



Πολυτεχνείο
Κρήτης

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ BMS ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΥ
ΤΕΠΑΚ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΤΣΗΓΙΩΡΓΗΣ

Επιβλέπων: Πουλιέζος Αναστάσιος
Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης

ΧΑΝΙΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 2014

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και παρουσίαση όλων των φάσεων της δημιουργίας του συστήματος διαχείρισης κτιρίων BMS που εγκαταστάθηκε στα νέα εργαστήρια της σχολής “Μηχανολόγων μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών” του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Κύριος σκοπός της εγκατάστασης του συγκεκριμένου συστήματος BMS είναι ο έλεγχος της μηχανολογικής εγκατάστασης του κτιρίου η οποία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τρεις ψύκτες απορρόφησης με στόχο την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη κάλυψη των αναγκών της κτιριακής εγκατάστασης σε ψύξη κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει τις βασικές αρχές λειτουργίας και δυνατότητες του συστήματος BMS Desigo της Siemens που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και να αναλύσει όλη τη διαδικασία υλοποίησης του συγκεκριμένου συστήματος από την φάση λήψεως των προδιαγραφών μέχρι και την ολοκλήρωση του. Δίνεται έμφαση στα στάδια του σχεδιασμού του συστήματος, του προγραμματισμού των διαφόρων σεναρίων λειτουργίας του και της θέσης του σε λειτουργία. Επίσης παρουσιάζονται οι μετρήσεις που λήφθηκαν από το σύστημα σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας της εγκατάστασης.

Περιεχόμενα

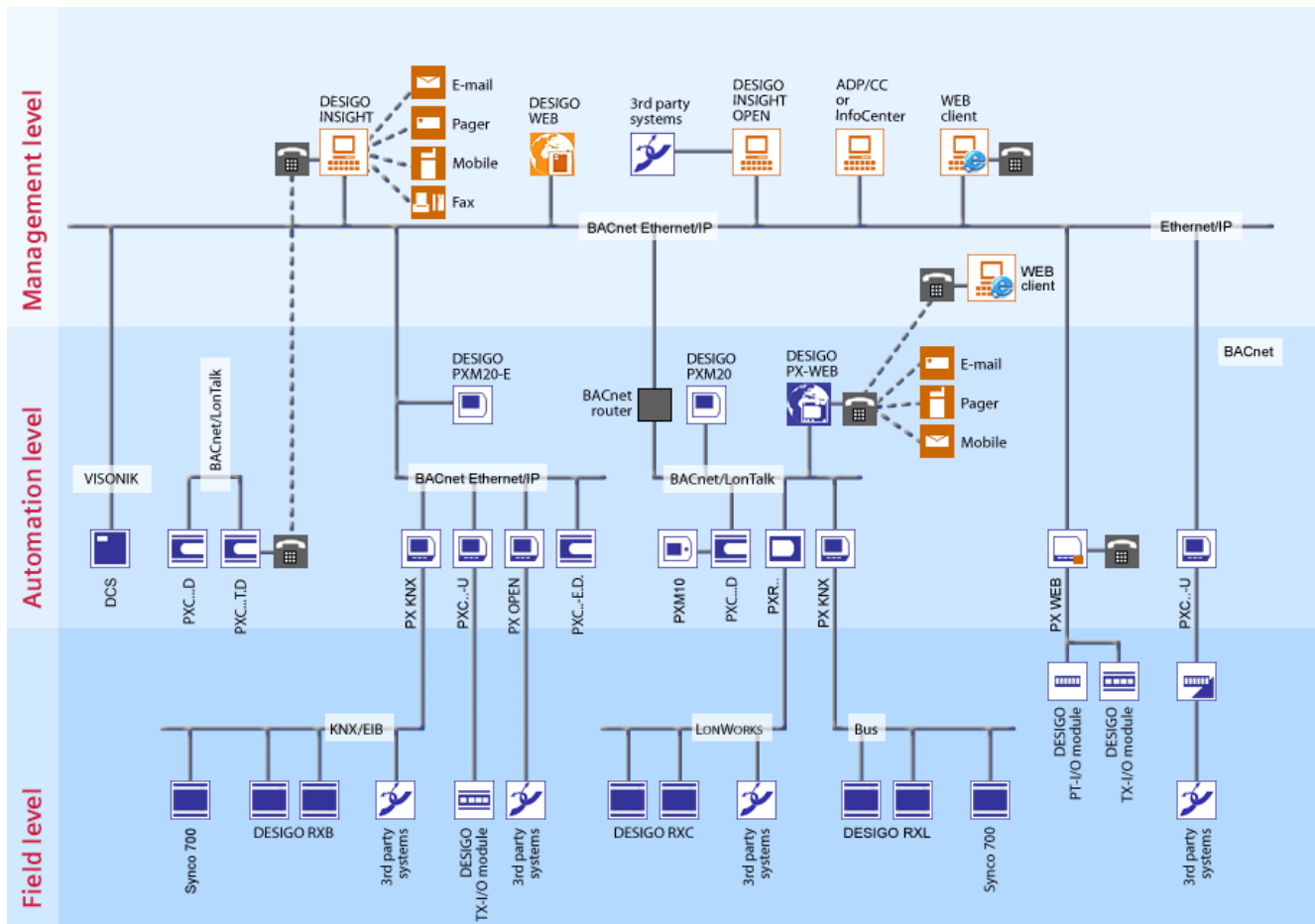
Περίληψη.....	2
Περιεχόμενα.....	3
1. Γενική περιγραφή συστήματος BMS Desigo	5
1.1 Επίπεδα ιεράρχησης συστήματος	6
1.2 Κατανομή λειτουργιών του συστήματος	8
1.2.1 Λειτουργίες στο επίπεδο διαχείρισης.....	9
1.2.2 Λειτουργίες στο επίπεδο αυτοματισμού	9
1.2.3 Λειτουργίες στο επίπεδο τοπικού ελέγχου	11
1.3 Αρχές επικοινωνίας	12
1.3.1 Δίκτυο στο επίπεδο διαχείρισης και αυτοματισμού	12
1.3.2 Δίκτυο στο επίπεδο τοπικού ελέγχου	16
1.4 Desigo Insight	17
1.4.1 Τύποι εγκατάστασης	17
1.4.2 Περιβάλλον χρήστη	19
1.5 Desigo Xworks Plus	26
2. Μηχανολογική μελέτη έργου	38
2.1 Κεντρικό ηλιακό σύστημα	38
2.2 Σύστημα ψυκτών απορρόφησης	39
2.3 Ψύξη με τη χρήση υπογείων υδάτων	40
2.4 Σύστημα λεβήτων	2
2.5 Δίκτυο κεντρικών και τοπικών κλιματιστικών μονάδων και μονάδων εξαερισμού	41
2.6 Αντλίες	45
3. Σχεδιασμός συστήματος	49
3.1 Βασικά στάδια υλοποίησης συστήματος BMS	49
3.2 Σχεδιασμός συστήματος BMS ΤΕΠΑΚ	51
3.3 Κατανομή σημείων συστήματος	55
3.3.1 Φυσικά σημεία συστήματος	58
3.3.2 Σημεία που λαμβάνονται μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας	74
3.4 Ελεγκτές συστήματος	79
3.5 Περιφερειακά υλικά συστήματος	88
3.6 Βαλβίδες συστήματος	102

3.7	Επιλογή βαλβίδων ελέγχου	114
4.	Δημιουργία προγραμμάτων συστήματος	118
4.1	Δημιουργία προγραμμάτων στο Xworks Plus	118
4.2	Διαδικασία εισαγωγής συσκευών στο σύστημα Desigo μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Lonworks	156
4.3	Δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος του Desigo Insight	159
5.	Παρουσίαση μετρήσεων συστήματος	162
5.1	Περίοδος θέρμανσης	162
5.2	Περίοδος Ψύξης	169
5.3	Αξιολόγηση μετρήσεων - Συμπεράσματα	178
	Βιβλιογραφία.....	182

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS DESIGO

Το σύστημα Desigo της Siemens αποτελείται από μια οικογένεια αυτομάτων ελεγκτών (σταθμών αυτοματισμού) που μπορούν να προγραμματιστούν ελεύθερα και καλύπτουν όλο το εύρος των κτιριακών εφαρμογών. Λειτουργίες όπως η διαχείριση βλαβών του συστήματος (alarm management), ο χρονικός προγραμματισμός εφαρμογών (time scheduling) και η ικανότητα παρακολούθησης και καταγραφής των τάσεων του συστήματος (trend logging) συνδυασμένα με μια μεγάλη ποικιλία περίπλοκων συναρτήσεων ελέγχου και εντολών προγραμματισμού κάνουν το Desigo ένα ιδιαίτερα ευέλικτο σύστημα ελέγχου που αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα στην λειτουργία μιας κτιριακής εγκατάστασης.

Το σύστημα Desigo μπορεί να ιεραρχηθεί σε τρία επίπεδα σύμφωνα και με τα ευρωπαϊκά πρότυπα τυποποίησης. Αυτά είναι το επίπεδο διαχείρισης του συστήματος (management level), το επίπεδο αυτοματισμού (automation level) και το επίπεδο τοπικού ελέγχου (field level). Τα επίπεδα αυτά καθορίζονται περισσότερο από το εύρος των λειτουργιών σε κάθε επίπεδο και λιγότερο από τα διάφορα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο σύστημα. Η κατανομή της υπολογιστικής νοημοσύνης μέσα στο σύστημα έχει ως πλεονέκτημα το κάθε επίπεδο να μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα.



Σχήμα 1: Επίπεδα ιεράρχησης συστήματος

1.1 ΕΠΙΠΕΔΑ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τον χειρισμό και τον έλεγχο της λειτουργίας του τεχνικού εξοπλισμού του κτιρίου. Σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνονται η καταγραφή, αποθήκευση και περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από το σύστημα. Για αυτές τις λειτουργίες χρησιμοποιείται ηλεκτρονικός υπολογιστής ως σταθμός διαχείρισης του συστήματος (management station) στον οποίο έχει εγκατασταθεί το λογισμικό Desigo Insight. Το γραφικό περιβάλλον του Desigo Insight δημιουργείται με βάση τις ανάγκες και απαιτήσεις του χειριστή του συστήματος ώστε η χρήση του να είναι όσο το δυνατόν πιο απλή και αποτελεσματική. Ο σταθμός διαχείρισης υποστηρίζει μια σειρά από εφαρμογές που συμπεριλαμβάνουν τη δημιουργία αναφορών για την εγκατάσταση (Plant Reports), τη παρακολούθηση και καταγραφή συγκεκριμένων τιμών του συστήματος (Trends), την επεξεργασία των προβλημάτων του συστήματος (Alarm Management) και τον χρονικό προγραμματισμό διαδικασιών (Time Scheduling).

ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σε αυτό το επίπεδο τα διάφορα συστήματα του κτιρίου ελέγχονται και παρακολουθούνται από τους ελεύθερα προγραμματίσιμους σταθμούς αυτοματισμού (Ελεγκτές) PX. Σε μια τυπική εγκατάσταση όλο το εύρος των εφαρμογών του κτιρίου κατανέμεται σε ένα αριθμό ελεγκτών, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας. Οι ελεγκτές είναι ενωμένοι μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα δίκτυο με επίπεδη τοπολογία (flat topology) για ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους και για επικοινωνία με μονάδες ελέγχου αλλά και με το επίπεδο διαχείρισης. Όλοι οι ελεγκτές στο δίκτυο είναι ισοδύναμοι και ο καθένας μπορεί να προκαλέσει ή να εκτελέσει μία εργασία επικοινωνίας σε κάθε στιγμή.

Το επίπεδο διαχείρισης επικοινωνεί με το επίπεδο αυτοματισμού μέσω του πρωτόκολλου BACnet χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση κάποιου data server ή gateway. Αυτή η ιδιότητα μας δίνει τη δυνατότητα να ενώσουμε το σταθμό διαχείρισης του συστήματος απευθείας στο δίκτυο των ελεγκτών. Αν σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε το Ethernet/IP ως μέσο επικοινωνίας το υφιστάμενο δίκτυο του κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικοινωνία του σταθμού διαχείρισης με το δίκτυο των ελεγκτών ή ακόμη και για την επικοινωνία των ελεγκτών μεταξύ τους.

Οι σταθμοί αυτοματισμού συλλέγουν τις πληροφορίες από την κτιριακή εγκατάσταση μέσω αναλογικών και ψηφιακών εισόδων (AI, BI) και δίνουν τα σήματα ελέγχου μέσω αναλογικών και ψηφιακών εξόδων (AO, BO). Οι φυσικές εισοδοι και έξοδοι βρίσκονται είτε απευθείας πάνω στους σταθμούς αυτοματισμού (compact series) είτε πάνω σε υπό-μονάδες που ενώνονται στους σταθμούς αυτοματισμού (modular series).

Το βασικό εργαλείο για το προγραμματισμό και τη ρύθμιση των σταθμών αυτοματισμού PX είναι το Desigo Xworks Plus.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στο επίπεδο τοπικού ελέγχου περιλαμβάνονται όλες οι συσκευές που είναι υπεύθυνες για τον χειρισμό των εφαρμογών που γίνονται τοπικά μέσα σε ένα χώρο. Το σύστημα Desigo επικοινωνεί με τις συσκευές τοπικού ελέγχου με τα εξής πρωτόκολλα επικοινωνίας:

- LONWORKS technology
- Konnex/EIB

Το Desigo επίσης υποστηρίζει τον δικό του δίαυλο επικοινωνίας (field bus) για τους ελεγκτές RXL. Η σύνδεση με το επίπεδο αυτοματισμού γίνεται μέσω του ελεγκτή PX KNX.

LONWORKS technology

Οι ελεγκτές δωματίου RXC είναι κατάλληλοι για τον έλεγχο των συνθηκών κλιματισμού σε διακριτά δωμάτια. Μπορούν να προγραμματιστούν για συγκεκριμένες εφαρμογές και χρησιμοποιούν την τεχνολογία LONWORKS για την ανταλλαγή των δεδομένων. Υπάρχουν διαθέσιμες συμβατές συσκευές δωματίου (QAX) για τον χειρισμό των ελεγκτών αυτών.

Οι ελεγκτές συστήματος PXC00...D σε συνδυασμό με τις κάρτες επέκτασης PXX-L11/L12 συνδέουν τις συσκευές αυτές με το επίπεδο αυτοματισμού και ως εκ τούτου με το επίπεδο διαχείρισης και εκτελούν τις ενέργειες ελέγχου και συντονισμού τους (ομαδοποίηση, χειρισμός βάσει χρονοπρογράμματος, ανταλλαγή πληροφοριών κτλ.)

Η επικοινωνία μέσω του πρωτοκόλλου LONWORKS (ή απλά Lon) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύκολη σύνδεση και έλεγχο συσκευών του δωματίου όπως φωτισμός, ρυθμιζόμενες κουρτίνες κτλ.

Το βασικό εργαλείο για το προγραμματισμό και τη ρύθμιση των ελεγκτών LONWORKS στο επίπεδο τοπικού ελέγχου είναι το Desigo RXT.

KONNEX / EIB

Οι ελεγκτές δωματίου RXB είναι όπως και οι RXC υπεύθυνοι για τον έλεγχο των συνθηκών κλιματισμού σε ένα δωμάτιο. Προγραμματίζονται για συγκεκριμένες εφαρμογές και συνδέονται μεταξύ τους με το πρωτόκολλο επικοινωνίας KNX S-mode (EIB).

Οι ελεγκτές συστήματος PX KNX (PXC00-U+ PXA30-K11) είναι υπεύθυνοι για τη σύνδεση των ελεγκτών αυτών με το επίπεδο αυτοματισμού καθώς και για τον έλεγχο και συντονισμό τους.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας Konnex/EIB μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του φωτισμού και των κουρτινών.

DESIGO TX-I/O Modules

Οι υπό-μονάδες TX-I/O αποτελούν ουσιαστικά ένα εναλλακτικό μέσο σύνδεσης συσκευών και αισθητήρων που υπάρχουν στο τοπικό επίπεδο με το επίπεδο αυτοματισμού. Συνδέονται με τους σταθμούς αυτοματισμού PXC64-U και PXC128-U μέσω του P-Bus ή εναλλακτικά με τους σταθμούς αυτοματισμού PXC100...D και PXC200...D μέσω του island bus και έτσι δίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης τους σε εφαρμογές ανάλογες με των υπολοίπων σταθμών αυτοματισμού. Καλύπτουν όλο το εύρος των σημείων που καλύπτουν και οι σταθμοί αυτοματισμού και έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν μεταξύ τους σε σειρά. Αυτή η ιδιότητα, σε συνδυασμό με το μικρό τους μέγεθος τους καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμους σε περίπτωση που σε ένα σημείο (γεωγραφικά) υπάρχει μεγάλος όγκος εισόδων και εξόδων.

1.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι διάφορες λειτουργίες του κτιρίου εκτελούνται στους σταθμούς αυτοματισμού PX. Οι λειτουργίες αυτές περιλαμβάνουν τις μετρήσεις και τον έλεγχο της κτιριακής εγκατάστασης αλλά και λειτουργίες του συστήματος όπως την παρακολούθηση των βλαβών (alarm monitoring) και αναφορά γεγονότων (event reporting), έλεγχο με βάση ημερολόγιο και εβδομαδιαία προγράμματα, το συγχρονισμό της ώρας και την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στους ελεγκτές. Όλο το εύρος των λειτουργιών μπορεί να κατανεμηθεί με διάφορους τρόπους:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

- Οι λειτουργίες που είναι σχετικές με τον έλεγχο του τεχνικού εξοπλισμού του κτιρίου μπορούν να κατανεμηθούν σε διάφορους ελεγκτές.
- Είναι επίσης εφικτό όμως ένας σταθμός αυτοματισμού να ελέγχει διάφορα μέρη του τεχνικού εξοπλισμού του κτιρίου.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Οι λειτουργίες του συστήματος μπορούν να επηρεάζουν ένα η περισσότερα μέρη του τεχνικού εξοπλισμού του κτιρίου. Αυτές οι λειτουργίες όμως πρέπει να καθοριστούν στην διάρκεια της δημιουργίας της εφαρμογής. Άλλες λειτουργίες αφορούν όλο το σύστημα, υπάρχουν όμως λειτουργίες που είναι τοπικές και αφορούν μόνο τον ελεγκτή στον οποίο εκτελούνται.
- Συγκεκριμένες λειτουργίες του συστήματος (όπως ο συγχρονισμός της ώρας, ο έλεγχος λειτουργίας των ελεγκτών και η διανομή πληροφορίας μέσα στο σύστημα) εκτελούνται από συγκεκριμένο σταθμό αυτοματισμού, τον κύριο εξυπηρετητή (primary server). Αυτός ορίζεται κατά τη διάρκεια της θέσης του συστήματος σε λειτουργία και μπορεί να είναι οποιοσδήποτε ελεγκτής του συστήματος. Όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί αυτοματισμού του συστήματος είναι εφεδρικοί εξυπηρετητές (backup servers). Οι εφεδρικοί εξυπηρετητές μπορούν να διαγνώσουν ότι ο κύριος εξυπηρετητής βρίσκεται εκτός λειτουργίας και αντίστροφα. Αν ο κύριος εξυπηρετητής τεθεί εκτός λειτουργίας τότε κάποιος

άλλος ελεγκτής ορίζεται αυτομάτως ως κύριος εξυπηρετητής Σε κάθε περίπτωση μεταδίδεται ένα μήνυμα που αναφέρει τη βλάβη (alarm message).

Η κατανομή των διάφορων λειτουργιών αποφασίζεται από τον αρμόδιο μηχανικό κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της δημιουργίας του συστήματος. Εκτός από τη διαρρύθμιση του τεχνικού εξοπλισμού μέσα στο κτίριο και τη λειτουργία του ο υπεύθυνος μηχανικός πρέπει να λάβει υπόψη και τα ακόλουθα κριτήρια:

- Αυτονομία και ασφάλεια σε περίπτωση βλάβης των σταθμών αυτοματισμού και του δικτύου.
- Αντιμετώπιση της πιθανής υπερφόρτωσης του δικτύου λόγω της υπερβολικής ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των ελεγκτών.
- Αντιμετώπιση της πιθανής υπερφόρτωσης των σταθμών αυτοματισμού.

1.2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Οι κύριες λειτουργίες αυτού του επιπέδου είναι ο χειρισμός και η παρακολούθηση της εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων:

- Γραφικός χειρισμός της εγκατάστασης
- Δημιουργία και μεταφορά των μηνυμάτων βλάβης (alarms) από όλο το σύστημα
- Συντήρηση δεδομένων μακράς διάρκειας
- Αποθήκευση και γραφική απεικόνιση των τάσεων του συστήματος
- Γραφική απεικόνιση και χειρισμός των χρονοδιαγραμμάτων
- Απεικόνιση και δυνατότητα διαφοροποίησης των παραμέτρων (data objects) του προγράμματος που εκτελείται από τους ελεγκτές
- Δημιουργία αναφορών (Report functions)
- Μακροπρόθεσμη ανάλυση των καταγεγραμμένων δεδομένων με το πρόγραμμα ADP/CC
- Κεντρικός χειρισμός της ώρας και του ημερολογίου
- Καθορισμός των αντιδράσεων του συστήματος βάσει συγκεκριμένων γεγονότων

1.2.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι λειτουργίες των σταθμών αυτοματισμού PXC και των ελεγκτών PXC00...D και PXC00-U συνοψίζονται ως εξής:

ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ PXC...D

Οι σταθμοί αυτοματισμού που είναι υπεύθυνοι για την κύρια εγκατάσταση εκτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Μέτρηση, έλεγχος και η σχετική επεξεργασία των σημάτων εισόδου και εξόδου
- Καταγραφή των τάσεων συγκεκριμένων τιμών του συστήματος
- Παρακολούθηση παραμέτρων του προγράμματος και παραγωγή μηνυμάτων βλάβης (alarms)

- Διανομή και βεβαίωση λήψης των μηνυμάτων βλάβης
- Αποθήκευση των μηνυμάτων βλάβης
- Επαναφορά των βλαβών
- Τήρηση ημερολογίου και εκτέλεση εβδομαδιαίων προγραμμάτων
- Ανταλλαγή δεδομένων με δέκτες (clients) και άλλους σταθμούς αυτοματισμού
- Αντιγραφή των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των ελεγκτών για διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος
- Ανάλυση των αναφορών σε άλλους σταθμούς αυτοματισμού
- Συντονισμός μεταξύ PXC, PXC...D και PXC...U
- Παρακολούθηση μεταβλητών του συστήματος για αλλαγές στην τιμή τους
- Κοινοποίηση στους δέκτες (clients) για αλλαγές σε τιμές του συστήματος
- Εκτέλεση ελέγχου για τη σωστή λειτουργία όλων των συσκευών του δικτύου (Life Check Function)
- Παρακολούθηση της λειτουργίας των συσκευών και του λογισμικού και παραγωγή μηνύματος όταν ανιχνευτεί βλάβη
- Διανομή των μηνυμάτων
- Συγχρονισμός της ώρας και αυτόματη αλλαγή της.
- Διάφορες διαδικασίες αντιμετώπισης βλαβών
- Δυνατότητα ολοκλήρωσης με το Desigo Insight
- Δυνατότητα χειρισμού μέσω PX-WEB (μέσω διαδικτύου)

ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PXC00...D

Οι ελεγκτές συστήματος PXC00...D σε συνδυασμό με τις κάρτες επέκτασης PXX-L11/L12 εκτελούν τις ίδιες λειτουργίες που εκτελούν και οι σταθμοί αυτοματισμού PXC εκτός από τη μέτρηση και τον έλεγχο των σημάτων εισόδου και εξόδου. Επιπρόσθετα εκτελούν τα ακόλουθα:

- Συγκέντρωση των δεδομένων από τους τοπικούς ελεγκτές σε επίπεδο δωματίου (RXC) και μεταφορά τους στο επίπεδο αυτοματισμού
- Αντιστοίχιση των εφαρμογών RXC στο επίπεδο BACnet για παρακολούθηση και έλεγχο
- Εφαρμογή λειτουργιών υψηλότερου επιπέδου για διαχείριση των λειτουργιών σε επίπεδο δωματίου (Ομαδοποίηση και δημιουργία ζωνών, καθώς και εφαρμογή λειτουργιών του συστήματος όπως η αντιστάθμιση και η εναλλαγή από καλοκαιρινή σε χειμερινή λειτουργία)
- Έλεγχος και παρακολούθηση συσκευών τρίτων κατασκευαστών που είναι συμβατές με το πρωτόκολλο Lonworks

ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PXC00-U

Οι ελεγκτές συστήματος PXC00-U επίσης εκτελούν τις ίδιες λειτουργίες που εκτελούν και οι σταθμοί αυτοματισμού PXC εκτός από τη μέτρηση και τον έλεγχο των σημάτων εισόδου και εξόδου. Ανάλογα με την κάρτα επέκτασης που τοποθετείται στο εσωτερικό του ελεγκτή εκτελούν επιπρόσθετα τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Με τη χρήση της κάρτας PXA30-K11 ο ελεγκτής PXC00-U συνδέει τους τοπικούς ελεγκτές RXB και RXL με το υπόλοιπο σύστημα και εκτελεί τις αντίστοιχες λειτουργίες με τον PXC00...D στην περίπτωση των τοπικών ελεγκτών RXC. Επίσης με τη χρήση αυτής της κάρτας ο PXC00-U μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση με συσκευές ή συστήματα τρίτων κατασκευαστών που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο KNX.
- Με τη χρήση της κάρτας PXA30-RS... ο ελεγκτής PXC00-U χρησιμοποιείται επίσης για την ολοκλήρωση συσκευών τρίτων κατασκευαστών που χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα Modbus, M-bus και SCL.

1.2.3ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Οι λειτουργίες του κτιρίου για ένα μεμονωμένο δωμάτιο εκτελούνται στο τοπικό επίπεδο με τη χρήση των ελεγκτών RXC, RXB και RXL. Οι κύριες λειτουργίες τους είναι οι εξής:

- Μπορούν να εκτελέσουν έτοιμες τυπικές εφαρμογές που αφορούν μεμονωμένες συσκευές όπως συστήματα fan-coil, ραδιατέρ, συστήματα VAV κ.τ.λ. Οι εφαρμογές αυτές έχουν μια σειρά από ρυθμιζόμενες παραμέτρους που παρέχουν μια σχετική ευελιξία στον προγραμματισμό τους.
- Σήματα συντονισμού ανταλλάσσονται με το επιπέδου αυτοματισμού μέσω των αντίστοιχων ελεγκτών συστήματος. Έτσι διασφαλίζεται ότι οι λειτουργίες δωματίου και οι κύριες λειτουργίες της κτιριακής εγκατάστασης συντονίζονται μεταξύ τους.
- Οι ελεγκτές συστήματος που είναι υπεύθυνοι για την σύνδεση των ελεγκτών αυτών με το υπόλοιπο σύστημα εκτελούν και άλλες λειτουργίες όπως την ομαδοποίηση τους και την ανταλλαγή δεδομένων με τους σταθμούς αυτοματισμού PXC.
- Στην περίπτωση των ελεγκτών RXC υπάρχουν επιπρόσθετες εφαρμογές που αφορούν τον φωτισμό και τις κουρτίνες.

1.3 ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

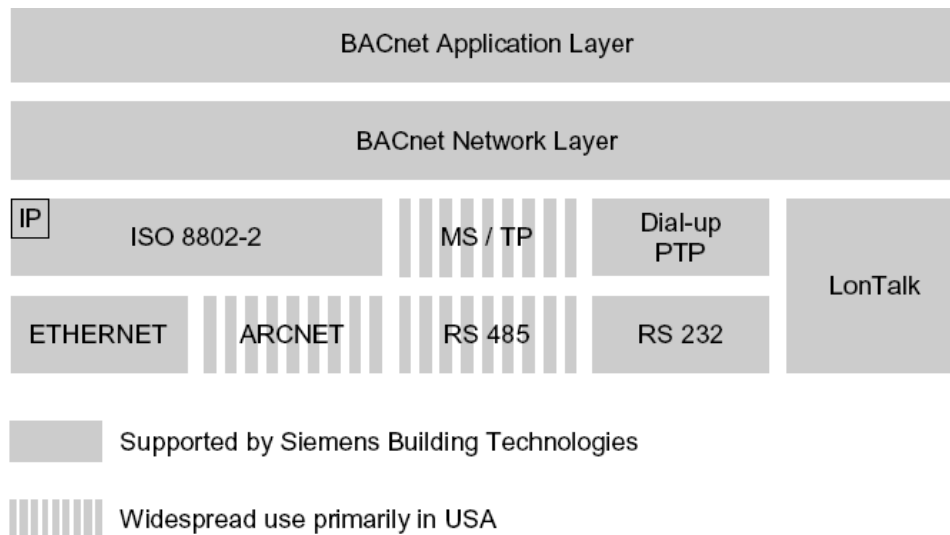
Το Desigo υποστηρίζει μία επίπεδη τοπολογία για το επίπεδο διαχείρισης και για το επίπεδο αυτοματισμού. Και τα δύο επίπεδα χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας, το BACnet. Διάφορα μέσα χρησιμοποιούνται για τη μεταβίβαση των δεδομένων (Lonworks, Ethernet/IP ή RS232) ανάλογα με την εφαρμογή και τη δομή του δικτύου. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο field level είναι το Lonworks (BACnet/Lon Talk) ή το KNX S-mode/EIB.

Σε όλα τα επίπεδα τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται (BACnet, Lonworks, KNX S-Mode/EIB) παρέχουν τη βάση για την επικοινωνία ανάμεσα σε όλες τις συσκευές του συστήματος. Οι επιπρόσθετες λειτουργίες που απαιτούνται για το Desigo έχουν δημιουργηθεί εντός της δομής του κάθε πρωτοκόλλου με βάση τις επιτρεπόμενες επεκτάσεις που καθορίζονται από τον κατασκευαστή του πρωτοκόλλου.

1.3.1 ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Το πρωτόκολλο BACnet λειτουργεί ως ακολούθως:

- Κάθε επίπεδο του πρωτοκόλλου που καθορίζεται με το μοντέλο ISO/OSI εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες.
- Το επίπεδο εφαρμογών (Application Layer) είναι υπεύθυνο για τον εσωτερικό χειρισμό των εφαρμογών
- Το επίπεδο δικτύου (Network Layer) είναι υπεύθυνο για τη δρομολόγηση των δεδομένων
- Το επίπεδο μεταφοράς (Transport Layer) είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των δεδομένων
- Τα κατώτερα πρωτόκολλα καθορίζουν τη ταχύτητα της μεταφοράς και το μέσο (καλώδιο, ραδιοκύματα, οπτικές ίνες).



Σχήμα 2: Επίπεδα πρωτοκόλλου BACnet

BACNET OVER Lonworks

- Η τοπολογία του δικτύου Lonworks μπορεί να καθοριστεί ελεύθερα και η ταχύτητα αναμετάδοσης είναι τα 78KB/s.
- Η μέγιστη απόσταση αναμετάδοσης σε ένα δίκτυο Lonworks είναι τα 900m με σειριακή τοπολογία και 450m με ελεύθερη τοπολογία. Αυτές οι αποστάσεις μπορούν να διπλασιαστούν με τη χρήση ενός φυσικού αναμεταδότη.
- Θεωρητικά, 64 συσκευές (σταθμοί αυτοματισμού PXC και μονάδες χειρισμού PXM20) μπορούν να συνδεθούν σε ένα δίκτυο. Λόγω του φόρτου επικοινωνίας, η Siemens έχει θέσει το μέγιστο όριο των 30 συσκευών.
- Το προεπιλεγμένο domain του Lonworks για τις συσκευές της Siemens στο επίπεδο αυτοματισμού είναι το 0x49h.

Οι δρομολογητές (routers) Lonworks δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν διότι για σκοπούς απόδοσης έχει επιλεγεί ένα BACnet μήνυμα εύρους 228 bytes. Οι διαθέσιμοι δρομολογητές Lonworks δεν μπορούν να υποστηρίξουν μηνύματα αυτού του μεγέθους. Επίσης για σκοπούς απόδοσης δεν ενδείκνυται η σύνδεση συσκευών Lonworks και BACnet με το ίδιο καλώδιο LonTalk.

BACNET OVER ETHERNET / IP

Η προτεινόμενη λύση είναι το BACnet over Ethernet/IP σύμφωνα με τις προδιαγραφές του BACnet. Τα δίκτυα IP μπορούν να τμηματοποιηθούν με τη χρήση δρομολογητών IP. Ο δρομολογητής BACnet που μπορεί προαιρετικά να χρησιμοποιηθεί υποστηρίζει το 10Base-T Ethernet (10Mbps). Αν πρόκειται να συνδεθεί με 100 Mbit Ethernet πρέπει να χρησιμοποιηθούν IT dual speed hubs. Μόνο η έκδοση 4 του πρωτοκόλλου IP υποστηρίζεται από το σύστημα.

Για την αλληλεπίδραση μεταξύ εφαρμογών στο management level (π.χ. Desigo Insight file server, SCADA σαν I/O server) οι συνήθεις υπηρεσίες του δικτύου IT μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με τις υπηρεσίες BACnet.

REMOTE MANAGEMENT

Το Desigo υποστηρίζει τον χειρισμό εξ' αποστάσεως (Remote management) μέσω της τυπικής εξ' αποστάσεως λειτουργίας του BACnet (PTP).

CLIENT / SERVER

Μια συσκευή BACnet μπορεί να έχει δύο διαφορετικούς ρόλους σε ένα σύστημα. Του εξυπηρετητή (server) ή του πελάτη (client). Αυτοί οι ρόλοι καθορίζονται ως ακολούθως:

Client: Ένα σύστημα ή μία συσκευή που χρησιμοποιεί μια άλλη συσκευή μέσω μιας υπηρεσίας BACnet για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Ο πελάτης ζητά την υπηρεσία από τον εξυπηρετητή. Παραδείγματα πελατών στο Desigo είναι ο σταθμός διαχείρισης Desigo Insight και η μονάδα χειρισμού PXM20

Server: Ένα σύστημα ή μία συσκευή που ανταποκρίνεται σε μια αίτηση για μια συγκεκριμένη υπηρεσία. Ο εξυπηρετητής εκτελεί την υπηρεσία για κάποιο πελάτη.

Παραδείγματα εξυπηρετητών είναι ο σταθμός αυτοματισμού PXC και οι ελεγκτές PXC00...D και PXC...U

Οι περισσότερες συσκευές του συστήματος Desigo μπορούν να ενεργούν και σαν πελάτες και σαν εξυπηρετητές αλλά συνήθως εκτελούν τον τυπικό τους ρόλο. Ένας σταθμός αυτοματισμού είναι συνήθως ένας BACnet server ο οποίος προμηθεύει επεξεργασμένα δεδομένα σε άλλες συσκευές του συστήματος (π.χ. Οθόνη PXM20). Ωστόσο, ο σταθμός αυτοματισμού μπορεί να ενεργεί και σαν πελάτης όπως όταν για παράδειγμα χρησιμοποιεί μια επεξεργασμένη τιμή από ένα άλλο σταθμό αυτοματισμού.

Κάθε συσκευή BACnet έχει ένα αριθμό ταυτότητας (Vendor ID) για να αναγνωρίζεται ο κατασκευαστής. Ο αριθμός αυτός για τις συσκευές BACnet της Siemens είναι το 7. Το Desigo είναι βασισμένο στην έκδοση 1 του πρωτοκόλλου BACnet.

ΑΠΟΔΟΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η απόδοση του δικτύου εξαρτάται από τα ακόλουθα κριτήρια:

- Τον αριθμό των συσκευών που βρίσκονται στο δίκτυο
- Την τμηματοποίηση της τοπολογίας μέσω δρομολογητών
- Τον αριθμό των ταυτόχρονα ενεργών πελατών (PXM20, Desigo Insight, PX-WEB)
- Τον όγκο της επικοινωνίας από σημείο σε σημείο που προκαλείται από κατανεμημένες εφαρμογές PX
- Άλλες εφαρμογές και υπηρεσίες που χρησιμοποιούν το ίδιο δίκτυο (π.χ. άλλοι υπολογιστές του κτιρίου στο οποίο έχει εγκατασταθεί το σύστημα)
- Το φόρτωμα του προγράμματος σε ένα ελεγκτή το οποίο επιβαρύνει το δίκτυο

Λόγω των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν το δίκτυο και οι οποίες μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με το έργο δεν είναι δυνατόν να βγουν γενικευμένα συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση του δικτύου. Σε γενικές γραμμές αν ληφθούν υπόψη οι ενδεδειγμένες προδιαγραφές για κάθε προϊόν που χρησιμοποιείται η απόδοση θα είναι ικανοποιητική. Σε αντίθετη περίπτωση οι ακόλουθες ενέργειες μπορούν να βοηθήσουν:

- Η χρήση του ίδιου σταθμού αυτοματισμού για μέρη του συστήματος που έχουν συχνή αλληλεπίδραση και ανταλλαγή πληροφοριών
- Η διαίρεση του δικτύου σε τμήματα με τη χρήση δρομολογητών BACnet και χρήση κοινής γραμμής Ethernet/IP
- Η απομόνωση του σταθμού αυτοματισμού από το υπόλοιπο δίκτυο όταν φορτώνουμε την εφαρμογή του

ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η τμηματοποίηση του δικτύου είναι ιδιαίτερα σημαντική όσον αφορά την απόδοση του στην περίπτωση μεγάλων συστημάτων όπου διακινείται μεγάλος όγκος πληροφοριών. Στο σύστημα Desigo χρησιμοποιούνται δρομολογητές BACnet για το σκοπό αυτό. Κατά τη σχεδίαση του συστήματος καλό είναι να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- Η δημιουργία μικρών BACnet over LonTalk γραμμών και η σύνδεση τους με τη χρήση ενός δρομολογητή BACnet σε ένα κοινό Ethernet/IP δίκτυο που προσφέρει υψηλές ταχύτητες
- Σε συστήματα με μεγάλο αριθμό σταθμών διαχείρισης DESIGO INSIGHT είναι προτιμότερο να ενώνονται με το υπόλοιπο δίκτυο μέσω Ethernet/IP
- Ένας ή δύο σταθμοί διαχείρισης Desigo Insight μπορούν επίσης να συνδεθούν κατευθείαν στο δίκτυο Lonworks

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ DESIGO XWORKS Plus

Το CFC, ένα σημαντικό κομμάτι του προγράμματος Desigo Xworks Plus, επικοινωνεί με τους σταθμούς αυτοματισμού μέσω BACnet over LonTalk, π.χ. με τη χρήση Lonworks κάρτας στον υπολογιστή.

Το CFC έχει την ικανότητα να επικοινωνεί σε ζωντανή σύνδεση (online) με τους σταθμούς αυτοματισμού PX. Αυτή είναι μια πολύ χρήσιμη ιδιότητα για τη θέση λειτουργίας και τον έλεγχο των σταθμών αυτοματισμού αλλά και για το χειρισμό και την παρακολούθηση τους. Παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης των πραγματικών τιμών που υπάρχουν στο σύστημα αλλά και την δυνατότητα τροποποίησης κάποιων από τις παραμέτρους του προγράμματος σε ζωντανό χρόνο.

Για τη θέση λειτουργίας ενός σταθμού αυτοματισμού, το CFC πρέπει να είναι συνδεδεμένο στο ίδιο δίκτυο Lonworks με το σταθμό αυτοματισμού. Το πρόγραμμα ή οι αλλαγές του προγράμματος μπορούν να φορτωθούν μέσω δρομολογητή BACnet ή σύνδεση PTP (απευθείας σύνδεση του υπολογιστή με τον σταθμό αυτοματισμού), η οποία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για το χειρισμό και τη παρακολούθηση του σταθμού.

Το Network Configurator αποτελεί επίσης ένα τμήμα του προγράμματος Xworks Plus το οποίο επικοινωνεί με τους δρομολογητές BACnet μέσω BACnet over LonTalk. Το Network Configurator είναι υπεύθυνο μεταξύ άλλων και για τη θέση λειτουργίας των δρομολογητών BACnet. Για το σκοπό αυτό το Network Configurator πρέπει να είναι συνδεδεμένο στο ίδιο Lonworks δίκτυο με τον δρομολογητή ή με τον ίδιο το δρομολογητή. Κάποιες παράμετροι του δρομολογητή είναι δυνατόν να τροποποιηθούν σε ζωντανή σύνδεση (online) με το δρομολογητή.

