεται στο χυτό σώμα του συμπιεστή. Ο άξονας του ηλεκτροκινητήρα συνδέεται απ<sup>1</sup> ευθείας με το στροφαλοφόρο άξονα του συμπιεστή. Το χυτό σώμα του συμπιεστή περιλαμβάνει το μηχανικό και ηλεκτρικό μέρος του, δημιουργώντας ένα συμπαγές σύνολο.

**Τα πλεονεκτήματα των ημίκλειστων συμπιεστών είναι:**

1. Μειώνονται στο ελάχιστο τα προβλήματα στεγανότητας που παρουσιάζονται στους συμπιεστές ανοιχτού τύπου,

2. Επειδή ο άξονας του ηλεκτροκίνητη-  
ρα είναι μόνιμα συνδεδεμένος με το στρο-  
φαλοφόρο άξονα του συμπιεστή, δεν πα-  
ρουσιάζονται προβλήματα ευθυγράμμισης ή  
έντασης του ιμάντα.

3. Είναι μικρότερου κόστους από τους  
συμπιεστές ανοιχτού τύπου και λιγότερο  
ογκώδεις.



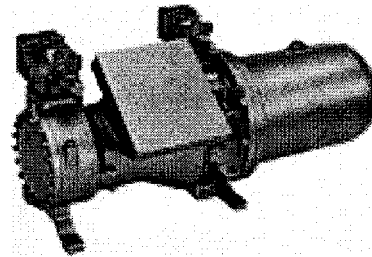
Τα περισσότερα από τα εξαρτήματα τους είναι προσιτά. Μπορούμε δηλαδή να τους ανοίξουμε και να επιθεωρήσουμε ή να αντικαταστήσουμε τα διάφορα εξαρτήματα τους, όπως και στους συμπιεστές ανοιχτού τύπου.

Η χρήση των ημίκλειστων συμπιεστών έχει σχεδόν γενικευθεί στις μέσες ψυκτικές εγκαταστάσεις επαγγελματικού τύπου, καθώς και στις μικρές βιομηχανικού τύπου εγκαταστάσεις.

### Γ. Οι συμπιεστές κλειστού τύπου.

Η προσπάθεια των κατασκευαστών για μεγαλύτερη μείωση του κόστους παραγωγής, κατέληξε στην κατασκευή των συμπιεστών ερμητικά κλειστού τύπου. Στους συμπιεστές αυτού του είδους ο ηλεκτροκινητήρας και το μηχανικό μέρος του συμπιεστή περιβάλλονται από ένα κοινό μεταλλικό περίβλημα (κέλυφος), το οποίο κλείνεται ερμητικά με ηλεκτροσυγκόλληση.

Όπως και στους ημίκλειστους συμπιεστές, ο στροφαλοφόρος άξονας του συμπιεστή συνδέεται απ' ευθείας με τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα. Η κατασκευή αυτή δημιούργησε συμπιεστές με πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους συμπιεστές που αναφέρθηκαν παραπάνω.

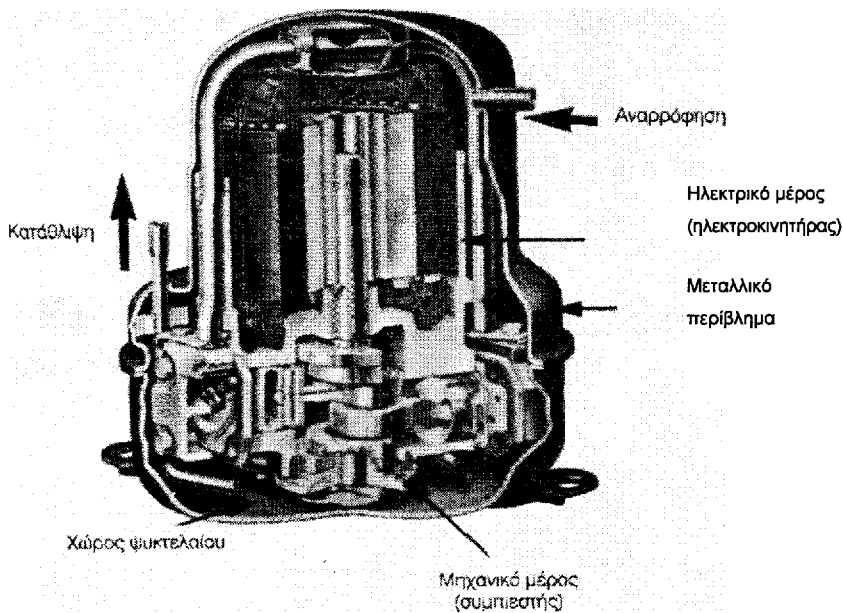


Τα πλεονεκτήματα των συμπιεστών κλειστού τύπου είναι:

Σχ. 17 Συμπιεστής κλειστού τύπου

1. Το κόστος τους είναι μικρότερο από κάθε άλλο είδος συμπιεστή.
2. Ο όγκος και το βάρος τους ελαττώθηκε πάρα πολύ.
3. Μηδενίστηκε σχεδόν η πιθανότητα διαρροών.
4. Μειώθηκαν σημαντικά οι κραδασμοί και ο θόρυβος κατά τη λειτουργία τους.





Σχ 18. Τομή συμπιεστή κλειστού τύπου.

Παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι συμπιεστές κλειστού τύπου έχουν και ένα μεγάλο **μειονέκτημα**. Καθώς όλα τους τα εξαρτήματα περιβάλλονται από το στεγανό μεταλλικό περίβλημα, κάθε έλεγχος του εσωτερικού τους είναι αδύνατος. Αν θελήσουμε να δούμε την κατάσταση κάποιου εξαρτήματος συμπιεστή κλειστού τύπου, θα πρέπει να κόψουμε το μεταλλικό του περίβλημα. Το κόστος όμως αυτής της εργασίας, τις περισσότερες φορές, ξεπερνά το κόστος της αντικατάστασης του συμπιεστή με καινούργιο. Γι' αυτό οι τεχνίτες ψυκτικοί σπάνια επιχειρούν να επισκευάσουν συμπιεστή κλειστού τύπου.

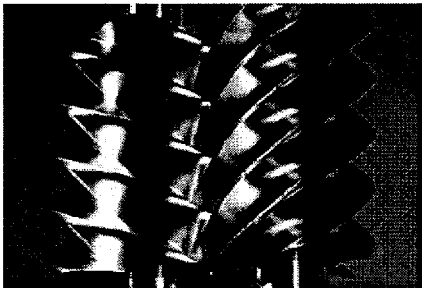
Επίσης γενικά θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τους συμπιεστές ψύξης στις ακόλουθες πέντε μεγάλες ομάδες, ανάλογα με την αρχή της λειτουργίας, Η κάθε ομάδα περιλαμβάνει και ένα είδος συμπιεστών.

- Τους παλινδρομικούς συμπιεστές.
- Τους περιστροφικούς.
- Τους φυγοκεντρικούς.
- Τους συμπιεστές τύπου SCROLL.

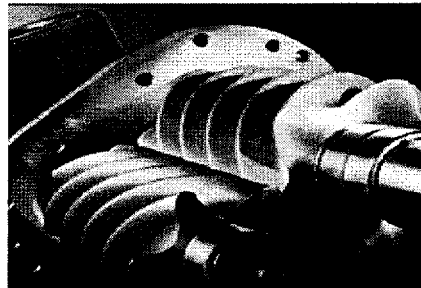
- Τους ελικοειδείς ή κοχλιόμορφους συμπιεστές

Στους κοχλιόμορφους συμπιεστές το ψυκτικό ρευστό αναρροφάται και συμπιέζεται μέσα στις αυλακώσεις των κοχλιών των δύο στροφείων που είναι συζευγμένα μεταξύ τους.

Με τον τρόπο αυτό η αναρρόφηση του ψυκτικού ρευστού γίνεται από τον ένα εκ των δύο άκρων του ζεύγους των στροφείων, στην πλευρά όπου αρχίζει η κίνηση, εκεί όπου οι λοβοί των δύο στροφείων παρουσιάζουν ελεύθερες διατομές, πριν αρχίσει η αμοιβαία διείδυση, (σχήματα 19,20).



Σχ.19



Σχ.20

Η συμπίεση του ψυκτικού γίνεται, λόγω της προοδευτικής εισαγωγής των λοβών του ενός στον άλλον που προκαλεί τη μείωση του όγκου που καταλαμβάνεται από το ψυκτικό. Η συμπίεση τελειώνει στο αντίθετο άκρο του σώματος των στροφείων όταν το ψυκτικό, αφού φτάσει την προκαθορισμένη πίεση, συναντά το άνοιγμα εκτόνωσης και βγαίνει από το συμπιεστή.

Αυτή δεν αντιπροσωπεύει τη μοναδική λύση για τους κοχλιόμορφους συμπιεστές. Εναλλακτική λύση είναι εκείνη του συμπιεστή με ένα κοχλία. Εδώ υπάρχει ένας μόνο κυλινδρικός ρότορας, με ελικοειδές σπείρωμα, με τον οποίο συμπλέκονται δύο ίδιοι οδοντωτοί τροχοί τοποθετημένοι διαμετρικά αντίθετα και στο ίδιο επίπεδο που κινείται ο άξονας του στροφείου .

Το στροφείο και οι οδοντωτοί τροχοί είναι τοποθετημένοι μέσα σε ειδική ελαιολεκάνη.

Ο τζόγος των γραναζιών με το στροφείο είναι περιορισμένος, το στροφείο διατηρείται σε περιστροφή από τον εξωτερικό ηλεκτρικό κινητήρα και μεταδίδει την περιστροφική κίνηση στους δυο οδοντωτούς τροχούς. Ο κύκλος αναρρόφησης - συμπίεσης είναι ο εξής:

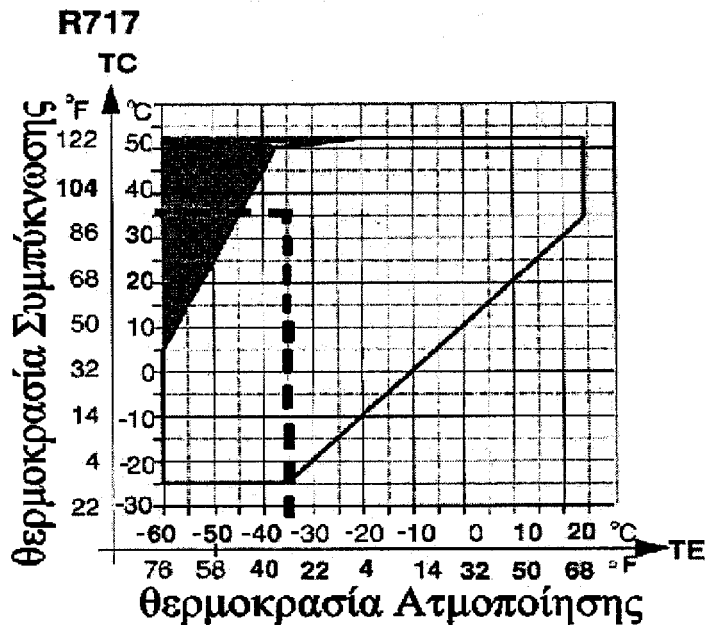
**Αναρρόφηση:** Το ψυκτικό ρευστό μπαίνει από το κάτω άκρο του στροφείου στις υπάρχουσες κοχλιώσεις με ελεύθερο άνοιγμα, λόγω της εκτόνωσης που δημιουργείται ανάμεσα στον τροχό Α και τις κοχλιώσεις από την περιστροφή του στροφείου.

**Συμπίεση:** Εξαιτίας της περιστροφής του στροφείου, οι κοχλιώσεις που έχουν πληρωθεί με ψυκτικό φτάνουν στον άλλο τροχό Β. Αυτός ασκεί συμπίεση,

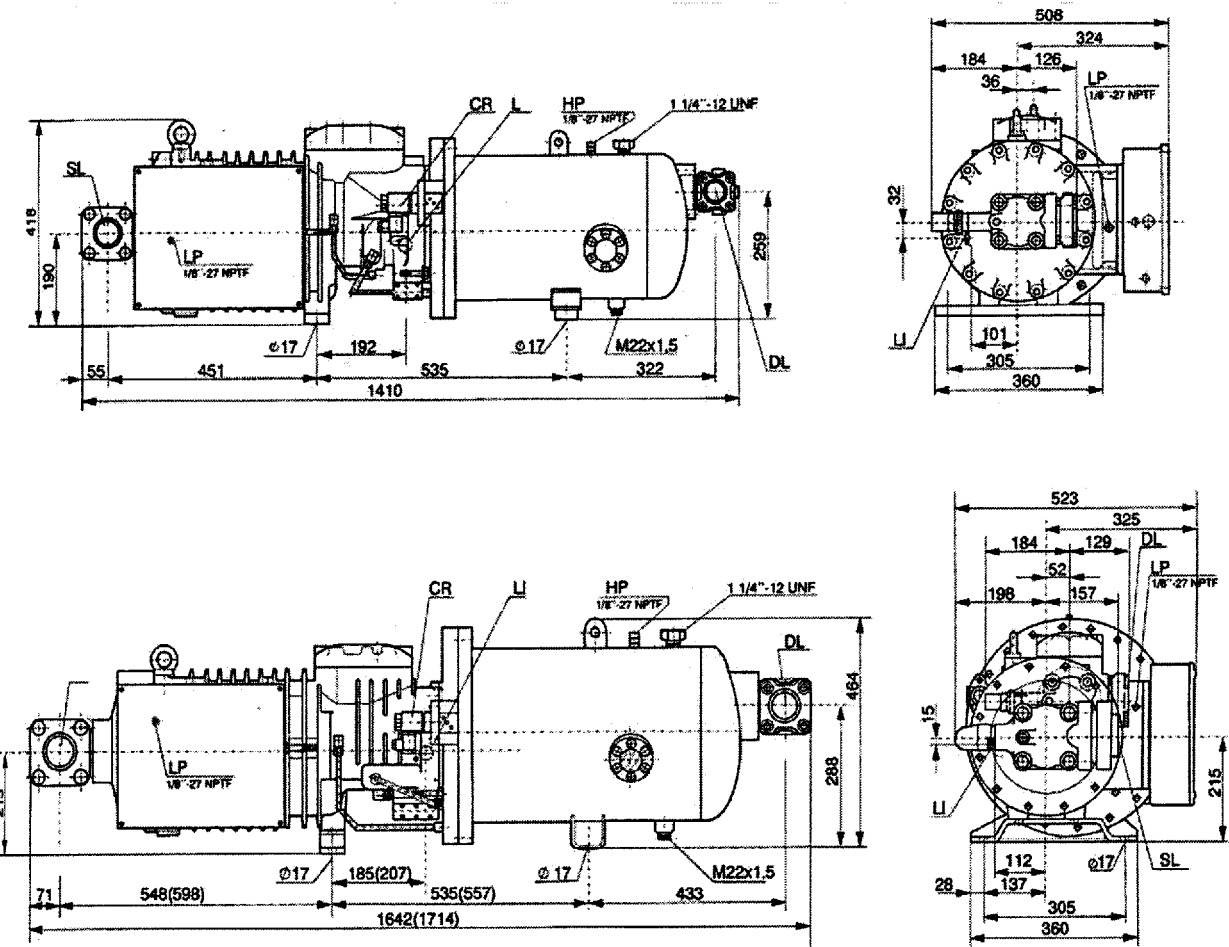
μειώνοντας σιγά-σιγά τον όγκο ανάμεσα στα δόντια του τροχού και στα τυφλά άκρα της κοχλίωσης του στροφείου.

**Κατάθλιψη:** Για κάθε κοχλίωση η συμπίεση συνεχίζεται, έως ότου το άκρο της κοχλίωσης έλθει σε επικοινωνία με ένα από τα ανοίγματα κατάθλιψης. Η πίεση έχει φθάσει τότε τη μέγιστη τιμή της και το αέριο εκτονώνεται για να φύγει έξω από τον συμπιεστή.

Συγκεκριμένα από τον συμπιεστή που έχουμε επιλέξει (OSNA7471-K) έχει τα εξής χαρακτηριστικά λειτουργίας:



Σχ.21 Διάγραμμα θερμοκρασιών συνθηκών λειτουργίας του συμπιεστή



Σχ.22 Γεωμετρικές διαστάσεις κοχλιοειδούς συμπιεστή (OSNA7471-K)

### Οι συμπυκνωτές ψυκτικών μηχανών

Ο συμπυκνωτής της ψυκτικής μηχανής είναι το εξάρτημα εκείνο στο οποίο συμπυκνώνεται (υγροποιείται) το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο που συμπιέζεται προς αυτόν, από το συμπιεστή.

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο αυτού του βιβλίου (στην περιγραφή του κύκλου ψύξης με συμπίεση), το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο που συμπιέζεται προς το συμπυκνωτή έχει παραλάβει, κατά την πορεία του από τον εξατμιστή προς το συμπυκνωτή, διάφορα ποσά θερμότητας που προέρχονται:

1. Από την εξάτμιση του ψυκτικού υγρού στον εξατμιστή (λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης).
2. Από την υπερθέρμανση του ψυκτικού αερίου μετά τον εξατμιστή, αν η σωλήνωση αναρρόφησης δεν είναι μονωμένη (θερμότητα υπερθέρμανσης).
3. Από τη συναλλαγή θερμότητας μεταξύ των θερμών κυλίνδρων του συμπιεστή και του ψυκτικού αερίου που είναι πάντα χαμηλότερης θερμοκρασίας.
4. Από τη συμπίεση του ψυκτικού αερίου, κατά τη φάση της συμπίεσης, στο συμπιεστή (θερμότητα συμπίεσης).

Το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο που φθάνει στο συμπυκνωτή ψύχεται αποδίδοντας θερμότητα στο μέσο ψύξης του συμπυκνωτή (Αμμωνία). Συμβαίνει δηλαδή μια συναλ-

λαγή θερμότητας μεταξύ του υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης ψυκτικού αερίου και του μέσου ψύξης

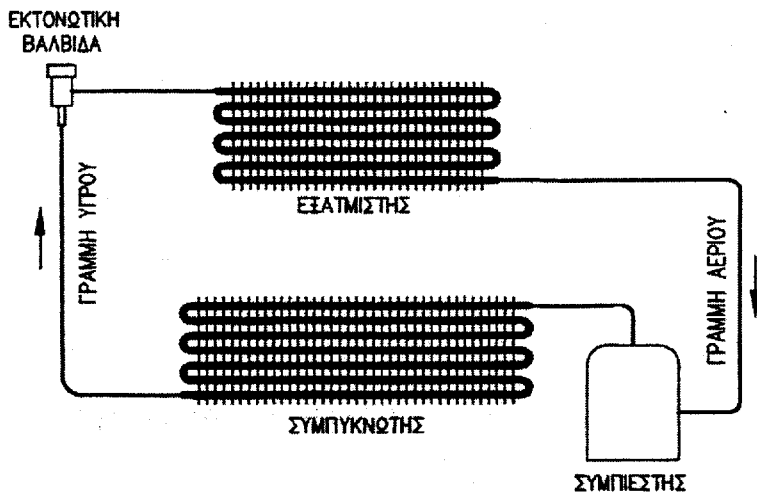
του συμπυκνωτή. Ως μέσα ψύξης των συμπυκνωτών (μέσα παραλαβής θερμότητας) χρησιμοποιούνται:

- Ο ατμοσφαιρικός αέρας.
- Το νερό.
- Συνδυασμός αέρα νερού.

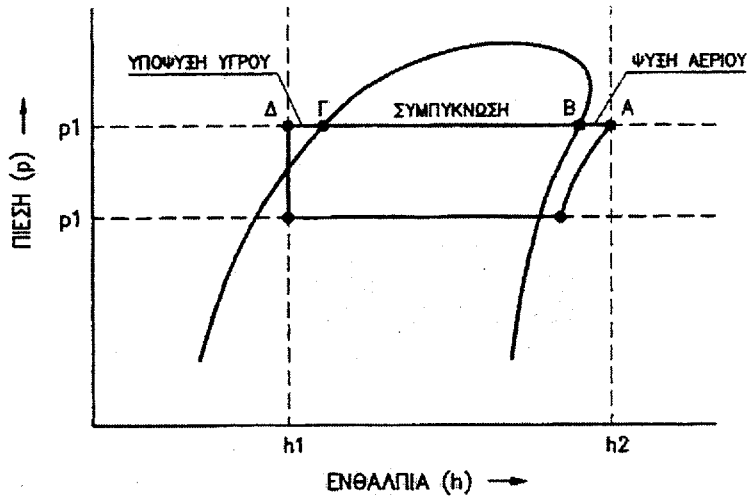
Έτσι διακρίνουμε τα ακόλουθα τρία είδη συμπυκνωτών ανάλογα με το μέσο ψύξης τους. Δηλαδή έχουμε:

1. Τους αερόψυκτους συμπυκνωτές (μέσο ψύξης ο αέρας)
2. Τους υδρόψυκτους (μέσο ψύξης το νερό).
3. Τους εξατμιστικούς συμπυκνωτές (μέσο ψύξης αέρας και νερό).

Το κάθε είδος από τους παραπάνω συμπυκνωτές έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, και η χρήση του κάθε είδους εξαρτάται από τις ιδιαίτερες απαιτήσεις, τα χαρακτηριστικά και τον προορισμό κάθε ψυκτικής μονάδας.



Σχ. 23. Η θέση του συμπυκνωτή στον κύκλο ψύξης.



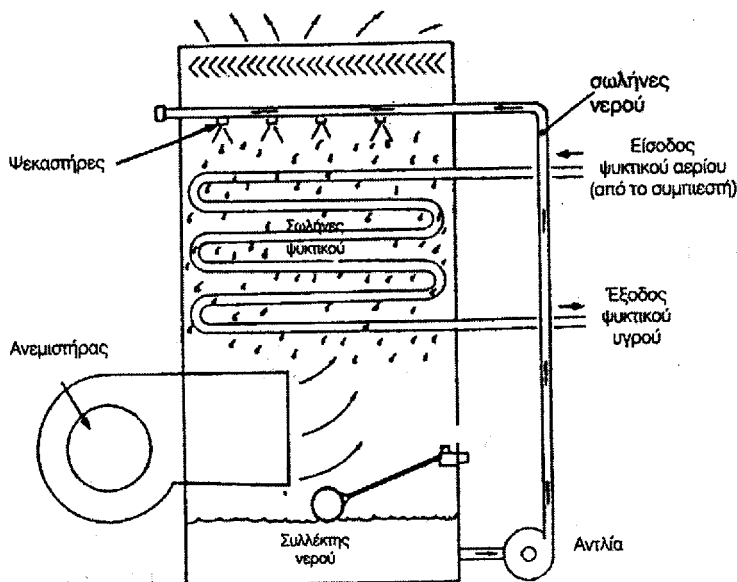
Σχ. 24 Κάθε συμπυκνωτής πρέπει να είναι ικανός να απορρίπτει θερμότητα ίση  $h_2-h_1$ .

Το ψυκτικό ρευστό φτάνει στο συμπυκνωτή ως **υπέρθερμος** ατμός υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Στις πρώτες σωληνώσεις του συμπυκνωτή αφαιρείται αισθητή θερμότητα από τον υπέρθερμο ατμό με αποτέλεσμα να τον μετατρέψει σε **κορεσμένο** ατμό υψηλής πίεσης. Στο τελευταίο τμήμα του συμπυκνωτή συντελείται το κύριο μέρος της **συμπύκνωσης**. Η αφαίρεση θερμότητας συνεχίζεται μέχρις ότου ο κορεσμένος ατμός γίνει **κορεσμένο υγρό** υψηλής πίεσης. Αν συνεχιστεί η ψύξη του κορεσμένου υγρού, θα έχουμε πλέον **υπόψυκτο ψυκτικό υγρό**. Στην πράξη, το ψυκτικό υγρό που φτάνει στην εκτονωτική βαλβίδα είναι κατά κανόνα υπόψυκτο. Έτσι, στο χώρο του συμπυκνωτή, στον οποίο επικρατεί υψηλή πίεση (πίεση κατάθλιψης ή συμπύκνωσης) συναντούμε περισσότερες περιπτώσεις υπόψυκτο υγρό.

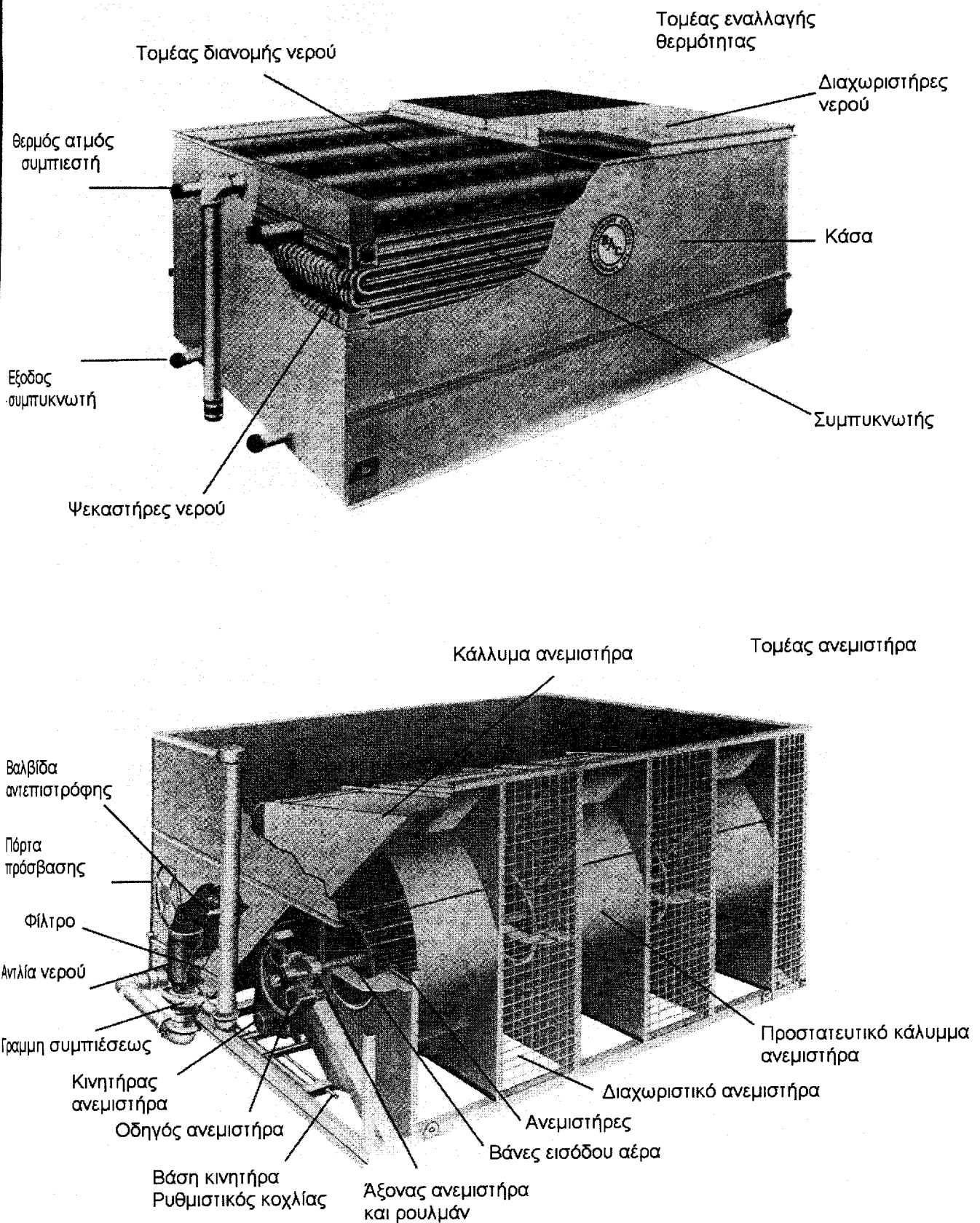
## Εξατμιστικός Συμπυκνωτής

Αυτοί χρησιμοποιούν σαν μέσο ψύξης ταυτόχρονα το νερό και τον αέρα. Το νερό αντλείται με την βοήθεια αντλίας νερού από την δεξαμενή νερού που βρίσκεται στο κατώτατο σημείο του συμπυκνωτή και τροφοδοτείται από το δίκτυο πόλης. Στη συνέχεια εισέρχεται από την κεφαλή των ψεκαστήρων ψεκαστήρων στο πάνω μέρος του συμπυκνωτή και εκτοξεύεται πάνω στις σωληνώσεις του συμπυκνωτή, όπου ψύχοντας τον, θερμαίνεται και κατέρχεται στη δεξαμενή για να ξαναρχίσει τον κύκλο. Ο αέρας εισέρχεται από το κάτω μέρος της δεξαμενής με τη βοήθεια ανεμιστήρα και εφόσον ψύξει το ψυκτικό μέσο εξέρχεται από το πάνω μέρος παρασύροντας μαζί του την θερμότητα που απορρόφησε. Για να μη παρασύρει και σταγόνες νερού από το νερό ψύξης, κατά την διαδρομή του προς την έξοδο, τοποθετούνται ειδικοί διαχωριστήρες ακριβώς πάνω από τους ψεκαστήρες (σχήμα 25).

