



**ΑΕΙ ΤΤ ΠΕΙΡΑΙΑ Σ.Τ.ΕΦ.
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

Μελέτη και εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίων (BMS) σε ψυκτικό συγκρότημα.

Building Management System (BMS) study and application on chiller plant.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:

ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΕΥΘΥΜΙΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 24571

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ ΗΡΑΚΛΗΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της ηλεκτρολογικής διαχείρισης κτηρίων. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζω στον Βυλλιώτη Ηρακλή για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την επίτευξη της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την ηλεκτρολογική διαχείριση συστήματος κτηρίων. Αυτό το πεδίο έχει απασχολήσει αρκετούς επαγγελματίες και μελετητές του χώρου και έχουν ιστορικά προταθεί διάφορα συστήματα και μεθοδολογίες καθεμιά εκ των οποίων έχει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στα πλαίσια της εργασίας αναλύθηκαν θεωρητικά τα μηχανολογικά τμήματα των πιθανών εξοπλισμών, αναφέρθηκαν τα θετικά και αρνητικά στοιχεία εκάστου συστήματος και τέλος παρουσιάστηκε μια πρακτική εφαρμογή για ένα ψυκτικό συγκρότημα, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα που αφορούν τη σύγκριση θεωρίας και εφαρμογής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη	3
Εισαγωγή	6
1 Τεχνική περιγραφή κεντρικού συστήματος ελέγχου και χειρισμού κτιριακών εγκαταστάσεων (BMS).....	8
1.1 Γενικά.....	8
1.2 Σκοπός εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων.....	9
1.3 Πλεονεκτήματα των BMS.....	10
1.4 Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων BEMS	12
1.5 Διαδικασία επιλογής κατάλληλου συστήματος BMS.....	15
2 Τεχνική περιγραφή συστήματος BMS	17
2.1 Τομείς ελέγχου του BMS	17
2.2 Ο κεντρικός σταθμός ελέγχου.....	18
2.2.1 Πρόγραμμα Παρακολούθησης.....	19
2.2.2 Βασικές λειτουργίες και προδιαγραφές	19
2.3 Τα απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ)	20
2.4 Περιφερειακές Μονάδες Ελέγχου.....	22
2.5 Αισθητήρια όργανα & συσκευές εισόδου - εξόδου	24
2.5.1 Είσοδος.....	25
2.5.2 Έξοδος.....	28
3 Δομή & Συσκευές Συστήματος Ελέγχου και Διαχείρισης Εγκαταστάσεων	31
3.1 Εισαγωγή.....	31
3.2 Λειτουργικά επίπεδα	32
3.3 Μηχανήματα και συσκευές που χειρίζεται ένα σύστημα BMS	34
3.3.1 Αντλίες θερμότητας.....	35

3.3.2	Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)	45
3.3.3	Ο διακόπτη ροής υγρών (Flow switch)	49
3.3.4	Αισθητήρες θερμοκρασίας	52
3.3.5	Αισθητήρας και Διακόπτης διαφορικής πίεσης αέρα/υγρού.....	53
3.3.6	Αισθητήριο ποιότητας αέρα	55
3.3.7	Κινητήρας διαφραγμάτων (damper actuator).....	56
3.3.8	Βαλβίδες ελέγχου	56
4	Παράδειγμα τυπικού ψυκτικού συγκροτήματος.....	58
4.1	Γενικό διάγραμμα.....	58
4.2	Αισθητήρες ΚΚΜ	61
4.3	Ελεγκτής και πρόγραμμα ελέγχου ανεμιστήρα προσαγωγής.....	64
4.4	Πίνακες αυτοματισμού και διαστασιολόγηση καλωδίων	66
	Συμπεράσματα	73
	Βιβλιογραφία	74

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας στους τομείς των τηλεπικοινωνιών και των υπολογιστών, δεν μπόρεσε να μείνει ανεπηρέαστος και ο τομέας των κτιρίων. Συγκεκριμένα τα κτίρια κάνοντας χρήση των σημερινών τεχνολογικών επιτευγμάτων χαρακτηρίζονται « έξυπνα ». Επίσης, η συνεχής ρύπανση του περιβάλλοντος επιβάλλει τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια, πράγμα που επιτυγχάνεται δίνοντας στους ενοίκους τη δυνατότητα να μετρούν και επομένως να ελέγχουν τις διάφορες ενεργοβόρες λειτουργίες που συντελούνται στο χώρο που διαμένουν.

Ο περιορισμός όλων των ενεργοβόρων αυτών δραστηριοτήτων μπορεί να επιτευχθεί μέσω συστημάτων αυτοματισμού και διαχείρισης ενέργειας τα οποία είναι γνωστά με την ονομασία BMS (BuildingManagementSystem). Τα συστήματα αυτά τείνουν να γίνουν ένα επιπλέον κομμάτι του κτιρίου και η σωστή χρήση τους μπορεί να αποκαλύψει το σύνολο των δυνατοτήτων τους, με αυτοσκοπό την μελλοντική ανάπτυξη παράλληλα με αυτής των μικροεπεξεργαστών, των δικτύων και γενικότερα της τεχνολογίας.

Ο κτιριακός τομέας σήμερα ευθύνεται για το 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής (πετρέλαιο και φυσικό αέριο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, προϋποθέτει μεγάλη οικονομική επιβάρυνση ως απόρροια του υψηλού κόστους της ενέργειας, συνάμα όμως επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται σε σημαντικό βαθμό με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και στη συνέχεια με την αποδοτική λειτουργία εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν. Ένας εξίσου καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας όμως, είναι η ενεργειακή διαχείριση του

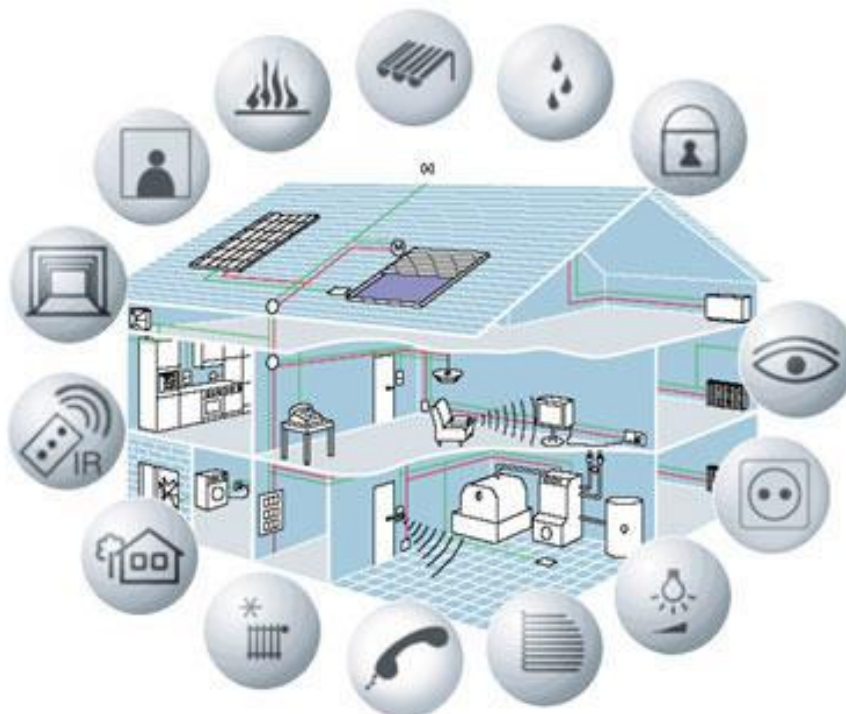
κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Στη παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων και γίνεται περιγραφή τόσο των πλεονεκτημάτων όσο και των μειονεκτημάτων αυτών. Επίσης αναλύονται θεωρητικά τα μηχανολογικά τμήματα των πιθανών εξοπλισμών, αναφέρονται τα θετικά και αρνητικά στοιχεία εκάστου συστήματος και τέλος παρουσιάζεται μια πρακτική εφαρμογή για ένα ψυκτικό συγκρότημα που μπορεί να συνδεθεί με το σύστημα διαχείρισης του κτιρίου λαμβάνοντας και αποστέλλοντας εντολές από και προς σε αυτό, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα που αφορούν τη σύγκριση θεωρίας και εφαρμογής.

1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ (BMS)

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ένα σύστημα BMS είναι σχεδιασμένο για να παρέχει από ένα κεντρικό σημείο την παρακολούθηση της λειτουργίας, τον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων και διαφόρων βλαβών, τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας εξοικονόμησης ενέργειας και πληροφορίες προληπτικής συντήρησης των ηλεκτρολογικών, μηχανολογικών και άλλων εγκαταστάσεων του κτιρίου. Η διαδικασία λειτουργίας κάθε ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης μπορεί να απεικονίζεται σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη του υπολογιστή ο οποίος θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με κατάλληλο λογισμικό με διεπαφή φιλική προς το χρήστη.



Εικόνα Υποσυστήματα που διαχειρίζεται ένα σύστημα BMS (πηγή <https://urvil.wordpress.com/bms-building-management-system/>)

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

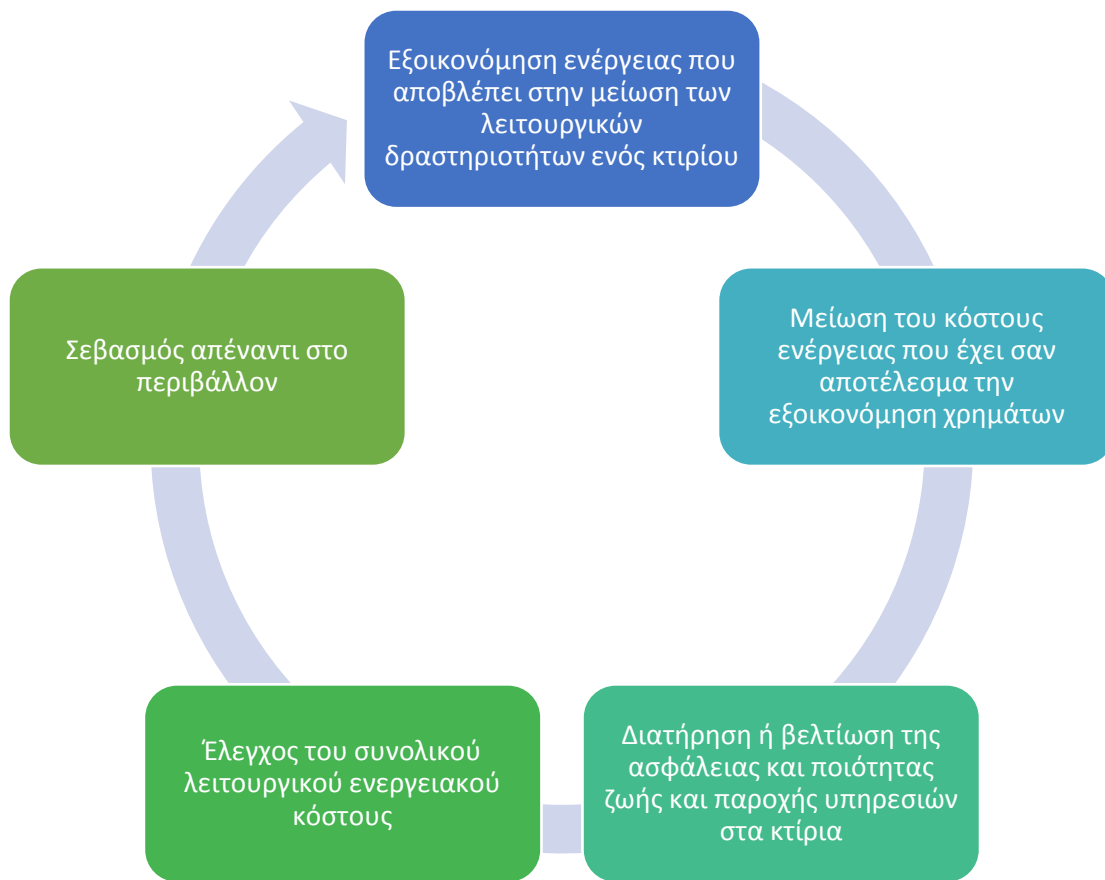
Η εφαρμογή ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BMS σε ένα μεγάλο κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα αποτελεί, με βάση τις υποδείξεις μίας επιτόπιας ενεργειακής επιθεώρησης, μία από τις δυνατότητες-μέτρα που μπορούν να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε αυτό.

Επιτυχείς εφαρμογές BMS έχουν επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 20- 50%. Αφετέρου ένα BMS αποτελεί βασικό συστατικό της διαδικασίας ενεργειακής παρακολούθησης και θέσπισης ενεργειακών στόχων ειδικά σε κτίρια όπου η χρήση της ενέργειας εποπτεύεται από σημαντικό αριθμό σημείων μέτρησης και ελέγχου.

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης έχει σκοπό τη διαρκή επιτήρηση και έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων ώστε αφενός όλα τα συστήματα να συντονίζονται με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και αφετέρου να είναι δυνατή η καταγραφή της ενέργειας που καταναλώνεται και των παραμέτρων των κατάλληλων συνθηκών για την άνεση των χρηστών, έγκαιρων επεμβάσεων εκτάκτου ανάγκης, καθώς και μείωσης του λειτουργικού κόστους για τη συντήρηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Στην ουσία η σωστή διαχείριση του κτιρίου, ως απώτερο στόχο έχει να εξασφαλίσει τις κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης σε ένα χώρο, καταναλώνοντας όσο το δυνατό λιγότερη ενέργεια και χρησιμοποιώντας παράλληλα στην ευρύτερη μορφή του, όλες τις δυνατότητες που μπορεί να τους προσφέρει ένα συγκροτημένο σύστημα διαχείρισης.

Με λίγα λόγια λοιπόν, μπορούμε να πούμε πως οι επιμέρους στόχοι της εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων είναι αυτοί που παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 2 Επιμέρους στόχοι της εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων.

1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ BMS

Ένα BMS αυτοματοποιεί σε μέγιστο βαθμό το σύστημα Monitoring and Targeting ενός μεγάλου κτιρίου ή κτιριακού συγκροτήματος, έχοντας τα ακόλουθα βασικά πλεονεκτήματα:

Ενεργειακές αναφορές

- Ευρεία συχνότητα και ταχύτητα μηχανογράφησης των ενεργειακών αναφορών προς τα αρμόδια τμήματα

Διαχείριση συστημάτων ελέγχου και συντήρησης

- Σωστή διαχείριση πολλών διαφορετικών λειτουργιών των συστημάτων ελέγχου αλλά και επεμβάσεων συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών τους

Περικοπή φορτίων

- Αυτόματη περικοπή φορτίων που επιβαρύνουν το ενεργειακό κόστος.

Λειτουργία σε πραγματικό χρόνο

- Απόκριση σε πραγματικό χρόνο ενεργειακών δεδομένων και γρήγορη επεξεργασία αυτών

Πρόβλεψη

- Πρόβλεψη ενεργειακής ζήτησης, ακρίβεια υπολογισμών, απόλυτη ανάλυση δεδομένων

Εποπτεία

- Αδιάλειπτη εποπτεία ενεργειακών παραμέτρων με αναφορά σχετικού ιστορικού

Αναφορές

- Παρουσίαση αναφορών χρησιμοποιώντας την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στο επίπεδο των γραφικών

Πρόσβαση σε ΑΚΕ

- Με τη χρήση δικτύων επικοινωνίας, άμεση πρόσβαση σε οποιοδήποτε ΑΚΕ (απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου) από ένα εξωτερικό κεντρικό σταθμό ελέγχου, όταν δεν υπάρχει δυνατότητα χειρισμού από το κεντρικό σύστημα

Ενημέρωση

- Αδιάκοπτη ενημέρωση των διαχειριστών του συστήματος, για τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων, συνδεδεμένων άμεσα με την άρτια λειτουργία και απόδοση των ελεγχόμενων συστημάτων

Επιπλέον δυνατότητες

- Καταγραφή αναλογικών ή ψηφιακών μεγεθών συναρτήσει του χρόνου.
- Χρονομέτρηση λειτουργίας μηχανών και προσδιορισμός χρόνου συντήρησης.
- Ανάλυση της εξέλιξης βλαβών χρονικά, αναλύοντας την αλληλουχία των συμβάντων που οδήγησαν στη βλάβη.
- Εξακρίβωση της αναγνώρισης των βλαβών σε συνάρτηση με κρίσιμες βλάβες και τον καταμερισμό ευθυνών.

Ίσως το κυριότερο από τα πλεονεκτήματα του BMS που αναφέραμε να είναι η συνεχής παρακολούθηση μιας εγκατάστασης και η δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας των ενεργειακών δεδομένων που σχετίζονται με αυτήν. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σε όλα τα αρμόδια όργανα που έχουν σχέση με τη διαχείριση να «γνωρίσουν» καλύτερα τα κτίρια και τις εγκαταστάσεις, δημιουργώντας έτσι τις κατάλληλες συνθήκες για την επίτευξη του απώτερου στόχου, δηλαδή της εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτή η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί, αφού τα συστήματα BMS μπορούν να παρακολουθούν και να καταγράφουν τα δεδομένα από μετρητές καυσίμων και ηλεκτρικού ρεύματος, κλιματιστικών μονάδων, φωτισμού και όλων των άλλων ενεργοβόρων δραστηριοτήτων που συντελούνται σε ένα συγκρότημα κτιρίων. Επίσης σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα διάφορα δεδομένα μπορούν να ελεγχθούν από απομακρυσμένες εγκαταστάσεις, εφόσον ο έλεγχος από τον κεντρικό σταθμό δεν είναι εφικτός, έτσι εξοικονομείται σημαντικός χρόνος σε περίπτωση κάποιου συναγερμού, δίνοντας τη δυνατότητα στο προσωπικό να επέμβει άμεσα, αν βρίσκονται ίσως πλησιέστερα στο σημείο που εμφανίζεται το πρόβλημα.

Στο σημείο αυτό θεωρείται σημαντικό να επισημάνουμε ίσως το μοναδικό μειονέκτημα των BMS. Το ότι η αυτοματοποίηση αυτού του συστήματος μας παρέχει πολλά οφέλη είναι αδιαμφισβήτητο. Δυστυχώς όμως η μείωση του ανθρώπινου δυναμικού, μιας και λιγότεροι χρήστες είναι αρκετοί ώστε να λειτουργήσει το σύστημα, είναι κάτι το ανησυχητικό αφού τα σημερινά ποσοστά της ανεργίας έχουν εκτοξευθεί κατακόρυφα.

1.4 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ BEMS

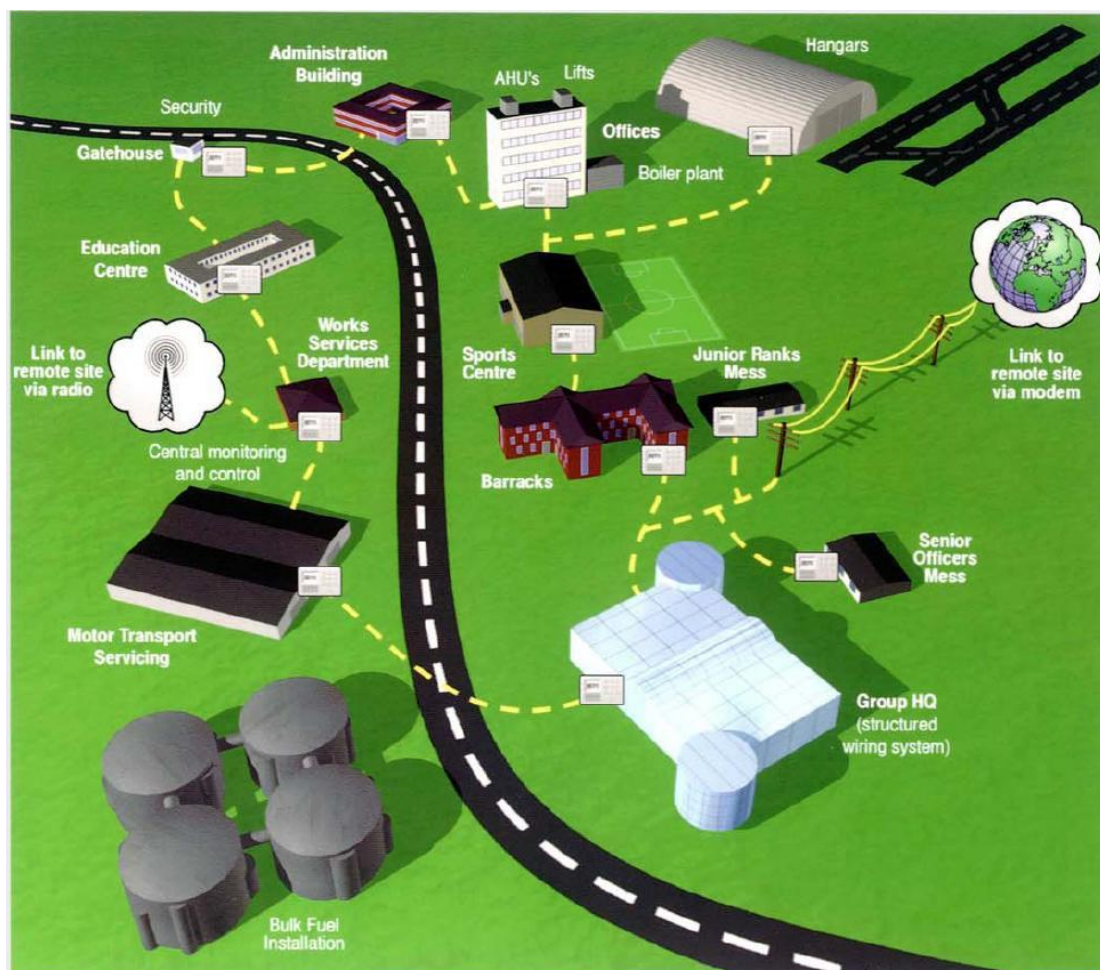
Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) αντιπροσωπεύει περίπου το 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ και το 25 με 40% στις χώρες του ΟΟΣΑ (OECD, 2003). Στις αναπτυσσόμενες χώρες η διαχείριση ενέργειας στα κτίρια είναι ακόμα λιγότερο αποτελεσματική. Στην ΕΕ, το 2003 οι συνολικές εκπομπές CO₂ ανήλθαν σε 3,8 Gtonnes εκ των οποίων 479 Mtonnes προέρχονταν από της κατοικίες (12%) (ΕΕ, 2005). Τα Συστήματα

Διαχείρισης Ενέργειας (BEMS) ελέγχουν τις λειτουργίες του κτιρίου, επιτρέποντας την ομαλή λειτουργία και την αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου.