FIRMWARE DOWNLOAD

Το firmware (Σταθερό τμήμα λογισμικού, απαραίτητο για τη λειτουργία των ελεγκτών) φορτώνεται στους σταθμούς αυτοματισμού PX μέσω σύνδεσης RS232 και με τη χρήση ειδικού προγράμματος.

ΤΟ DESIGO ΣΕ ΚΟΙΝΟ ΔΙΚΤΥΟ

Σε πολλές περιπτώσεις το Desigo πρέπει να χρησιμοποιήσει το κοινό δίκτυο του κτιρίου στο οποίο θα εγκατασταθεί το σύστημα. Το BACnet υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές οι οποίες πρέπει να αναμεταδίδονται σε όλες τις συσκευές BACnet στο δίκτυο. Στην περίπτωση που το δίκτυο είναι μεγάλο και αποτελείται από περισσότερα από ένα τμήματα (IP Subnets) η αναμετάδοση των μηνυμάτων εμποδίζεται από τον δρομολογητή IP. Το BACnet ξεπερνά αυτόν τον περιορισμό με τη χρήση του “BACnet Broadcast Management Device”, μιας από τις λειτουργίες του δρομολογητή PXG80-N.

ΧΡΗΣΗ ΑΛΛΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ

Υπάρχουν προϊόντα που χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες δικτύου όπως FDDI, ATM, Wireless technology. Όλες οι κοινές τεχνολογίες δικτύου στα δίκτυα εταιρειών επιτρέπουν την αναμετάδοση του IP και υψηλότερου επιπέδου πρωτοκόλλων. Επίσης τυπικοί δρομολογητές υπάρχουν σε όλες τις τεχνολογίες δικτύου που υποστηρίζουν το IP. Έτσι καθίσταται δυνατή η δημιουργία δικτύων BACnet μέσω LANs και WANs. Με αυτόν τον τρόπο όλες οι συσκευές BACnet που είναι ενωμένες μέσω δικτύου IP μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΚΑΙ ΜΟΝΙΜΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Προσωρινές συσκευές σε ένα δίκτυο Desigo είναι συσκευές οι οποίες εξασφαλίζουν με αυτόματο τρόπο τη διεύθυνση τους στο δίκτυο BACnet μέσω ενός αλγόριθμου κατά τη διάρκεια της εκκίνησης τους. Η οθόνη PXM20 ο ελεγκτής PX-WEB και το Xworks Plus είναι προσωρινές συσκευές. Η διεύθυνση επανακαθορίζεται με κάθε επανεκκίνηση της συσκευής.

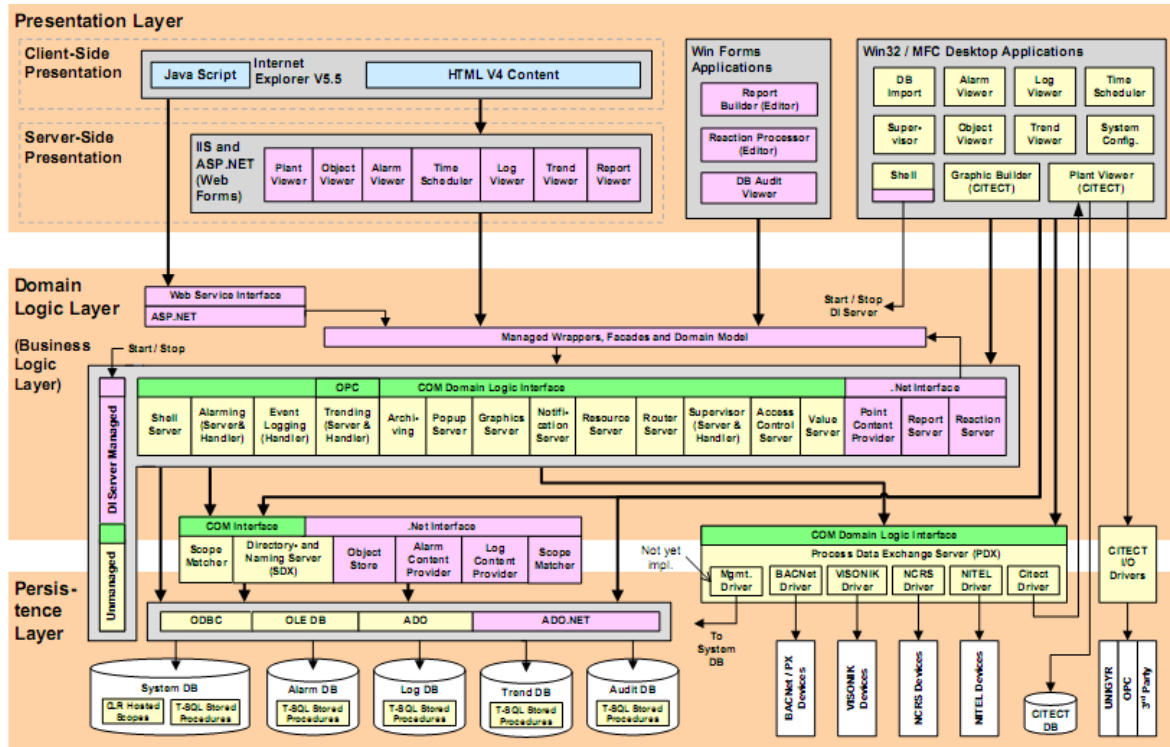
Μόνιμες συσκευές, όπως ο σταθμός διαχείρισης Desigo Insight, αποκτούν τη διεύθυνση τους κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του συστήματος και τη διατηρούν εκτός και αν τους δοθεί νέα διεύθυνση από τον υπεύθυνο μηχανικό.

1.3.2 ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΠΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η επικοινωνία με τις συσκευές τοπικού ελέγχου (RX) βασίζεται στο πρωτόκολλο Lonworks (Συσκευές RXC) ή το πρωτόκολλο Konnex/EIB (Συσκευές RXB). Επίσης η επικοινωνία με τις συσκευές RXL γίνεται μέσω πρωτοκόλλου που ανέπτυξε η ίδια η Siemens. Οι ελεγκτές RXC ενώνονται με το Desigo μέσω των ελεγκτών PXC00...D ενώ οι ελεγκτές RXB και RXL μέσω των ελεγκτών PX KNX. Οι ελεγκτές PXC00...D και PX KNX χρησιμοποιούνται για να συντονίζουν τις συσκευές τοπικού ελέγχου με λειτουργίες όπως η ομαδοποίηση τους, η ανταλλαγή πληροφοριών και η χρήση χρονοπρογραμμάτων ενώ επικοινωνούν και ανταλλάσσουν πληροφορίες με τους υπόλοιπους σταθμούς αυτοματισμού PX και το Desigo Insight.

1.4 DESIGO INSIGHT

Το καθαρά δομημένο, γραμμικό και πρακτικό λογισμικό του σταθμού διαχείρισης DESIGO INSIGHT είναι βασισμένο στα πιο πρόσφατα στάνταρτ της τεχνολογίας Windows: MS-SQL και .NET. Η λειτουργικότητα και η ευκολία χρήσης του μειώνει το κόστος λειτουργίας και το χρόνο εξοικείωσης του χρήστη διατηρώντας ταυτόχρονα την αξιοπιστία του συστήματος.



Σχήμα 3: Δομή Desigo Insight

1.4.1 ΤΥΠΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Από την έκδοση 2.35 και μετά η αρχιτεκτονική του Desigo Insight επιτρέπει πραγματικές εγκαταστάσεις client/server και ξεχωριστά συστατικά του συστήματος να διανέμονται σε διάφορους σταθμούς διαχείρισης ή εξυπηρετητές. Αυτή η ιδιότητα βελτιώνει την απόδοση του συστήματος και μειώνει το κόστος που σχετίζεται με μεγάλες εγκαταστάσεις που εμπεριέχουν μεγάλο αριθμό σταθμών διαχείρισης. Μόνο μια εγκατάσταση Desigo Insight απαιτείται πλέον, αφού δεν χρειάζεται επιπλέον λογισμικό για Web clients ή Remote Desktop clients παρά μόνο εφαρμογές όπως λειτουργικό MS Windows, Internet Explorer και Acrobat Reader.

Ένα ειδικό χαρακτηριστικό των νέων εκδόσεων είναι η ικανότητα ταυτόχρονης εγκατάστασης του Desigo Insight σαν desktop application και σαν υπηρεσία. Αυτός ο τύπος εγκατάστασης είναι ενδεδειγμένος για εφαρμογές Desigo Web και απαραίτητος για τη χρήση τελικού εξυπηρετητή (terminal server).

Συμβατική εγκατάσταση με ένα σταθμό διαχείρισης (Desktop application)

Για μικρά συστήματα που δεν έχουν απαιτήσεις για διαχείριση του συστήματος παρά μόνο από ένα υπολογιστή αυτός είναι ο ενδεδειγμένος τύπος εγκατάστασης. Σε περίπτωση που το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή είναι Windows XP Professional υποστηρίζεται μια σύνδεση remote desktop. Κατά τη διάρκεια της σύνδεσης όμως μόνο ο απομακρυσμένος υπολογιστής ελέγχει το σύστημα. Αν σε μεταγενέστερο στάδιο απαιτείται πρόσβαση από το διαδίκτυο είναι δυνατή η μετατροπή της εγκατάστασης είτε για να χρησιμοποιηθεί ένας επιπρόσθετος εξυπηρετητής για τη σύνδεση μέσω διαδικτύου (Web server), είτε για να ρυθμιστεί ο υπάρχων υπολογιστής σαν Web server.

Πολλαπλοί σταθμοί διαχείρισης

Σε μια τυπική εγκατάσταση όλοι οι σταθμοί διαχείρισης έχουν εγκαταστημένο το Desigo Insight και μοιράζονται το ίδιο πρόγραμμα. Ένας σταθμός διαχείρισης ορίζεται ως ο κεντρικός υπολογιστής στον οποίο θα υπάρχουν οι SQL βάσεις δεδομένων. Για μεγάλα συστήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας ξεχωριστός εξυπηρετητής (SQL Server 2005) για βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος.

Από τη στιγμή που κάθε υπολογιστής έχει εγκαταστημένο το Desigo Insight όλες οι εφαρμογές και ικανότητες του συστήματος είναι διαθέσιμες για κάθε χρήστη σε αντίθεση με τη περίπτωση του Web server όπου χρησιμοποιούνται απλούστερες εφαρμογές. Επίσης διάφοροι χρήστες μπορούν να χειρίζονται το σύστημα παράλληλα χωρίς επιπτώσεις στην απόδοση, ειδικά σε περίπτωση που έχει επιλεγεί ο κατάλληλος κεντρικός υπολογιστής. Το κυριότερο μειονέκτημα αυτού του τύπου εγκατάστασης είναι ότι όλοι οι σταθμοί διαχείρισης θα πρέπει να τηρούν τις υπολογιστικές απαιτήσεις του Desigo Insight και να έχουν την κατάλληλη άδεια από τη Siemens με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος ειδικά σε περιπτώσεις μεγάλου αριθμού χρηστών.

Desigo Terminal server

Σε αυτού του τύπου την εγκατάσταση το Desigo Insight εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες των Microsoft Windows Terminal Services. Βασικά όταν ένας χρήστης χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή του συστήματος, τότε αυτή εκτελείται από τον εξυπηρετητή και μόνο οι πληροφορίες για το πληκτρολόγιο, το ποντίκι και για τα γραφικά μεταδίδονται μέσω του δικτύου. Ο κάθε χρήστης βλέπει μόνο το τμήμα του συστήματος στο οποίο εργάζεται, το οποίο διαχειρίζεται από το λειτουργικό σύστημα του εξυπηρετητή ανεξάρτητα από την εργασία των υπολοίπων χρηστών.

Παρόλο που τα Windows XP υποστηρίζουν απομακρυσμένη σύνδεση (Remote Desktop Connection) εντούτοις έχουν τον περιορισμό του ενός χρήστη. Για αυτό το λόγο για εξυπηρέτηση πέραν του ενός χρήστη ταυτόχρονα είναι απαραίτητη η ύπαρξη λειτουργικού συστήματος για εξυπηρετητή όπως τα Windows 2003 Server. Όπως γίνεται κατανοητό ο υπολογιστής που θα χρησιμοποιηθεί ως εξυπηρετητής θα πρέπει να είναι αρκετά δυνατός και κατάλληλος για τέτοιου τύπου εφαρμογές και θα πρέπει να βρίσκεται διαρκώς σε λειτουργία για να υπάρχει πρόσβαση στο σύστημα. Όλες οι λειτουργίες καθώς και η όποια συντήρηση και αναβάθμιση του συστήματος γίνεται σε αυτόν τον υπολογιστή καθώς το Desigo Insight είναι εγκατεστημένο μόνο σε αυτόν. Οι υπόλοιποι υπολογιστές που θα χρησιμοποιηθούν σαν πελάτες δεν χρειάζονται παρά μόνο

λειτουργικό σύστημα Windows XP και απολαμβάνουν όλο το εύρος των εφαρμογών ακόμα και αν οι ίδιοι δεν τηρούν τις υπολογιστικές απαιτήσεις για κανονική εγκατάσταση Desigo Insight. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα όσον αφορά το κόστος, όπως και το ότι οι πελάτες του συστήματος δεν χρειάζονται άδεια από τη Siemens. Θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη το κόστος αδειοδότησης του λειτουργικού συστήματος του εξυπηρετητή, ειδικά σε περιπτώσεις συστημάτων με μικρό αριθμό πελατών.

Desigo Web

Το Desigo Web αποτελεί ένα συνδυασμό κανονικού σταθμού διαχείρισης Desigo Insight και Web Server για να επιτρέπει χειρισμό του συστήματος και μέσω διαδικτύου. Ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος χρησιμοποιείται είτε λειτουργικό Windows 2003 Server είτε Windows XP με εγκατεστημένο το IIS (Internet Information Services) για τον κεντρικό υπολογιστή. Αν ο υπολογιστής θα χρησιμοποιηθεί σαν πελάτης χρειάζεται μόνο λειτουργικό σύστημα Windows με εγκατεστημένο το Internet Explorer 6.0 και το SVG Viewer plug-in. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στο σύστημα μέσω του Internet Explorer το οποίο έχει πολύ μικρότερες υπολογιστικές απαιτήσεις σε σύγκριση με το λογισμικό του Desigo Insight. Όπως και στη προηγούμενη λύση, ο κεντρικός υπολογιστής πρέπει να βρίσκεται συνεχώς σε λειτουργία για να υπάρχει πρόσβαση στο σύστημα ενώ επιτρέπεται η παράλληλη χρήση του συστήματος από δύο ή περισσότερους χρήστες. Οι χρήστες όμως του Desigo Web μπορούν να εκτελέσουν κάποιες βασικές λειτουργίες και δεν έχουν στη διάθεση τους το εύρος των εφαρμογών που έχει ένας χρήστης κανονικής εγκατάστασης Desigo Insight.

1.4.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΡΗΣΤΗ

Όταν το Desigo Insight ξεκινήσει εμφανίζεται στην οθόνη μία μπάρα με εικονίδια. Ανάλογα με το πώς έχει ρυθμιστεί εμφανίζεται στο πάνω ή το κάτω μέρος της οθόνης και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα έργα που είναι συνδεδεμένα με το σύστημα (connected sites), την ώρα και ημερομηνία, τους ενεργούς συναγερμούς, γεγονότα του συστήματος και την ιδιότητα του χρήστη.

Ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει τις ακόλουθες ενέργειες μέσω της μπάρας:

- Να εισέλθει στο σύστημα με τη χρήση κωδικού και να εξέλθει από το σύστημα.
- Να ξεκινήσει όλες τις βασικές λειτουργίες χρήστη του Desigo Insight που περιγράφονται στη συνέχεια.
- Να συνδεθεί και να αποσυνδεθεί από ένα έργο.
- Να ξεκινήσει οποιαδήποτε ρυθμισμένη εφαρμογή τρίτου κατασκευαστή.
- Να χρησιμοποιήσει τις βοηθητικές οδηγίες (help).
- Να σταματήσει τη λειτουργία του προγράμματος ή οποιασδήποτε εφαρμογής τρίτου κατασκευαστή.
- Να δει τα μηνύματα βλάβης που υφίστανται στο σύστημα.

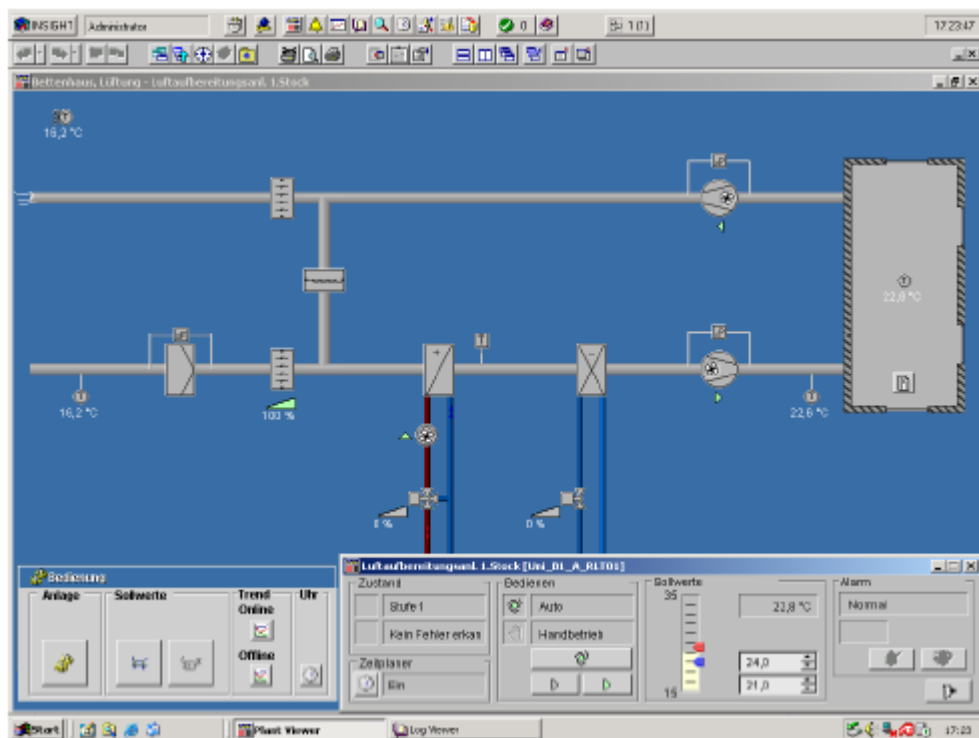
PLANT VIEWER

Το Plant Viewer απεικονίζει τις περιοχές του κτιρίου και τις σχετικές εγκαταστάσεις που ελέγχονται από το σύστημα σε γραφική μορφή και όπως τις έχει δημιουργήσει ο αρμόδιος μηχανικός. Ο χρήστης αλληλεπιδρά με τις διάφορες σελίδες γραφικών για να παρακολουθήσει και να χειριστεί τα διάφορα σημεία του συστήματος που βρίσκονται στο κτίριο. Διάφορες τιμές μπορούν να τροποποιηθούν και συναγερμοί να αναγνωριστούν κάνοντας κλικ στο σχετικό αντικείμενο.

Διάφορα παράθυρα διαφορετικού μεγέθους μπορούν να εκτεθούν ταυτόχρονα. Ακόμη και μεγάλα γραφικά αντικείμενα όπως εγκαταστάσεις ορόφων μπορούν να απεικονισθούν στην οθόνη λόγω της ελευθερίας στην επιλογή του μεγέθους της κάθε σελίδας.

Τιμές που λαμβάνονται από την εγκατάσταση καθώς και τιμές που ορίζονται από το χρήστη, συναγερμοί και καταστάσεις του συστήματος εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο και ανανεώνονται διαρκώς. Οποιαδήποτε λειτουργία ή μεταβολή σε κάποια τιμή του συστήματος μπορεί να απεικονισθεί με τη δυναμική κίνηση του αντίστοιχου αντικειμένου στην οθόνη (animation), με αλλαγή στο σχήμα ή στο χρώμα του ή με την εμφάνιση κάποιου κειμένου. Ο τύπος της απεικόνισης καθορίζεται στη φάση της δημιουργίας των γραφικών (engineering phase).

Το Plant Viewer βασίζεται στο λογισμικό οπτικοποίησης της εταιρίας Citect (Αυστραλία) η οποία είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες κατασκευής συστημάτων SCADA στο κόσμο.

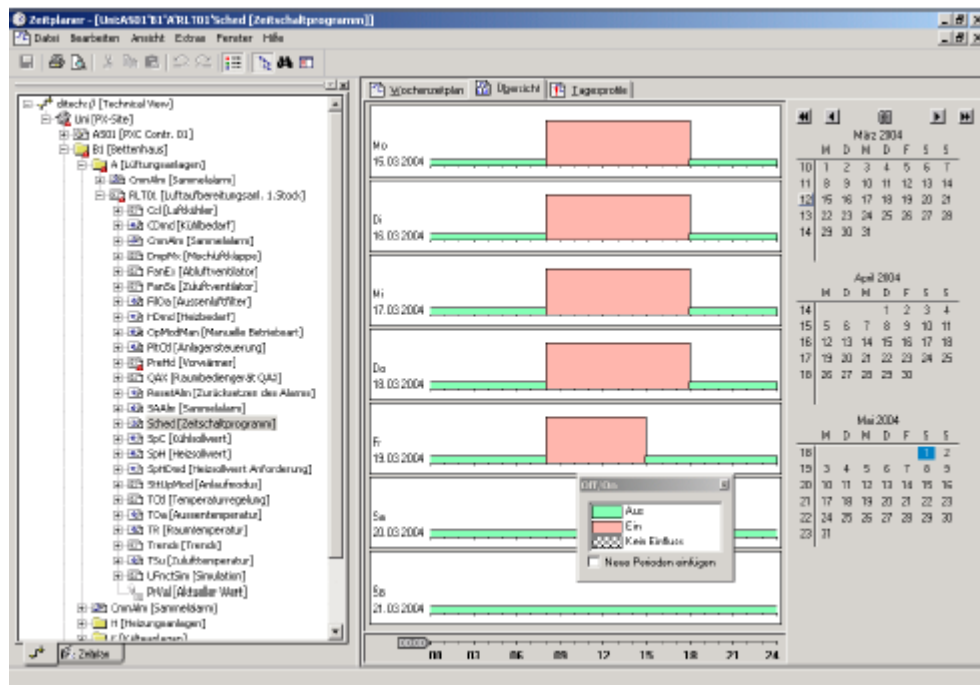


Σχήμα 4: Plant Viewer

TIME SCHEDULER

Η εφαρμογή του χρονοδιαγράμματος του Desigo Insight μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον κεντρικό προγραμματισμό όλων των χρονικά προγραμματιζόμενων λειτουργιών που υπάρχουν στο σύστημα.

Με την γραφική απεικόνιση του κάθε χρονοδιαγράμματος που υπάρχει στο επίπεδο αυτοματισμού καθώς και την ικανότητα δημιουργίας εβδομαδιαίων χρονοδιαγραμμάτων και προγραμμάτων εξαιρέσεων ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τα χρονικά προγραμματιζόμενες εργασίες του συστήματος ανά πάσα στιγμή με μεγάλη ευκολία.

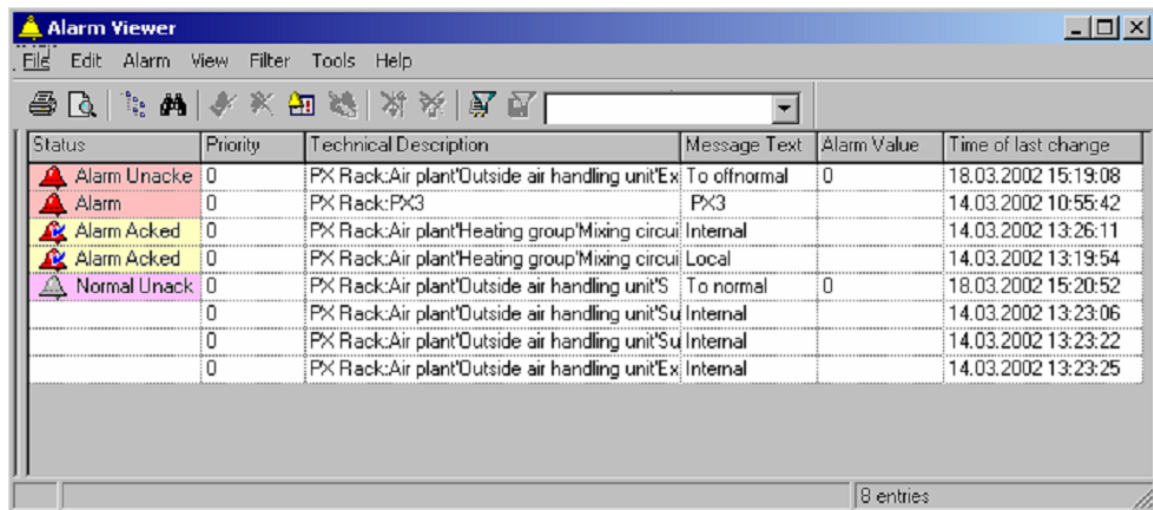


Σχήμα 5: Time Scheduler

ALARM VIEWER

Η εφαρμογή Alarm Viewer απεικονίζει τους συναγερμούς του συστήματος ανάλογα με τον τύπο και παρέχει χρήσιμες πληροφορίες και όσον αφορά την προέλευση του προβλήματος και όσον αφορά τις ενέργειες που χρειάζεται να κάνει ο χρήστης. Με τις λειτουργίες filter και search το Alarm Viewer προσφέρει γρήγορη πρόσβαση στην απαιτούμενη πληροφορία.

Σε μεγάλα συστήματα με περισσότερους του ενός σταθμούς διαχείρισης, όλοι οι σταθμοί διαχείρισης μοιράζονται την ίδια βάση δεδομένων όσον αφορά τους συναγερμούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οποιαδήποτε πράξη που εκτελείται και αφορά τους συναγερμούς σε ένα σταθμό διαχείρισης να μεταφέρεται αυτόματα και στους υπόλοιπους.



The screenshot shows the 'Alarm Viewer' application window. It has a menu bar (File, Edit, Alarm, View, Filter, Tools, Help) and a toolbar with various icons. Below the toolbar is a table with the following columns: Status, Priority, Technical Description, Message Text, Alarm Value, and Time of last change. The table contains several rows of alarm data, including 'Alarm Unacked', 'Alarm', 'Alarm Acked', and 'Normal Unacked'. The status of each alarm is indicated by a colored icon (red for unacked, yellow for acked, green for normal). The bottom right corner of the window shows '8 entries'.

Status	Priority	Technical Description	Message Text	Alarm Value	Time of last change
Alarm Unacked	0	PX Rack:Air plant'Outside air handling unit'Ex	To offnormal	0	18.03.2002 15:19:08
Alarm	0	PX Rack:PX3	PX3		14.03.2002 10:55:42
Alarm Acked	0	PX Rack:Air plant'Heating group'Mixing circui	Internal		14.03.2002 13:26:11
Alarm Acked	0	PX Rack:Air plant'Heating group'Mixing circui	Local		14.03.2002 13:19:54
Normal Unacked	0	PX Rack:Air plant'Outside air handling unit'S	To normal	0	18.03.2002 15:20:52
	0	PX Rack:Air plant'Outside air handling unit'Su	Internal		14.03.2002 13:23:06
	0	PX Rack:Air plant'Outside air handling unit'Su	Internal		14.03.2002 13:23:22
	0	PX Rack:Air plant'Outside air handling unit'Ex	Internal		14.03.2002 13:23:25

Σχήμα 6: Alarm Viewer

ALARM ROUTER

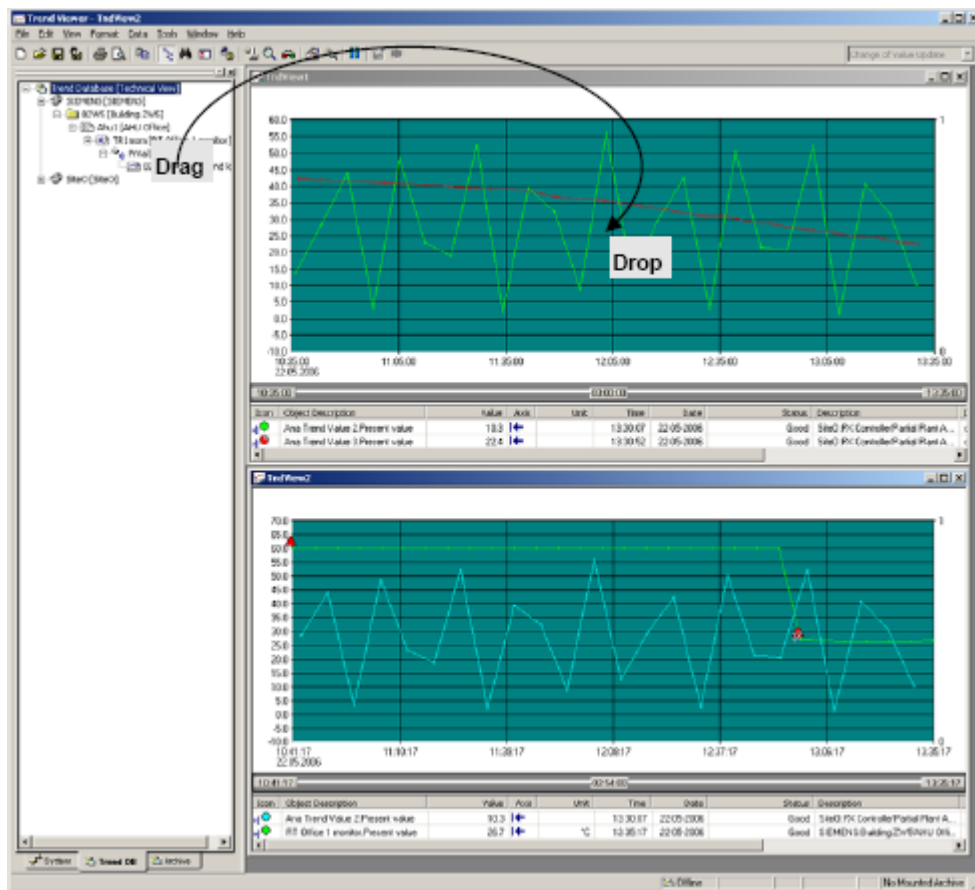
Η εφαρμογή “Alarm Router” ουσιαστικά αναβαθμίζει την αποτελεσματικότητα του Desigo Insight ως σύστημα κτιριακού ελέγχου. Το “Alarm Router” είναι υπεύθυνο για την αποστολή σημαντικών μηνυμάτων που αφορούν συναγερμούς ή γεγονότα που συμβαίνουν στο σύστημα σε συγκεκριμένους δέκτες χωρίς να χρειάζεται οποιαδήποτε παρέμβαση από τον χρήστη. Είναι ουσιαστικά μια background εφαρμογή που ξεκινά όταν ξεκινά το Desigo Insight ανεξάρτητα αν υπάρχει χρήστης στο σύστημα ή αν υπάρχει σύνδεση με το έργο. Ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου τα μηνύματα που κρίνονται ως σημαντικά μπορούν να μεταφερθούν στους ακόλουθους δέκτες:

- Εκτυπωτής
- Τηλεομοιότυπο
- Βομβητής (Pager)
- Κινητά τηλέφωνα
- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

TREND VIEWER

Η εφαρμογή Trend Viewer χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς συγκεκριμένων μεταβλητών του συστήματος για κάποιο χρονικό διάστημα. Το Trend Viewer μπορεί να προβάλει είτε τις παρούσες τιμές σε πραγματικό χρόνο είτε παλιά δεδομένα για ορισμένη χρονική περίοδο. Συγκεκριμένα τα δεδομένα μπορούν να εκτεθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Online trend logging
Με αυτό το τρόπο απεικονίζονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο τα οποία ανανεώνονται είτε όποτε υπάρξει αλλαγή στη τιμή της μεταβλητής είτε ανά ορισμένο χρονικό διάστημα.
- Offline trend logging
Απεικονίζονται παλιά δεδομένα τα οποία έχουν φορτωθεί από το επίπεδο αυτοματισμού σε βάση δεδομένων στο επίπεδο διαχείρισης .
- Archive data
Απεικονίζονται παλιά δεδομένα που πλέον έχουν αφαιρεθεί από τη βάση δεδομένων και έχουν αποθηκευτεί σε αρχεία στον υπολογιστή.



Σχήμα 7: Trend Viewer

Μέχρι δέκα μεταβλητές μπορούν να εκτεθούν σε δυσδιάστατα ή τρισδιάστατα γραφικά σε μια εικόνα του trend viewer. Επίσης μπορούν να προβληθούν ταυτόχρονα οι αποθηκευμένες τιμές μιας μεταβλητής και οι τιμές σε πραγματικό χρόνο ώστε να μπορούν να συγκριθούν. Η ευκολία στη χρήση καθιστά το Trend Viewer ένα χρήσιμο εργαλείο που βοηθά στην βελτιστοποίηση της εγκατάστασης και στην ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας.

OBJECT VIEWER

Μέσω του Object Viewer ο χρήστης μπορεί να κατευθυνθεί με αποτελεσματικότητα σε ολόκληρη τη δομή του συστήματος. Με τους τρεις διαφορετικούς τρόπους παρουσίασης των στοιχείων του συστήματος γίνεται εύκολη η επιλογή, παρακολούθηση και η τροποποίηση οποιουδήποτε συστατικού του προγράμματος ο χρήστης επιθυμεί:

- **Technical view:**
Η τυπική τεχνική όψη του συστήματος που βασίζεται στη δομή του προγράμματος που είναι φορτωμένο στους ελεγκτές και συνδέεται απευθείας με τη τεχνική ονομασία του κάθε στοιχείου του συστήματος.
- **User View**
Αυτός ο τύπος απεικόνισης δημιουργείται με βάση τις ονομασίες και τη δομή που απαιτεί ο χρήστης. Καθορίζεται από τον δημιουργό του συστήματος στη φάση της δημιουργίας του προγράμματος.
- **System View**
Το System View αποτελεί μια ιεραρχική απεικόνιση του συστήματος που αντανακλά τη τοπολογία του BACnet δικτύου ελεγκτών που συνθέτουν το σύστημα. Κάθε συσκευή περιέχει όλα τα στοιχεία του προγράμματος που είναι φορτωμένο σε αυτή.

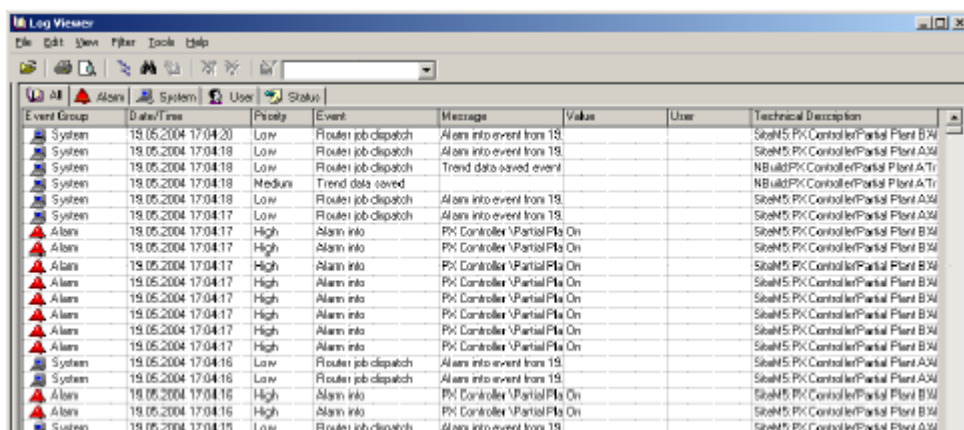
LOG VIEWER

Μέσω αυτής της εφαρμογής ο χρήστης έχει πρόσβαση σε όλα τα γεγονότα που έχουν παρουσιαστεί στο σύστημα. Τα διάφορα συμβάντα και οι δραστηριότητες του κάθε χρήστη αρχειοθετούνται με χρονολογική σειρά σε μία βάση δεδομένων και μπορούν να απεικονισθούν όποτε είναι απαραίτητο. Πιο αναλυτικά στο Log Viewer περιέχονται:

- Οι συναγερμοί που παρουσιάζονται στο σύστημα. Καταγράφεται η στιγμή που εμφανίστηκαν καθώς, οι σχετικές ενέργειες των χρηστών σε σχέση με τον κάθε συναγερμό και η στιγμή που έπαψαν να ισχύουν.
- Γεγονότα που σχετίζονται με τους σταθμούς αυτοματισμού και τους σταθμούς διαχείρισης του συστήματος όπως διακοπή επικοινωνίας, επαναφορά, κλείσιμο, έλεγχος μπαταρίας κ.τ.λ.
- Δραστηριότητες του χρήστη στο σταθμό διαχείρισης. Περιλαμβάνονται επιτυχημένη ή αποτυχημένη είσοδος στο σύστημα, τροποποίηση παραμέτρων του συστήματος κ.τ.λ.

- Τη κατάσταση στοιχείων της διαδικασίας λειτουργίας όπως η εκκίνηση μίας εγκατάστασης.

Όλα τα γεγονότα που καταγράφονται καταχωρούνται σε Microsoft SQL Server ή σε βάση δεδομένων MSDE και προστατεύονται από κωδικό.



Event Group	Date/Time	Priority	Event	Message	Value	User	Technical Description
System	19.05.2004 17:04:20	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
System	19.05.2004 17:04:18	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A
System	19.05.2004 17:04:18	Low	Router job dispatch	Trend data saved event			NBuldPK Controller/Partial Plant A/Tr
System	19.05.2004 17:04:18	Medium	Trend data saved				NBuldPK Controller/Partial Plant A/Tr
System	19.05.2004 17:04:18	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A
System	19.05.2004 17:04:17	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:17	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
System	19.05.2004 17:04:16	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A
System	19.05.2004 17:04:16	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A
Alarm	19.05.2004 17:04:16	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
Alarm	19.05.2004 17:04:16	High	Alarm info	PK Controller/Partial Pla On			StohMS PK Controller/Partial Plant B/A
System	19.05.2004 17:04:15	Low	Router job dispatch	Alarm into event from 18			StohMS PK Controller/Partial Plant A/A

Σχήμα 8: Log Viewer

REACTION PROCESSOR

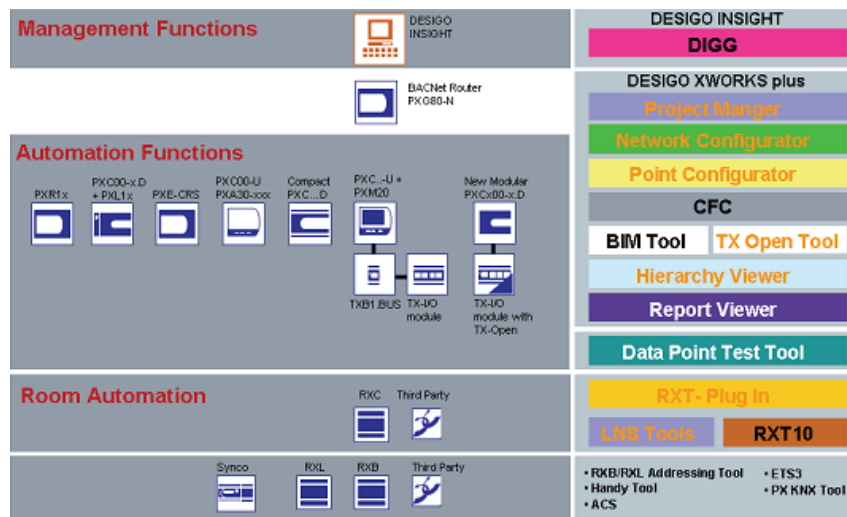
Το Reaction Processor είναι ένα πρόγραμμα που τρέχει συνεχώς και έχει την ικανότητα να παρακολουθεί την εγκατάσταση και τις διαδικασίες του συστήματος με σκοπό να διαπιστώσει αν πληρούνται κάποια κριτήρια(π.χ. η παρουσία συγκεκριμένων γεγονότων). Αν κάποιο ή κάποια από αυτά τα κριτήρια εκπληρωθούν το Reaction Processor προκαλεί τις προεπιλεγμένες αντιδράσεις.