Στους συμπυκνωτές εξατμιστικού τύπου, η θερμότητα που αποβάλλεται από το ψυκτικό αέριο προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό και αέρας) είναι αισθητή και λανθάνουσα. Η αισθητή είναι αυτή που απορροφάται από τον αέρα ενώ λανθάνουσα είναι η θερμότητα που απορροφά το νερό από το ψυκτικό μέσο και εξατμίζεται. Πρέπει να τονιστεί ότι η συμπύκνωση του ψυκτικού αερίου προέρχεται κυρίως από τη λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσσης του νερού και ότι ο αέρας συμβάλλει πολύ λίγο με την αισθητή θερμότητα. Για να προκληθεί μεγάλη εξάτμιση του νερού, πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να έχει χαμηλή θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή να είναι το δυνατό ξηρότερος, γιατί ο αέρας διερχόμενος δια μέσου των σωληνώσεων του συμπυκνωτή θερμαίνεται και υγραίνεται με συνέπεια να μην υπάρχουν περιθώρια αφαίρεσης υγρασίας μέσα στο συμπυκνωτή που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εξάτμιση του νερού.



Σχ.25 Συμπυκνωτής εξατμιστικού τύπου.



Σχ.26 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες εξατμιστικού συμπυκνωτή VXC



### Συλλέκτης υγρού

Ο συλλέκτης υγρού τοποθετείται μεταξύ συμπυκνωτή και στραγγαλιστικής διάταξης. Σκοπός του είναι να τροφοδοτεί την στραγγαλιστή διάταξη συνεχώς με υγρό ψυκτικό μέσο. Είναι ένα κλειστό δοχείο στο οποίο αποθηκεύεται το υγρό ψυκτικό μέσο (σχήμα 27) εφόσον η ποσότητα κυκλοφορίας του ψυκτικού μέσου στην εγκατάσταση διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.

Συλλέγει παροδικά το ψυκτικό, που έχει υγροποιηθεί από τον συμπυκνωτή, πριν αυτό οδηγηθεί στην εκτονωτική βαλβίδα.

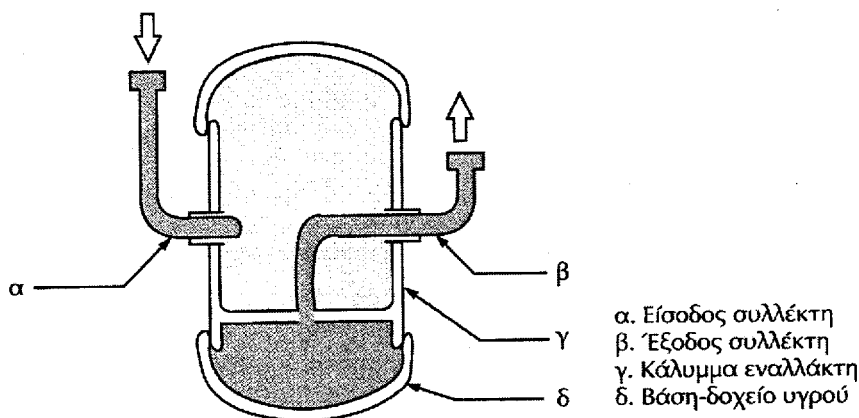
Αποτέλεσμα αυτής της λειτουργίας είναι ότι μόνο το ψυκτικό, που έχει υγροποιηθεί ολοκληρωτικά μπορεί να εφοδιάσει τη στραγγαλιστική διάταξη.

Ο συλλέκτης υγρού χρησιμοποιείται σαν ένα δοχείο μέσα στο οποίο αποθηκεύεται πλεόνασμα ψυκτικού μέσου, αφού η ποσότητα του ψυκτικού που κυκλοφορεί διαφέρει ανάλογα με τις ακόλουθες παραμέτρους:

το μήκος του σωλήνα σύνδεσης ανάμεσα στον συμπυκνωτή και την εσωτερική μονάδα.

- αλλαγές στις συνθήκες λειτουργίας.

Σημείωση: Ο συλλέκτης υγρού δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ποτέ στο σύστημα όταν χρησιμοποιείται ως στραγγαλιστική διάταξη τριχοειδής σωλήνας γιατί κατά τη διάρκεια της εκκίνησης υγρό ψυκτικό μέσο ρέει στον ατμοποιητή, διαμέσου του τριχοειδή σωλήνα και όταν ο συμπιεστής εκκινήσει υπάρχει ο κίνδυνος υγρής συμπίεσης.



Σχ.27 Συλλέκτης

### Ατμοποιητής

Ο εξατμιστής ή στοιχείο ατμοποίησης είναι το τμήμα εκείνο της ψυκτικής μηχανής, στο οποίο το ψυκτικό υγρό μετατρέπεται σε αέριο (ατμοποιείται), αφαιρώντας μεγάλα ποσά θερμότητα από το περιβάλλον του εξατμιστή.

Όπως είναι όμως γνωστό, ο εξατμιστής βρίσκεται στο χώρο που θέλουμε να ψύξουμε, Στον ίδιο χώρο τοποθετούνται και τα προς ψύξη προϊόντα. Έτσι, το ψεκαζόμενο στον εξατμιστή ψυκτικό υγρό, για να εξατμιστεί αφαιρεί θερμότητα από το χώρο και έμμεσα από τα προϊόντα που βρίσκονται στον ψυχόμενο χώρο (θάλαμο). Αφαιρώντας όμως θερμότητα από το θάλαμο και τα προϊόντα, έχουμε ανάλογη πτώση της θερμοκρασίας (δηλαδή ψύξη).

Ο εξατμιστής λέγεται από τους τεχνίτες ψυκτικούς και **εξαερωτής ή ψυκτικό στοιχείο ή και αεροψυκτήρας** ή ακόμη και **στοιχείο**. Οποιαδήποτε όμως κι αν είναι η χρησιμοποιούμενη ορολογία, ο ρόλος του εξατμιστή είναι πάντα ο ίδιος.

Η τεράστια ποικιλία των εφαρμογών ψύξης έχει δημιουργήσει την ανάγκη κατασκευής εξατμιστών σε πολύ μεγάλη ποικιλία, Η ποικιλία αναφέρεται στο μέγεθος, στο σχήμα και γενικότερα στη μορφή με την οποία συναντώνται στο εμπόριο οι εξατμιστές.

Οι εξατμιστές ψύξης αέρα διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Σε **εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα.**
- Σε **εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.**

Στους εξατμιστές **φυσικής κυκλοφορίας αέρα**, ο αέρας του θαλάμου ερχόμενος σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια του εξατμιστή ψύχεται, το ειδικό βάρος του γίνεται μεγαλύτερο και κινείται προς τα κάτω. Νέος αέρας παίρνει τη θέση του για να ψυχθεί κι αυτός με τη σειρά του ακολουθώντας την κίνηση του προηγούμενου. Δημιουργείται έτσι ένας κύκλος συνεχούς κίνησης του αέρα μέσα στο ψυγείο, Η ταχύτητα με την οποία κινείται ο αέρας στο θάλαμο (ψυγείο) εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξατμιστή και του αέρα του ψυγείου. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ταχύτητα του αέρα μέσα στο ψυγείο. Η πλέον κατάλληλη θέση των εξατμιστών φυσικής κυκλοφορίας αέρα είναι η οροφή του ψυγείου.

Οι εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που δεν επιτρέπεται μεγάλη αφύγρανση του αέρα (αφαίρεση υγρασίας) και όπου η ταχύτητα του αέρα στον ψυκτικό θάλαμο πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα λόγω της φύσης των συντηρουμένων προϊόντων

Ενώ κύριο χαρακτηριστικό των εξατμιστών **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα**, είναι η παρουσία ηλεκτρικού ανεμιστήρα ή ανεμιστήρων. Κατά κανόνα είναι εξατμιστές πτερυγοφόροι (με λαμάκια) στην επιφάνεια των οποίων ο αέρας εξαναγκάζεται να κινείται με τη βοήθεια των ανεμιστήρων.

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ο ολικός συντελεστής (K) των εξατμιστών, είναι και η ταχύτητα με την οποία κινείται ο αέρας στην επιφάνεια τους. **Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα τόσο αυξάνεται και ο συντελεστής (K) και επομένως και η ικανότητα των εξατμιστών σε Kcal/h ή W.** Βέβαια, ο έλεγχος της ταχύτητας του αέρα στους εξατμιστές φυσικής κυκλοφορίας αέρα, είναι σχεδόν αδύνατος και μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα του θαλάμου και του ψυκτικού υγρού (**ΔT**).

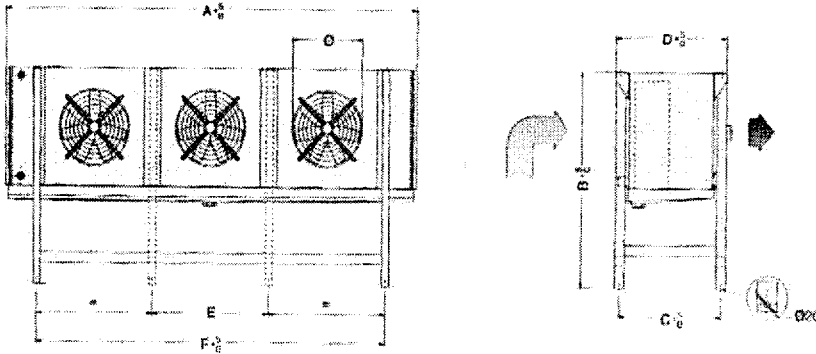
Στην περίπτωση όμως των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, ο αέρας κατανέμεται ομοιόμορφα και με σταθερή ταχύτητα στην επιφάνεια των εξατμιστών, με τη βοήθεια των ανεμιστήρων. Έτσι η ικανότητα των εξατμιστών εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα είναι περίπου σταθερή και μπορεί να αυξάνεται ή να ελαττώνεται, με αύξηση ή ελάττωση της ταχύτητας του αέρα στην επιφάνεια τους.

Βέβαια η αύξηση της ταχύτητας του αέρα στην επιφάνεια των εξατμιστών δεν είναι απεριόριστη. Από ένα όριο ταχύτητας του αέρα και μετά, εμφανίζονται προβλήματα που η αντιμετώπιση τους κοστίζει περισσότερο από την αυξημένη απόδοση του εξατμιστή. Μερικά από τα προβλήματα που εμφανίζονται είναι:

1. Μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους ανεμιστήρες.
2. Αυξάνεται ο αέρας παράκαμψης (by-pass), ο οποίος δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με την μεταλλική επιφάνεια του εξατμιστή και επομένως δεν ψύχεται,

3. Μερικά είδη προϊόντων που συντηρούνται στους ψυκτικούς θαλάμους, δεν επιδέχονται ταχύτητες πέραν ορισμένων ορίων (αλλοιώνεται η εμφάνισή τους ή αχρηστεύονται).

Ενδεικτικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι για τις περισσότερες κοινές εφαρμογές ψύξης με εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, η ταχύτητα του αέρα δεν πρέπει να ξεπερνά τα **1,5 m/s** έως **2,5 m/s**. Βέβαια υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις εφαρμογών στις οποίες οι απαιτούμενες ταχύτητες του αέρα είναι πολύ μεγαλύτερες από τις παραπάνω τιμές. (π.χ. τούνελ κατάψυξης κλπ).



Σχ 28 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες ψυκτικού στοιχείου.



### Απόψυξη

Όλοι ξέρουμε από το ψυγείο του σπιτιού μας, ότι ο εξατμιστής, που αποτελεί και το χώρο της κατάψυξης του ψυγείου μας, πιάνει πάγους τους οποίους αφαιρούμε κάνοντας **αποπάγωση ή απόψυξη**, όπως λέγεται συνήθως. Το ίδιο βέβαια γίνεται και σε κάθε εξατμιστή που η θερμοκρασία στην επιφάνεια του πέφτει κάτω από τους 0 C.

Πριν περιγράψουμε όμως τους διάφορους τρόπους αποπάγωσης και τους μηχανισμούς με τους οποίους πραγματοποιείται, θα αναφερθούμε σε μερικές βασικές έννοιες που έχουν σχέση με το σχηματισμό του πάγου στις ψυχρές επιφάνειες των εξατμιστών.

- Είναι γνωστό ότι ο αέρας της ατμόσφαιρας περιέχει πάντα ένα ποσό νερού σε μορφή ατμού (υδρατμούς) **Το βάρος του νερού που περιέχεται σε κάθε κυβικό μέτρο ατμοσφαιρικού αέρα, ονομάζεται ειδική ή πραγματική υγρασία του αέρα**. Την ειδική υγρασία τη μετρούμε σε κιλά ανά κυβικό μέτρο αέρα ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) ή ακόμη και σε κιλά ανά κιλό αέρα ( $\text{Kg}/\text{Kg}$ ).
- Το μέγιστο βάρος υδρατμών που μπορεί να συγκρατεί ο αέρας, εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. **Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα, τόσο αυξάνεται και το βάρος των υδρατμών που μπορεί να συγκρατεί**. Αντίθετα, με την πτώση της θερμοκρασίας του αέρα μειώνεται και το μέγιστο βάρος των υδρατμών που μπορεί να περιέχεται στον αέρα.
- Όταν ο αέρας περιέχει το μέγιστο βάρος υδρατμών που μπορεί να κρατήσει για τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται, τον ονομάζουμε **κορεσμένο αέρα\***.
- Η θερμοκρασία στην οποία ο αέρας γίνεται κορεσμένος, ονομάζεται **θερμοκρασία κορεσμού ή σημείο δρόσου**. Η υγρασία που δημιούργησε τον κορεσμό του αέρα, ονομάζεται **υγρασία κορεσμού**.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας των εξατμιστών, πρέπει να διατηρούνται γενικά καθαρές και κυρίως απαλλαγμένες από τους πάγους, γιατί οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σοβαρές. Μερικές από τις **συνέπειες** που δημιουργεί η παρουσία του πάγου στους εξατμιστές, λόγω μη τακτικής αποπάγωσης είναι:

1. Μείωση της ικανότητας του εξατμιστή, ανάλογη του πάχους του πάγου και της σύνθεσης του (αν περιέχει άλλα υλικά ή όχι).
2. Η μείωση της ικανότητας του εξατμιστή δημιουργεί παράτεταμένη λειτουργία του συμπιεστή, με συνέπεια την υπερθέρμανση του και τη μείωση της ζωής του.
3. Αντιοικονομική λειτουργία του ψυγείου. Η παρατεταμένη λειτουργία του συμπιεστή δημιουργεί ανάλογη κατανάλωση ενέργειας που πληρώνει ο ιδιοκτήτης του ψυγείου.

### **Η συχνότητα της απόψυξης.**

Όπως είπαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, για να αποφύγουμε τις συνέπειες της παρουσίας του πάγου στην επιφάνεια των εξατμιστών, πρέπει να γίνεται συχνή αποπάγωση. Το πόσο συχνή θα είναι η αποπάγωση θα εξαρτηθεί από το είδος της εγκατάστασης και το είδος των συντηρούμενων προϊόντων. **Γενικά όμως πιστεύεται ότι πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε αποπάγωση του εξατμιστή όταν το πάχος του πάγου ξεπεράσει το μισό εκατοστό (0,5 cm).**

Πολλοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι θα πρέπει να γίνεται απόψυξη των εξατμιστών, τουλάχιστον μια φορά τη βδομάδα ακόμα κι αν το πάχος του πάγου είναι μικρότερο του μισού εκατοστού.

Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η συχνότητα της αποπάγωσης εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Από το είδος του εξατμιστή.
- Από τη φύση της ψυκτικής εγκατάστασης και ειδικά του θαλάμου.
- Από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο απόψυξης.

Ανεξάρτητα από τους παραπάνω παράγοντες, όσο πιο συχνά γίνεται αποπύγωση του εξατμιστή, τόσο μικρότερο πάχος πάγου σχηματίζεται στην επιφάνεια του και τόσο μικρότερη διάρκεια αποπύγωσης απαιτείται.

Η αποπύγωση μπορεί να γίνει από τους αυτόματους μηχανισμούς απόψυξης (αυτόματη απόψυξη), από ημιαυτόματους και από μη αυτόματους (κατά βούληση).

Στους αυτόματους μηχανισμούς απόψυξης, η απόψυξη γίνεται κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, π.χ. κάθε 12 ώρες ή κάθε φορά που σταματά ο συμπιεστής, χωρίς καμία ενέργεια δική μας (αυτόματα). Η διαδικασία της απόψυξης γίνεται με τη βοήθεια **χρονοδιακόπτη** ή άλλου μηχανισμού και πραγματοποιείται ανεξάρτητα από το πάχος του πάγου στον εξατμιστή.

Στην περίπτωση της ημιαυτόματης απόψυξης για να αρχίσει η διαδικασία της απόψυξης, πρέπει να πιέσουμε το ειδικό κουμπί της απόψυξης, που αποτελεί μέρος του θερμοστάτη του ψυγείου. Η λήξη όμως της απόψυξης γίνεται αυτόματα με τη βοήθεια του θερμοστάτη. Σήμερα όλα τα ψυγεία, (οικιακά, επαγγελματικά) είναι εφοδιασμένα με αυτόματη απόψυξη, που ελέγχεται από ηλεκτρονικούς μηχανισμούς ή μικροϋπολογιστές.

### **Οι μέθοδοι απόψυξης(αποπύγωσης).**

Για την αποπύγωση ή απόψυξη των εξατμιστών χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι οι πιο γνωστές των οποίων είναι οι ακόλουθες:

- Με ηλεκτρικές αντιστάσεις.
- Με παράκαμψη θερμού ψυκτικού αερίου.
- Με νερό,

Εμείς στην εφαρμογή μας θα χρησιμοποιήσουμε τις δυο πρώτες:

#### **A. Αποπύγωση με ηλεκτρικές αντιστάσεις.**

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρύτατα στην οικιακή και επαγγελματική ψύξη λόγω της αποτελεσματικότητας και της απλότητας της. **Οι αντιστάσεις** αποπύγωσης τοποθετούνται στην εξωτερική επιφάνεια του εξατμιστή και η λειτουργία τους ελέγχεται συνήθως από έναν **χρονοδιακόπτη**. Στα οικιακά ψυγεία ο χρονοδιακόπτης είναι συνήθως ρυθμισμένος από το εργοστάσιο κατασκευής του ψυγείου και έτσι δεν μπορούμε να αλλάξουμε τη συχνότητα ή τη διάρκεια της αποπύγωσης. Στις περιπτώσεις όμως επαγγελματικών ψυγείων ή θαλάμων κατάψυξης, η ρύθμιση του χρονοδιακόπτη μπορεί να αλλάξει για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα απόψυξης.

Κατά τη φάση της αποπύγωσης ο συμπιεστής της μονάδας δεν λειτουργεί, όπως επίσης και ο ανεμιστήρας του εξατμιστή στους εξατμιστές εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα.

Το νερό που σχηματίζεται από την αποπύγωση συλλέγεται σε ειδικό συλλέκτη και από εκεί οδηγείται προς την αποχέτευση. Στις περιπτώσεις ψυγείων πολύ χαμηλών θερμοκρασιών ο σωλήνας αποχέτευσης περιβάλλεται από ειδικές αντιστάσεις οι οποίες λειτουργούν ταυτόχρονα με τις αντιστάσεις αποπύγωσης, ώστε να εμποδίζεται το πάγωμα του νερού της απόψυξης.

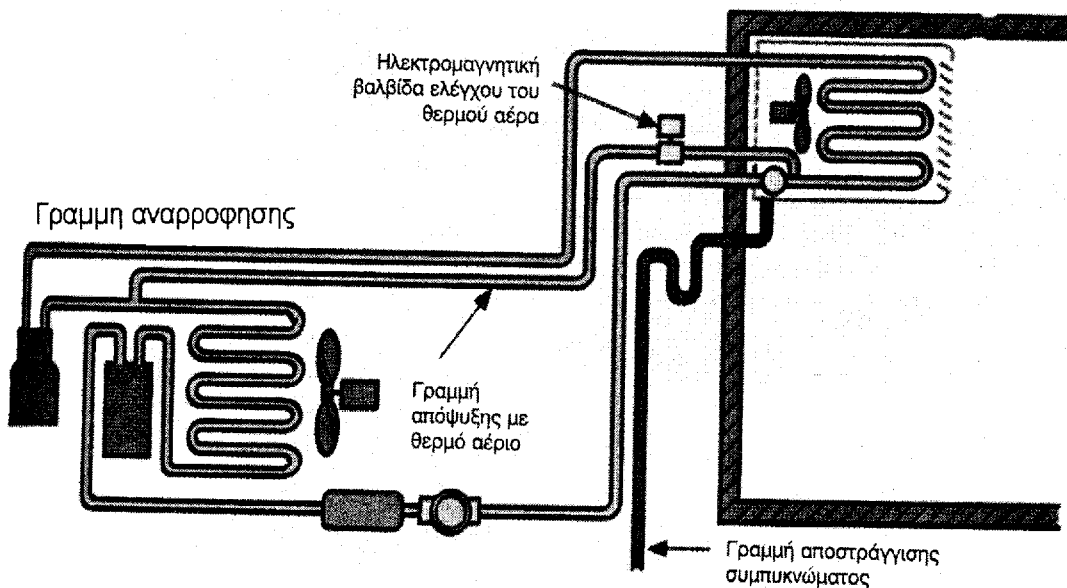
#### **B. Αποπύγωση με παράκαμψη θερμού αερίου.**

Το σύστημα αποπύγωσης με χρήση θερμού ψυκτικού αερίου αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα:

- Το χρονοδιακόπτη αποπύγωσης μέσα από τον οποίο προγραμματίζονται η συχνότητα και η διάρκεια της αποπύγωσης.

- Την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα,
- Τη γραμμή (σωλήνωση) παράκαμψης υπέρθερμου αερίου, (Σχ. 29). Όπως φαίνεται και στο σχήμα ένας σωλήνας ενώνει τη γραμμή του υπέρθερμου ψυκτικού αερίου με την είσοδο του εξατμιστή. Η γραμμή αυτή που λέγεται **γραμμή παράκαμψης (by Pass)** ελέγχεται από μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Όταν έλθει η ώρα της αποπάγωσης ο χρονοδιακόπτης δίνει εντολή στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και ανοίγει. Έτσι, υπέρθερμος ατμός οδηγείται στον εξατμιστή με αποτέλεσμα να λιώνουν οι πάγοι και να καθαρίζεται η εξωτερική επιφάνεια του εξατμιστή.

Το **πλεονέκτημα** αυτής της μεθόδου αποπάγωσης είναι ότι δεν δαπανάμε ηλεκτρική ενέργεια για την αποπάγωση, όπως συμβαίνει με τη μέθοδο των ηλεκτρικών αντιστάσεων. Όμως παρουσιάζει ένα σοβαρό **μειονέκτημα**. Το ψυκτικό αέριο που χρησιμοποιείται για την αποπάγωση, συσσωρεύεται στον εξατμιστή και μέρος αυτού υγροποιείται λόγω της αφαιρούμενης θερμότητας από την ψυχρή επιφάνεια του εξατμιστή. Έτσι, όταν τελειώσει η αποπάγωση και ξεκινήσει ο συμπιεστής, υπάρχει περίπτωση να έχουμε αναρρόφηση ψυκτικού υγρού από το συμπιεστή με όλες τις αρνητικές επιπτώσεις. Για την προστασία του συμπιεστή από τέτοιες ανεπιθύμητες καταστάσεις πρέπει να τοποθετείται στη γραμμή της αναρρόφησης (λίγο πριν από το συμπιεστή) ένας **συλλέκτης σταγόνων** (σταγονοσυλλέκτης ή συλλέκτης αναρρόφησης).

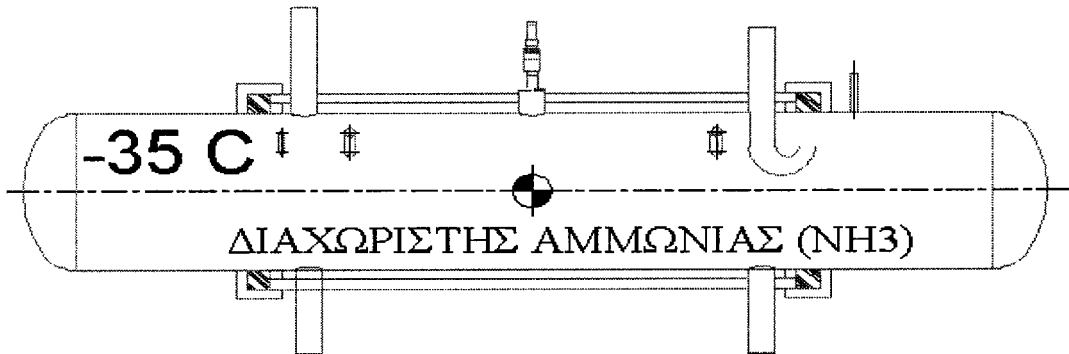


Σχ.29

Χρησιμοποίηση θερμού αερίου για την απόψυξη του εξατμιστή.

### Αμμωνοδιαχωριστής

Μετά τον συλλέκτη η αμμωνία κατευθύνεται προς τον αμμωνοδιαχωριστή απ' όπου την αναρροφά η αντλία της αμμωνίας και την καταθλίβει μέσα στο ψυκτικό στοιχείο. Ο αμμωνοδιαχωριστής πρόκειται για ένα δοχείο όπου γίνεται η απόθεση της αμμωνίας από τον συλλέκτη, ενώ ο συμπιεστής αναρροφά την απαιτούμενη ποσότητα αμμωνίας. Ο αμμωνοδιαχωριστής χρησιμεύει επίσης για την αποθήκευση του υγρού ψυκτικού και επιτρέπει μόνο το αέριο ψυκτικό να οδηγηθεί στον συμπιεστή.

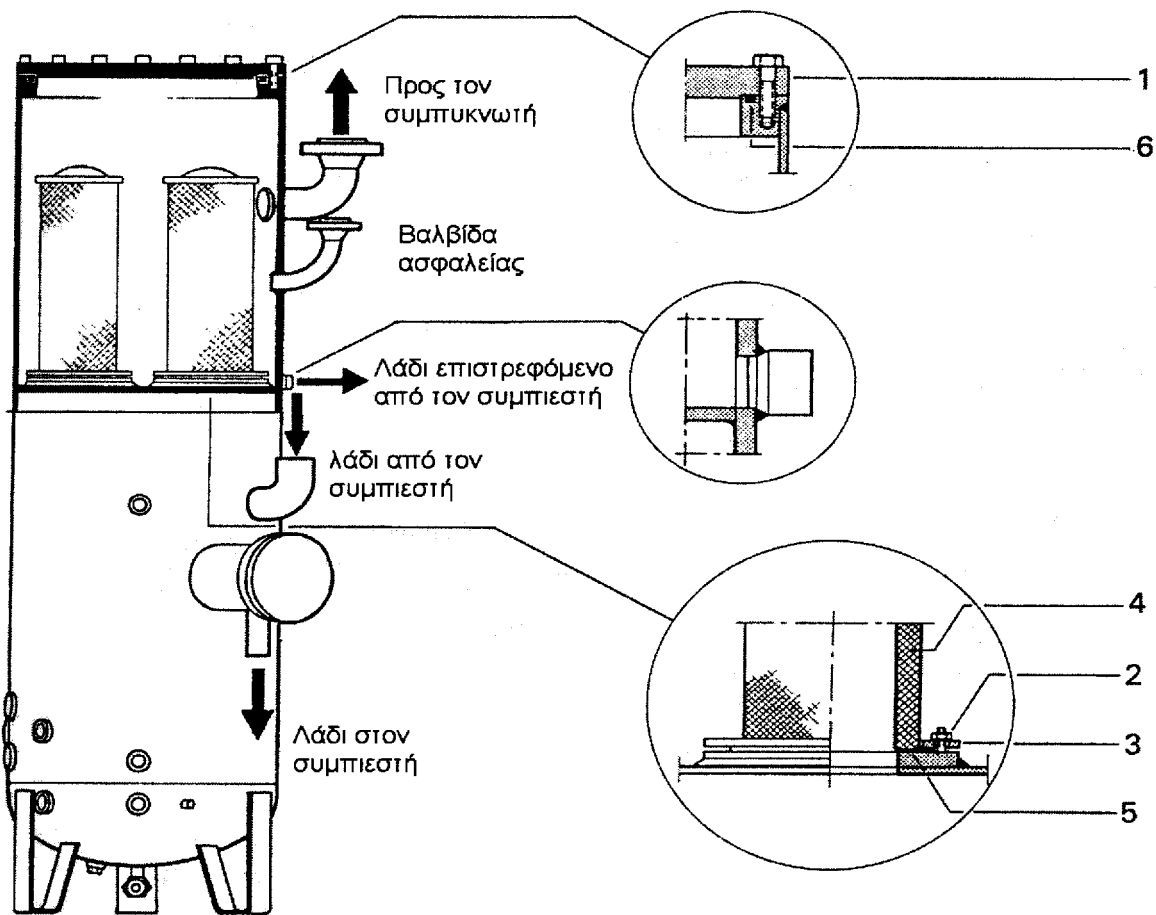


Σχ.30 Αμμωνοδιαχωριστής

### Ελαιοδιαχωριστής

Η λίπανση των συμπιεστών γίνεται με ειδικό λάδι το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με το ψυκτικό μέσο. Στις μεγάλες μονάδες, και σε καλής ποιότητας μεσαίες διατάξεις προβλέπεται η τοποθέτηση ελαιοδιαχωριστή ο οποίος συγκεντρώνει την ποσότητα λαδιού που εγκλωβίζεται στο ψυκτικό μέσο και όταν αυτό αποκτήσει μεγάλη συγκέντρωση, μέσω συστήματος βελόνης πλωτήρα οδηγείται στο στροφαλοθάλαμο του συμπιεστή (Σχ. 31).