Η IEA χρησιμοποιεί τον ακόλουθο ορισμό για το BEMS: «Ηλεκτρικό σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης που έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τα σημεία παρακολούθησης και ένα τερματικό. Το σύστημα μπορεί να λαμβάνει δεδομένα από όλα τα συστήματα ελέγχου και διαχείρισης λειτουργιών, όπως η θέρμανση, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC), φωτισμού, σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς, συστήματα ασφάλειας, συντήρησης και διαχείρισης ενέργειας». Μια άλλη κοινή περιγραφή είναι ότι τα BEMSs είναι συστήματα ελέγχου για μεμονωμένα κτίρια ή ομάδες κτιρίων που χρησιμοποιούν υπολογιστές και διανεμημένους μικροεπεξεργαστές για την παρακολούθηση, την αποθήκευση δεδομένων και επικοινωνίας (Levermore, 2000).

Ως εκ τούτου, η τεχνολογία BEMS είναι μια ευρεία έννοια ελέγχου του κτιρίου, και μπορεί να έχει μια ποικιλία χαρακτηριστικών. Ωστόσο, ο όρος BEMS περιορίζεται στη χρήση για εξελιγμένα και προηγμένα συστήματα ελέγχου. Ως εκ τούτου, ενώ όλα τα κτίρια χρειάζονται να έχουν κάποια μορφή συστήματος ελέγχου (BMS), η τεχνολογία BEMS είναι ουσιαστικά διαφορετική από τα προηγούμενα συστήματα ελέγχου. Το κύριο σημείο στο οποίο ένα BEMS διαφέρει από τα άλλα συστήματα ελέγχου είναι το χαρακτηριστικό της επικοινωνίας: πληροφορίες για τις διαδικασίες και τις λειτουργίες του κτιρίου μπορούν να ληφθούν σε μια κεντρική, ενιαία λειτουργική μονάδα. Ως εκ τούτου, οι αποφάσεις μπορούν να γίνουν με βάση τις ληφθείσες πληροφορίες. Αυτό είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του BEMS καθώς επιτρέπει τη βελτιστοποίηση του συστήματος. Για παράδειγμα, η κεντρική και ενιαία λειτουργική μονάδα μπορεί να λάβει πληροφορίες για τη θερμοκρασία και τη παρουσία και μπορεί να πάρει την απόφαση να μειώσει τη θερμοκρασία σε τμήματα του κτιρίου που δεν είναι κατειλημμένα. Οι αποφάσεις αυτές, ως εκ τούτου, μπορούν να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση. Η Εικόνα 4 απεικονίζει μία πιθανή διαμόρφωση BEMS στην οποία πολλαπλά κτίρια συνδέονται μεταξύ τους και μέσω του Διαδικτύου σε μια κεντρική μονάδα λειτουργίας με στόχο την ομαλή συνεργασία ανάμεσα στα κτίρια και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Η αυξημένη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων κτιρίων μέσω του BEMS επιτρέπει την επιπλέον

αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, όπως μπορούν να διασυνδεθούν οι λειτουργίες των διαφόρων κτιρίων.



Εικόνα 4 Πιθανή διαμόρφωση συστήματος BEMS για τη παρακολούθηση και τον έλεγχο της ενεργειακής απόδοσης πολλαπλών κτιρίων (πηγή <http://www.climatetechwiki.org/technology/jiqweb-bems>)

Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας και αποδοτικότητας αποτελείται από:

- Τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ), ή Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, η οποία είναι το σημείο παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος από τους χειριστές.
- Τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ), τα οποία είναι οι σταθμοί συλλογής και επεξεργασίας των σημάτων των αισθητηρίων και οργάνων ελέγχου.

- Το δίκτυο Περιφερειακών Μονάδων Ελέγχου, οι οποίες είναι πλήρως προγραμματιζόμενες μονάδες ψηφιακού ελέγχου και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των ΑΚΕ.
- Τα δίκτυα των συστημάτων και τα ανοιχτά πρωτόκολλα επικοινωνίας.
- Τα όργανα λήψεως πληροφοριών (αισθητήρια, βοηθητικές επαφές κ.λπ.) ή εκτέλεσης εντολών (βαλβίδες, ρελέ εκκίνησης κ.λπ.) που είναι οι συσκευές που πληροφορούν με τις τιμές ή καταστάσεις των επιτηρούμενων εγκαταστάσεων τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, ή οδηγούνται κατάλληλα από αυτές έτσι ώστε να υλοποιηθούν οι προγραμματισμένες στρατηγικές ελέγχου.

1.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS.

Παραθέτουμε συνοπτικά τα βασικότερα στάδια για την επιλογή ενός εξειδικευμένου συστήματος διαχείρισης κτιρίου, που είναι απαραίτητα ώστε να μας παρέχουν ένα λειτουργικό και αποδοτικό BMS:

- Η εκπόνηση ολοκληρωμένης τεχνικής μελέτης που θα απαρτίζεται από την τεχνική περιγραφή και τις απαιτήσεις του συστήματος.
- Η εκπόνηση τεchnοοικονομικής μελέτης που θα σχετίζεται με το κόστος και το ενεργειακό όφελος που θα αποκομίσουμε από ένα τέτοιο σύστημα.
- Η ανάπτυξη ενός δομημένου προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης.
- Η αποσαφήνιση και δομή του BMS ως εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας, συσχετισμένο με την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης.
- Η σχετική έρευνα αγοράς ώστε να είμαστε ενήμεροι για αυτά τα αυτοματοποιημένα συστήματα και να γνωρίσουμε τις εταιρίες που παίζουν στρατηγικό ρόλο στον χώρο πώλησης τέτοιων συστημάτων.
- Η πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος για διαγωνισμό ανάληψης του έργου από εταιρίες προμηθευτών - εγκαταστατών του συστήματος.

- Η αξιολόγηση των προσφορών αυτών και η επιλογή του καταλληλότερου προμηθευτή.
- Η εγκατάσταση και δοκιμή λειτουργίας του BMS που έχει τελικά επιλεγεί.
- Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση πιθανών σεναρίων λειτουργίας με στόχο την εύρυθμη λειτουργία των εγκαταστάσεων.

2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS

2.1 ΤΟΜΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ BMS

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου BMS είναι ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό σύστημα ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, το οποίο επιτηρεί και ελέγχει τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου και ειδικότερα:

- Το σύστημα παραγωγής και διανομής θερμού και ψυχρού νερού (λέβητες, ψύκτες, κυκλοφορητές κ.α.)
- Τις μονάδες διανομής αέρα (AIR HANDLING UNITS)
- Τους ανεμιστήρες αερισμού
- Τις μονάδες FanCoil
- Τα αυτόματα συστήματα κατάσβεσης τοπικής εφαρμογής
- Τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων
- Τους υποσταθμούς (τροφοδοσία ΔΕΗ, αυτόματοι Y/T, X/T, H/Z)
- Τους ανελκυστήρες
- Την ανίχνευση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)
- Την αποχέτευση (αντλιοστάσια)
- Το σύστημα πυρανίχνευσης (εντολές - πληροφορίες προς BMS)
- Το αντλιοστάσιο πυρόσβεσης
- Την πυρόσβεση
- Το κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV)
- Το σύστημα διαχείρισης στάθμευσης
- Τους πίνακες φωτισμού (χειρισμός, παρακολούθηση, βλάβη)
- Την καταγραφή βλαβών

Σκοπός της επιτήρησης είναι η απρόσκοπτη λειτουργία, η ρύθμιση παραμέτρων, η ανάλυση δεδομένων και η ενεργειακή διαχείριση όλων των εγκαταστάσεων από ένα χώρο ελέγχου. Η διασύνδεση του συνόλου των αισθητηρίων / οργάνων γίνεται ακτινικά προς το αντίστοιχο απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου (ΑΚΕ),

ενώ το τελευταίο συνδέεται με τα όμοια του και με την κεντρική μονάδα ελέγχου σε ομότιμο δίκτυο ψηφιακής επικοινωνίας.

Ειδικότερα για τον έλεγχο των μονάδων fancoils χρησιμοποιούνται αυτόνομες μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα τοπικά χειριστήρια χώρου επιτρέπουν τον τοπικό έλεγχο αλλά και την μεταφορά του συνόλου των ενδείξεων λειτουργίας στον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου. Οι συσκευές ελέγχου των FCU διασυνδέονται σε δευτερεύον δίκτυο επικοινωνίας το οποίο με την σειρά του συνδέεται με το κύριο δίκτυο επικοινωνίας μέσω κατάλληλης συσκευής. Το σύστημα ελέγχου υποστηρίζει πλήρως την κατανεμημένη επεξεργασία (DistributedDigitalControl), ενώ παράλληλα είναι πλήρως συμβατό με τα διεθνώς πιστοποιημένα ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας: BACnet, LonWorks και Modbus.

2.2 Ο ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η κεντρική μονάδα ελέγχου ή κεντρικός σταθμός ελέγχου (ΚΣΕ), αποτελεί τον εγκέφαλο των BMS και το βασικό κανάλι επικοινωνίας με τους χρήστες του συστήματος. Περιέχει το λογισμικό και όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τις λειτουργίες της εγκατάστασης. Αποτελείται από ένα κεντρικό προσωπικό υπολογιστή με εγκατεστημένο ειδικό πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου, και εκτυπωτή συναγερμών/αναφορών. Επικοινωνεί με κατάλληλη προσαρμοστική διάταξη (κάρτα), με τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου μέσω δικτύου EtherNet σε πρωτόκολλο TCP/IP.

Σε σύγκριση με τα απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ), ο κεντρικός αυτός υπολογιστής, διαθέτει μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ, ισχυρότερη μνήμη και περισσότερο αποθηκευτικό χώρο. Επίσης όπως και κάποια από τα ΑΚΕ έτσι και ο κεντρικός σταθμός έχει την δυνατότητα επέκτασης μέσω καρτών που συνδέονται στην μητρική κάρτα του υπολογιστή ενώ έχει οθόνη και πληκτρολόγιο.

2.2.1 Πρόγραμμα Παρακολούθησης

Η κεντρική μονάδα ελέγχου αποτελεί τον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος. Η εποπτεία των σημάτων συναγερμού καθώς και των συνθηκών λειτουργίας μιας εγκατάστασης, γίνεται από το σταθμό παρακολούθησης με Clientserver εφαρμογή, η οποία αποτελεί το πρόγραμμα παρακολούθησης και στην ουσία το βασικό εργαλείο διαχείρισης της λειτουργίας όλων των αυτοματοποιημένων εγκαταστάσεων των κτιρίων.

Το περιβάλλον λειτουργίας του προγράμματος παρακολούθησης πρέπει να είναι πλήρως γραφικό και εξαιρετικά φιλικό προς τον χρήστη. Αυτό θα επιτρέπει πέρα από την εύκολη πρόσβαση και λειτουργία των εγκαταστάσεων, μέσω buttons, dialogboxes, pulldownmenusk.λπ, συνεργασία με άλλες εφαρμογές του περιβάλλοντος αυτού όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, προγραμμάτων λογιστικών φύλλων (spreadsheets), κειμενογράφων κ.λπ., για εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών τόσο για την λειτουργία των εγκαταστάσεων, όσο και για την συντήρησή τους.

Η είσοδος στο πρόγραμμα θα γίνεται μέσω τροποποιούμενων κωδικών πρόσβασης που επιτρέπουν πλήρη ή μερική πρόσβαση τόσο στην εγκατάσταση, όσο και στις επιτρεπόμενες λειτουργίες και παρεμβάσεις. Το πρόγραμμα θα έχει κλιμακούμενη αρχιτεκτονική προκειμένου να μπορεί στο μέλλον με μικρό κόστος να αναβαθμίζεται σε μεγαλύτερο για να υποστηρίξει πρόσθετες εγκαταστάσεις.

2.2.2 Βασικές λειτουργίες και προδιαγραφές

Έτσι λοιπόν, βασικές λειτουργίες που παράλληλα αποτελούν και προδιαγραφές του συστήματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1 Βασικές λειτουργίες και προδιαγραφές ενός συστήματος BMS

Λειτουργία	Περιγραφή
-------------------	------------------

Γραφική απεικόνιση	Συνθήκες χώρου, παράμετροι λειτουργίας H/M εξοπλισμού. θερμοκρασία εισόδου-εξόδου εργαζομένου μέσου, διαφορική πίεση, κατάσταση λειτουργίας ON - OFF
Έλεγχος	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία, φωτεινότητα, παρουσία, κ.α.
Διαμόρφωση των επιθυμητών συνθηκών για κάθε χώρο	setpoints
Περισυλλογή και επεξεργασία	Τιμές επιλεγμένων παραμέτρων (eventlog and viewer)
Παρακολούθηση και ενημέρωση	Alarm notification
Χρονικός προγραμματισμός	Λειτουργία του εξοπλισμού ανάλογα με τα ωράρια και τις ημέρες λειτουργίας του κτιρίου
Εντολές έναρξης και παύσης του εξοπλισμού	Επίτευξη επιθυμητών συνθηκών με την λιγότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας (optimumheating/coolingstartstop
Χειροκίνητη λειτουργία	Πρόβλεψη για όλες τις εντολές
Απομακρυσμένη διαχείριση	Μέσω modem, ISDN, PSTN, Internet αλλά και οποιοδήποτε τερματικού σε ένα IP δίκτυο
Διαβάθμιση δικαιωμάτων χρήσης	Ανάθεση ρόλων σε κάθε χρήστη, ανάθεση δικαιωμάτων παρέμβασης και τροποποίησης ανάλογα με το ρόλο

2.3 ΤΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΑ ΚΕΝΤΡΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΑΚΕ)

Τα απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ) που συγκροτούν το όλο σύστημα, είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, αλλά και με την κεντρική μονάδα. Κάθε ΑΚΕ περιέχει ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή και εφεδρική ηλεκτρική παροχή με συσσωρευτές νικελίου - καδμίου (Νί -Cd) ώστε να λειτουργεί ανεξάρτητα από την κεντρική μονάδα. Τα ΑΚΕ επιτηρούν συνεχώς τις λειτουργίες που τους έχουν ανατεθεί και δίνουν αναφορά στον κεντρικό υπολογιστή σχετικά με την κατάσταση των λειτουργιών, όταν ερωτηθούν ή όταν προκύπτει << ανώμαλη >> κατάσταση λειτουργίας.

Τα ΑΚΕ συνδέονται απευθείας με τα επιτηρούμενα σημεία ή τα ελεγχόμενα σημεία με τα όργανά τους. Κάθε τέτοιο επιτηρούμενο ή ελεγχόμενο σημείο των εγκαταστάσεων χαρακτηρίζεται από κωδικό αριθμό που δηλώνει τη θέση (επίπεδο, περιοχή) και την εγκατάσταση (κλιματισμός, φωτισμός κ.λπ.). Ο σταθμός έχει την ικανότητα να εκδίδει ανά τακτά χρονικά διαστήματα καταστάσεις λειτουργίας (πρωτόκολλα) των εγκαταστάσεων: ανώμαλες καταστάσεις, λειτουργικά χαρακτηριστικά (εντός, εκτός, στροφές, θερμοκρασία, ισχύς κ.λπ. π.χ. δύο φορές το 24ωρο) στοιχεία καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας και στατιστικά στοιχεία. Παρέχεται εξίσου η δυνατότητα επέμβασης τοπικά στις εγκαταστάσεις και στο πρόγραμμα ελέγχου μέσω μιας φορητής τερματικής κονσόλας που κουμπώνει σε οποιοδήποτε ΑΚΕ από το αρμόδιο προσωπικό συντήρησης.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι το όλο σύστημα των ΑΚΕ έχει ελευθερία πρωτοβουλιών και μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα χωρίς καμιά κεντρική συσκευή. Υπάρχει όμως η ανάγκη της παραστατικής παρουσίασης των εγκαταστάσεων με διαγράμματα γραφικών, καθώς επίσης και η εξ' αποστάσεως αλλαγή ρυθμίσεων, πράγμα για το οποίο είναι υπεύθυνο το κεντρικό σύστημα ελέγχου.

2.4 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Οι περιφερειακές μονάδες ελέγχου αποτελούν τον ενδιάμεσο σταθμό συλλογής πληροφοριών και ελέγχου μεταξύ των αισθητήρων και του κεντρικού σταθμού παρακολούθησης (ΚΣΕ). Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου σχεδιάζεται ώστε να παρακολουθεί τις εγκαταστάσεις χρησιμοποιώντας την τελευταία τεχνολογία άμεσου ψηφιακού ελέγχου (DirectDigitalControl), υποστηρίζοντας όλα τα διεθνώς αναγνωρισμένα ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας της αγοράς. Οι περιφερειακές μονάδες ελέγχου είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενες και υποστηρίζουν ένα ικανό αριθμό εντολών γλώσσας προγραμματισμού (αλγόριθμους PID, eventcounters, συναρτήσεις υπολογισμού ενθαλπίας, μαθηματικές, λογικές και ημερολογιακές συναρτήσεις, κ.λπ.), ώστε να μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν όσον το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος μηχανημάτων που εγκαθίστανται στο κτίριο. Έχουν την ευχέρεια να είναι πλήρως αυτόνομες και να λειτουργούν ανεξάρτητα με την λειτουργία των υπολοίπων, με τις οποίες όμως πρέπει να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν πληροφορίες.

Η ταυτοποίηση των σημάτων, που εισέρχονται σε μια τέτοια μονάδα ελέγχου, γίνεται με αλφαριθμητική περιγραφή εύρους ικανών χαρακτήρων, έτσι ώστε η κάθε πληροφορία να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη από τον χρήστη. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος η περιφερειακή μονάδα, έχει την ικανότητα να διατηρεί τα αποθηκευμένα στοιχεία της μνήμης της για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Για παρατεταμένη διακοπή η περιφερειακή μονάδα ελέγχου έχει ειδική μνήμη Flash EPROM η οποία κρατά όλες τις πληροφορίες για απεριόριστο χρονικό διάστημα. Επίσης διαθέτουν κατάλληλο τμήμα μνήμης (Buffer) για να αποθηκεύονται διάφορα στοιχεία όπως: Συναγερμοί του συστήματος, καταγραφή ιστορικών δεδομένων μετρούμενων μεγεθών (PointTrending) κ.λπ.

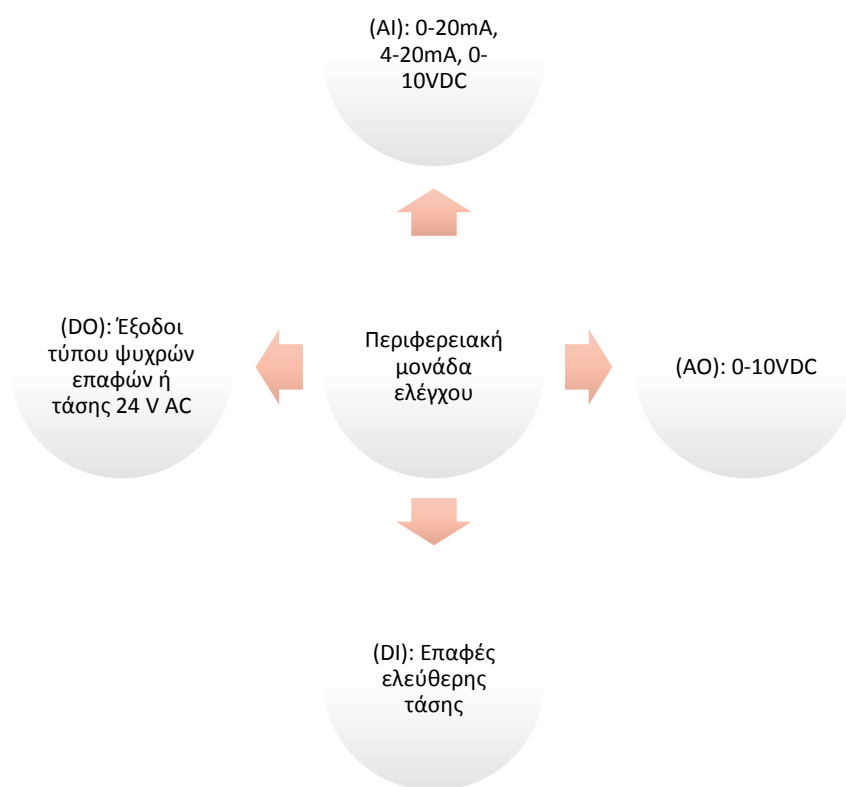
Η επικοινωνία με φορητή μονάδα παρακολούθησης, σύνδεση modem ή τερματικό ISDN ή φορητό υπολογιστή γίνεται με μία σύνδεση τύπου RS232 και μια θύρα τύπου RS485 χρησιμοποιείται για επικοινωνία με το τοπικό δίκτυο των περιφερειακών μονάδων ελέγχου και του σταθμού παρακολούθησης. Το λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου, το οποίο διαθέτουν οι μονάδες ελέγχου, μπορεί να

εκτελεί αυτοέλεγχο της περιφερειακής μονάδας και να διαχειρίζεται τα εισερχόμενα σήματα.

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου μπορεί να είναι compact ή modular. Οι περιφερειακές μονάδες τύπου compact διαθέτουν προκαθορισμένο αριθμό σημάτων εισόδων/εξόδων. Οι περιφερειακές μονάδες τύπου modular διαθέτουν ελεύθερα μεταβαλλόμενο αριθμό σημάτων εισόδων/εξόδων αναλόγως της σύνθεσης των εγκατεστημένων σε αυτές καρτών σημάτων. Οι κάρτες σημάτων εισόδων/εξόδων δύναται να βρίσκονται είτε στον ίδιο με την περιφερειακή μονάδα ελέγχου πίνακα, είτε σε διαφορετικό υποπίνακα.