Οι αντιδράσεις αυτές προγραμματίζονται από τον χρήστη και τρέχουν στο επίπεδο διαχείρισης. Επιτρέπουν στον χρήστη να αυτοματοποιήσει επαναλαμβανόμενες ή διαδοχικές ενέργειες που θα γίνονταν κανονικά με το χέρι στον υπολογιστή απλοποιώντας τη δουλειά του χειριστή του συστήματος και εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη λειτουργία της εγκατάστασης όλες τις ώρες. Δεν αφορούν φυσικά κρίσιμες αντιδράσεις του συστήματος ή δεδομένες διαδικασίες που πρέπει να εκτελεστούν από το σύστημα αφού αυτές προγραμματίζονται και εκτελούνται αυτόνομα στο επίπεδο αυτοματισμού για σκοπούς ασφάλειας και αξιοπιστίας. Για να επιτραπεί στον χρήστη να ορίσει συγκεκριμένο χρόνο που θα προκληθεί μία αντίδραση ή μια ενέργεια μέσω του Reaction Processor το Desigo Insight έχει ενσωματωμένο ένα γενικό time scheduler. Με αυτό το τρόπο ο χρήστης μπορεί να χειριστεί με βάση το χρόνο συσκευές και εγκαταστάσεις που είναι ενωμένες με το σύστημα ακόμη και αν δεν έχει προγραμματιστεί σχετικό time scheduler στο επίπεδο αυτοματισμού.

1.5 DESIGO XWORKS Plus

Το Desigo Xworks Plus είναι υπεύθυνο για το μεγαλύτερο μέρος της τεχνικής διαχείρισης ενός έργου. Αυτή περιλαμβάνει τη σχεδίαση και τον προγραμματισμό που γίνονται στο γραφείο και σε μεταγενέστερο στάδιο το φόρτωμα του προγράμματος στους σταθμούς αυτοματισμού, τη θέση του συστήματος σε λειτουργία και τις τελικές ρυθμίσεις που γίνονται στο χώρο του έργου. Το Desigo Xworks Plus υποστηρίζει όλες τις συσκευές του συστήματος Desigo από το επίπεδο τοπικού ελέγχου μέχρι και το επίπεδο διαχείρισης. Οι κυριότερες λειτουργίες του Desigo Xworks Plus είναι οι εξής:

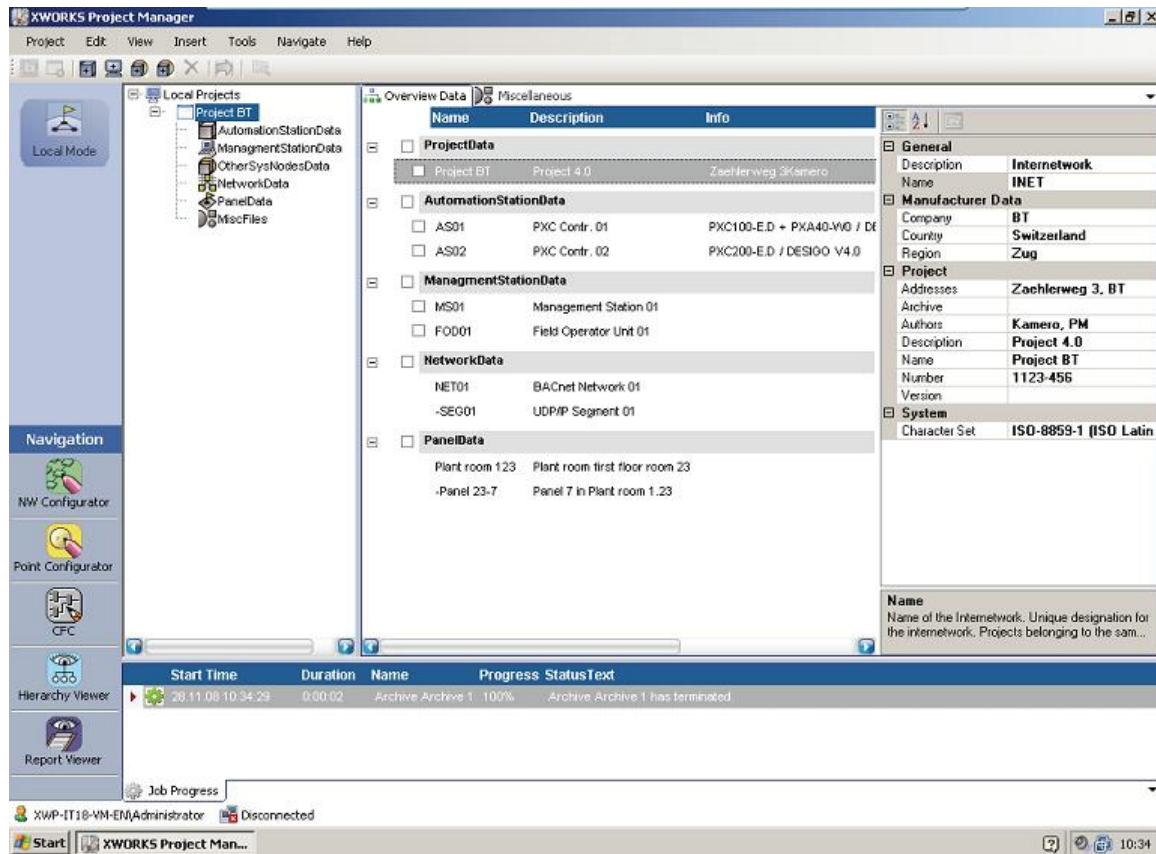
- Η διαχείριση των δεδομένων που αφορούν το έργο (δημιουργία έργου, αρχειοθέτηση, παράλληλη εργασία σε ένα έργο)
- Καθορισμός της τοπολογίας του συστήματος
- Ρύθμιση και έλεγχος των υπό-μονάδων TX-I/O
- Δημιουργία και παραμετροποίηση του προγράμματος των σταθμών αυτοματισμού
- Ρύθμιση και καθορισμός διευθύνσεων για τις εισόδους και εξόδους του συστήματος
- “Φόρτωμα” του προγράμματος στους σταθμούς αυτοματισμού
- Ρύθμιση και “φόρτωμα” των παραμέτρων των δρομολογητών
- Ορισμός διευθύνσεων και εισαγωγή στο δίκτυο των δρομολογητών και των σταθμών αυτοματισμού
- Παρακολούθηση της εκτέλεσης του προγράμματος σε ζωντανό χρόνο και με πραγματικές τιμές για εντοπισμό τυχόν λαθών και τη τελική ρύθμιση του
- Ρύθμιση της ολοκλήρωσης με τρίτα συστήματα.
- Ρύθμιση της ολοκλήρωσης με ελεγκτές τοπικού ελέγχου
- Προσομοίωση του προγράμματος των σταθμών αυτοματισμού
- Παραγωγή τεχνικών αναφορών για το σύστημα



Σχήμα 9: Λογισμικά ανά επίπεδο του συστήματος

PROJECT MANAGER

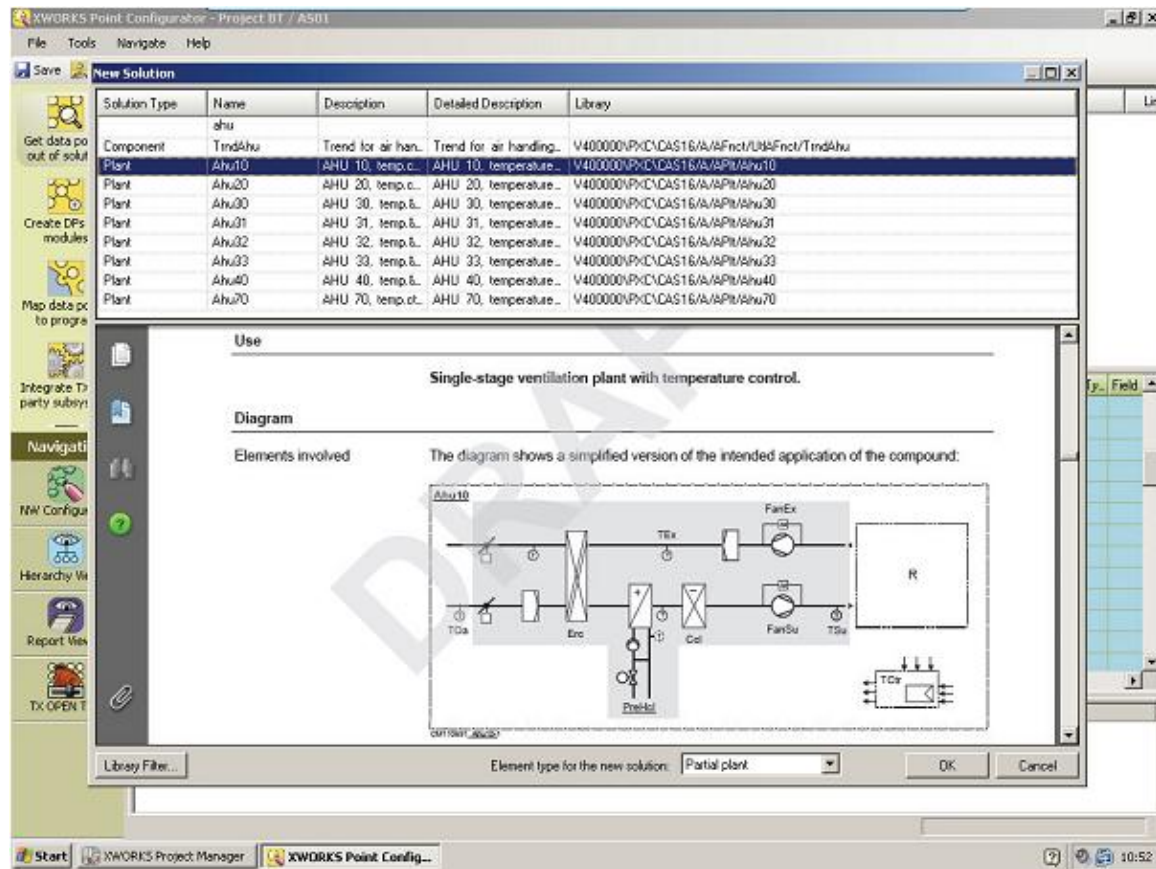
Το Project Manager αποτελεί ουσιαστικά το σημείο εκκίνησης του Desigo Xworks Plus όπου εκτελούνται τα πρώτα βήματα της δημιουργίας ενός έργου. Στο Project Manager περιέχονται οι γενικές πληροφορίες που αφορούν το κάθε έργο και εκτελούνται βασικές λειτουργίες όπως το άνοιγμα, η αποθήκευση και η αρχειοθέτηση του. Εδώ επίσης καθορίζονται τα συστατικά του συστήματος όπως οι ελεγκτές (σταθμοί αυτοματισμού), σταθμοί διαχείρισης, οθόνες ελέγχου και οι δρομολογητές που αποτελούν το σύστημα. Για κάθε σταθμό αυτοματισμού ή δρομολογητή που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται ο τύπος και οι βασικές πληροφορίες που τον αφορούν (όνομα, περιγραφή, πίνακας στον οποίο ανήκει κ.τ.λ.). Από την οθόνη του Project Manager είναι εύκολη η πρόσβαση στα υπόλοιπα μέρη που αποτελούν το Xworks Plus.



Σχήμα 10: Project Manager

POINT CONFIGURATOR

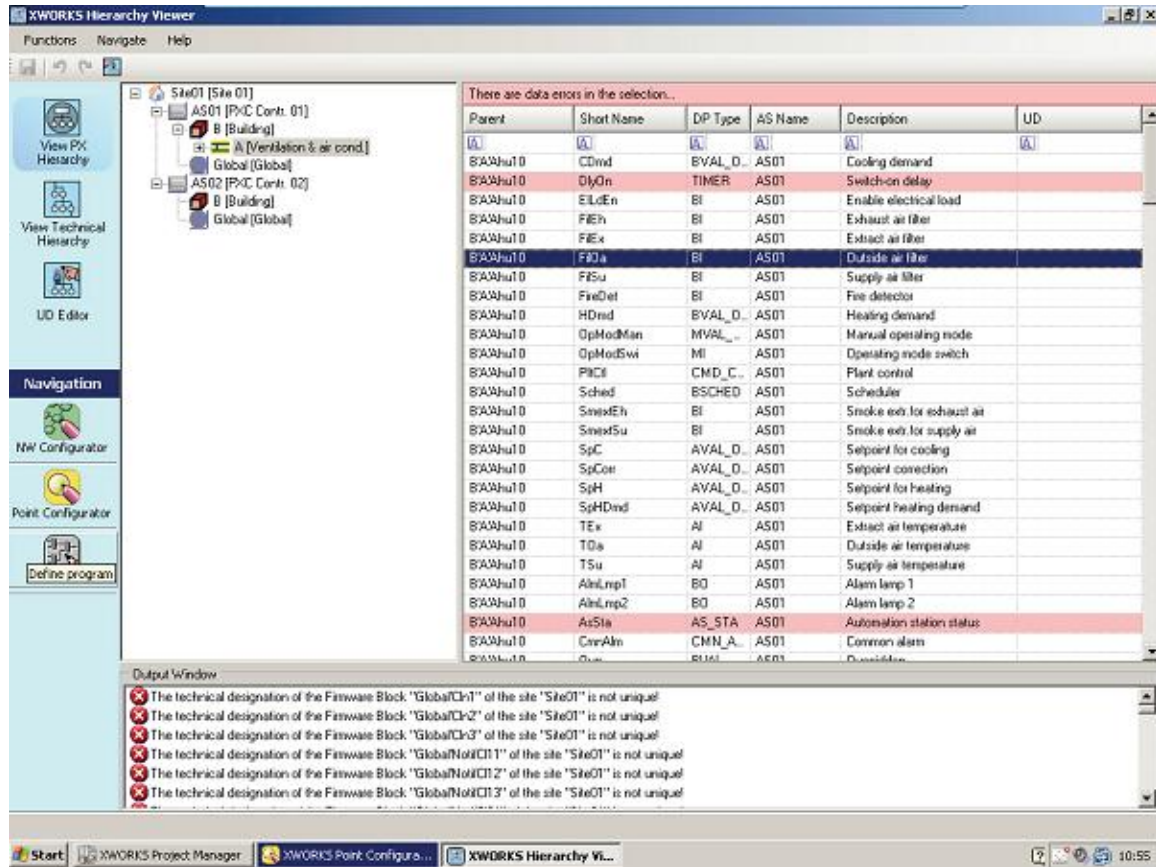
Μέσω του Point Configurator μπορεί να καθοριστεί η γενικότερη δομή και ιεραρχία του προγράμματος που εκτελεί ο κάθε σταθμός αυτοματισμού καθώς και να ρυθμιστεί το κάθε σημείο εισόδου ή εξόδου που περιέχεται στο πρόγραμμα του. Χρησιμοποιείται κυρίως για να εισαχθούν και να ρυθμιστούν έτοιμες λύσεις της Siemens, δηλαδή έτοιμες δοκιμασμένες εφαρμογές για την λειτουργία βασικών στοιχείων της εγκατάστασης που θα αποτελέσουν τμήμα του τελικού προγράμματος του ελεγκτή. Επίσης χρησιμοποιείται στη διαδικασία της δημιουργίας του προγράμματος των ελεγκτών συστήματος για τον έλεγχο των ελεγκτών τοπικού ελέγχου ή για την ρύθμιση των σημείων που αφορούν την ολοκλήρωση με τρίτα συστήματα μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας.



Σχήμα 11: Point Configurator

HIERARCHY VIEWER

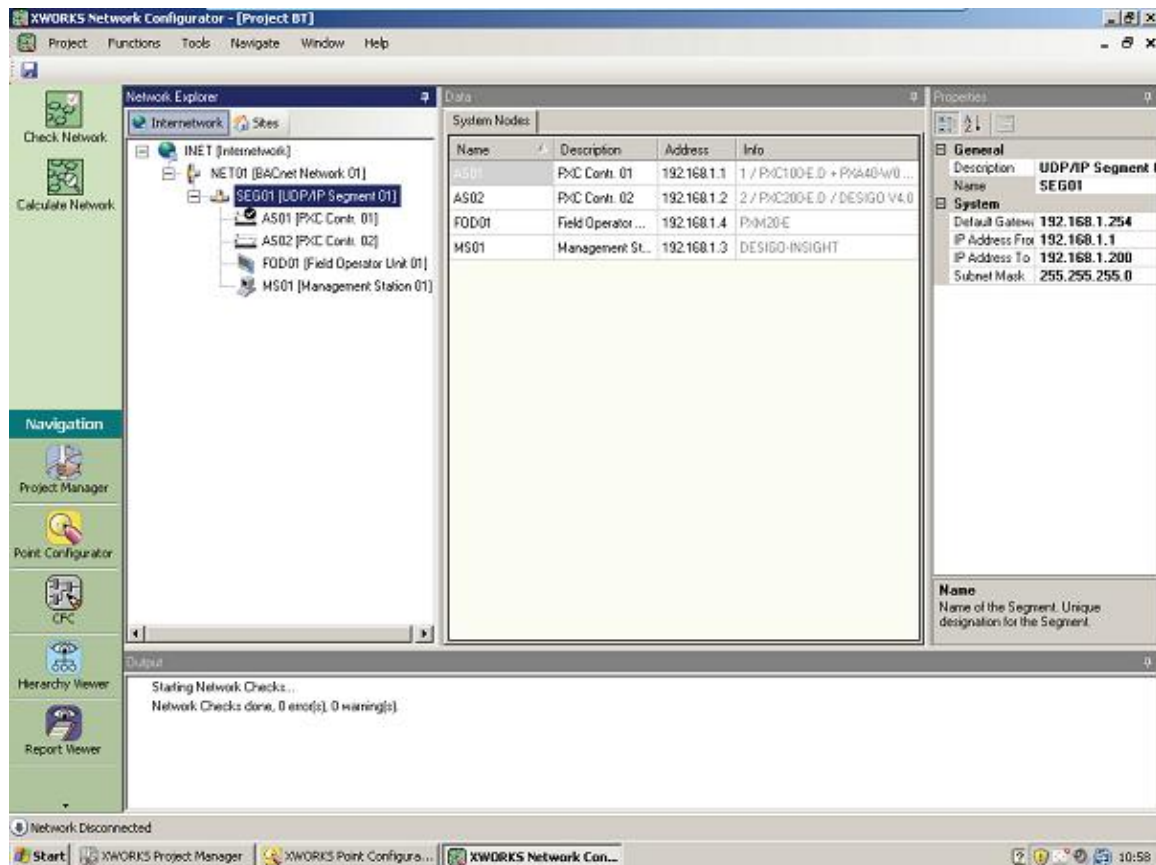
Μέσω του hierarchy viewer μπορεί να γίνει ο έλεγχος και εντοπισμός των σφαλμάτων της ιεραρχίας ολόκληρου του συστήματος καθώς και κάθε σταθμού αυτοματισμού και ελεγκτή συστήματος ξεχωριστά. Επίσης μπορεί να γίνει έλεγχος των παραμέτρων όλων των σημείων που αποτελούν τα προγράμματα των ελεγκτών.



Σχήμα 12: Hierarchy Viewer

NETWORK CONFIGURATOR

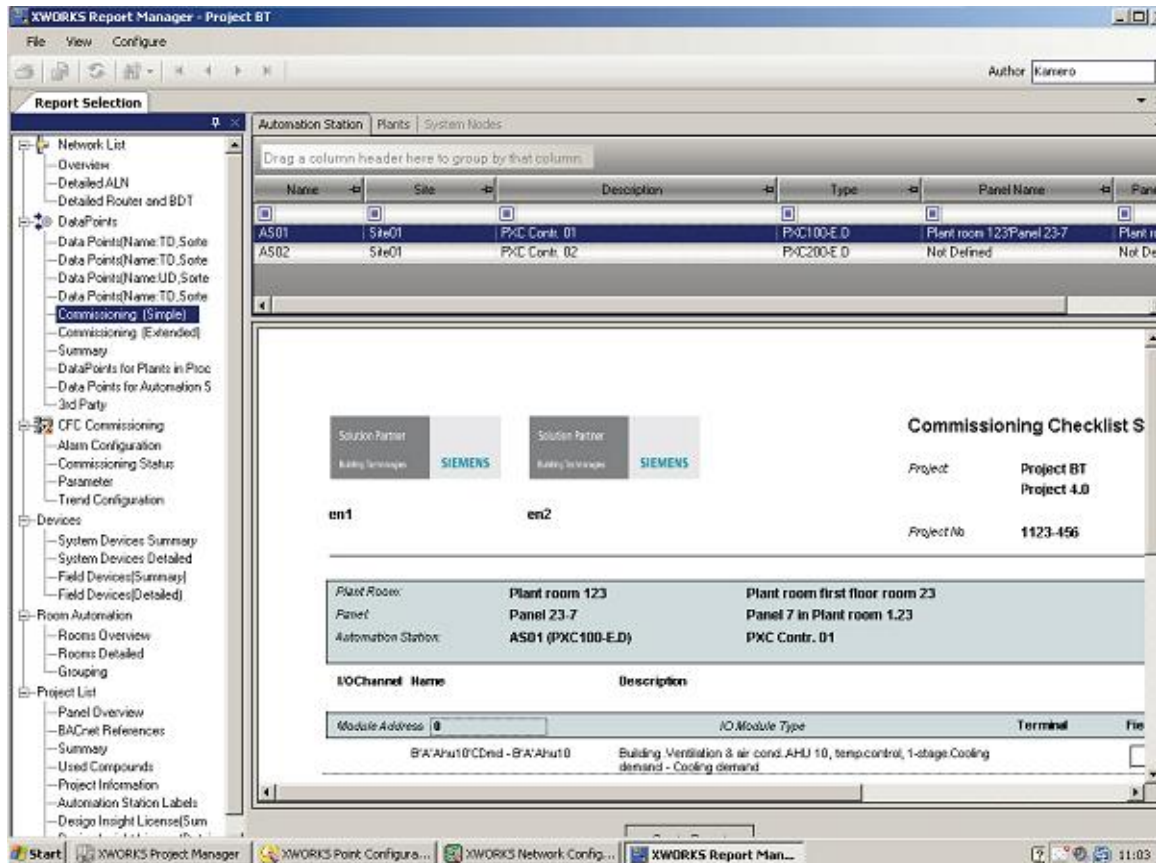
Μέσω του network configurator καθορίζεται η τοπολογία όλων των δικτύων του συστήματος. Για κάθε συστατικό του συστήματος καθορίζεται η διεύθυνση του στο δίκτυο που το αφορά και όλες οι παράμετροι που καθορίζουν την επικοινωνία του. Το network configurator χρησιμοποιείται και για τη ρύθμιση της διεύθυνσης των ελεγκτών πριν τη “φόρτωση” του προγράμματος τους καθώς και για την ρύθμιση και θέση σε λειτουργία των δρομολογητών του συστήματος. Διαθέτει μηχανισμό εντοπισμού των σφαλμάτων των δικτύων.



Σχήμα 13: Network Configurator

REPORT VIEWER

Το report viewer χρησιμοποιείται για την δημιουργία αναφορών που είτε αφορούν το σύστημα και τα προγράμματα είτε την πρόοδο του ελέγχου και της θέσης του συστήματος σε λειτουργία. Οι αναφορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για εσωτερική χρήση αλλά και να παραδοθούν στον τελικό χρήστη του συστήματος.



Σχήμα 14: Report Viewer

CFC

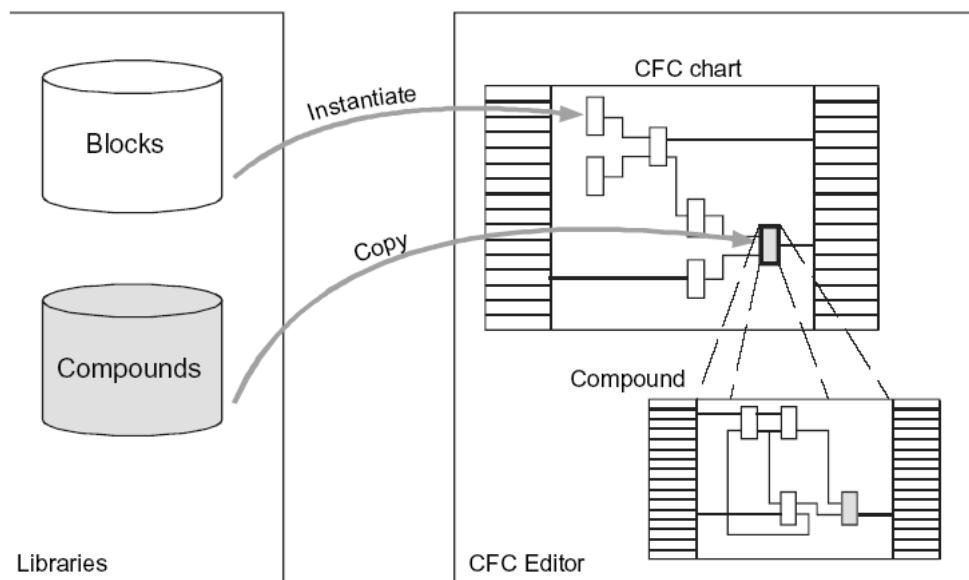
Το CFC είναι το βασικό εργαλείο για τον προγραμματισμό των σταθμών αυτοματισμού Desigo PX. Η λειτουργία όλων των στοιχείων της εγκατάστασης προγραμματίζεται, ρυθμίζεται και τίθεται σε λειτουργία μέσω του CFC Editor. Τα βασικά συστατικά που συνθέτουν το CFC είναι τα εξής:

- **CFC Editor:** Αποτελεί μια γραφική απεικόνιση του προγράμματος που βασίζεται σε κουτιά (blocks) και σε τεχνικές ροές των δεδομένων. Εδώ δημιουργείται το πρόγραμμα και φορτώνεται στους σταθμούς αυτοματισμού.
- **Alarm display:** Απεικονίζει τα ενεργά alarms κάθε σταθμού τα οποία ανανεώνονται διαρκώς παρέχοντας παράλληλα και ιστορικό των συναγερμών. Επίσης δίνει τη δυνατότητα αναγνώρισης του συναγερμού και επαναφοράς της κανονικής λειτουργίας του σχετικού αντικειμένου.
- **Parameter editor:** Επιτρέπει στον προγραμματιστή να τροποποιήσει τις παραμέτρους του κάθε στοιχείου του προγράμματος στη φάση του προγραμματισμού καθώς και να παρακολουθήσει τις τιμές που παίρνουν αυτές οι παράμετροι ζωντανά όταν βρίσκεται σε σύνδεση με τον σταθμό αυτοματισμού.
- **BACnet Generator:** Δημιουργεί τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται το πρωτόκολλο BACnet βασιζόμενο στο πρόγραμμα που υπάρχει στο CFC. Αυτές οι πληροφορίες αποτελούν τη βάση για την αντιστοίχιση (mapping) που γίνεται μεταξύ προγράμματος και σταθμού αυτοματισμού.
- **I/O Address Editor:** Απεικονίζει όλες τις εισόδους και εξόδους που υπάρχουν στο πρόγραμμα και επιτρέπει τη τροποποίηση τους. Από εδώ μπορούν να ονομαστούν τα σημεία, να τους δοθούν διευθύνσεις, να καθοριστεί ο τύπος του σήματος τους καθώς και η μαθηματική μετατροπή του σήματος που λαμβάνεται στη περίπτωση των αναλογικών εισόδων.

ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ D-MAP

Το D-MAP (Desigo Modular Application Programming) είναι η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του προγράμματος που εκτελούν οι σταθμοί αυτοματισμού PX. Τα κύρια χαρακτηριστικά του προγραμματισμού με D-MAP είναι τα εξής:

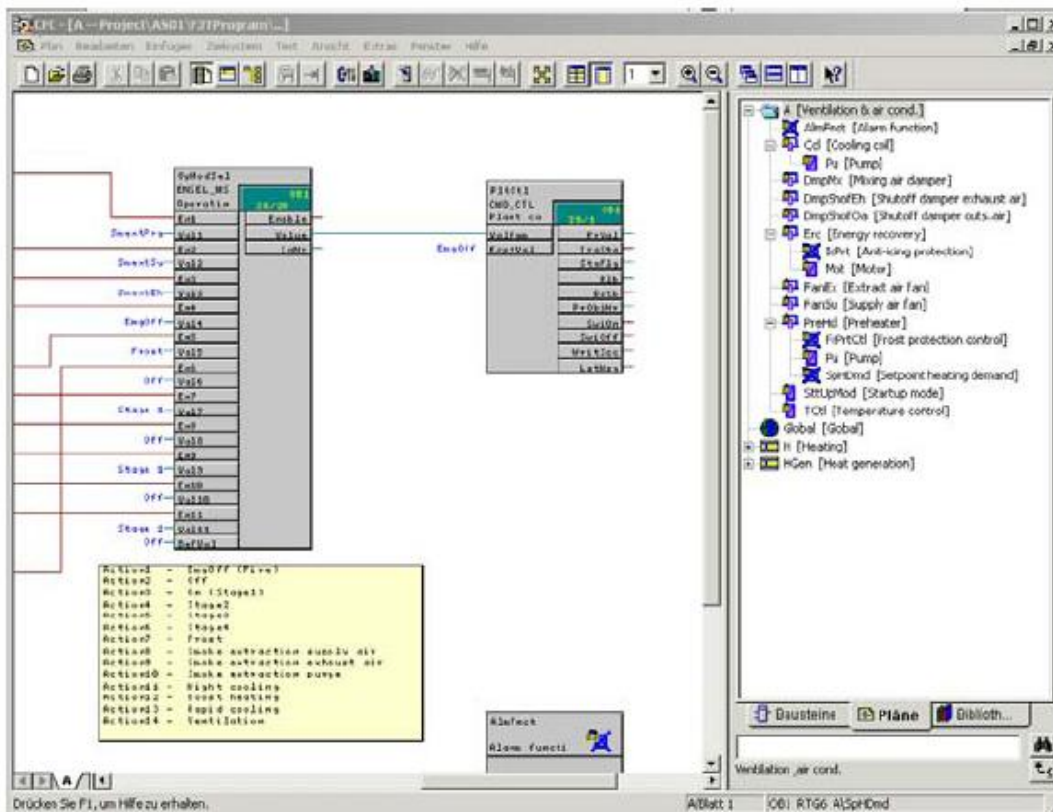
- Τα στοιχεία που συνθέτουν ένα πρόγραμμα D-MAP είναι τα blocks και τα compounds τα οποία είναι αποθηκευμένα σε βιβλιοθήκες.
- Για να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα D-MAP τα blocks και τα compounds που παρέχουν τις κατάλληλες λειτουργίες τοποθετούνται από τις βιβλιοθήκες στο CFC Editor.
- Η ροή των δεδομένων του προγράμματος ρυθμίζεται ενώνοντας τα pins εισόδου και εξόδου των στοιχείων που το συνθέτουν.
- Κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού μπορεί να καθοριστεί και η σειρά με την οποία θα τύχουν επεξεργασίας τα στοιχεία του προγράμματος στη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας του ελεγκτή που το εκτελεί.



Σχήμα 15: Εισαγωγή σημείων και συναρτήσεων ελέγχου στο πρόγραμμα

CFC CHART

Το CFC Chart αποτελεί τη βασική επιφάνεια εργασίας του CFC Editor. Πάνω σε αυτό δημιουργείται και απεικονίζεται γραφικά το D-MAP πρόγραμμα. Αποτελείται από 26 σελίδες (A,B,C....Z) η κάθε μια από τις οποίες είναι χωρισμένη σε 6 τμήματα. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα επέκτασης του προγράμματος στο ίδιο επίπεδο σε περίπτωση που η αρχική σελίδα δεν παρέχει αρκετό χώρο για τη δημιουργία του προγράμματος. Πάνω στο CFC Chart τοποθετούνται σε γραφική μορφή όλα τα συστατικά του προγράμματος που θα εκτελέσουν οι ελεγκτές είτε αφορούν τις φυσικές εισόδους και εξόδους είτε όλους τους ενδιάμεσους υπολογισμούς. Η επιλογή των συστατικών του προγράμματος γίνεται μέσα από τις βιβλιοθήκες που έχουν εγκατασταθεί στο Xworks Plus. Ο καθορισμός της ροής της πληροφορίας καθορίζεται με τη γραφική σύνδεση των συστατικών του προγράμματος στην ανάλογη σειρά. Ο γενικότερος χειρισμός και πλοήγηση πάνω στην επιφάνεια εργασίας, η δυνατότητα ζωντανής παρακολούθησης των τιμών καθώς και η δυνατότητα προσομοίωσης κάνουν την δημιουργία και την διόρθωση του προγράμματος των ελεγκτών πιο εύκολη και απλή.

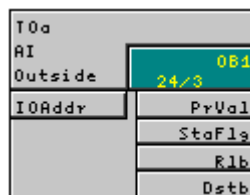


Σχήμα 16: CFC Chart

BLOCKS

Τα Block του D-MAP καθορίζονται ως εξής:

- Κάθε block αποτελείται από το “κεφάλι” και το “σώμα”.
- Κάθε block έχει το όνομα του.
- Κάθε block έχει τις ιδιότητες του που εμφανίζονται στη αντιστοιχη λίστα



Σχήμα 17: Block

Το σώμα του block είναι υπεύθυνο για τη παρουσίαση της λειτουργίας του. Περιέχει το κομμάτι του προγράμματος που θα εκτελεστεί όταν το συγκεκριμένο block ενεργοποιηθεί. Για συγκεκριμένες κατηγορίες Block το πρόγραμμα που εκτελούν

αποτελεί μέρος του μόνιμου προγράμματος (firmware) που περιέχει ο κάθε σταθμός αυτοματισμού. Η εσωτερική δομή του κάθε block δεν δύναται να τροποποιηθεί μέσω του CFC Editor. Στο σώμα περιέχονται επίσης τα pin εισόδου και εξόδου για συγκεκριμένους τύπους δεδομένων που αφορούν το συγκεκριμένο block. Στις βιβλιοθήκες υπάρχουν διαθέσιμα block για όλες τις λειτουργίες αυτοματισμού και ελέγχου τα οποία καλύπτουν τις εξής κατηγορίες:

- Εφαρμογές ελέγχου
- Μαθηματικές και λογικές λειτουργίες
- Ημερολόγια και Χρονοπρογράμματα
- Σημεία εισόδου και εξόδου

Τα Block επίσης χωρίζονται σε τρεις τύπους:

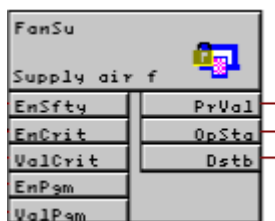
- **Function Blocks:** Αποτελούν block που διαθέτουν δική τους μνήμη. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος του ελεγκτή η πληροφορία είναι συνεχώς προσβάσιμη για επεξεργασία σε κάθε κύκλο.
- **Function:** Τα συγκεκριμένα block δίνουν μία τιμή εξόδου η οποία εξαρτάται αποκλειστικά από τις παρεχόμενες μεταβλητές εισόδου ανά πάσα στιγμή
- **Basic Operation:** Αποτελούν block που αποτελούν τα βασικά συστατικά ενός προγράμματος CFC. Καλύπτουν απλές λειτουργίες του προγράμματος όπως AND, OR κτλ.

Όταν ένα block τοποθετηθεί από τη αντίστοιχη βιβλιοθήκη στο CFC Chart δημιουργείται στην ουσία ένα γραφικό αντίγραφο του τύπου block που έχει επιλεγεί. Η εσωτερική δομή του block αποθηκεύεται μόνο μια φορά και είναι κοινή για όλα τα block του συγκεκριμένου τύπου. Με αυτό το τρόπο αν γίνει μια αλλαγή σε κάποιο τύπο block κεντρικά, η αλλαγή αυτή θα ισχύσει για όλα τα αντίγραφα του που υπάρχουν στο πρόγραμμα.

COMPOUNDS

Τα Compound του D-MAP καθορίζονται ως εξής:

- Το Compound είναι στην ουσία ένα CFC Chart που απεικονίζεται με την μορφή ενός block
- Αποτελείται από άλλα compound ή/και block με τις αντίστοιχες μεταξύ τους συνδέσεις
- Η εσωτερική δομή ενός compound είναι προσβάσιμη μέσω του CFC Editor και μπορεί να τροποποιηθεί
- Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει τα δικά του compound και να τα αποθηκεύσει σε βιβλιοθήκη ώστε να τα επαναχρησιμοποιήσει σε άλλα έργα.



Σχήμα 18: Compound

Κάθε compound έχει ένα συγκεκριμένο σκοπό λειτουργίας ο οποίος προσαρμόζεται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή τροποποιώντας τις παραμέτρους του.

ΣΕΙΡΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το Desigo χρησιμοποιεί το Organization Block 1 (OB1) για την κυκλική επεξεργασία του προγράμματος. Ουσιαστικά όλα τα block του προγράμματος CFC ενός σταθμού αυτοματισμού επεξεργάζονται κυκλικά σε ένα βρόγχο (program loop). Το OB1 δεν αποτελεί block του προγράμματος CFC με την έννοια που περιγράψαμε πιο πάνω. Δεν εμφανίζεται μέσα στο CFC chart και μπορεί να τύχει επεξεργασίας μόνο μέσω του Runtime editor που υπάρχει ειδικά για αυτό το σκοπό στο CFC Editor.

Για τη σειρά με την οποία τυχαίνουν επεξεργασίας τα δεδομένα ισχύουν τα ακόλουθα:

- Η σειρά επεξεργασίας είναι ανεξάρτητη από τη διάταξη με την οποία είναι τοποθετημένα τα block μέσα στο CFC Chart και περιλαμβάνει όλα τα block που βρίσκονται σε ένα σταθμό αυτοματισμού.
- Τα block μπορούν να βρίσκονται απευθείας μέσα στο OB1 ή σε ένα Runtime Group το οποίο βρίσκεται στο OB1.
- Τα Runtime Group αποτελούν ομάδες block τα οποία τυγχάνουν επεξεργασίας στη ίδια φάση του κύκλου και σε συγκεκριμένη σειρά διότι συνήθως αποτελούν μια λειτουργία του προγράμματος η οποία το απαιτεί.
- Υπάρχει μόνο ένα επίπεδο Runtime Group, δηλαδή όλα τα Runtime Groups είναι τοποθετημένα απευθείας μέσα στο OB1. Ένα Runtime Group δεν μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα άλλο Runtime Group.
- Κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού κάθε νέο block που εισέρχεται από τη βιβλιοθήκη παίρνει και τη θέση του στο OB1 ανάλογα με το ενεργό “σημείο εισόδου”. Αυτό συνήθως είναι το αμέσως προηγούμενο block που τοποθετήθηκε στο πρόγραμμα, εκτός και αν τεθεί διαφορετικά από το χρήστη.
- Υπάρχουν κάποια block που αποτελούν βασικές λειτουργίες του προγράμματος (π.χ. ημερολόγιο) τα οποία δεν περιλαμβάνονται σε runtime group και τυγχάνουν επεξεργασίας πάντα στην αρχή του κύκλου. Τα υπόλοιπα block επεξεργάζονται με τη σειρά που έχει καθοριστεί στη φάση του προγραμματισμού.
- Η σειρά επεξεργασίας μπορεί να βελτιστοποιηθεί αυτόματα. Το CFC Editor περιλαμβάνει τη λειτουργία “Calculate Run Sequence”. Αυτή διασφαλίζει ότι οι είσοδοι του προγράμματος, οι απαιτούμενες πράξεις και οι έξοδοι του προγράμματος επεξεργάζονται με τη σωστή σειρά. Έτσι υπό φυσιολογικές συνθήκες ο χρήστης δεν χρειάζεται να επέμβει στο κύκλο επεξεργασίας.