Σχ.31 Ελαιδιαχωριστής αμμωνίας

### Διατάξεις ελέγχου

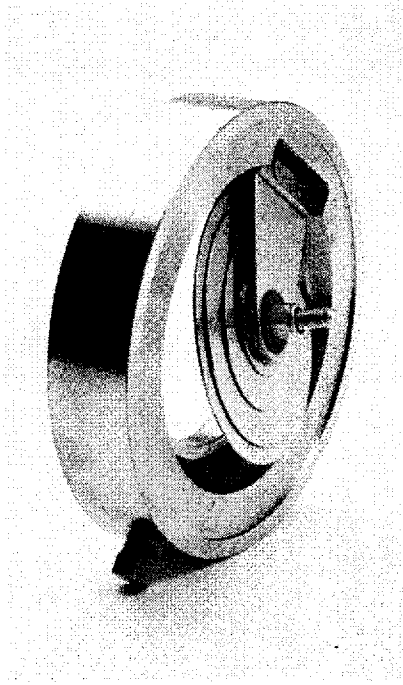
Τα κύρια εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται μια ψυκτική μονάδα είναι ο ατμοποιητής, ο συμπυκνωτής, ο συμπιεστής.

Πολλές φορές τα συστήματα αυτά ενεργοποιούνται κάτω από διαφορετικές συνθήκες απ' αυτές, που υπολογίστηκαν. Έτσι για να εξασφαλισθεί η ικανοποιητική και ασφαλής λειτουργία τοποθετούνται διάφορες συσκευές ελέγχου και προστασίας, που περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

**Ανεπίστροφες βαλβίδες για τη γραμμή καταθλίψεως (Check Valve ή non return valve).**

Οι ανεπίστροφες βαλβίδες τοποθετούνται στις γραμμές καταθλίψεως, και κυρίως στο τμήμα μεταξύ του ελαιδιαχωριστή και του συμπυκνωτή, προκειμένου να εμποδίσουν μια πιθανή εξίσωση των πιέσεων καταθλίψεως και αναρροφήσεως, πράγμα, που θα είχε σαν αποτέλεσμα την ανεπιθύμητη συμπίκνωση του ψυκτικού αερίου στο συμπιεστή.

Επίσης, οι ανεπίστροφες βαλβίδες, τοποθετούμενες στη γραμμή καταθλίψεως, διευκολύνουν το ξεκίνημα του συμπιεστή, όταν είναι συνδεδεμένες με μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, όπως δείχνει και το σχήμα 32.



Σχ.32 Ανεπίστροφη βαλβίδα

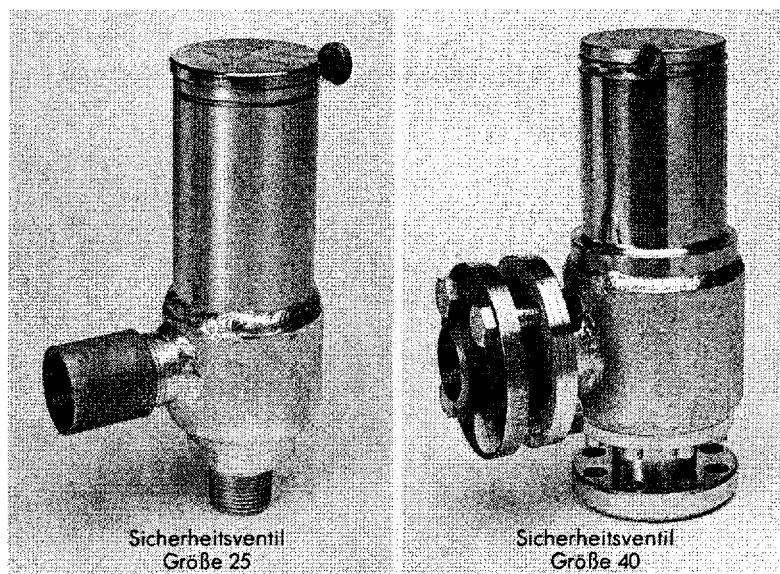
### Βαλβίδες ανακούφισης

Οι βαλβίδες ανακούφισης πιέσεων είναι εξαρτήματα που τοποθετούνται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις για να τις προστατεύουν από την ανάπτυξη επικίνδυνων πιέσεων. Οι βαλβίδες αυτές τοποθετούνται στη γραμμή της κατάθλιψης και μπορεί να είναι ρυθμιζόμενες και μη ρυθμιζόμενες. Οι ρυθμιζόμενες βαλβίδες ανακούφισης ρυθμίζονται στη πίεση που πρέπει να ανοίγουν και ασφαλίζονται με σύρμα ασφαλείας ώστε να μη υπάρχει περίπτωση τυχαίας αλλαγής της ρύθμισης τους (σχήμα 8-7α). Στις μη ρυθμιζόμενες βαλβίδες ανακούφισης η ρύθμιση γίνεται από το εργοστάσιο κατασκευής τους και δεν μπορεί να γίνει καμιά επέμβαση στην αρχική τους ρύθμιση.

Οι περισσότερες μέσες και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις έχουν τουλάχιστον μια βαλβίδα ανακούφισης τοποθετημένη συνήθως στο συλλέκτη ψυκτικού της εγκατάστασης ή στον υδρόψυκτο συμπυκνωτή. Σε πολλές περιπτώσεις η εγκατάσταση μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με περισσότερες βαλβίδες ανακούφισης τοποθετημένες σε διάφορα άλλα σημεία του δικτύου σωληνώσεων.

Σε μερικές περιπτώσεις αντί των συνηθισμένων βαλβίδων ανακούφισης, τοποθετούνται στη σωλήνωση κατάθλιψης οι λεγόμενες **εύτηκτες τάπες ανακούφισης**. Γίνεται δηλαδή μια τρύπα στο σωλήνα, όπου προσαρμόζεται ειδικό εξάρτημα που γεμίζεται με ειδικό εύτηκτο κράμα. Η θερμοκρασία τήξης του εύτηκτου κράματος είναι υπολογισμένη να αντιστοιχεί σε μια μέγιστη πίεση πέραν της οποίας η εγκατάσταση μας κινδυνεύει να καταστραφεί από υπερβολική πίεση. Συνήθως οι εύτηκτες τάπες ανακούφισης τήκονται και ελευθερώνουν το ψυκτικό ρευστό, όταν η πίεση ξεπεράσει τα  $15 \text{ Kg/cm}^2$  ( $213 \text{ Lb/in}^2$ ) για εγκαταστάσεις με  $R_{12}$  και  $R_{134a}$  ή τα  $20 \text{ Kg/cm}^2$  ( $285 \text{ Lb/in}^2$ ) για εγκαταστάσεις με  $R_{22}$ .

Οι εύτηκτες τάπες ανακούφισης κοστίζουν πολύ λίγο σε σύγκριση με τις κανονικές βαλβίδες ανακούφισης, αλλά όταν ανοίξουν χύνεται ολόκληρη η ποσότητα του ψυκτικού της εγκατάστασης.



Σχ. 33 Βαλβίδες ανακούφισης

### Ηλεκτρομαγνητικές (Σωληνοειδείς) βαλβίδες stop

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα stop είναι ένας διακόπτης δύο θέσεων ON — OFF (ανοικτή — κλειστή), πού σταματά τη ροή του ρευστού, όταν άποενεργοποιηθεί ηλεκτρικά από μια συσκευή ελέγχου θερμοκρασίας ή πίεσεως.

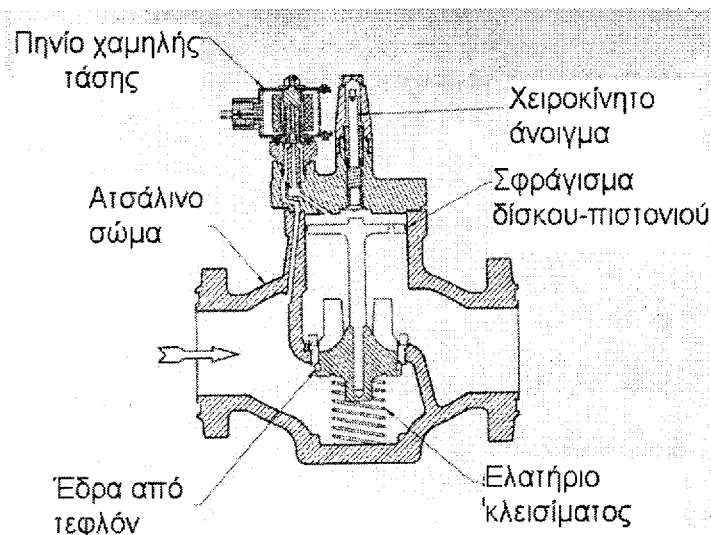
Συγκεκριμένα, μόλις ο θερμοστάτης ή ο πρεσσοστάτης (χαμηλής) διακόψει την ηλεκτροδότηση της βαλβίδας, τότε ή σωληνοειδής απομαγνητίζεται και σταματά τη ροή του ρευστού ενώ όταν ηλεκτροδοτηθεί, ανοίγει και επιτρέπει τη ροή του ρευστού προς τις συσκευές, τις οποίες ελέγχει.

Σωληνοειδείς βαλβίδες stop χρησιμοποιούμε για τη διακοπή της ροής του ψυκτικού υγρού προς την εκτονωτική βαλβίδα (όταν σταματά ο συμπιεστής) ή για τη διακοπή του ψυκτικού αερίου προς το συμπιεστή, όταν ή θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου έχει φθάσει στα επιθυμητά όρια (στις σύνθετες ψυκτικές εγκαταστάσεις).

Επομένως ή σωληνοειδής βαλβίδα stop τοποθετείται είτε στη γραμμή υγρού (20 cm προ της εκτονωτικής βαλβίδας) είτε στη γραμμή αναρρόφησης (αμέσως μετά την έξοδο του ψυκτικού στοιχείου).

Οι σωληνοειδείς βαλβίδες stop πρέπει από κατασκευής να έχουν τη δυνατότητα ανύψωσης του εμβόλου τους όταν χρειαστεί να κάνουμε κενό στην εγκατάσταση, ή σε άλλες εργασίες, όπου πρέπει ή σωληνοειδής βαλβίδα να μείνει ανοικτή για πολύ χρόνο.

Τέλος, στις περιπτώσεις πού ή σωληνοειδής βαλβίδα δεν έχει από κατασκευής ένα χειροκίνητο μηχανισμό ενεργοποίησης, τότε μπορούμε να βάλουμε μια παράκαμψη (BY PASS).



Σχ. 34 βαλβίδα ανακούφισης

### Αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των συμπιεστών με πιεζοστάτη (πρεσοστάτη) χαμηλής πίεσης

Ο πιεζοστάτης χαμηλής είναι ένας ελεγκτής αυτόματης λειτουργίας των συμπιεστών, που ενεργοποιείται από τις μεταβολές της χαμηλής πίεσης (πίεση αναρρόφησης). Ρυθμίζει το χρόνο λειτουργίας και το χρόνο μη λειτουργίας (διακοπής) των συμπιεστών, ανάλογα με τις ρυθμίσεις που εκτελούνται στις κλίμακες του προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά λειτουργικά αποτελέσματα της ψυκτικής εγκατάστασης. Μέριμνα του είναι η ρύθμιση και συντήρηση κανονικής θερμοκρασίας στο χώρο που ψύχεται και λιγότερες εκκινήσεις και διακοπές των συμπιεστών.

Ο πιεζοστάτης χαμηλής πίεσης αποτελείται από:

1. Κλίμακες πίεσης Start, Stop και Diff. [Diff = Start. + Stop (Pa ή mbar)].
2. Σύστημα μοχλών (μέσω ρυθμιστικών κοχλιών) και τις επαφές του.
3. Πτυσσόμενο ασκό (φυσούνα)
4. Ισχυρό ελατήριο (έλεγχος πίεσης εκκίνησης Start)
5. Ασθενές ελατήριο (έλεγχος πίεσης διακοπής Stop)

### Λειτουργία πιεζοστάτη

Κατά τη λειτουργία της ψυκτικής εγκατάστασης ο συμπιεστής απορροφά ατμούς ψυκτικού μέσου από την έξοδο του ατμοποιητή ενώ ταυτόχρονα μειώνεται συνεχώς η θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου και του ατμοποιητή, διότι το ψυκτικό ρευστό ατμοποιούμενο απορροφά θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο. Η ελάττωση της θερμοκρασίας του ατμοποιητή προκαλεί ανάλογη πτώση της πίεσης υπό την οποία αυτός λειτουργεί. Η μεταβολή αυτή της πίεσης (χαμηλή πλευρά) ενεργοποιεί τον πιεζοστάτη ο οποίος εκτελεί τα εξής:

- α. Συμπτύσσει τον ασκό (μαζεύει τη φυσούνα).
- β. Κινεί το μοχλικό σύστημα,
- γ. Ανοίγει τις επαφές.
- δ. Διακόπτει το ηλεκτρικό κύκλωμα τροφοδοσίας του συμπιεστή και διακόπτει τη λειτουργία του.

Όσο χρονικό διάστημα ο συμπιεστής είναι σταματημένος οι θερμοκρασίες του ψυκτικού θαλάμου και ατμοποιητή ανεβαίνουν γιατί αφ' ενός ο ατμοποιητής δεν αφαιρεί θερμότητα από τον ψυκτικό χώρο αφ' ετέρου εισέρχεται

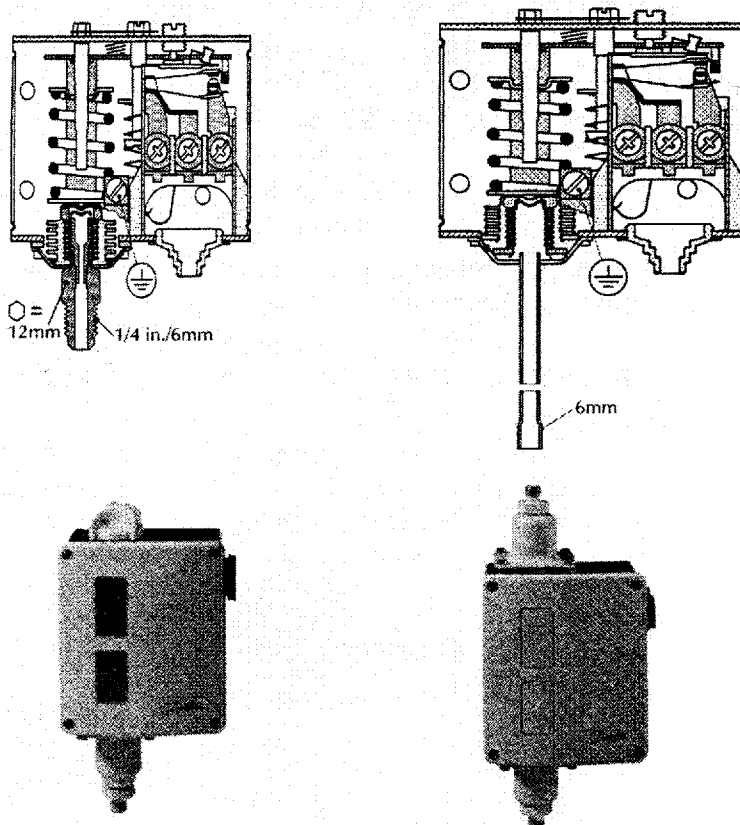
θερμότητα στον ψυκτικό θάλαμο από τα τοιχώματα του με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας η οποία με τη σειρά της προκαλεί αύξηση της πίεσης του ατμοποιητή και ενεργοποίηση του πιεζοστάτη ο οποίος εκτελεί τα εξής:

α. Διαστολή (επιμήκυνση) ασκού.

β. Ώθηση μοχλικού συστήματος (εμπρός) γ.

Κλείσιμο επαφών πιεζοστάτη.

δ. Αποκατάσταση ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας συμπιεστή και εκκίνηση συμπιεστή.



Σχ.35 Πιεζοστάτης χαμηλής πίεσης

### Πιεσοστάτης υψηλής πίεσης

Ο σκοπός του πιεσοστάτη υψηλής πίεσης είναι η ασφαλής, χωρίς υπερθέρμανση και υπερπίεση λειτουργία της ψυκτικής εγκατάστασης. Στην περίπτωση κατά την οποία, για οποιοδήποτε λόγο, παρουσιαστεί επικίνδυνη αύξηση της πίεσης στην κατάθλιψη, ο πιεσοστάτης ενεργοποιείται και διακόπτει αυτόματα την ηλεκτρική τροφοδοσία του συμπιεστή και συνεπώς τη λειτουργία του. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται προστασία στην ψυκτική εγκατάσταση από βλάβες που μπορούν να προκληθούν όταν επικρατεί στο σύστημα υπερβολική πίεση κατάθλιψης. Η επανεκκίνηση του συμπιεστή γίνεται όταν η πίεση επανέλθει στα επιτρεπτά όρια. Υπάρχουν είδη πιεσοστατών υψηλής πίεσης που δεν επιτρέπουν την επανεκκίνηση του συμπιεστή, παρά την επαναφορά του συστήματος σε κανονικές πιέσεις. Στα είδη αυτά η επανεκκίνηση του συμπιεστή γίνεται χειροκίνητα, για λόγους ασφαλείας της εγκατάστασης, μέσα από ειδικό κομβίο επαναφοράς (Reset). Είναι φανερό ότι ο πιεσοστάτης υψηλής πίεσης (κατάθλιψης) δεν έχει σχέση με την επιδιωκόμενη θερμοκρασία ψύξης (ατμοποίηση του ψυκτικού μέσου)

αλλά ο σκοπός τους είναι να προστατεύσει την εγκατάσταση. Για τον προσδιορισμό της πίεσης ασφαλείας (στην οποία ο πιεσοστάτης διακόπτει την ηλεκτρική τροφοδοσία του συμπιεστή) λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω:

α) Η κατηγορία στην οποία ανήκει η ψυκτική μηχανή [L, M, H]. β)

Το είδος του ψυκτικού μέσου.

γ) Η θερμοκρασία περιβάλλοντος στην οποία απορρίπτεται η θερμότητα συμπύκνωσης.

Κατηγορίες εγκαταστάσεων

Οι εγκαταστάσεις κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη θερμοκρασία ψύξης που δημιουργούν, όπως:

- Εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών [L, κατάψυξης].

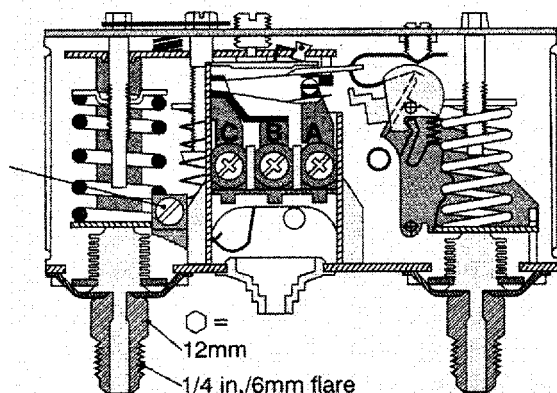
Στις εγκαταστάσεις αυτές η θερμοκρασία των ψυκτών (κατάψυξης) είναι  $T_K < -18^\circ\text{C}$ . Χρησιμοποιούνται για κατάψυξη προϊόντων ή παρασκευή παγωτών.

- Εγκαταστάσεις μέσων θερμοκρασιών [M, συντήρησης].

Στις εγκαταστάσεις αυτές η θερμοκρασία της κατάψυξης είναι μεταξύ  $-18^\circ\text{C} < T_K < -4^\circ$ . Χρησιμοποιούνται σε ψυγεία βιτρίνες, εντοιχισμένα ψυγεία μικρής αποθήκευσης, εμπορικού τύπου ψυγεία κ.λπ.

- Εγκαταστάσεις υψηλών θερμοκρασιών [H, συντήρησης και κλιματιστικές].

Στις εγκαταστάσεις αυτές η θερμοκρασία του ψύκτη (ατμοποιητή) ανέρχεται στην περιοχή  $-4^\circ\text{C} < T_K < 15^\circ\text{C}$ . Χρησιμοποιούνται σε ψυγεία συντήρησης λαχανικών και άλλων προϊόντων, και σε κλιματιστικές συσκευές όλων των τύπων.



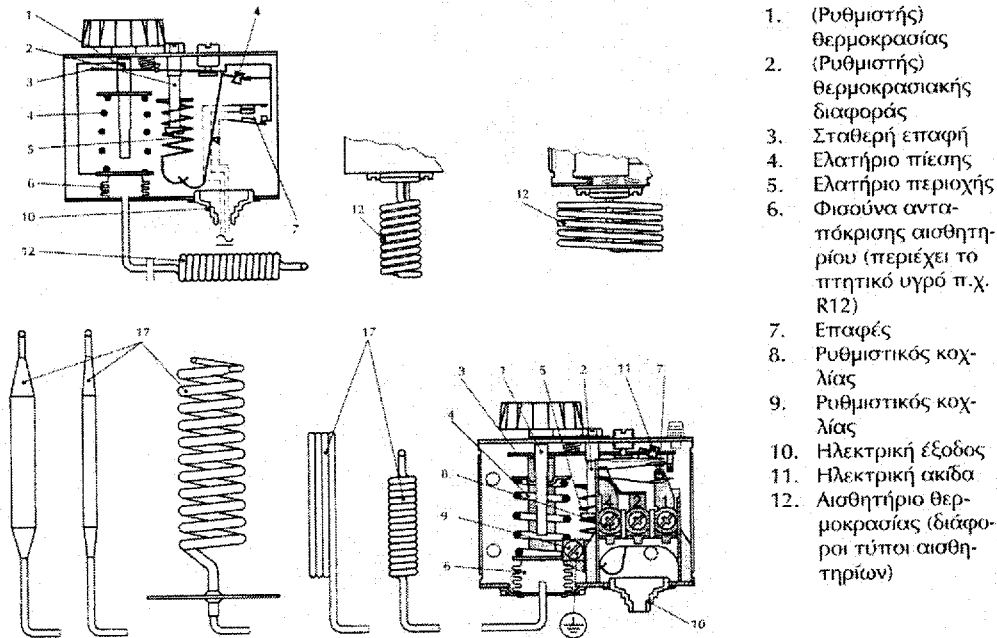
Σχ. 36 Πιεζοστάτης υψηλής πίεσης

## Θερμοστάτης

Βασικότερα όργανα, τα οποία τοποθετούνται στις ψυκτικές διατάξεις με σκοπό τη διατήρηση συγκεκριμένης ή περιοχής θερμοκρασιών μέσα σε ψυκτικό θάλαμο, είναι οι θερμοστάτες. Ο θερμοστάτης επικράτησε του πιεσοστάτη χαμηλής σε ευρείας κλίμακας ψυγεία και ψύκτες, γιατί προσφέρει ακριβέστερη ένδειξη της μέσης θερμοκρασίας του χώρου ή του προϊόντος και ασφαλέστερη διατήρηση της θερμοκρασίας του σε συγκεκριμένα όρια. Ο θερμοστάτης χρησιμοποιείται και σε πολλά επαγγελματικά ψυγεία και αποτελείται από:

- Το κυρίως σώμα.
- Την κλίμακα (ή τις κλίμακες).
- Τις ηλεκτρικές συνδέσεις (επαφές).

Τον τριχοειδή σωλήνα με το αισθητήριο (βολβό



Σχ.37 Θερμοστάτης

## Χρονοδιακόπτες απόψυξης (defrost timers)

### Γενικά.

Οι χρονοδιακόπτες είναι ωρολογιακοί μηχανισμοί, που προγραμματίζουν τη λειτουργία διαφόρων συσκευών και κυκλωμάτων σε ημερολογιακή βάση.

Ο μηχανισμός των χρονοδιακοπών κινείται από έναν πολύ μικρό σύγχρονο ηλεκτροκινητήρα.

Οι χρονοδιακόπτες αποτελούνται απ' τα παρακάτω βασικά μέρη:

- Τον ηλεκτροκινητήρα.
- Τον περιστρεφόμενο δίσκο με τις ακίδες του stop και του start.
- Τις επαφές των ελεγχόμενων κυκλωμάτων.
- Τις διάφορες συνδέσεις ισχύος και βοηθητικών κυκλωμάτων.

Η καλωδίωση των χρονοδιακοπών διαφέρει από εγκατάσταση σε εγκατάσταση, ανάλογα με το συγκεκριμένο προορισμό τους.

Οι χρονοδιακόπτες πρέπει να διαθέτουν και μηχανικό μηχανισμό εφεδρικής πορείας 24 έως 48 ωρών, για ν' αποφεύγεται ή διακοπή του προγραμματισμού τους, στην περίπτωση διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι επαφές των χρονοδιακοπών είναι Ισχύος από 6 Am έως 25 Am για μονοφασικούς και 40 Am για τριφασικούς.

Οι χρονοδιακόπτες της απόψυξης των ψυκτικών στοιχείων πρέπει να έχουν μια ωρολογιακή ρύθμιση, πού να ενεργοποιεί το σύστημα της απόψυξης (είτε είναι με ηλεκτρικές αντιστάσεις, είτε είναι με θερμό ψυκτικό αέριο), και ένα μηχανισμό, ο όποιος να σταματά την απόψυξη.

Για ν' αντιμετωπισθούν τα διάφορα προβλήματα των αποψύξεων σ' όλους τους τομείς εφαρμογής, διαθέτονται χρονοδιακόπτες κατάλληλοι για κάθε περίπτωση.

Ένας απ' τους χρησιμοποιούμενους χρονοδιακόπτες είναι και ο χρονοδιακόπτης του σχήματος 38.

Οι χρονοδιακόπτες του τύπου αυτού ρυθμίζονται για δύο αποψύξεις το 24ωρο, με διάρκεια απόψυξης 60 λεπτών, εκτός αν ο βολβός τους διακόψει νωρίτερα την απόψυξη.

#### **Λειτουργία.**

Η απόψυξη αρχίζει με την εντολή, πού δίνει ο χρονοδιακόπτης στους μηχανισμούς της απόψυξης, και σταματά με την πίεση του βολβού του ή μετά το τέλος του χρόνου ρύθμισης του.

Συγκεκριμένα, μόλις οι ακίδες του start του χρονοδιακόπτη κλείσουν τις επαφές 2 και 3 (Σχ. 38), τότε τροφοδοτούνται με ρεύμα οι ηλεκτρικές αντιστάσεις, οι οποίες, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία του παγωμένου στοιχείου, λειώνουν τους πάγους.

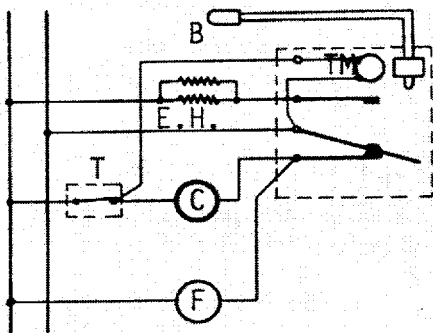
Η διάρκεια της απόψυξης αρχικά προσδιορίζεται απ' τη ρύθμιση του χρονοδιακόπτη στα 60 λεπτά, αλλά, αν στο χρονικό αυτό διάστημα ή θερμοκρασία του ψυκτικού στοιχείου πάει να ξεπεράσει τους 4 °C -6 °C, τότε ο βολβός του χρονοδιακόπτη, ενεργοποιώντας αυτόν, σταματά την απόψυξη, άσχετα αν ο χρόνος της απόψυξης είναι μικρότερος απ' τον προκαθορισμένο.

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου ο χρονοδιακόπτης ενεργοποιεί μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, ή οποία στέλνει μέσα στο παγωμένο στοιχείο θερμό ψυκτικό αέριο της γραμμής κατάθλιψης και λειώνουν οι πάγοι.

Στα σχήματα πού ακολουθούν, φαίνονται ο χρονοδιακόπτης απόψυξης και τα καλωδιακά κυκλώματα του.

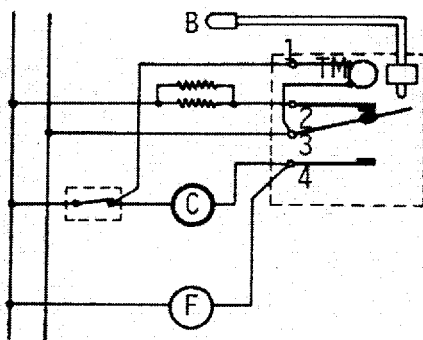


Κύκλωμα ψύξεως



- B. Βολβός χρονοδιακόπτη.
- E.H. Αντίσταση απόψυξης.
- T. Θερμοστάτης.
- C. Συμπιεστής.
- F. Άνεμιστήρας.
- T.M. Χρονοδιακόπτης.