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου θα υποστηρίζει τους παρακάτω τύπους σημάτων εισόδων/εξόδων (Εικόνα 5):

- ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ (AI)
- ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΕΞΟΔΟΣ (AO)
- ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ (DI)
- ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΞΟΔΟΣ (DO)

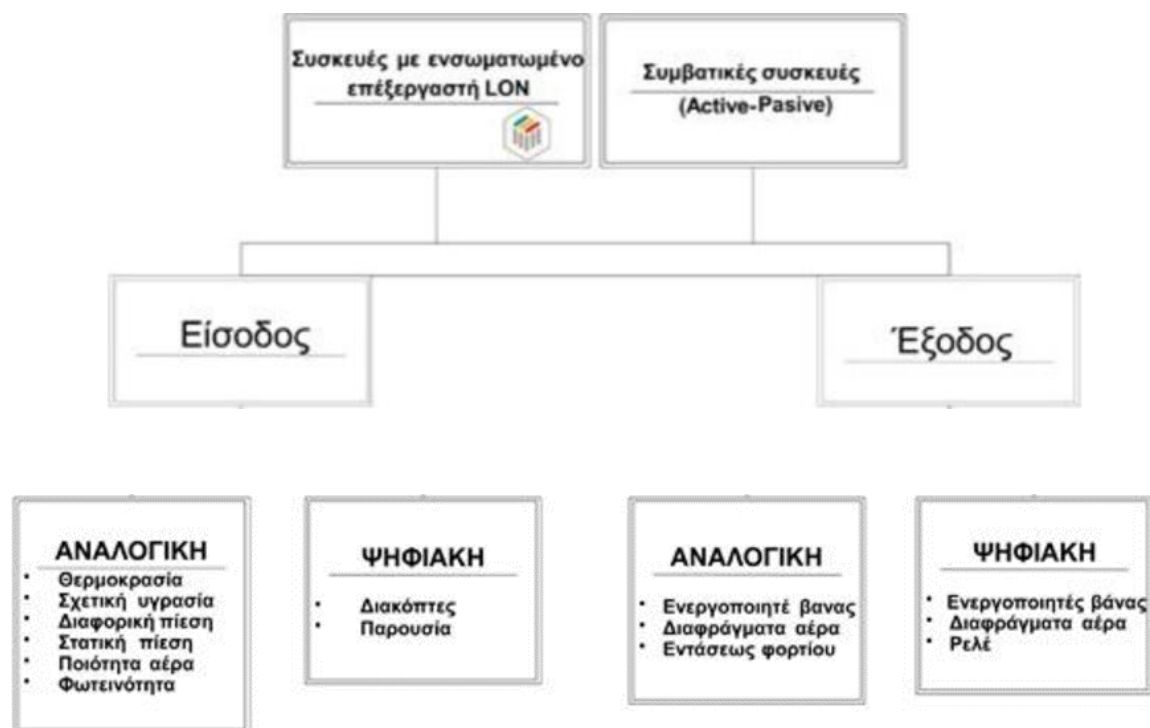


Εικόνα 5 Σήματα εισόδων και εξόδων της περιφερειακής μονάδας ελέγχου.

2.5 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ & ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ

Οι συσκευές εισόδου-εξόδου μεταφέρουν πληροφορίες από και προς ένα δίκτυο αυτόματου ελέγχου. Στην περίπτωση δικτύων LONWORKS ή επικοινωνία αυτή γίνεται με δύο τρόπους:

1. Με σύνδεση σε μια θύρα εισόδου ή εξόδου ενός ελεγκτή ο οποίος φέρει επεξεργαστή.
2. Απευθείας στο δίκτυο όταν η συσκευή φέρει η ίδια επεξεργαστή έχοντας έτσι την δυνατότητα να μετατρέψει την πληροφορία σε μεταβλητή «αναγνωρίσιμη» από το δίκτυο.



Εικόνα 6. Αισθητήρια όργανα και συσκευές εισόδου – εξόδου σε δίκτυα LONWORKS

Η τάση λειτουργίας των συσκευών είναι 24 VDC,mA ή 230 VAC και παρέχεται από ειδικά τροφοδοτικά και μετασχηματιστές πίνακα ή την τάση τροφοδοσίας του δικτύου. Ακολουθεί μια αναλυτική αναφορά στα χαρακτηριστικά των συσκευών εισόδου-εξόδου καθώς και στα μεγέθη τα οποία ελέγχουν.

2.5.1 Είσοδος

Οι συσκευές εισόδου μεταφέρουν στο δίκτυο τις τρέχουσες ή τις επιθυμητές συνθήκες της ελεγχόμενης περιοχής. Το είδος της πληροφορίας που μεταφέρεται είναι αναλογικό ή ψηφιακό (δυαδικό). Με αυτή την διάκριση γίνεται η περαιτέρω κατηγοριοποίηση των συσκευών εισόδου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές από τις συσκευές εισόδου διαθέτουν χειριστήρια για την αποστολή στο δίκτυο των επιθυμητών συνθηκών καθώς και ενδείξεις με μηνύματα από το δίκτυο.

2.5.1.1 Αναλογικά δεδομένα

Οι μεταβολές κατάστασης στα φυσικά μεγέθη που επικρατούν στις ελεγχόμενες περιοχές επηρεάζουν αναλογικά τις παραμέτρους των ηλεκτρικών μικροκυκλωμάτων που περιέχονται στις συσκευές εισόδου. Η μέτρηση των μεγεθών αυτών γίνεται κατόπιν αντιστοιχίας (γραμμικής ή άλλης) των μεταβολών που προκαλούν στις επόμενες παραμέτρους:

- Ωμικής αντίστασης
- Τάσης 0-10 Vdc
- Έντασης ρεύματος 4-20 mA

Τα κυριότερα μεγέθη καθώς και οι βασικές προδιαγραφές για την μέτρηση τους περιγράφονται συνοπτικά στην συνέχεια:

1. Η Θερμοκρασία αποτελεί την βασικότερη παράμετρο ελέγχου για τα συστήματα HVAC. Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται για τον αέρα και τα υγρά ή αέρια μέσα που κυκλοφορούν στις περιοχές ελέγχου. Το εύρος μέτρησης καθώς και οι ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχου αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 2 Το εύρος μέτρησης καθώς και οι ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχου της θερμοκρασίας

Μέσο	Εύρος μέτρησης C	Ακρίβεια μέτρησης
Αέρας	-10 -+40	+0,5
Αέριο	+30 -+850	+3
Ψυχρό νερό	-10 -+30	+0,25
Νερό	-10-+150	+0,5

Οι συνηθέστεροι τύποι αισθητηρίων ανάλογα με την εφαρμογή είναι:

- Επίτοιχοι-εντοιχισμένοι εσωτερικού χώρου
- Επίτοιχοι εξωτερικού χώρου
- Εμβάπτισης
- Επαφής αγωγού
- Μέσης τιμής για αεραγωγούς

2. Σχετική υγρασία. Μετράται μόνη της ή (στις περισσότερες περιπτώσεις) σε συνδυασμό με την θερμοκρασία.

3. Διαφορική πίεση. Οι μετρήσεις αφορούν στην διαφορική πίεση μεταξύ δύο σημείων ενός αεραγωγού ή αγωγού ψυκτικού μέσου, μέγεθος απαραίτητο για τον έλεγχο της ροής των ρευστών.

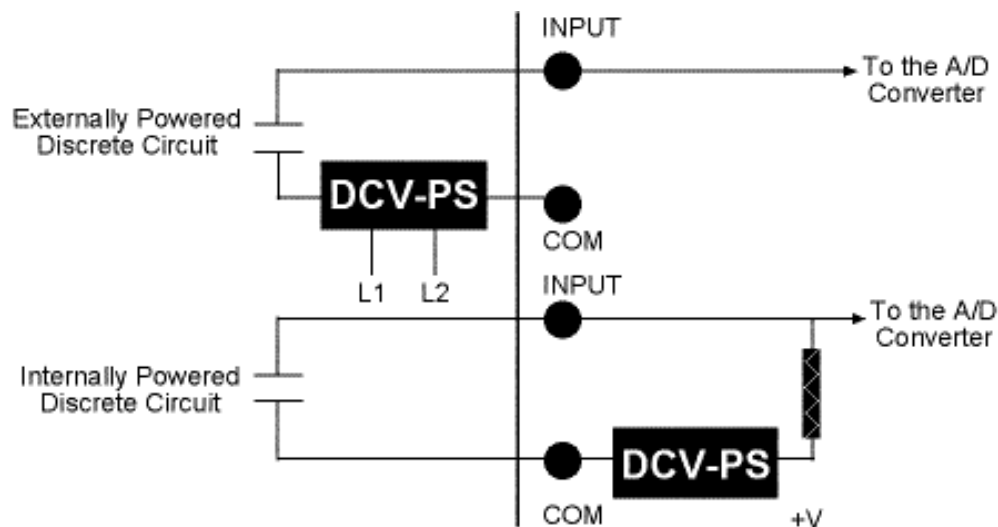
Πίνακας 3 Το εύρος μέτρησης καθώς και οι ελάχιστες απαιτήσεις ακρίβειας της διαφορικής πίεσης

Τύπος	Εύρος μέτρησης C	Ακρίβεια μέτρησης
Αέρα χώρου-αεραγωγού	0-7500 Kpa	+1%FS
Αερίων και υγρών μέσων	0-5000 Kpa	+1,3%FS

4. Φωτεινότητα. Η μέτρηση είναι απαραίτητη για εφαρμογές ελέγχου φωτισμού όπως η αντιστάθμιση του φυσικού φωτισμού.

2.5.1.2 Ψηφιακά δεδομένα

Μια ψηφιακή είσοδος τυπικά αποτελείται από ένα τροφοδοτικό (πηγή τάσης), έναν διακόπτη και μια συσκευή ανίχνευσης τάσης (μετατροπέα αναλογικό σε ψηφιακό). Ανάλογα με τη κατάσταση των διακοπών, η αισθητήρια διάταξη ανιχνεύει την ύπαρξη ή μη τάσης, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί ένα λογικό 0 ή 1, προκαλεί συναγερμό ή παρόμοια καθορισμένη κατάσταση.



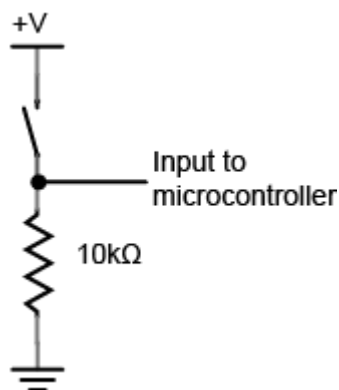
KEY

DCV-PS = Direct Current Voltage - Power Supply
COM = Common
L1 = Line 1
L2 = Line 2
+V = Positive Voltage

Figure 1: Digital Inputs

Εικόνα 7 Διάγραμμα ψηφιακής εισόδου (πηγή <http://www.ddc-online.org/Inpu-Output-Tutorial/Digital-Inputs.aspx>)

Με τη χρήση ενός μικροελεγκτή μπορούν να μετρηθούν σήματα για τα οποία το μόνο που χρειάζεται να ξέρουμε είναι αν είναι αληθή ή ψευδή. Οι ψηφιακές ή δυαδικές είσοδοι στους μικροελεγκτές έχουν δύο καταστάσεις: on και off. Αν η τάση είναι μη μηδενική το κύκλωμα είναι ενεργοποιημένο. Αν η τάση είναι μηδέν, το κύκλωμα είναι απενεργοποιημένο.



Εικόνα 8 Ψηφιακή είσοδος μικροελεγκτή (πηγή <https://itp.nyu.edu/physcomp/lessons/microcontrollers/digital-input-output/>)

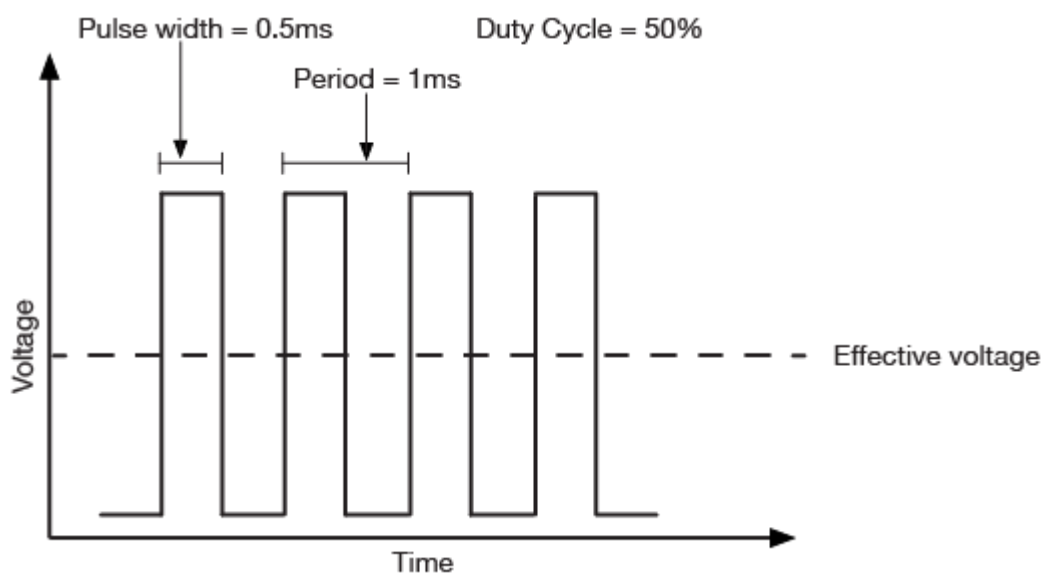
Η Εικόνα 8 δείχνει το ηλεκτρικό σχηματικό διάγραμμα για μια ψηφιακή είσοδο σε έναν μικροελεγκτή. Το ρεύμα έχει δύο κατευθύνσεις: μέσα από την αντίσταση ή μέσω του μικροελεγκτή. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, το ρεύμα θα ακολουθήσει το δρόμο της μικρότερης αντίστασης, με το pin μικροελεγκτή, και ο μικροελεγκτής μπορεί στη συνέχεια να διαβάσει την τάση. Το pin μικροελεγκτή στη συνέχεια, θα δώσει σήμα υψηλής τάσης ή HIGH. Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, η αντίσταση συνδέει την ψηφιακή είσοδο στο έδαφος, έτσι ώστε να έχει μηδενική τάση, ή LOW.

2.5.2 Έξοδος

Οι αναλογικές έξοδοι στους μικροελεγκτές συνδυάζουν αναλογικές λειτουργίες υψηλής ακρίβειας, όπως μετατροπείς υψηλής ανάλυσης A/D και D/A, τάση αναφοράς, αισθητήρα θερμοκρασίας, και μια σειρά από άλλα περιφερειακά, με ένα μικροελεγκτή και μνήμη flash βιομηχανικών προτύπων. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές εφαρμογές, όργανα μέτρησης, και εφαρμογές ιατρικής, επικοινωνιών και στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Ακριβώς όπως και με την είσοδο, υπάρχουν φορές που θέλουμε μεγαλύτερο έλεγχο της εξόδου ενός μικροελεγκτή από αυτόν που έχουμε σε μια ψηφιακή έξοδο(έλεγχος της φωτεινότητας μιας λάμπας, ή το γύρισμα ενός δείκτη σε μια γραμμή, ή της ταχύτητας του κινητήρα). Σε αυτές τις περιπτώσεις, θα πρέπει να υπάρχει αναλογική έξοδος από τον μικροελεγκτή. Το Arduino και άλλοι ψηφιακοί μικροελεγκτές γενικά δεν μπορούν να παράγουν μια μεταβλητή τάση, μπορούν να παράγουν μόνο μια υψηλή ή χαμηλή τάση (ψηφιακά δεδομένα). Αντ' αυτού, δίνεται στην έξοδο μια αναλογική τάση με την παραγωγή μιας σειράς παλμών τάσης σε τακτά χρονικά διαστήματα, και μεταβάλλοντας το πλάτος των παλμών. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται διαμόρφωση εύρους παλμού (PWM). Η προκύπτουσα μέση τάση μερικές φορές ονομάζεται ψευδο-αναλογική τάση.

Η Εικόνα 9 δείχνει πώς λειτουργεί το PWM στην περίπτωση που ο παλμός είναι υψηλός και χαμηλός για ίσα χρονικά διαστήματα. Η αναλογία αυτή ονομάζεται κύκλος λειτουργίας (duty cycle) και ο συνολικός χρόνος από δύο χαμηλών τιμών ονομάζεται περίοδος. Ο κύκλος λειτουργίας σε αυτή την περίπτωση είναι 50%, και η πραγματική τάση είναι η μισή συνολική τάση.



Εικόνα 9 Λειτουργία PWM

3 ΔΟΜΗ & ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα σύστημα αυτοματισμού κτιρίων, εκτελεί λειτουργίες αυτόνομου κεντρικού ελέγχου των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού, φωτισμού και άλλων συστημάτων, μέσω ενός συστήματος αυτοματισμού και διαχείρισης κτιρίων (BAS). Οι στόχοι της αυτοματοποίησης είναι η βελτιωμένη άνεση των χρηστών, η αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων του κτιρίου, και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και του κόστους λειτουργίας και η βελτίωση του κύκλου ζωής των υπηρεσιών και του εξοπλισμού.

Τα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων ανήκουν στα καταναμημένα συστήματα ελέγχου και η δικτύωση των ηλεκτρονικών συσκευών έχει σχεδιασθεί για να παρακολουθεί και να ελέγχει τη μηχανική, την ασφάλεια, τα συστήματα πυρασφάλειας, το φωτισμό (ειδικά συστήματα φωτισμού έκτακτης ανάγκης), τα συστήματα HVAC και τον έλεγχο της υγρασίας και αερισμού σε ένα κτίριο. Ένα κτίριο με αυτοματισμούς συχνά αναφέρεται ως ένα έξυπνο κτίριο, ή έξυπνο σπίτι. Εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια χρησιμοποιούν συγκεκριμένα πρωτόκολλα (όπως το BACnet), ενώ ιδιόκτητα πρωτόκολλα (όπως το X-10 χρησιμοποιείται σε σπίτια). Πρόσφατα πρότυπα της IEEE (κυρίως τα IEEE 802.15.4, IEEE 1901 και IEEE 1905.1, IEEE 802.21, IEEE 802.11ac, IEEE 802.3at) και κοινές προσπάθειες όπως το IPv6 (το οποίο συμμορφώνεται με το IEEE 1905.1) ή το QIVICON, έχουν αποτελέσει το θεμέλιο στο οποίο βασίζονται τα πρότυπα για ετερογενή δίκτυα πολλών συσκευών σε πολλά φυσικά δίκτυα για διάφορους σκοπούς, και την ποιότητα των υπηρεσιών και εγγυήσεις failover. Σχεδόν όλα τα πράσινα πολυώροφα κτίρια έχουν σχεδιαστεί με αυτοματισμούς για τη μέγιστη αξιοποίηση της ενέργειας, του αέρα και των υδάτων. Τα περισσότερα πράσινα κτίρια χρησιμοποιούν επίσης κατά προτίμηση συσκευές DC χαμηλής ισχύος οι οποίες συνήθως ενσωματώνονται σε καλωδίωση Ethernet.

3.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

Το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα αναπτύσσεται σε τρία διακριτά λειτουργικά επίπεδα:

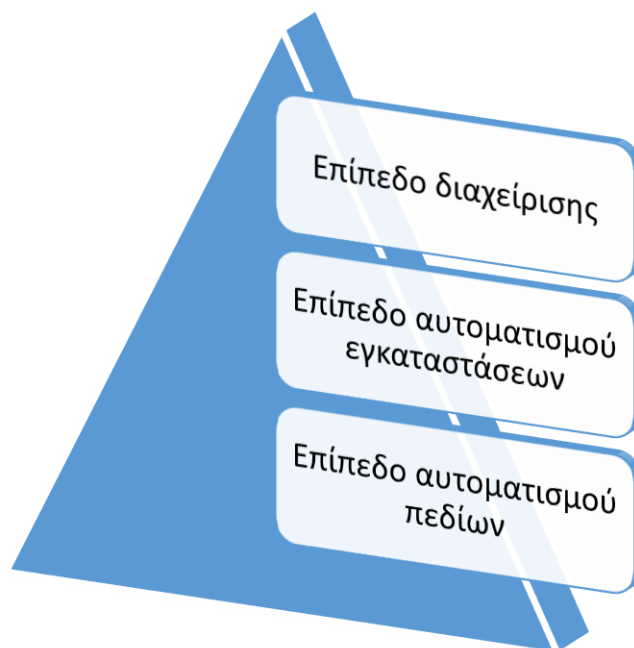
1. Επίπεδο διαχείρισης - Κατά βάση αποτελείται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό περιβάλλον Windows, λογισμικό διαχείρισης, κεντρικές μονάδες επεξεργασίας και δικτύου. Από εκεί υπάρχει η δυνατότητα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν τηλεφωνικές συσκευές που θα λειτουργούν το σύστημα απομακρυσμένα μέσω ενός άλλου ηλεκτρονικού υπολογιστή, μαγνητοφωνημένο μήνυμα για κλήση σε κάποιο τηλέφωνο, αποστολή σύντομων μηνυμάτων σε κάποιο κινητό τηλέφωνο ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (συνήθως κρίσιμων συναγεμίων), δημοσίευση μίας ασφαλούς σελίδας στο διαδίκτυο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εγκατάσταση από ένα κεντρικό πολύπλοκο απομακρυσμένο κέντρο.
2. Επίπεδο αυτοματισμού εγκαταστάσεων - Αποτελείται από προγραμματιζόμενους ελεγκτές που ρυθμίζουν τις λειτουργίες των εγκαταστάσεων βάση συγκεκριμένων σεναρίων και χρονοπρογραμμάτων, δημιουργούν αναφορές βλαβών, εκτελούν υπολογισμούς, καταγραφές κλπ.
3. Επίπεδο αυτοματισμού πεδίων - Αποτελείται από όλα τα αισθητήρια, περιφερειακά όργανα και συσκευές ελέγχου από και προς τα οποία μεταφέρονται οι πληροφορίες του κεντρικού συστήματος ελέγχου.

Τα όργανα και οι συσκευές Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων που θα είναι συνδεδεμένα σε δίκτυο, θα ανταλλάσσουν τις πληροφορίες μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο (επικοινωνία τύπου «σημείο προς σημείο»). Οι ηλεκτρονικές συσκευές και το λογισμικό που θα σχηματίζουν το

λειτουργικό επίπεδο διαχείρισης θα αποτελούν τα Κέντρα Διαχείρισης του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού εγκαταστάσεων τοποθετούνται σε μεταλλικούς ηλεκτρικούς πίνακες μαζί με τις απαραίτητες διατάξεις ηλεκτρικής τροφοδοσίας, προστασίας, ηλεκτρικών συνδέσεων και δικτυακής επικοινωνίας. Οι ηλεκτρικοί πίνακες θα αποτελούν τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ). Τα ΑΚΕ θα έχουν δικτυακή επικοινωνία μεταξύ τους, θα συνδεθούν με αισθητήρια, με περιφερειακά όργανα ή συσκευές ελέγχου και με τον εξοπλισμό των διαχειριζόμενων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Η τοπολογία του δικτύου των ΑΚΕ είναι ελεύθερη, δηλαδή, θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Σε περίπτωση διακοπής του καλωδίου του δικτύου επικοινωνίας, το κάθε ένα ΑΚΕ θα πρέπει να συνεχίζει να λειτουργεί αυτόνομα και να ανταλλάσσει πληροφορίες με τα ΑΚΕ του εναπομείναντος δικτύου.



Εικόνα 10 Λειτουργικά επίπεδα Συστήματος Ελέγχου και Διαχείρισης Κτιρίων

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού συσκευών μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα και να έχουν δικτυακή επικοινωνία

μεταξύ τους. Συνδέονται με αισθητήρια, με χειριστήρια και με τα όργανα των συσκευών που θα ελέγχουν. Η τοπολογία του δικτύου τους είναι ελεύθερη, δηλαδή, θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Επίσης, το δίκτυό τους θα επικοινωνεί είτε απευθείας, είτε μέσω των κατάλληλων μεταφραστών πρωτοκόλλων επικοινωνίας με το δίκτυο των ΑΚΕ.