OB1 [FZ Free cycle]		Inhalt von 'OB1'	Typ
		Global\NotifCl33	NOTIFCL
		Global\NotifCl32	NOTIFCL
		Global\NotifCl31	NOTIFCL
		Global\NotifCl23	NOTIFCL
		Global\NotifCl22	NOTIFCL
		Global\NotifCl21	NOTIFCL
		Global\NotifCl13	NOTIFCL
		Global\NotifCl12	NOTIFCL
		Global\NotifCl11	NOTIFCL
		A\AlmFnct\CmnAlm	CMN_ALM
		Global\Cln1	CLN
		Global\Cln2	CLN
		Global\Cln3	CLN
		H\AlmFnct\CmnAlm	CMN_ALM

Σχήμα 19: Κύκλος Επεξεργασίας

2. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ

Η κύρια ιδέα της μηχανολογικής μελέτης του έργου αφορά ένα κεντρικό σύστημα κλιματισμού (θέρμανσης και ψύξης) το οποίο θα εκμεταλλεύεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό την ηλιακή ενέργεια καθώς και την ύπαρξη υπογείων υδάτων κάτω από τις εγκαταστάσεις του κτιρίου. Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια μέρη :

1. Κεντρικό ηλιακό σύστημα
2. Τρεις Ψύκτες απορρόφησης με πύργο ψύξης κλειστού τύπου
3. Εναλλάκτη θερμότητας για ψύξη με τη χρήση υπογείων υδάτων
4. Σύστημα δύο λεβήτων.
5. Δίκτυο κεντρικών και τοπικών κλιματιστικών μονάδων και μονάδων εξαερισμού.

2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το κεντρικό ηλιακό σύστημα είναι ενεργειακού τύπου, βεβαισμένης κυκλοφορίας νερού και εγκαταστάθηκε βάση των προδιαγραφών BS 6700:1987. Είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και τροφοδοσία των ψυκτών απορρόφησης με ζεστό νερό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και για τη τροφοδοσία των κλιματιστικών μονάδων με ζεστό νερό κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αποτελείται από:

1. Εξήντα εννέα (69) ηλιακά πλαίσια, αποτελούμενα από ηλιακούς συλλέκτες κενού αέρος, διαστάσεων 1,80 m x 2,50 m, τα οποία είναι εγκατεστημένα στην οροφή του κτιρίου.
2. Τρεις κυλίνδρους αποθήκευσης ζεστού νερού κατάλληλους για πίεση λειτουργίας 450 kPa και χωρητικότητας 5000 λίτρων, εγκατεστημένους στο χώρο του μηχανοστασίου στο πρώτο όροφο της εγκατάστασης.
3. Δίκτυο διασωληνώσεων νερού.

Οι ηλιακοί συλλέκτες κενού είναι τύπου “απορροφητή θερμότητας” ψηλής απόδοσης (vacuum tube collector-heat pipe type) το ολοκληρωμένο σύνολο του οποίου αποτελείται από τα ακόλουθα:

1. Σωλήνα κενού (vacuum tube) διπλού γυαλιού κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένο από Borosilicate glass που αποτελείται από τον εξωτερικό σωλήνα (Glazing), κενό αέρος και τον εσωτερικό σωλήνα (Absorber). Ο σωλήνας κενού έχει δοκιμαστεί σε αντίσταση αέρα τουλάχιστον 30 m/s (grade 11) και σε χαλάζι διαμέτρου 25 mm. Ο εσωτερικός σωλήνας (Absorber) είναι επενδυμένος με Aluminum Nitride (Al-N/Al). Στο κάτω μέρος του σωλήνα κενού (ενδιάμεσα των δύο σωλήνων) υπάρχει επικάλυψη από barium ώστε να είναι εφικτή η διαπίστωση φθοράς στον κύλινδρο.
2. Απορροφητή θερμότητας κατασκευασμένο από χαλκό Cu 12200 (99.9 %) εντός του οποίου υπάρχει μη τοξικό υγρό ως θερμικό μέσο (Αλκοόλη). Στην επιφάνεια του υπάρχει πτερύγιο περισυλλογής και μεταφοράς θερμότητας.
3. Διανομέα (Manifold) κατασκευασμένο από χαλκό Cu 12200 (99.9 %) που περιβάλλεται από θερμομονωτικό υλικό τύπου πολυουρεθάνης. Το περίβλημα του διανομέα είναι από ανοξείδωτο ατσάλι τύπου S/S 304.

4. Υδατοστεγή ένωση κατάλληλη για λειτουργία σε θερμοκρασίες άνω των 180 °C η οποία συνδέει σωλήνα κενού-απορροφητή θερμότητας-διανομέα και διασφαλίζει απρόσκοπτη υδατοστεγή σύνδεση. Είναι τοποθετημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτή η αφαίρεση και επανατοποθέτηση του απορροφητή θερμότητας στο σωλήνα κενού, χωρίς να είναι αναγκαία η αντικατάσταση της.
5. Ενιαία βάση από ανοξείδωτο ατσάλι τύπου S/S 304 στην οποία είναι εγκατεστημένο το σύστημα με τέτοιο τρόπο ώστε σε περίπτωση ανάγκης να είναι εφικτή η αποσυναρμολόγηση του κάθε σωλήνα κενού και επανατοποθέτηση του, χωρίς διαρροή νερού.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Το ολοκληρωμένο σύστημα των ψυκτών απορρόφησης είναι εργοστασιακού τύπου με πιστοποίηση κατασκευής και αποτελείται από τα ακόλουθα:

1. Τρεις ψύκτες απορρόφησης τύπου Βρωμιούχου Λιθίου/ νερού (BrLi / H₂O) οι οποίοι χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης ζεστό νερό από το κεντρικό ηλιακό σύστημα και ως μέσο ψύξης νερό που διέρχεται μέσω πύργου ψύξης. Έχουν δείκτη υδατοπροστασίας IP55. Έχουν ισχύ 95 kW για τροφοδοσία ζεστού νερού 75 °C και συντελεστή απόδοσης μεγαλύτερο από 55%. Είναι εγκατεστημένοι στο χώρο του μηχανοστασίου στο πρώτο όροφο τη εγκατάστασης και αποτελούνται από τα ακόλουθα κύρια μέρη:
 - Γεννήτρια – Διαχωριστή (Generator)
 - Συμπυκνωτή (Condenser)
 - Εξατμιστή (Evaporator)
 - Απορροφητήρα (Absorber)
 - Πίνακα ελέγχου (Control Panel)
 - Εναλλάκτη απορροφητικού μέσου (Solution Heat Exchanger)
2. Πύργο ψύξης κλειστού τύπου αντίθετης ροής. Είναι εγκατεστημένος εξωτερικά στη πίσω αυλή του κτιρίου σε χώρο που έχει δοθεί για τις εξωτερικές μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Έχει ψυκτική απόδοση 425 kW για ροή νερού 19,95 l/s, θερμοκρασία νερού εισόδου 37 °C και θερμοκρασία νερού εξόδου 32 °C. Αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια μέρη:
 - Εξωτερικό Περίβλημα
 - Ανεμιστήρα
 - Εργοστασιακό εναλλάκτη θερμότητας κλειστού τύπου
 - Επιφάνεια συναλλαγής μάζας / ενέργειας
 - Εργοστασιακό κυκλοφορητή
 - Δένδρο ψεκασμού
 - Σταγονοσυλλέκτη

2.3 ΨΥΞΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Η ψύξη με τη χρήση των υπογείων υδάτων επιταχύνεται μέσω εναλλάκτη θερμότητας εγκατεστημένου εξωτερικά στο χώρο των μηχανολογικών εγκαταστάσεων στην πίσω αυλή του κτιρίου. Το νερό αντλείται από πηγάδι το οποίο βρίσκεται περίπου στο κέντρο του κτιρίου και κάτω από το χώρο του εργαστηρίου, διέρχεται μέσω του εναλλάκτη και απορρίπτεται σε δεύτερο πηγάδι το οποίο βρίσκεται επίσης κάτω από το κτίριο. Ο ρόλος του εναλλάκτη είναι να προ-ψύχει το νερό που κατευθύνεται από τους ψύκτες απορρόφησης προς τον πύργο ψύξης ώστε να μειώνεται όσο είναι δυνατόν η κατανάλωση ενέργειας από τον πύργο ψύξης.

Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι τύπου πλάκας (plate type), κατάλληλος για υφάλμυρο νερό, και με δυνατότητα επέκτασης. Οι πλάκες είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 (DIN 1.4491). Περιέχει 23 πλάκες με συνολική απόδοση 100 kW.

Η παροχή του νερού προς τον εναλλάκτη γίνεται μέσω υποβρύχιας αντλίας, κατάλληλης για χρήση με νερό θερμοκρασίας μέχρι 60 °C. Οι βαθμίδες, οι φτερωτές, ο άξονας και κάθε άλλο βρεχόμενο μέρος είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 (DIN 1.4401). Η αντλία διαθέτει υδρολίπαντα ελαστικά έδρανα με εσωτερική διαμόρφωση σε σχήμα οκταγώνου σχηματίζοντας έτσι κανάλια διαφυγής της άμμου κατά μήκος του άξονα. Οι πτερωτές συγκρατούνται με διαιρούμενους κώνους και περικόχλια στον άξονα και φέρουν αντικαθιστάμενο δακτύλιο φθοράς. Επιπλέον οι ενδιάμεσες βαθμίδες σταθερών πτερυγίων ενσωματώνουν προφυλακτήρα άμμου, με αντικαθιστάμενα ενδιάμεσα έδρανα και δακτυλίους στεγανότητας. Τέλος διαθέτει κεφαλή καταθλίψεως με εσωτερικό σπείρωμα και ενσωματωμένη βαλβίδα αντεπιστροφής με ανοξείδωτο δακτύλιο στηρίξεως και έμφραξη από βουλκανισμένο συνθετικό ελαστικό (NBR). Ο κινητήρας διαθέτει χιτώνιο και άξονα κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα (DIN 1.4539 και 1.4462 αντίστοιχα) και λειτουργεί στις 2900 rpm με ρεύμα 50 Hz σε δίκτυο 3x 400 V.

Η διασωλήνωση από την αντλία μέχρι τον εναλλάκτη στο χώρο των μηχανολογικών εγκαταστάσεων στην αυλή είναι από μαύρο λάστιχο δικτυωμένου πολυαιθυλενίου με αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου και με ελάχιστη πίεση λειτουργίας 15 bar στους 20 °C και 6 bar στους 95 °C. Η διασωλήνωση καθώς και τα ενδιάμεσα στοιχεία σύνδεσης πληρούν τις Γερμανικές προδιαγραφές DIN 16892/3. Το λάστιχο κινείται στο χώμα σε βάθος 600 mm περίπου. Η επιστροφή και η διακλάδωση του νερού από την αυλή και μέσα στο μηχανοστάσιο γίνεται μέσω σωληνώσεων από προπυλένιο PN-20. Όλες οι σωληνώσεις είναι θερμομονωμένες με μονωτικό υλικό 9 mm.

2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΒΗΤΩΝ

Αποτελείται από δύο λέβητες ισχύος 140 KW, κατασκευασμένους από υψηλής ποιότητας χυτοσίδηρο κράματος GG20. Ο βαθμός απόδοσης τους είναι 90%. Διαθέτουν τριπλή διαδρομή καυσαερίων και οριζόντιο θάλαμο καύσης. Είναι εφοδιασμένοι με μονωμένη θύρα βαρετού τύπου, δίνοντας πρόσβαση στο θάλαμο καύσεως καθώς και στις διόδους των καυσαερίων. Οι λέβητες είναι επίσης εφοδιασμένοι με τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Θερμοστάτη λειτουργίας (ON/OFF)
- Θερμοστάτη ασφαλείας
- Θερμόμετρο εξόδου ζεστού νερού

Οι καυστήρες είναι τύπου οριζόντιας φλόγας και διαθέτουν όλα τα απαραίτητα όργανα για αυτόματη λειτουργία όπως αντλία πετρελαίου, μετασχηματιστή ανάφλεξης, ηλεκτρόδια κτλ. Χρησιμοποιούν ως καύσιμο ακάθαρτο πετρέλαιο με ρευστότητα 35 sec Redwood No 1 στους 38 °C.

Η τροφοδοσία γίνεται από δεξαμενή πετρελαίου χωρητικότητας 4 m³ που βρίσκεται στη πίσω αυλή του κτιρίου στο χώρο των μηχανολογικών εγκαταστάσεων στο ισόγειο. Στις παροχές καυσίμου και των δύο λεβήτων έχουν τοποθετηθεί βαλβίδες διακοπής της παροχής καυσίμου οι οποίες ενεργοποιούνται αυτόματα σε περίπτωση πυρκαγιάς αλλά και χειροκίνητα. Σε κάθε περίπτωση ενεργοποιείται και κώδωνας κινδύνου που βρίσκεται στο χώρο του μηχανοστασίου.

2.5 ΔΙΚΤΥΟ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Το δίκτυο των κλιματιστικών μονάδων και των μονάδων εξαερισμού που συντηρούν το κτίριο αποτελείται από:

1. Τρεις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Air Handling Units)

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες είναι υπεύθυνες για την θέρμανση και ψύξη των κύριων χώρων του εργαστηρίου καθώς και των κοινόχρηστων χώρων μέσω αεραγωγών και χρησιμοποιώντας το ζεστό και κρύο νερό που παράγεται στο μηχανοστάσιο. Είναι εγκατεστημένες στο πατάρι που βρίσκεται πάνω από το πρώτο όροφο του κτιρίου και κατασκευασμένες σύμφωνα με το EN 292-2. Αποτελούνται από διπλά τοιχώματα αλουμινίου με θερμική μόνωση μεταξύ αυτών από υαλοβάμβακα 50 mm σύμφωνα με το EN 9006/1 6060 T5.

Περιέχουν ένα φυγοκεντρικό ανεμιστήρα προσαγωγής/επιστροφής κλιματιζόμενου αέρα, διπλού πλάτους πτερυγίων, ο οποίος κινείται από ηλεκτροκινητήρα κατάλληλο για σύνδεση σε δίκτυο 415 V/3 ph/50 Hz.

Η ψύξη και η θέρμανση του κλιματιζόμενου αέρα επιτυγχάνεται μέσω στοιχείου (heating/cooling coil) τριών σειρών (rows) κατασκευασμένου από χάλκινους σωλήνες με πτερύγια αλουμινίου το οποίο λειτουργεί με ζεστό και κρύο νερό. Η διάμετρος των σωλήνων του στοιχείου καθώς και η πυκνότητα των πτερυγίων είναι τέτοιες ώστε το στοιχείο να έχει την αναγκαία απόδοση με πτώση πίεσεως του νερού μικρότερη των 20 KPa. Η μετωπική επιφάνεια του στοιχείου είναι αρκετή ώστε η απαιτούμενη ροή αέρα να επιτυγχάνεται με ταχύτητα ροής 2.5 m/s. Επίσης οι μονάδες περιέχουν κιβώτιο φίλτρων στην επιστροφή του κλιματιζόμενου αέρα. Η δυναμικότητα των μονάδων παρουσιάζεται στο πιο κάτω πίνακα.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (AHU)															
A/A	ΑΡ. ΑΝΑΦ.	ΧΩΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ/ ΧΩΡΟΣ ΕΞΥΓΗΡΕΤΗΣΗΣ	ΡΟΗ ΑΕΡΑ m ³ /h	ΕΞΟΤΕΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ Pa	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ m/s	ΟΛΙΚΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΩΡΤΙΟ kW	ΑΙΣΘΗΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΩΡΤΙΟ kW	ΘΕΡΜΟΣΙΑ ΑΕΡΑ ΕΙΣΟΔΟΥ °C DB	ΘΕΡΜΟΣΙΑ ΑΕΡΑ ΕΞΟΔΟΥ °C DB	ΘΕΡΜΟΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΙΣΟΔΟΥ °C	ΘΕΡΜΟΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΕΞΟΔΟΥ °C	ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ l/s	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ R.P.S	ΠΑΡΟΧΗ kW	ΤΑΞΗ
A1	AHU 1&2	ΠΑΤΑΡΙ/ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	8000	250	2,5	55	35	27	12,2	7	12	2,64	15	3,5	415/3/50
A2	AHU 3	ΠΑΤΑΡΙ/ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ & ΓΡΑΦΕΙΑ	10000	250	2,5	70	44	27	12,2	7	12	3,29	13	4,0	415/3/50

2. Δεκαεφτά τοπικές κλιματιστικές μονάδες (Fan Coil Units)

Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες είναι υπεύθυνες για την θέρμανση και ψύξη των κλειστών χώρων του κτιρίου όπως είναι τα γραφεία, το δωμάτιο ελέγχου του συστήματος BMS, το εργαστήριο με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές κτλ. Χρησιμοποιούν ως μέσο ψύξης/θέρμανσης το ζεστό και κρύο νερό που παράγεται στο μηχανοστάσιο.

Όλες οι μονάδες διαθέτουν ανεμιστήρα, μονωμένη λεκάνη συμπυκνωμάτων, γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα πάχους 0.8 mm και στοιχείο ψύξης / θέρμανσης. Ο ανεμιστήρας είναι φυγοκεντρικός, διπλού πλάτους περυγίων και κινείται από ηλεκτροκινητήρα τριών ταχυτήτων με διμερή πυκνωτή (Split-capacitor), κατάλληλο για σύνδεση σε δίκτυο 240 V/1 ρh/50 Hz.

Το στοιχείο ψύξης/θέρμανσης είναι κατασκευασμένο από χάλκινους σωλήνες με περύγια από αλουμίνιο σε τρεις σειρές και είναι εφοδιασμένο με αυτόματο εξαεριστήρα. Επίσης όλες οι μονάδες διαθέτουν φίλτρο παρεμπόδισης σκόνης στην επιστροφή του κλιματιζόμενου αέρα. Η δυναμικότητα των μονάδων παρουσιάζεται στους πιο κάτω πίνακες.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (FCU)					
A/A	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ kW	MAX dB(A)	ΤΥΠΟΣ
ΟΡΟΦΟΣ					
1	EM-1	ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟ	6,30	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
2	EM-2	ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟ	6,30	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
3	EM-3	ΟΡΟΦΟΣ GENERAL USE COMPUTER LAB	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
4	EM-4	ΟΡΟΦΟΣ GENERAL USE COMPUTER LAB	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
5	EM-5	ΟΡΟΦΟΣ CONTROL LAB	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
6	EM-5A	ΟΡΟΦΟΣ CONTROL LAB	5,5	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
7	EM-6	ΟΡΟΦΟΣ ΚΟΥΖΙΝΑ	2,34	35	ΕΠΙΤΟΙΧΟ
8	EM-7	ΔΩΜΑΤΙΟ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗ	2,34	35	ΕΠΙΤΟΙΧΟ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ (FCU)					
A/A	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ kW	MAX dB(A)	ΤΥΠΟΣ
ΙΣΟΓΕΙΟ					
9	EM-8	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 010B	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
10	EM-9	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 010A	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
11	EM-10	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 010	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
12	EM-11	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 009	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
13	EM-12	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 009	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
14	EM-13	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 009	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
15	EM-14	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 008	3,50	35	ΕΠΙΤΟΙΧΟ
16	EM-15	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ 014	7,03	35	ΚΑΣΕΤΤΑ
17	EM-16	ΙΣΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟΣ ΕΠΟΠΤΗ	2,34	35	ΕΠΙΤΟΙΧΟ

3. Δύο συσκευές κλιματισμού ψύξης διαιρούμενου τύπου (Split Units)

Οι δύο συσκευές διαιρούμενου τύπου είναι υπεύθυνες για την ψύξη του “server room” και έχουν ψυκτική απόδοση 6.5 KW η κάθε μία. Λειτουργούν με το οικολογικό ψυκτικό αέριο R410A και είναι κατάλληλες για σύνδεση σε δίκτυο 240 V/1 ph/50 Hz. Σε περίπτωση διακοπής και επαναφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος έχουν τη δυνατότητα αυτόματης επανεκκίνησης.

4. Τέσσερις κεντρικές μονάδες εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας (Heat Reclaim Ventilation Units)

Οι τέσσερις μονάδες HRV είναι υπεύθυνες για την προσαγωγή προ-κλιματισμένου νωπού αέρα στους κύριους χώρους του εργαστηρίου και συγχρόνως για την απόρριψη “βρώμικου αέρα” στο περιβάλλον μέσω των αεραγωγών στους οποίους είναι συνδεδεμένες. Περιέχουν ένα ανεμιστήρα εισαγωγής και ένα ανεμιστήρα εξαγωγής κατάλληλους για σύνδεση σε δίκτυο 415 V/3 ph/50 Hz. Τα δύο ρεύματα αέρα διασταυρώνονται μεταξύ τους στον εναλλάκτη θερμότητας διασταυρούμενης ροής (cross flow heat exchange element). Εκτός από τη λειτουργία εναλλαγής θερμότητας μέσω της διασταύρωσης των δύο ρευμάτων υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης ώστε τα δύο ρεύματα να μην έρχονται καθόλου σε επαφή. Οι τρεις μονάδες έχουν δυνατότητα ανταλλαγής αέρα 3966 m³/h και εναλλάκτη θερμότητας με απόδοση 75%. Η τέταρτη μονάδα έχει δυνατότητα ανταλλαγής αέρα 2988 m³/h και εναλλάκτη θερμότητας με απόδοση 78%

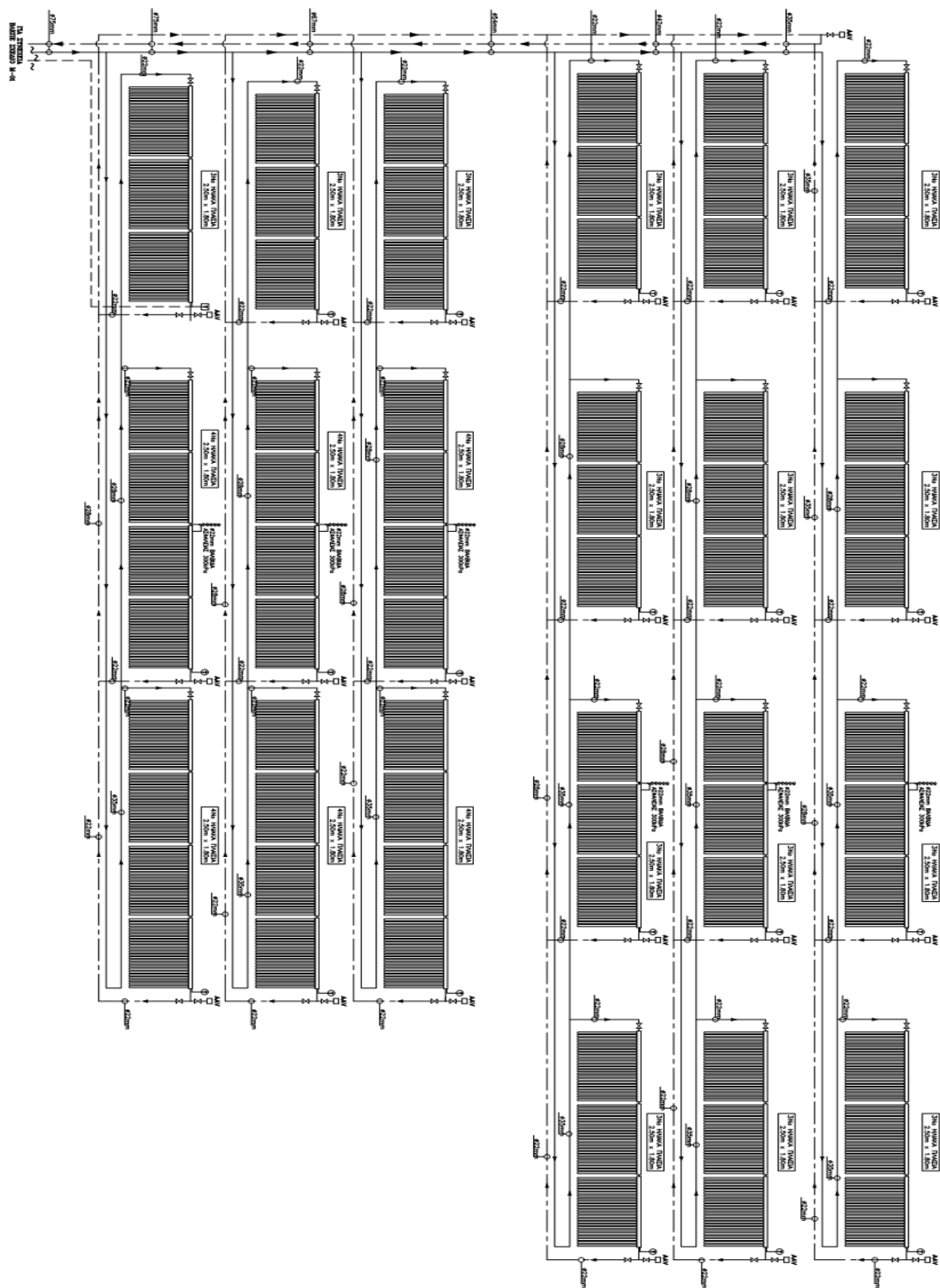
5. Έξι τοπικές μονάδες εξαερισμού

Οι έξι τοπικοί εξαεριστήρες είναι τύπου αγωγού με φύλλα κλεισίματος ελκυσμού αέρα και είναι μικτής ροής. Οι τρεις έχουν τη δυνατότητα εξαγωγής αέρα 130 m³/h και είναι υπεύθυνοι για τον εξαερισμό του αποχωρητηρίου αναπήρων, της κουζίνας και του δωματίου του φροντιστή που βρίσκονται στον πρώτο όροφο. Οι άλλοι τρεις έχουν τη δυνατότητα εξαγωγής αέρα 320 m³/h και είναι υπεύθυνοι για τον εξαερισμό των αποχωρητηρίων των ανδρών και γυναικών καθώς και της αποθήκης που επίσης βρίσκονται στον πρώτο όροφο.

2.6 ΑΝΤΑΙΕΣ

Όλα τα πιο πάνω συστήματα εξυπηρετούνται από δίκτυο διασωληνώσεων δοκιμασμένο σε υδραυλική πίεση 8 bar και από ζεύγη αντλιών εφοδιασμένα με μετατροπείς συχνότητας (Frequency Inverters). Εξαίρεση αποτελούν η δοσομετρική αντλία του πύργου ψύξης η οποία δεν διαθέτει μετατροπέα συχνότητας και η υποβρύχια αντλία που είναι εγκατεστημένη στο πηγάδι καθώς στα συγκεκριμένα συστήματα δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να υπάρχει εφεδρική αντλία. Ακολουθούν οι πίνακες των αντλιών που προδιαγράφηκαν και τα σχηματικά διαγράμματα της μηχανολογικής εγκατάστασης.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ-ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΩΝ						
NO.	ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ l/s	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ kPa	ΤΑΧΥΤΗΤΑ RPS	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
P1&P2	ΠΥΡΓΟΣ ΨΥΞΗΣ/ΨΥΚΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ	2	19,95	250	24	IN LINE ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΟΜΕΝΟ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (INVERTER CONTROL)
P3&P4	ΨΥΞΗ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ	2	14,33	210	24	IN LINE ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΟΜΕΝΟ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (INVERTER CONTROL)
P5&P6	ΨΥΚΤΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	2	16,50	195	24	IN LINE ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΟΜΕΝΟ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (INVERTER CONTROL)
P7&P8	ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	2	11,50	230	24	ΕΝΣΩΜΑΤΟΜΕΝΟ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (INVERTER CONTROL) ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΓΙΑ 140 °C
P9	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ	1	0,33	60	48	-
P10	ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ	1	3,00	300	48	ΜΕ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΓΙΑ ΥΦΑΛΜΥΡΟ ΝΕΡΟ



3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS

Η όλη διαδικασία από το σημείο της λήψης των προδιαγραφών μέχρι και την τελική παράδοση οποιουδήποτε συστήματος BMS μπορεί να διαχωριστεί στα εξής βασικά στάδια:

1. Σχεδιασμός του συστήματος
2. Δημιουργία του προγράμματος των ελεγκτών και του προγράμματος του σταθμού διαχείρισης
3. Δημιουργία των ΑΚΕ (Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου)
4. Εγκατάσταση και καλωδίωση
5. Θέση συστήματος σε λειτουργία

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σε κάθε έργο που περιλαμβάνει σύστημα BMS υπάρχει ξεχωριστό τμήμα των προδιαγραφών στο οποίο περιγράφονται οι απαιτήσεις του μελετητή του έργου από το σύστημα BMS και το οποίο συνήθως αποτελεί μέρος των μηχανολογικών προδιαγραφών του έργου. Ένα μέρος των προδιαγραφών αφιερώνεται στη περιγραφή των γενικών απαιτήσεων από το σύστημα. Σε αυτό το μέρος περιγράφονται τα πρότυπα που πρέπει να τηρούνται, η ζητούμενη ποιότητα των ελεγκτών και όλων των περιφερειακών υλικών που θα ελέγχονται ή θα είναι συνδεδεμένα με το σύστημα, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που είναι αποδεκτά κτλ. Στις υπόλοιπες προδιαγραφές περιγράφονται ποιοτικά και ποσοτικά οι απαιτήσεις που αφορούν το συγκεκριμένο σύστημα. Τι ακριβώς θα ελέγχεται από το σύστημα καθώς και με ποιό ακριβώς τρόπο.

Ο μηχανικός που είναι υπεύθυνος για το σύστημα BMS οφείλει σε αυτό το στάδιο να σχεδιάσει βάση των προδιαγραφών το σύστημα. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την δημιουργία της γενικότερης αρχιτεκτονικής του συστήματος, την επιλογή όλων των ελεγκτών και περιφερειακών υλικών που θα αποτελούν το σύστημα και τη δημιουργία των σχεδίων των ελεγκτών βάση των οποίων θα εγκατασταθούν και θα καλωδιωθούν στα ΑΚΕ.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει όλη τη προεργασία που πρέπει να κάνει στο γραφείο ο υπεύθυνος μηχανικός αφού έχει σχεδιαστεί το σύστημα και πριν επισκεφτεί το χώρο του έργου για να θέσει σε λειτουργία το σύστημα. Οφείλει να ετοιμάσει όλα τα προγράμματα που θα εκτελέσουν οι ελεγκτές του συστήματος βάσει των σεναρίων που ζητούνται από τις προδιαγραφές. Επίσης σε περίπτωση που υπάρχουν ολοκληρώσεις με τρίτα συστήματα οφείλει να συλλέξει όλη τη πληροφορία που χρειάζεται από τους προμηθευτές των συστημάτων αυτών ώστε να δημιουργήσει τα προγράμματα που θα εκτελέσουν οι ελεγκτές που είναι υπεύθυνοι για τη μεταφορά των συστημάτων αυτών στο BMS. Τέλος πρέπει να δημιουργήσει το γραφικό περιβάλλον που θα χρησιμοποιεί ο

χρήστης ώστε να ελέγχει το σύστημα και να το εγκαταστήσει στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος θα αποτελεί το σταθμό διαχείρισης του συστήματος.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΚΕ

Τα απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ) είναι ουσιαστικά οι πίνακες μέσα στους οποίους εγκαθίστανται οι ελεγκτές οι οποίοι απαρτίζουν το σύστημα. Σε πολλές περιπτώσεις ως ΑΚΕ χρησιμοποιούνται οι μηχανολογικοί πίνακες της εγκατάστασης, δηλαδή οι πίνακες που είναι υπεύθυνοι για τη τροφοδοσία και τον έλεγχο των μηχανολογικών στοιχείων του έργου. Αυτό καθιστά τη καλωδίωση πολύ πιο εύκολη καθώς πολλά από τα στοιχεία που ελέγχει κάθε σύστημα BMS βρίσκονται εντός των μηχανολογικών πινάκων. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που λόγω τοπολογίας (π.χ. ένα σύνολο απομακρυσμένων αισθητήρων) χρειάζεται να δημιουργηθούν πίνακες ειδικά για τους ελεγκτές, οι οποίοι εγκαθίστανται σε σημεία που καθιστά πιο εύκολη τη καλωδίωση των στοιχείων που ελέγχονται από κάθε πίνακα. Ο υπεύθυνος μηχανικός του BMS οφείλει να συνεργαστεί με τον προμηθευτή των μηχανολογικών πινάκων της εγκατάστασης ώστε να γίνει σωστά η εγκατάσταση και καλωδίωση των ελεγκτών εντός των μηχανολογικών πινάκων καθώς και να δημιουργηθούν εντός του πίνακα οι πρόνοιες για την καλωδίωση όλων των στοιχείων που βρίσκονται εκτός των πινάκων.

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ

Η εγκατάσταση και καλωδίωση των ΑΚΕ καθώς και όλων των στοιχείων που βρίσκονται εκτός των ΑΚΕ και είναι συνδεδεμένα με το σύστημα (αισθητήρες, κινητήρες κτλ) εκτελείται συνήθως από την εταιρία που είναι υπεύθυνη για την μηχανολογική εγκατάσταση του έργου. Σε κάθε περίπτωση όμως ο προμηθευτής του συστήματος BMS έχει τη τεχνογνωσία όσον αφορά τη καλωδίωση του συστήματος αλλά και την σωστή εγκατάσταση όλων των στοιχείων που ελέγχονται από το σύστημα. Οφείλει να συνεργαστεί με τον υπεύθυνο εγκαταστάτη αλλά και να επισκέπτεται το έργο στο στάδιο της εγκατάστασης ώστε να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία όλων των στοιχείων του συστήματος.

ΘΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Αυτό το στάδιο αποτελεί και το τελευταίο στην διαδικασία δημιουργίας ενός συστήματος BMS αλλά και ίσως το πιο σημαντικό. Για να τεθεί το σύστημα σε λειτουργία θα πρέπει προηγουμένως να έχει τροφοδοτηθεί το έργο με ηλεκτρισμό και να έχει ελεγχθεί η σωστή λειτουργία των μηχανολογικών στοιχείων της εγκατάστασης (αντλίες, ανεμιστήρες κτλ) χειροκίνητα μέσω των μηχανολογικών πινάκων. Ο υπεύθυνος μηχανικός του BMS οφείλει κατά τη διάρκεια της θέσης του συστήματος σε λειτουργία να ελέγξει όλες τις φυσικές εισόδους και εξόδους του συστήματος και κατά συνέπεια τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία όλων των στοιχείων που είναι συνδεδεμένα με το σύστημα. Επίσης πρέπει να ελέγξει τη σωστή λειτουργία των δικτύων που απαρτίζουν το σύστημα και τη σωστή λειτουργία της ολοκλήρωσης με τρίτα συστήματα. Μέσα από τον έλεγχο οφείλει να εντοπίσει όλα τα λάθη στη καλωδίωση και εγκατάσταση του συστήματος και να υποδείξει στους υπεύθυνους τις ενέργειες στις οποίες πρέπει να

προβούν για την αποκατάσταση τους. Κατά τη θέση του συστήματος σε λειτουργία πρέπει να εκτελεστούν ή να εξομοιωθούν όλα τα σενάρια ελέγχου που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα διαφανούν τα όποια λάθη στον προγραμματισμό των ελεγκτών καθώς και πιθανά προβλήματα στη μηχανολογική εγκατάσταση του έργου καθώς αυτή μπαίνει σε πλήρη λειτουργία κατά τη διάρκεια της θέσης σε λειτουργία του συστήματος BMS.

3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS ΤΕΠΑΚ

ΓΕΝΙΚΑ

Βασικό κομμάτι των προδιαγραφών για οποιοδήποτε σύστημα BMS είναι η λεγόμενη λίστα σημείων ή πίνακας σημείων (points list). Ταυτόχρονα αποτελεί και ένα από τα βασικότερα “εργαλεία” που θα χρησιμοποιήσει ο σχεδιαστής του συστήματος μαζί με το κείμενο των προδιαγραφών και τα μηχανολογικά σχέδια ώστε να διαμορφώσει την αρχιτεκτονική του συστήματος και να επιλέξει τους ελεγκτές που θα απαρτίζουν το σύστημα. Στη λίστα σημείων περιέχονται όλα τα σημεία που απαιτείται να ελέγχονται από το σύστημα. Ο μελετητής παραθέτει όλα τα στοιχεία της εγκατάστασης που θα ελέγχονται από το σύστημα BMS και αναλυτικά τον αριθμό και είδος των σημείων για κάθε στοιχείο. Τα σημεία μπορεί να είναι είτε αναλογικές και ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι, είτε σημεία ολοκλήρωσης μέσω κάποιου προκαθορισμένου πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

Στο διάγραμμα που επισυνάπτεται στην επόμενη σελίδα μπορούμε να δούμε την αρχική λίστα σημείων του συστήματος BMS για το συγκεκριμένο έργο. Διαβάζοντας τη λίστα από αριστερά αρχικά απαριθμούνται όλα τα στοιχεία ή ενότητες που απαιτείται να ελέγχονται από το σύστημα. Ακολουθώς αναγράφονται οι συνολικές εισοδοι και έξοδοι για κάθε ενότητα. Η υπόλοιπη λίστα χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες. Στις αναλογικές εισόδους, αναλογικές εξόδους, ψηφιακές εισόδους και ψηφιακές εξόδους. Σε κάθε κατηγορία καθορίζεται συγκεκριμένα το είδος της μετρήσιμης τιμής για τις εισόδους και το είδος του σημείου που θα ελέγχεται για τις εξόδους.

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι ξεκάθαρο το τί ακριβώς ελέγχεται όπως είναι η πρώτη στήλη που αφορά τους εμβαπτιζόμενους αισθητήρες θερμοκρασίας (Immersion Temperature Sensor). Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπως είναι οι “ξηρές” επαφές (Aux. Free Contact) στις οποίες καθορίζεται μόνο το είδος του σημείου όσον αφορά τη σύνδεση του με το σύστημα και όχι από πού ακριβώς λαμβάνεται η ένδειξη και τι ακριβώς συμβολίζει. Επίσης μπορούμε να δούμε στις περιπτώσεις των τοπικών κλιματιστικών μονάδων (Fan Coil Units) και του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας της κεντρικής παροχής του κτιρίου ότι αναγράφεται μόνο το είδος της επικοινωνίας που απαιτείται χωρίς περαιτέρω πληροφορίες για το τρόπο ελέγχου ή για τις ζητούμενες μετρήσεις από τα στοιχεία αυτά. Γι’ αυτό το λόγο ο σχεδιαστής του συστήματος οφείλει χρησιμοποιώντας το κείμενο των προδιαγραφών, τους καταλόγους δυναμικοτήτων και τα μηχανολογικά σχέδια να συγκεκριμενοποιήσει τη θέση και το ρόλο κάθε σημείου που αναγράφεται στη λίστα όπως και τον όγκο και το είδος των σημείων που απαιτούνται για τις περιπτώσεις που ζητείται ολοκλήρωση τρίτων συστημάτων μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

Οι ενότητες που απαρτίζουν το πίνακα σημείων και ζητείται να ελέγχονται από το σύστημα BMS είναι οι εξής:

1. Outside Temperature & Humidity: Μέτρηση της εξωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας.
2. Chillers: Αφορά τους τρεις ψύκτες απορρόφησης και το τμήμα της μηχανολογικής εγκατάστασης που είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά του ψυχρού νερού που παράγουν οι ψύκτες στο κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων.
3. Boilers : Το σύστημα των δύο λεβήτων
4. Solar & Hot Water Storage: Αφορά όλο το κομμάτι της εγκατάστασης που είναι υπεύθυνο για την παραγωγή, αποθήκευση και διοχέτευση του ζεστού νερού στους ψύκτες απορρόφησης και στο κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων εκτός από τους λέβητες. Περιλαμβάνει τα ηλιακά πλαίσια και τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ζεστού νερού.
5. Condenser Water: Αφορά όλο το κομμάτι της εγκατάστασης που είναι υπεύθυνο για τη “συμπύκνωση” των ψυκτών απορρόφησης, δηλαδή τη μείωση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού που παράγεται από τους ψύκτες. Περιλαμβάνει τον εναλλάκτη θερμότητας, το κύκλωμα των πηγαδιών και το πύργο ψύξης.
6. AHUs: Οι τρεις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες
7. HRU No1: Πρώτη μονάδα εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας.
8. HRU No2: Δεύτερη μονάδα εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας.
9. HRU No3: Τρίτη μονάδα εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας.
10. HRU No4: Τέταρτη μονάδα εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας.
11. Extract Fans: Έξι εξαεριστήρες.
12. Cold Water pressurization Unit: Πιεστικό σύστημα κρύου νερού χρήσης
13. Cold Water Tank: Αποθηκευτική δεξαμενή κρύου νερού χρήσης
14. Fire Fighting pressurization Unit: Πιεστικό σύστημα πυρόσβεσης
15. Oil Tank: Αποθηκευτική δεξαμενή πετρελαίου

16. Fan Coil Units: Δεκαεφτά τοπικές κλιματιστικές μονάδες. Απαιτείται να συνδεθούν με το σύστημα μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Lonworks
17. Rain Water Pumping Station: Σύστημα αντλιών για την απομάκρυνση του νερού που μαζεύεται από τη βροχή
18. Server Room: Δωμάτιο όπου βρίσκονται οι κεντρικοί υπολογιστές (εξυπηρετητές) της εγκατάστασης
19. Meteorology room: Δωμάτιο μετεωρολογίας
20. Main Incoming Measurements: Κεντρική παροχή ηλεκτρισμού κτιρίου. Απαιτείται να μετρηθεί μέσω μετρητή ο οποίος θα συνδεθεί με το σύστημα μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Lonworks

Οι πιο πάνω λογικές ενότητες επιλέχθηκαν από το μελετητή ώστε να περιγράψει τα μέρη του συστήματος τα οποία ζητείται να ελέγχονται από το σύστημα. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλα τα σημεία ελέγχου κάθε ενότητας βρίσκονται γεωγραφικά στο ίδιο σημείο μέσα στο κτίριο. Παραδείγματος χάριν η ενότητα “AHUs” περιλαμβάνει και τις τρεις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες οι οποίες δεν είναι εγκατεστημένες στο ίδιο σημείο. Επίσης η ενότητα “Condenser Water” περιλαμβάνει σημεία που βρίσκονται εντός του μηχανοστασίου στο πρώτο όροφο αλλά και σημεία που βρίσκονται στον εξωτερικό χώρο των μηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Η πιο πάνω παρατήρηση ισχύει και αντίστροφα. Δηλαδή υπάρχουν στοιχεία τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές ενότητες αλλά στη πράξη βρίσκονται στον ίδιο χώρο και μπορούν να ελέγχονται από το ίδιο ΑΚΕ. Αρκετές από τις πιο πάνω ενότητες όπως τα “Chillers” και τα “Boilers” βρίσκονται στο κεντρικό μηχανοστάσιο στο πρώτο όροφο.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ο πιο πάνω πίνακας αποτελεί τη λίστα σημείων που υπήρχε στις αρχικές προδιαγραφές του συστήματος. Στην πορεία της υλοποίησης του έργου έγιναν αλλαγές και προστέθηκαν και άλλα σημεία στα οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια κατά τη περιγραφή της διαμόρφωσης της αρχιτεκτονικής του συστήματος.