Κύκλωμα κατά τον χρόνο της απόψυξης

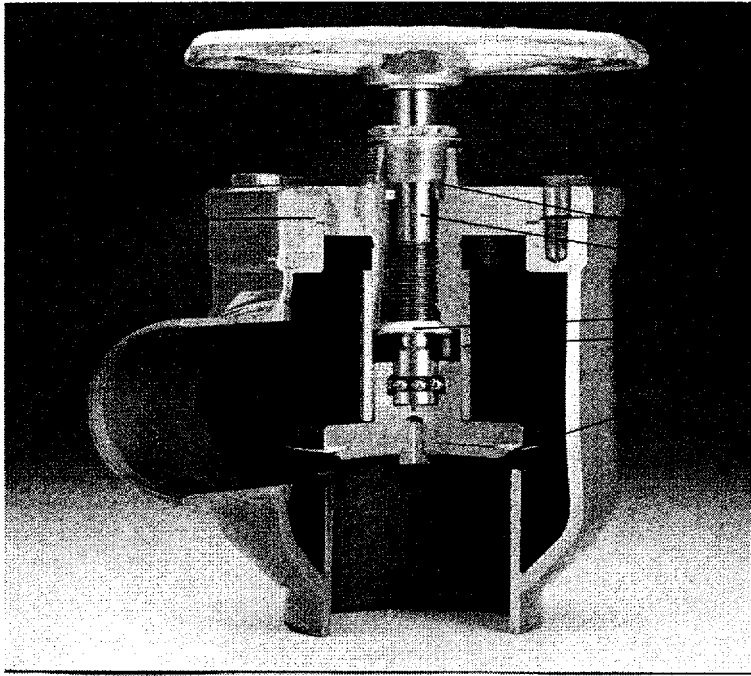


1. Ακροδέκτης χρονοδιακόπτη.
  2. Ακροδέκτης σταθερής έπαφης χρονοδιακόπτη.
  3. Ακροδέκτης κινητής έπαφης χρονοδιακόπτη.
  4. Ακροδέκτης για τό συμπιεστή και τόν άνεμιστήρα.
- B. Βολβός χρονοδιακόπτη.
  - T.M. Χρονοδιακόπτης.
  - C. Συμπιεστής.
  - F. Άνεμιστήρας.

Σχ. 38 Καλωδιακά κυκλώματα χρονοδιακόπτη απόψυξης.

### Χειροκίνητη Βαλβίδα

Αποτελεί την απλούστερη μορφή βαλβίδας που δεν επιδέχεται αυτόματη ρύθμιση κατά την λειτουργία, επιτρέπει όμως την αρχική ρύθμιση ή την χειροκίνητη μετέπειτα ρύθμιση της ροής αμμωνίας. Δεν ενδείκνυται στη διακύμανση φορτίου γιατί δεν μεταβάλλει την παροχή του ψυκτικού μέσου κατά την μεταβολή του.



Σχ. 39 Χειροκίνητη βαλβίδα

### Ηλεκτρονικό Μανόμετρο

Βασικότατα όργανα, τα οποία τοποθετούνται στις ψυκτικές διατάξεις με σκοπό την μέτρηση των πιέσεων συγκεκριμένης περιοχής μέσα σε ψυκτικό διάγραμμα, είναι τα ηλεκτρονικά μανόμετρα.



Σχ. 40 Ηλεκτρονικό Μανόμετρο

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

**MEZO PLC**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ήδη από τη δεκαετία του '60 στην Ευρώπη άρχισε η μετάβαση στα συστήματα με ψηφιακά ηλεκτρονικά. Αυτό δεν άλλαξε μόνο τον τρόπο σκέψης των κατασκευαστών αλλά και τη δομή και τον τρόπο λειτουργίας εγκαταστάσεων και μηχανών. Υπήρξαν όμως και αρνητικά σημεία αφού απαιτήθηκε η γνώση υψηλής ηλεκτρονικής για τη σωστότερη εγκατάσταση και συντήρησή τους.

Οι πρώτοι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC – Programmable Logic Controllers) στην αρχή της δεκαετίας του '70 χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την αντικατάσταση των ρελέ.

Η μεγάλη απαίτηση για μείωση του κύκλου παραγωγής άρχισε στην αρχή της δεκαετίας του '80. Η τεχνολογία γινόταν γρηγορότερη και αναπτυσσόταν συνεχώς, παράλληλα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Όπως σε όλους τους τομείς έτσι κι εδώ. η επικοινωνία και η πληροφορία έγιναν η σημαντικότερη βάση για αποδοτική παραγωγή. Οι νέες συσκευές επεξεργάζονται πλέον δεδομένα και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους ή με υπερκείμενους υπολογιστές.

Οι διαδικασίες παραγωγής γίνονται πιο σύνθετες, οι νεκροί χρόνοι στη παραγωγή μειώνονται συνεχώς, οι απαιτήσεις για αυξημένη ποιότητα αυξάνονται. Αλλάζει και ο ρόλος του ανθρώπου στη παραγωγική διαδικασία - τώρα σχεδιάζει, κατασκευάζει, προγραμματίζει, επιτηρεί κι επισκευάζει. Το φάσμα της εργασίας μεταφέρεται από τη μυϊκή στη πνευματική.

Κι ενώ η τεχνολογία προχωρά, φθάνουμε στη δεκαετία του '90 όπου τεχνολογικά έγινε μεγάλο άλμα (συσκευές μικρότερες, φθηνότερες, με σημαντικά αυξημένες δυνατότητες συγκριτικά με αυτές της προηγούμενης δεκαετίας ) αλλά παράλληλα αυξήθηκε δυσανάλογα το κόστος εκπόνησης των προγραμμάτων και της θέσης σε λειτουργία των εγκαταστάσεων.

Οι κατασκευαστές ρίχνουν πλέον σημαντικό βάρος στο λογισμικό όπου παρέχονται

Ετοιμες λύσεις για τομείς του αυτοματισμού με τη βοήθεια βιβλιοθηκών, εκμεταλλεύονται την πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών και χρησιμοποιούν την εξέλιξη στο λειτουργικό τους σύστημα (τεχνολογία Windows) για να μειώσουν τους χρόνους στον προγραμματισμό των PLC (σχόλια προγράμματος, αντιγραφή τμημάτων προγράμματος από ένα πρόγραμμα σ' ένα άλλο κλπ). Εμφανίζονται νέες γλώσσες προγραμματισμού για τεχνολόγους σε γραφική μορφή, όπου ο χρήστης μέσω βιβλιοθηκών κι έχοντας γνώση μόνο της παραγωγικής διαδικασίας "συνθέτει" τον αυτοματισμό του. Τα υπόλοιπα γίνονται αυτόματα στο παρασκήνιο για λογαριασμό του. Υποστηρίζεται τέλος και η εξέλιξη στις γλώσσες προγραμματισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Pascal, C++) για χρήστες που είναι εξοικειωμένοι σε τέτοια περιβάλλοντα.

Τέλος ιδιαίτερη έμφαση δίνεται πλέον στη δικτύωση - ασύρματη ή ενσύρματη για τον προγραμματισμό / επιτήρηση εξ αποστάσεως μέσω ειδικών συσκευών επικοινωνίας και λογισμικού για ηλεκτρονικό υπολογιστή (SCADA) καθώς και στις επικοινωνίες Internet.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PLC

Το PLC είναι μία ηλεκτρονική διάταξη η οποία από την άποψη της λειτουργίας θα μπορούσε να προσομοιωθεί με έναν πίνακα αυτοματισμού. Έχει δηλαδή εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια έναν αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη σταματά τον κινητήρα μιας μεταφορικής ταινίας). Οι ομοιότητες όμως σταματούν εδώ μια και το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των PLC είναι ότι οι "κανόνες" που καθορίζουν την συμπεριφορά των εξόδων δεν είναι σταθεροί και "συρματωμένοι" όπως σε ένα κλασσικό πίνακα αυτοματισμού αλλά μπορούν να μεταβάλλονται με την επέμβαση στο πρόγραμμα του PLC χωρίς καμία επέμβαση στο Hardware του συστήματος. Δηλαδή η λογική της λειτουργίας που ενσωματώνεται στο PLC μέσω του προγραμματισμού του είναι μεταβαλλόμενη.

Έτσι σε ότι αφορά το υλικό όλα τα PLC αποτελούνται από την CPU η οποία περιέχει την λογική του αυτοματισμού και η οποία αφού διαβάσει την κατάσταση των καρτών εισόδου (input modules) ενεργοποιεί τις κάρτες εξόδου (output modules) σύμφωνα με τους κανόνες (πρόγραμμα) που έχουμε αποθηκεύσει στην μνήμη του.

Βέβαια το σύστημα συμπληρώνεται από το τροφοδοτικό και πιθανόν από διατάξεις

ενδείξεων και χειρισμών (operator panel, operator display).

Η CPU με την βοήθεια της κάρτας εισόδου γνωρίζει κάθε στιγμή την κατάσταση ενός διακόπτη εάν δηλαδή είναι διεγερμένος ή όχι. Επιπλέον με τη βοήθεια της κάρτας εξόδου οπλίζει ένα ρελέ και μέσω αυτού ενεργοποιεί μία διάταξη κίνησης, φωτισμού κλπ.

Αυτό που απομένει είναι η "λογική" δηλαδή πότε πρέπει να οπλίσει το ρελέ. Αυτή η λογική είναι το πρόγραμμα του PLC που συντάσσεται σε συγκεκριμένη γλώσσα με την βοήθεια ειδικού λογισμικού (programming software), και αποθηκεύεται στην μνήμη του PLC.

Έτσι τώρα το σύνολο του συστήματος λειτουργεί ως εξής:

Αρχικά η CPU διαβάζει τις εισόδους, δηλαδή παρατηρεί την κάθε είσοδο και αν σε αυτή έχει εμφανισθεί τάση (που σημαίνει ότι έχει κλείσει ο διακόπτης) καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μία περιοχή της μνήμης του που είναι ειδική για αυτό τον σκοπό (Input Image). Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί σαν ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στον "έξω κόσμο" και την CPU.

Στην συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή της εξόδου η οποία και καταχωρείται σε μία αντίστοιχη περιοχή μνήμης εξόδου (Output Image).

Τέλος η περιοχή της μνήμης εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου και διεγείρει με την σειρά της το ρελέ.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς δηλ ξαναδιαβάζεται η είσοδος που μπορεί τώρα να έχει διαφορετική τιμή κλπ . Η διαδικασία αυτή λέγεται κυκλική επεξεργασία στο PLC.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό εδώ να τονίσουμε ότι η πληροφορία για την κατάσταση της εισόδου αποκτάται μόνο στην αρχή του κύκλου και η κατάσταση της εισόδου κατά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος θεωρείται σταθερή (πράγμα που βεβαίως μπορεί και να μην συμβαίνει), όμως ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος (τυπικά μερικά msec) που ακόμα και αν αλλάξει κατάσταση η είσοδος, η CPU θα το αντιληφθεί στον αμέσως επόμενο κύκλο (π.χ. μετά από 3 msec) και θα δράσει ανάλογα με καθυστέρηση μόνο χιλιοστών του δευτερολέπτου. Φυσικά για ιδιαίτερα κρίσιμες εισόδους υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν την ακαριαία πληροφόρηση και δράση της CPU (Even driven interrupt).

Εδώ θα πρέπει επίσης να υπογραμμίσουμε, όπως εξάλλου είδαμε και πιο πάνω, ότι το αποτέλεσμα του αυτοματισμού (το πότε θα διεγερθεί η έξοδος) το καθορίζει το πρόγραμμα

και όχι οι καλωδιώσεις.

Θα μπορούσαμε διατηρώντας τις ίδιες ακριβώς καλωδιώσεις και αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα να κάνουμε το σύστημα να συμπεριφέρεται εντελώς διαφορετικά. Αυτή είναι βέβαια και η μεγάλη διαφορά του PLC από οποιοδήποτε άλλο σύστημα αυτοματισμού που καθορίζει και το όνομα του δηλαδή προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής.

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Συγκριτικά με το κλασσικό αυτοματισμό τα πλεονεκτήματα του προγραμματισμού με PLC είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά μπορούμε ν' αναφέρουμε:

- Είναι συσκευές γενικής χρήσεως - δεν είναι κατασκευασμένοι για ένα συγκεκριμένο είδος παραγωγής.
- Δεν ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών, χρονικών, απαριθμητών κλπ που θα χρησιμοποιηθούν μιας και αποτελούν στοιχεία μνήμης της CPU και όχι φυσικές οντότητες.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί ν' αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα) χωρίς επέμβαση στο υλικό.
- Εύκολος οπτικός εντοπισμός με μια ματιά, της λειτουργίας ή μη στοιχείων της εγκατάστασης με τη βοήθεια των LED που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες εισόδου / εξόδου. Με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού μπορεί να παρακολουθηθεί και η ροή εκτέλεσης του προγράμματος.
- Η κατασκευή του πίνακα που θα τοποθετηθεί το PLC γίνεται παράλληλα με τον προγραμματισμό του, πράγμα το οποίο οδηγεί στη συντομότερη παράδοση του αυτοματισμού.
- Πολύ συχνό είναι το φαινόμενο ο τεχνικός να κληθεί να επισκευάσει μια βλάβη και να δει έκπληκτος ότι άλλα υπάρχουν στα σχέδια και άλλα βλέπει αυτός στην εγκατάσταση. Το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει στα PLC αφού πάντα υπάρχει μόνο ένα "σχέδιο" αποθηκευμένο - το τελευταίο πρόγραμμα που του έχουμε περάσει. Εάν θέλουμε να έχουμε περισσότερα προγράμματα, αυτό είναι δυνατό με τη χρήση δισκετών.
- Τα PLC ως ηλεκτρονικές συσκευές καταλαμβάνουν πολύ μικρότερο χώρο στο πίνακα σε σχέση με τα υλικά του κλασσικού αυτοματισμού, καταναλώνουν δε πολύ λιγότερη

ενέργεια από αυτά.

- Τοποθετούνται άφοβα και σε πεδία ισχύος - ο κατασκευαστής δίνει οδηγίες γι' αυτές τις περιπτώσεις οι οποίες πρέπει να τηρούνται (αποστάσεις, γειώσεις κλπ).
- Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή - Υπάρχει γλώσσα γι' ανθρώπους με γνώση στο συμβατικό αυτοματισμό (Ladder), γλώσσες για όσους έχουν υπόβαθρο σε υπολογιστές (Statement List, STL, FBD, C++) καθώς και γλώσσες εξειδικευμένες για διάφορες τεχνολογίες (GRAPH 7, HIGRAPH, CSF).
- Τέλος, σαν ψηφιακές συσκευές σήμερα πια μας δίνουν τη δυνατότητα να συνδέσουμε επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και να καταργήσουμε έτσι τα κλασσικά μιμικά διαγράμματα και τους πίνακες χειρισμών. Εύκολη είναι επίσης και η διασύνδεση μεταξύ τους γι' ανταλλαγή πληροφοριών, ο τηλεχειρισμός και η τηλεοπτεία, ο εξ αποστάσεως προγραμματισμός τους και η σύνδεση τους στο Internet.



## PLC ΤΥΠΟΥ SIMATIC S7 - 300

Είναι κατάλληλο για μεσαίας κλίμακας εφαρμογές στις οποίες συγκαταλέγονται και οι περισσότερες των εφαρμογών στην ελληνική αγορά. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι:

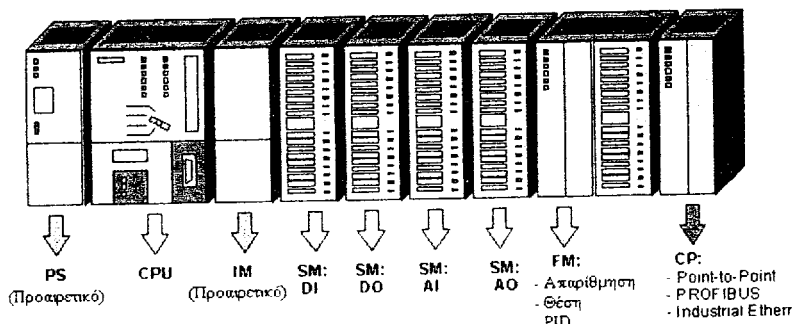
- Modular μορφή.
- Μεγάλη ποικιλία από CPU για τη βέλτιστη επιλογή ανάλογα με την επιθυμητή απόδοση.
- Επεκτασιμότητα με έως 32 κάρτες.
- Δικτυώνεται με όλα τα πρότυπα δίκτυα (Profibus, Industrial, Ethernet).
- Δεν έχει περιορισμό για τη θέση των επιμέρους καρτών.
- Δεν υπάρχουν μικροδιακόπτες για την παραμετροποίηση - όλα γίνονται μέσω λογισμικού.
- Έχει πλήρες 32-bit σετ εντολών (ακόμα και για ημίτονο, συνημίτονο, λογάριθμο, τετραγωνική ρίζα).
- Ενσωματωμένη δυνατότητα δικτύωσης (MPI) στη κεντρική μονάδα επεξεργασίας.
- Ενσωματωμένες δυνατότητες διασύνδεσης με HMI - δεν απαιτείται προγραμματισμός.
- Μνήμη διαγνωστικών - αυτόματη αποθήκευση με χρόνο και ημερομηνία όλων των συμβάντων στο PLC.
- Μια μόνο κάρτα για όλους τους τύπους αναλογικών - η επιλογή γίνεται μέσω του λογισμικού.

## ΔΟΜΗ

Κάθε PLC μπορεί να δομηθεί από επιμέρους μονάδες, ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία θα χρησιμοποιηθεί. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Πλαίσιο στήριξης των επιμέρους καρτών (Rack).
- Μονάδα τροφοδοσίας (PS – Power Supply).
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU – Central Processing Unit).
- Κάρτες εισόδων / εξόδων, ψηφιακές ή αναλογικές (SM – Signal Module).
- Κάρτες διασύνδεσης των rack (IM – Interface Module).
- Κάρτες επεξεργασίας σύνθετων και χρονικά κρίσιμων διαδικασιών (FM – Function Module).
- Κάρτες επικοινωνίας (CP – Communication Processor).

### S7-300: Modules

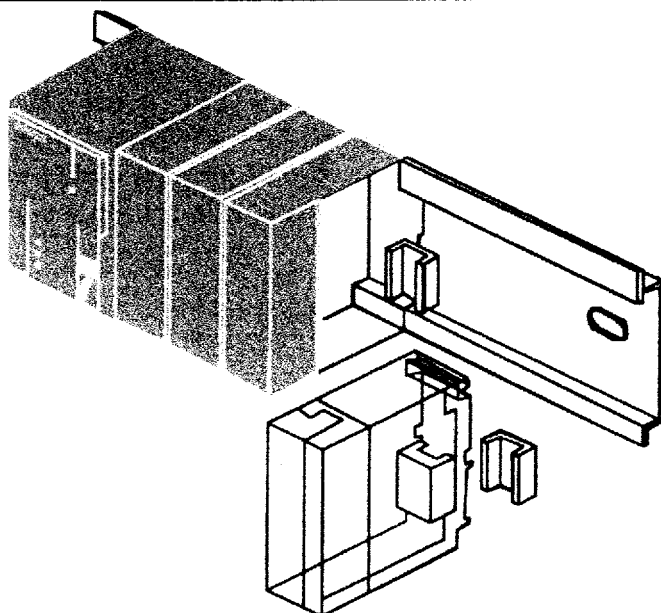


## ΜΟΝΑΔΕΣ

### Πλαίσιο στήριξης (Rack)

Ο ρόλος του είναι να στηρίζει απλά τις διάφορες κάρτες που θα συνθέσουν το σύστημα αυτοματισμού.

Η επικοινωνία μεταξύ καρτών και CPU γίνεται με ένα συνδετήρα σχήματος " Π " στο πίσω μέρος των καρτών. Μέσω αυτού υλοποιούνται οι δύο δίαυλοι εσωτερικής επικοινωνίας.



### Τοποθέτηση καρτών στο S7-300

Υπάρχουν δύο δίαυλοι για την επικοινωνία των καρτών με τη CPU:

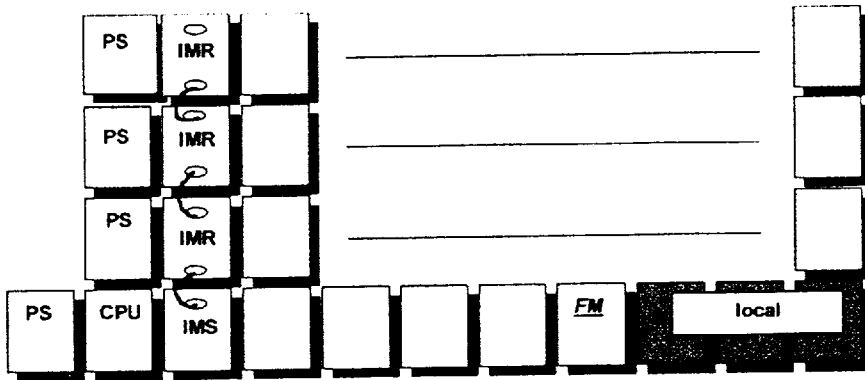
- P-Bus (Peripheral bus), το οποίο έχει σαν κύριο στόχο να μεταφέρει πληροφορίες που αφορούν τη "περιφέρεια" (π.χ. εισόδους, εξόδους). Το P-Bus είναι σειριακό (η πληροφορία μεταφέρεται σειριακά δηλαδή από τη μία κάρτα στην άλλη) με ταχύτητα 1.5 MBPS.
- K-Bus (Communication bus) που αφορά την επικοινωνία προς "ειδικές" κάρτες (π.χ. FM), για λειτουργίες προγραμματιστή κλπ. Το K-Bus είναι σειριακό και τα δεδομένα μεταφέρονται με ταχύτητα 187.5 KBPS.

Στο S7-300 μπορούν να τοποθετηθούν ένα κεντρικό rack (όπου βρίσκεται η CPU) και έως 3 rack επέκτασης, απομακρυσμένα μεταξύ τους το πολύ 10 μέτρα.

Μία ιδιαιτερότητα είναι ότι μπορεί σε κάθε rack να δημιουργηθεί ένα τοπικό Bus (Local Bus). Εδώ, με τη βοήθεια του πακέτου προγραμματισμού Step 7, μπορούμε ν' ανεξαρτητοποιήσουμε μια περιοχή του Peripheral Bus. Αυτό είναι δυνατό μόνο όταν χρησιμοποιηθεί ειδική κάρτα FM, η οποία πλέον ελέγχει άμεσα τις κάρτες που βρίσκονται στα δεξιά της και μόνο στα όρια του ίδιου rack. Ταυτόχρονα, αυτές οι κάρτες δεν είναι προσπελάσιμες από τη CPU.

Μια τυπική εφαρμογή του Local Bus είναι σε περιπτώσεις όπου πρέπει να επεξεργαστούμε γρήγορα φαινόμενα (PID βρόγχους, που μπορούν να υλοποιηθούν με την

ειδική FM κάρτα) κάνοντας ταυτόχρονα και "κοινές" λειτουργίες αυτοματισμού (στη CPU),  
 Ο μέγιστος αριθμός Local Bus ανά S7-300 σύστημα είναι 4, ένα σε κάθε rack.



Δυνατότητες επέκτασης, Local Bus

## ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ (POWER SUPPLY)

Ο σκοπός του είναι από την υπάρχουσα τάση δικτύου να δημιουργήσει τις απαραίτητες τάσεις για την λειτουργία του ίδιου του PLC (σε καμία περίπτωση δεν αφορά τροφοδοσία κινητήρων, βανών κλπ.!!!).

### Μπαταρία του συστήματος

Στο τροφοδοτικό - ανάλογα με την οικογένεια του PLC- τοποθετούμε μία ή δύο μπαταρίες που σκοπό έχουν να διατηρήσουν το πρόγραμμα και ορισμένες παραμέτρους του σε περίπτωση πτώσης της τάσης.

Η τυπική διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι περίπου 250 μέρες. Αυτό εξαρτάται βέβαια από πολλούς παράγοντες όπως το μέγεθος της περιοχής μνήμης που πρέπει να διατηρεί (το ορίζει ο προγραμματιστής), το χρονικό διάστημα που το PLC βρίσκεται εκτός τάσης, τις βυθίσεις τάσης του δικτύου κλπ.

Η χαμηλή τάση της μπαταρίας ή η έλλειψη της απεικονίζεται με ενδεικτικά LED στη πρόσοψη της CPU. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να γράψουμε πρόγραμμα το οποίο θα εκτελεί μια διαδικασία όταν συμβεί το γεγονός αυτό (π.χ. να αναβοσβήσουμε μια λυχνία

στη πόρτα του πίνακα).

Η αλλαγή της μπαταρίας πρέπει να γίνεται πάντα όταν το σύστημα βρίσκεται υπό τάση, αλλιώς το πρόγραμμα χάνεται!!!

### Ονομαστικό ρεύμα εξόδου

Το ονομαστικό ρεύμα εξόδου του τροφοδοτικού πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερο από το ρεύμα που απορροφούν όλες οι κάρτες που είναι τοποθετημένες στο rack.

Ο έλεγχος είναι απλός - αθροίζουμε το ρεύμα που απορροφά κάθε μια μονάδα χωριστά (από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των επιμέρους καρτών) και κατόπιν επιλέγουμε τροφοδοτικό με ρεύμα εξόδου μεγαλύτερο από το σύνολο που έχουμε βρει. Ειδικότερα, για το S7-300 ισχύουν τα εξής:

Στη σειρά αυτή οι τροφοδοτικές διατάξεις που παράγουν τις απαραίτητες για τη λειτουργία του PLC εσωτερικές τάσεις, περιλαμβάνονται στο ίδιο κουτί με τη CPU. Απαιτείται μόνο εξωτερική τάση 24V DC η οποία δίνεται από εξωτερικό τροφοδοτικό.



Κάρτα	PS 307; 2A	PS 307; 5A	PS 307; 10A
Τάση εισόδου Ρεύμα εισόδου	120V/230V AC 0.8 / 0.5 A	120V/230V AC 2/1 A	120V/230V AC 3.5/1.7 A
Τάση εξόδου Ρεύμα εξόδου	24 V DC 2A	24 V DC 5A	24 V DC 10A
Απορροφούμενη ισχύς Διαγνωστικά	58 W Ναι	138 W Ναι	270 W Ναι

Εδώ, η μπαταρία του συστήματος τοποθετείται στη CPU. Έτσι, σε περίπτωση που πέσει η τάση δικτύου ή μεταφερθεί ο διακόπτης του τροφοδοτικού από θέση ON σε OFF, το πρόγραμμα καθώς και άλλες περιοχές της μνήμης που ορίζει ο προγραμματιστής διατηρούνται. Ενδεικτικό LED στη πρόσοψη της CPU απεικονίζει την ύπαρξη και σωστή λειτουργία της μπαταρίας. Όταν τοποθετηθεί καινούργια, το LED σβήνει αυτόματα.

## Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU)

Σ' αυτήν αποθηκεύεται και εκτελείται κυκλικά το πρόγραμμα του χρήστη. Με βάση τις τιμές που διαβάζονται από τις εισόδους καθώς και τις από πριν αποθηκευμένες άλλες τιμές, παράγονται οι αποφάσεις που θα εκτελεστούν για να υλοποιηθεί ο αυτοματισμός της εγκατάστασης.

### Εσωτερικά στοιχεία

Τα σημαντικότερα στοιχεία που υπάρχουν σε μια CPU είναι:

- Ο μικροεπεξεργαστής, ο οποίος εκτελεί το πρόγραμμα που έχει μέσα στη μνήμη του και ελέγχει τη σωστή λειτουργία όλων των μονάδων που είναι συνδεδεμένες σ' αυτόν.
- Η μνήμη, η οποία λογικά χωρίζεται σε διάφορες περιοχές εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι:
  - Μνήμη του χρήστη, όπου αποθηκεύεται το πρόγραμμα που εμείς έχουμε γράψει για τον αυτοματισμό της εγκατάστασης.
  - Μνήμη για το λειτουργικό σύστημα, όπου τρέχει το πρόγραμμα για τη λειτουργία του ίδιου του PLC.
  - Μνήμη για τα χρονικά, απαριθμητές, βοηθητικά.
  - Μνήμη απεικόνισης της περιφέρειας, όπου καταχωρείται η κατάσταση των σημάτων εισόδου και εξόδου, το τι γίνεται δηλαδή εκτός του PLC.

### Εξωτερικά στοιχεία

Κάθε κεντρική μονάδα έχει κατ' ελάχιστο:

- Διακόπτη με κλειδί RUN-P / RUN / STOP / MRES.
- Ενδεικτικά LED για τη κατάσταση της CPU.
- Θέση για σύνδεση συσκευής προγραμματισμού ή συσκευών καταγραφής / απεικόνισης.
- Θέση για τοποθέτηση εξωτερικής μνήμης.

Όταν ο διακόπτης είναι γυρισμένος στη θέση RUN-P είναι δυνατόν να τροποποιήσουμε το πρόγραμμα της CPU ή να αλλάξουμε το περιεχόμενο των θέσεων μνήμης.

Στη θέση RUN (θέση όπου μπορεί να αφαιρεθεί το κλειδί) μπορούμε μόνο να διαβάσουμε πληροφορίες από τη CPU. Χρησιμοποιούμε αυτή τη θέση μόνο για λόγους ασφαλείας όταν δε θέλουμε να έχουν πρόσβαση στο σύστημα μη εξουσιοδοτημένα από εμάς άτομα.

Στη θέση STOP το πρόγραμμα που υπάρχει στη CPU δεν εκτελείται. Καλό είναι όταν μεταφέρουμε το πρόγραμμα στη CPU από τη συσκευή προγραμματισμού ο διακόπτης να βρίσκεται σ' αυτή τη θέση για λόγους ασφαλείας.