Το δίκτυο των ΑΚΕ συνδέεται με κεντρικές μονάδες επεξεργασίας του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Τα Κέντρα Διαχείρισης συνδέονται με τις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας σε δίκτυο, το οποίο θα είναι σύμφωνο με τα πρότυπα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τα διάφορα συστήματα επικοινωνούν με τον κεντρικό υπολογιστή μέσω πρωτοκόλλων, τα πιο γνωστά από αυτά είναι:

- Modbus
- Bacnet
- KNX
- OPC
- Instabus
- LON
- ProFibus

Τα πρώτα τρία είναι τα πιο διαδεδομένα και είναι και ανοικτά πρωτόκολλα, δηλαδή δεν είναι ιδιοκτησία κάποια πολυεθνικής εταιρίας και μπορεί να χρησιμοποιήσει ο καθένας χωρίς να πληρώσει κάποια άδεια χρήσης . Οποιοδήποτε σύστημα BMS διαθέτει τρόπο για επικοινωνία με τουλάχιστον ένα από αυτά τα πρωτόκολλα. Το OPC είναι γενικά όλα τα ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Και κυρίως χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας του ελέγχου και της λειτουργίας ασύμβατων συστημάτων (π.χ. τα συστήματα πυρκαγιάς, ασφάλεια σύστημα, διαδικασία ελέγχου των συστημάτων κ.λπ.). Τέλος υπάρχουν και τα κλειστά πρωτόκολλα τα οποία συνεργάζονται μόνο με συστήματα μιας συγκεκριμένης εταιρίας και μόνο που ανήκουν.

3.3 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΟΥ ΧΕΙΡΙΖΕΤΑΙ ΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑ BMS

3.3.1 Αντλίες θερμότητας

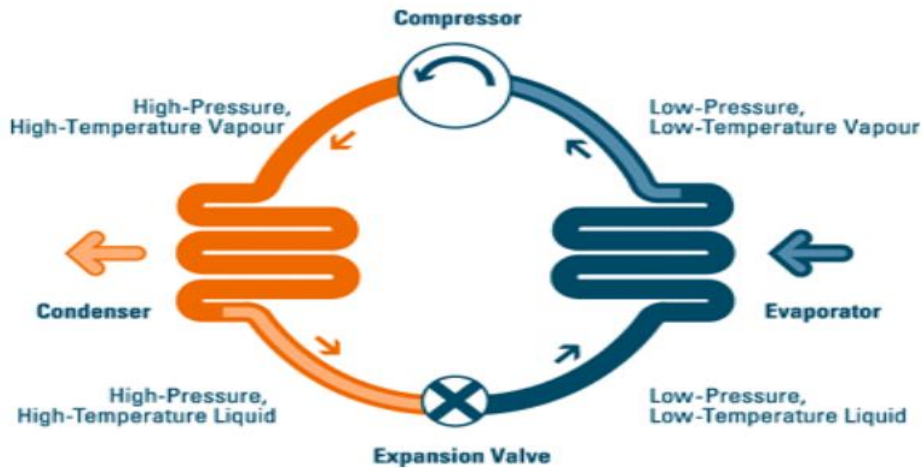
Μία από τις πλέον υποσχόμενες τεχνολογίες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι οι ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας προσφέρουν ενεργειακά αποδοτικό τρόπο για να παρέχουν θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης. Ακόμα κι αν η τεχνογνωσία της τεχνολογίας των αντλιών θερμότητας είναι καλά αποδεδειγμένη, δεν έχει φτάσει ακόμα στη δημόσια αναγνώριση σε όλο τον κόσμο. Στην Ευρώπη, βιώσιμη αγορά έχει αναπτυχθεί μόνο σε μικρές χώρες όπως η Σουηδία, η Ελβετία και κάποια μέρη της Αυστρίας. Λόγω της κλιμάκωσης των τιμών του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας, σε συνδυασμό με την αύξηση των φόρων που σχετίζονται με την ενέργεια και την αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία, η αγορά για τις αντλίες θερμότητας έχει αρχίσει να αναπτύσσεται σε όλη την Ευρώπη. Ο όρος «αντλία θερμότητας» είναι ένας συλλογικός όρος για ένα ευρύ φάσμα προϊόντων που χρησιμοποιούν την ίδια αρχή λειτουργίας. Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αντλιών θερμότητας, το σύνολο των οποίων είναι πλέον κατάλληλα για διαφορετικές εφαρμογές. Οι αντλίες θερμότητας σε γενικές γραμμές χωρίζονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με την πηγή θερμότητας και τη θερμότητα του δοχείου για τις οποίες έχουν σχεδιαστεί. Όλοι οι τύποι έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθώς και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι πιο σημαντικές πτυχές που εξετάζονται κατά τη διάρκεια μιας αξιολόγησης των διαφορετικών πηγών θερμότητας είναι η διαθεσιμότητα, το επίπεδο της θερμοκρασίας, ετήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και το κόστος επένδυσης που αποδίδεται στην επιλογή της πηγής θερμότητας. Στην πραγματικότητα, η επιλογή θα είναι περιορισμένη με βάση τις επικρατούσες τοπικές συνθήκες.

3.3.1.1 Αρχή λειτουργίας

Μια αντλία θερμότητας είναι μια τεχνολογία που εξάγει θερμότητα από πηγές χαμηλής θερμοκρασίας (αέρας, νερό, έδαφος), την ανεβάζει σε μια υψηλότερη θερμοκρασία και την απελευθερώνει, για να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρων και

νερού χρήσης. Οι αντλίες θερμότητας μπορεί επίσης να λειτουργήσουν με τον αντίστροφο τρόπο για σκοπούς ψύξης. Ο κύκλος άντλησης θερμότητας μπορεί να διαιρεθεί σε τρία βήματα (SEI, 2016):

- Βήμα 1: Ένα ρευστό με σημείο ζέσεως χαμηλότερο από τη θερμοκρασία της πηγής θερμότητας χρησιμεύει ως μέσο για τη μεταφορά θερμότητας. Αυτό ονομάζεται ρευστό λειτουργίας ή ψυκτικό μέσο. Καθώς το ρευστό λειτουργίας απορροφά τη θερμότητα από την πηγή μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, η θερμοκρασία του ανεβαίνει και εξατμίζεται.
- Βήμα 2: Στη συνέχεια, ένας συμπιεστής συμπιέζει το εξατμισμένο ρευστό. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του ατμού. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να παρατηρηθεί και κατά την άντληση ενός λάστιχου ποδηλάτου. Η κάτω πλευρά της αντλίας, όπου η πίεση είναι υψηλότερη, θερμαίνεται πολύ.
- Βήμα 3: Τέλος, η θερμότητα μεταφέρεται από το εξατμισμένο ρευστό στο ρευστό κατανομής της θερμότητας (νερό ή αέρας) που βρίσκεται στον συμπυκνωτή. Το ρευστό λειτουργίας απελευθερώνει θερμότητα, που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας του σε τέτοιο βαθμό ώστε να επέλθει συμπύκνωση. Αφού περάσει μέσα από τη βαλβίδα εκτόνωσης, το ρευστό λειτουργίας επανακτά την ρευστή του κατάσταση με χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλή πίεση. Στη συνέχεια ρέει πίσω στον εξατμιστήρα, όπου η διαδικασία ξεκινά πάλι από την αρχή.



Εικόνα 11 Κύκλος λειτουργίας αντλίας θερμότητας (SEI, 2016)

3.3.1.2 Επιμέρους εξοπλισμός

Το ψυκτικό είναι η ρευστή/αέρια ουσία που κυκλοφορεί μέσω της αντλίας θερμότητας, η οποία εναλλάξ απορροφά, μεταφέρει και απελευθερώνει την θερμότητα. Η βαλβίδα αναστροφής ελέγχει την κατεύθυνση της ροής του ψυκτικού μέσου στην αντλία θερμότητας και αλλάζει την αντλία θερμότητας από λειτουργία θέρμανσης σε λειτουργία ψύξης και αντίστροφα. Το πηνίο είναι ένας βρόχος ή βρόχοι, του σωλήνα όπου λαμβάνει χώρα η μεταφορά θερμότητας. Η σωλήνωση μπορεί να έχει περύγια για την αύξηση της επιφάνειας που είναι διαθέσιμη για ανταλλαγή θερμότητας. Ο εξατμιστής είναι ένα πηνίο μέσα στο οποίο το ψυκτικό μέσο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον του και βράζει για να μετατραπεί σε ατμό χαμηλής θερμοκρασίας. Καθώς το ψυκτικό διέρχεται από την βαλβίδα αναστροφής προς τον συμπιεστή, ο συσσωρευτής συλλέγει τυχόν πλεονάζον ρευστό που δεν εξατμίστηκε. Ωστόσο, δεν διαθέτουν όλες οι αντλίες θερμότητας συσσωρευτή. Ο συμπιεστής συμπιέζει τα μόρια του ψυκτικού αερίου, αυξάνοντας την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Ο συμπυκνωτής είναι ένα πηνίο μέσα στο οποίο το ψυκτικό μέσο εκλύει θερμότητα στον περιβάλλοντα χώρο και γίνεται ρευστό. Η συσκευή διαστολής μειώνει την πίεση που δημιουργείται από το συμπιεστή. Αυτό προκαλεί την πτώση της θερμοκρασίας, και το ψυκτικό γίνεται ατμός χαμηλής θερμοκρασίας / ρευστό μίγμα. Ο θάλαμος είναι ένας θάλαμος αέρα που αποτελεί

μέρος του συστήματος για τη διανομή θερμού ή ψυχρού αέρα μέσα στο σπίτι. Είναι γενικά ένας μεγάλος θάλαμος ακριβώς από πάνω ή γύρω από τον εναλλάκτη θερμότητας.

3.3.1.3 Σημαντικές μονάδες και συντελεστές

Ο ημερήσιος βαθμός θέρμανσης είναι ένα μέτρο που υπολογίζεται για κάθε βαθμό που η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι κάτω από τη βασική θερμοκρασία των 18 ° C. Για παράδειγμα, αν η μέση θερμοκρασία σε μια συγκεκριμένη ημέρα ήταν 12 ° C, ο ημερήσιος βαθμός θέρμανσης ισούται με έξι. Το ετήσιο σύνολο υπολογίζεται απλώς προσθέτοντας τα καθημερινά αποτελέσματα.

Ο συντελεστής απόδοσης (COP) είναι το μέτρο της απόδοσης της αντλίας θερμότητας. Υπολογίζεται διαιρώντας την ενέργεια εξόδου της αντλίας θερμότητας με την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτεί η λειτουργία της αντλίας θερμότητας, σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Όσο υψηλότερος είναι ο COP, τόσο πιο αποτελεσματική η αντλία θερμότητας. Ο αριθμός αυτός μπορεί να συγκριθεί με τη σταθερή κατάσταση της απόδοσης των κλιβάνων πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Ο συντελεστής θέρμανσης εποχιακής απόδοσης (HSPF) είναι ένα μέτρο της συνολικής παραγωγής θερμότητας σε Btu μιας αντλίας θερμότητας στο σύνολο της περιόδου διαιρούμενης με την συνολική ενέργεια σε watt -ώρες που χρησιμοποιεί κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου. Ο αριθμός αυτός είναι παρόμοιος με την εποχιακή απόδοση των συστημάτων θέρμανσης μέσω καυσίμων και περιλαμβάνει την ενέργεια για συμπληρωματική θέρμανση. Χαρακτηριστικά του καιρού σχετικά με τις μακροχρόνιες κλιματολογικές συνθήκες χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπεύσουν την περίοδο θέρμανσης κατά τον υπολογισμό του HSPF.

Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EER) μετρά την σταθεροποιημένη κατάσταση απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας-ψύξης. Υπολογίζεται με την διαίρεση της ψυκτικής ικανότητας της αντλίας θερμότητας σε Btu / h με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε watt σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Όσο υψηλότερο είναι το EER, τόσο πιο αποδοτική είναι η μονάδα.

Η αναλογία εποχιακής ενεργειακής απόδοσης (SEER) μετρά την ψυκτική απόδοση της αντλίας θερμότητας σε ολόκληρη την περίοδο ψύξης. Υπολογίζεται με τη διαίρεση του συνολικού όγκου ψύξης σε Btu που παρέχεται κατά την περίοδο ψύξης με τη συνολική ενέργεια σε watt-ώρες που χρησιμοποιείται από την αντλία θερμότητας κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου. Η SEER βασίζεται σε ένα κλίμα με μέση θερινή θερμοκρασία 28 ° C.

Το θερμικό σημείο ισορροπίας είναι η θερμοκρασία στην οποία η ποσότητα θέρμανσης που παρέχεται από την αντλία θερμότητας ισούται με την ποσότητα της απώλειας θερμότητας στο σπίτι. Στο σημείο αυτό, η απόδοση της αντλίας θερμότητας ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες θέρμανσης του σπιτιού. Κάτω από αυτή τη θερμοκρασία, απαιτείται συμπληρωματική θερμότητα από άλλη πηγή.

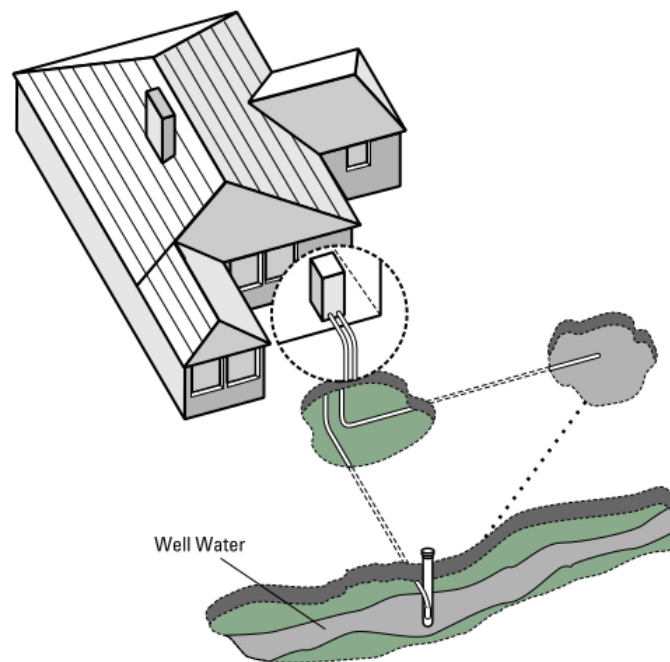
Το σημείο οικονομικής ισορροπίας είναι η θερμοκρασία στην οποία το κόστος της θερμικής ενέργειας που παρέχεται από την αντλία θερμότητας ισούται με το κόστος της θερμότητας που παρέχεται από ένα συμπληρωματικό σύστημα θέρμανσης. Κάτω από αυτό το σημείο, η αντλία θερμότητας δεν είναι οικονομικό να λειτουργεί.

3.3.1.4 Τύποι συστημάτων

Συστήματα ανοιχτού βρόχου - Ένα ανοικτό σύστημα ως πηγή θερμότητας χρησιμοποιεί τα υπόγεια ύδατα από ένα κανονικό φρεάτιο. Το υπόγειο νερό αντλείται μέσα στη μονάδα αντλίας θερμότητας, όπου εξάγεται η θερμότητα. Στη συνέχεια, το "χρησιμοποιημένο" νερό απελευθερώνεται σε ένα ρεύμα, λίμνη, χαντάκι, ποτάμι ή στην αποχέτευση. Η διαδικασία αυτή συχνά αναφέρεται ως μέθοδος «ανοικτής απόρριψης».

Ένας άλλος τρόπος για να απελευθερωθεί το νερό που χρησιμοποιείται είναι μέσω ενός πηγαδιού απόρριψης, το οποίο είναι ένα δεύτερο φρεάτιο που επιστρέφει το νερό στο έδαφος. Ένα φρεάτιο απόρριψης πρέπει να διαθέτει επαρκή χωρητικότητα να διαθέσει όλο το νερό που διέρχεται μέσω της αντλίας θερμότητας, και θα πρέπει να εγκατασταθεί από εργολάβο με μεγάλη εξειδίκευση. Εάν υπάρχει

ήδη ένα επιπλέον φρεάτιο, ο εργολάβος που εγκαθιστά την αντλία θερμότητας θα πρέπει να έχει στη διάθεσή του έναν ειδικό στα φρεάτια ώστε να εκτιμήσει με βεβαιότητα ότι είναι κατάλληλο για χρήση ως φρεάτιο απόρριψης. Ανεξάρτητα από την προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε, το σύστημα θα πρέπει να σχεδιαστεί για να αποτρέψει τυχόν περιβαλλοντικές ζημιές. Η αντλία θερμότητας απλά αφαιρεί ή προσθέτει θερμότητα στο νερό, χωρίς την πρόσθεση ρύπων. Η μόνη αλλαγή που συμβαίνει στο νερό που επιστρέφει στο περιβάλλον είναι μια μικρή αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του.



Εικόνα 12 Σύστημα ανοιχτού βρόχου (NRC, 2004)

Το μέγεθος της αντλίας θερμότητας και οι προδιαγραφές του κατασκευαστή θα καθορίσουν την ποσότητα του νερού που απαιτείται για ένα ανοικτό σύστημα. Η απαίτηση του νερού για ένα συγκεκριμένο μοντέλο της αντλίας θερμότητας εκφράζεται συνήθως σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο (l/s) και είναι εισηγμένη στις προδιαγραφές για την εν λόγω μονάδα. Μια αντλία θερμότητας με χωρητικότητα 10 kW (34000 Btu/h) θα χρησιμοποιήσει κατά τη λειτουργία της 0,45 έως 0,75 L/s. Η

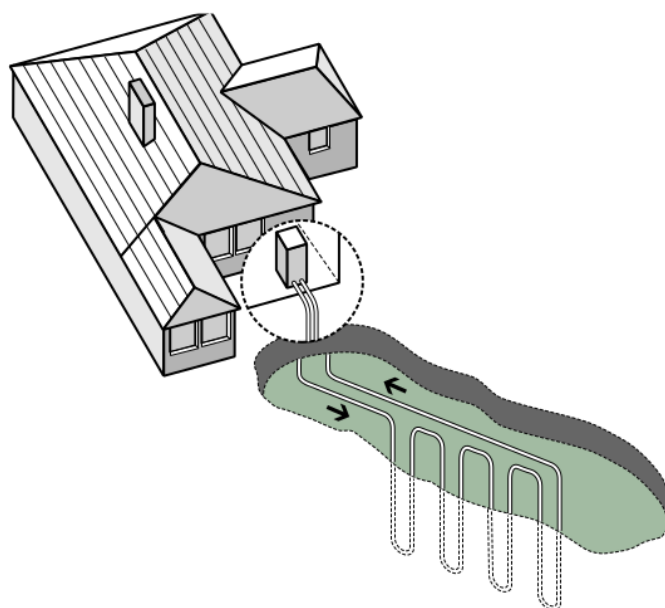
εγκατάσταση της αντλίας και του φρεατίου θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε εκτός από τις ανάγκες νερού του σπιτιού, να παρέχει και το νερό που απαιτείται από την αντλία θερμότητας. Μπορεί να χρειαστεί να διευρυνθεί η δεξαμενή πίεσης ή να τροποποιηθούν τα υδραυλικά του σπιτιού για την εξασφάλιση της παροχής επαρκούς ποσότητας νερού στην αντλία θερμότητας.

Η κακή ποιότητα νερού μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα σε ανοικτά συστήματα. Ως πηγή για το σύστημα αντλίας θερμότητας δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται νερό από πηγή, λίμνη, ή ποτάμι, εκτός εάν έχει αποδειχθεί ότι δεν διαθέτει υπερβολικό ποσοστό σωματιδίων και οργανικής ύλης, και ότι παραμένει αρκετά ζεστό στη διάρκεια του έτους (συνήθως πάνω από 5 ° C) για να αποφευχθεί το πάγωμα του εναλλάκτη θερμότητας. Σωματίδια και άλλα υλικά μπορούν μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα να φράξουν ένα σύστημα αντλίας θερμότητας και να το καταστήσουν ακατάλληλο για χρήση. Θα πρέπει επίσης να δοκιμαστεί το νερό για την οξύτητα, τη σκληρότητα και την περιεκτικότητα σε σίδηρο πριν από την εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας. Ο εργολάβος ή ο κατασκευαστής του εξοπλισμού μπορεί να εκτιμήσει το επίπεδο της ποιότητας των υδάτων που είναι αποδεκτό και υπό ποιες συνθήκες μπορεί να απαιτούνται ειδικά υλικά εναλλάκτη θερμότητας. Η εγκατάσταση ενός ανοικτού συστήματος συχνά υπόκεινται σε τοπικούς νόμους ή απαιτήσεις αδειοδότησης. Γι' αυτό είναι απαραίτητος ο έλεγχος με τις τοπικές αρχές για να καθοριστεί εάν οι περιορισμοί ισχύουν στην περιοχή εγκατάστασης.

Συστήματα κλειστού βρόχου - Ένα σύστημα κλειστού βρόχου αντλεί θερμότητα από το ίδιο το έδαφος, χρησιμοποιώντας ένα συνεχή βρόχο που αποτελείται από ειδικούς θαμμένους πλαστικούς σωλήνες. Στην περίπτωση των συστημάτων DX χρησιμοποιείται σωλήνωση χαλκού. Ο σωλήνας είναι συνδεδεμένος με την αντλία θερμότητας εσωτερικού χώρου για να σχηματιστεί ένας σφραγισμένος υπόγειος βρόχος μέσω του οποίου κυκλοφορεί ένα αντιψυκτικό διάλυμα ή ψυκτικό μέσο. Ενώ ένα ανοικτό σύστημα τραβάει το νερό από ένα φρεάτιο, ένα σύστημα κλειστού βρόχου επανακυκλοφορεί το διάλειμμα μεταφοράς θερμότητας σε ένα σωλήνα με υψηλή πίεση.

Ο σωλήνας τοποθετείται με έναν από τους δύο τύπους διατάξεων: κάθετα ή οριζόντια. Η κάθετη διάταξη κλειστού βρόχου είναι η κατάλληλη επιλογή για τις

περισσότερες κατοικίες ημιαστικών περιοχών, όπου πολλοί χώροι είναι μη προσβάσιμοι. Οι σωληνώσεις εισάγονται μέσα από οπές 150 mm (6 in.) σε διάμετρο, σε βάθος από 18 έως 60m (60 έως 200ft.), ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους και το μέγεθος του συστήματος. Συνήθως, οι απαραίτητες σωληνώσεις είναι διαστάσεων περίπου 80 έως 110 m ανά τόνο (3,5kW ή 12000Btu/h) χωρητικότητας της θερμικής αντλίας. Στις οπές εισάγονται βρόχοι του σωλήνα με σχήμα U. Τα συστήματα DX μπορεί να έχουν τρύπες μικρότερης διαμέτρου, γεγονός που μπορεί να μειώσει το κόστος της γεώτρησης.