3.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Βασικό ρόλο στη διαμόρφωση της αρχιτεκτονικής ενός συστήματος BMS έχει η γεωγραφική κατανομή των σημείων που θα ελεγχθούν μέσα στο χώρο της εγκατάστασης. Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη τα προτεινόμενα από τις προδιαγραφές σημεία εγκατάστασης των μηχανολογικών πινάκων της εγκατάστασης για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι ο έλεγχος αρκετών εκ των σημείων που ελέγχει κάθε σύστημα BMS γίνεται δια μέσου των μηχανολογικών πινάκων από ελεγκτές που είναι εγκατεστημένοι εντός των πινάκων. Για παράδειγμα η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση όλων των αντλιών και ανεμιστήρων. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν κέντρα ελέγχου για στοιχεία που ελέγχονται από το σύστημα (αισθητήρες, κινητήρες βαλβίδων κτλ) και βρίσκονται σε απόσταση τέτοια που να επιτρέπει τη καλωδίωση τους στους συγκεκριμένους μηχανολογικούς πίνακες. Με αυτό το τρόπο ελαχιστοποιείται ο αριθμός των επιπρόσθετων πινάκων που θα πρέπει να κατασκευαστούν ώστε να χρησιμοποιηθούν σαν ΑΚΕ για να καλύψουν τα σημεία που δεν μπορούν να καλωδιωθούν στους υφιστάμενους μηχανολογικούς πίνακες. Η ελαχιστοποίηση του αριθμού των επιπρόσθετων πινάκων έχει διπλό όφελος. Έχει ως αποτέλεσμα πρωτίστως τη μείωση του συνολικού κόστους της εγκατάστασης και δευτερευόντως την εξοικονόμηση του χώρου που θα καταλάμβαναν οι επιπρόσθετοι πίνακες.

Στόχος του σχεδιαστή του συστήματος όταν διαμορφώνει την αρχιτεκτονική είναι να συγκεντρώσει (ομαδοποιήσει) στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό τα σημεία που πρέπει να ελεγχθούν σε όσο το δυνατόν λιγότερα ΑΚΕ (τα οποία είναι προτιμότερο να συμπίπτουν με τους μηχανολογικούς πίνακες για τους λόγους που εξηγήσαμε προηγουμένως). Η μεγαλύτερη ομαδοποίηση και συγκέντρωση των σημείων που πρέπει να ελεγχθούν σε λιγότερα ΑΚΕ έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του συνολικού αριθμού των ελεγκτών που απαιτούνται και ως συνέπεια τη μείωση του συνολικού κόστους του συστήματος BMS. Αυτό συμβαίνει διότι ο κάθε κατασκευαστής συστημάτων BMS διαθέτει στο εύρος των προϊόντων του ελεγκτές διαφόρων “μεγεθών” που μπορούν να ελέγξουν πεπερασμένο αριθμό σημείων με συγκεκριμένη κατανομή (αναλογική ή ψηφιακή είσοδος ή έξοδος). Στη συγκεκριμένη έκδοση (V4) του Desigo της Siemens υπάρχουν οι εξής επιλογές όσον αφορά ελεγκτές με φυσικές εισόδους και εξόδους:

Compact Series (Σταθμοί αυτοματισμού με προκαθορισμένο αριθμό εισόδων/εξόδων)

1. PXC12.D (4 Universal inputs, 2 Digital inputs, 2 Digital outputs, 4 Analogue outputs)
2. PXC22.D (12 Universal inputs, 6 Digital outputs, 4 Analogue outputs)
3. PXC36.D (18 Universal inputs, 4 Digital inputs, 8 Digital outputs, 6 Analogue outputs)

* Τα Universal inputs μπορούν να είναι είτε ψηφιακές είτε αναλογικές εισοδοί

Modular Series (Σταθμοί αυτοματισμού στους οποίους ο συνολικός αριθμός και το είδος των εισόδων/εξόδων εξαρτάται από τα modules που εγκαθίστανται)

1. PXC100.D (Μέχρι 200 σημεία)
2. PXC200.D (Μέχρι 350 σημεία)

Κατά κανόνα όσο πιο μεγάλο μέγεθος ελεγκτή χρησιμοποιείται (νοουμένου ότι χρησιμοποιούνται όλα τα διαθέσιμα σημεία του) το συνολικό κόστος ανά σημείο μειώνεται. Αυτό είναι λογικό εφόσον στην ουσία ένας επεξεργαστής χειρίζεται μεγαλύτερο αριθμό σημείων σε κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα το κόστος για τον έλεγχο 36 σημείων θα είναι πολύ μικρότερο αν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ένας PXC36.D στη θέση τριών PXC12.D. Αναλόγως αν υπάρχουν σε ένα ΑΚΕ συγκεντρωμένα 150 σημεία ελέγχου το κόστος θα είναι πολύ μικρότερο αν χρησιμοποιηθεί ένας modular ελεγκτής PXC100.D με τον κατάλληλο συνδυασμό TX-I/O modules παρά οποιοσδήποτε συνδυασμός compact ελεγκτών για να τα καλύψει. Παράλληλα όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος των σημείων σε ένα ΑΚΕ τόσο μεγαλύτερη ευελιξία μπορεί να υπάρξει κατά την επιλογή των ελεγκτών ανάλογα με τη κατανομή των σημείων σε ψηφιακές και αναλογικές εισόδους και εξόδους. Για αυτούς τους λόγους η όσο το δυνατό μεγαλύτερη συγκέντρωση των φυσικών εισόδων και εξόδων σε μικρότερο αριθμό ΑΚΕ μειώνει το συνολικό κόστος του συστήματος BMS.

Φυσικά η ομαδοποίηση των σημείων του συστήματος από τον σχεδιαστή της αρχιτεκτονικής του δεν μπορεί να είναι ανεξέλεγκτη αλλιώς θα καταλήγαμε σε συστήματα όπου όλα τα σημεία ελέγχονται από ένα και μοναδικό κέντρο ελέγχου. Ο πρώτος λόγος είναι το κόστος της καλωδίωσης των σημείων που βρίσκονται εκτός των πινάκων στους ελεγκτές. Ο σχεδιαστής του συστήματος θα πρέπει να κατανέμει με τέτοιο τρόπο τα ΑΚΕ στο χώρο της εγκατάστασης ώστε οι αποστάσεις των καλωδιώσεων των σημείων που εξυπηρετούνται από κάθε ΑΚΕ να είναι σε λογικά επίπεδα. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να μελετήσει τα σχέδια των προδιαγραφών καθώς σε οποιαδήποτε κτιριακή εγκατάσταση υπάρχουν συγκεκριμένα προκαθορισμένα σημεία από όπου θα διέρχονται τα καλώδια ελέγχου.

Ο δεύτερος λόγος αφορά την λειτουργία του συστήματος. Όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή του συστήματος Desigo, ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι η κατανομή της υπολογιστικής νοημοσύνης στους σταθμούς αυτοματισμού (ελεγκτές) που το απαρτίζουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα αποκεντρωμένο σύστημα. Για παράδειγμα αν ο σταθμός διαχείρισης (ηλεκτρονικός υπολογιστής) είναι εκτός λειτουργίας οι ελεγκτές του συστήματος συνεχίζουν να εκτελούν κανονικά τα σενάρια ελέγχου με βάση τις τελευταίες εντολές που είχαν λάβει από τον χειριστή του συστήματος. Αναλόγως αν ένας ελεγκτής βγει εκτός λειτουργίας για οποιοδήποτε λόγο η λειτουργία των υπολοίπων ελεγκτών συνεχίζεται κανονικά στο βαθμό που δεν απαιτούνται πληροφορίες από τον συγκεκριμένο ελεγκτή. Όσο μεγαλύτερος όγκος σημείων είναι συγκεντρωμένος σε ένα ελεγκτή ή σε ένα ΑΚΕ που περιέχει αριθμό ελεγκτών, τόσο μεγαλύτερο μέρος του συστήματος θα πάψει να ελέγχεται σε περίπτωση που ο ελεγκτής ή το ΑΚΕ βγει εκτός λειτουργίας. Αυτός είναι ένας βασικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη διαμόρφωση της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Βάση αυτού του παράγοντα ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός συστήματος BMS έχει ως επιπρόσθετο στόχο όλα τα σημεία

που χρειάζονται για την εκτέλεση ενός σεναρίου λειτουργίας να είναι συνδεδεμένα στον ελεγκτή που εκτελεί το συγκεκριμένο σενάριο στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό. Αυτή η στρατηγική σχεδιασμού προσβλέπει στο να δημιουργούνται όσο το δυνατόν αυτόνομα κέντρα λειτουργίας μέσα στο σύστημα που δεν επηρεάζονται από την απώλεια των υπολοίπων ελεγκτών του συστήματος. Επίσης με αυτό το τρόπο ελαχιστοποιείται η διακίνηση πληροφορίας μέσα στο δίκτυο των ελεγκτών έχοντας σαν αποτέλεσμα τη καλύτερη απόδοση του δικτύου. Φυσικά αυτός ο τύπος σχεδιασμού δεν μπορεί να επιτευχθεί σε απόλυτο βαθμό αφού σχεδόν πάντα θα υπάρχουν μετρήσεις που αφορούν σενάρια λειτουργίας που εκτελούνται από απομακρυσμένους ελεγκτές ή σενάρια λειτουργίας που αφορούν μετρήσεις που λαμβάνονται από διάφορα σημεία της κτιριακής εγκατάστασης.

Τα πιο πάνω αφορούν τις φυσικές εισόδους και εξόδους του συστήματος όπου κάθε σημείο (είτε βρίσκεται εντός των μηχανολογικών πινάκων είτε εκτός) πρέπει να καλωδιωθεί ξεχωριστά σε κάποιο ελεγκτή. Στη περίπτωση των σημείων που λαμβάνονται μέσω κάποιου πρωτοκόλλου επικοινωνίας (π.χ. ολοκλήρωση με κάποια συσκευή τρίτου κατασκευαστή ή συσκευές τοπικού ελέγχου που συνδέονται με το υπόλοιπο σύστημα μέσω κάποιου πρωτοκόλλου επικοινωνίας) ο όγκος των σημείων και τα σημεία στο χώρο από τα οποία αυτά θα λαμβάνονται είναι δεδομένα από τη φύση της εγκατάστασης και τις απαιτήσεις των προδιαγραφών. Κατά κανόνα για κάθε είδος πρωτοκόλλου επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει αριθμό συσκευών μέσω του συστήματος BMS υπάρχει ο ανάλογος ελεγκτής συστήματος ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό. Εφόσον ο συνολικός όγκος των σημείων πληροφορίας (μετρήσεων και εντολών) που θα ανταλλάγουν με τις συσκευές αυτές δεν υπερβαίνει τα όρια του ελεγκτή συστήματος σχηματίζεται ένα κοινό δευτερεύων δίκτυο το οποίο περιλαμβάνει τον ελεγκτή συστήματος και όλες τις συσκευές που θα συνδεθούν στο σύστημα μέσω του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου. Η τοπολογία αυτού του δικτύου, το είδος της καλωδίωσης και τα όρια του εξαρτώνται από το πρωτόκολλο που θα χρησιμοποιηθεί καθώς κάθε πρωτόκολλο επικοινωνίας έχει τους δικούς του κανόνες δικτύου. Ο ελεγκτής συστήματος όμως θα πρέπει να συνδεθεί και στο κυρίως δίκτυο ελεγκτών του συστήματος (main bus) αφού στην ουσία η αποστολή του είναι να μετατρέπει τη πληροφορία που ανταλλάσσεται από το τρίτο πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν οι συσκευές (δευτερεύων δίκτυο) στο πρωτόκολλο BACnet που χρησιμοποιεί το σύστημα BMS (κυρίως δίκτυο) και αντίστροφα. Σε περίπτωση που ο συνολικός όγκος της πληροφορίας υπερβαίνει τα όρια του ελεγκτή συστήματος ή ο όγκος των συσκευών ή/και η τοπολογία τους υπερβαίνει τους κανόνες δικτύου του πρωτοκόλλου που θα χρησιμοποιηθεί, σχηματίζεται δεύτερο δίκτυο και εγκαθίσταται δεύτερος ελεγκτής συστήματος με την ίδια λογική. Άρα η καλωδίωση δεν επηρεάζεται από τον όγκο των σημείων αλλά μόνο από τον αριθμό των συσκευών και τη τοπολογία τους αφού όλη η πληροφορία που θα ανταλλάγεί με όλες τις συσκευές θα οδηγηθεί στο σύστημα BMS μέσω κοινού δικτύου και μέσω του ελεγκτή συστήματος. Ο σχεδιαστής της αρχιτεκτονικής του συστήματος BMS αφού καταλήξει στον αριθμό και τη μορφή των δικτύων που θα χρησιμοποιηθούν για να καλύψουν όλες τις συσκευές θα πρέπει να επιλέξει τα σημεία που θα εγκατασταθούν οι ελεγκτές συστήματος. Για την επιλογή αυτή θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η τοπολογία του κυρίως δικτύου του συστήματος BMS και να βρεθούν τα κατάλληλα σημεία που θα ελαχιστοποιούν τις αποστάσεις και στο κύριο δίκτυο του συστήματος και στα δευτερεύοντα δίκτυα.

3.3.1 ΦΥΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το κτίριο των εργαστηρίων χωρίζεται ουσιαστικά σε τρία επίπεδα. Στο ισόγειο, στον πρώτο όροφο και στο πατάρι. Όλοι οι επισκέψιμοι χώροι (εργαστήρια, γραφεία κτλ) βρίσκονται στο ισόγειο και στο πρώτο όροφο ενώ το πατάρι χρησιμοποιήθηκε μόνο για την εγκατάσταση μηχανολογικών στοιχείων του κτιρίου. Το κυρίως μηχανοστάσιο βρίσκεται στο πρώτο όροφο ενώ και στο ισόγειο και στον πρώτο όροφο υπάρχει εξωτερικός χώρος στο πίσω μέρος του κτιρίου όπου έχουν εγκατασταθεί στοιχεία της μηχανολογικής εγκατάστασης.

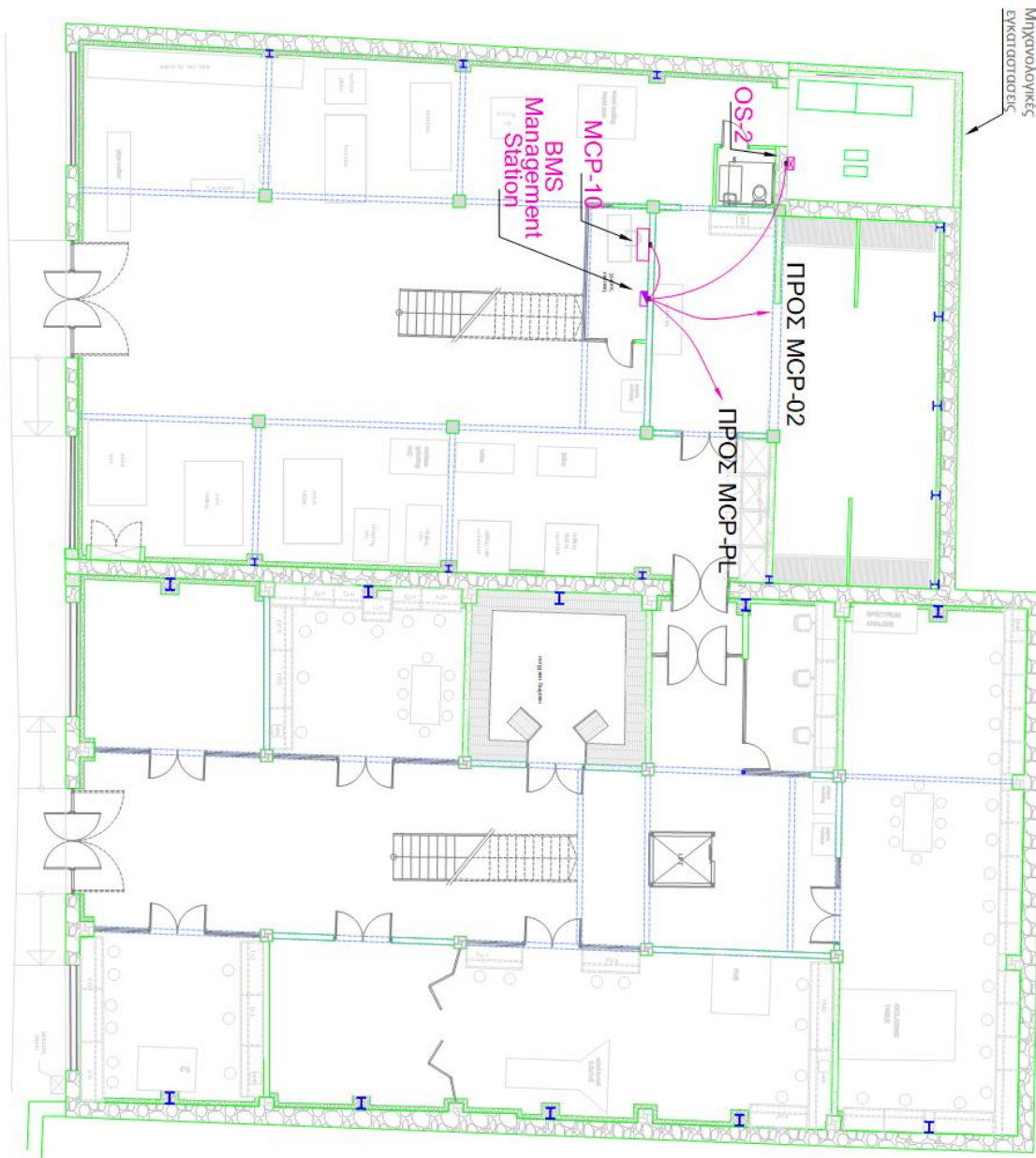
ΙΣΟΓΕΙΟ

Στο ισόγειο τα φυσικά σημεία που αφορούν το σύστημα BMS βρίσκονται σε δύο χώρους όπως μπορούμε να δούμε και στο σχεδιάγραμμα της επόμενης σελίδας. Ο ένας χώρος αποτελεί ταυτόχρονα και το σημείο εγκατάστασης του σταθμού διαχείρισης του συστήματος, του ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιείται για τον χειρισμό και τη παρακολούθηση του. Βρίσκεται περίπου στο κέντρο της αριστερής πλευράς του ισόγειου. Στο συγκεκριμένο χώρο είναι εγκατεστημένος ο μηχανολογικός πίνακας MCP-10 ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της υποβρύχιας αντλίας που είναι εγκατεστημένη στο πηγάδι καθώς και για τον έλεγχο του συστήματος αντλιών που είναι υπεύθυνο για την απομάκρυνση του νερού που μαζεύεται από τη βροχή. Ο πίνακας επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί σαν ΑΚΕ και περιέχει τα ακόλουθα σημεία:

MCP-10						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	By
Pump 10 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Pump 10 run status			1		VFC	Others
Pump 10 Speed Control		1			VSD	Others
Geothermal System Well 1 Low Low			1		FLOAT SWITCH	Others
Geothermal System Well 1 Low			1		FLOAT SWITCH	Others
Geothermal System Well1 High			1		FLOAT SWITCH	Others
Geothermal System Well 1 High High			1		FLOAT SWITCH	Others
Rain PS Level High High			1		VFC	Others
Rain PS Level Common Fault			1		VFC	Others
TOTAL POINTS	0	1	7	1		

Στην αριστερή στήλη του πίνακα αναγράφονται οι ονομασίες των σημείων. Στις ακόλουθες στήλες συνέχεια προσδιορίζεται αν το σημείο είναι αναλογική είσοδος, αναλογική έξοδος, ψηφιακή είσοδος ή ψηφιακή έξοδος. Κάτω από τη στήλη με την ονομασία “Device” αναγράφεται το είδος του στοιχείου από το οποίο λαμβάνεται (αν είναι είσοδος) ή στο οποίο δίνεται (αν είναι έξοδος) η πληροφορία. Τέλος στη τελευταία στήλη αναγράφεται κατά πόσο το συγκεκριμένο στοιχείο προμηθεύεται από το προμηθευτή του συστήματος BMS ή από τρίτους.

Βάση των πιο πάνω βλέπουμε ότι υπάρχουν τρία σημεία για τον έλεγχο της υποβρύχιας αντλίας Pump 10. Μία ψηφιακή έξοδος για την ενεργοποίηση και



ΙΣΟΓΕΙΟ

απενεργοποίηση της, μια αναλογική έξοδος για τη ρύθμιση των στροφών της και μια ψηφιακή είσοδος που χρησιμοποιείται ως ανατροφοδότηση (feedback), δηλαδή ως ένδειξη αν η αντλία είναι σε λειτουργία ή όχι. Και τα τρία αυτά σημεία είναι καλωδιωμένα με τον μετατροπέα συχνότητας (frequency inverter ή Variable Speed Drive στην προκειμένη περίπτωση) ο οποίος είναι εγκαταστημένος εντός του πίνακα για τον έλεγχο της αντλίας. Στη συνέχεια υπάρχουν τέσσερις ψηφιακές είσοδοι οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τέσσερις ηλεκτρονικούς διακόπτες στάθμης νερού (Float Switches) οι

οποίοι είναι εγκατεστημένοι στο πηγάδι για τον έλεγχο της αντλίας. Τέλος υπάρχουν δύο ψηφιακές είσοδοι οι οποίες λαμβάνονται από το ηλεκτρονικό σύστημα που είναι εγκατεστημένο εντός του πίνακα και υπεύθυνο για τον έλεγχο των αντλιών απομάκρυνσης του νερού που μαζεύεται από τη βροχή. Και οι δύο ενδείξεις λαμβάνονται από “ξηρές επαφές” (Volt Free Contacts), δηλαδή επαφές που δεν φέρουν τάση και όταν ενεργοποιηθούν (κλείσουν) επιστρέφουν τη χαμηλή τάση που λαμβάνουν από τον ελεγκτή .

Ο δεύτερος χώρος όπου υπάρχουν φυσικά σημεία που αφορούν το σύστημα BMS είναι η εξωτερική αυλή στη πίσω αριστερή πλευρά του κτιρίου. Εκεί βρίσκονται οι δεξαμενές αποθήκευσης του πετρελαίου και του νερού χρήσης καθώς και τα πιεστικά συστήματα της πυρόσβεσης και του νερού χρήσης. Στο συγκεκριμένο χώρο εγκαταστάθηκε ο πίνακας OS-2 ειδικά για να χρησιμοποιηθεί ως AKE. Ο πίνακας OS-2 περιέχει τα ακόλουθα σημεία:

OS-2						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	By
Cold Water Pressurization Unit Pressure	1				QBE2001.P10U	BMS
Cold Water Pressurization Unit Fault			1		VFC	Others
Cold Water Tank quantity	1				QBE2002.P1	BMS
Oil Tank quantity	1				QBE2002.P1	BMS
Fire Fighting Pressurization Unit Pressure	1				QBE2001.P10U	BMS
Fire Fighting Pressurization Unit Fault			1		VFC	Others
TOTAL POINTS	4	0	2	0		

Στο συγκεκριμένο AKE χρησιμοποιούνται δύο ψηφιακές είσοδοι για τη λήψη ένδειξης για βλάβη από το πιεστικό σύστημα του νερού χρήσης και το πιεστικό σύστημα της πυρόσβεσης. Επίσης έχουν εγκατασταθεί τέσσερις αισθητήρες πίεσεως υγρών της Siemens δύο διαφορετικών τύπων. Οι δύο στις δεξαμενές αποθήκευσης νερού και πετρελαίου, εύρους μέτρησης 0-1 bar, ούτως ώστε να μπορεί να υπολογισθεί η στάθμη του υγρού και οι άλλες δύο στα πιεστικά συστήματα, εύρους μέτρησης 0-10 bar . Και οι τέσσερις ενδείξεις λαμβάνονται μέσω αναλογικών εισόδων.

ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

Ο κύριος όγκος των φυσικών σημείων του συστήματος βρίσκεται στο πρώτο όροφο και συγκεκριμένα στο μηχανοστάσιο το οποίο βρίσκεται στη πίσω αριστερή πλευρά του κτιρίου. Εντός του μηχανοστασίου είναι εγκατεστημένοι οι τρεις ψύκτες απορρόφησης, οι δύο λέβητες, οι τρεις κύλινδροι αποθήκευσης του νερού που θερμαίνεται από το ηλιακό σύστημα, δέκα αντλίες τροφοδοτούμενες από μετατροπείς συχνότητων και ο μεγαλύτερος όγκος των βαλβίδων και αισθητήρων που περιέχουν οι προδιαγραφές. Ως ΑΚΕ για τον χώρο του μηχανοστασίου επιλέχθηκε ο μηχανολογικός πίνακας MCP-PL ό οποίος περιέχει τα ακόλουθα φυσικά σημεία:

MCP-PL						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
Pump 1 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 1 run status			1		VSD	Others
Pump 1 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 2 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 2 run status			1		VSD	Others
Pump 2 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 3 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 3 run status			1		VSD	Others
Pump 3 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 4 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 4 run status			1		VSD	Others
Pump 4 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 5 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 5 run status			1		VSD	Others
Pump 5 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 6 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 6 run status			1		VSD	Others
Pump 6 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 7 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 7 run status			1		VSD	Others
Pump 7 Speed Control		1			VSD	Others
Pump 8 start/stop command				1	VSD	Others
Pump 8 run status			1		VSD	Others
Pump 8 Speed Control		1			VSD	Others
Boiler 1 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Boiler 1 run status			1		VFC	Others
Boiler 1 Fault status			1		VFC	Others
Boiler 2 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Boiler 2 run status			1		VFC	Others
Boiler 2 Fault status			1		VFC	Others
Chiller 1 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Chiller 1 run status			1		VFC	Others
Chiller 1 Fault status			1		VFC	Others
Chiller 2 start/stop command				1	Relay Coil	Others

Chiller 2 run status			1		VFC	Others
Chiller 2 Fault status			1		VFC	Others
Chiller 3 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Chiller 3 run status			1		VFC	Others
Chiller 3 Fault status			1		VFC	Others
Chillers Temp T1-T12, T16-T21, T13, T22, T25	21				QAE2120.010	BMS
Chillers Pressure Sensors P1-P24	24				QBE2001-P10U	BMS
Chillers Butterfly Valves 2WAY V1-V9				9	VKF41.65/ SQL/33	BMS
Chillers Modulating Valves 3WAY V11, V13		2			VXF21.90/ SKC60	BMS
Chillers Valves 3WAY V10, V12				3	VBF21.100/ SQL33	BMS
Heat Exchanger Temp T1Hex-T4Hex	4				QAE2120.010	BMS
Heat Exchanger Pressure P25-P26	2				QBE2001-P10U	BMS
Heat Exchanger Energy Meter EM			1		UH50	BMS
Heat Exchanger Flow Meters FM1+FM2	2				DTT31	BMS
Boilers Temp T30,T31	2				QAE2120.010	BMS
Boilers Safety Thermostats ST1, ST2			2		RAK-TB.1420S	BMS
Boilers Pressure P27-P28	2				QBE2001-P10U	BMS
Boilers Motorised Valves 3WAY V27-V29				3	VBF21.100/ SQL33	BMS
Solar Cylinders Temp T32-T34	3				QAE2120.010	BMS
Solar Cylinders Pressure Sensors P29-P33	5				QBE2001-P10U	BMS
Solar Cylinders Butterfly Valves 2WAY V14--V25				12	VKF41.65/ SQL33	BMS
Solar System Supply/Return T35-T36	2				QAE2120.010	BMS
Solar System Temp	6				QAE2120.010	BMS
Solar System Motorised Valve 3WAY V26		1			VXF21.65/ SQX62	BMS
Outside Temperature	1				QFA3160/ AQF3100	BMS
Outside Humidity	1					
Domestic Water Cylinders Temp	2				QAE2120.010	BMS
Domestic Water Primary Pumps start/stop command				2	VSD	Others
Domestic Water Primary Pumps run status			2		VSD	Others
Domestic Water Primary Pumps Speed Control		2			VSD	Others
Absorption Chiller 2 Chilled Water Run Demand			1		VFC	Others
Absorption Chiller 2 Cooling Water Run Demand			1		VFC	Others
Absorption Chiller 2 Chilled Water start/stop command				1	Relay Coil	Others
Absorption Chiller 2 Cooling Water start/stop command				1	Relay Coil	Others
Absorption Chiller 3 Chilled Water Run Demand			1		VFC	Others

Absorption Chiller 3 Cooling Water Run Demand			1		VFC	Others
Absorption Chiller 3 Chilled Water start/stop command				1	Relay Coil	Others
Absorption Chiller 3 Cooling Water start/stop command				1	Relay Coil	Others
TOTAL POINTS	77	13	27	46		

Αρχικά στον πίνακα αναγράφονται τα σημεία των οκτώ αντλιών που εξυπηρετούν σε ζεύγη τη κύρια μηχανολογική εγκατάσταση. Για τον έλεγχο τους χρησιμοποιούνται μία ψηφιακή έξοδος για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση τους, μια αναλογική έξοδος για τη ρύθμιση των στροφών της και μια ψηφιακή είσοδος που χρησιμοποιείται ως ανατροφοδότηση (feedback), δηλαδή ως ένδειξη αν η αντλία είναι σε λειτουργία ή όχι. Και τα τρία αυτά σημεία είναι καλωδιωμένα εντός του πίνακα με τους αντίστοιχους μετατροπείς συχνотήτων που είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο των αντλιών.

Στη συνέχεια αναγράφονται τα σημεία που αφορούν των έλεγχο των δύο λεβήτων. Για την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση τους χρησιμοποιείται ψηφιακή έξοδος συνδεδεμένη με τον αντίστοιχο διακόπτη επαφής που είναι εγκατεστημένος εντός του πίνακα και είναι υπεύθυνος για τη τροφοδοσία του κάθε λέβητα. Από την ηλεκτρονική μονάδα που είναι εγκατεστημένη σε κάθε λέβητα και είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της λειτουργίας του λαμβάνονται μέσω “ξηρών επαφών” συνδεδεμένων με ψηφιακές εισόδους δύο ενδείξεις για κάθε λέβητα. Η μία ενεργοποιείται όταν ο λέβητας είναι σε λειτουργία και η δεύτερη σε περίπτωση που ο λέβητας παρουσιάσει βλάβη. Τα ανάλογα σήματα με την ίδια λογική και συνδεσμολογία ανταλλάσσονται και με τους τρεις ψύκτες απορρόφησης.

Εν συνεχεία αναγράφονται οι αισθητήρες και οι βαλβίδες που χρησιμοποιήθηκαν σε ολόκληρο το κύκλωμα των τριών ψυκτών. Συγκεκριμένα εγκαταστάθηκαν συνολικά εικοσιένα (21) εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010 και εικοσιτέσσερις (24) αισθητήρες πίεσεως υγρών QBE2001-P10U. Στα τρία κυκλώματα στα οποία είναι συνδεδεμένος κάθε ψύκτης εγκαταστάθηκαν τρεις διοδικές βαλβίδες VKF41.65 με κινητήρες SQL33 (συνολικά εννέα) για την απομόνωση των ψυκτών. Επίσης εγκαταστάθηκαν δύο τριοδικές βαλβίδες VXF21.90 εφοδιασμένες με κινητήρες SKC60 για αναλογικό έλεγχο και δύο τριοδικές βαλβίδες VBF21.100 εφοδιασμένες με κινητήρες SQL33 για ψηφιακό έλεγχο. Στο τρόπο λειτουργίας των βαλβίδων και τα σημεία εγκατάστασης τους θα αναφερθούμε στη συνέχεια.

Ακολουθούν τα σημεία που αφορούν τον εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος αν και είναι εγκατεστημένος εξωτερικά κοντά στο πύργο ψύξης, ελέγχεται από το ΑΚΕ MCP-PL. Αφορούν τέσσερις εμβαπτιζόμενους αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010, δύο αισθητήρες πίεσεως υγρών QBE2001-P10U, δύο μετρητές ροής υγρών DTT31 και ένα θερμιδομετρητή UH-50 ο οποίος μετρά τη συνολική θερμική ενέργεια που απαγάγετε μέσω του εναλλάκτη θερμότητας σε KWh την οποία αναμεταδίδει μέσω παλμικής εξόδου. Η μέτρηση των παλμών από το σύστημα BMS γίνεται μέσω ψηφιακής εισόδου.

Οι δύο επόμενες ενότητες που περιέχονται στον πίνακα είναι οι δύο λέβητες και οι τρεις κύλινδροι αποθήκευσης του ζεστού νερού που προέρχεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Όσον αφορά τους λέβητες έχουν εγκατασταθεί δύο εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010, δύο αισθητήρες πίεσεως υγρών QBE2001-

P10U στους διανομείς παροχής και επιστροφής και δύο θερμοστάτες ασφαλείας RAK-TB.1420S για τη διακοπή της λειτουργίας των λεβήτων σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Επίσης έχουν εγκατασταθεί στο γενικό κύκλωμα των λεβήτων τρεις τριοδικές βαλβίδες VBF21.100 εφοδιασμένες με κινητήρες SQL33 για ψηφιακό έλεγχο. Όσον αφορά τους τρεις κυλίνδρους αποθήκευσης έχουν εγκατασταθεί συνολικά τρεις εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010, πέντε αισθητήρες πίεσεως υγρών QBE2001-P10U και δώδεκα διοδικές βαλβίδες VKF41.65 με κινητήρες SQL33 για την απομόνωση των κυλίνδρων από τα κυκλώματα στα οποία είναι συνδεδεμένοι.

Τα επόμενα σημεία αφορούν το σύστημα των ηλιακών συλλεκτών. Συγκεκριμένα εγκαταστάθηκαν συνολικά οκτώ εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010. Οι δύο μετρούν τη θερμοκρασία του νερού στη κοινή παροχή και επιστροφή του ηλιακού συστήματος προς και από το υπόλοιπο σύστημα. Οι υπόλοιποι έξι μετρούν το ζεστό νερό που επιστρέφει από τα έξι κυκλώματα στα οποία χωρίζεται το ηλιακό σύστημα. Εγκαταστάθηκε επίσης μια τριοδική βαλβίδα VXF21.65 με κινητήρα SQX62 και αναλογικό έλεγχο, τη λειτουργία της οποίας θα εξηγήσουμε στη συνέχεια.

Τα τελευταία σημεία που περιέχονται στο AKE MCP-PL και υπήρχαν στην αρχική μελέτη του έργου είναι η μέτρηση της εξωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας από τον αισθητήρα QFA3160 ο οποίος είναι εφοδιασμένος με το προστατευτικό ακτινοβολίας AQF3100 και εγκατεστημένος στον βόρειο εξωτερικό τοίχο της εγκατάστασης.

Τα υπόλοιπα σημεία που περιέχονται στον πίνακα προέκυψαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου και προστέθηκαν στο σύστημα BMS. Συγκεκριμένα αφορούν τους δύο κυλίνδρους αποθήκευσης του ζεστού νερού χρήσης και τον έλεγχο της λειτουργίας των τριών ψυκτών απορρόφησης.

Όσον αφορά τους δύο κυλίνδρους αποφασίστηκε η εκμετάλλευση του αποθηκευμένου ζεστού νερού από το ηλιακό σύστημα για την υποβοήθηση της θέρμανσης του νερού που περιέχουν. Για το σκοπό αυτό το εγκαταστάθηκαν δύο εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες QAE2120.010 για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των δύο κυλίνδρων και προστέθηκε στο σύστημα BMS ο έλεγχος (μέσω ενσωματωμένων στις αντλίες ρυθμιστών συχνότητας) των δύο επιπρόσθετων αντλιών που εγκαταστάθηκαν στο μηχανοστάσιο και είναι υπεύθυνες για την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των δύο κυλίνδρων αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης και των κυλίνδρων αποθήκευσης του νερού που θερμαίνεται από το ηλιακό σύστημα.

Όσον αφορά τους τρεις ψύκτες απορρόφησης, κατά τη διάρκεια της θέσης του συστήματος σε λειτουργία και σε συνεννόηση με τον αρμόδιο μηχανικό της κατασκευάστριας εταιρείας των ψυκτών αποφασίστηκε η ανταλλαγή τεσσάρων επιπλέον ψηφιακών σημάτων με κάθε ψύκτη για το σωστό έλεγχο της λειτουργίας τους τα οποία συνδέθηκαν στο σύστημα BMS μέσω δύο ψηφιακών εισόδων και δύο ψηφιακών εξόδων. Τα επιπλέον σημεία που αφορούν τους δύο από τους τρεις ψύκτες απορρόφησης περιέχονται στο AKE MCP-PL.