Στη θέση MRES μπορούμε να σβήσουμε το πρόγραμμα που υπάρχει στη CPU, ακολουθώντας την εξής διαδικασία

Γυρίζουμε το διακόπτη και το κρατάμε στη θέση αυτή. Το ενδεικτικό LED για τη κατάσταση STOP αναβοσβήνει. Όταν σταματήσει, αφήνουμε το διακόπτη κι αυτός επανέρχεται στη θέση STOP. Τέλος, στιγμιαία γυρίζουμε το διακόπτη ξανά στη θέση MRES και τον αφήνουμε.

## Καινοτομίες

Οι υψηλές ταχύτητες επεξεργασίας (κάτω του 0,3 msec για 1 kB δυαδικών εντολών), το επεκτεταμένο σετ εντολών (32 bit, αριθμοί κινητής υποδιαστολής, τριγωνομετρικές συναρτήσεις), η ελευθερία στη θέση τοποθέτησης των καρτών, οι μεγάλες μνήμες (έως 16 MB), η παραμετροποίηση των καρτών μέσω του λογισμικού, η ενσωματωμένη δυνατότητα δικτύωσης και οι λειτουργίες επιτήρησης και ελέγχου χωρίς κατανάλωση μνήμης του χρήστη και προγραμματισμό είναι μερικά από τα δυνατά σημεία της νέας γενιάς S7.

Σε κάθε CPU πλέον υπάρχει ενσωματωμένο το δίκτυο MPI (Multi Point Interface) επάνω στο οποίο με ταχύτητα έως 187,5 KBPS έως 32 σταθμοί (συσκευές προγραμματισμού, PC, PLC, συσκευές επιτήρησης και χειρισμών) μπορούν αν επικοινωνούν μεταξύ τους.

Για τις υπηρεσίες επίβλεψης και χειρισμών δεν απαιτείται προγραμματισμός στη πλευρά του PLC, πράγμα το οποίο μας εξοικονομεί μνήμη, ελευθερώνει τη CPU από επιπλέον εργασία και τελικά μειώνει το χρόνο και το κόστος της εκπόνησης ενός έργου.

Για τις υπηρεσίες επικοινωνιών (MPI, Point to Point, Profibus, Industrial Ethernet) οι κλήσεις είναι τμήμα του λειτουργικού συστήματος οπότε δεν απαιτείται χρήση της μνήμης που είναι διαθέσιμη για τα προγράμματα του χρήστη. Επιπλέον δε, δεν επιβαρύνεται και ο

κύκλος εκτέλεσης του προγράμματος.

Τα διαγνωστικά μηνύματα του συστήματος τα ορίζει ο χρήστης μέσω παραμετροποίησης. Αυτά αποθηκεύονται με ώρα και ημερομηνία σε ειδικό χώρο (Diagnostic Buffer) ικανό να κρατήσει έως 120 εγγραφές και μπορεί να τα δει ο χρήστης είτε με τη συσκευή προγραμματισμού, είτε να τα εκμεταλλευθεί στο πρόγραμμα του για ν' αναλάβει κάποιες ενέργειες είτε τέλος να τα απεικονίσει σε κάποια συσκευή επιτήρησης και χειρισμών (operator panel).

Διακρίνουμε 3 κατηγορίες μηνυμάτων που καταγράφονται ανάλογα με την προέλευση τους, αν αφορούν:

- τη CPU (Hardware ή Software) εάν έπεσε σε stop, εάν έγινε ολική επαναφορά στο σύστημα (overall reset) κλπ.
- τις κάρτες, εάν αφαιρέθηκε η πρίζα καλωδίων, εάν υπάρχει βραχυκύκλωμα, κομμένο καλώδιο σε αναλογικό σήμα, κάρτα κατεστραμμένη κλπ.
- τη διαδικασία παραγωγής, όπου μετά από παραμετροποίηση με ειδικό πακέτο επιτηρούνται κρίσιμες μεταβλητές της εγκατάστασης.

Σε ορισμένες CPU υπάρχει ενσωματωμένο interface για σύνδεση σε δίκτυο Profibus DP (π.χ. CPU315-2DP). Αυτές οι CPU μπορούν να είναι είτε Master - οπότε διαβάζουν τις εισόδους κι επενεργούν στις εξόδους των άλλων σταθμών στο δίκτυο, είτε είναι Slaves- οπότε παρέχουν στο Master του δικτύου τις δικές τους τιμές.

Μέσα απ' αυτό το δίκτυο μπορούν να λειτουργήσουν και οι υπηρεσίες προγραμματισμού (μία συσκευή προγραμματισμού συνδεδεμένη στο δίκτυο αυτό μπορεί να προγραμματίσει τη CPU), επιτήρησης και χειρισμών (Operator Panel).

Για να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα για τη CPU ο χρήστης χρειάζεται μία ειδική συσκευή προγραμματισμού (PG) ή ένα κοινό PC με το κατάλληλο πρόγραμμα (Step 7), κάρτα και καλώδιο επικοινωνίας με τη CPU (MPI).

Με αυτά τα ελάχιστα στοιχεία μπορεί να γράψει κανείς ένα πρόγραμμα, να το τεκμηριώσει με σχόλια, να μεταφέρει το πρόγραμμα στη CPU, να ελέγξει τη ροή του, να ελέγξει διάφορα διαγνωστικά του ίδιου του PLC, να υλοποιήσει το ενσωματωμένο στη CPU δίκτυο MPI και άλλα.

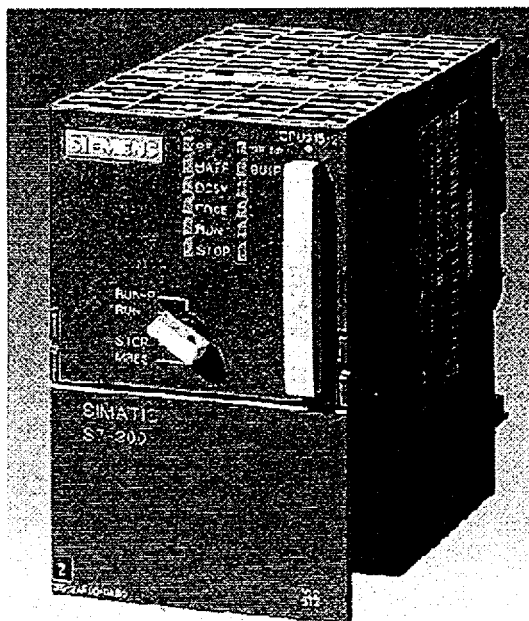


## CPU

Μια μεγάλη γκάμα από CPU είναι στη διάθεση του χρήστη για να διαλέξει για εφαρμογές μεσαίας εμβέλειας (περίπου έως 1.000 σήματα ψηφιακά, 256 αναλογικά). Διαφέρουν κυρίως ως προς το:

- εάν έχουν ή όχι ενσωματωμένες εισόδους / εξόδους.
- εάν έχουν ή όχι ενσωματωμένο Profibus DP interface.
- πλήθος των εισόδων / εξόδων που υποστηρίζουν.
- μέγεθος της ενσωματωμένης μνήμης RAM.

Η θέση της CPU στο rack είναι προκαθορισμένη (θέση 2, αμέσως δεξιά δηλαδή από το τροφοδοτικό). Στη σειρά S7-300 μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία μόνο CPU σε κάθε σύστημα.



CPU 315-2DP

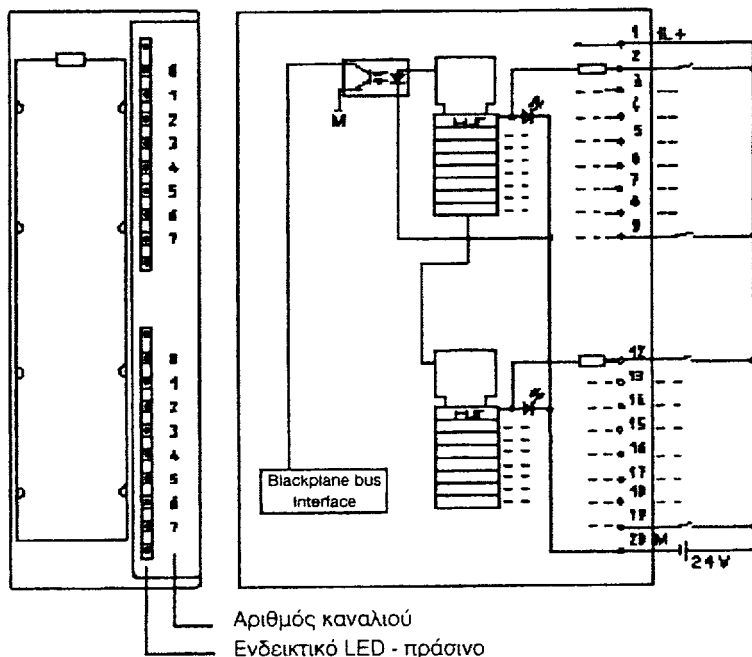
## ΜΟΝΑΔΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ (DIGITAL INPUT – D/I)

Ο ρόλος τους είναι να μεταφέρουν την εικόνα της εγκατάστασης στη CPU, όπως για παράδειγμα ότι πατήθηκε ένας τερματικός ή ότι ο χειριστής πάτησε ένα μπουτόν. Η πληροφορία αυτή μεταφέρεται ηλεκτρικά σε κλέμα της κάρτας εισόδου, ψηφιοποιείται και αποθηκεύεται στη μνήμη απεικόνισης εισόδων.

Σαν ψηφιακή πληροφορία εννοούμε αυτήν που μπορεί να πάρει μόνο 2 διακριτές τιμές. Έτσι για παράδειγμα, σ' ένα έμβολο ο τερματικός του διακόπτης είτε θα είναι ενεργοποιημένος είτε όχι. Λογικά αλλά και κατασκευαστικά καμία άλλη ενδιάμεση κατάσταση δεν είναι δυνατή. Σε ηλεκτρική υλοποίηση σημαίνει ότι ο τερματικός διακόπτης είναι μία επαφή η οποία μπορεί να είναι είτε ανοικτή είτε κλειστή. Αν τροφοδοτήσουμε την επαφή αυτή με τάση τότε η τάση αυτή, όταν κλείσει η επαφή, θα εμφανισθεί και στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου του PLC.

Όταν έχουμε τάση σε μια κλέμα κάρτας εισόδου του PLC τότε λέμε ότι εκεί έχουμε σήμα «1» ενώ στην αντίθετη περίπτωση ότι έχουμε σήμα «0».

Ενδεικτικά, μια ψηφιακή κάρτα 16 εισόδων / 24 V DC φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Μια μονάδα εισόδων έχει 8, 16 ή 32 εισόδους ανάλογα με το τύπο του προγραμματιζόμενου ελεγκτή και την τάση. Οι τάσεις που έχουν επικρατήσει είναι κυρίως τα 24 V DC και τα 230 V AC.

Στα όρια μιας κάρτας πρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια τάση. Έτσι, σε μια κάρτα 16 εισόδων / 24 V DC σ' όλες τις κλέμες πρέπει να φέρουμε τάση 24 V DC διαφορετικά αυτή θα καταστραφεί.

Δίπλα από αυτή τη κάρτα μπορεί να τοποθετηθεί - αν το απαιτεί ο αυτοματισμός - κάρτα 230 V AC χωρίς πρόβλημα.

Ένα άλλο στοιχείο που ενδιαφέρει είναι η καθυστέρηση που εισάγει η κάρτα στην μεταφορά του σήματος προς την CPU και την οποία θα πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του όταν πρόκειται να ελέγξει γρήγορες διαδικασίες. Τυπικές τιμές είναι της τάξης των 1.2 έως 25 ms.

Θα πρέπει επίσης να λάβει κανείς υπόψη του την μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας της κάρτας και το αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η όχι σε εκρηκτικό περιβάλλον (διυλιστήρια κλπ.).

### **Ανοχές τάσης για σήματα «1» και «0»**

Μια κάρτα εισόδων 24 V DC αναγνωρίζει π.χ. τα +24V σαν σήμα «1» και τα 0 V σαν σήμα «0». Για τις περιπτώσεις που υπάρχει διακύμανση στη τάση (μη σταθεροποιημένο τροφοδοτικό) οι κάρτες έχουν μεγάλες ανοχές. Έτσι, σήμα «1» καταλαβαίνει από 13 - 30 V DC και σήμα «0» από -3 - +5 V DC. Οι ενδιάμεσες τιμές (6 - 12 V DC) δεν είναι δυνατόν να προκαθοριστεί πως θα τις κατανοεί το PLC.

### **Μέγιστη διαδρομή καλωδίων**

Είναι η συνολική διαδρομή από το PLC προς το αισθητήριο και αντίστροφα. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν υπολογίζουμε τις αποστάσεις των περιφερειακών συσκευών από το PLC, αφού στους καταλόγους δίνονται οι τιμές για το σύνολο της διαδρομής.

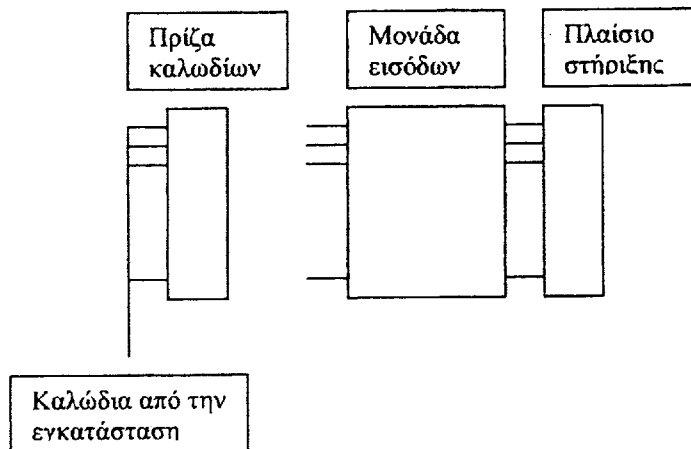
### **Πρίζα καλωδίων**

Για να υλοποιηθεί η απαίτηση για όσο το δυνατό γρηγορότερους χρόνους αντικατάστασης ενός χαλασμένου υλικού οι σημερινές κάρτες έχουν μία επιπλέον μονάδα,

την ονομαζόμενη πρίζα καλωδίων. Σ' αυτή συνδέονται τα καλώδια που αφορούν την εγκατάσταση ενώ αυτή με τη σειρά της «κουμπώνει» στην κάρτα του PLC.

Έτσι, σε περίπτωση καταστροφής της κάρτας, αφαιρούμε (χωρίς να ξεβιδώνουμε τα καλώδια) τη πρίζα καλωδίων, αντικαθιστούμε τη καμένη κάρτα με μια καινούργια και τέλος βιδώνουμε επάνω σ' αυτή τη πρίζα καλωδίων.

Μ' αυτό το τρόπο εξοικονομούμε χρόνο αλλά έχουμε ταυτόχρονα και ασφάλεια, αφού δεν διακινδυνεύουμε από λάθος καλωδίωση των εξωτερικών σημάτων.



## ΜΟΝΑΔΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΞΟΔΩΝ (DIGITAL OUTPUT – D/Q)

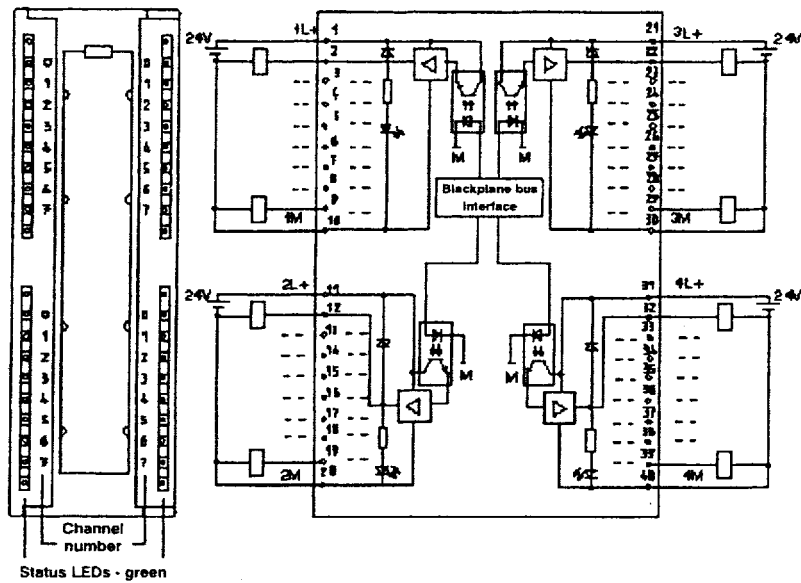
Ο ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τις αποφάσεις που πήρε η CPU σε εντολές προς την εγκατάσταση, όπως για παράδειγμα να εκκινήσει ένας κινητήρας, ν' ανάψει μια λυχνία ή να ηχήσει μια κόρνα. Οι αποφάσεις αυτές βρίσκονται καταχωρημένες στη μνήμη απεικόνισης εξόδων στη CPU και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα από τις κάρτες εξόδων.

Οι κάρτες εξόδου λειτουργούν σαν διακόπτες, στους οποίους δίνουμε εμείς την τάση και όταν κλείσει ο διακόπτης η τάση περνάει και πηγαίνει προς το υπόλοιπο κύκλωμα. Έτσι, η τροφοδοσία των καρτών γίνεται εξωτερικά, ανάλογα με το τι τάση χρησιμοποιείται.

Σε αντιστοιχία με τις κάρτες εισόδου το πρώτο χαρακτηριστικό που θα πρέπει να λάβει υπόψη του κάποιος είναι η τάση και το ρεύμα εξόδου της κάρτας.

Έτσι λοιπόν η τάση εξόδου της κάρτας που θα πρέπει να συμφωνεί με αυτή του φορτίου και αντίστοιχα το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δώσει η κάρτα προς το φορτίο.

Ενδεικτικά, μια κάρτα 32 ψηφιακών εξόδων / 24 V DC φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Οι τάσεις που έχουν επικρατήσει είναι τα 24 V DC και τα 230 V AC.

Ένα σύστημα μπορεί ν' αποτελείται από κάρτες διαφόρων τάσεων - αν το απαιτεί η εγκατάσταση - σε οποιοδήποτε συνδυασμό και ποσότητα (π.χ. 2 κάρτες εισόδων 24 V DC, 3 κάρτες εισόδων 230 V AC και 4 κάρτες εξόδων 230V AC).

Μια μονάδα εξόδων έχει 8, 16 ή 32 εξόδους ανάλογα με το τύπο του προγραμματιζόμενου ελεγκτή και την τάση.

Στα όρια μιας κάρτας χρησιμοποιείται η ίδια τάση. Έτσι, σε μια κάρτα 16 εξόδων / 24 V DC σ' όλες τις κλέμες εμφανίζεται τάση 24 V DC.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό για τις κάρτες εξόδου είναι και το ενεργό στοιχείο εξόδου δηλαδή η τελική διακοπτική που παρέχει την ισχύ στο φορτίο. Αυτή είναι συνήθως transistor αν πρόκειται για DC κάρτα εξόδου ή triac και relay για AC κάρτα εξόδου. Έτσι ανάλογα με την εφαρμογή επιλέγει κανείς το καταλληλότερο στοιχείο, (π.χ. αν πρόκειται να ελέγξουμε μια λυχνία συναγερμού που θα αναβοσβήνει δεν έχει έννοια να χρησιμοποιήσουμε κάρτα με relay μια και οι επαφές του θα καταστραφούν γρήγορα από το flashing). Κατά τα λοιπά ισχύουν ανάλογα για τον αριθμό εξόδων, θερμοκρασίες, καθυστέρηση κλπ, με τις κάρτες εισόδου.

**ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΕΣ ΕΙΣΟΔΟΙ-ΕΞΟΔΟΙ (REMOTE I/O)**

Πάρα πολλές σύγχρονες βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι ιδιαίτερα εκτεταμένες σε έκταση.

Δεν είναι σπάνιο μία μεταφορική ταινία να έχει μήκος 1 ή 2 χιλιόμετρα και βέβαια να υπάρχουν εισοδοί και έξοδοι σε όλο το μήκος της γραμμής.

Έτσι προκύπτει ένα τεράστιο ολικό μήκος και ποσότητα αγωγών για να μεταφερθούν όλα τα σήματα στο ένα σημείο που βρίσκεται εγκατεστημένη η μονάδα ελέγχου.

Έτσι αν είχαμε στο παράδειγμα της παραπάνω γραμμής 50 εισόδους / εξόδους κατά μήκος της για την καλωδίωση τους θα χρειαζόμασταν (50 x 2 αγωγοί ανά σήμα x 1km) 100 km καλώδιο!!! Και βέβαια, οποιαδήποτε εργασία τροποποίησης ή μεταφοράς της γραμμής επιβάλλει σχεδόν την επανακαλωδίωση της.

Το κόστος βέβαια δεν είναι μόνο οι αγωγοί αλλά και όλα τα υποστηρικτικά εξαρτήματα (κανάλια, σωλήνες, η εργασία εγκατάστασης κλπ.). Πολύ σημαντικό είναι επίσης το ότι σε τέτοιες περιπτώσεις καλωδίωσης μεγάλου μήκους υπάρχει πρόβλημα ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής καθώς και πολυπλοκότητας του συστήματος που καθιστά πολύ δύσκολη την υλοποίηση του αλλά πολύ περισσότερο την αποκατάσταση κάποιας πιθανής βλάβης.

Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η χρήση των απομακρυσμένων εισόδων /εξόδων (Remote I/O).

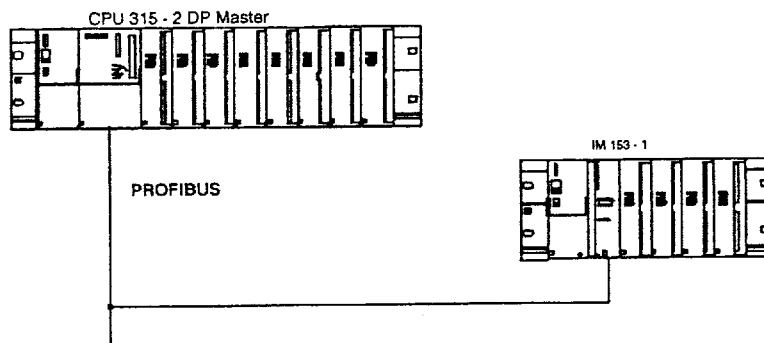
Οι κατασκευαστές PLC προσφέρουν την δυνατότητα οι εισοδοί και έξοδοι ενός PLC να μην εγκατασταθούν στο σασί της CPU αλλά σε ένα ειδικού τύπου σασί που για την σύνδεση του με την CPU απαιτεί μόνο ένα δισύρματο καλώδιο.

Έτσι οι εισοδοί και έξοδοι κατά μήκος της γραμμής μπορούν να ομαδοποιηθούν τοπολογικά, να οδηγούνται με μικρού μήκους αγωγούς σε τοπικά σασί και αυτά με την σειρά τους να συνδέονται με την CPU μόνο με ένα δισύρματο καλώδιο αφού βέβαια έχουν κωδικοποιηθεί κατάλληλα.

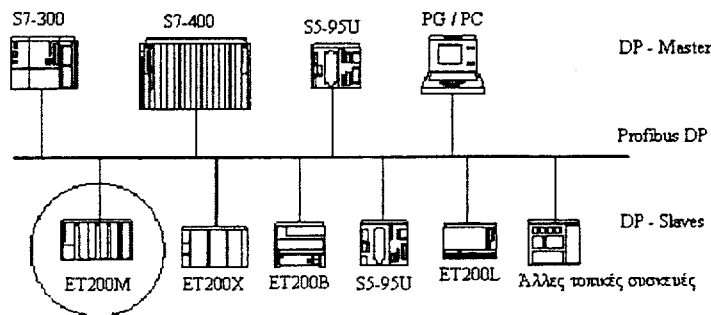
Το δίκτυο που έχει επικρατήσει παγκοσμίως είναι το PROFIBUS στο οποίο I/O αλλά και CPU μπορούν να βρίσκονται στο ίδιο καλώδιο.

Ειδικά μάλιστα για το PROFIBUS που είναι το de facto πρότυπο δικτύωσης μπορεί να δεχθεί κάρτες εισόδου / εξόδου από πολλούς διαφορετικούς κατασκευαστές με αποτέλεσμα ο σχεδιαστής του συστήματος να έχει πολλές δυνατότητες επιλογής για

τεχνική και οικονομική βελτιστοποίηση της αρχιτεκτονικής του.



Ο κεντρικός σταθμός στον οποίο βρίσκεται τοποθετημένη η CPU ονομάζεται Master. Οι τοπικοί σταθμοί (ένας ή περισσότεροι) ονομάζονται Slaves.



Σε ένα καλώδιο μπορούν να συνυπάρχουν το πολύ έως 127 συστήματα (Master ή Slaves). Ένας Master μπορεί να έχει δικούς του έως 64 Slaves με τους οποίους επικοινωνεί κυκλικά (rolling) - επικοινωνεί πρώτα με τον πρώτο, ανταλλάσσει μαζί του πληροφορίες, κατόπιν πηγαίνει στο δεύτερο κλπ. Η επικοινωνία μεταξύ τους μπορεί να είναι από 9,6 KBPS έως 12 MBPS οι δε αποστάσεις που μπορούν να καλυφθούν είναι μέχρι 1200 μέτρα με συμβατικό καλώδιο (χαλκό) και χωρίς ενίσχυση έως και πάνω από 100 χιλιόμετρα με χρήση οπτικής ίνας κι ενισχυτών (repeaters).

Οι Slaves μπορούν να είναι τριών ειδών:

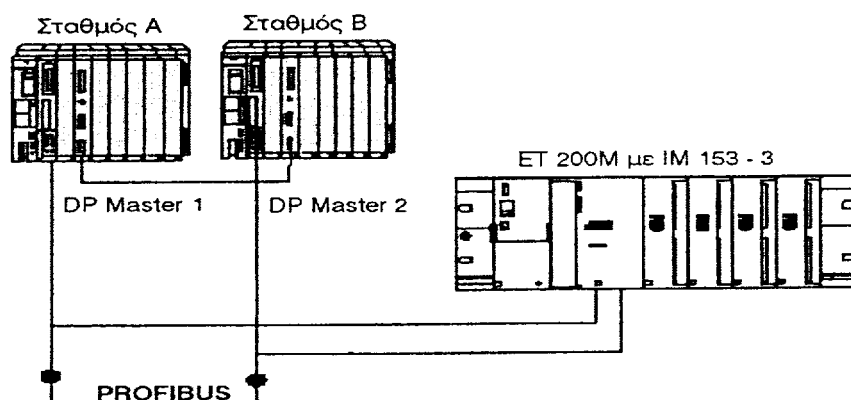
- Έξυπνοι (Intelligent - με CPU), ένα σύστημα ανεξάρτητο το οποίο εκτελεί κάποιο τοπικό αυτοματισμό ενώ ταυτόχρονα ενημερώνει το κεντρικό σταθμό (Master) για στοιχεία της απομακρυσμένης εγκατάστασης που τον ενδιαφέρουν. Η λύση αυτή

είναι βολική γιατί σε περίπτωση που κοπεί το καλώδιο δικτύου το τοπικό σύστημα είναι ικανό να λύσει τις τοπικές ανάγκες του αυτοματισμού. Έχει βέβαια ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα - το κόστος - αφού μας υποχρεώνει ν' αγοράσουμε δύο τουλάχιστον CPU (μια στο Master σύστημα και μια σε κάθε Slave).

- Modular, όπου ο τοπικός σταθμός (Slave) υλοποιείται με απλές κάρτες εισόδου / εξόδου / FM / CP της σειράς S7-300. Απαραίτητη είναι η προμήθεια και τοποθέτηση μιας κάρτας διασύνδεσης στο δίκτυο (IM 153) κι ενός τροφοδοτικού για τη τροφοδοσία των καρτών του τοπικού συστήματος. Στη μορφή αυτή δεν υπάρχει CPU και μπορούν να τοποθετηθούν το πολύ έως 8 κάρτες (εισόδων, εξόδων, FM και CP - ανάλογα με τον τύπο της χρησιμοποιούμενης IM153).
- Compact, όπου επίσης δεν έχουμε CPU, τα διάφορα σήματα όμως υπάρχουν σε compact μορφή (δεν χρησιμοποιούνται οι κοινές κάρτες εισόδων / εξόδων). Η λύση αυτή απαιτεί μόνο ένα εξωτερικό τροφοδοτικό αφού η κάρτα διασύνδεσης με το δίκτυο υπάρχει στο σασί των σημάτων.

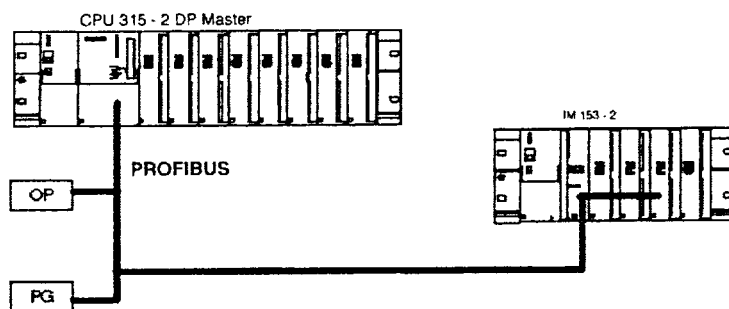
Ένα πρόβλημα που προκύπτει στην χρήση των Remote I/O είναι το ότι σε ενδεχόμενη βλάβη του καλωδίου δεν θα υπάρχει έλεγχος στις μονάδες εισόδου / εξόδου. Και σε αυτό το πρόβλημα όμως υπάρχουν λύσεις μια και είναι δυνατόν ο χρήστης να επιλέξει την κατάσταση στην οποία θα βρεθεί η έξοδος αν διαπιστωθεί απώλεια επικοινωνίας με την CPU. Έτσι επιλέγεται να οδηγηθούν οι έξοδοι σε μια κατάσταση ασφαλή για την εγκατάσταση.