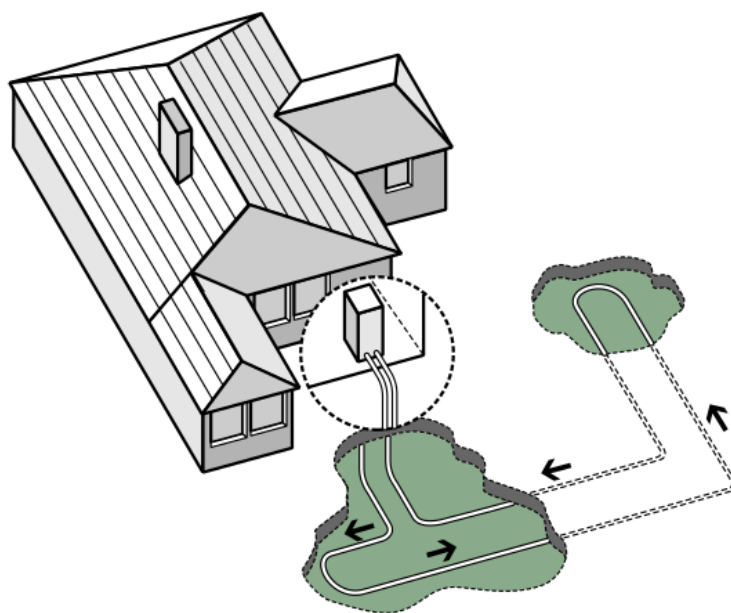


Εικόνα 13 Σύστημα κλειστού βρόχου με κάθετη διάταξη σωλήνων (NRC, 2004)

Η οριζόντια διάταξη είναι πιο συχνή στις αγροτικές περιοχές, όπου τα οικόπεδα είναι μεγαλύτερα. Ο σωλήνας τοποθετείται σε χαντάκια συνήθως σε βάθος από 1.0 μέχρι 1.8m (3 έως 6ft.), ανάλογα με τον αριθμό των σωλήνων ανά χαντάκι. Γενικά, απαιτούνται 120 έως 180m (400 έως 600ft.) σωλήνα ανά τόνο χωρητικότητας της αντλίας θερμότητας. Για παράδειγμα, ένα καλά μονωμένο σπίτι έκτασης 185m² (2000 τετραγωνικά ft.), θα χρειαστεί κατά πάσα πιθανότητα ένα σύστημα τριών τόνων με σωλήνα μήκους 360 - 540m (1200-1800ft.).

Ο πιο κοινός οριζόντιος σχεδιασμός εναλλάκτη θερμότητας είναι δύο σωλήνες τοποθετημένοι δίπλα-δίπλα στο ίδιο χαντάκι. Ένας άλλος σχεδιασμός εναλλάκτη θερμότητας που χρησιμοποιείται μερικές φορές, σε περίπτωση περιορισμών χώρου είναι το “σπιράλ” - του οποίου το όνομα περιγράφει και το σχήμα του. Άλλοι σχεδιασμοί οριζόντιων βρόχων χρησιμοποιούν τέσσερις ή έξι σωλήνες σε κάθε χαντάκι, αν η διαθέσιμη έκταση είναι περιορισμένη.

Η διάρκεια ζωής των σωληνώσεων κυμαίνεται από 25 έως 75 έτη. Δεν επηρεάζονται από χημικές ουσίες που βρίσκονται στο έδαφος και διαθέτουν καλές ιδιότητες αγωγής θερμότητας. Το αντιψυκτικό διάλυμα θα πρέπει να είναι εγκεκριμένο από τις τοπικές περιβαλλοντικές αρχές. Τα συστήματα DX χρησιμοποιούν σωλήνες χαλκού ποιότητας ψύξης.



Εικόνα 14 Σύστημα κλειστού βρόχου με οριζόντια διάταξη σωλήνων (NRC, 2004)

Οι εγκαταστάσεις οριζόντιων βρόχων χρησιμοποιούν χαντάκια πλάτους 150 έως 600mm. Αυτό αφήνει κενές περιοχές που μπορεί να αποκατασταθούν με σπόρους χλόης ή χλοοτάπητα. Η εγκατάσταση κάθετων βρόχων απαιτεί λίγο χώρο και προκαλεί ελάχιστες βλάβες στο γκαζόν.

Οι πλαστικοί σωλήνες πρέπει να είναι κολλημένοι θερμικά, και θα πρέπει να υπάρχει καλή επαφή μεταξύ εδάφους και σωλήνα για να εξασφαλιστεί η καλή μεταφορά θερμότητας, όπως αυτή που επιτυγχάνεται με τη χρήση τσιμέντου στα κενά σημεία των γεωτρήσεων. Το τελευταίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το κάθετο συστήματα εναλλάκτη θερμότητας. Η ακατάλληλη εγκατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε κακή απόδοση της αντλίας θερμότητας.

3.3.1.5 Οικιακή χρήση

Μια αντλία θερμότητας δεν είναι πολύ διαφορετική σε όψη και μπορεί να εκτελέσει τις ίδιες λειτουργίες με ένα συμβατικό λέβητα φυσικού αερίου ή πετρελαίου δηλαδή θέρμανση χώρων και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Το κάνει όμως πολύ πιο αποτελεσματικά, χρησιμοποιώντας το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας που χρειάζεται από ανανεώσιμες πηγές. Οι ανανεώσιμες αντλίες θερμότητας για τη θέρμανση χώρων είναι καταλληλότερες για νέα σπίτια όπου το υψηλό επίπεδο των συστημάτων μόνωσης και θέρμανσης χαμηλής θερμοκρασίας οδηγούν σε χαμηλή ζήτηση θέρμανσης. Σε καταστάσεις όπου έχουμε εγκατάσταση εκ των υστέρων, η αντλία θερμότητας θα πρέπει να εγκατασταθεί παράλληλα με το υπάρχον σύστημα θέρμανσης για να παρέχει ένα μεγάλο ποσοστό των ετήσιων αναγκών θέρμανσης σε μειωμένες θερμοκρασίες λειτουργίας (SEI, 2016).

Πίνακας 4 Τυπικά μεγέθη, χαρακτηριστικά και εφαρμογές των αντλιών θερμότητας (Forsen, 2005).

ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΣΥΝΗΘΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΑ
ΑΕΡΑ-ΑΕΡΑ	3-5 kW	Ψύξη-θέρμανση	Νότια Ευρώπη*
ΑΕΡΑ-ΝΕΡΟΥ	4-40 kW	Θέρμανση	Κεντρική Ευρώπη
ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΑΕΡΑ	2-3 kW	Θέρμανση	Σουηδία
ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ	5-40 kW	Θέρμανση και δωρεάν	Βόρεια και κεντρική

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		ψύξη	Ευρώπη
ΕΔΑΦΟΥΣ	5-25 kW	Θέρμανση	Βόρεια και κεντρική Ευρώπη
ΝΕΡΟΥ ΛΙΜΝΗΣ	15-40 kW	Θέρμανση	

*χρήση κυρίως για ψύξη

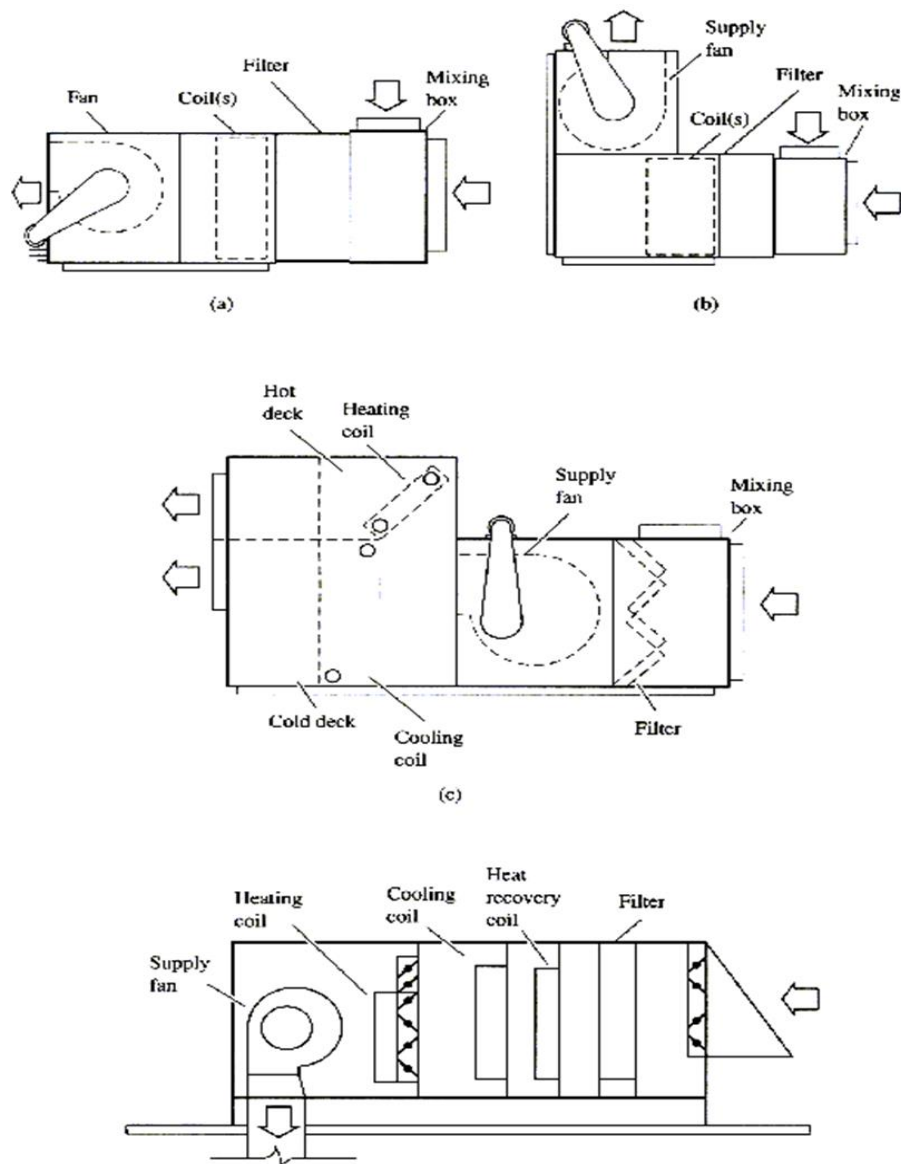
Εκτός από τη θέρμανση χώρου, παρέχεται συχνά και θέρμανση νερού. Η αντλία θερμότητας μπορεί να παρέχει έμμεση θέρμανση στο οικιακό σύστημα ζεστού νερού μέσω ενός εσωτερικού ή εξωτερικού εναλλάκτη θερμότητας. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας εξόδου που απαιτείται, (το λιγότερο 55 °C) η απόδοση για τη θέρμανση του νερού μπορεί να μειωθεί. Μπορεί επίσης να τοποθετηθεί ένας ψυκτικός εναλλάκτης θερμότητας θερμού αερίου-σε-νερό, ο οποίος έχει τέτοιο μέγεθος ώστε να αποτρέπει την υπερθέρμανση του αερίου εκκένωσης του συμπιεστή πριν την είσοδο του στον συμπυκνωτή ψυκτικού μέσου (SEI, 2016). Μερικές αντλίες θερμότητας επιτρέπουν την αντιστροφή του κύκλου τους για να παρέχουν ψύξη (κλιματισμό). Ωστόσο η χρήση τους αυτή είναι δαπανηρή και ενεργοβόρα.

3.3.2 Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ)

Ο όρος HVAC είναι σε κοινή χρήση στη βιομηχανία θέρμανσης και ψύξης για την περιγραφή της Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας. Εξυπηρετεί τις λειτουργίες θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού, τρεις λειτουργίες που συχνά συνδυάζονται σε ένα σύστημα στα σύγχρονα σπίτια και κτίρια. Θερμός, ψυχρός ή ξηρός αέρας ρέει μέσα από μια σειρά σωλήνων - που ονομάζονται αγωγοί – και διανέμεται σε όλα τα δωμάτια του κτιρίου. Ένα κεντρικό σύστημα HVAC είναι ο πιο αθόρυβος και βολικός τρόπος για να δροσίσει ένα ολόκληρο σπίτι. Το σύστημα HVAC καταναλώνει κατά μέσο όρο 44% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας σε ένα κτίριο. Σήμερα τα συστήματα αυτά έχουν βελτιωθεί στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης κατά τη διάρκεια των ετών. Μια άλλη εξέλιξη είναι η όλη προσέγγιση για

θέρμανση και ψύξη. Σε συνδυασμό με μια ενεργειακά αποδοτική αντλία θερμότητας ή air-condition, η όλη προσέγγιση μπορεί να έχει μεγάλο αντίκτυπο στην καταναλισκόμενη ενέργεια. Με το συνδυασμό και τη σωστή συντήρηση του εξοπλισμού και αναβαθμίσεις με κατάλληλη μόνωση και θερμοστάτη ρυθμίσεις η εξοικονόμηση ενέργειας φτάνει το 50%. Τα βασικά κατασκευαστικά μέρη μιας Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας είναι:

- ανεμιστήρας προσαγωγής (SFAN)
- το μοτέρ του ανεμιστήρα
- το υδρόψυκτο στοιχείο ψύξης (CoolingCoil)
- τα φίλτρα
- το κιβώτιο μίξης
- οι μειωτές θορύβου (dampers)
- το σύστημα ελέγχου
- το περίβλημα
- πολλές φορές η ΚΚΜ συμπληρώνεται με:
- ανεμιστήρα επιστροφής (returnfan)
- στοιχεία θέρμανσης ή/και προθέρμανσης
- στοιχεία πρόψυξης (precoolingcoil)
- υγραντές (humidifier)



Εικόνα 15 Σχηματικές διατάξεις τυπικής κλιματιστικής μονάδας με τα σημεία της

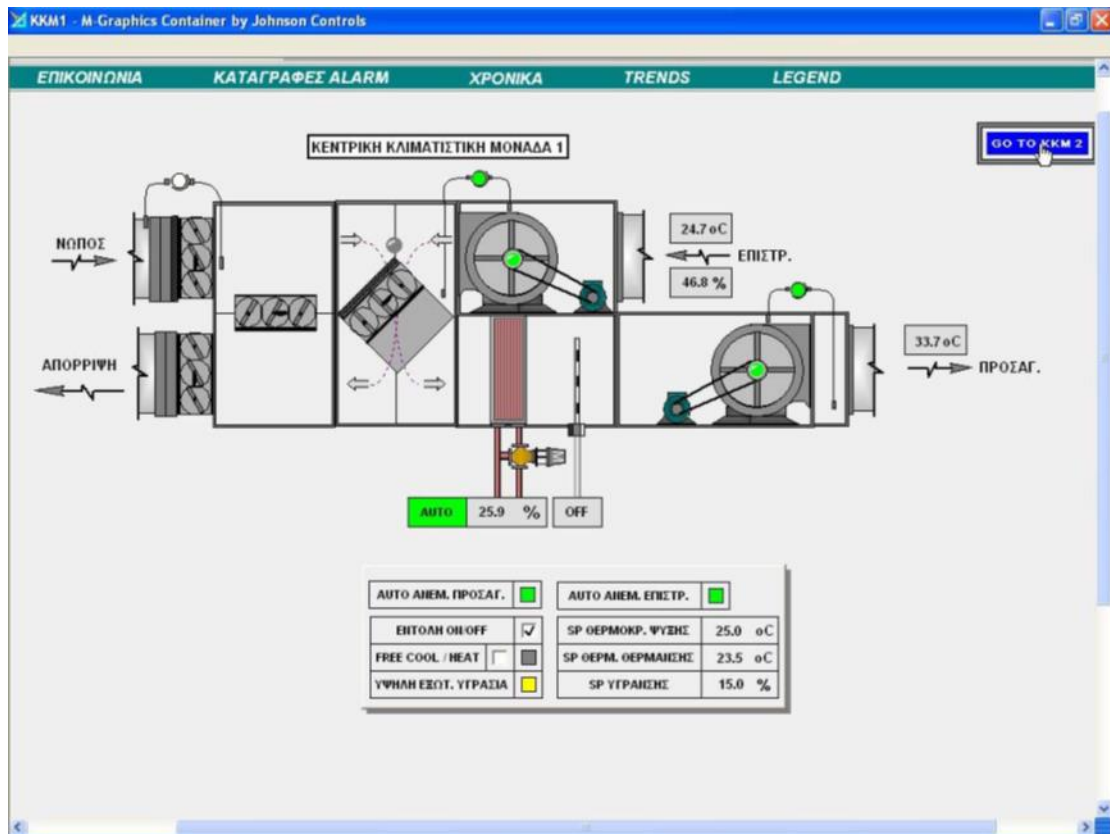
Υπάρχουν κεντρικές μονάδες κλιματισμού με αντλίες θερμότητας που συνδυάζουν τις λειτουργίες θέρμανσης και ψύξης. Ένα κεντρικό σύστημα αντλίας θερμότητας είναι η πιο αποδοτική μονάδα για χρήση σε μέτρια κλίματα. Μπορεί να προσφέρει έως και τρεις φορές περισσότερη θέρμανση από την αντίστοιχη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας.

Μία κεντρική κλιματιστική μονάδα μπορεί να διαχειριστεί ποσότητες αέρα που κυμαίνονται από 2,000 έως 63,000 cfm (1cfm = 1.7m³/h). Η κεντρική μονάδα συνήθως αποτελείται από επιμέρους προκατασκευασμένες μονάδες, η

συναρμολόγηση των οποίων γίνεται στο εργοστάσιο ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Η απαιτούμενη ποσότητα εξωτερικού αέρα περιβάλλοντος αναμιγνύεται με τον αέρα που επιστέφει και στην συνέχεια κλιματίζεται δηλ. ψύχεται το καλοκαίρι ή θερμαίνεται το χειμώνα.

Ο αέρας που έχει υποστεί την επεξεργασία του κλιματισμού (ψύξη ή θέρμανση) θα αποκτήσει μεγαλύτερη πίεση, στατική ή δυναμική, και με αυτό τον τρόπο θα κυκλοφορήσει εντός των αεραγωγών προσαγωγής καταλήγοντας στο στόμιο. Η διατήρηση του αέρα αυτού εντός των προκαθορισμένων ορίων οφείλεται στο σύστημα αυτομάτου ελέγχου που διαθέτει κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα.

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες μπορεί να είναι οριζόντιας ή κατακόρυφης διάταξης, με τη διαφορά όττοι οριζόντιες μονάδες απαιτούν περισσότερο χώρο και ως εκ τούτου συνήθως εγκαθίστανται σε συστήματα μεγάλης κλίμακας. Αντίθετα, οι κατακόρυφες μονάδες έχουν τον ανεμιστήρα προσαγωγής σε υψηλότερη θέση από τα φίλτρα. Άλλη μια κατηγοριοποίηση των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων είναι σε Draw-Through ή Blow-Through. Στην πρώτη κατηγορία ο ανεμιστήρας προσαγωγής ακολουθεί το ψυκτικό στοιχείο, ενώ στη δεύτερη κατηγορία ο ανεμιστήρας προσαγωγής βρίσκεται πριν από το ψυκτικό στοιχείο.



Εικόνα 16 Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) με πλακοειδή εναλλάκτη

3.3.3 Ο διακόπτης ροής υγρών (Flowswitch)

Η ροή αναφέρεται στη φυσική κίνηση, ή την ταχύτητα, υγρού, αερίου ή ατμού σε ένα σωλήνα που προκαλεί την ενεργοποίηση του διακόπτη. Οι διακόπτες ροής υγρών βρίσκουν εφαρμογή σε συστήματα κλιματισμού, συστήματα θέρμανσης χώρου, χλωρίωση πισίνας, βιομηχανικά συστήματα ψυκτικού με λέιζερ, συστήματα μεταφοράς υγρών και συστήματα καταιονισμού φωτιάς. Ένα διακόπτη ροής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση νερού στο σύστημα καταιονισμού, ιδίως σε περίπτωση πυρκαγιάς, για να ενεργοποιήσει μια τοπική ηλεκτρική συσκευή συναγερμού πυρκαγιάς στο εσωτερικό του κτιρίου. Επίσης χρησιμοποιείται για τη προστασία των φυγοκεντρικών αντλιών ή των αντλιών θετικής εκτόπισης, καθώς η πολύ χαμηλή ή υψηλή ροή μπορεί να προκαλέσει σημαντική βλάβη.

Μπορούν να βρεθούν διαφορετικοί τύποι διακοπών ροής αλλά η κύρια κατηγοριοποίηση γίνεται σε ηλεκτρομηχανικούς, ηλεκτρονικούς και ηλεκτρονικούς

με αισθητήρες υπερήχων. Ένας διακόπτης ροής με πτερύγια χρησιμοποιεί το υγρό πιέζοντας κατά ένα κουπί στη ροή του υγρού. Όταν η ροή πέφτει κάτω από τα προκαθορισμένα επίπεδα, αυτό προκαλεί μια εσωτερική μαγνητική σύζευξη και ενεργοποίηση του μηχανικού διακόπτη. Ένας διακόπτης μεταβλητής ροής χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους για την ενεργοποίηση του διακόπτη, με ένα εσωτερικό έμβολο. Η ροή εισέρχεται σε μια θύρα, δημιουργώντας πίεση ενάντια σε έναν μαγνητικό επιστόμιο. Όταν η πίεση της ροής φθάσει σε ένα καθορισμένο επίπεδο, ο διακόπτης κλείνει.

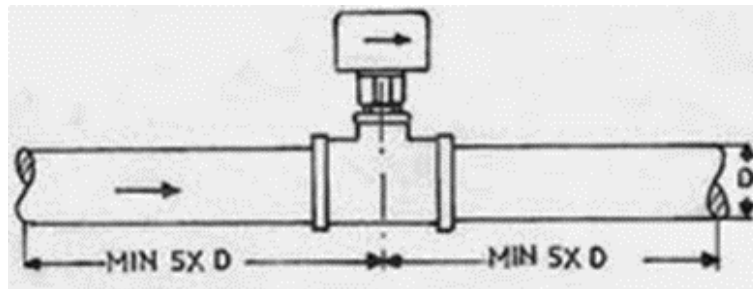
Σε κάθε περίπτωση η αρχή λειτουργία των μηχανικών διακοπών ροής σχετίζεται με την εφαρμογή μιας δύναμης F προς τη διεύθυνση του βέλους που βρίσκεται πάνω στο κάλυμμα του ακροκιβωτίου. Με τον τρόπο αυτό η επαφή C-B ανοίγει και ταυτόχρονα κλείνει η επαφή C-A (Εικόνα 17). Αν η δύναμη σταματήσει να εφαρμόζεται, τότε ανοίγει η επαφή C-A και ξανακλείνει η επαφή C-B. Έτσι δημιουργείται ένα σήμα που μπορεί να ελέγξει τον εξοπλισμό αυτοματισμού της αντλίας.