Στα πλαίσια των αλλαγών που αποφασίστηκαν κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου ήταν και η προσθήκη δώδεκα εμβαπτιζόμενων αισθητήρων θερμοκρασίας και δεκαοκτώ μετρητών ροής υγρών σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης. Σκοπός της προσθήκης των συγκεκριμένων στοιχείων ήταν να υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού μέσω του συστήματος BMS της θερμικής ενέργειας που παράγεται ή καταναλώνεται από ξεχωριστά μέρη της μηχανολογικής εγκατάστασης τα οποία θα εξετάσουμε αναλυτικά

στη συνέχεια. Λόγω του ότι δεν υπήρχαν ούτε αρκετά ελεύθερα σημεία στους ελεγκτές του AKE MCP-PL, ούτε διαθέσιμος χώρος στο AKE MCP-PL για εγκατάσταση περισσότερων ελεγκτών αποφασίστηκε η εγκατάσταση επιπρόσθετου πίνακα στο χώρο του μηχανοστασίου ο οποίος ονομάστηκε OS-3, ειδικά για να χρησιμοποιηθεί ως AKE για τα επιπλέον σημεία που προέκυψαν. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα σημεία του AKE OS-3:

OS-3						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	By
Temp Sensors T37-T43 T45, T47, T49, T51, T53	12				QAE2120.010	BMS
Flow Meters FM3-Fm20	18				DTT31	BMS
TOTAL POINTS	30	0	0	0		

Πέραν του χώρου του μηχανοστασίου, στο πρώτο όροφο του κτιρίου υπάρχουν AKE του συστήματος BMS σε ακόμη δύο χώρους. Ο ένας είναι ο χώρος της εξωτερικής αυλής που συνορεύει με το κυρίως μηχανοστάσιο και στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο πύργος ψύξης και ο εναλλάκτης θερμότητας. Ως AKE χρησιμοποιήθηκε ο μηχανολογικός πίνακας MCP-CT ο οποίος περιέχει τα ακόλουθα σημεία:

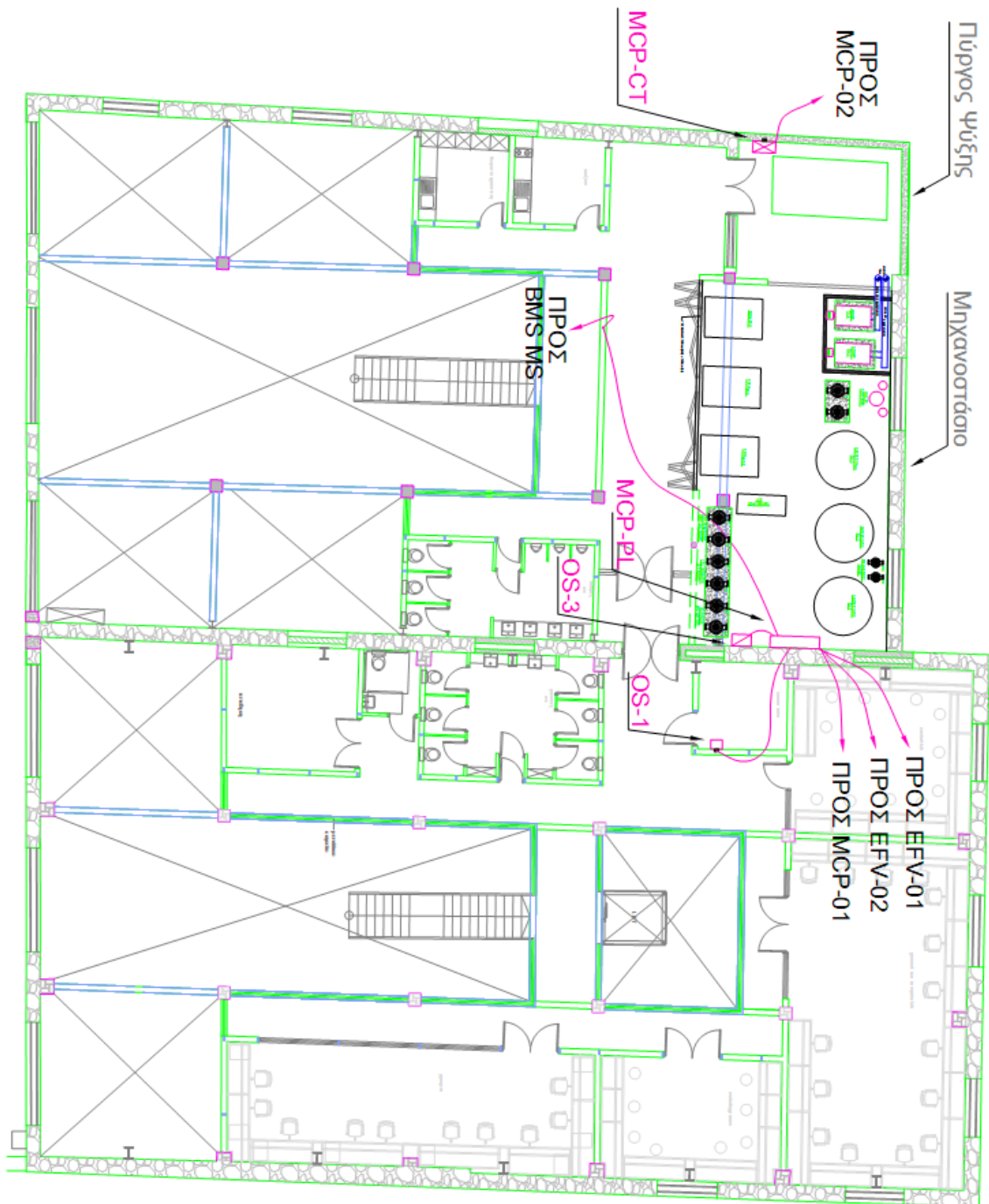
MCP-CT							
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by	
Pump-9 start/stop command				1	Relay Coil	Others	
Pump-9 run status			1		VFC	Others	
EF-CT start/stop command				1	Relay Coil	Others	
EF-CT run status			1		VFC	Others	
EF-CT Speed Control		1			VSD	Others	
Cooling Tower Return Temp T1	1				QAE2120.010	BMS	
Cooling Tower Supply Temp T2	1				QAE2120.010	BMS	
Cooling Tower Return Temp Before Valve T4	1				QAE2120.010	BMS	
Cooling Tower Supply Temp Before Valve T3	1				QAE2120.010	BMS	
Cooling Tower Return Pressure P34	1				QBE2001-P10U	BMS	
Cooling Tower Supply Pressure P35	1				QBE2001-P10U	BMS	
Cooling Tower Motorised Valve Position Command V1				1	VBF21.150/ SQL33	BMS	
Cooling Tower Motorised Valve Position Command V2				1	VVP45.25-6.3 /SSC31	BMS	
Absorption Chiller 1 Chilled Water Run Demand			1		VFC	Others	
Absorption Chiller 1 Cooling Water Run Demand			1		VFC	Others	
Absorption Chiller 1 Chilled Water start/stop command				1	Relay Coil	Others	
Absorption Chiller 1 Cooling Water start/stop command				1	Relay Coil	Others	
TOTAL POINTS	6	1	5	6			

Τα πρώτα δύο σημεία του πίνακα αφορούν τον έλεγχο της δοσομετρικής αντλίας του πύργου ψύξης. Η αντλία ελέγχεται μέσω του διακόπτη επαφής που είναι εγκατεστημένος στον πίνακα. Μέσω ψηφιακής εξόδου που συνδέεται με το διακόπτη επαφής επιτυγχάνεται η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση της αντλίας ενώ μέσω “ξηρής επαφής” που είναι συνδεδεμένη με ψηφιακή είσοδο λαμβάνεται η επιβεβαίωση ότι η αντλία είναι σε λειτουργία. Στη συνέχεια αναγράφονται τα σημεία που αφορούν τον έλεγχο του ανεμιστήρα που είναι εγκατεστημένος εντός του πύργου ψύξης. Ο έλεγχος γίνεται μέσω του μετατροπέα συχνотήτων που βρίσκεται εντός του πίνακα με την ίδια λογική και σημεία που γίνεται και ο έλεγχος των αντλιών που τροφοδοτούνται από μετατροπείς συχνотήτων. Ακολουθούν τέσσερις εμβαπτιζόμενοι αισθητήρες θερμοκρασίας QAE2120.010 και δύο αισθητήρες πίεσεως υγρών QBE2001-P10U οι οποίοι συνδέονται με το σύστημα μέσω αναλογικών εισόδων. Επίσης έχουν εγκατασταθεί δύο βαλβίδες με ψηφιακό έλεγχο, η τριοδική VBF21.150 εφοδιασμένη με κινητήρα SQL33 και η διοδική VVP45.25-6.3 εφοδιασμένη με κινητήρα SSC31. Στο τέλος αναγράφονται τα σημεία που αφορούν τον έλεγχο του πρώτου ψύκτη απορρόφησης και προστέθηκαν κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου.

Ο δεύτερος χώρος στον πρώτο όροφο που περιέχει ΑΚΕ του συστήματος BMS πέραν του μηχανοστασίου είναι το δωμάτιο με τους εξυπηρετητές (server room) της εγκατάστασης. Εκεί εγκαταστάθηκε ο πίνακας OS-1 ειδικά για να χρησιμοποιηθεί ως ΑΚΕ του συστήματος BMS και εξυπηρετεί τα ακόλουθα σημεία:

OS-1						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
Server Room Air Temperature	1				QFA2060	BMS
Server Room Air Humidity	1					
Meteorology Room Air Temperature	1				QFA2060	BMS
Meteorology Room Air Humidity	1					
Split Unit 1 run Status			1		VFC	Others
Split Unit 2 run Status			1		VFC	Others
Split Unit 1 start/stop command				1	Relay Coil	Others
Split Unit 2 start/stop command				1	Relay Coil	Others
TOTAL POINTS	4	0	2	2		

Αρχικά αναγράφονται δύο αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας χώρου QFA2060. Ο ένας είναι εγκατεστημένος στο δωμάτιο των εξυπηρετητών και ο δεύτερος στο δωμάτιο μετεωρολογίας το οποίο βρίσκεται σε κοντινή απόσταση στο ίδιο επίπεδο. Ακολουθούν τα σημεία που αφορούν τον έλεγχο των δύο συσκευών ψύξης διαιρούμενου τύπου που είναι υπεύθυνες για τη ψύξη του δωματίου των εξυπηρετητών. Συγκεκριμένα δύο ψηφιακές εξοδοί συνδεδεμένες με τις ηλεκτρονικές μονάδες των συσκευών για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση τους, και δύο ψηφιακές είσοδοι οι οποίες λαμβάνουν από τις ηλεκτρονικές μονάδες των συσκευών ένδειξη για τη κατάσταση λειτουργίας τους.



ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

ΠΑΤΑΡΙ

Όπως έχουμε αναφέρει και προηγουμένως το πατάρι δεν ανήκει στους χώρους που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς του εργαστηρίου. Η μόνη του χρήση είναι για την εγκατάσταση των μηχανολογικών στοιχείων που εξυπηρετούν τους κοινοχρήστους χώρους και χώρους που βρίσκονται στον πρώτο όροφο. Τα ΑΚΕ που βρίσκονται στο πρώτο όροφο ελέγχουν τις τρεις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Air Handling Units), τις τέσσερις κεντρικές μονάδες εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας (Heat Reclaim Ventilation Units) και τις έξι τοπικές μονάδες εξαερισμού. Στη πίσω δεξιά πλευρά του κτιρίου εγκαταστάθηκε ο μηχανολογικός πίνακας MCP-01 για να τροφοδοτήσει τις μονάδες AHU-3, HRV-3 και HRV-4. Χρησιμοποιήθηκε ως ΑΚΕ για το σύστημα BMS για τα εξής φυσικά σημεία:

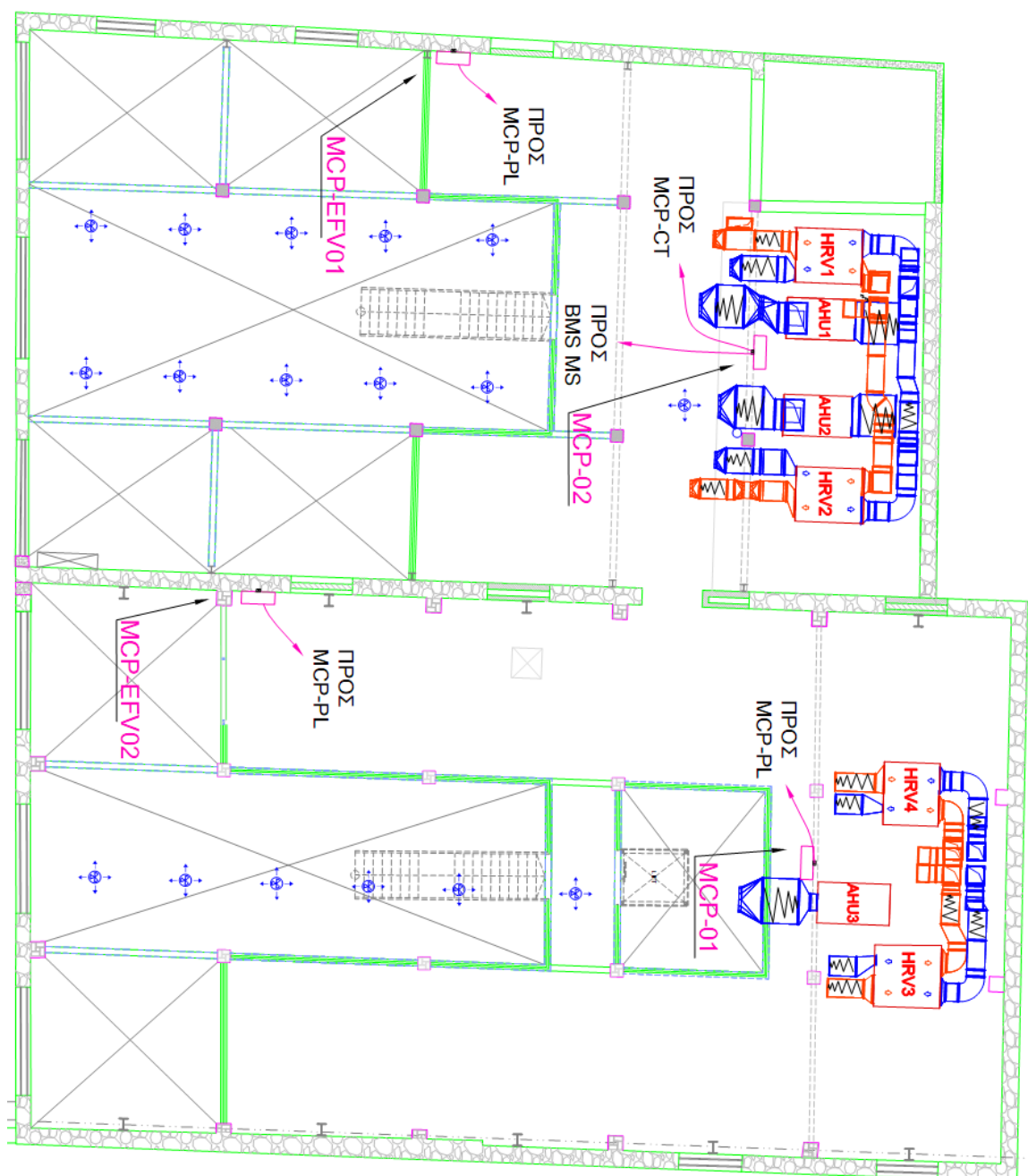
MCP-01						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
AHU 3 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
AHU 3 Supply Fan run status			1		QBM81-5	BMS
AHU 3 Filter status			1		QBM81-5	BMS
AHU 3 Return Air Temperature	1				QAM2120.040	BMS
AHU 3 Cooling/Heating Coil Motorised Valve Position Command		1			VXP45.40-25 /SSC61	BMS
HRV 3 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 3 Supply Fan run status			1		VFC	Others
HRV 3 Filter status			1		QBM81-5	BMS
HRV 3 Filter 2 status			1		QBM81-5	BMS
HRV 3 Return Fan start/stop command				1	Relay Coil	BMS
HRV 3 Return Fan run status			1		VFC	Others
HRV 4 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 4 Supply Fan run status			1		VFC	Others
HRV 4 Filter status			1		QBM81-5	BMS
HRV 4 Filter 2 status			1		QBM81-5	BMS
HRV 4 Return Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 4 Return Fan run status			1		VFC	Others
TOTAL POINTS	1	1	10	5		

Τα πρώτα πέντε σημεία αφορούν τη κεντρική κλιματιστική μονάδα AHU-3. Ο ανεμιστήρας της μονάδας ελέγχεται μέσω του διακόπτη επαφής που είναι εγκατεστημένος εντός του πίνακα και ελέγχεται μέσω ψηφιακής εξόδου. Η ένδειξη της κατάστασης λειτουργίας του ανεμιστήρα λαμβάνεται μέσω του διαφορικού πρεσοστάτη QBM81-5 ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ψηφιακή είσοδο. Επίσης μέσω διαφορικού πρεσοστάτη QBM81-5 λαμβάνεται και η ένδειξη ομαλής λειτουργίας του φίλτρου αέρα της μονάδας. Στον αεραγωγό επιστροφής αέρα από τον κλιματιζόμενο χώρο έχει εγκατασταθεί ο αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας αεραγωγού QAM2120.040 ο οποίος συνδέεται με το σύστημα μέσω αναλογικής εισόδου. Ο έλεγχος του στοιχείου ψύξης/θέρμανσης της μονάδας γίνεται μέσω της τριοδικής βαλβίδας VXP45.40-25 η οποία είναι εφοδιασμένη με κινητήρα SSC61 και ελέγχεται μέσω αναλογικής εξόδου.

Στην συνέχεια αναγράφονται τα φυσικά σημεία που αφορούν τον έλεγχο των μονάδων εξαερισμού HRV-3 και HRV-4. Για κάθε μονάδα ελέγχεται μέσω ψηφιακής εξόδου συνδεδεμένης με τον αντίστοιχο διακόπτη επαφής που είναι εγκατεστημένος εντός του πίνακα η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των ανεμιστήρων παροχής και επιστροφής αέρα προς/από τους κοινόχρηστους χώρους. Μέσω των “ξηρών επαφών” που περιέχουν οι διακόπτες επαφής και είναι συνδεδεμένες με ψηφιακές εισόδους λαμβάνεται η επιβεβαίωση για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση κάθε ανεμιστήρα. Για τον έλεγχο της ομαλής λειτουργίας των δύο φίλτρων αέρα που περιέχει κάθε μονάδα έχει εγκατασταθεί σε κάθε φίλτρο διαφορικός πρεσοστάτης QBM81-5 ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ψηφιακή είσοδο.

Στο χώρο που βρίσκεται πάνω από το μηχανοστάσιο του πρώτου ορόφου εγκαταστάθηκε ο μηχανολογικός πίνακας MCP-02 για να τροφοδοτήσει τις μονάδες AHU-1, AHU-2, HRV-3 και HRV-4. Χρησιμοποιήθηκε ως ΑΚΕ για τον έλεγχο των συγκεκριμένων μονάδων με την ίδια κατανομή σημείων ανά μονάδα που περιέχει το ΑΚΕ MCP-01:

MCP-02						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
AHU 1 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
AHU 1 Supply Fan run status			1		QBM81-5	BMS
AHU 1 Filter status			1		QBM81-5	BMS
AHU 1 Return Air Temperature	1				QAM2120.040	BMS
AHU 1 Cooling/Heating Coil Motorised Valve Position Command		1			VXP45.40-25 /SSC61	BMS
AHU 2 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
AHU 2 Supply Fan run status			1		QBM81-5	BMS
AHU 2 Filter status			1		QBM81-5	BMS
AHU 2 Return Air Temperature	1				QAM2120.040	BMS
AHU 2 Cooling/Heating Coil Motorised Valve Position Command		1			VXP45.40-25 /SSC61	BMS
HRV 1 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 1 Supply Fan run status			1		VFC	Others
HRV 1 Filter status			1		QBM81-5	BMS
HRV 1 Filter 2 status			1		QBM81-5	BMS
HRV 1 Return Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 1 Return Fan run status			1		VFC	Others
HRV 2 Supply Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 2 Supply Fan run status			1		VFC	Others
HRV 2 Filter status			1		QBM81-5	BMS
HRV 2 Filter 2 status			1		QBM81-5	BMS
HRV 2 Return Fan start/stop command				1	Relay Coil	Others
HRV 1 Return Fan run status			1		VFC	Others
TOTAL POINTS	2	2	12	6		



ΠΑΤΑΡΙ

Στο χώρο πάνω από το δωμάτιο του φροντιστή και τη κουζίνα που βρίσκονται στο πρώτο όροφο εγκαταστάθηκε ο μηχανολογικός πίνακας MCP-EFV01 για τη τροφοδότηση των μονάδων εξαερισμού EF V01A και EFV01B που είναι υπεύθυνες για τον εξαερισμό των δύο χώρων. Χρησιμοποιήθηκε ως ΑΚΕ του συστήματος BMS και περιέχει τα ακόλουθα σημεία:

MCP-EFV01						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
EF V01A start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V01A run status			1		VFC	Others
EF V01A Current	1				CS-451-1	BMS
EF V01B start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V01B run status			1		VFC	Others
EF V01B Current	1				CS-451-1	BMS
TOTAL POINTS	2	0	2	2		

Για τον έλεγχο κάθε μονάδας εξαερισμού χρησιμοποιήθηκαν τρία σημεία. Μέσω ψηφιακής εξόδου συνδεδεμένης με το διακόπτη επαφής που τροφοδοτεί τη μονάδα επιτυγχάνεται η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της. Μέσω της “ξηρής επαφής” που περιέχει ο διακόπτης επαφής και είναι συνδεδεμένη με ψηφιακή είσοδο λαμβάνεται η επιβεβαίωση της ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης της μονάδας. Για τις μονάδες εξαερισμού έχουν εγκατασταθεί εντός του πίνακα οι αισθητήρες μέτρησης της έντασης του ρεύματος (current sensors) CS-451-1 οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με αναλογικές εισόδους. Μέσω των αισθητήρων λαμβάνεται η στιγμιαία κατανάλωση της κάθε μονάδας εξαερισμού σε Amperes και μπορεί να επιβεβαιωθεί από το σύστημα αν η μονάδα είναι σε λειτουργία και κατά πόσο η κατανάλωση σε Amperes κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

Στον χώρο πάνω από τα αποχωρητήρια ανδρών, γυναικών και αναπήρων που βρίσκονται στο πρώτο όροφο έχει εγκατασταθεί ο μηχανολογικός πίνακας MCP-EFV02 για την τροφοδότηση των μονάδων εξαερισμού EF V02A, EF V02B, EF V02C και EFV01D που είναι υπεύθυνες για τον εξαερισμό των αποχωρητηρίων. Ο πίνακας χρησιμοποιήθηκε σαν ΑΚΕ του συστήματος BMS με τα ακόλουθα σημεία:

MCP-EFV02						
Point description	AI	AO	DI	DO	Device	by
EF V02A start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V02A run status			1		VFC	Others
EF V02A Current	1				CS-451-1	BMS
EF V02B start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V02B run status			1		VFC	Others
EF V02B Current	1				CS-451-1	BMS
EF V02C start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V02C run status			1		VFC	Others
EF V02C Current	1				CS-451-1	BMS
EF V02D start/stop command				1	Relay Coil	Others
EF V02D run status			1		VFC	Others
EF V02D Current	1				CS-451-1	BMS
Split Unit 1 Fault			1		VFC	Others
Split Unit 2 Fault			1		VFC	Others
TOTAL POINTS	4	0	6	4		

Τα σημεία που αφορούν τον έλεγχο των τεσσάρων εξαεριστήρων είναι τα ίδια με τα σημεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των εξαεριστήρων του πίνακα MCP-EFV01. Στο συγκεκριμένο ΑΚΕ προστέθηκαν και δύο σημεία που αφορούν τις δύο συσκευές ψύξης διαιρούμενου τύπου που είναι εγκατεστημένες στο δωμάτιο εξυπηρετητών στο πρώτο όροφο. Κατά την υλοποίηση του έργου αποφασίστηκε να συνδεθούν με το σύστημα BMS και οι ενδείξεις βλάβης των συσκευών που λαμβάνονται μέσω “ξηρών επαφών” από τις ηλεκτρονικές μονάδες των συσκευών. Λόγω του ότι δεν υπήρχαν ελεύθερα φυσικά σημεία στον ελεγκτή που εγκαταστάθηκε στο πίνακα OS-01 τα σημεία καλωδιώθηκαν στο ΑΚΕ MCP-EFV02 σε δύο ψηφιακές εισόδους.

Για την κάλυψη των σημείων που περιέχονται σε αυτά, σε κάθε ΑΚΕ εγκαταστάθηκαν ένας ή περισσότεροι σταθμοί αυτοματισμού (ελεγκτές) της Siemens. Λόγω του ότι οι προδιαγραφές δεν επέτρεπαν τη χρήση ελεγκτών που υποστηρίζουν περισσότερα από πενήντα δύο (52) φυσικά σημεία χρησιμοποιήθηκαν μόνο σταθμοί αυτοματισμού με προκαθορισμένο αριθμό φυσικών εισόδων και εξόδων (compact series). Σε κάποια ΑΚΕ χρησιμοποιήθηκαν τα digital input multiplexer IO-DIM4 της Sontay. Πρόκειται για συσκευές που δέχονται τέσσερις ψηφιακές εισόδους τις οποίες κωδικοποιούν σε μία αναλογική έξοδο. Ο ελεγκτής χρησιμοποιώντας το κατάλληλο πρόγραμμα αποκωδικοποιεί το αναλογικό σήμα που δέχεται και το ξαναμετατρέπει σε τέσσερις ψηφιακές ενδείξεις. Χρησιμοποιείται σε ΑΚΕ όπου για μικρό αριθμό ψηφιακών εισόδων θα χρειαζόταν επιπρόσθετος ελεγκτής για σκοπούς μείωσης του κόστους. Οι σταθμοί αυτοματισμού που επιλέχθηκαν και εγκαταστάθηκαν σε κάθε ΑΚΕ είναι οι εξής:

- MCP-10
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC12.D, δύο IO-DIM4
- OS-2
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC12.D
- MCP-PL
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC36.D, έξι σταθμοί αυτοματισμού PXC22.D, ένας σταθμός αυτοματισμού PXC12.D, δύο IO-DIM4
- OS-3
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC36.D, ένας σταθμός αυτοματισμού PXC22.D
- MCP-CT
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC22.D
- OS-1
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC12.D
- MCP-01
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC22.D

- MCP-02
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC22.D, δύο IO-DIM4
- MCP-EFV01
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC12.D
- MCP-EFV02
Ένας σταθμός αυτοματισμού PXC22.D

Συνολικά για τη κάλυψη όλων των φυσικών σημείων του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν δύο σταθμοί αυτοματισμού PXC36.D, έντεκα σταθμοί αυτοματισμού PXC22.D, πέντε σταθμοί αυτοματισμού PXC12.D και έξι IO-DIM4.

Οι πιο πάνω ελεγκτές σχηματίζουν το κυρίως δίκτυο (main bus) το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ τους και με το επίπεδο διαχείρισης (ηλεκτρονικός υπολογιστής). Όπως αναφέρθηκε και στη περιγραφή του Desigo το πρωτόκολλο επικοινωνίας για το επίπεδο αυτοματισμού (δίκτυο ελεγκτών) και το επίπεδο διαχείρισης είναι το BACnet. Στη συγκεκριμένη περίπτωση σαν πρωτόκολλο μεταφοράς επιλέχθηκε το Lonworks, δημιουργήθηκε δηλαδή ένα δίκτυο BACnet/Lonworks. Ο λόγος που δεν επιλέχθηκε το BACnet/IP είναι το μικρότερο κόστος των ελεγκτών με επικοινωνία BACnet/Lonworks σε σχέση με τους αντίστοιχους με επικοινωνία BACnet/IP σε συνδυασμό με το μικρό σχετικά αριθμό ελεγκτών που δεν καθιστούσε απαραίτητη τη χρήση του πιο γρήγορου δικτύου Ethernet/IP. Για τη σύνδεση του δικτύου με το σταθμό διαχείρισης (ηλεκτρονικός υπολογιστής) χρησιμοποιήθηκε ο δρομολογητής (router) BACnet PXG80-N της Siemens ο οποίος μεταδίδει το πρωτόκολλο BACnet από δίκτυο Lonworks σε δίκτυο Ethernet/IP και αντίστροφα. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής ενώνεται με το σύστημα μέσω της κάρτας δικτύου Ethernet που διαθέτει με τον ίδιο τρόπο που ενώνεται με οποιοδήποτε δίκτυο TCP/IP. Ο δρομολογητής PXG80-N τοποθετήθηκε στον πίνακα ελέγχου με την ονομασία “Control Panel” που εγκαταστάθηκε στο δωμάτιο ελέγχου που βρίσκεται και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του συστήματος δίπλα από τον μηχανολογικό πίνακα MCP-10.

Όπως αναφέρθηκε και στη περιγραφή του συστήματος Desigo το δίκτυο Lonworks δύναται να έχει ελεύθερη τοπολογία με μέγιστο μήκος καλωδίωσης τα 450 μέτρα και σειριακή τοπολογία με μέγιστο μήκος καλωδίωσης τα 900 μέτρα. Η επιλογή τοπολογίας εξαρτάται από τη διάταξη των ελεγκτών εντός του κτιρίου και τις εφικτές διαδρομές των καλωδίων. Για το κυρίως δίκτυο ελεγκτών του συγκεκριμένου συστήματος επιλέχθηκε η χρήση της ελεύθερης τοπολογίας όπως φαίνεται και από τις διαδρομές των καλωδίων στα σχεδιαγράμματα που προηγήθηκαν.

3.3.2 ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΜΕΣΩ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

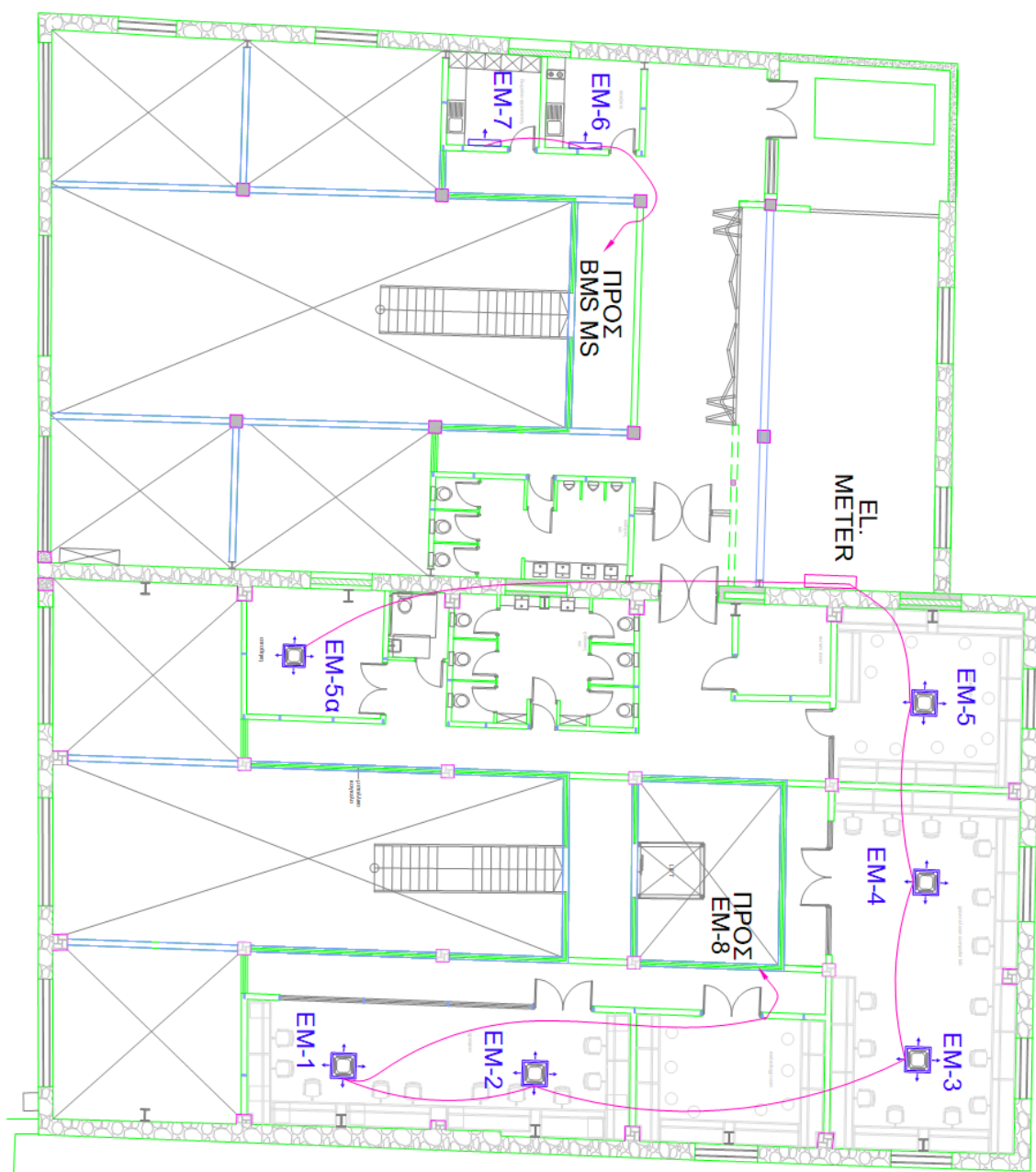
Όπως είδαμε και στη λίστα σημείων των προδιαγραφών τα σημεία που έπρεπε να συνδεθούν με το σύστημα μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας αφορούσαν τον έλεγχο των δεκαεφτά (17) τοπικών κλιματιστικών μονάδων και του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας της κεντρικής παροχής του κτιρίου. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που έπρεπε να χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές είναι το Lonworks (για συντομία συχνά αναφέρεται και σαν Lon).

Για τον τοπικό έλεγχο των μονάδων κλιματισμού χρησιμοποιήθηκαν δεκαεφτά (17) ελεγκτές τοπικού ελέγχου RXC21.1 της Siemens οι οποίοι χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο επικοινωνίας Lonworks. Εγκαταστάθηκαν σε μικρούς πίνακες τοποθετημένους στα σημεία που βρίσκονται οι κλιματιστικές μονάδες ώστε να διευκολυνθεί η καλωδίωση τους με τις κλιματιστικές μονάδες, τις βαλβίδες ελέγχου των μονάδων και τις μονάδες χώρου QAX34.1 της Siemens που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της κάθε κλιματιστικής μονάδας από το χώρο τον οποίο αυτή εξυπηρετεί.

Για τη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας από την κεντρική παροχή του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε ο μετρητής U1389 της Gossen Metrawatt ο οποίος επίσης χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας Lonworks και εγκαταστάθηκε εντός του πίνακα της κεντρικής παροχής του κτιρίου. Μετά από κάποιους μήνες λειτουργίας του κτιρίου αποφασίστηκε ο μετρητής να μεταφερθεί εντός του πίνακα MCP-PL ώστε να μετράται η κεντρική παροχή μόνο του συγκεκριμένου πίνακα, δηλαδή στην ουσία η ηλεκτρική κατανάλωση όλων των μηχανολογικών στοιχείων που αφορούν τη παραγωγή του κρύου και ζεστού νερού για τη ψύξη και θέρμανση του κτιρίου.

Για τη σύνδεση των δεκαεφτά ελεγκτών τοπικού ελέγχου και του μετρητή ο οποίος είναι τρίτου κατασκευαστή χρησιμοποιήθηκε ο ελεγκτής συστήματος PXC00.D με ενσωματωμένη τη κάρτα επέκτασης PXX-L11. Μέσω της κάρτας επέκτασης ο ελεγκτής συνδέεται με το δίκτυο Lonworks (ή LonMark/LonTalk) για να ανταλλάσει πληροφορίες με τις δεκαοκτώ συσκευές. Ο ίδιος ο ελεγκτής συνδέεται σε δίκτυο BACnet/Lonworks (ή BACnet/LonTalk) για να επικοινωνήσει μέσω του κυρίως δικτύου με τους υπόλοιπους ελεγκτές του συστήματος. Αποστολή του είναι να μετατρέπει τη πληροφορία που λαμβάνει από το επίπεδο διαχείρισης και το επίπεδο αυτοματισμού η οποία είναι σε πρωτόκολλο BACnet και να τη μετατρέπει σε πληροφορία Lonworks και αντίστροφα. Το πρωτόκολλο ή επίπεδο μεταφοράς (transport layer) είναι το ίδιο και στα δύο δίκτυα και είναι το Lonworks. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο δίκτυα έχουν τους ίδιους κανόνες καλωδίωσης, κανόνες τοπολογίας και όρια. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας όμως όσον αφορά το κυρίως δίκτυο των ελεγκτών είναι το BACnet ενώ στη περίπτωση του δευτερεύοντος δικτύου των δεκαοκτώ συσκευών πρωτόκολλο επικοινωνίας παραμένει το Lonworks.

Σε αντίθεση με το κυρίως δίκτυο των ελεγκτών για το δευτερεύον δίκτυο Lonworks χρησιμοποιήθηκε σειριακή τοπολογία όπως φαίνεται και στα σχεδιαγράμματα που ακολουθούν.



ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

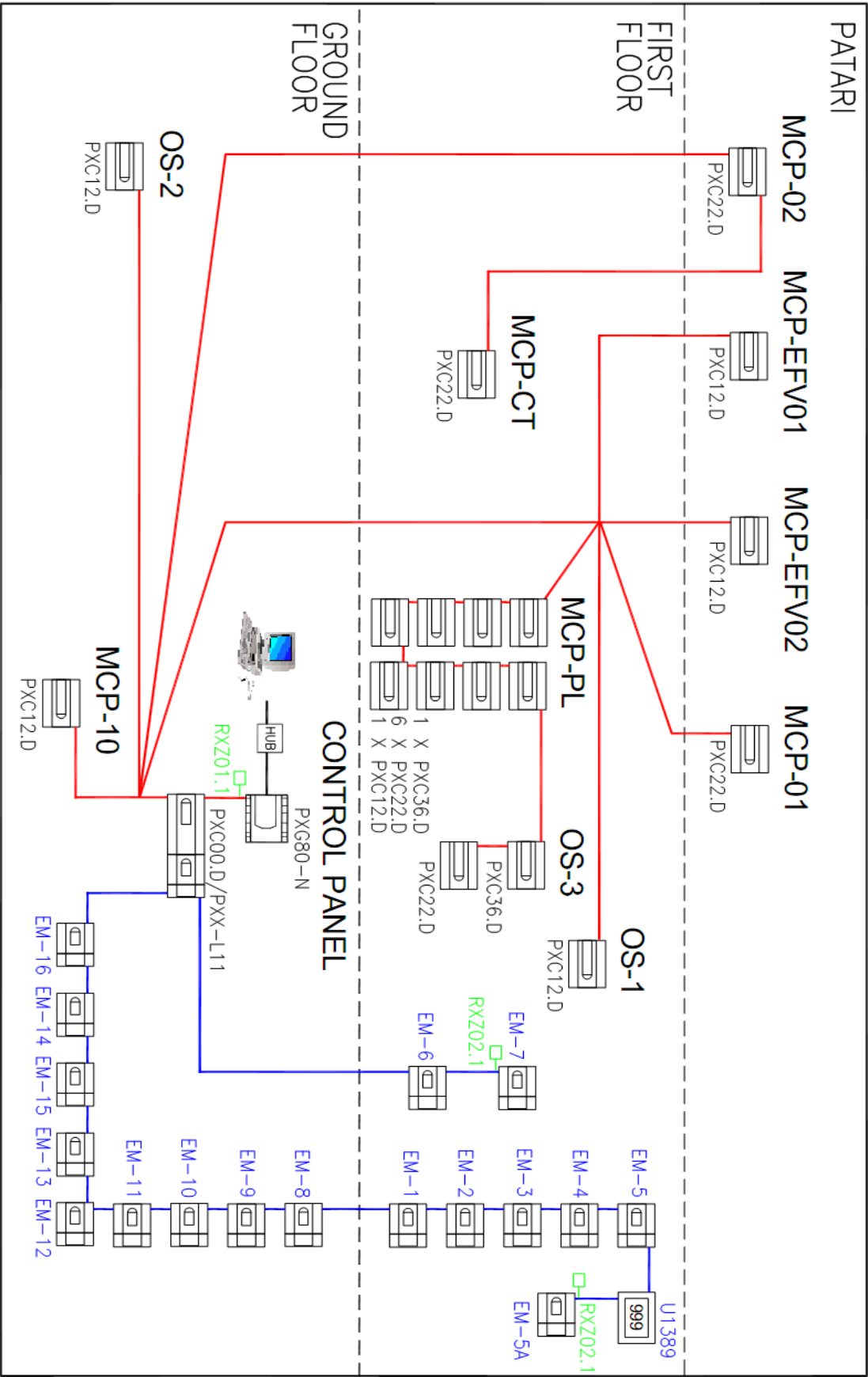
Η τελική διαμόρφωση του κυρίως δικτύου του συστήματος καθώς και του δευτερευόντως δικτύου που αφορά τα σημεία που λαμβάνονται μέσω του πρωτοκόλλου Lonworks απεικονίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.

Με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται το κυρίως δίκτυο του συστήματος (BACnet/Lonworks) το οποίο περιλαμβάνει τους δεκαοκτώ (18) συνολικά ελεγκτές που χρησιμοποιήθηκαν για τη κάλυψη των φυσικών σημείων και τον ελεγκτή συστήματος που χρησιμοποιήθηκε για τη κάλυψη των σημείων που λαμβάνονται μέσω του πρωτοκόλλου Lonworks. Μέσω ελεύθερης τοπολογίας το δίκτυο καταλήγει στον δρομολογητή (router) PXG80-N ο οποίος όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως αναμεταδίδει τη πληροφορία μεταξύ του δικτύου BACnet/Lonworks και δικτύου BACnet/IP. Μέσω του δικτύου BACnet/IP και με τη χρήση ενός network Hub ή network switch το κυρίως δίκτυο συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που αποτελεί το σταθμό διαχείρισης του συστήματος.