Η δεύτερη (πιο ακριβή) λύση είναι ότι μπορούν να συνδεθούν δύο δίκτυα στην ίδια μονάδα remote I/O οπότε αν διακοπεί το ένα δίκτυο ο έλεγχος θα συνεχιστεί από το άλλο.





Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των remote I/O είναι ότι σε πολύ εκτεταμένες εγκαταστάσεις και σε περίπτωση που υπάρχουν τοπικά «έξυπνες» κάρτες FM, μπορούν αυτές να προγραμματισθούν εξ' αποστάσεως (χρήση της IM153-2 ή IM153-3) ή ακόμα με τη βοήθεια συσκευών παρακολούθησης και χειρισμού (operator panels) να γίνεται άμεσα επικοινωνία μ' αυτές χωρίς να παρεμβάλλεται η CPU.



Η πρόοδος της τεχνολογίας προσφέρει στον μηχανικό σήμερα μια τεράστια ποικιλία καρτών εισόδου και εξόδου για να επιλέξει με τεχνικά και οικονομικά κριτήρια την καταλληλότερη.

Μελλοντικά βέβαια αναμένονται και άλλες εξελίξεις στον τομέα των εισόδων / εξόδων που σίγουρα θα είναι σμίκρυνση του μεγέθους, περαιτέρω βελτίωση της ταχύτητας μετατροπής, ή ακόμα και ενσωμάτωση λογικής ή αυτοελέγχων στις ίδιες τις κάρτες. Η τάση η οποία επίσης διαφαίνεται είναι η όλο και περισσότερο χρήση remote I/O στα δίκτυα των PLC όπως γίνεται ήδη στο Profibus.

## ΕΠΙΛΟΓΗ PLC

Ο χρήστης έχει να επιλέξει ανάμεσα από μια μεγάλη ποικιλία υλικών (CPU, μονάδων εισόδων / εξόδων κλπ) και συνιστωσών (τεχνικά χαρακτηριστικά, μέγεθος μνήμης, ταχύτητα, δυνατότητα δικτύωσης κλπ). Το κριτήριο επιλογής πρέπει να είναι πάντα τεchnικοοικονομικό. Πρέπει δηλαδή να είναι το σύστημα που θα καλύπτει τις σημερινές ανάγκες του καθώς και τις άμεσα προβλέψιμες για το επόμενο διάστημα, με το μικρότερο δυνατόν κόστος.

Ας δούμε ένα παράδειγμα για να καταλάβουμε καλύτερα τη λογική με την οποία επιλέγουμε κάποιο σύστημα.

### Παράδειγμα

Στον ψυκτικό θάλαμο υπάρχει μία εγκατάσταση με τα εξής στοιχεία:

- |   |    |
|---|----|
| • Διακόπτες 1-0:                                      | 8  |
| • Θερμικά   | 10 |
| • Θερμοστάτες   | 4  |
| • Χειροκίνητες βάνες                                  | 4  |
| • Μπουτόν STOP  | 1  |
| • Βάνες (24V DC/150 mA) με ένδειξη ανοικτό / κλειστό: | 7  |
| • Κινητήρες με κατ' ευθείαν εκκίνηση :                | 9  |
| • Κινητήρες αστέρα -τρίγωνο:                          | 2  |

Ο αυτοματισμός θα είναι απλός, τα στοιχεία θα εκκινούν και θα σταματούν με το πάτημα των μπουτόν.

Τέλος, υπάρχει η απαίτηση το σύστημα που θα τοποθετηθεί να έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με συσκευή παρακολούθησης και τηλεχειρισμών (Operation Panel) και να μπορεί να συνδεθεί και στο υπάρχον δίκτυο υπολογιστών του εργοστασίου, υλοποιημένο με το

κλασσικό Ethernet.

### Υπολογισμός αριθμού εισόδων / εξόδων

- Οι διακόπτες και τα μπουτόν απαιτούν για κάθε θέση τους μια είσοδο (εξαιρείται η θέση «0» η οποία συμπεραίνεται, δηλαδή στη περίπτωση διακόπτη 1-0 αν ο διακόπτης δεν είναι γυρισμένος στη θέση «1» τότε είναι γυρισμένος στη θέση «0»).
- Οι βάνες με ένδειξη ανοικτό / κλειστό απαιτούν μία έξοδο και δύο εισόδους.
- Οι κινητήρες με δύο φορές περιστροφής απαιτούν δύο εξόδους και δύο εισόδους (ένα ζεύγος για κάθε φορά περιστροφής):

	Είσοδοι	Έξοδοι
Διακόπτες 1-0	8	
Θερμικά	10	
Θερμοστάτες	4	
Χειροκίνητες βάνες	4	
Μπουτόν STOP	1	
Βάνες (24V DC/150 mA) με ένδειξη ανοικτό / κλειστό:		7
Κινητήρες με κατ' ευθείαν εκκίνηση		9
Κινητήρες αστέρα -τρίγωνο		6
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>27</b>	<b>22</b>

### Υπολογισμός καρτών εισόδου / εξόδου

Για να υπολογίσουμε τον απαιτούμενο αριθμό καρτών, αρκεί να διαιρέσουμε τα σύνολα που έχουν προκύψει με τον αριθμό σημάτων που έχει η μονάδα εισόδου ή εξόδου που θα χρησιμοποιήσουμε. Έτσι, αν χρησιμοποιήσουμε κάρτες τω 32 σημάτων, θα διαιρέσουμε δια 32! Από τα προαναφερόμενα προκύπτει ότι χρειαζόμαστε:

- 1 κάρτα ψηφιακών εισόδων
- 1 κάρτα ψηφιακών εξόδων
- 2 πρίζες καλωδίων

### **Επιλογή CPU**

Η CPU επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη των αριθμό των εισόδων / εξόδων που θα έχει το σύστημα, τις απαιτήσεις σε όγκο προγράμματος, την επιθυμητή ταχύτητα λήψης αποφάσεων, τις γνωστές ανάγκες για μελλοντική επέκταση καθώς και τις ανάγκες δικτύωσης και επικοινωνίας με άλλα συστήματα.

Με βάση αυτά τα στοιχεία βλέπουμε ότι μας καλύπτει η σειρά S7-300 που υποστηρίζει έως 1024 ψηφιακά σήματα, διαθέτει αρκετή μνήμη γι' αυτή την εφαρμογή, επικοινωνεί με Operator Panel και τέλος μπορεί να συνδεθεί σε δίκτυο Ethernet.

Η σειρά S7-300 διαθέτει μια σειρά από CPU εκ των οποίων η καταλληλότερη θα ήταν η CPU314.

Πολλές φορές έχει προκύψει η ερώτηση "πως μπορώ να υπολογίσω πόση μνήμη θα χρειαστώ για να υλοποιήσω τον αυτοματισμό μου;" Δυστυχώς, δεν υπάρχει αξιόπιστη απάντηση σ' αυτό το ερώτημα. Κάποια εποχή υπολογιζόταν αυτό με βάση τον αριθμό εισόδων και εξόδων του συστήματος. Αυτό σήμερα έχει ξεπεραστεί, αφού μπορεί κάποιος με 20 εισόδους και 20 εξόδους να γράψει πρόγραμμα 500 σελίδων και με 100 εισόδους και 100 εξόδους - πρόγραμμα 300 σελίδων. Η μόνη λύση είναι η εμπειρία του καθενός! Θα είναι προτιμότερο να καταφύγουμε σε μεγαλύτερες μνήμες για να είμαστε σίγουροι, αφού σήμερα πια το κόστος της μνήμης είναι ουσιαστικά πολύ μικρό σε σχέση με το υπόλοιπο σύστημα.

### **Επιλογή πλαισίου στήριξης - Rack**

Η επιλογή εδώ είναι απλή αφού υπάρχει μόνο ένας τύπος στη σειρά S7-300.

### **Επιλογή τροφοδοτικού**

Υπάρχουν τρία τροφοδοτικά που μπαίνουν σε πλαίσιο στήριξης - 2 A, 5 A και 10 A. Η επιλογή ενός τροφοδοτικού 5 A θα ήταν η πιο ενδεδειγμένη λύση.

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### ΤΥΠΟΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Όλο το σύστημα μαζί με τα παρελκόμενά του τοποθετείται μέσα σε πίνακα. Υπάρχουν δύο τύποι πινάκων - κλειστού τύπου (στεγανοί, με βαθμό προστασίας IP54) και όχι κλειστού τύπου (βαθμός προστασίας IP20 ... IP40).

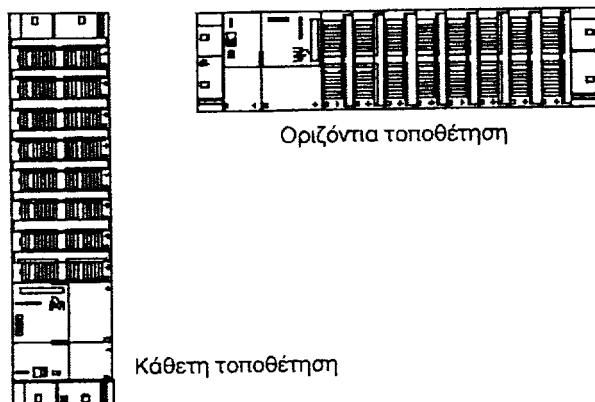
Η επιλογή του κατάλληλου πίνακα έχει να κάνει:

- Με τις συνθήκες περιβάλλοντος στο οποίο θα τοποθετηθεί. Έτσι για παράδειγμα, αν πρόκειται να τοποθετηθεί σε εξωτερικό χώρο καλό θα είναι να επιλεγεί πίνακας στεγανός.
- Με τη δυνατότητα που έχει ν' απαγάγει την εκλυόμενη θερμότητα κατά τη λειτουργία του PLC (μεγάλα συστήματα π.χ. με 3 rack επέκτασης, μετασχηματιστές, τροφοδοτικά κλπ εκλύουν αρκετή θερμότητα η οποία προστίθεται σ' αυτή του περιβάλλοντος χώρου).

Ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να επιλεγθεί πίνακας με ίδια απαγωγή θερμότητας, με ανεμιστήρα για εξαναγκασμένη κυκλοφορία, με υπερυψωμένη οροφή, με εναλλάκτη θερμότητας.

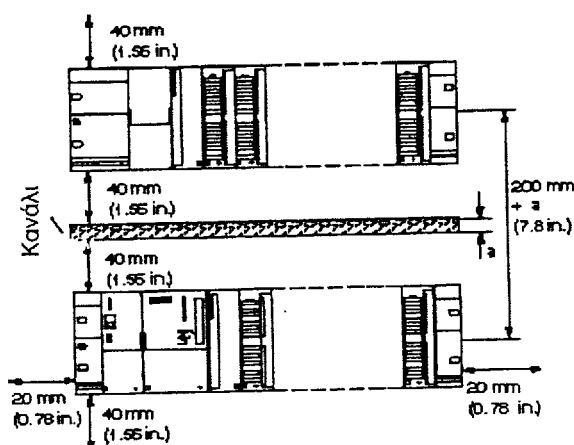
### ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ

Ανάλογα με τις απαιτήσεις του χώρου είναι δυνατό να τοποθετήσουμε το PLC οριζόντια ή κάθετα.



### Κανόνες για την εγκατάσταση

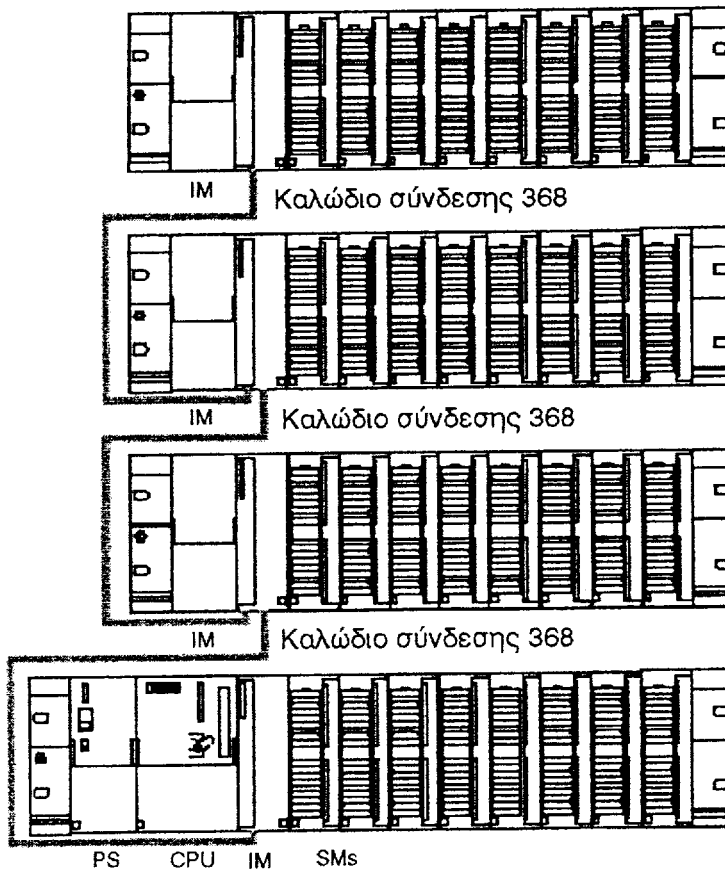
- Για οριζόντια τοποθέτηση, η θερμοκρασία περιβάλλοντος επιτρέπεται να φθάσει τους 60°C ενώ για την κάθετη τους 40°C.
- Για οριζόντια τοποθέτηση το τροφοδοτικό και η CPU πρέπει να τοποθετούνται από τα αριστερά, ενώ στην κάθετη από κάτω προς τα επάνω.
- Πρέπει να υπάρχει ελεύθερος χώρος τουλάχιστον 20 mm στα αριστερά και δεξιά του rack, καθώς και 40 mm από επάνω εάν υπάρχει μόνο ένα rack στο σύστημα ή 80 mm μεταξύ δύο rack.



- Η κάρτα διασύνδεσης καταλαμβάνει τη θέση στα δεξιά της CPU
- Μπορούν να τοποθετηθούν το πολύ 8 κάρτες σ' ένα rack (ψηφιακές / αναλογικές /

κάρτες ειδικών λειτουργιών / κάρτες επικοινωνίας).

- Σε περίπτωση που χρειαστεί μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 4 rack των 8 καρτών το καθένα ως εξής:



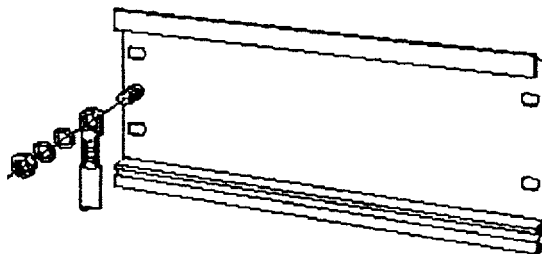
- Δυνατότητα σύνδεσης rack επέκτασης έχουν οι CPU 314/315/316/318.

### Διαδικασία για σωστή συρμάτωση

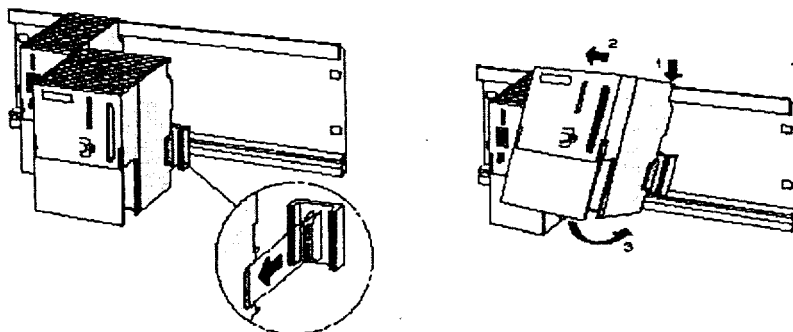
Η λίστα που ακολουθεί μας καταγράφει τις επιμέρους ενέργειες:

- Έλεγχος ύπαρξης όλων των εξαρτημάτων.

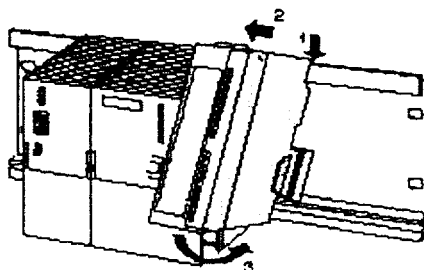
- Εγκατάσταση της ράγας (rack) / σύνδεση καλωδίου γείωσης.



- Τοποθέτηση του τροφοδοτικού.
- Τοποθέτηση του συνδετήρα σχήματος " Π " στη CPU κι εγκατάσταση της.

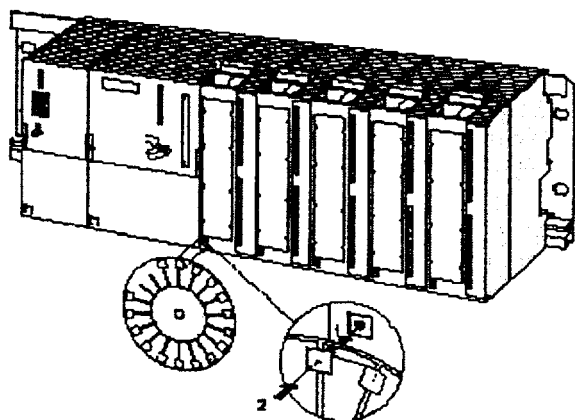


- Τοποθέτηση του συνδετήρα σχήματος " Π " σε κάθε κάρτα εισόδου / εξόδου και τοποθέτηση τους στο rack.

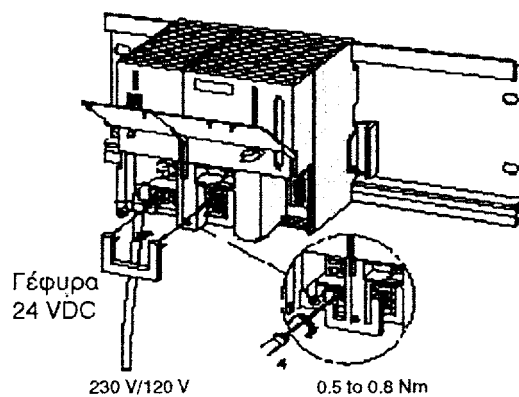




- Σύνδεση των ηριζών καλωδίων, τοποθέτηση σημάτων στις κάρτες για το ποια θέση καταλαμβάνουν στο rack.

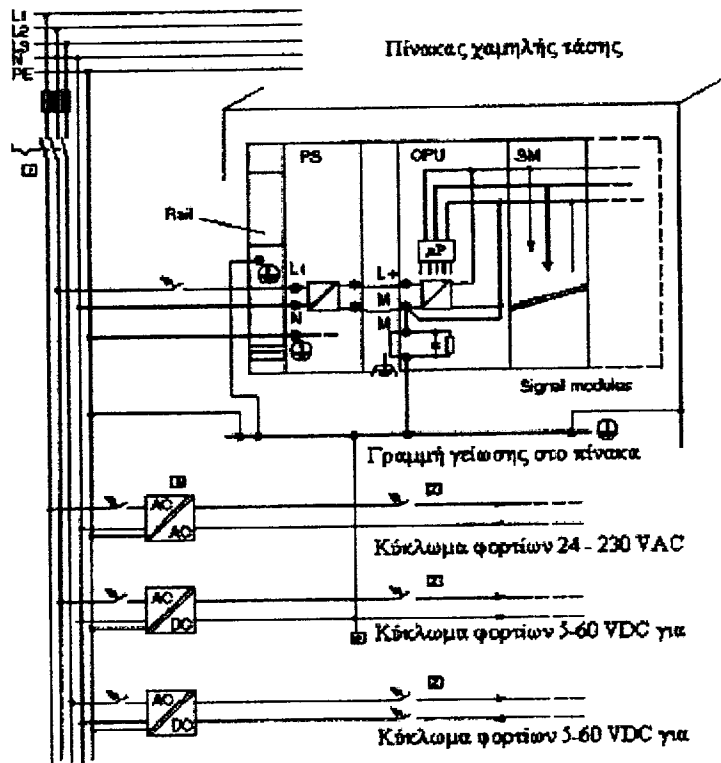


- Καλωδίωση των μονάδων (τροφοδοτικό, CPU, είσοδοι / έξοδοι).



## ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ PLC

### Ανεξάρτητη τροφοδοσία φορτίων και PLC



Η συνδεσμολογία αυτή είναι η πιο ενδεδειγμένη. Παρέχει ανεξαρτησία στα κυκλώματα PLC και φορτίων, άρα ανά πάσα στιγμή μπορούμε αν είναι απαραίτητο να διακόψουμε τη λειτουργία για παράδειγμα των εξόδων και το PLC να συνεχίσει να δουλεύει κανονικά. Αυτό θα μας χρειαστεί για παράδειγμα εάν έχουμε συνδεδεμένο στο PLC σύστημα χειρισμών κι εποπτείας το οποίο θέλουμε να συνεχίσει να μας δείχνει την κατάσταση των εισόδων του συστήματος "παρά τη διακοπή που επήλθε στις εισόδους (ενδείξεις για τερματικούς, στάθμες κλπ.).

Μειονέκτημα εδώ είναι το κόστος, αφού θα χρειαστεί να έχουμε δύο τροφοδοτικά 230V AC / 24V DC - ένα για το φορτία κι ένα για το PLC.

## Emergency Stop

Είναι γνωστό ότι σε όλες τις εγκαταστάσεις παρά τα μέτρα που έχουμε λάβει για την ασφαλή λειτουργία του αυτοματισμού για ανθρώπους και μηχανές πάντα παραμονεύει ο κίνδυνος ενός ατυχήματος. Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις έχει προβλεφθεί η χρήση του μανιταριού, γνωστού και ως "Εκτός ανάγκης" ή "Emergency Stop". Αυτό δεν είναι τίποτε άλλο από ένας διακόπτης που ενεργοποιείται πιέζοντας τον προς τα μέσα. Συνδέεται σε σειρά με τα κυκλώματα που θέλουμε ν' ασφαλίσουμε με κλειστή επαφή και όταν ενεργοποιηθεί απομονώνει το κύκλωμα.

Στον αυτοματισμό με PLC οι διακόπτες αυτοί συνδέονται σε σειρά με την τροφοδοσία των καρτών εξόδου (με κλειστή επαφή) και δίνουν και πληροφορία στο PLC για την ενεργοποίησή τους (ανοικτή ή κλειστή επαφή). Με τη χρήση τους διασφαλίζεται η αποκοπή της τάσης προς τα φορτία, άρα ακόμα και σε περίπτωση καταστροφής μιας κάρτας εξόδου που δεν υπακούει στις εντολές της CPU μπορούμε να έχουμε ασφάλεια.

## Εξισορρόπηση δυναμικού

Σε μια εγκατάσταση μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι του ενός πίνακες αυτοματισμού. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει η ανάγκη αυτά τα συστήματα να επικοινωνούν μεταξύ τους (π.χ. ύπαρξη δικτύου ή όταν η έξοδος από το ένα σύστημα γίνεται είσοδος στο άλλο).

Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητο να γίνει εξισορρόπηση δυναμικού, να μην υπάρχει δηλαδή διαφορά δυναμικού στα σημεία αναφοράς των συστημάτων.

Αυτό επιτυγχάνεται συνδέοντας μεταξύ τους τις μπάρες γείωσης των πινάκων με χαλκό διατομής μεγαλύτερης από  $10\text{mm}^2$ .

## ΜΝΗΜΕΣ

Η μνήμη είναι μια από τις βασικότερες συνιστώσες σ' ένα σύστημα αυτοματισμού. Στη σημερινή εποχή διαπιστώνουμε ότι η μνήμη γενικότερα στα συστήματα υπολογιστών συνεχώς γίνεται και μικρότερη, γρηγορότερη, κοστίζει όλο και πιο φθηνά και αντέχει σε όλο και πιο αντίξοες συνθήκες λειτουργίας.

Μέχρι πριν λίγα χρόνια συστήματα με μερικές δεκάδες KB μνήμης θεωρούντο

υπερарκετά και ικανά ακόμα και για τις πιο περίπλοκες εφαρμογές. Σήμερα μιλάμε για μνήμες της τάξης των MB (π.χ. 16 MB) για μεγάλες εφαρμογές, αφού οι απαιτήσεις των εφαρμογών έχουν αυξηθεί δραματικά - πολύ πιο σύνθετοι αυτοματισμοί, επικοινωνίες, τηλεέλεγχος, Internet.

## ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΜΝΗΜΕΣ

Υπάρχουν σήμερα πια δύο ήδη εξωτερικής μνήμης που μπορεί να τοποθετηθεί στο PLC - μνήμη RAM και μνήμη Flash EPROM (FEPROM).

Οι **μνήμες RAM** έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούμε να γράψουμε και να σβήσουμε πληροφορίες επάνω τους όσες φορές θέλουμε, χωρίς μάλιστα να τις απομακρύνουμε από το PLC - άρα και χωρίς να διακόψουμε τη λειτουργία της εγκατάστασης. Το μεγάλο τους μειονέκτημα είναι ότι σε περίπτωση διακοπής τάσης χάνουν το περιεχόμενό τους. Για τις περιπτώσεις αυτές, χρησιμοποιείται εξωτερική μπαταρία.

Οι **μνήμες FEPROM** έχουν ακριβώς τις αντίστροφες ιδιότητες. Μάλιστα, πρέπει πρώτα να τις σβήσουμε και κατόπιν να περάσουμε τα νέα δεδομένα, πράγμα το οποίο πρέπει να έχουμε πάντα υπόψη μας αφού οι μνήμες αυτές μας επιτρέπουν να τις σβήσουμε μόνο ορισμένες φορές (τυπικά 1000 φορές).

Μνήμες παλαιότερης λογικής έχουν εκλείψει πια (EPROM, EEPROM) αφού οι σύγχρονες μνήμες (FEPROM) είναι μικρότερες σε διαστάσεις, πολύ μεγαλύτερες σε χώρο αποθήκευσης κι επιτρέπουν περισσότερες φορές να σβηστούν και να ξαναγραφτούν.

Συνήθως, μνήμες RAM χρησιμοποιούμε κατά τη φάση της υλοποίησης του προγράμματος καθώς και κατά τη θέση του σε λειτουργία στην εγκατάσταση, αφού οι αλλαγές που πρέπει να γίνονται είναι συχνότατο φαινόμενο. Μετά την ολοκλήρωση των δοκιμών και την παρέλευση ικανού διαστήματος (π.χ. 2 μήνες) για να παρέλθουν οι "παιδικές αρρώστιες" της εγκατάστασης τοποθετούμε μνήμη FEPROM.

## ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ S7 - 300

- Load memory - είναι μέρος της CPU και περιέχει αντικείμενα που έχουν παραχθεί με τη συσκευή προγραμματισμού (μπλοκ λογικής, μπλοκ δεδομένων και συμπληρωματικές πληροφορίες). Αυτή μπορεί να είναι είτε εξωτερική κάρτα είτε

εσωτερική RAM.

- Work memory - υπάρχει ενσωματωμένη στη CPU και διατηρείται σε περίπτωση πτώσης της τάσης με τη βοήθεια εξωτερικής μπαταρίας (τοποθετείται στην ειδική υποδοχή που έχει κάθε CPU).
- System memory - περιέχει όλες τις περιοχές μνήμης που προαναφέραμε (PII, PIQ, M, T, C, L).
- Διατηρούμενη μνήμη - αυτή υλοποιείται από ειδική μνήμη RAM (non volatile) που διατηρεί βοηθητικά, χρονικά, απαριθμητές και μπλοκ δεδομένων ακόμα και χωρίς μπαταρία.
- Όταν τοποθετείται κάρτα μνήμης πρέπει να γίνεται ολική επαναφορά του συστήματος (reset). Μ' αυτό, μεταφέρονται μόνο τα απαραίτητα για την εκτέλεση τμήματα του προγράμματος από την load στην work memory.

## ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Τα PLC από μόνα τους είναι ουδέτερες συσκευές αφού δεν είναι από πριν κατασκευασμένες για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Κάθε φορά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εγκατάστασης προγραμματίζονται να κάνουν την μεν ή την δε ενέργεια.