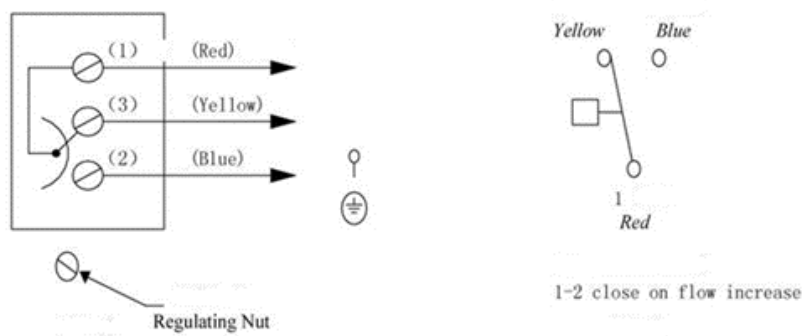
Εικόνα 17 Μηχανικός διακόπτης ροής φορτίου

Η εγκατάσταση του μηχανικού διακόπτη ροής γίνεται βέλτιστα στο οριζόντιο τμήμα του σωλήνα. Ο διακόπτης εγκαθίσταται μέσω συστολικού ταφ ή με τη συγκόλληση μιας μούφας στο εξωτερικό του σωλήνα. Σημαντικό είναι η «γλώσσα» του διακόπτη να έχει κάθετη φορά προς τη ροή του υγρού και το βέλος στο ακροκιβώτιο να τοποθετείται παράλληλα με τη διεύθυνση της ροής. Επίσης, ο διακόπτης θα πρέπει να τοποθετείται σε ευθύγραμμο τμήμα η απόσταση του οποίου και από τις δύο πλευρές του διακόπτη θα πρέπει να είναι πενταπλάσια της διαμέτρου του σωλήνα του οποίου τη ροή θέλουμε να ελέγξουμε και επιλέγουμε την κατάλληλη «γλώσσα» του διακόπτη ανάλογα με τη διάμετρο του σωλήνα. Η ρύθμιση του

διακόπτη γίνεται με μία βίδα στο εσωτερικό του ακροκιβωτίου του, η οποία όταν ξεβιδώνει ο διακόπτης γίνεται πιο ευαίσθητος σε χαμηλότερες ροές ενώ όταν βιδώνει γίνεται το αντίθετο.

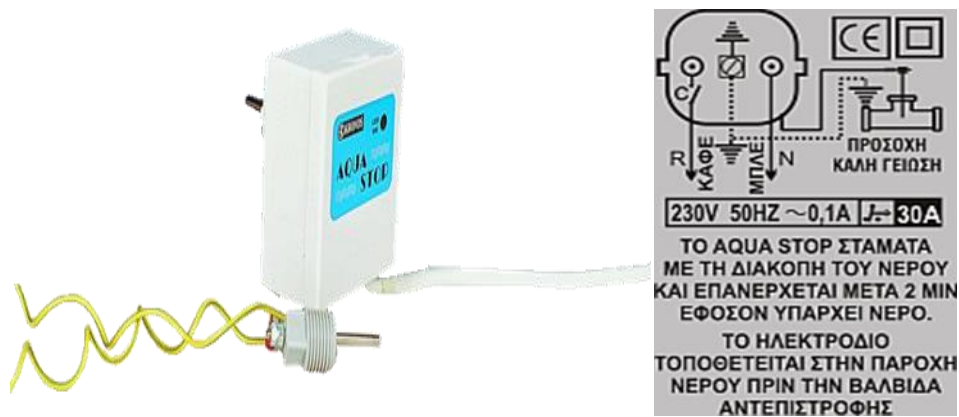


Εικόνα 18 Εγκατάσταση μηχανικού διακόπτη ροής υγρών



Εικόνα 19 Ρύθμιση μηχανικού διακόπτη ροής υγρών

Ένας διακόπτης ροής υπερήχων (Doppler) συνδέεται με το εξωτερικό του σωλήνα. Χρησιμοποιεί αισθητήρες υπερήχων για να στείλετε ένα υπερηχητικό σήμα όταν μια αλλαγή στη ροή ανιχνεύεται. Ένα θερμικό διακόπτη ροής διασπορά είναι ένας ανιχνευτής που μετρά τη διαφορά στη θερμοκρασία του υγρού ή αερίου ως περάσματα του αισθητήρια στοιχεία και ενεργοποιεί ένα σήμα όταν εντοπίζεται μια αλλαγή.



Εικόνα 20 Ηλεκτρονικός διακόπτης με αισθητήρα υπερήχων.

3.3.4 Αισθητήρες θερμοκρασίας

Οι αισθητήρες θερμοκρασίας συνήθως λειτουργούν με θερμοαντίσταση ή αλλιώς θερμίστορ. Ένα θερμίστορ είναι ένας τύπος αντιστάτη του οποίου η τιμή της αντίστασης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, πολύ περισσότερο από ό,τι στις πρότυπες αντιστάσεις. Τα θερμίστορ χρησιμοποιούνται ευρέως ως αισθητήρες θερμοκρασίας (αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας ή τύπου NTC συνήθως), στοιχεία αυτο-επαναφοράς για προστασία από υπερένταση και για την αυτο-ρύθμιση σε θερμαντικά στοιχεία (θετικού συντελεστή θερμοκρασίας ή τύπου PTC συνήθως).

Τα θερμίστορ έχουν κατατάσσονται σε δύο βασικούς τύπους:

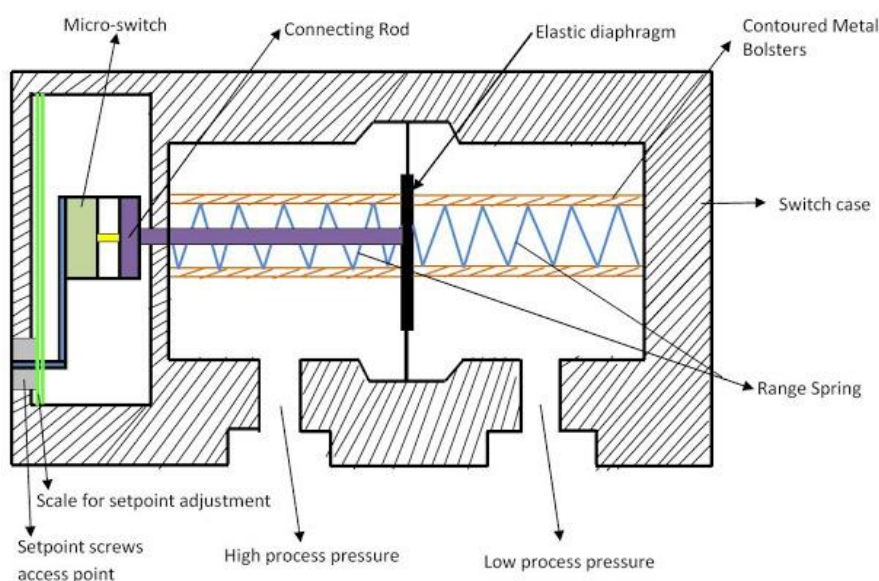
1. NTC, η αντίσταση μειώνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται για την προστασία από τις συνθήκες εισροής υπέρτασης. Συνήθως εγκαθίστανται παράλληλα σε ένα κύκλωμα.
2. PTC, η αντίσταση αυξάνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται για την προστασία από συνθήκες υπερέντασης. Συνήθως εγκαθίστανται σε σειρά σε ένα κύκλωμα.

Τα θερμίστορ διαφέρουν από τους ανιχνευτές θερμοκρασίας αντίστασης (RTDs) κατά το ότι το υλικό που χρησιμοποιείται σε ένα θερμίστορ είναι γενικά ένα κεραμικό ή πολυμερές, ενώ τα RTDs χρησιμοποιούν καθαρά μέταλλα. Η απόκριση της θερμοκρασίας είναι επίσης διαφορετική. Τα RTDs είναι χρήσιμα σε μεγαλύτερες

κλίμακες θερμοκρασίας, ενώ ταθερμίστορ τυπικά επιτυγχάνουν μεγαλύτερη ακρίβεια μέσα σε ένα περιορισμένο εύρος θερμοκρασίας, τυπικά -90°C έως 130°C .

3.3.5 Αισθητήρας και Διακόπτης διαφορικής πίεσης αέρα/υγρού

Αυτός ο αισθητήρας μετρά τη διαφορά μεταξύ των δύο πιέσεων, σε κάθε πλευρά του αισθητήρα. Οι αισθητήρες διαφορικής πίεσης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση πολλών ιδιοτήτων, όπως πτώσεις πίεσης κατά μήκος φίλτρων λαδιού ή φίλτρων αέρος, τα επίπεδα υγρού (με σύγκριση της πίεσης πάνω και κάτω από το υγρό) ή ρυθμούς ροής (μετρώντας την αλλαγή στην πίεση κατά μήκος ενός φράγματος). Από τεχνικής απόψεως, οι περισσότεροι αισθητήρες πίεσης είναι αισθητήρες πραγματικά διαφορικής πίεσης, για παράδειγμα ένας αισθητήρας πίεσης είναι απλώς ένας αισθητήρας διαφορικής πίεσης στον οποίο η μία πλευρά είναι ανοικτή προς την ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος.



Cross-Sectional view of Differential Pressure Switch

<http://instrumenttoolbox.blogspot.com>

Εικόνα 21 Τομή διακόπτη διαφορικής πίεσης

Ένας διακόπτης διαφορικής πίεσης (Εικόνα 21), λειτουργεί όπως ένας διακόπτης πίεσης με το ένα άκρο στο περιβάλλον, και κλείνει μια ηλεκτρική επαφή όταν μια ορισμένη πίεση (ή διαφορά πίεσης) μετράται στα άκρα του. Ο διακόπτης μπορεί να σχεδιαστεί για να κάνει την επαφή, είτε με αύξηση της πίεσης ή πτώση πίεσης. Ένας άλλος τύπος διακόπτη πίεσης ανιχνεύει μηχανική δύναμη, για παράδειγμα, ένα ευαίσθητο στην πίεση στρώμα χρησιμοποιείται για να ανοίξει αυτόματα θύρες σε εμπορικά κτίρια.

Ένας διακόπτης πίεσης για τη μέτρηση της πίεσης υγρών περιέχει ένα στοιχείο κάψουλας, φουσούνες, σωλήνα Bourdon, διάφραγμα ή πιστόνι που παραμορφώνει ή εκτοπίζεται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη πίεση. Η προκύπτουσα κίνηση εφαρμόζεται, είτε άμεσα είτε μέσω ενίσχυσης μοχλών, σε ένα σύνολο επαφών του διακόπτη. Δεδομένου ότι η πίεση μπορεί να αλλάζει σιγά-σιγά και οι επαφές θα πρέπει να λειτουργούν γρήγορα, χρησιμοποιείται κάποιο είδος μηχανισμού, όπως ένας μικροσκοπικός διακόπτης ακαριαίας δράσης, για να εξασφαλιστεί η ταχεία λειτουργία των επαφών. Ένα ευαίσθητο είδος διακόπτη πίεσης χρησιμοποιεί διακόπτες υδραργύρου που τοποθετούνται στο εσωτερικό ενός σωλήνα Bourdon.

Ο διακόπτης πίεσης μπορεί να είναι ρυθμιζόμενος, μετακινώντας τις επαφές ή τη ρύθμιση της έντασης. Οι βιομηχανικοί διακόπτες πίεσης μπορεί να έχουν μια βαθμονομημένη κλίμακα και δείκτη του σημείου ρύθμισης του διακόπτη. Ένας διακόπτης πίεσης θα έχει ένα διαφορικό φάσμα γύρω από την ονομαστική τιμή του, στο οποίο μικρές αλλαγές της πίεσης δεν αλλάζουν την κατάσταση των επαφών. Ορισμένοι τύποι επιτρέπουν προσαρμογή του διαφορικού φάσματος.

Το στοιχείο ανίχνευσης πίεσης ενός διακόπτη πίεσης μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ανταποκρίνεται προς τη διαφορά των δύο πιέσεων. Τέτοιοι διακόπτες είναι χρήσιμα όταν η διαφορά είναι σημαντική, για παράδειγμα, για την ανίχνευση ενός φραγμένου φίλτρου σε ένα σύστημα παροχής νερού. Οι διακόπτες πρέπει να είναι σχεδιασμένοι ώστε να ανταποκρίνονται μόνο στη διαφορά και να μην λειτουργούν ψευδώς σε αλλαγές στην κοινή πίεση λειτουργίας.

Οι επαφές του διακόπτη πίεσης μπορεί να βαθμολογηθεί μερικά δέκατα του αμπερ σε περίπου 15 αμπερ, με μικρότερες βαθμολογίες που βρέθηκαν στις πιο ευαίσθητες διακόπτες. Συχνά ένας διακόπτης πίεσης θα λειτουργεί μια συσκευή

αναμετάδοσης ή άλλων τον έλεγχο, αλλά μερικά είδη μπορεί να ελέγξει άμεσα μικρά ηλεκτρικά μοτέρ ή άλλα φορτία.

Τα εσωτερικά μέρη του διακόπτη που εκτίθενται στο ρευστό διεργασίας, πρέπει να επιλέγονται ώστε να ισορροπήσουν το προσδόκιμο ζωής, την αντοχή και τη συμβατότητα με τα ρευστά διεργασίας. Για παράδειγμα, τα ελαστικά διαφράγματα που χρησιμοποιούνται συνήθως σε επαφή με το νερό, υποβαθμίζονται γρήγορα εάν χρησιμοποιηθούν σε ένα σύστημα που περιέχει ορυκτέλαιο.

Ένα ηλεκτρονικό διακόπτη πίεσης ενσωματώνει έναν μετατροπέα πίεσης (όργανο μέτρησης της καταπόνησης, χωρητικό στοιχείο, κ.ά.) και ένα εσωτερικό κύκλωμα για να συγκρίνει την μετρούμενη πίεση με ένα καθορισμένο σημείο. Τέτοιες συσκευές μπορούν να παρέχουν βελτιωμένη επαναληψιμότητα και ακρίβεια.

3.3.6 Αισθητήριο ποιότητας αέρα

Οι αισθητήρες ποιότητας αέρα (ή ρύπανσης) είναι συσκευές που ανιχνεύουν και παρακολουθούν την παρουσία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για εσωτερικά ως και εξωτερικά περιβάλλοντα. Αν και υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, και μερικοί είναι εξειδικευμένοι για ορισμένες εφαρμογές, η πλειοψηφία επικεντρώνεται σε πέντε συνιστώσες: το όζον, τα σωματίδια, το μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, και το υποξείδιο του αζώτου. Οι αισθητήρες ήταν πολύ ακριβοί στο παρελθόν, αλλά με τις τεχνολογικές εξελίξεις οι αισθητήρες αυτοί γίνονται όλο και πιο προσιτοί και πιο διαδεδομένοι. Αυτοί οι αισθητήρες εξυπηρετούν πολλούς σκοπούς και να βοηθήσει να φέρει την προσοχή στα περιβαλλοντικά ζητήματα πέρα από το πεδίο του ανθρώπινου ματιού.

Επιστημονικά στοιχεία έχουν δείξει ότι η εσωτερική ρύπανση του αέρα μπορεί να είναι χειρότερη από την εξωτερική σε μεγάλες και βιομηχανικές πόλεις. Πολλά προϊόντα και χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στο εσωτερικό του σπιτιού, για μαγείρεμα και θέρμανση, είναι πρωτογενείς πηγές ρύπων στους εσωτερικούς χώρους. Τα πάντα που χρησιμοποιούμε στο σπίτι συμβάλλουν στη

ρύπανση, και μπορεί ενδεχομένως να υποβαθμίσουν το περιβάλλον. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι υπεύθυνη για 7 εκατομμύρια πρόωρους θανάτους σε όλο τον κόσμο κάθε χρόνο. Όταν οι ρύποι εισέρχονται στο σώμα μέσω του αναπνευστικού συστήματος μας, μπορούν να απορροφηθούν στο αίμα και να φτάσουν σε όλο το σώμα, βλάπτονταςάμεσα την καρδιά και άλλα ζωτικά όργανα.

3.3.7 Κινητήρας διαφραγμάτων (damperactuator)

Ο κινητήρας διαφραγμάτων αποτελείται από μια βαλβίδα ή πλάκα που σταματά ή ρυθμίζει τη ροή του αέρα στο εσωτερικό του αγωγού, ή άλλο εξοπλισμό χειρισμού αέρα. Έναςκινητήρας διαφραγμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διακόψει τον κεντρικό κλιματισμό (θέρμανση ή ψύξη) σε ένα αχρησιμοποίητο δωμάτιο, ή να ρυθμίσει τη θερμοκρασία του δωματίου και τον έλεγχο του κλίματος. Η λειτουργία του μπορεί να είναι χειροκίνητη ή αυτόματη. Οι αυτόματοι κινητήρες διαφραγμάτων χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της ροής του αέρα συνεχώς και λειτουργούν με ηλεκτρικούς κινητήρες ή κινητήρες πεπιεσμένου αέρα, οι οποίοι ελέγχεται από θερμοστάτη στο σύστημα αυτοματισμού. Μπορεί επίσης να ελέγχονται από ένα πηνίο, όπου το επίπεδο ροής αέρα βαθμονομείται, ανάλογα με τα σήματα από τον θερμοστάτη στον ενεργοποιητή του κινητήρα, ώστε να ρυθμίζεται η ροή του κλιματιζόμενο αέρα προκειμένου να τροφοδοτείται ο έλεγχος του κλίματος.

3.3.8 Βαλβίδες ελέγχου

Μια βαλβίδα ελέγχου είναι μια βαλβίδα που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ροής του ρευστού μεταβάλλοντας το μέγεθος της διόδου ροής όπως κατευθύνεται από ένα σήμα από έναν ελεγκτή. Αυτό επιτρέπει τον άμεσο έλεγχο του ρυθμού ροής και τον έλεγχο των χαρακτηριστικών της διαδικασίας, όπως η πίεση, η θερμοκρασία, και τη στάθμη του υγρού. Η βαλβίδα ελέγχου στην ορολογία του αυτοματισμού ονομάζεται τελικό στοιχείο ελέγχου.

Το άνοιγμα ή το κλείσιμο των αυτόματων βαλβίδων ελέγχου γίνεται συνήθως από ηλεκτρικά, υδραυλικά ή πνευματικά συστήματα ενεργοποίησης. Κανονικά με μια βαλβίδα ελέγχου, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί σε οποιαδήποτε θέση από πλήρως ανοικτή και πλήρως κλειστή, χρησιμοποιούνται τοποθετητές βαλβίδας για να εξασφαλιστεί ότι η βαλβίδα επιτυγχάνει τον επιθυμητό βαθμό ανοίγματος.

Οι βαλβίδες ελέγχου αέρα χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω της απλότητάς τους, δεδομένου ότι απαιτούν μόνο μια παροχή πεπιεσμένου αέρα, ενώ οι ηλεκτρικές βαλβίδες απαιτούν επιπλέον καλωδίωση και εξοπλισμό μεταγωγής, και οι υδραυλικές βαλβίδες απαιτούν παροχή υψηλής πίεσης και γραμμές επιστροφής για το υδραυλικό υγρό.

Μια αυτόματη βαλβίδα ελέγχου αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

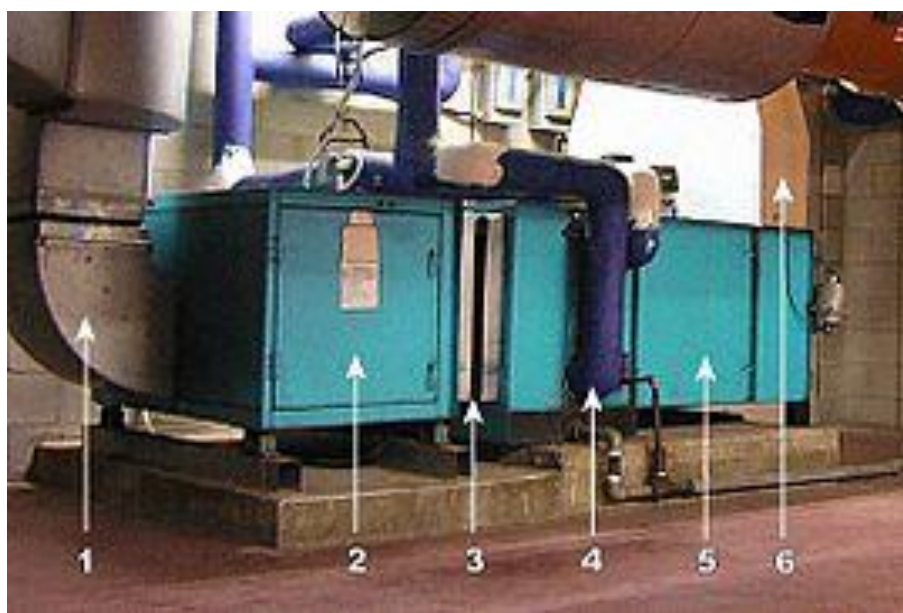
- Ο ενεργοποιητής βαλβίδος, ο οποίος κινεί το στοιχείο διαμόρφωσης της βαλβίδας.
- Θέση της βαλβίδας - η οποία εξασφαλίζει ότι η βαλβίδα έχει φτάσει στο επιθυμητό βαθμό ανοίγματος. Αυτό ξεπερνά τα προβλήματα της τριβής και της φθοράς.
- Το σώμα της βαλβίδας - στο οποίο περιέχεται το στοιχείο διαμόρφωσης, ένα βύσμα, σφαίρα, σφαίρα ή πεταλούδα.