Με μπλε χρώμα απεικονίζεται το δευτερεύον δίκτυο Lonworks το οποίο συνδέει με το σύστημα τους δεκαεφτά ελεγκτές τοπικού ελέγχου που είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο των τοπικών κλιματιστικών μονάδων και τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας. Το δίκτυο έχει σειριακή τοπολογία ξεκινώντας από τον ελεγκτή της κλιματιστικής μονάδας EM-7 και καταλήγοντας στον ελεγκτή της κλιματιστικής μονάδας EM-5A. Μέσα στο δίκτυο παρεμβάλλεται και ο ελεγκτής συστήματος PXC00.D ο οποίος αναμεταδίδει τη πληροφορία μεταξύ του πρωτεύοντος δικτύου BACnet/Lonworks και του δευτερεύοντος δικτύου Lonworks.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως και τα δύο δίκτυα διέπονται από τους κανόνες καλωδίωσης του πρωτοκόλλου Lonworks. Το καλώδιο που χρησιμοποιήθηκε και στα δύο δίκτυα είναι το JY(St)Y 2x2x0.8 το οποίο είναι ένα από τα προτεινόμενα και ελεγμένα καλώδια για τη σύσταση δικτύων Lonworks. Αποτελείται από τέσσερις πυρήνες (cores) διαμέτρου 0.8 mm² χωρισμένους σε δύο συνεστραμμένα ζεύγη (twisted pairs), τα οποία περιβάλλονται από θωράκιση από φύλλο αλουμινίου για προστασία από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Στη πράξη για τη σύσταση του δικτύου Lonworks χρησιμοποιείται μόνο το ένα συνεστραμμένο ζεύγος και το δεύτερο παραμένει εφεδρικό.

Σύμφωνα με τους κανόνες δικτύωσης του Lonworks ανάλογα με τη τοπολογία που χρησιμοποιείται πρέπει να εγκατασταθούν και οι ανάλογες τερματικές αντιστάσεις για τη σωστή λειτουργία του δικτύου. Συγκεκριμένα στη περίπτωση της σειριακής τοπολογίας πρέπει να εγκατασταθεί μία αντίσταση 105 Ω στην αρχή και μία στο τέλος του δικτύου. Στη περίπτωση της ελεύθερης τοπολογίας πρέπει να εγκατασταθεί μία αντίσταση 52.3 Ω στο σημείο του δικτύου όπου προβλέπεται η μεγαλύτερη διακίνηση πληροφορίας. Οι πιο πάνω αντιστάσεις προσφέρονται από τη Siemens με τους κωδικούς RXZ01.1 για την αντίσταση των 52.3 Ω και RXZ02.1 για την αντίσταση των 105 Ω. Η θέση στην οποία εγκαταστάθηκαν υποδεικνύεται στο διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος όπου απεικονίζονται με πράσινο χρώμα.



3.4 ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως οι ελεγκτές (σταθμοί αυτοματισμού) που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των φυσικών σημείων του συστήματος είναι οι εξής:

PXC12.D Ψηφιακός ελεγκτής με 12 σημεία ελέγχου



PXC22.D Ψηφιακός ελεγκτής με 22 σημεία ελέγχου



PXC36.D Ψηφιακός ελεγκτής με 36 σημεία ελέγχου



Οι πιο πάνω ελεγκτές (σταθμοί αυτοματισμού) παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για την υπολογιστική επεξεργασία και εκτέλεση τόσο του ελεύθερα

διαμορφώσιμου προγράμματος ελέγχου, όσο και μιας σειράς από ενσωματωμένες λειτουργίες διαχείρισης όπως η διαχείριση των μηνυμάτων βλάβης του συστήματος (alarm management), η καταγραφή τιμών μεταβλητών του συστήματος (trend functions) και διάφορες άλλες.

Το ελεύθερα διαμορφώσιμο πρόγραμμα ελέγχου που δημιουργήθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού D-MAP, αποθηκεύεται στη μνήμη SDRAM των ελεγκτών και παραμένει σε περίπτωση διακοπής ρεύματος για περίοδο πέραν του μηνός. Η μνήμη SDRAM υποστηρίζεται από αλκαλική μπαταρία τύπου AA η οποία είναι αντικαταστάσιμη εν ώρα λειτουργίας όπως και η μπαταρία λιθίου Li η οποία διατηρεί τον πραγματικό χρόνο του ελεγκτή (real time clock) για 10 χρόνια. Το απαραίτητο λογισμικό για τη βασική λειτουργία των ελεγκτών (firmware) όπως και το λειτουργικό τους σύστημα φυλάσσεται σε μη διαγραφόμενη μνήμη (non-volatile ROM) και μπορεί να αναβαθμιστεί μέσω της θύρας RJ45 που διαθέτει ο ελεγκτής. Μέσω της ίδιας θύρας αλλά και μέσω του δικτύου BACnet/Lon εγκαθίσταται και το πρόγραμμα λειτουργίας στη μνήμη SDRAM.

Οι ελεγκτές διαθέτουν θύρα USB και μια σειρά από ενδείξεις LED που αφορούν την ομαλή λειτουργία τους όπως την παρουσία βλάβης στον ελεγκτή, την απώλεια του βασικού λογισμικού, την ανταλλαγή πληροφορίας με το δίκτυο και την ανάγκη αντικατάστασης της μπαταρίας. Διαθέτουν επίσης ένδειξη LED η λειτουργία της οποίας μπορεί να προγραμματιστεί ελεύθερα.

Πέραν του ελέγχου που γίνεται από το σύστημα μέσω του δικτύου BACnet/Lontalk οι ελεγκτές μπορούν να συνδεθούν με οθόνες ελέγχου της Siemens μέσω της θύρας RJ45 και με συσκευές χώρου της Siemens μέσω της επικοινωνίας PPS2 που διαθέτουν. Όλες οι συνδέσεις καλωδίων που αφορούν τα δίκτυα (BACnet/Lontalk, PPS2) και τις εισόδους/εξόδους του ελεγκτή γίνονται σε τερματικά τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν για ευκολία στην καλωδίωση.

Η κατανομή των σημείων ελέγχου των ελεγκτών είναι η εξής:

	PXC12.D	PXC22.D	PXC36.D
Σύνολο εισόδων/εξόδων	12	22	36
Universal Inputs (UI)	4	12	18
Ψηφιακές εισοδοι (DI)	2	-	4
Αναλογικές έξοδοι (AO)	4	4	6
Ψηφιακές έξοδοι (DO)	2	6	8

1. Τα universal inputs (UI) μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να δέχονται τους ακόλουθους τύπους σημάτων λειτουργώντας σαν αναλογικές, ψηφιακές ή παλμικές εισοδοι

- Παθητικά αισθητήρια: LG-Ni 1000, Ni 1000, Pt 1000, T1
- Ενεργά αισθητήρια: 0 ... 10 V DC
- Ψηφιακές εισοδοι: Volt-free Contacts (Ξηρές επαφές)
- Μετρητές (Counter Inputs): Volt-free μέχρι και 20Hz (DC 24 V)

2. Οι ψηφιακές είσοδοι (DI) δέχονται Volt-free Contacts (Ξηρές επαφές)

3. Οι αναλογικές έξοδοι (AO) μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να μεταδίδουν τους ακόλουθους τύπους σημάτων έχοντας τη δυνατότητα να λειτουργήσουν και σαν ψηφιακές έξοδοι με τη χρήση ρελέ:

- Αναλογικό σήμα: 0 ... 10 V DC
- Ψηφιακό σήμα: 0 ή DC24 V, max. 22 mA

4. Οι ψηφιακές έξοδοι (DO) είναι σχεδιασμένες για μέγιστη τάση AC 250 V, 2 A.

Ακολουθούν τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ελεγκτών:

Τάση λειτουργίας	SELV / PELV, AC 24 V \pm 20%
Συχνότητα	50/60 Hz
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	24 VA (PXC12.D), 26VA(PXC22.D) , 35VA(PXC36.D)
Εσωτερική Ασφάλεια	5 A
Επεξεργαστής	Motorola Power PC MPC852T (PXC12/22.D) Motorola Power PC MPC885 (PXC36.D)
Μνήμη	16MB SDRAM / 8MB FLASH (PXC12/22.D) 64MB SDRAM / 16MB FLASH (PXC36.D)
Κλάση ακρίβειας	0.5
Κύκλος επεξεργασίας	MAX 1s
Επικοινωνία	BACnet/LonTalk (Lonworks FTT Transceiver), PPS2
Βαθμός προστασίας	IP20, Insulation protection class II
Διαστάσεις	272 x 150 x 62 mm (PXC12/22.D), 293 x 176 x 77 mm (PXC36.D) BTL label (BACnet communication passed the BTL test), BACnet 2011 en V1.1, CE compliance, 2004/108/EC, 2006/95/EC, PAZX7, FCC CFR 47 Part 15 Class B, AS/NZS 61000-6-3, IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-2, EN 60730-1, ISO 14001, ISO 9001, SN 36350, 2002/95/EC (RoHS)
Πρότυπα που τηρούνται	

Για τα σημεία που ελέγχονται από το σύστημα μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας Lonworks χρησιμοποιήθηκε ο ελεγκτής συστήματος PXC00.D με τη κάρτα επέκτασης PXX-L11.

PXC00.D Ψηφιακός ελεγκτής επικοινωνίας BACnet/LonTalk



PXX-L11 Κάρτα επέκτασης για σύνδεση με μέχρι 60 Lonworks συσκευές Siemens RXC ή τρίτου κατασκευαστή



Ο ελεγκτής επικοινωνίας Lonworks PXC00.D επιτρέπει τη σύνδεση με το σύστημα Lonworks συσκευών όπως τους ελεγκτές τοπικού ελέγχου RXC της Siemens και συσκευές τρίτων κατασκευαστών που διαθέτουν επικοινωνία Lonworks. Ανάλογα με την επιλογή της κάρτας επέκτασης του ψηφιακού ελεγκτή αυτός μπορεί να συνδεθεί με 60 (Κάρτα επέκτασης PXX-L11) ή 120 (Κάρτα επέκτασης PXX-L12) Lonworks συσκευές / ελεγκτές RXC.

Για τον ελεγκτή PXC00.D ισχύουν τα ίδια που αναφέραμε για τους ελεγκτές φυσικών σημείων όσον αφορά τον προγραμματισμό τους, τις λειτουργίες που εκτελούν, τη μνήμη τους, τις ενδείξεις LED και τις δυνατότητες επικοινωνίας. Η μόνη διαφορά είναι ότι δεν διαθέτει φυσικές εισόδους και εξόδους, ούτε επικοινωνία PPS2.

Η κάρτα επέκτασης εφαρμόζεται στην αριστερή πλευρά του ελεγκτή PXC00.D και τροφοδοτείται από τον ελεγκτή (δεν χρειάζεται ξεχωριστή παροχή ηλεκτρικού

ρεύματος). Διαθέτει ανεξάρτητη θύρα RJ 45 και το δικό της βασικό λογισμικό (firmware) καθώς και τις δικές της ενδείξεις LED που πιστοποιούν την ομαλή της λειτουργία και την επικοινωνία της με το δίκτυο Lonworks.

Ο συνδυασμός του ελεγκτή και της κάρτας επέκτασης έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει συμπιεσμένη την πληροφορία από το πρωτόκολλο Lonworks στο BACnet όπου μπορούν να εφαρμοστούν πιο περίπλοκες συναρτήσεις για τον έλεγχο των συσκευών. Ειδικά για τις συσκευές RXC της Siemens η μεταφορά της πληροφορίας στο επίπεδο BACnet γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει πιο εύκολο τον έλεγχο και την ομαδοποίηση τους.

Ακολουθούν τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του ελεγκτή PXC00.D, και της κάρτας επέκτασης PXX-L11:

PXC00.D

Τάση λειτουργίας	SELV / PELV, AC 24 V \pm 20%
Συχνότητα	50/60 Hz
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	24 VA
Εσωτερική Ασφάλεια	5 A
Επεξεργαστής	Motorola Power PC MPC885
Μνήμη	64MB SDRAM / 16MB FLASH
Κλάση ακρίβειας	0.5
Κύκλος επεξεργασίας	MAX 1s
Επικοινωνία	BACnet/LonTalk (Lonworks FTT Transceiver)
Βαθμός προστασίας	IP20, Insulation protection class II
Διαστάσεις	192 x 74 x 96 mm BTL label (BACnet communication passed the BTL test), BACnet 2011 en V1.1, CE compliance, 2004/108/EC, PAZX7, FCC CFR 47 Part 15 Class B, AS/NZS 2064, IEC 69721-3-3, IEC 69721-3-2, EN 60730-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, ISO 14001, ISO 9001, SN 36350, 2002/95/EC (RoHS)
Πρότυπα	

PXX-L11

Τάση λειτουργίας	SELV / PELV, DC 24 V, 50 mA, 1.2 W από PXC00.D
Επικοινωνία	Lonworks FTT-10A Transceiver, TP/FT-10, 78 kbps
Βαθμός προστασίας	IP30, Insulation protection class III
Διαστάσεις	64 x 74 x 96 mm CE compliance, 2004/108/EC, UL916, FCC CFR 47 Part 15 Class B, AS/NZS 2064, Class 3K5 to IEC 721, Class 2K3 to IEC 721, EN 60730-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, ISO 14001, ISO 9001, SN 36350, 2002/95/EC (RoHS)
Πρότυπα	

RXC21.1 Ψηφιακός ελεγκτής χώρου με 12 σημεία ελέγχου



Οι ελεγκτές τοπικού ελέγχου (ή ελεγκτές χώρου) της σειράς RXC2... της Siemens καλύπτουν όλες τις εφαρμογές που αφορούν τον έλεγχο της θερμοκρασίας σε μεμονωμένους χώρους ελέγχοντας:

1. Δισωλήνια ή τετράσωλήνια συστήματα τοπικών κλιματιστικών μονάδων (fan coil units) με ή χωρίς εναλλαγή λειτουργίας για ψύξη-θέρμανση
2. Ψυχόμενες οροφές
3. Θερμαντικά σώματα

Διαφέρουν μόνο στον αριθμό των εξόδων που μπορεί να ελέγξει ο κάθε ελεγκτής και ως εκ τούτου στο είδος των εφαρμογών που μπορεί να καλύψει. Η κατανομή των σημείων ελέγχου των ελεγκτών είναι η εξής:

	RXC20.1	RXC21.1	RXC22.1
Αναλογικές εισοδοι	1	1	1
Ψηφιακές εισοδοι	2	2	2
Ψηφιακές εξοδοι triac	2	4	2
Ψηφιακές εξοδοι ρελέ	1	3	3
Έξοδος ρελέ ηλεκτρικής μεταθέρμανσης	0	0	1

1. Η αναλογική είσοδος δέχεται αισθητήρα θερμοκρασίας LG-Ni 1000.
2. Οι ψηφιακές εισοδοι δέχονται Volt-free Contacts (Ξηρές επαφές).
3. Οι ψηφιακές εισοδοι triac μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψηφιακό έλεγχο θερμικών κινητήρων (AC 24V) ή αναλογικό έλεγχο θερμικών κινητήρων με τη χρήση παλμών

μεταβλητής διάρκειας. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανά ζεύγη για τον αναλογικό έλεγχο κινητήρων τριών θέσεων.

4. Οι ψηφιακές έξοδοι ρελέ είναι σχεδιασμένες για μέγιστη τάση AC 250 V, 5 A και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των ταχυτήτων της κλιματιστικής μονάδας.

5. Η έξοδος ρελέ ηλεκτρικής μεταθέρμανσης χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ηλεκτρικού στοιχείου θέρμανσης.

Για παράδειγμα όσον αφορά τον έλεγχο τοπικών κλιματιστικών μονάδων ο κάθε ελεγκτής καλύπτει μια σειρά από εφαρμογές που αφορούν:

- RXC20.1: Έλεγχος τοπικής κλιματιστικής μονάδας με ανεμιστήρα μίας ταχύτητας
- RXC21.1: Έλεγχος τοπικής κλιματιστικής μονάδας με ανεμιστήρα τριών ταχυτήτων
- RXC22.1: Έλεγχος τοπικής κλιματιστικής μονάδας με ανεμιστήρα τριών ταχυτήτων με ηλεκτρικό στοιχείο θέρμανσης

Για κάθε τύπο ελεγκτή υπάρχουν μια σειρά από προκατασκευασμένες εφαρμογές που μπορούν να “φορτωθούν” στον ελεγκτή και διαθέτουν μια σειρά από παραμέτρους που καθορίζουν επακριβώς τον τρόπο λειτουργίας κάθε εφαρμογής. Σε αντίθεση δηλαδή με τους ελεγκτές PXC που αναφέραμε προηγουμένως η εφαρμογή που εκτελεί ο ελεγκτής RXC δεν μπορεί να διαμορφωθεί ελεύθερα αλλά μέσα στα πλαίσια των παραμέτρων που επιτρέπει η κάθε προκατασκευασμένη εφαρμογή καθώς ο ελεγκτής RXC δεν διαθέτει τις υπολογιστικές δυνατότητες για να υποστηρίξει ανάλογες λειτουργίες με τους ελεγκτές PXC. Υπάρχουν όμως εφαρμογές που επιτρέπουν τη χρήση των συγκεκριμένων ελεγκτών σαν μονάδες με ελεύθερες εισόδους και εξόδους, η λειτουργία των οποίων μπορεί να καθοριστεί από τον ελεγκτή συστήματος στον οποίο είναι συνδεδεμένες και ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί ελεύθερα.

Οι ελεγκτές RXC μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα αλλά και ως μέρος ενός συστήματος BMS. Για το σκοπό αυτό διαθέτουν επικοινωνία Lonworks η οποία τους επιτρέπει μέσω ενός ελεγκτή επικοινωνίας (ή συστήματος) να συνδεθούν με το υπόλοιπο σύστημα BMS. Μέσω του ελεγκτή συστήματος μπορούν να ομαδοποιηθούν, να προγραμματιστεί χρονικά η λειτουργία τους, να ελέγχεται κεντρικά η θερμοκρασία λειτουργίας τους, να περιοριστούν οι δυνατότητες ελέγχου από τη τοπική μονάδα χώρου και γενικά να αποτελέσουν μέρος οποιουδήποτε σεναρίου ελέγχου στο επίπεδο αυτοματισμού του συστήματος BMS.

Πέραν της επικοινωνίας Lonworks διαθέτουν επικοινωνία PPS2 για τη σύνδεση τους με τις μονάδες χώρου QAX της Siemens ώστε να υπάρχει η δυνατότητα τοπικού ελέγχου από τον χώρο τον οποίο εξυπηρετούν αλλά και μέτρησης της θερμοκρασίας που ελέγχεται απευθείας από τον χώρο και όχι μέσω επιπρόσθετου αισθητήρα στην επιστροφή αέρα της μονάδας. Διαθέτουν επίσης θύρα RJ45 η οποία χρησιμοποιείται για τη σύνδεση τους με το λογισμικό RXT10 της Siemens, μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά, παραμετροποίηση και παρακολούθηση της εφαρμογής που εκτελούν οι

ελεγκτές. Τα πιο πάνω μπορούν να γίνουν και μέσω του δικτύου Lonworks στο οποίο είναι συνδεδεμένοι.

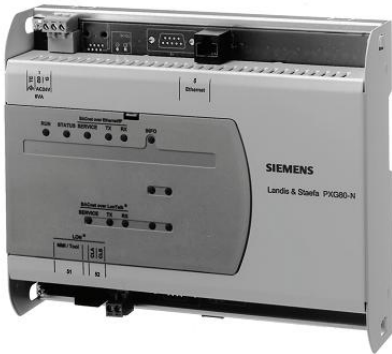
Όλες οι συνδέσεις καλωδίων που αφορούν τα δίκτυα (Lonworks, PPS2) και τις εισόδους/εξόδους του ελεγκτή γίνονται σε τερματικά τα οποία μπορούν να αφαιρεθούν για ευκολία στην καλωδίωση. Επίσης οι ελεγκτές διαθέτουν φωτεινή ένδειξη LED που δείχνει τη κατάσταση λειτουργίας τους ανάλογα με το χρώμα και το ρυθμό που αναβοσβήνει.

Στο συγκεκριμένο σύστημα BMS χρησιμοποιήθηκαν οι ελεγκτές RXC21.1 με την εφαρμογή FNC02b. Είναι συνδεδεμένοι με τη μονάδα χώρου QAX34.1 και ελέγχουν δισωλήνιες τοπικές κλιματιστικές μονάδες τριών ταχυτήτων με εναλλαγή στον έλεγχο της βαλβίδας τους για ψύξη και για θέρμανση. Χρησιμοποιούνται τρεις ψηφιακές εξοδοί ρελέ για την ενεργοποίηση της κάθε ταχύτητας της κλιματιστικής μονάδας ξεχωριστά και δύο ψηφιακές εξοδοί triac για έλεγχο τριών θέσεων στον κινητήρα της βαλβίδας ελέγχου της μονάδας.

Ακολουθούν τα γενικά χαρακτηριστικά των ελεγκτών RXC2.. :

Τάση λειτουργίας	AC 230 V \pm 10%
Συχνότητα	50/60 Hz
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	12 VA
Εσωτερική Ασφάλεια	Θερμική
Αλγόριθμος Ελέγχου	PI ή PID
Επικοινωνία	Lonworks (Lonworks FTT-10A Transceiver), PPS2
Βαθμός προστασίας	IP20, Insulation protection class II
Διαστάσεις	113 x 167 x 62 mm
	CE compliance, 2004/108/EC, 2006/95/EC, AS/NZS 61000-6-3, 2011/65/EU (RoHS), IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-2, EN 60730, EN 60730-1, EN 50581, EN 15500, UL916, ISO 14001, ISO 9001, eu.bac certification
Πρότυπα που τηρούνται	

PXG80-N Δρομολογητής BACnet, BACnet Ethernet/IP σε BACnet/Lontalk.



Ο δρομολογητής BACnet PXG80-N μεταδίδει το πρωτόκολλο BACnet από δίκτυο Lonworks σε δίκτυο Ethernet/IP και αντίστροφα. Αυτό σημαίνει ότι και οι δύο πλευρές του PXG80-N επικοινωνούν με δίκτυα BACnet που χρησιμοποιούν όμως διαφορετικό πρωτόκολλο μεταφοράς, στη μία περίπτωση το Lonworks και στην άλλη το Ethernet/IP. Μόνον τα πακέτα πληροφορίας που χρειάζεται μεταδίδονται από το ένα δίκτυο στο άλλο και με τη χρήση της λειτουργίας BBMD (BACnet broadcast management device) τα πακέτα πληροφορίας μπορούν να μεταδοθούν και μέσω δρομολογητών IP στο δίκτυο Ethernet/IP. Ο PXG80-N έχει τη δυνατότητα μετάδοσης 80 πακέτων πληροφορίας με μέγιστο χρόνο αδράνειας τα 50ms.

Διαθέτει μια σειρά φωτεινών ενδείξεων LED οι οποίες πιστοποιούν τη κατάσταση λειτουργίας του καθώς και την αναμετάδοση της πληροφορίας στα δύο δίκτυα. Επίσης διαθέτει δύο θύρες RJ45 για τη ρύθμιση του και την επικοινωνία με τα δύο δίκτυα στα οποία είναι συνδεδεμένος. Έχει την ικανότητα να διατηρεί ιστορικό για τα πακέτα που έχουν μεταδοθεί στα δύο δίκτυα που συνδέει, το οποίο προστατεύεται σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας ηλεκτρικού ρεύματος από μπαταρία λιθίου για περισσότερα από 4 χρόνια.

Στη πράξη ο PXG80-N χρησιμοποιείται για τη σύνδεση ξεχωριστών δικτύων ελεγκτών BACnet/Lontalk μέσω κοινού δικτύου BACnet Ethernet/IP αλλά και για την επικοινωνία του δικτύων ελεγκτών BACnet/Lontalk με το σταθμό διαχείρισης. Ακολουθούν τα βασικά του τεχνικά χαρακτηριστικά.

Τάση λειτουργίας	SELV / PELV, AC 24 V \pm 20%
Συχνότητα	50/60 Hz
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	6 VA
Εσωτερική Ασφάλεια	Θερμική
Επεξεργαστής	Motorola 68000
Μνήμη	1MB RAM / 2MB FLASH
Επικοινωνία	BACnet/LonTalk (Lonworks FTT-10A Transceiver), BACnet over UDP/IP (Ethernet 10BaseT, 10Mbit/s)
Βαθμός προστασίας	IP20B, Insulation protection class III
Διαστάσεις	216 x 176 x 52 mm
Πρότυπα που τηρούνται	CE compliance, 2004/108/EG, UL916: PAZX, PAZX7, 3K5 as per IEC 721, 2K3 as per IEC 721, EN 60730-1, EN 60730-2-11, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3

3.5 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

SIEMENS QAX34.1 Μονάδα χώρου με αισθητήριο θερμοκρασίας, επιλογή επιθυμητής τιμής και τρόπου λειτουργίας, οθόνη LCD και επικοινωνία PPS2.



Μετατροπέας για ελεγκτή
Μετατροπέας για έλεγχο
Τροφοδοσία
Κατανάλωση ισχύος
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία
Στοιχείο αισθητηρίου, θερμοκρασία
Ακρίβεια μέτρησης
Σταθερά χρόνου
Εύρος διόρθωσης επιθυμητής τιμής
Τοποθεσία εγκατάστασης
Εγκατάσταση
Βαθμός προστασίας
Διαστάσεις
Βάρος

PPS2
Lonworks και PPS2 σε RJ45
PPS2
0.10 VA
0...40 °C
NTC
±0.25 K σε 25 °C, ±0.5 K σε 5...30 °C
≤8 λεπτά
±12 K
Εσωτερικού χώρου
Σε εσοχή ή σε κουτί καλωδίων
IP30
90 x 100 x 36 mm
0.13 kg

SIEMENS QAE2120.010 Εμβαπτιζόμενο αισθητήριο θερμοκρασίας 100 mm LG-Ni1000, με θήκη προστασίας.



Σήμα εξόδου
Στοιχείο αισθητηρίου, θερμοκρασία
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία
Ακρίβεια μέτρησης
Σταθερά χρόνου
Μήκος εμβάπτισης
Υλικό, θήκη εμβάπτισεως
Σύνδεση, ηλεκτρική
Τύπος στερέωσης
Κλάση PN
Βαθμός προστασίας
Διαστάσεις (W x H x D)

LG-Ni1000
LG-Ni1000
-30...130 °C
Στους -30...130 °C: ± 1.3 K
Με θήκη προστασίας: 30 s
100 mm
Ανοξείδωτο ατσάλι
Κλέμες με βίδες
Θήκη προστασίας G $\frac{1}{2}$ "
PN 10
IP42
80 x 60 x 31 mm

SIEMENS QAM2120.040 Αισθητήριο θερμοκρασίας αεραγωγού 400 mm LG-Ni1000.



Σήμα εξόδου
Στοιχείο αισθητηρίου, θερμοκρασία
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία
Ακρίβεια μέτρησης
Σταθερά χρόνου
Μήκος τριχοειδή
Μήκος αισθητήρα
Σύνδεση, ηλεκτρική
Τύπος στερέωσης
Βαθμός προστασίας
Διαστάσεις (W x H x D)

LG-Ni1000
LG-Ni1000
-50...80 °C
Στους -50...80 °C: ± 1.8 K
Στους $v = 2$ m/s: 30 s
400 mm
400 mm
Κλέμες με βίδες
Φλάντζα
IP42
80 x 61 x 31 mm

SIEMENS QFA2060 Αισθητήριο χώρου για υγρασία (DC 0..10V) και θερμοκρασία (DC 0..10V).



Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 13.5...35 V
Σήμα εξόδου θερμοκρασία	DC 0...10 V
Σήμα εξόδου υγρασία	DC 0...10 V
Στοιχείο αισθητηρίου, θερμοκρασία	DC 0...10 V
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία	0...50 °C, -35...35 °C, -40...70 °C
Εύρος μέτρησης, υγρασία	0...95 % r.h.
Ακρίβεια μέτρησης	Σε 0...95 % r.h. και 23 °C: ±5 %, Στους 30...70 % r.h. και 23 °C: ±3 %
Σταθερά χρόνου	Υγρασία <20 s, Θερμοκρασία: <8.5 min
Σύνδεση, ηλεκτρική	Κλέμες με βίδες
Τύπος στερέωσης	Βίδες
Βαθμός προστασίας	IP30
Διαστάσεις (W x H x D)	90 x 100 x 36 mm

SIEMENS QFA3160 Αισθητήριο χώρου για υγρασία (DC 0..10V) και θερμοκρασία (DC 0..10V) για απαίτηση ακρίβειας.



Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 13.5...35 V
Σήμα εξόδου θερμοκρασία	DC 0...10 V
Σήμα εξόδου υγρασία	DC 0...10 V
Εύρος μέτρησης, θερμοκρασία	0...50 °C, -35...35 °C, -40...70 °C
Εύρος μέτρησης, υγρασία	0...100 % r.h.
Ακρίβεια μέτρησης	Υγρασία 0...100 % r.h. και 23 °C: ±2 % r.h., Θερμοκρασία, στους 15...35 °C: ±0.6 K, Θερμοκρασία, στους 40...70 °C: ±0.8 K
Σταθερά χρόνου	Υγρασία: 20 s, Θερμοκρασία: 20 s
Σύνδεση, ηλεκτρική	Κλέμες με βίδες
Βαθμός προστασίας	IP65
Διαστάσεις (W x H x D)	80 x 144 x 39 mm

SIEMENS AQF3100 Προστατευτικό ακτινοβολίας για τοποθέτηση σε εξωτερικό τοίχο σε συνδυασμό με τα QFA31.. αισθητήρια χώρου.



SIEMENS QBE2001-P10U Αισθητήριο πίεσης για υγρά και αέρια -1 9 bar.



Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 16...33 V
Κατανάλωση ρεύματος	<4 mA
Αναλογική έξοδος, σήμα	DC 0...10 V
Σταθερά χρόνου	<2 ms
Σύνδεση πίεσης	Εσωτερικό σπείρωμα UNF7/16-20
Καλώδιο σύνδεσης	3-αγωγών
Μήκος καλωδίου	1,50 m
Σύνδεση, ηλεκτρική	Καλώδιο
Θερμοκρασία μέσου	-40...150 °C
Μέγιστη επιτρεπτή πίεση	3 x τιμή μέγιστης κλίμακας (FS)
Θέση εγκατάστασης	Οποιαδήποτε
Εύρος μέτρησης, πίεση	-1...9 bar, -100...900 KPa
Βαθμός προστασίας	IP67
Διάσταση (Ø x L)	23 x 70 mm

SIEMENS QBE2002-P1 Αισθητήριο πίεσης για υγρά και αέρια (0...10V) 0.... 1 bar.



Τάση λειτουργίας
Κατανάλωση ρεύματος
Αναλογική έξοδος, σήμα
Σταθερά χρόνου
Σύνδεση πίεσης
Καλώδιο σύνδεσης
Μήκος καλωδίου
Σύνδεση, ηλεκτρική
Θερμοκρασία μέσου
Μέγιστη επιτρεπτή πίεση
Θέση εγκατάστασης
Εύρος μέτρησης, πίεση
Βαθμός προστασίας
Διάσταση (Ø x L)

AC 24 V, DC 18...33 V
<4 mA
DC 0...10 V
<5 ms
Εξωτερικό σπείρωμα G $\frac{1}{2}$ "
3-αγωγών
1,50 m
Καλώδιο
-40...80 °C
2 x τιμή μέγιστης κλίμακας (FS)
Οποιαδήποτε
0...100 KPa, 0...1 bar
IP65
35 x 107 mm

SIEMENS QBM81-5 Διαφορικός πρεσοστάτης, 50.... 500 bar.



Ψηφιακές έξοδοι
Ψηφιακή έξοδος, τάση επαφής
Ψηφιακή έξοδος, ρεύμα επαφής
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας
Θερμοκρασία περιβάλλοντος,
λειτουργία
Εύρος μέτρησης, πίεση
Θέση εγκατάστασης
Σύνδεση πίεσης
Σύνδεση, ηλεκτρική
Βαθμός προστασίας
Διάσταση (Ø x L)
Διαστάσεις (W x H x D)

1-pin , Ελεύθερου δυναμικού , Μεταγωγική επαφή
DC 24 V / AC 24...250 V
0.01...5 (3) A
7500 Pa
-20...85 °C
50...500 Pa
Διάφραγμα κάθετα, συνδέσεις πίεσης προς τα κάτω
Σύνδεση λήψης πίεσης με διάμετρο 6.2 mm
Κλέμες με βίδες
IP54
81 x 90 mm
88 x 110 x 90 mm

SIEMENS RAK-TB.1420S-M Θερμοστάτης εμβαπτιζόμενος και επαφής 65....80 °C, τριχοειδή 700 mm, με εσωτερική ρύθμιση και σφικτήρα ελατηρίου.



Ψηφιακές έξοδοι

Ψηφιακή έξοδος, τάση επαφής

Ψηφιακή έξοδος, ρεύμα επαφής

Στοιχείο αισθητηρίου

Μήκος τριχοειδή

Σημείο παύσης

Θερμοκρασία επαναφοράς

Βαθμός προστασίας

Διαστάσεις (W x H x D)

1-pin , Ελεύθερου δυναμικού , Μεταγωγική επαφή

AC 24...250 V

Επαφή 11-12: 0.1...16 (2.5) A Επαφή 11-13: 2 (0.4) A

Αισθητήριο επέκτασης υγρού

700 mm

65...80 °C

Ελάχιστο 15 K κάτω από το σημείο διακοπής

IP43

55 x 156 x 67 mm

SIEMENS UH50-C65-00 Θερμιδομετρητής υπερήχων θερμικής/ψύκτικής ενέργειας
15 m³/h, Ø 6 mm L = 100 mm, DN50.



Ο θερμιδομετρητής θέρμανσης/ψύξης UH50-C.. χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της κατανάλωσης της θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από οποιοδήποτε σύστημα ή στοιχείο. Η καταναλισκόμενη ενέργεια για μία δεδομένη περίοδο είναι ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του παρεχόμενου και επιστρεφόμενου υγρού και της ογκομετρικής παροχής. Ο θερμιδομετρητής αποτελείται από μια υπολογιστική μονάδα η οποία συνδέεται με δύο αισθητήρια για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του παρεχόμενου και επιστρεφόμενου υγρού και ένα μετρητή ροής ο οποίος μετρά την ογκομετρική παροχή στατικά βασιζόμενος στη μετρητική αρχή των υπερήχων. Βάση των μετρήσεων ο θερμιδομετρητής υπολογίζει τη καταναλισκόμενη ενέργεια η οποία απεικονίζεται στην οθόνη της υπολογιστικής μονάδας και μπορεί να αναμεταδοθεί σε τρίτο σύστημα μέσω παλμικής εξόδου. Η μονάδα υπολογισμού μπορεί να εξοπλιστεί με διάφορες κάρτες επικοινωνίας για την αναμετάδοση του συνόλου των μετρήσεων και δεδομένων (θερμοκρασίες, ροή κ.τ.λ.) μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας. Οι μετρητές UH50 διακρίνονται για την υψηλή ακρίβεια μέτρησης, την αντοχή σε φθορά και τη σταθερότητα σε βάθος χρόνου.

Τύπος μετρητή	Θερμική/Ψυκτική ενέργεια
Ονομαστική ροή	15,00 m ³ /h
Μήκος εγκατάστασης	270 mm
Στοιχείο αισθητηρίου, θερμοκρασία	Pt500
Ακρίβεια μέτρησης	Θέρμανση: MID class 2 , Ψύξη: EN 1434
Αισθητήριο	PL Ø6x100 mm
Μήκος καλωδίου, αισθητήριο	5,00 m
Έξοδος	Παλμική
Απεικονιζόμενη μονάδα μέτρησης	MWh, KWh
Εύρος θερμοκρασίας (Υπολογιστική μονάδα)	2...180 °C
Εύρος θερμοκρασίας (Μετρητής ροής)	5...130 °C
Πρότυπο	EN 1434
Κλάση PN	PN 25
DN	50
Τοποθεσία εγκατάστασης	Μετρητής ροής: Επιστροφή υγρού

Endress & Hauser Flowphant T DTT31 Μετρητής ταχύτητας ροής υγρών 0.03 με 3 m/s.



Μετρούμενη Τιμή
Τάση λειτουργίας
Μέθοδος μέτρησης
Εύρος μέτρησης
Σταθερά χρόνου
Ονομαστική διάμετρος
Μέγιστο σφάλμα μέτρησης
Μέγιστη πίεση
Θερμοκρασία υγρού
Έξοδοι
Απεικόνιση/Έλεγχος
Σύνδεση
Βαθμός προστασίας

Ταχύτητα ροής υγρού
DC 18...30 V
Θερμιδομετρική
0.03 με 3 m/s
6 με 12 s
DN 25...1000
2% - 10%
120 bar
-20...+120 °C
1 x PNP ψηφιακή έξοδος + 1 x 4...20 mA Αναλογική έξοδος
LED, LCD Display
Εξωτερικό σπείρωμα G½ " και G¼"
IP66

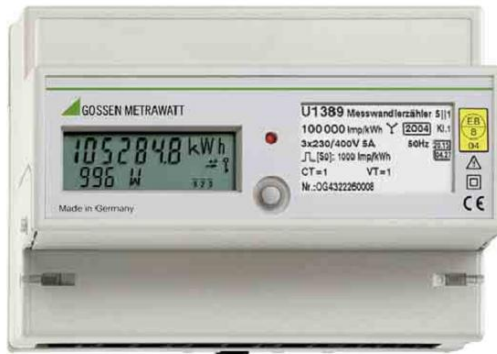
Greystone CS-451-1 Αισθητήριο μέτρησης έντασης εναλλασσόμενου ρεύματος, 0-50 Amp.



Τάση λειτουργίας
Αναλογική έξοδος
Μέγιστη ένταση ρεύματος
Εύρος μέτρησης
Ακρίβεια μέτρησης
Ταχύτητα απόκρισης
Θερμοκρασία λειτουργίας
Υγρασία λειτουργίας
Πρότυπο
Διαστάσεις (W x H x D)

Αυτοτροφοδοτούμενο
DC 0...5 V
180 Amp
0-50 Amp
Καλύτερη από ± 1 % FS
100 ms
0-40 °C
0-95 % RH
ISO 9001 Certified
87 x 49 x 25 mm

Gossen Metrawatt U1389 Ηλεκτρονικός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας (1-3 φάσεις).



Τάση λειτουργίας

Έξοδος

Επικοινωνία

Εύρος μετρήσεων:

Τάση ρεύματος

Ένταση (Απευθείας)

Ένταση (Μέσω μετασχηματιστή ρεύματος)

Συχνότητα ρεύματος

Ακρίβεια μετρήσεων

Μετρήσιμες τιμές:

Τάση

Τάση Δέλτα

Ένταση

Ισχύς

Άεργος Ισχύς

Φαινόμενος Ισχύς

Συντελεστής Ισχύος

Συχνότητα

Ενέργεια

Διαστάσεις (W x H x D)

Πρότυπα που τηρούνται

Αυτοτροφοδοτούμενο

Παλμική

Lonworks

100 – 500 V

5 A

1 A ή 5 A

45 – 65 Hz

Class 1 per DIN EN 61036

U1N, U2N, U3N

U12, U23, U13

I1, I2, I3

P1, P2, P3, Ptot

Q1, Q2, Q3, Qtot

S1, S2, S3, Stot

PF1, PF2, PF3, PFtot

F

E

126 x 90 x 70 mm

DIN EN 61326 VDE 0843, part 20,

IEC/EN 60529 /VDE 0470, part 1, DIN

43 856, DIN 43 864, IEC 60068-2, IEC

60255-4, IEC/EN 61036 /VDE 0418,

part 7

Sontay IO-DIM4 Μετατροπέας τεσσάρων ψηφιακών σημάτων (VFC ή 24V AC/DC) σε ένα αναλογικό σήμα (0-10 V DC ή 4-20 mA)



Τάση λειτουργίας	24V AC $\pm 15\%$ @ 50 Hz, 24V DC +15% -6%
Ένταση ρεύματος	Μέγιστο 55 mA
Ψηφιακές εισοδοι	4 X VFC ή 24V AC ή 24V DC
Αναλογικές έξοδοι	0-10 V DC, 4 – 20 mA
Θερμοκρασία λειτουργίας	-10 - 50 °C
Υγρασία λειτουργίας	0-80 % RH
Διαστάσεις (W x H x D)	75 x 55 x 42 mm

3.6 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

SIEMENS VBF21.150 3-οδική περιστροφική βάννα, φλαντζωτή, DN150, PN6.