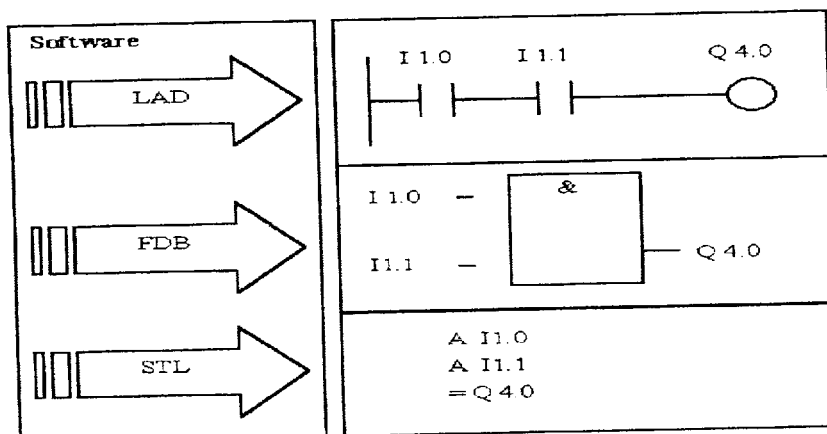
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προγραμματισμού που ποικίλουν ακριβώς γιατί ποικίλουν και τα επίπεδα γνώσης και εμπειριών του κάθε προγραμματιστή. Οι ουσιαστικές διαφορές είναι στο τι βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή μας, αφού το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντα ένα και το αυτό η γλώσσα μηχανής MC7 (Machine Code 7) που καταλαβαίνει το PLC. Οι διάφορες γλώσσες μετατρέπονται σε γλώσσα μηχανής κατά την μεταφορά του προγράμματος από τη συσκευή προγραμματισμού στο PLC.

## ΜΟΡΦΕΣ

Υπάρχουν τρεις τυποποιημένες μορφές προγραμματισμού που έχουν επικρατήσει διεθνώς:

- Λίστα εντολών (STL – Statement List)
- Σχέδιο επαφών (LAD – Ladder Diagram) και
- Διάγραμμα λογικών πυλών (FBD – Function Block Diagram)

Ένα παράδειγμα των τριών αυτών μορφών βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα:



Η **STL** είναι η γλώσσα προγραμματισμού με μορφή κειμένου. Η σύνταξη των εντολών είναι παραπλήσια με αυτή του κώδικα μηχανής (Machine Code), όπου οι εντολές και οι λειτουργίες ακολουθούνται από διευθύνσεις. Η γλώσσα αυτή είναι αυτή που ενδείκνυται αν θέλουμε να έχουμε βέλτιστη χρήση της μνήμης και εκτέλεση του προγράμματος.

Η **LAD** είναι γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά στο Step 7. Η σύνταξη των εντολών μοιάζει με το διάγραμμα κυκλώματος κλασσικού αυτοματισμού κι επιτρέπει να παρακολουθούμε εύκολα τη ροή του σήματος από τις επαφές και τα πηνία. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/STL/FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων είτε από τα μενού του (Insert→LAD Element).

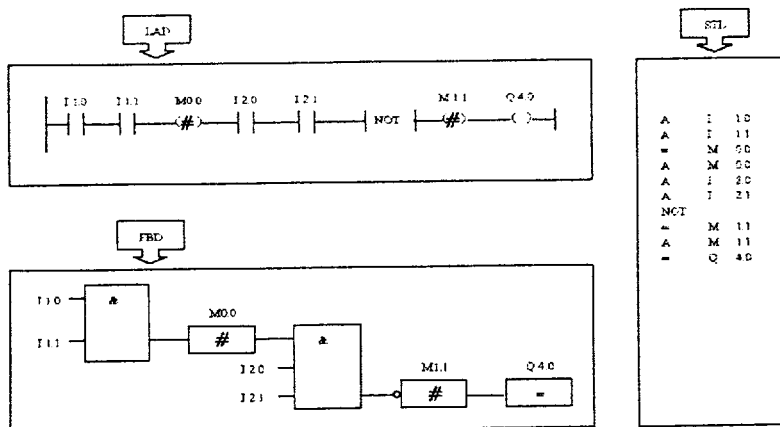
Η **FBD** είναι κι αυτή γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά. Οι εντολές εδώ αναπαρίστανται με λογικά «κουτιά», παρόμοια με αυτά που συναντάμε στην άλγεβρα Bool. Κι εδώ όπως και στα διαγράμματα στην ψηφιακή τεχνολογία μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη ροή του σήματος ανάμεσα στα «κουτιά». Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/STL/FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων είτε από τα μενού του (Insert→FBD Element).

Και οι τρεις αυτές μορφές υπάρχουν ενσωματωμένες στο πακέτο προγραμματισμού Step 7. Η επιλογή τους είναι ελεύθερη και μπορεί να γίνει οποιοσδήποτε συνδυασμός στα όρια ενός project - κάποια FC να είναι δημιουργημένα σε LAD, άλλα σε FBD κ.ο.κ.

Υπάρχει η δυνατότητα να μετατρέπουμε ένα μπλοκ από μια μορφή απεικόνισης σε μια άλλη. Αυτό είναι πάντα δυνατό από LAD ή FBD σε STL ενώ δεν ισχύει πάντοτε το αντίθετο, αφού στη λίστα εντολών μπορούν να προγραμματισθούν πράγματα που είναι αδύνατο να απεικονισθούν σε γραφική μορφή.

## ΧΡΗΣΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ

Τα βοηθητικά είναι ένα ενδιάμεσο στοιχείο στο οποίο αποθηκεύουμε τις καταστάσεις του RLO σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση (π.χ. M 0.0). Όταν συνδεθούν σε μια ακολουθία με άλλα στοιχεία, τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο σαν να είναι κοινές επαφές.



Το μεγάλο όφελος από τη χρήση των βοηθητικών φαίνεται εδώ, όπου αν σε άλλο σημείο του προγράμματος μας θέλουμε να αναφερθούμε στην εν σειρά συνδεσμολογία των επαφών I 1.0 και I 1.1 αναφέρουμε μόνο το βοηθητικό M 0.0.

## ΕΝΤΟΛΕΣ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Όταν λέμε μαζική μεταφορά πληροφοριών εννοούμε την μεταφορά ολόκληρων byte, word ή double word (όχι bit) από μια περιοχή της μνήμης σε μια άλλη.

Η μεταφορά αυτή γίνεται πάντα έμμεσα, περνώντας κι αποθηκεύοντας την πληροφορία σε ενδιάμεσους σταθμούς, τους accumulators.

Οι accumulators είναι θέσεις μνήμης μήκους 32bit και χαρακτηρίζονται ως accumulator 1(Accu 1), Accu 2, Accu 3 και Accu 4.



## ΧΡΟΝΙΚΑ

Τα χρονικά είναι προγραμματιστικές δομές στη γλώσσα προγραμματισμού Step 7 που υλοποιούν κι επιτηρούν χρονικά συνδεδεμένες διαδικασίες. Οι εντολές των χρονικών επιτρέπουν στο πρόγραμμα μας να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Χρόνος αναμονής π.χ. για να έρθει επιστροφή από τον τερματικό μιας βάνας.
- Χρόνος επιτήρησης π.χ. για να παρατηρούμε την ταχύτητα ενός κινητήρα για ορισμένο διάστημα.
- Δημιουργία παλμοσειρών για να αναβοσβήνουμε μια λυχνία στον πίνακα.
- Μέτρηση χρόνου π.χ. που χρειάζεται για να γεμίσει ένα σιλό.

### Εντολές Χρονικών

Συνοπτικά θα αναφέρουμε παρακάτω όλες τις εντολές που αφορούν ένα χρονικό στο PLC.

- Εκκίνηση χρονικού ως:
  - Χρονικό παλμού (SP).
  - Χρονικό παλμού με αυτοσυγκράτηση (SE).
  - Χρονικό καθυστέρησης έλξης (SD).
  - Χρονικό καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση (SS).
  - Χρονικό καθυστέρησης πτώσης (SF).
- Μηδενισμός χρονικού (R).
- Ενεργοποίηση χρονικού (FR).
- Φόρτωση του χρόνου που απομένει:
  - Δυαδική μορφή (L).
  - BCD μορφή (LC).
- Έλεγχος κατάστασης χρονικού (A, O, X, AN, ON, XN).

### Παλμογεννήτρια

Έχουμε αναφερθεί στην ανάγκη ύπαρξης παλμογεννήτριας στο PLC, ενός προγράμματος

δηλαδή που θα παρέχει στο σύστημα τη δυνατότητα να εκτελεί κυκλικά και ρυθμικά ορισμένες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα το flashing μιας ενδεικτικής λυχνίας στην πόρτα ενός πίνακα.

Το ίδιο το σύστημα μας παρέχει οκτώ τέτοιες παλμογεννήτριες που πάλλονται με μια συγκεκριμένη συχνότητα η καθεμιά. Αυτές, έχουν ακριβώς το ίδιο εύρος παλμού για το σήμα «0» και για το σήμα «1». Έτσι, η παλμογεννήτρια του 1sec θα έχει για 1sec σήμα «0» και για 1 sec σήμα «1» κοκ.

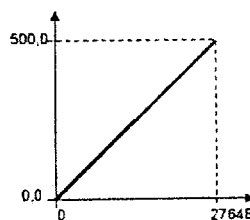
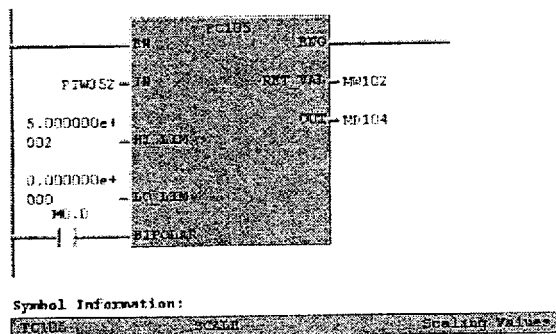
Στις περιπτώσεις που θέλουμε να έχουμε διαφορετική διάρκεια στο σήμα «0» και στο σήμα «1» μπορούμε να εισάγουμε το πρόγραμμα που ακολουθεί. Το πρόγραμμα αυτό θα δίνει σήμα «1» στην έξοδο Q 8.0 για 5 sec και «0» για 2 sec.

AN	T	1
L	S5T#5S	
SP	T	2
AN	T	2
L	S5T#2S	
SP	T	1
A	T	2
=	Q	8.0

Ευνόητο είναι βέβαια ότι μπορούμε επηρεάζοντας τις τιμές του χρόνου να επιτύχουμε διαφορετικές διάρκειες στους παλμούς, όπως επίσης ότι μπορούμε να έχουμε κι άλλες τέτοιες παλμογεννήτριες στο πρόγραμμα μας χρησιμοποιώντας όμως κάθε φορά διαφορετικά χρονικά.

## ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΩΝ

Network 1: Scaling Analog Values



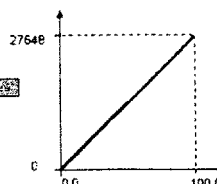
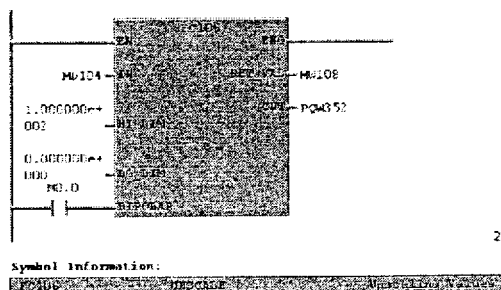
Στο παράδειγμα εδώ χρησιμοποιούμε το FC105, όπου το αναλογικό κανάλι εισόδου PIW352 ψηφιοποιείται και μετατρέπεται σε έναν αριθμό μεταξύ 0 και 500 και το αποτέλεσμα καταχωρείται στη μεταβλητή OUT (εδώ είναι η MD 104).

Η μεταβλητή BIPOlar (εδώ είναι το M0.0) όταν έχει σήμα «0» σημαίνει ότι το κανάλι είναι τύπου unipolar.

Σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα κατά την μετατροπή, αυτό καταχωρείται στη μεταβλητή RET\_VAL (εδώ είναι η μεταβλητή MW 102).

## ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΞΟΔΩΝ

Network 2: Specific Real-Number for Analog output



Εδώ το πρόγραμμα μας υπολογίζει μια αναλογική τιμή από 0 έως 100%, να ανοίξει μια βάνα για παράδειγμα κατά 35%.

Χρησιμοποιούμε το μπλοκ FC106 που μετατρέπει έναν αριθμό τύπου REAL σε έναν αριθμό 16 bit μεταξύ 0 και 27648.

Στη μεταβλητή IN δίνουμε τον αριθμό που θέλουμε να μετατρέψουμε και στις μεταβλητές HI\_LIM και LO\_LIM το πάνω και το κάτω όριο που μπορεί αυτός να έχει.

Στη μεταβλητή OUT (εδώ PQW352) ορίζουμε το κανάλι της κάρτας εξόδου που θα δεχθεί την αποκωδικοποιημένη τιμή που θα προκύψει ενώ στη μεταβλητή RET\_VAL (εδώ η MW108) αποθηκεύουμε πιθανά σφάλματα κατά την επεξεργασία.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ

### ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ

#### Γενική περιγραφή λειτουργίας

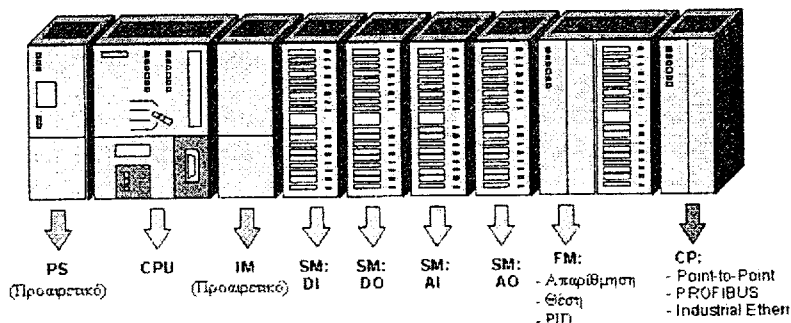
Το PLC που θα χρησιμοποιήσουμε και θα ελέγχει ηλεκτρονικά το ψυκτικό συγκρότημα μας με τα εξής στοιχεία είναι:

- Πλαίσιο στήριξης των επιμέρους καρτών (Rack).
- Μονάδα τροφοδοσίας (PS – Power Supply) **PS 307** με πλαίσιο στήριξης **5A**.
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU – Central Processing Unit) **CPU314**.
- Κάρτες εισόδων / εξόδων, ψηφιακές ή αναλογικές (SM – Signal Module)

**DI32xDC24V**

**DO32xDC24V**

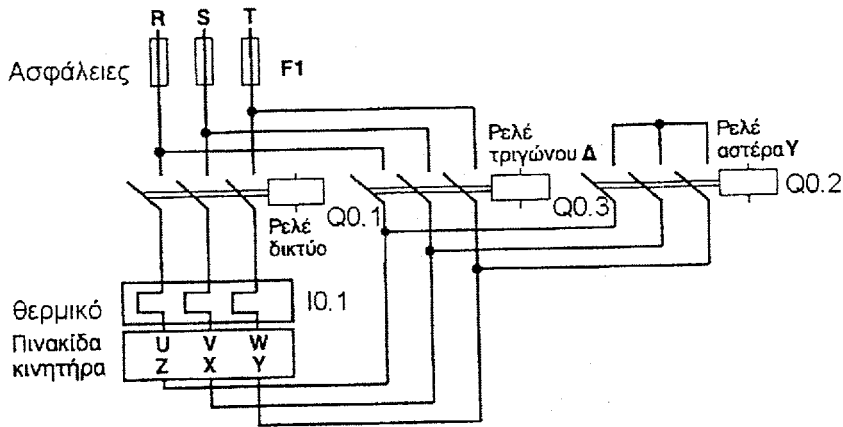
S7-300: Modules



Έχει 27 εισόδους και 22 εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια έναν αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους

## Καθορισμός σημείων ελέγχου (αισθητήρων) του ψυκτικού συγκροτήματος.

### 1. Έλεγχος του κινητήρα του συμπιεστή



Κύκλωμα ισχύος τριφασικού κινητήρα

Εάν η ισχύς ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα είναι μεγαλύτερη από 2 KW τότε οι κανονισμοί επιβάλλουν η εκκίνηση του να γίνεται με διακόπτη αστέρα - τριγώνου (χειροκίνητο ή αυτόματο), για να μην επηρεασθεί δυσμενώς η εγκατάσταση ή το δίκτυο τροφοδοσίας. Ένα αυτόματο κύκλωμα αστέρα - τριγώνου αποτελείται από τρεις ηλεκτρονόμους ισχύος: Q4.0 ( γενικό ή ρελέ δικτύου), Q4.2 ( ρελέ αστέρα) και Q4.1 ( ρελέ τριγώνου).

Ο αυτοματισμός περιέχει ακόμη ένα χρονικό τύπου **On Delay**. Το πρώτο χρονικό επιτρέπει τη μετάβαση από τη σύνδεση αστέρα σε σύνδεση τριγώνου μετά από καθορισμένο χρόνο ( από 10 sec). Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

Όπως αναφέρθηκε, η προστασία του κινητήρα πραγματοποιείται από τα θερμικά P1, P2 και P3, τα οποία διαθέτουν επαφές τύπου NO. Αυτό, όπως είναι γνωστό, δεν είναι περιοριστικό στοιχείο όταν κάνουμε χρήση της τεχνικής PI,O, όπου θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε επαφές τύπου NO χωρίς ουσιαστικές αλλαγές στη λογική του προγράμματος

#### Περιγραφή λειτουργίας:

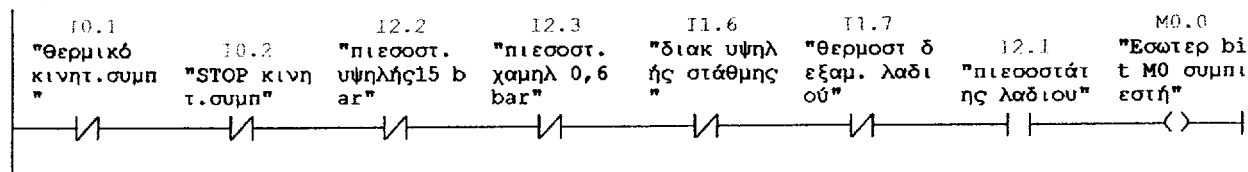
Όταν ο θερμοστάτης του θαλάμου γίνει ON (ζητήσει θερμοκρασία) ή αν ενεργοποιήσουμε την χειροκίνητη λειτουργία σπλίζει το ρελέ Q4.1 και ο κινητήρας ξεκινάει σε συνδεσμολογία αστέρα βάζοντας σε κίνηση τον συμπιεστή. Σε 10 sec λόγω του χρονικού T1 διακόπτεται η λειτουργία του κινητήρα σε αστέρα και αλλάζει σε τρίγωνο.

Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

#### **Network 1**

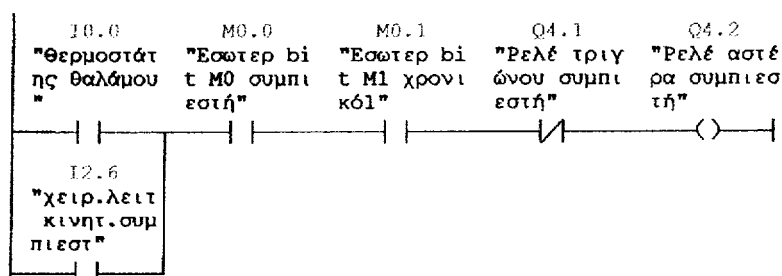
Απομνημονεύει τη λογική κατάσταση του θερμικού κινητήρα, το μπουτόν STOP του κινητήρα του συμπιεστή, του πιεσοστάτη υψηλής πίεσης κατάθλιψης 15 bar (αν η πίεση του συστήματος είναι μικρότερη από 15 bar), του πιεσοστάτη χαμηλής πίεσης 0,6 bar (αν η πίεση του συστήματος είναι μεγαλύτερη από 0,6 bar), του διακόπτη υψηλής στάθμης του αμμωνοδιαχωριστή, του θερμοστάτη δεξαμενής λαδιού (υψηλότερη θερμοκρασία λαδιού στους 80 °C) και του πιεσοστάτη λαδιού (έτσι ώστε να διασφαλίζεται πίεση λαδιού πάνω

από 2 bar) , στο εσωτερικό bit: MO.0 του συμπιεστή. Αν κάποια από τις παραπάνω προϋποθέσεις (ασφαλιστικά) δεν ικανοποιούνται τότε δεν ενεργοποιείται το εσωτερικό bit MO.0(λογική τιμή 1),οπότε δεν παίρνει ρεύμα και ο κινητήρας του συμπιεστή.



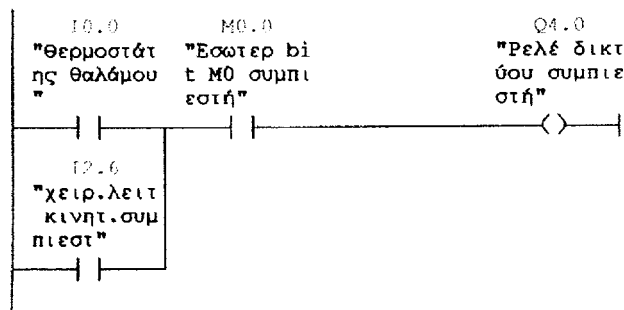
### Network 2

Η έξοδος 4.2(ρελέ αστέρα) είναι ενεργή, όταν το MO.0 έχει λογική τιμή 1 (ασφαλιστικά σε κατάσταση ηρεμίας) και ενεργοποιηθεί ο θερμοστάτης(υψηλή θερμοκρασία) ενώ το χρονικό δεν έχει μετρήσει τον χρόνο αλλαγής αστέρα - τρίγωνο και την ίδια στιγμή η κατάσταση του σήματος του ρελέ του τριγώνου(Q4.1) παραμένει 0(επιπλέον ασφαλιστικό)-Η είσοδος I2.6(χειροκίνητη λειτουργία κινητήρα συμπιεστή) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ρελέ αστέρα του συμπιεστή,εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1,άσχετα με το αν ο θερμοστάτης βρίσκεται σε κατάσταση σήματος 1 η 0.



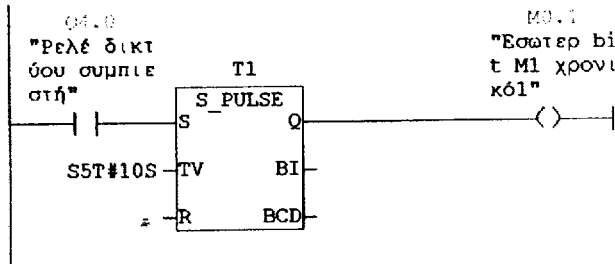
### Network 3

Η έξοδος Q4.0 ε(ναι ενεργή, όταν ή το MO.0 έχει λογική τιμή 1 (θερμικό και μπουτόν STOP σε κατάσταση ηρεμίας) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I2.6(χειροκίνητη λειτουργία κινητήρα συμπιεστή) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ρελέ δικτύου του συμπιεστή,εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1,άσχετα με το αν ο θερμοστάτης βρίσκεται σε κατάσταση σήματος 1 η 0.



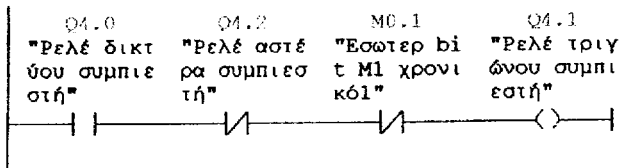
**Network 4**

Όταν η έξοδος Q4.0 είναι ενεργή, το χρονικό T1 αρχίζει να μετράει τον χρόνο των 10 sec. Όταν παρέλθει ο χρόνος το εσωτερικό bit M1.1 που είναι συνδεδεμένο στην έξοδο του χρονικού γίνεται ενεργό (λογική τιμή 1). Ενώ το χρονικό ακυρώνει την λειτουργία του όταν το μπουτόν STOP ενεργοποιηθεί (I0.2)

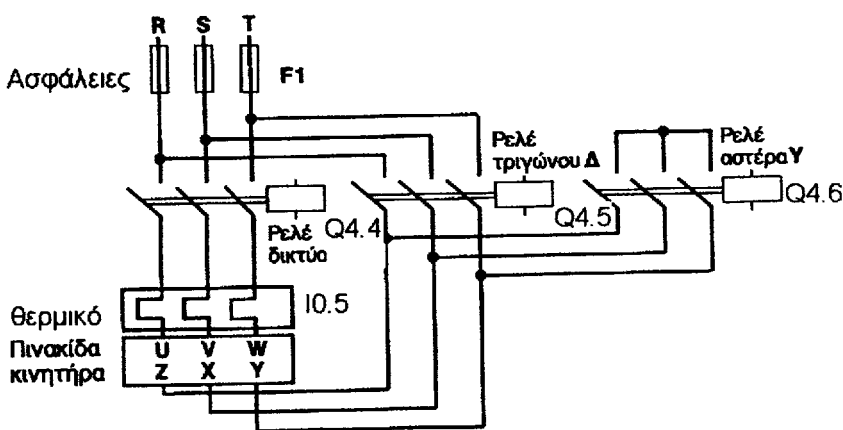


**Network 5**

Όταν έχουμε μια μετάπτωση της κατάστασης του σήματος από 0 σε 1 στις εισόδους Q4.0 (ρελέ ΔΙΚΤΥΟΥ συμπιεστή) και στο εσωτερικό bit του χρονικού TIMER 1, ενεργοποιείται το ρελέ του τριγώνου του συμπιεστή (έξοδος Q4.1). Παρατηρούμε επίσης ότι σε σειρά με το ρελέ δικτύου του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης υπάρχει μια κλειστή επαφή του ρελέ αστέρα του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης (Q4.2). Αυτή η έξοδος εκτελεί χρέη μανδάλωσης, δηλαδή δεν επιτρέπει, σε καμιά περίπτωση την ταυτόχρονη λειτουργία του αστέρα (Q4.2) και του τριγώνου (Q4.1).



**2. Έλεγχος του κινητήρα του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης**



Κύκλωμα ισχύος τριφασικού κινητήρα ανεμιστήρα

Περιγραφή λειτουργίας:

Όταν ο πιεσοστάτης του συμπυκνωτή είναι σε λογική τιμή 1 (πίεση συστήματος πάνω από 6 bar) ή αν ενεργοποιήσουμε την χειροκίνητη λειτουργία σπλίζει το ρελέ Q4.4 και ο

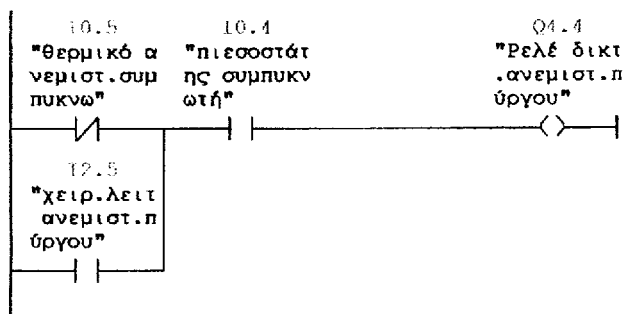


Κινητήρας ξεκινάει σε συνδεσμολογία αστέρα βάζοντας σε κίνηση τον συμπιεστή. Σε 10 sec λόγω του χρονικού T2 διακόπτεται η λειτουργία του κινητήρα του ανεμιστήρα σε αστέρα και αλλάζει σε τρίγωνο.

Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

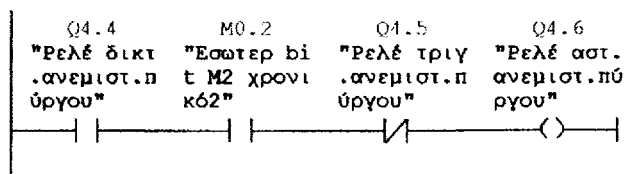
### Network 6

Η έξοδος Q4.4(ρελέ δικτύου) είναι ενεργή, όταν το θερμικό ανεμιστήρα είναι σε κατάσταση ηρεμίας(λογική τιμή 0) και ο πιεσοστάτης του συμπυκνωτή είναι σε λογική τιμή 1(πίεση συστήματος πάνω από 6 bar). Η είσοδος I2.5(χειροκίνητη λειτουργία ανεμιστήρα εξαιμ.συμπυκνωτή) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ρελέ δικτύου του ανεμιστήρα πύργου ψύξης, εφόσον και οι άλλες- προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν το θερμικό του ανεμιστήρα βρίσκεται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



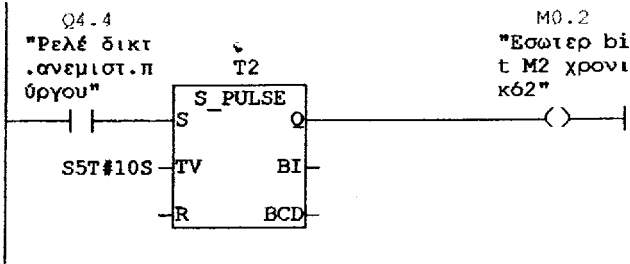
### Network 7

Η έξοδος Q4.6(ρελέ αστέρα) είναι ενεργή, όταν κλείσει κύκλωμα το ρελέ δικτύου του ανεμιστήρα πύργου και το εσωτερικό bit M0.2 του χρονικού TIMER 2 δεν έχει μετρήσει τον χρόνο αλλαγής αστέρα-τρίγωνο. Παρατηρούμε επίσης ότι σε σειρά με το ρελέ δικτύου του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης υπάρχει μια κλειστή επαφή του ρελέ τριγώνου του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης(Q4.5). Αυτή η έξοδος εκτελεί χρέη μανδάλωσης, δηλαδή δεν επιτρέπει, σε καμιά περίπτωση την ταυτόχρονη λειτουργία του τριγώνου (Q4.5) και του αστέρα (Q4.6).