4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΙΚΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

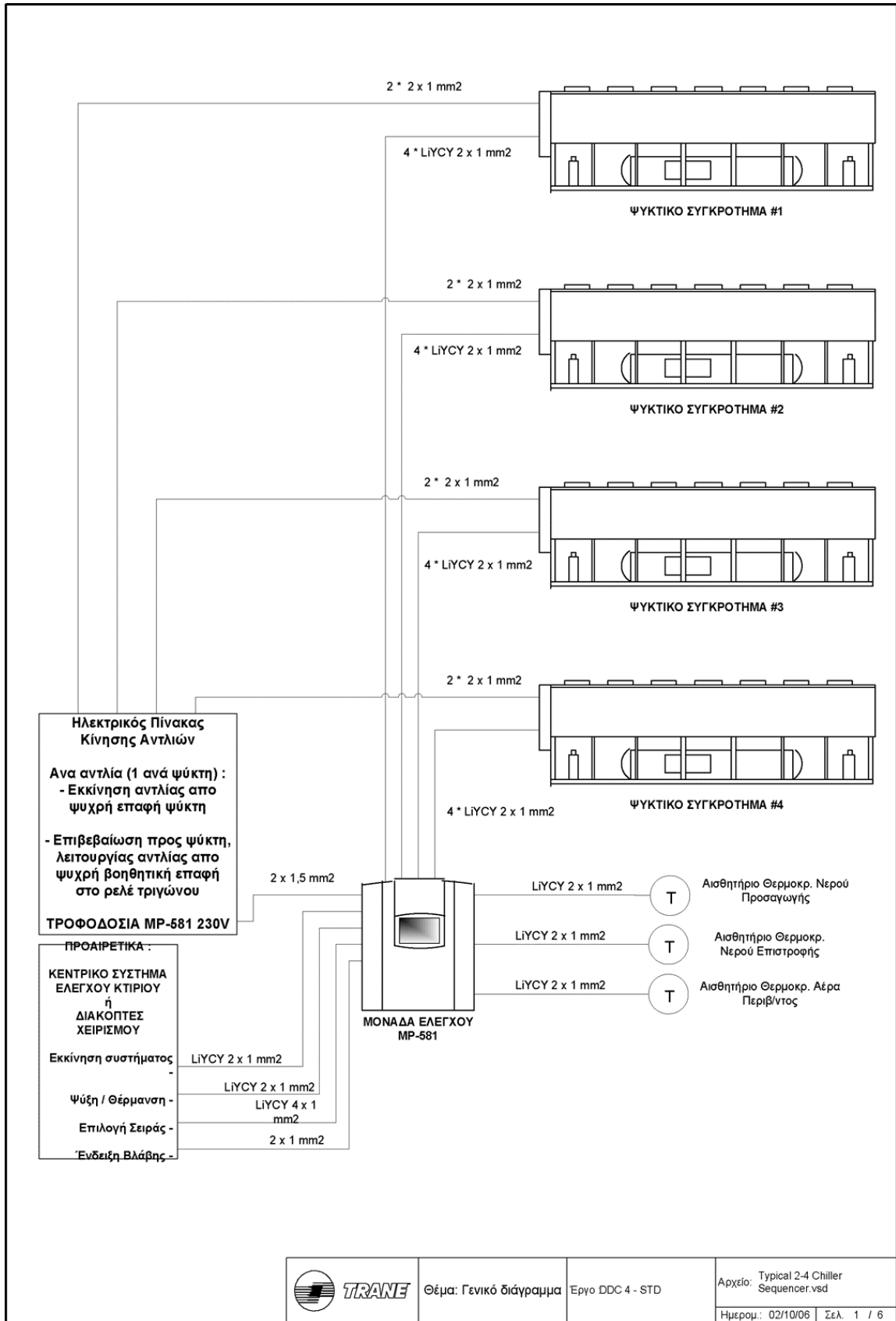
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται παράδειγμα εφαρμογής διαχείρισης ψυκτικού συγκροτήματος και συγκεκριμένα παρουσιάζεται το γενικό διάγραμμα του ψυκτικού συγκροτήματος με τέσσερις ψυκτικές μονάδες, το πρόγραμμα ελέγχου ανεμιστήρα προσαγωγής, τα αισθητήρια όργανα και η συνδεσμολογία τους, οι συνδέσεις των πινάκων αυτοματισμού, καθώς και η διαστασιολόγηση των καλωδίων του συστήματος.

4.1 ΓΕΝΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Στην Εικόνα 23 παρουσιάζεται αρχικά το γενικό διάγραμμα του ψυκτικού συγκροτήματος με τέσσερις ψυκτικές μονάδες. Περιγράφοντας τα περιεχόμενα του γενικού διαγράμματος θα πρέπει να σταθούμε αρχικά στις ψυκτικές μονάδες (Εικόνα 22).



Εικόνα 22 Παράδειγμα ψυκτικής μονάδας (μονάδα διαχείρισης αέρα) Επεξήγηση τμημάτων: 1 – Προσαγωγή, 2 – Ανεμιστήρας προσαγωγής, 3 – Ηχητική εξασθένιση, 4 - Πηνίο θέρμανσης ή / και ψύξης, 5 - Θήκη φίλτρου, 6 –Αεραγωγός μίξης (επανακυκλοφορία και εξωτερικός αέρας).



Εικόνα 23 Γενικό διάγραμμα ψυκτικού συστήματος με τέσσερις μονάδες

Μία ψυκτική μονάδα ή μονάδα διαχείρισης αέρα, είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει και να κυκλοφορεί αέρα, ως μέρος ενός συστήματος κλιματισμού θέρμανσης, και εξαερισμού (HVAC). Η μονάδα διαχείρισης αέρα είναι συνήθως ένα μεγάλο μεταλλικό κουτί που περιέχει έναν ανεμιστήρα προσαγωγής, τα στοιχεία θέρμανσης ή ψύξης, θαλάμους φίλτρου, εξασθενητές ήχου, και αποσβεστήρες. Οι μονάδες αυτές συνήθως συνδέονται με ένα σύστημα αγωγών εξαερισμού που διανέμει το προετοιμασμένο αέρα μέσα στο κτίριο και το επιστρέφει στην κεντρική κλιματιστική μονάδα (KKM). Μερικές φορές οι KKM παρέχουν και επιστρέφουν αέρα απευθείας από και προς το χώρο χωρίς αγωγό. Οι μικρές KKM για τοπική χρήση, καλούνται τερματικές μονάδες, και μπορεί να περιλαμβάνουν μόνο ένα φίλτρο αέρα, πηνίο, και ανεμιστήρα προσαγωγής. Αυτές οι απλές τερματικές μονάδες ονομάζονται fancoil.

Μία KKM κανονικά κατασκευάζεται από ένα σύστημα πλαισίωσης με μεταλλικά φύλλα πλήρωσης, όπως απαιτείται για να ταιριάζει τη διαμόρφωση των επιμέρους στοιχείων της. Στην απλούστερη μορφή του, το πλαίσιο μπορεί να γίνει από μεταλλικά κανάλια ή τμήματα, μόνο με το μέταλλο πλήρωσης. Η μεταλλοτεχνία κανονικά είναι γαλβανισμένη για μακροχρόνια προστασία. Για εξωτερικές μονάδες παρέχεται και επιπλέον σφράγιση γύρω από τις αρθρώσεις. Μεγαλύτερες KKM κατασκευάζονται από ένα τετράγωνο σύστημα πλαισίωσης με τμήματα χάλυβα με διπλά τοιχώματα και μονωμένα πάνελ πλήρωσης. Τέτοιες κατασκευές μειώνουν την απώλεια θερμότητας ή το κέρδος θερμότητας, καθώς και την παροχή ακουστικής εξασθένησης. Σε εγκαταστάσεις που απαιτείται ίση παροχή και εξαγωγή αέρα, είναι σύνηθες για την προμήθεια και την εξαγωγή να συνδέονται μεταξύ τους πολλές KKM, είτε σε σειρά ή σε διαμόρφωση στοίβας.

Το φιλτράρισμα του αέρα είναι πολύ σημαντικό, ώστε το σύστημα να παρέχει καθαρό χωρίς σκόνη αέρα στους ενοίκους του κτιρίου. Το φίλτρο συνήθως τοποθετείται στην αρχή της κλιματιστικής μονάδας, προκειμένου να κρατήσει όλα τα κατάντη εξαρτήματα καθαρά. Ανάλογα με το βαθμό του φιλτραρίσματος που απαιτείται, τυπικά φίλτρα θα διατάσσονται σε δύο (ή περισσότερες) διαδοχικές συστοιχίες. Οι KKM μπορεί να χρειαστεί να παρέχουν θέρμανση, ψύξη, ή και τα δύο για να αλλάξουν τη θερμοκρασία του αέρα τροφοδοσίας, και το επίπεδο υγρασίας ανάλογα με την τοποθεσία και την εφαρμογή. Η λειτουργία αυτή παρέχεται

από πηνίο ή πηνία του εναλλάκτη θερμότητας στη μονάδα διαχείρισης αέρα, και τα πηνία μπορεί να είναι άμεσα ή έμμεσα σε σχέση με το μέσο που παρέχει την θέρμανση ή το ψυκτικό αποτέλεσμα.

Οι άμεσοι εναλλάκτες θερμότητας περιλαμβάνουν θερμαντήρες καυσίμου που λειτουργούν με αέριο ή εξατμιστήρα ψύξης, που τοποθετείται απευθείας στο ρεύμα του αέρα. Οι ηλεκτρικοί θερμαντήρες αντίστασης και αντλιών θερμότητας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν. Η ψύξη με εξάτμιση είναι δυνατή σε ξηρά κλίματα. Οι έμμεσοι θερμαντήρες (πηνία) κάνουν χρήση ζεστού νερού ή ατμού για τη θέρμανση και ψύξη νερού για ψύξη (η πρωταρχική ενέργεια για θέρμανση και ψύξη παρέχεται από κεντρική μονάδα σε άλλο σημείο του κτιρίου). Τα πηνία κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό για τους σωλήνες, με πτερύγια από χαλκό ή αλουμίνιο για την ενίσχυση της μεταφοράς θερμότητας. Τα πηνία ψύξης διαθέτουν επίσης πλάκες αποστράγγισης συμπυκνωμάτων. Το ζεστό νερό ή ο ατμός παρέχεται από ένα κεντρικό λέβητα, και το ψυχρό νερό παρέχεται από ένα κεντρικό ψύκτη. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται συνήθως για να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις θερμοκρασίες στο πηνίο σε συνδυασμό με κατάλληλη μηχανοκίνητη βαλβίδα ελέγχου πριν από το πηνίο.

Εάν απαιτείται αφύγρανση, τότε το πηνίο ψύξης λειτουργεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το σημείο δρόσου και να λαμβάνει χώρα η συμπύκνωση. Ένα πηνίο θέρμανσης τοποθετείται μετά το πηνίο ψύξης και θερμαίνει τον αέρα εκ νέου μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία τροφοδοσίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του σχετικού επιπέδου υγρασίας του αέρα τροφοδοσίας.

4.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΚΜ

Ο έλεγχος όπως βλέπουμε είναι απαραίτητος σε κάθε ΚΚΜ ώστε να ρυθμίζεται κάθε μεταβλητή όπως ο ρυθμός ροής του αέρα, η θερμοκρασία του αέρα τροφοδοσίας, η θερμοκρασία του αέρα του μίκτη, η υγρασία, η ποιότητα του αέρα. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αισθητήρια όργανα του παραδείγματος.



Ο επιτηρητής ροής «SI» είναι ένας αξιόπιστος αισθητήρα στιβαρής κατασκευής, χωρίς κινούμενα εξαρτήματα τα οποία είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα στην συνέχεια. Ο επιτηρητής ροής «SI» έχει ενσωματωμένο ένα μικρο-επεξεργαστή με δύο απλά μπουτόν. Αυτά δίνουν την δυνατότητα γρήγορης και εύκολης ρύθμισης του αισθητήρα για κάθε εφαρμογή. Η απεικόνιση μπάρας παρέχει οπτική ένδειξη της κατάστασης λειτουργίας.

Διακόπτης ροής ηλεκτρονικός



Το αισθητήριο διαθέτει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για τοποθέτηση σε αεραγωγό.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP 42.

Το στέλεχος του αισθητηρίου είναι μία θερμοαντίσταση. Το εύρος του είναι : $-50...80\text{ }^{\circ}\text{C}$, η δε επιτρεπόμενη απόκλιση του αισθητηρίου είναι $\pm 1\%$.

Αισθητήριο θερμοκρασίας αεραγωγού



Το αισθητήριο διαθέτει την κατάλληλη θήκη για την εμφάνιση σε σωλήνα.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP 42.

Το στέλεχος του αισθητηρίου είναι μία θερμοαντίσταση. Το εύρος του είναι : $-30...130\text{ }^{\circ}\text{C}$, η δε επιτρεπόμενη απόκλιση του αισθητηρίου είναι $\pm 1\%$.

Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβάπτισης



Είναι κατάλληλος για τοποθέτηση σε δίκτυο αεραγωγών χαμηλής πίεσης και συνεργασία με σύστημα κεντρικού ελέγχου. Είναι κατάλληλο για επιτήρηση φίλτρων, ανεμιστήρων, ροής αέρα, υπερπίεσης ειδικών χώρων κ.λ.π. Έχει δυνατότητα ρύθμισης τουλάχιστον στις ακόλουθες περιοχές:

- 20 ... 300 Pa
- 50 ... 500 Pa
- 100 ... 1000 Pa

Διακόπτης διαφορικής πίεσης αέρα

Το αισθητήριο συνοδεύεται από τα απαραίτητα εξαρτήματα για τοποθέτηση στον αεραγωγό.



Αισθητήριο πίεσης υγρών

Για την μέτρηση της πίεσης των υγρών χρησιμοποιούνται αναλογικά αισθητήρια πίεσεως, τα οποία είναι κατάλληλα για τοποθέτηση σε σωλήνα.

Δέχονται τροφοδοσία 24VAC και δίνουν έξοδο 0 ... 10VDC για σύνδεσή τους στο κεντρικό σύστημα ελέγχου.

Η περιοχή μέτρησής τους είναι:

- 0...1bar ή
- 0...5bar ή
- 0...10bar έως και
- 0..40bar.

Η δε ακρίβειά τους είναι της τάξεως του 0,5% της κλίμακας.



Αισθητήριο ποιότητας αέρα αεραγωγού

Το αισθητήριο διαθέτει τα απαραίτητα εξαρτήματα για τοποθέτηση σε αεραγωγό.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες θα είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP 54.

Το αισθητήριο τροφοδοτείται με 24Vac και η έξοδός του είναι 0-10Vdc, ανάλογα με την καθαρότητα του μετρούμενου αέρα.



Σύνθετο αισθητήριο θερμοκρασίας - υγρασίας αεραγωγού

Το αισθητήριο διαθέτει τα απαραίτητα εξαρτήματα για τοποθέτηση σε αεραγωγό.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP 54.

Το αισθητήριο τροφοδοτείται με 24Vac και η έξοδός του είναι 0-10Vdc, ανάλογα με το μέγεθος της μετρούμενης θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα.



Αισθητήριο θερμοκρασίας χώρου

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP 30.

Το στέλεχος του αισθητηρίου είναι μία θερμοαντίσταση. Το εύρος του είναι: 0...50 °C



Για την επιτήρηση λειτουργίας των κυκλοφορητών, αντλιών της εν λόγω εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθούν διακόπτες ροής οι οποίοι είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση σε σωλήνα (σύνδεση 1”), διαθέτουν δε γλωσσίδιο με την απαραίτητη ευαισθησία για την ανίχνευση ροής. Το γλωσσίδιο είναι κατασκευασμένο από υλικό κατάλληλο για την χρήση.

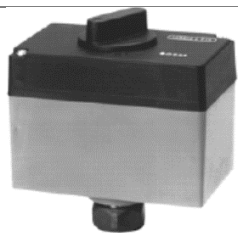
Διαθέτουν μία μεταγωγική επαφή (SPDT) για την σύνδεσή τους στο κεντρικό σύστημα ελέγχου.

Διακόπτης ροής υγρών



Οι κινητήρες διαφραγμάτων είναι προοδευτικής λειτουργίας, περιστροφικοί, κατάλληλοι για επιφάνεια έως 3 τ.μ. (15 Nm). Μπορούν να συνδεθούν σε Σύστημα BMS από το οποίο δέχονται σήμα ελέγχου 0-10 VDC, τροφοδοσία 24Vac, ο δε χρόνος πλήρους περιστροφής τους δεν είναι μεγαλύτερος από 150 sec. Η σύνδεσή τους με το Σύστημα ελέγχου γίνεται μέσω ενός καλωδίου 3x1,5 mm

Κινητήρες διαφραγμάτων



Οι βαλβίδες είναι τύπου έδρας. Το σώμα των βαλβίδων είναι gunmetal ή από χυτοσίδηρο, ενώ το εσωτερικό τους από χρώμιο, νικέλιο και ασάλι.

Οι βαλβίδες διαμέτρου μέχρι και 1 1/2” ίντσες είναι κοχλιωτής σύνδεσης, ενώ οι βαλβίδες διαμέτρου από 2” ίντσες και πάνω, είναι φλαντζωτής σύνδεσης.

Οι κινητήρες των βαλβίδων είναι προοδευτικής λειτουργίας με τάση λειτουργίας 24Vac, και σήμα ελέγχου 0...10VDC

Βαλβίδες ελέγχου

4.3 ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

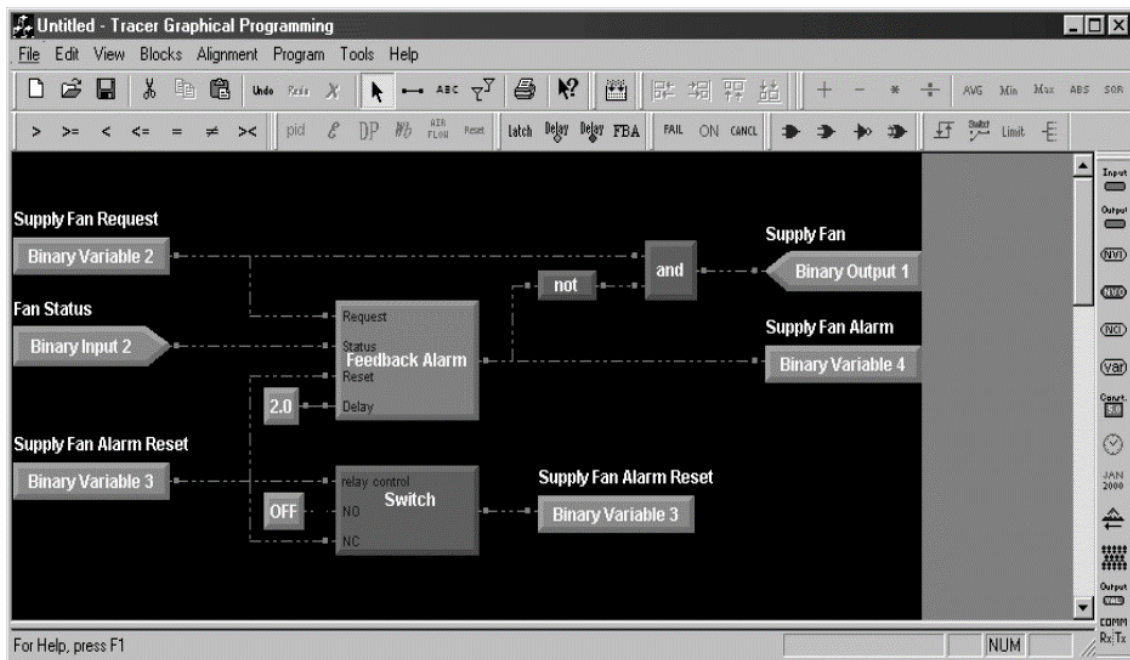
Το σύστημα ελέγχου μπορεί να είναι τόσο απλό όσο ένας θερμοστάτης off /on ή τόσο περίπλοκο όπως ένα σύστημα αυτοματισμού κτιρίου χρησιμοποιώντας δίκτυα BACnet ή LonWorks. Κοινά στοιχεία ελέγχου περιλαμβάνουν αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες υγρασίας, διακόπτες, ενεργοποιητές, κινητήρες, και ελεγκτές. Στο παράδειγμά μας χρησιμοποιούμε ελεγκτή tracer MP580/581 της εταιρίας TRANE ο οποίος είναι ένας ελεγκτής προγραμματιζόμενος και γενικής

χρήσεως συσκευή εισόδων εξόδων. Προσφέρει απευθείας ψηφιακό έλεγχο σε πληθώρα συσκευών κλιματισμού. Διαθέτει 6 αναλογικές εξόδους, 6 ψηφιακές εξόδους και 12 εισόδους οι οποίες μπορούν να είναι είτε αναλογικές είτε ψηφιακές. Τόσο οι εισοδοί όσο και οι έξοδοι δεχονται 0-10Vdc ή 0-20mA. Συχνά οι 0-10Vdc εισοδοί περιλαμβάνουν αισθητήρια ποιότητας εσωτερικού αέρα και αισθητήρια πίεσης, ενώ οι αναλογικές 0-20mA συνήθίζεται να είναι αισθητήρια πίεσης και υγρασίας αέρα.



Εικόνα 24 Ελεγκτής MP580/581

Παρακάτω φαίνεται ένα δείγμα του γραφικού προγραμματισμού που πολλές φορές χρησιμοποιείται με τον συγκεκριμένο ελεγκτή. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι ένα απλό πρόγραμμα το οποίο ελέγχει τη λειτουργία του ανεμιστήρα προσαγωγής μιας κλιματιστικής μονάδας δίνοντας εντολή να ξεκινήσει αν δεν υπάρχει βλάβη είτε από θερμικό είτε από διαφορικό πρεσοστάτη όπως συνήθίζεται.

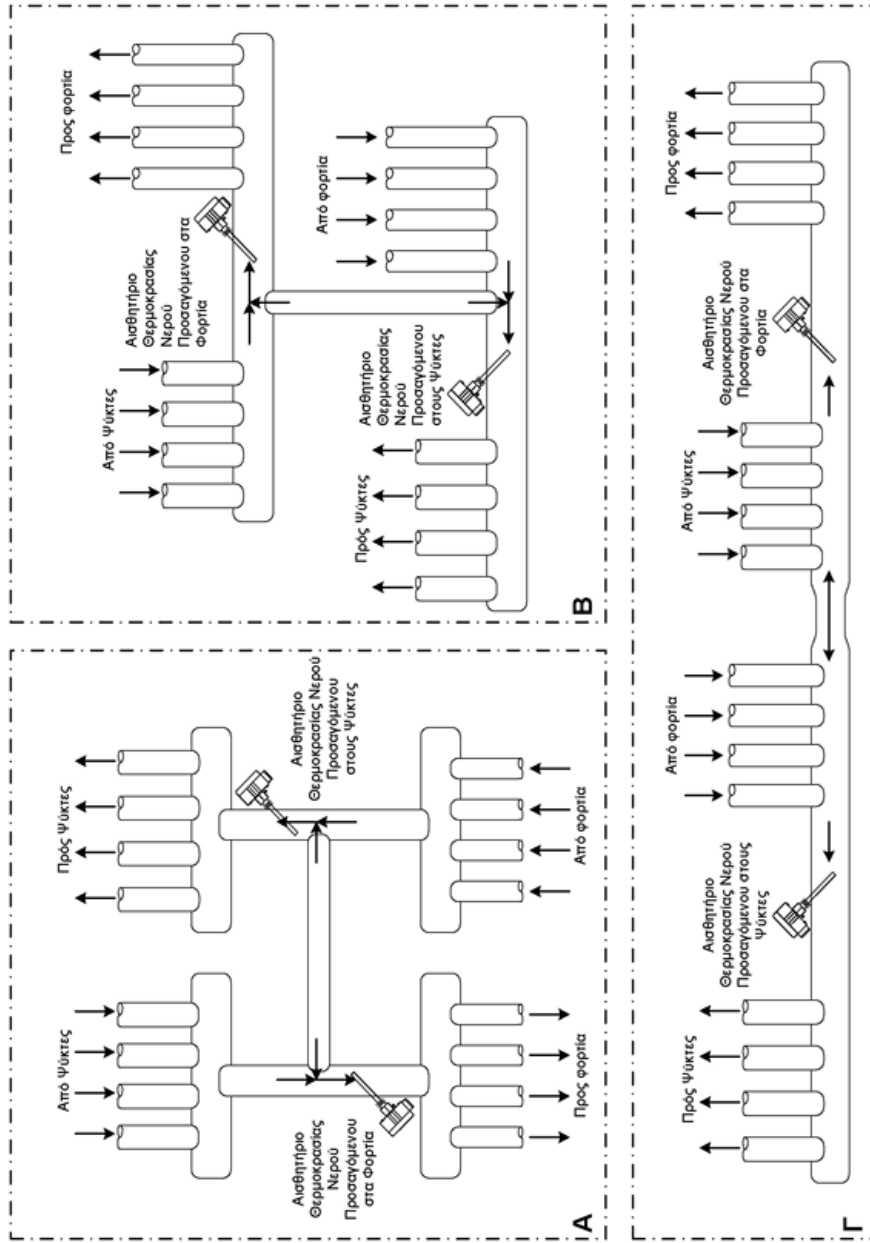


Εικόνα 25 Παράδειγμα γραφικού προγραμματισμού ελεγκτή ΚΚΜ

4.4 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Παρακάτω απεικονίζεται παράδειγμα τυπικού ψυκτικού συγκροτήματος με την καλωδίωση του, τα τυπικά σημεία ελέγχου, διατάξεις συλλεκτών και η σωστή τους θέση καθώς και η σύνδεση του κάθε σημείου μέσα στον πίνακα κίνησης και αυτοματισμού.