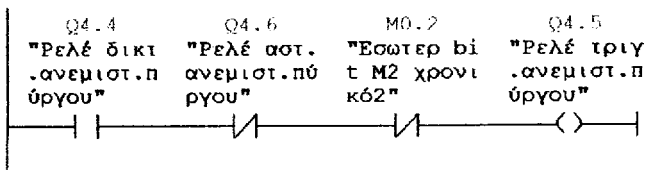
### Network 8

Όταν η έξοδος Q4.4(ρελέ δικτύου) είναι ενεργή, το χρονικό T1 αρχίζει να μετράει τον χρόνο των 10 sec. Όταν παρέλθει ο χρόνος το εσωτερικό bit M0.2 που είναι συνδεδεμένο στην έξοδο του χρονικού γίνεται ενεργό(λογική τιμή 1). Ενώ το χρονικό ακυρώνει την λειτουργία του όταν το θερμικό ανεμιστήρα ενεργοποιηθεί (I0.5).

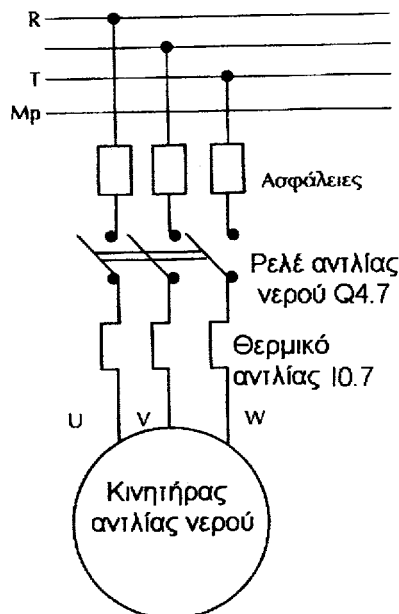


### Network 9

Όταν ενεργοποιηθεί η είσοδος Q4.4(ρελέ δικτύου πύργου) και αφού έχουν περάσει 10 δευτερόλεπτα από την ενεργοποίηση του χρονικού και σπλίσει το εσωτερικό bit M0.2 ενεργοποιείται το ρελέ του τριγώνου του συμπιεστή(έξοδος Q4.5). Παρατηρούμε επίσης ότι σε σειρά με το ρελέ δικτύου του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης υπάρχει μια κλειστή επαφή του ρελέ αστέρα του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης(Q4.5). Αυτή η έξοδος εκτελεί χρέη μανδάλωσης, δηλαδή δεν επιτρέπει, σε καμιά περίπτωση την ταυτόχρονη λειτουργία του αστέρα (Q4.6) και του τριγώνου (Q4.5).



### 3. Αντλία νερού πύργου ψύξης

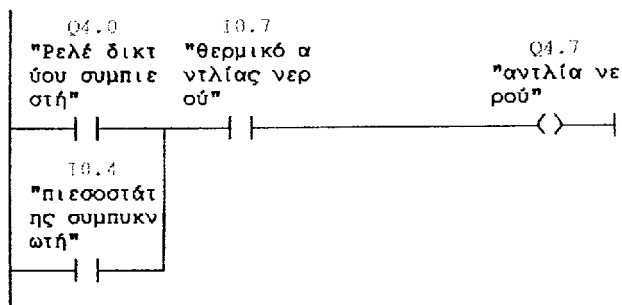


Κύκλωμα ισχύος κινητήρα αντλίας νερού

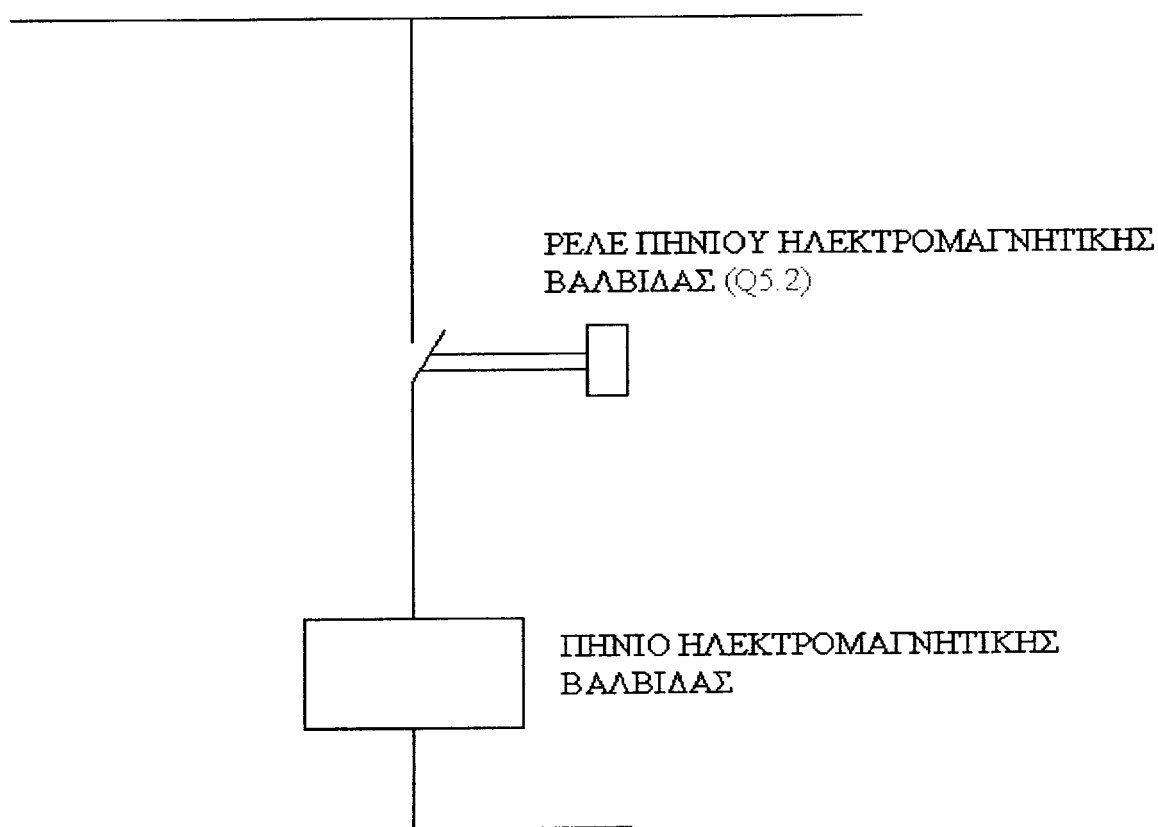
Περιγραφή λειτουργίας:

Για να έχουμε λειτουργία της αντλίας νερού, πρέπει είτε το ρελέ δικτύου συμπιεστή να είναι σε λογική τιμή 1 (συμπιεστής ενεργοποιημένος) είτε ο πιεσοστάτης του συμπυκνωτή να είναι σε λογική τιμή 1 (πίεση συστήματος πάνω από 6 bar), ενώ την ίδια στιγμή το θερμικό αντλίας νερού να βρίσκεται σε κατάσταση σήματος 1 (ενεργοποιημένο).

**Network 10**



**4. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υγρής αμμωνίας στο στοιχείο**



Περιγραφή λειτουργίας:

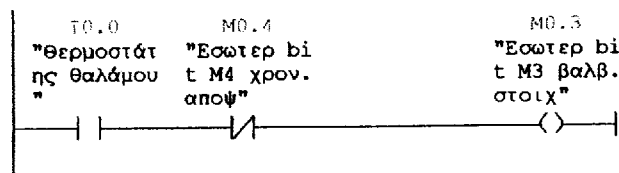
Όταν ο θερμοστάτης του θαλάμου γίνει ON (ζητήσει θερμότητα) και εφόσον ο ψυκτικός

θάλαμος δεν βρίσκεται σε κατάσταση απόψυξης, ενεργοποιείται η αντλία υγρής αμμωνίας που τροφοδοτεί τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες των στοιχείων και αναρρόφησης των στοιχείων και αυτές με την σειρά τους ψύχουν το θάλαμο.

Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

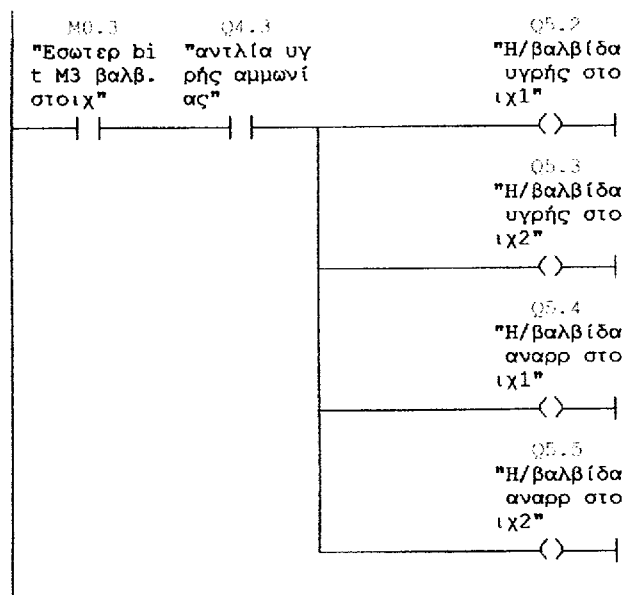
### Network 11

Όταν έχουμε μια μετάπτωση της κατάστασης του σήματος από 0 σε 1 στις εισόδους I0.0 (θερμοστάτης θαλάμου) και την ίδια στιγμή η κατάσταση του σήματος του εσωτερικού bit M0.4 παραμένει 0, ενεργοποιείται η έξοδος του εσωτερικού bit M0.3 (βαλβίδα του στοιχείου).

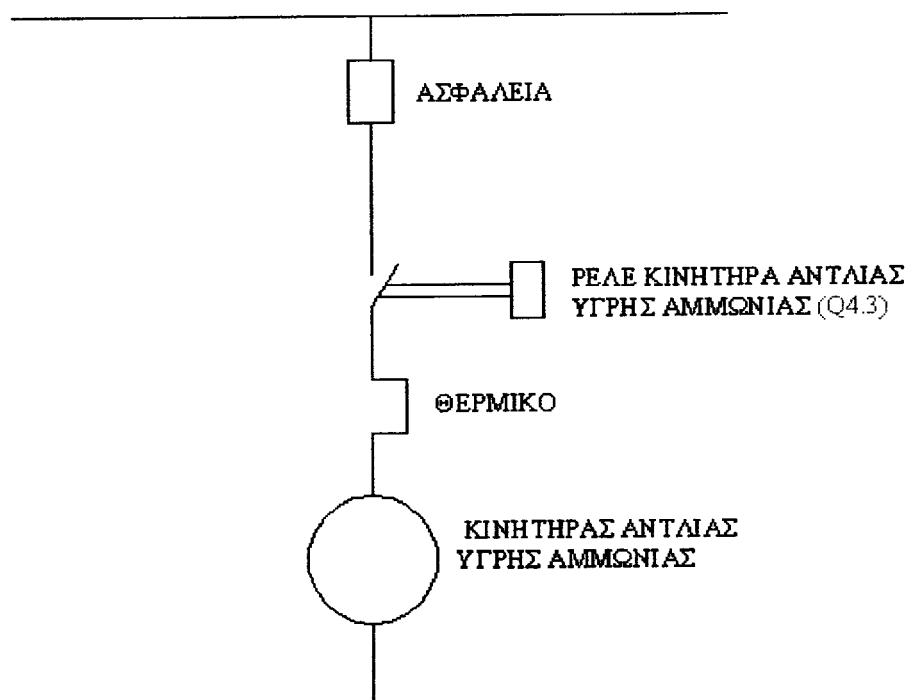


### Network 12

Κάθε φορά που το εσωτερικό bit M0.3 (βαλβίδα στοιχείου) αποκτά λογική τιμή 1, σπλίζουν τα πηνία που βρίσκονται στις εξόδους- Q5.2, Q5.3, Q5.4 Q5.5 του PLC και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη του θαλάμου. Παρατηρούμε ότι σε σειρά με το εσωτερικό bit M0.3 υπάρχει μια ανοιχτή επαφή Q5.3 που αντιστοιχεί στην αντλία υγρής αμμωνίας.



## 5. Κινητήρας αντλίας υγρής αμμωνίας



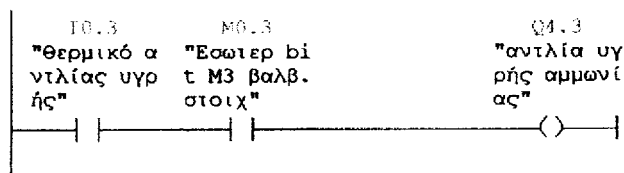
Περιγραφή λειτουργίας:

Όταν ο θερμοστάτης του θαλάμου γίνει ON (ζητήσει θερμότητα) και εφόσον ο ψυκτικός θάλαμος δεν βρίσκεται σε κατάσταση απόψυξης, ενεργοποιείται ο κινητήρας της αντλίας υγρής αμμωνίας.

Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

**Network 13**

Η έξοδος Q4.3 (αντλία υγρής αμμωνίας) είναι ενεργή, όταν κλείσει κύκλωμα το θερμικό της αντλίας και το εσωτερικό bit M0.3 (βαλβίδα υγρής στοιχείου)



**6. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα απόψυξης**

Περιγραφή λειτουργίας:

Στους αυτόματους μηχανισμούς απόψυξης, η απόψυξη γίνεται κατά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, π.χ. κάθε 12 ώρες ή κάθε φορά που σταματά ο συμπιεστής, χωρίς καμία ενέργεια δική μας (αυτόματα). Η διαδικασία της απόψυξης γίνεται με τη βοήθεια **χρονοδιακόπτη** ή άλλου μηχανισμού και πραγματοποιείται ανεξάρτητα από το πάχος του πάγου στον εξαμιστή.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα ένας σωλήνας ενώνει τη γραμμή του υπέρθερμου

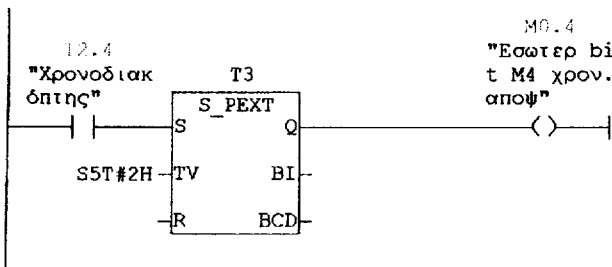
ψυκτικού αερίου με την είσοδο του εξατμιστή . Η γραμμή αυτή που λέγεται **γραμμή παράκαμψης (by Pass)** ελέγχεται από μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Όταν έλθει η ώρα της αποπάγωσης ο χρονοδιακόπτης δίνει εντολή στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και ανοίγει. Έτσι, ο υπέρθερμος ατμός οδηγείται στον εξατμιστή με αποτέλεσμα να λιώνουν οι πάγοι και να καθαρίζεται η εξωτερική επιφάνεια του εξατμιστή ενώ παράλληλα κλείνει η βαλβίδα υγρής αμμωνίας και η βαλβίδα εξόδου του στοιχείου με αποτέλεσμα ο ατμός να φεύγει από την χειροκίνητη βαλβίδα και την ανοίγουμε τόσο έτσι ώστε να έχουμε πίεση 5 bar κατά την διαδικασία της απόψυξης.(Αυτό γίνεται αρχικά κατά την εγκατάσταση)

Παράλληλα χρησιμοποιούμε και αντιστάσεις αποπάγωσης που τοποθετούνται στην εξωτερική επιφάνεια του εξατμιστή και η λειτουργία τους ελέγχεται από τον χρονοδιακόπτη.

Έτσι η λύση του προβλήματος θα είναι με την γλώσσα προγραμματισμού LADDER:

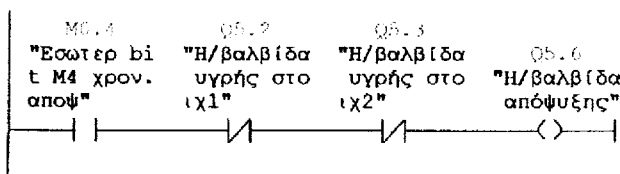
**Network 14**

Όταν η είσοδος I2.4(χρονοδιακόπτης) είναι ενεργή, το χρονικό T3 αρχίζει να μετράει τον χρόνο των 2 ωρών (2 hour) .Όταν παρέλθει ο χρόνος το εσωτερικό bit M0.4 που είναι συνδεδεμένο στην έξοδο του χρονικού γίνεται ενεργό(λογική τιμή 1).Ενώ το χρονικό ακυρώνει την λειτουργία του όταν η βαλβίδα του στοιχείου ενεργοποιηθεί Q5.2(Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης του στοιχείου).



**Network 15**

Όταν έχουμε μια μετάπτωση της κατάστασης του σήματος από 0 σε 1 στο εσωτερικό bit M0.4 (χρονικού απόψυξης) και την ίδια στιγμή η κατάσταση των σημάτων των βαλβίδων εισόδου υγρής αμμωνίας Q5.2 και Q5.3 των στοιχείων παραμένει 0,ενεργοποιείται η έξοδος βαλβίδα απόψυξης Q5.6.

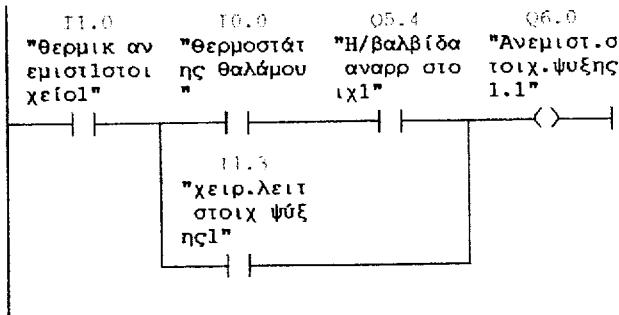


**7. Ανεμιστήρες των στοιχείων 1 και 2.**

**Network 16**

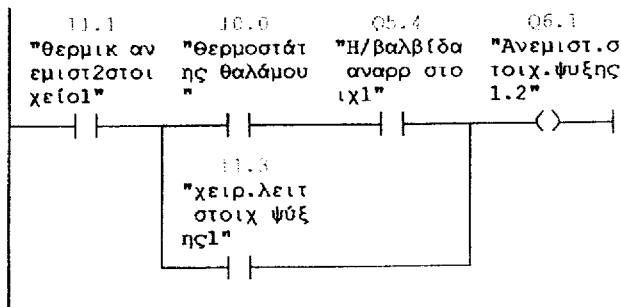
Ο ανεμιστήρας 1 του στοιχείου ψύξης 1 (Q6.0) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1.Η είσοδος I1.3(χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 1 του στοιχείου ψύξης 1, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις

είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



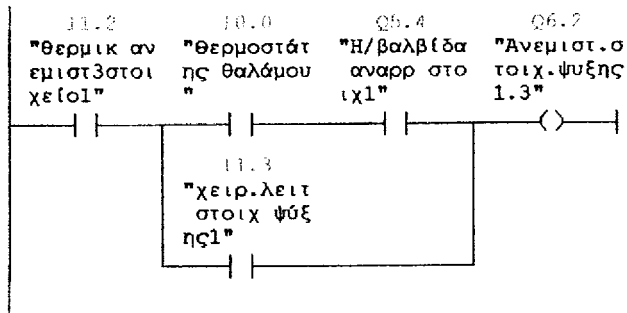
### Network 17

Ο ανεμιστήρας 2 του στοιχείου ψύξης 1 (Q6.1) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I1.3 (χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 2 του στοιχείου ψύξης 1, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



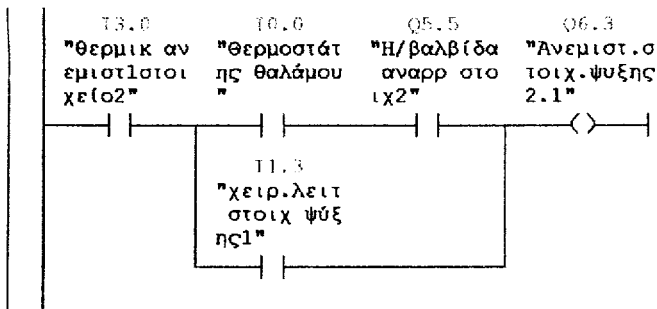
### Network 18

Ο ανεμιστήρας 3 του στοιχείου ψύξης 1 (Q6.2) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I1.3 (χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 3 του στοιχείου ψύξης 1, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



### Network 19

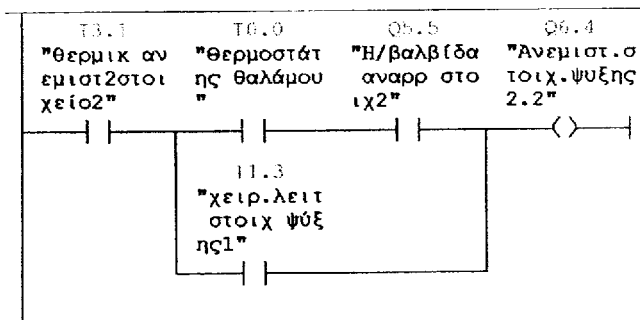
Ο ανεμιστήρας 1 του στοιχείου ψύξης 2 (Q6.3) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I1.3 (χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 1 του στοιχείου ψύξης 2, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



### Network 20

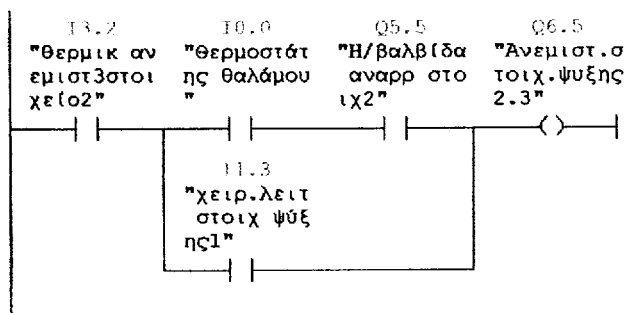
Ο ανεμιστήρας 2 του στοιχείου ψύξης 2 (Q6.4) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου I0.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I1.3 (χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 2 του στοιχείου ψύξης 2, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.





### Network 21

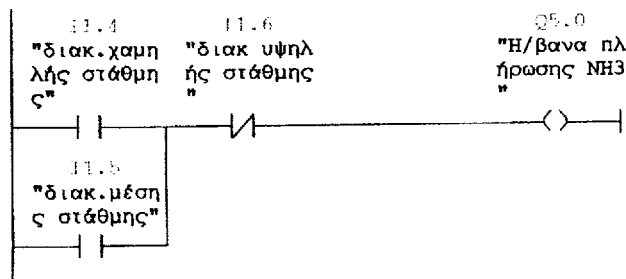
Ο ανεμιστήρας 3 του στοιχείου ψύξης 2 (Q6.3) βρίσκεται σε λειτουργία, όταν οι δύο αισθητήρες έχουν λογική τιμή 1 (θερμικό και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα) και ο θερμοστάτης του θαλάμου IO.0 είναι ενεργοποιημένος (υψηλή θερμοκρασία) έχοντας λογική τιμή 1. Η είσοδος I1.3 (χειροκίνητη λειτουργία στοιχείου ψύξης 1) χρησιμεύει στην ενεργοποίηση του ανεμιστήρα 3 του στοιχείου ψύξης 2, εφόσον και οι άλλες προϋποθέσεις είναι σε λογική τιμή 1, άσχετα με το αν ο θερμοστάτης και η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βρίσκονται σε κατάσταση σήματος 1 ή 0.



### 8. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης αμμωνοδιαχωριστή.

### Network 22

Για να έχουμε πλήρωση του αμμωνοδιαχωριστή από τον συλλέκτη αμμωνίας μέσω της ηλεκτροβάνας πλήρωσης, πρέπει είτε ο διακόπτης χαμηλής στάθμης είτε ο διακόπτης μέσης στάθμης να έχουν λογική τιμή 1, ενώ την ίδια στιγμή ο διακόπτης υψηλής στάθμης του αμμωνοδιαχωριστή θα βρίσκεται σε κατάσταση σήματος 0.



## 9. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ψύξης λαδιού.

### Network 23

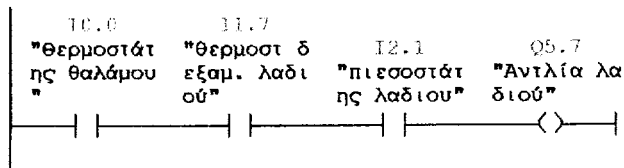
Για την ψύξη του λαδιού στο σύστημα ψύξης(εναλλάκτης), πρέπει ο θερμοστάτης λαδιού να δώσει κατάσταση σήματος 1 (λάδι σε θερμοκρασία πάνω από 40 C), έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί η ηλεκτροβάννα που θα επιτρέψει την είσοδο της αμμωνίας στο σύστημα ψύξης.



## 10. Αντλία λαδιού.

### Network 24

Όταν είναι ενεργοποιημένοι και οι τρεις αισθητήρες(θερμοστάτης θαλάμου ,δεξαμενής και πιεσοστάτης λαδιού) που είναι συνδεδεμένοι στις εισόδους I0.0 I1.7 και I2.1 τότε η αντλία λαδιού παίρνει ρεύμα (λογική τιμή 1) τροφοδοτώντας το σύστημα ψύξης με λάδι.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Εισαγωγή</b> .....	1
1.1 Ιστορία της ψύξης .....	1
1.2 Τι είναι ψύξη .....	2
1.3 Γενικές μέθοδοι ψύξης .....	4
1.4 Ορισμός ψυκτικού θαλάμου και κατηγορίες αυτού.....	4
1.5 Στοιχεία για την κατασκευή ψυκτικών θαλάμων .....	6
<b>Υπολογιστικό μέρος</b> .....	8
Υπολογισμός διαστάσεων θαλάμου διατήρησης.....	8
Δομικά κατασκευαστικά στοιχεία του ψυγείου .....	9
Υπολογισμός φορτίων ψυκτικού θαλάμου .....	13
Καθορισμός ψυκτικού υγρού .....	24
Περιγραφή βασικής ψυκτικής διάταξης.....	27
Υπολογισμός του ψυκτικού κύκλου λειτουργίας της εγκατάστασης.....	30
Υπολογισμός συμπίεστη.....	34
Υπολογισμός του συμπυκνωτή.....	39
Υπολογισμός ψυκτικών στοιχείων θαλάμου συντήρησης.....	39
<b>Ανάλυση Τμημάτων Ψυκτικού Κύκλου</b> .....	41
Συμπίεστες ψυκτικών μονάδων.....	41
Οι συμπυκνωτές ψυκτικών μηχανών.....	48
Συλλέκτης υγρού.....	53
Ατμοποιητής.....	53
Απόψυξη.....	57
Αμμωνοδιαχωριστής.....	60
<b>Διατάξεις ελέγχου</b> .....	61
Ανεπίστροφες βαλβίδες.....	61
Βαλβίδες ανακούφισης.....	62
Ηλεκτρομαγνητικές (Σωληνοειδείς) βαλβίδες.....	63
Πιεζοστάτης χαμηλής πίεσης.....	64
Πιεσοστάτης υψηλής πίεσης.....	65
Θερμοστάτης.....	67
Χρονοδιακόπτες απόψυξης.....	67
Χειροκίνητη Βαλβίδα.....	69
Ηλεκτρονικό Μανόμετρο.....	70

## Μέρος PLC

<b>Εισαγωγή</b> .....	71
Ιστορική αναδρομή .....	71
Περιγραφή και λειτουργία του PLC .....	72
Πλεονεκτήματα .....	74
<b>PLC τύπου Simatic S7-300</b> .....	76
Δομή.....	76
Μονάδες.....	77
Τροφοδοτικό (Power Supply).....	79
Κεντρική μονάδα επεξεργασίας CPU .....	81
Μονάδες ψηφιακών εισόδων .....	85
Μονάδες ψηφιακών εξόδων .....	87
<b>Απομακρυσμένες εισοδοί -έξοδοι</b> .....	89
<b>Επιλογή PLC</b> .....	93
<b>Εγκατάσταση και συντήρηση</b> .....	96
Τύποι πινάκων .....	96
Τοποθέτηση στον πίνακα .....	96
Τροφοδοσία και προστασία του PLC.....	101
<b>Μνήμες</b> .....	102
Εξωτερικές μνήμες .....	103
<b>Ιδιαιτερότητες της σειράς S7-300</b> .....	103

<b>Γλώσσα προγραμματισμού</b> .....	105
Μορφές .....	105
Χρήση βοηθητικών .....	107
Εντολές μαζικής μεταφοράς .....	107
Χρονικά .....	108
Μονάδες εισόδων .....	110
Μονάδες εξόδων .....	110
<b>ΕΦΑΡΜΟΓΗ</b> .....	112
<b>ΨΥΚΤΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ</b> .....	112
Γενική περιγραφή λειτουργίας.....	112
<b>Καθορισμός σημείων ελέγχου (αισθητήρων) του ψυκτικού συγκροτήματος..</b>	113
1. Έλεγχος του κινητήρα του συμπιεστή .....	113
2. Έλεγχος του κινητήρα του ανεμιστήρα του πύργου ψύξης .....	115
3. Αντλία νερού πύργου ψύξης .....	117
4. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υγρής αμμωνίας στο στοιχείο .....	118
5. Κινητήρας αντλίας υγρής αμμωνίας.....	119
6. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα απόψυξης.....	120
7. Ανεμιστήρας των στοιχείων 1 και 2.....	121
8. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα πλήρωσης αμμωνοδιαχωριστή.....	124
9. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ψύξης λαδιού.....	125
10. Αντλία λαδιού.....	125
<b>Παράρτημα</b>	
<b>Βιβλιογραφία</b>	