Οι σωστές διατάξεις αισθητηρίων και τοποθέτηση τους μέσα στους συλλέκτες παρουσιάζεται στην Εικόνα 26. Παρατηρούμε ότι αισθητήρες θερμοκρασίας τοποθετούνται τόσο για το προσαγόμενο νερό στα φορτία όσο και για το προσαγόμενο νερό στους ψύκτες. Ανάλογα με τη διάταξη (Α, Β, Γ) θα πρέπει να τοποθετείται αισθητήρας θερμοκρασίας νερού μεταξύ συλλεκτών από ψύκτες προς φορτίασε κάθε αγωγό και να τοποθετείται ανάλογα με τη ροή του νερού.



**ΣΩΣΤΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ
 ΚΑΙ
 ΣΩΣΤΕΣ ΘΕΣΕΙΣ
 ΕΜΒΑΠΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ**



Θέμα: Συλλέκτες και αισθητήρια

Έργο DDC 4 - STD

Αρχείο: Typical 2-4 Chiller Sequencer.vsd

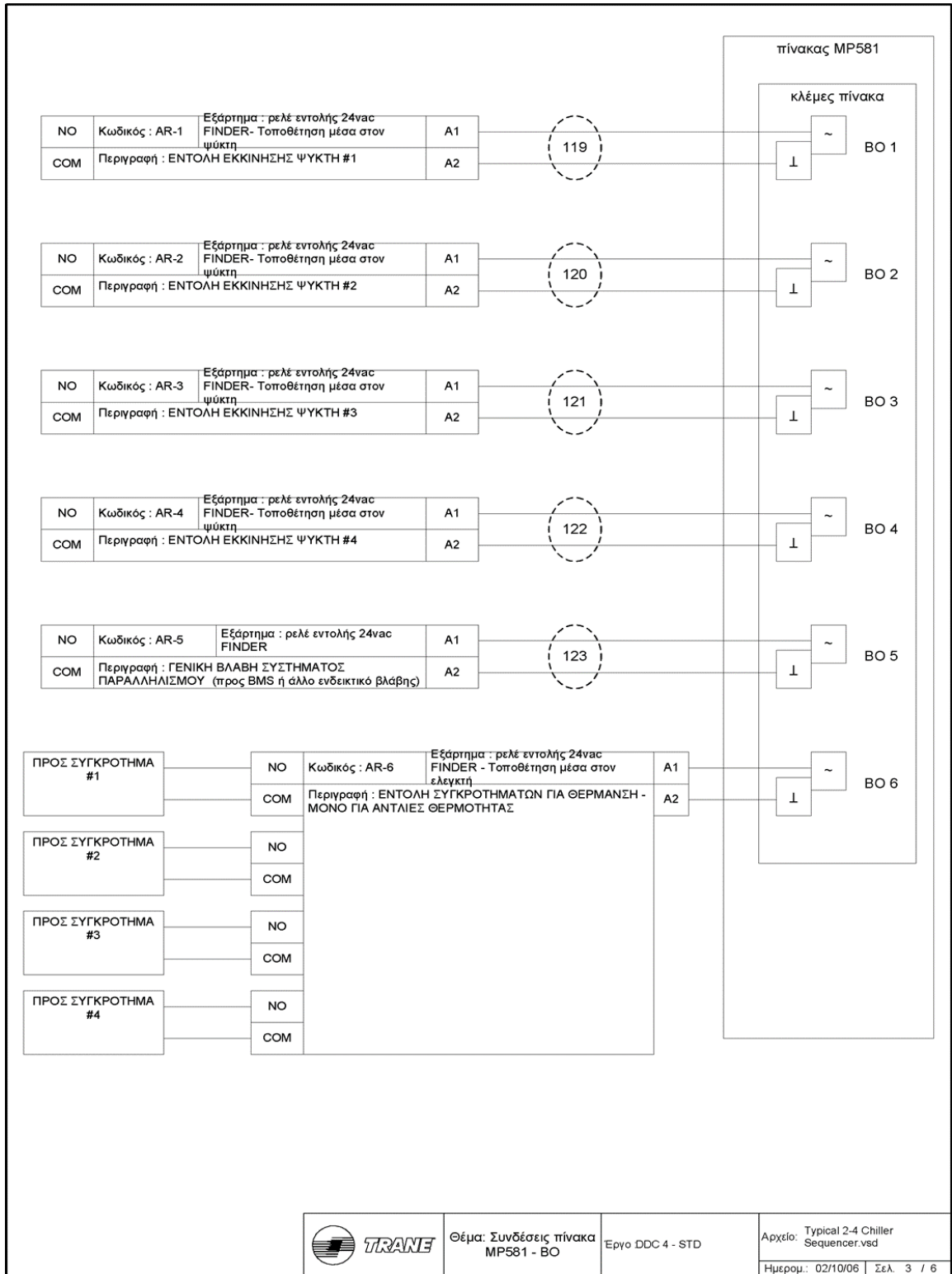
Ημερομηνία: 02/10/06 Σελ. 2 / 6

Εικόνα 26 Σωστές διατάξεις αισθητηρίων και τοποθέτησή τους μέσα στους συλλέκτες

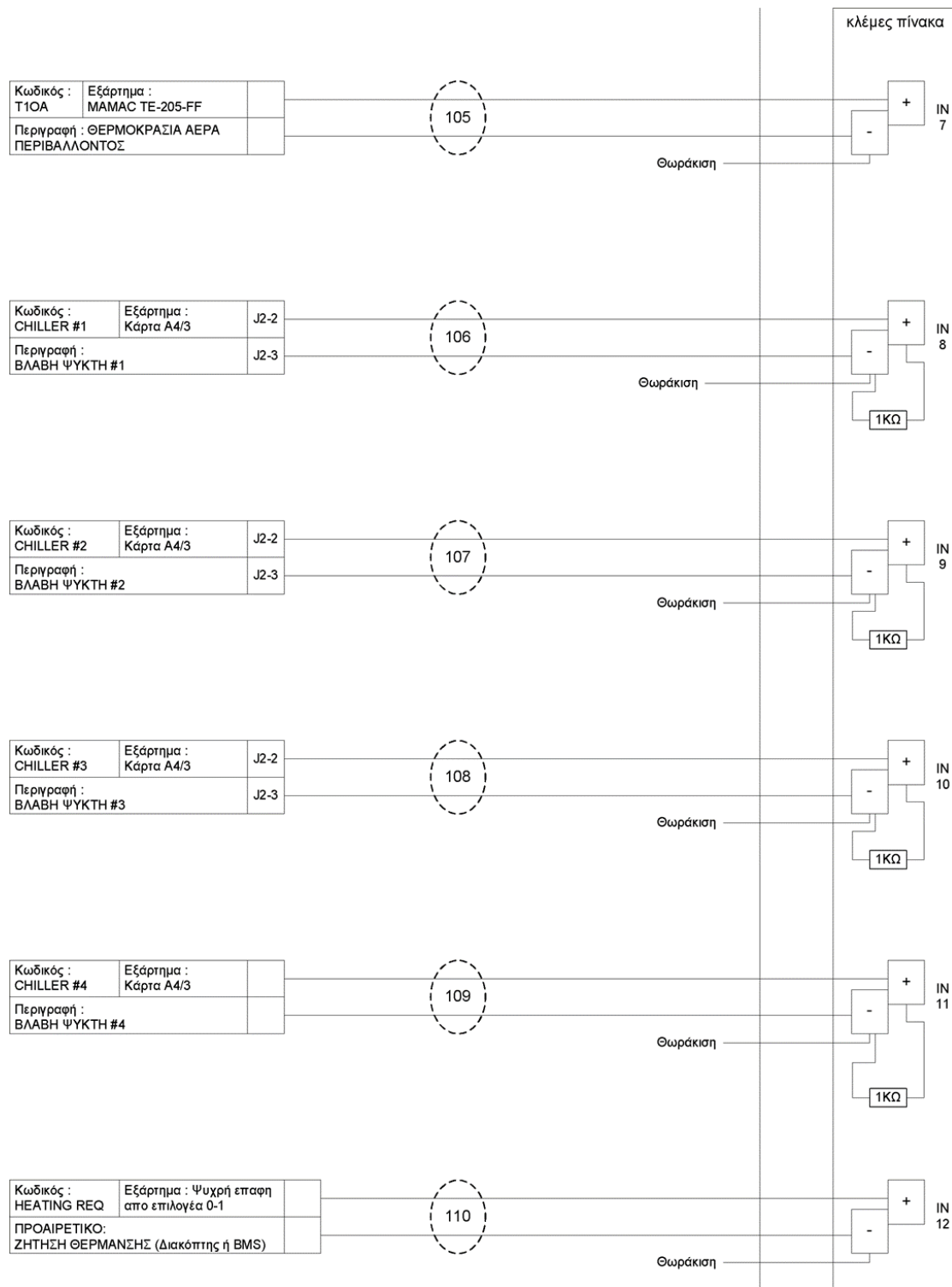
Στη συνέχεια φαίνονται οι συνδέσεις μέσα στους πίνακες κίνησης και αυτοματισμού των καλωδίων και του κάθε σημείου. Στην Εικόνα 27 παρουσιάζεται ο πίνακας του ελεγκτή και τα εξαρτήματα με τα οποία συνδέεται άμεσα. Παρατηρούμε ότι μέσα στους ψύκτες αλλά και στον ελεγκτή τοποθετούνται ρελέ τα οποία μεταφέρουν τις κατάλληλες εντολές. Μέσω του ρελέο ελεγκτής στο συγκεκριμένο μπορεί να δώσει εντολή σε κάθε ψυκτικό συγκρότημα μόνο για θέρμανση. Για να δώσει την εντολή σε κάθε ψυκτικό συγκρότημα, λαμβάνει μέσω του πίνακα πληροφορίες σχετικά με τους ψύκτες. Συγκεκριμένα, αν κάποιος ψύκτης παρουσιάσει πρόβλημα τότε δεν εκκινεί το ανάλογο συγκρότημα. Επίσης, σε περίπτωση βλάβης παραλληλισμού μέσω του ρελέ δίνεται συναγερμός γενικής βλάβης συστήματος που αποστέλλεται προς το BMS ή άλλο ενδεικτικό βλάβης.

Η σύνδεση του συστήματος της ΚΚΜ με το BMS του κτιρίου δίνει τη δυνατότητα ζήτησης θέρμανσης μέσω επιλογέα 0-1 στη κλέμα 12. Ο πίνακας αυτοματισμού λαμβάνει σήματα από τις κάρτες κάθε ψύκτη σχετικά με τυχόν βλάβες (Εικόνα 28). Σε περίπτωση που υπάρχει βλάβη σε κάποιο από τους τέσσερις ψύκτες ο ελεγκτής ενημερώνεται και αποστέλλει σήμα ώστε να σταματήσει τη λειτουργία του ανάλογου συγκροτήματος. Επίσης ο ελεγκτής μέσω του πίνακα (κλέμα 7) λαμβάνει τη θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος από το αντίστοιχο αισθητήριο.

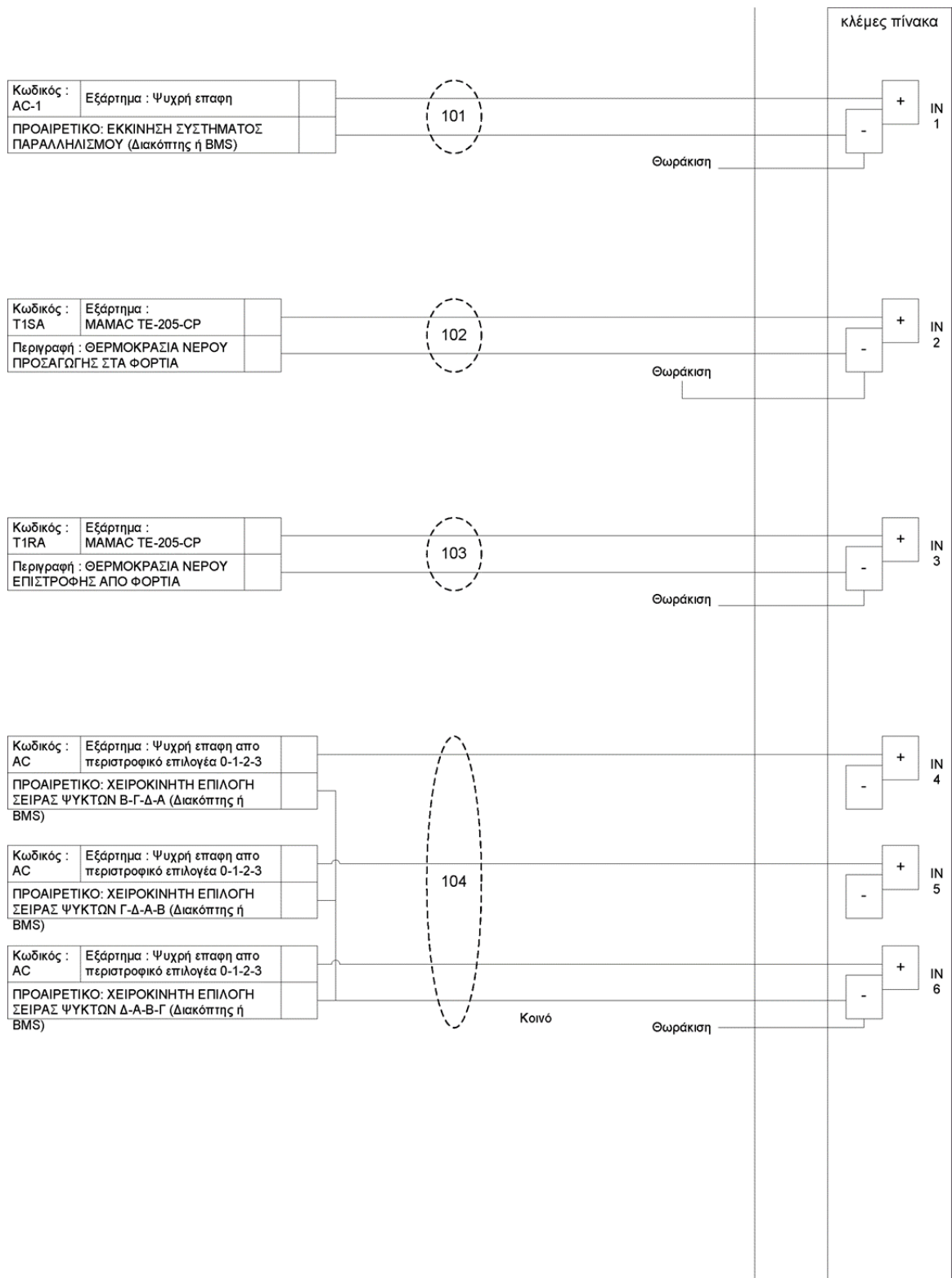
Επίσης ο ελεγκτής λαμβάνει στοιχεία σχετικά με τη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής στα φορτία και τους ψύκτες (Εικόνα 29). Ανάλογα λοιπόν με τα παραπάνω στοιχεία, το σύστημα μέσω του ελεγκτή δίνει την εντολή εκκίνησης του συγκροτήματος ψύξης. Προαιρετικά υπάρχει η δυνατότητα να γίνει χειροκίνητη επιλογή λειτουργίας των ψυκτών σε σειρά αλλά και επιλογής της κατάλληλης σειράς. Επίσης, μέσω του BMS δίνεται και η επιλογή παράλληλης λειτουργία των ψυκτών. Για κάθε μια από τις παραπάνω συνδέσεις ο τύπος και η διάσταση των καλωδίων σύνδεσης δίνονται στον Πίνακα 6.



Εικόνα 270ι συνδέσεις μέσα στον πίνακα του ελεγκτή



Εικόνα 28 Σύνδεση αισθητήρων στον πίνακα αυτοματισμού (1)



Εικόνα 29 Σύνδεση αισθητήρων στον πίνακα αυτοματισμού (2)

Πίνακας 6 Σημεία και καλώδια τυπικού ψυκτικού συγκροτήματος

	ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:	MP-581	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ:	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:	200
			230 VOLT		
	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ				
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ	ΚΑΛΩΔΙΟ	
UIP-01	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΩΝ	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	101
UIP-02	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ	T1 SA	MAMAC TE-205-CP	2 x 1 mm ² LiYCY	102
UIP-03	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ	T1 RA	MAMAC TE-205-CP	2 x 1 mm ² LiYCY	103
UIP-04	ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΨΥΚΤΩΝ (Α-Β-Γ-Δ)	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	104
UIP-05	ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΨΥΚΤΩΝ (Β-Γ-Δ-Α)	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	105
UIP-06	ΕΠΙΛΟΓΕΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΨΥΚΤΩΝ (Γ-Δ-Α-Β)	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	106
UIP-07	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	T1 OA	MAMAC TE-205-FF	2 x 1 mm ² LiYCY	107
UIP-08	ΒΛΑΒΗ ΨΥΚΤΗ NO.1	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	108
UIP-09	ΒΛΑΒΗ ΨΥΚΤΗ NO.2	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	109
UIP-10	ΒΛΑΒΗ ΨΥΚΤΗ NO.3	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	110
UIP-11	ΒΛΑΒΗ ΨΥΚΤΗ NO.4	AC		2 x 1 mm ² LiYCY	111
UIP-12					112
AOP-01	RESET SETPOINT CHILLER 1	CHL-1		2 x 1 mm ² LiYCY	113
AOP-02	RESET SETPOINT CHILLER 2	CHL-2		2 x 1 mm ² LiYCY	114
AOP-03	RESET SETPOINT CHILLER 3	CHL-3		2 x 1 mm ² LiYCY	115
AOP-04	RESET SETPOINT CHILLER 4	CHL-4		2 x 1 mm ² LiYCY	116
AOP-05					117
AOP-06					118
BOF-01	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΨΥΚΤΗ 1	AR	FINDER	2 x 1 ευκαμπτο	119
BOF-02	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΨΥΚΤΗ 2	AR	FINDER	2 x 1 ευκαμπτο	120
BOF-03	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΨΥΚΤΗ 3	AR	FINDER	2 x 1 ευκαμπτο	121
BOF-04	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΨΥΚΤΗ 4	AR	FINDER	2 x 1 ευκαμπτο	122
BOF-05	ΓΕΝΙΚΗ ΒΛΑΒΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΥ	AR	FINDER	2 x 1 ευκαμπτο	123
BOF-06					124

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρόλος του BMS »είναι να διευκολύνει τη λειτουργία και την αξιολόγηση ενός κτιρίου με στόχο τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας όσο και την άνεση των χρηστών του κτιρίου. Βοηθά στον έλεγχο των διαφόρων παραμέτρων σχεδιασμού του κτιρίου, καθώς και με την καταγραφή δεδομένων λειτουργίας και πρόσληψης άλλων σημαντικών πληροφοριών. Όταν ενσωματωθεί με διάφορα συστήματα του κτιρίου, όπως συστήματα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού (HVAC), συστήματα ελέγχου πρόσβασης ασφαλείας και φωτισμού, μπορεί να επιτευχθεί βέλτιστη ενεργειακή απόδοση και διαχείρισης του κτιρίου.

Ένα BMS αποτελείται από αισθητήρες, ελεγκτές – μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και / ή τον έλεγχο του εξοπλισμού, των συστημάτων και των περιοχών στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα είναι ο καλός έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών άνεσης, η δυνατότητα ελέγχου μεμονωμένων χώρων, η αποτελεσματική παρακολούθηση και στόχευση της κατανάλωσης ενέργειας, η βελτιωμένη αξιοπιστία, η αποτελεσματική απόκριση σε βλάβες του συστήματος θέρμανσης και ψύξης, η εξοικονόμηση χρόνου και κόστους για τη συντήρηση, το υψηλό επίπεδο συνθηκών άνεσης, η δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης του συστήματος, η καλή συνεργασία με αντλίες θερμότητας και άλλα συστήματα που αξιοποιούν φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας, καθώς και ο κεντρικός και εξ αποστάσεως έλεγχος και παρακολούθηση του κτιρίου.

Η εφαρμογή που παρουσιάστηκε σχετικά με τον έλεγχο ψυκτικού συγκροτήματος αποτελεί ένα απλό παράδειγμα συστήματος ελέγχου που εστιάζει στη καταγραφή βλάβης ή λειτουργίας υπό επικίνδυνες για το σύστημα συνθήκες. Αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου συστήματος διαχείρισης του κτιρίου, το οποίο καθορίζει τη ζήτηση θερμότητας και τον τρόπο λειτουργίας των μονάδων μέσω του πίνακα ελέγχου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EU, 2005. Energy and Transport Statistics 2005, EC. Brussels, Belgium.
Available at:
http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/doc/2005/eti...

OECD, 2003. Environmentally sustainable buildings: Challenges and Policies.
Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/23/17/8887401.pdf>

IEA, 2006. Light's labours lost, OECD/International Energy Agency, Paris, France.

IEA, 1997. Technical Synthesis Report: A Summary of Annexes 16 & 17 Building Energy Management Systems. Energy Conservation in Buildings and Community Systems. Retrieved 2nd of November 2010 from:
<http://www.ecbcs.org/annexes/annex17.htm>WELL

ASHRAE handbook. 2008. Heating, ventilating, and air-conditioning systems and equipment (Inch-Pound ed.). Atlanta, Ga.: ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

TRANE S.A.

TREND

JOHNSON CONTROLS

ZARIFOPOULOS

HONEYWELL