Γωνιακή Περιστροφή	90 °
DN	150
k_{vs}	820 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	1...120 °C
Χαρακτηριστική Βάννας	Γραμμική
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάννας	Χυτοσίδηρος EN-GJL-250
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/Rg5
PN class	PN 6
Ποσοστό Διαρροής	0...0,5 % της k_{vs} τιμής
SAL..T10 Δp_{max}	30 kPa
SQL33.. Δp_{max}	30 kPa
SQL33../83.. Δp_{max}	30 kPa

SIEMENS VBF21.100 3-οδική περιστροφική βάννα, φλαντζωτή, DN100, PN6.



Γωνιακή Περιστροφή	90 °
DN	100
k_{vs}	160 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	1...120 °C
Χαρακτηριστική Βάννας	Γραμμική
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάννας	Χυτοσίδηρος EN-GJL-250
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/brass
PN class	PN 6
Ποσοστό Διαρροής	0...0.1 % της k_{vs} τιμής
SAL..T10 Δp_{max}	30 kPa
SQL33.. Δp_{max}	30 kPa
SQL33../83.. Δp_{max}	30 kPa

SIEMENS VXF21.90 3-οδική βάννα έδρας, φλαντζωτή, DN100, PN6.



Διαδρομή εμβόλου	40 mm
Ποσοστό Διαρροής	0...0.02 % της k_{vs} τιμής
Ποσοστό Διαρροής bypass	0.5...2 % της k_{vs} τιμής
DN	100
k_{vs}	124 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	-10...150 °C
Χαρακτηριστική Βάννας	Ευθύς δρόμος: ίσων ποσοστών , Bypass: γραμμική
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάννας	Χυτοσίδηρος EN-GJL-250
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/Rg5
PN class	PN 6
SKC.. Δp_{max}	200 kPa

SIEMENS VXF21.65 3-οδική βάννα έδρας, φλαντζωτή, DN65, PN6.



Διαδρομή εμβόλου	20 mm
Ποσοστό Διαρροής	0...0.02 % της k_{vs} τιμής
Ποσοστό Διαρροής bypass	0.5...2 % της k_{vs} τιμής
DN	65
k_{vs}	49 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	-10...150 °C
Χαρακτηριστική Βάννας	Ευθύς δρόμος: ίσων ποσοστών , Bypass: γραμμική
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάννας	Χυτοσίδηρος EN-GJL-250
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/Rg5
PN class	PN 6
SQX.. Δp_{max}	175 kPa
SAX.. Δp_{max}	175 kPa
SAX..Y Δp_{max}	100 kPa
SKD.. Δp_{max}	275 kPa
SKB.. Δp_{max}	300 kPa

SIEMENS VKF41.65 Βάνα πεταλούδας, φλαντζωτή, DN65, PN16.



Γωνιακή Περιστροφή

90 °

DN

65

k_{vs}

200 m³/h

Θερμοκρασία Μέσου

-10...120 °C

Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας

1600 kPa

Υλικό, Σώμα Βάνας

Χυτοσίδηρος EN-GJL-250

Υλικό, Εσωτερικό

Ανοξείδωτο ατσάλι

PN class

PN 16

Ποσοστό Διαρροής

0.09 % της k_{vs} τιμής

SAL..T10 Δp_{max}

500 kPa

SQL33.. Δp_{max}

500 kPa

SQL33../83.. Δp_{max}

500 kPa

SIEMENS VXP45.40-25 3-οδική βάννα έδρας, εξωτερικό σπείρωμα, DN40, PN16.



Διαδρομή εμβόλου	5.5 mm
Ποσοστό Διαρροής	0...0.02 % της k_{vs} τιμής
Ποσοστό Διαρροής bypass	0...0.02 % της k_{vs} τιμής
DN	40
k_{vs}	25 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	1...110 °C
Χαρακτηριστική Βάνας	Ευθύς δρόμος: γραμμική, Bypass: γραμμική
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	1600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάνας	Bronze CC491K (Rg5)
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/Rg5/brass
PN class	PN 16
Σπείρωμα σύνδεσης	G 2¼ B "
SSC.. Δpmax	75 kPa

SIEMENS VVP45.25-6.3 2-οδική βάννα έδρας, εξωτερικό σπείρωμα, DN25, PN16.



Διαδρομή εμβόλου	5.5 mm
Ποσοστό Διαρροής	0...0.02 % της k_{vs} τιμής
DN	25
k_{vs}	6.3 m ³ /h
Θερμοκρασία Μέσου	1...110 °C
Χαρακτηριστική Βάννας	Ίσων ποσοστών
Επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας	1600 kPa
Υλικό, Σώμα Βάννας	Red brass CC491K (Rg5)
Υλικό, Εσωτερικό	CrNi steel/Rg5/brass
PN class	PN 16
Σπείρωμα σύνδεσης	G 1¼ B "
SSB.. Δpmax	300 kPa
SSB.. Δps	300 kPa

SIEMENS SQL33 Ηλεκτρομηχανικός κινητήρας, 12.5 Nm, 90 °, AC 230V, 3-θέσεων.



Τάση λειτουργίας	AC 230 V
Κατανάλωση ισχύος	4 VA
Σήμα επιβεβαίωσης	3-θέσεων
Ροπή	12,50 Nm
Γωνιακή περιστροφή	90 °
Χρόνος επιβεβαίωσης	125 s
Βαθμός προστασίας	IP44
Θερμοκρασία μέσου	≤120 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	-15...55 °C
Θέση εγκατάστασης	Κάθετα έως οριζόντια

SIEMENS SKC60 Ηλεκτροϋδραυλικός κινητήρας, 2800 N, 40mm, AC 24V,
DC 0-10V / 4-20 mA.



Τάση λειτουργίας	AC 24 V
Κατανάλωση ισχύος	28 VA
Σήμα επιβεβαίωσης	DC 0...10 V, 4...20 mA, 0...1000 Ohm
Δύναμη επιβεβαίωσης	2800 N
Διαδρομή εμβόλου	40 mm
Χρόνος επιβεβαίωσης	Ανοιγμα 120 s, Κλείσιμο 20 s
Επιβεβαίωση θέσης	DC 0...10 V, DC 4...20 mA
Βαθμός προστασίας	IP54
Θερμοκρασία μέσου	-25...220 °C (350 °C)
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	-15...55 °C
Θέση εγκατάστασης	Κάθετα έως οριζόντια

SIEMENS SQX62 Ηλεκτρομηχανικός κινητήρας, 700 N, 20mm, AC 24V, DC 0-10V / 4-20 mA.



Τάση λειτουργίας	AC 24 V
Κατανάλωση ισχύος	8 VA
Σήμα επιβεβαίωσης	DC 0...10 V, 4...20 mA, 0...1000 Ohm
Δύναμη επιβεβαίωσης	700 N
Διαδρομή εμβόλου	20 mm
Χρόνος επιβεβαίωσης	35 s
Επιβεβαίωση θέσης	DC 0...10 V, DC 4...20 mA
Βαθμός προστασίας	IP54
Θερμοκρασία μέσου	-25...140 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	-15...50 °C
Θέση εγκατάστασης	Κάθετα έως οριζόντια

SIEMENS SSC61 Ηλεκτρομηχανικός κινητήρας, 300 N, 5.5mm, AC/DC 24V, DC 0-10V.



Τάση λειτουργίας	AC 24 V, DC 24 V
Κατανάλωση ισχύος	2 VA
Σήμα επιβεβαίωσης	DC 0...10 V
Δύναμη επιβεβαίωσης	300 N
Διαδρομή εμβόλου	5.5 mm
Χρόνος επιβεβαίωσης	30 s
Βαθμός προστασίας	IP40
Θερμοκρασία μέσου	1...110 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	5...50 °C
Θέση εγκατάστασης	Κάθετα έως οριζόντια
Συμμόρφωση προϊόντος	UL, cUL , cUL , C-TIC , CE

SIEMENS SSC31 Ηλεκτρομηχανικός κινητήρας, 300 N, 5.5mm, AC 230V, 3-θέσεων.



Τάση λειτουργίας	AC 230 V
Κατανάλωση ισχύος	6 VA
Σήμα επιβεβαίωσης	3-θέσεων
Δύναμη επιβεβαίωσης	300 N
Διαδρομή εμβόλου	5.5 mm
Χρόνος επιβεβαίωσης	150 s
Βαθμός προστασίας	IP40
Θερμοκρασία μέσου	1...110 °C
Θερμοκρασία περιβάλλοντος, λειτουργία	5...50 °C
Θέση εγκατάστασης	Κάθετα έως οριζόντια

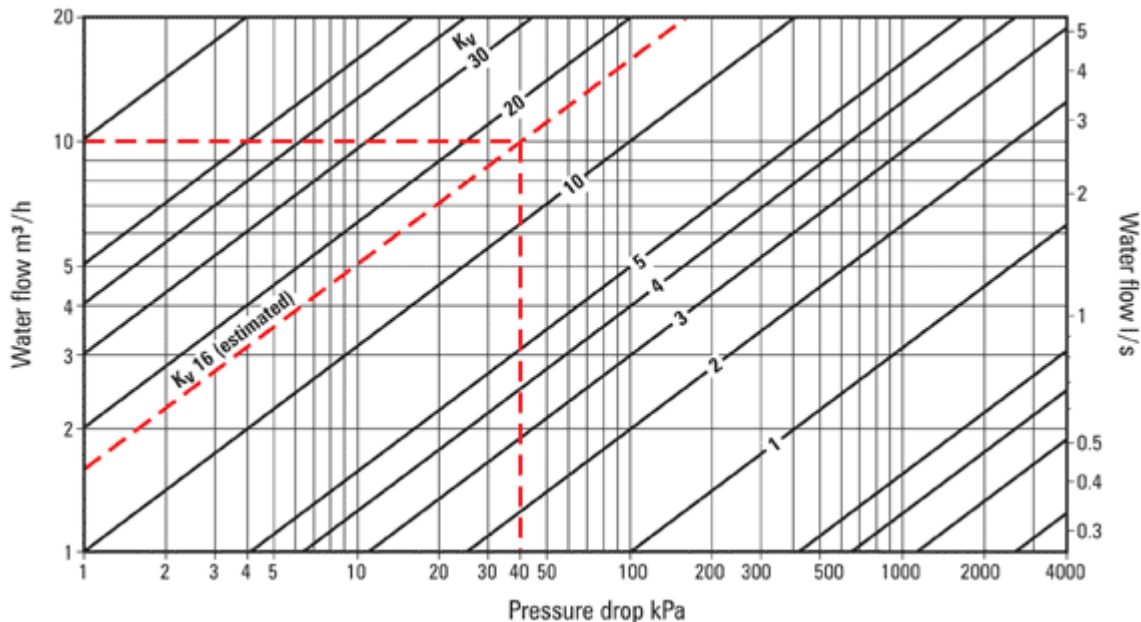
3.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

Βασικό μέρος της επιλογής των συστατικών του συστήματος από τον αρμόδιο μηχανικό είναι η επιλογή των βαλβίδων που ασκούν αναλογικό έλεγχο σε στοιχεία του συστήματος. Στο συγκεκριμένο σύστημα αναλογικό έλεγχο ασκούν οι βαλβίδες των τριών κεντρικών κλιματιστικών μονάδων και των δεκαεφτά τοπικών κλιματιστικών μονάδων.

Για να επιλέξει το μέγεθος των βαλβίδων ελέγχου ο αρμόδιος μηχανικός χρειάζεται τα εξής δεδομένα:

1. Την απαιτούμενη ογκομετρική ροή του υγρού διαμέσου της βαλβίδας.
2. Την απαιτούμενη διαφορά πίεσης πριν και μετά τη βαλβίδα (διαφορική πίεση).

Μέσω της ογκομετρικής ροής και της πτώσης πίεσης (διαφορική πίεση) που απαιτούνται μπορεί να υπολογιστεί ο συντελεστής ροής (flow coefficient) που απαιτείται να διαθέτει η βαλβίδα και αποτελεί από τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά οποιασδήποτε βαλβίδας. Συμβολίζεται ως K_v και ορίζει την ογκομετρική ροή σε m^3/h νερού θερμοκρασίας 5-30 °C που διέρχεται διαμέσου της 100 % ανοικτής βαλβίδας για διαφορική πίεση 1 bar. Έχοντας τα δεδομένα που αναφέραμε πιο πάνω μπορεί να υπολογιστεί ο απαιτούμενος συντελεστής ροής K_v και να επιλεγεί η βαλβίδα που θα διαθέτει συντελεστή ροής K_{vs} που θα τον προσεγγίζει όσο το δυνατόν περισσότερο (Η μόνη διαφορά μεταξύ K_v και K_{vs} είναι ότι το K_{vs} συμβολίζει τον αναμενόμενο συντελεστή ροής που δίνεται από τον κατασκευαστή της βαλβίδας). Υπάρχουν έτοιμα σχεδιαγράμματα που συνδέουν την ογκομετρική ροή, τη πτώση πίεσης (διαφορική πίεση) και τον συντελεστή ροής για το σκοπό αυτό όπως είναι το ακόλουθο. Συγκεκριμένα για 10 m^3/h και πτώση πίεσης 40 KPa ο συντελεστής ροής K_v υπολογίζεται στα 16 m^3/h .



Εναλλακτικά και για μεγαλύτερη ακρίβεια ο υπολογισμός μπορεί να γίνει με τον ακόλουθο μαθηματικό τύπο:

$$K_v = \dot{V} \sqrt{\frac{\rho}{1000 \Delta p}}$$

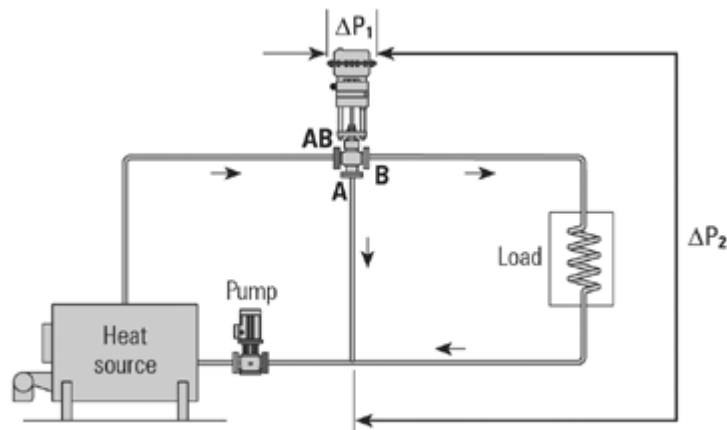
Όπου:

\dot{V} = Ογκομετρική ροή σε m³/h.

ρ = Η πυκνότητα του υγρού σε Kg/ m³.

Δp = Διαφορική πίεση της βαλβίδας.

Καθοριστική για την ομαλή λειτουργία μίας βαλβίδας ελέγχου είναι η επιλογή της σωστής διαφορικής πίεσης που θα χρησιμοποιηθεί στους πιο πάνω υπολογισμούς οι οποίοι θα καθορίσουν τον συντελεστή ροής και κατά συνέπεια το μέγεθος της βαλβίδας. Όταν ο αρμόδιος μηχανικός θα κληθεί να επιλέξει τη βαλβίδα ελέγχου θα έχει ως δεδομένα την απαιτούμενη ογκομετρική ροή του υγρού και την υπολογισμένη διαφορική πίεση (ή πτώση πίεσης) του στοιχείου που η βαλβίδα θα ελέγχει. Βάση της διαφορικής πίεσης του στοιχείου θα πρέπει να υπολογιστεί η απαιτούμενη διαφορική πίεση της βαλβίδας που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς του απαιτούμενου συντελεστή ροής K_v . Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ο όρος “valve authority”. Ως “valve authority” ορίζεται το πηλίκο της πτώσης πίεσης που προκαλεί η 100 % ανοικτή βαλβίδα και της πτώσης πίεσης που προκαλεί όλο το κύκλωμα (100 % ανοικτή βαλβίδα και στοιχείο που ελέγχεται). Πιο αναλυτικά:



$$N = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_1 + \Delta P_2}$$

Όπου:

N = Valve Authority

ΔP_1 = Πτώση πίεσης που προκαλείται από την 100 % ανοικτή βαλβίδα.

ΔP_2 = Πτώση πίεσης που προκαλείται από το ελεγχόμενο στοιχείο.

$\Delta P1 + \Delta P2 =$ Πτώση πίεσης που προκαλείται από όλο το κύκλωμα.

Ιδανική τιμή για το valve authority θεωρείται το 0.5, δηλαδή η βαλβίδα ελέγχου να προκαλεί τη μισή πτώση πίεσης συγκρινόμενη με τη πτώση πίεσης που προκαλεί ολόκληρο το κύκλωμα συμπεριλαμβανομένης της βαλβίδας. Φυσικά επειδή δεν μπορεί αυτή η τιμή να είναι εφικτή σε απόλυτο βαθμό ο αρμόδιος μηχανικός θα πρέπει να επιλέξει τη βαλβίδα ελέγχου που προσεγγίζει το 0.5 στον μεγαλύτερο δυνατόν βαθμό. Με αυτό το τρόπο το μέγεθος της βαλβίδας που επιλέγεται τελικά από τους υπολογισμούς ισορροπεί μεταξύ των ακόλουθων δύο ακραίων καταστάσεων:

- Μία βαλβίδα ελέγχου η οποία είναι πολύ μικρότερη από ότι χρειάζεται έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο κόστος στο μέγεθος και τη χρήση των αντλιών αφού προκαλεί μεγάλη πτώση πίεσης. Παρόλα αυτά μικρές αυξομειώσεις στο ποσοστό ανοίγματος της έχουν επίδραση στη ροή του υγρού με αποτέλεσμα καλύτερο έλεγχο.
- Μία βαλβίδα ελέγχου η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι χρειάζεται μειώνει το κόστος στο μέγεθος και τη χρήση των αντλιών διότι προκαλεί μικρότερη πτώση πίεσης. Παρόλα αυτά οι αυξομειώσεις στο ποσοστό ανοίγματος της, ειδικά κοντά στο 0 % και 100%, έχουν πολύ μικρή επίδραση στη ροή του υγρού και ως συνέπεια κακό και ασταθές έλεγχο. Επίσης το κόστος της βαλβίδας αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος.

Αρκετές φορές η ογκομετρική ροή δεν είναι γνωστή ώστε να χρησιμοποιηθεί στους πιο πάνω υπολογισμούς. Η ογκομετρική ροή διαμέσου ενός στοιχείου ψύξης ή θέρμανσης μπορεί να υπολογιστεί γνωρίζοντας την απόδοση του και τη διαφορά θερμοκρασίας εισροής και εκροής, βάση των οποίων έχει σχεδιαστεί. Για παράδειγμα στα στοιχεία ψύξης συνήθως η θερμοκρασία εισροής είναι 7 °C και η θερμοκρασία εκροής 12 °C ($\Delta t = 5$ °C). Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό της ογκομετρικής ροής είναι ο ακόλουθος:

$$Q = P / (c_p \rho \Delta t)$$

Όπου:

Q= Ογκομετρική ροή σε m³/s.

P = Απόδοση του στοιχείου σε KW.

Cp = Ειδική θερμότητα υγρού σε KJ/Kg°C

ρ = Πυκνότητα υγρού σε Kg/m³

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας σε °C

Όσον αφορά το νερό που είναι συνήθως το μέσο που χρησιμοποιείται η ειδική του θερμότητα είναι 4.19 KJ/Kg°C και η πυκνότητα του 1000 Kg/m³.

Οι πιο πάνω υπολογισμοί μπορούν να περαστούν μαζί με τα στοιχεία των διαθέσιμων βαλβίδων ελέγχου σε ένα φύλλο Excel ώστε να μπορεί να γίνει πιο εύκολα και γρήγορα η επιλογή των βαλβίδων ελέγχου. Για παράδειγμα μπορούμε να δούμε το αποτέλεσμα των υπολογισμών όσον αφορά τις βαλβίδες ελέγχου των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων του συγκεκριμένου έργου:

VALVE SELECTION CHART													
TEPAK													
Pos	Plant Description	No of Ports	Flow (l/s)	Circuit p.d. (KPa)	Valve type	Valve actuator	Valve size (mm)	Valve Kvs	Authority %	Calc. Kvs	Actual Kpa	Valve Accessories	L/S
1	AHU 1 & 2	3	2.64	15.00	VXP45.40-25	SSC61	40mm	25.0	48.61%	24.32	14.19	ALG403	2.64
2	AHU 3	3	3.29	20.00	VXP45.40-25	SSC61	40mm	25.0	52.42%	26.24	22.04	ALG403	3.29

4. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αφού έχει ολοκληρωθεί η σχεδίαση του συστήματος ο αρμόδιος μηχανικός θα πρέπει να περάσει στην επόμενη φάση που είναι η δημιουργία των προγραμμάτων του συστήματος στο γραφείο ώστε να είναι έτοιμος για την τελική φάση που είναι η θέση του συστήματος σε λειτουργία και η οποία γίνεται στον χώρο του έργου. Για το συγκεκριμένο σύστημα ο κύριος όγκος της δημιουργίας του συστήματος έγινε στο Desigo Xworks Plus όσον αφορά τα προγράμματα των ελεγκτών και στο Desigo Insight όσον αφορά τη δημιουργία του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη. Επίσης στο λογισμικό RXT 10.3 της Siemens, το οποίο περιλαμβάνεται στο πακέτο προγραμμάτων του Xworks Plus, δημιουργήθηκαν οι εφαρμογές και το δίκτυο που αφορά τις συσκευές που συνδέθηκαν με το σύστημα μέσω επικοινωνίας Lonworks. Αυτές είναι οι δεκαεφτά συσκευές ελέγχου των τοπικών κλιματιστικών μονάδων RXC της Siemens και ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος είναι τρίτου κατασκευαστή.

4.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΤΟ DESIGO XWORKS Plus

PROJECT MANAGER

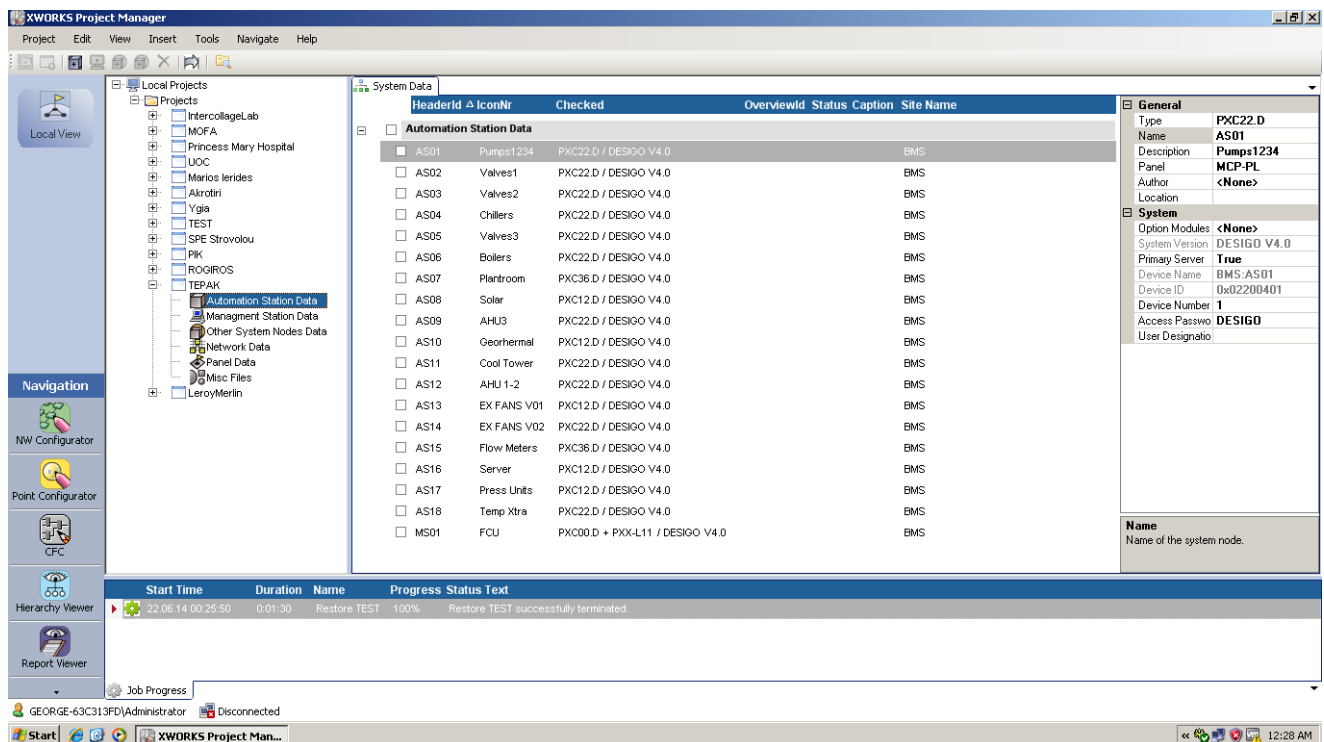
Οι πρώτες ενέργειες γίνονται μέσα από τον Project Manager του Xworks Plus. Ο αρμόδιος μηχανικός πρέπει να δημιουργήσει ένα νέο project με την κατάλληλη ονομασία και να συμπληρώσει όλες τις απαραίτητες γενικές πληροφορίες που αφορούν το project και μπορούν να φανούν χρήσιμες μελλοντικά.

Αφού δημιουργηθεί το νέο project πρέπει να προστεθούν όλες οι συσκευές που συνθέτουν το κυρίως σύστημα BMS και έχουν επιλεγεί στη φάση σχεδίασης του έργου. Για το συγκεκριμένο σύστημα αυτές είναι οι δεκαοκτώ ελεγκτές φυσικών σημείων PXC..., ο ελεγκτής συστήματος PXC00.D, ο σταθμός διαχείρισης του συστήματος και ο δρομολογητής PXG80-N. Σε αυτή τη φάση δεν περιλαμβάνονται οι συσκευές που θα συνδεθούν με πρωτόκολλο επικοινωνίας μέσω του ελεγκτή συστήματος. Περιλαμβάνονται στην ουσία όλες οι συσκευές της Siemens οι οποίες επικοινωνούν μέσω του πρωτοκόλλου BACnet είτε επικοινωνούν μέσω BACnet/IP είτε μέσω BACnet/Lonworks.

Όσον αφορά τους ελεγκτές που προστίθενται στο σύστημα ορίζεται η έκδοση του firmware το οποίο θα περιέχουν και είναι αντίστοιχο με την έκδοση του Desigo Insight που θα χρησιμοποιηθεί και στην ουσία με την έκδοση που θα έχει όλο το σύστημα. Το συγκεκριμένο σύστημα είναι Desigo V4.0 όσον αφορά όλες τις συσκευές που περιέχονται σε αυτό και τον σταθμό διαχείρισης. Σε περίπτωση που οριστεί διαφορετική έκδοση από το firmware το οποίο περιέχουν οι ελεγκτές τα προγράμματα δεν θα μπορούν να εγκατασταθούν στους ελεγκτές. Φυσικά το firmware που περιέχεται στους ελεγκτές από τον κατασκευαστή μπορεί να αλλάξει μέσω του Firmware download tool το οποίο περιέχεται στο πακέτο προγραμμάτων του Xworks Plus. Εκτός από την έκδοση που θα χρησιμοποιηθεί, κατά την προσθήκη κάθε ελεγκτή στο σύστημα ορίζονται και οι όποιες κάρτες επέκτασης θα περιέχει. Στην περίπτωση του ελεγκτή συστήματος PXC00.D ορίστηκε η κάρτα επέκτασης PXX-L11 για την σύνδεση του με το δίκτυο Lonworks.

Για κάθε συσκευή που προστίθεται πρέπει να δοθεί ένα όνομα και περιγραφή η οποία θα βοηθά στην γενική κατανόηση του ρόλου της μέσα στο σύστημα στο βαθμό που αυτό είναι δυνατόν. Επίσης υπάρχει ξεχωριστή καταχώριση για τη τοποθεσία που θα βρίσκεται η συσκευή μέσα στο χώρο του έργου. Όλες αυτές οι πληροφορίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε περίπτωση που θα χρειαστεί να κάνει αλλαγές ή να επισκεφτεί το έργο κάποιος άλλος μηχανικός εκτός από τον δημιουργό του συστήματος.

Αφού έχουν προστεθεί όλες οι συσκευές, πάλι μέσω του Project Manager δημιουργούνται εικονικά οι πίνακες (panels) στους οποίους αντιστοιχούνται οι ελεγκτές και ο δρομολογητής που συγκροτούν το σύστημα. Αυτοί αποτελούν τα ΑΚΕ του συστήματος που περιγράψαμε στο σχεδιασμό του συστήματος και είναι οι MCP-PL, MCP-CT, MCP-01, MCP-02, MCP-10, MCP-EFV01, MCP-EFV02, OS-1, OS-2, OS-3 και Control Panel. Με αυτό τον τρόπο μέσω του Project Manager δίνεται μια καθαρή εικόνα για τα συστατικά του συστήματος και τη γεωγραφική τους κατανομή μέσα στο χώρο του έργου.



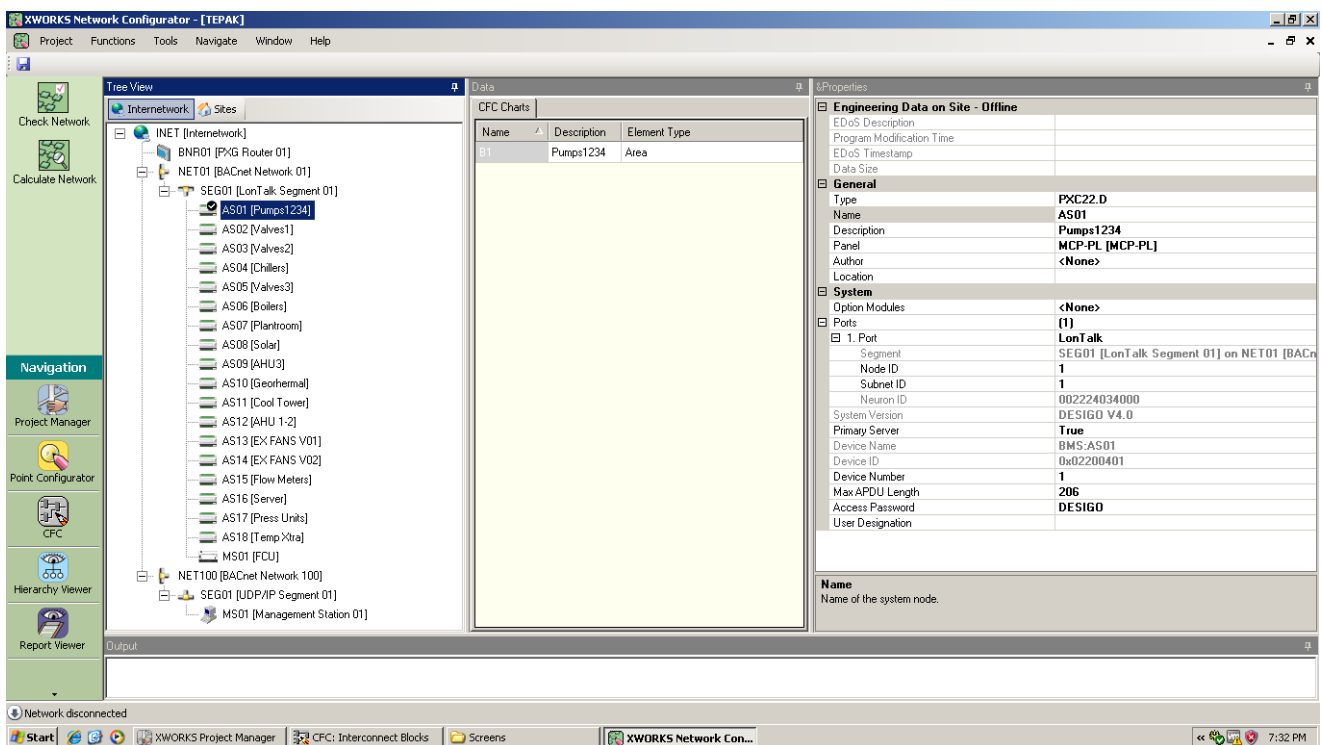
Σχήμα 1: Project Manager

NETWORK CONFIGURATOR

Το επόμενο βήμα είναι να οριστούν τα δίκτυα που συγκροτούν το σύστημα. Αυτό γίνεται μέσω του Network Configurator του Xworks Plus. Αρχικά ορίζονται τα sites (έργα) καθώς εντός του ίδιου project μπορούν να υπάρχουν μέχρι και 300 διαφορετικά sites. Στο συγκεκριμένο project υπάρχει μόνο ένα site που αποτελείται από δύο δίκτυα. Ένα BACnet/Lonworks το οποίο περιέχει όλους τους ελεγκτές PX... και ένα BACnet/IP το οποίο περιέχει τον σταθμό διαχείρισης του συστήματος. Τα δίκτυα δημιουργούνται

και απεικονίζονται γραφικά. Το κάθε δίκτυο (network) μπορεί να χωριστεί σε τμήματα (segments) τα οποία θα ενώνονται μεταξύ τους μέσω repeaters ανάλογα με τον τύπο του δικτύου. Στο συγκεκριμένο σύστημα τα δύο δίκτυα BACnet περιέχουν μόνο ένα segment το καθένα.

Αφού δημιουργηθούν τα δίκτυα όλες οι συσκευές που καθορίστηκαν στο Project Manager πρέπει να τοποθετηθούν στο δίκτυο που τις αφορά μέσω drag & drop. Για κάθε συσκευή πρέπει να οριστεί η διεύθυνση της. Στη περίπτωση των ελεγκτών πρέπει να δοθεί το subnet ID και Node ID αφού ανήκουν στο δίκτυο BACnet/Lonworks ενώ στη περίπτωση του σταθμού διαχείρισης πρέπει να δοθεί το κατάλληλο IP Address αφού ανήκει στο δίκτυο BACnet/IP. Ο δρομολογητής δεν ανήκει σε κάποιο από τα δύο δίκτυα αλλά μεταφέρει τη πληροφορία από το ένα στο άλλο και έτσι παίρνει την αντίστοιχη θέση στην γραφική απεικόνιση των δικτύων. Για την επικοινωνία του και με τα δύο δίκτυα πρέπει να οριστεί η διεύθυνση που θα κατέχει και στα δύο δίκτυα.



Σχήμα 2: Network Configurator

Εκτός από τη διεύθυνση των ελεγκτών, μέσω του Network Configurator ορίζεται και το όνομα που θα έχει το CFC Chart του κάθε ελεγκτή, δηλαδή η επιφάνεια εργασίας πάνω στην οποία θα γραφτεί το πρόγραμμα κάθε ελεγκτή. Η ονομασία αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς θα αποτελεί το αρχικό μέρος της τεχνικής ονομασίας που θα έχουν όλα τα στοιχεία του προγράμματος του συγκεκριμένου ελεγκτή. Κάθε σημείο του συστήματος έχει μια ξεχωριστή τεχνική ονομασία η οποία χρησιμοποιείται εκτός από το Xworks Plus και στη διαδικασία δημιουργίας του γραφικού περιβάλλοντος αλλά και στα μηνύματα βλάβης όταν πλέον το σύστημα μπει σε λειτουργία. Επίσης μέσω του Network Configurator πρέπει να οριστεί ένας και μοναδικός ελεγκτής ο οποίος θα αποτελεί τον

primary server (κυρίως εξυπηρετητή) του δικτύου των ελεγκτών. Όπως αναφέραμε και στην περιγραφή του συστήματος Desigo αυτός εκτελεί μια σειρά από λειτουργίες συντονισμού του δικτύου και σε περίπτωση που τεθεί εκτός λειτουργίας κάποιος άλλος ελεγκτής παίρνει αυτόματα τη θέση του.

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία δημιουργίας των δικτύων και η τοποθέτηση των συσκευών σε αυτά το Network Configurator έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τα δίκτυα και να εντοπίσει τυχόν σφάλματα που υπάρχουν όπως λάθος στις διευθύνσεις των συσκευών ή το να υπάρχουν συσκευές που δεν ανήκουν σε κανένα δίκτυο. Αφού ολοκληρωθεί και ο έλεγχος ο αρμόδιος μηχανικός είναι έτοιμος να πλοηγηθεί στο CFC για να αρχίσει τη διαδικασία δημιουργίας του προγράμματος που θα εκτελέσει ο κάθε ελεγκτής.

CFC

Είτε μέσω του Project Manager είτε μέσω του Point Configurator επιλέγοντας τον ελεγκτή που επιθυμούμε μπορούμε να πλοηγηθούμε εύκολα στο CFC (συγκεκριμένα στο CFC Editor) και στο πρόγραμμα του ελεγκτή. Όταν ανοίγεται για πρώτη φορά έχουμε μια κενή επιφάνεια εργασίας (το CFC Chart) όπου θα αρχίσουμε να σχεδιάζουμε το πρόγραμμα που θα εκτελέσει ο συγκεκριμένος ελεγκτής. Σε κάποιο τμήμα της οθόνης πάντα πρέπει να υπάρχουν ανοικτές οι βιβλιοθήκες που έχουν εγκατασταθεί στο Xworks Plus για να μπορούν εύκολα να μεταφερθούν στην επιφάνεια εργασίας τα σημεία και οι συναρτήσεις ελέγχου που θα χρησιμοποιηθούν.

Σχεδιάζοντας οποιοδήποτε πρόγραμμα ελεγκτή που περιέχει φυσικά σημεία (εισόδους και εξόδους) η πρώτη ενέργεια που πρέπει να γίνει είναι να περαστούν τα φυσικά σημεία στο πρόγραμμα. Αυτό γίνεται μεταφέροντας τα επιθυμητά blocks (κουτιά) που συμβολίζουν τις αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους με drag & drop από τις βιβλιοθήκες στην επιφάνεια εργασίας. Για ευκολία υπάρχουν έτοιμα σύνολα σημείων, ανάλογα με τον ελεγκτή που χρησιμοποιείται, στις βιβλιοθήκες που επιταχύνουν την διαδικασία. Λόγω του ότι το περιβάλλον είναι γραφικό πρέπει να υπάρχουν κάποιοι κανόνες για την κατανομή των σημείων στην επιφάνεια εργασίας ώστε να είναι εύκολη η ανάγνωση του προγράμματος σε μεταγενέστερο στάδιο. Για παράδειγμα οι φυσικές εισοδοί μπορούν να τοποθετούνται στην αριστερή πλευρά της επιφάνειας εργασίας και οι φυσικές εξοδοί στη δεξιά πλευρά. Ούτως ή άλλως ο κύριος όγκος ενός προγράμματος ελέγχου αφορά την επεξεργασία δεδομένων που λαμβάνονται από τις εισόδους για να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες στις εξόδους του ελεγκτή.

Το κάθε φυσικό σημείο πρέπει να ονομαστεί, να του δοθεί η διεύθυνση που αντιστοιχεί στη θέση του στον ελεγκτή και να ρυθμιστούν οι παράμετροι που το αφορούν και καθορίζουν την συμπεριφορά του. Αυτό στη πράξη μπορεί να γίνει μέσω του parameter editor κάνοντας διπλό κλικ στο block που το συμβολίζει.

Για επιτάχυνση της διαδικασίας μπορούμε να ανοίξουμε το I/O Editor όπου έχουμε μια λίστα μόνο με τις φυσικές εξόδους και εισόδους που έχουν τοποθετηθεί στην επιφάνεια εργασίας και τις πιο βασικές τους παραμέτρους.

Parameter Editor - B9\PXC22ED\Ahu3ReT [Ahu 3 Return Air Temperature]

File View Help

B9\PXC22ED\Ahu3ReT [Ahu 3 Return Air Temperature] : PrVal [AI/Analog input]

Filter: All pins Layout: All attributes

Block Properties

Short	Description	Value	Unit	Visible	Read Acces	Write Acces
> OsServ	Out of service	Off	Off, On	<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> SbstVal	Substitution value	0	°C	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> EnEvt	Event enable	To offnormal	BA/Cnet event tr	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> EvtSta	Event state	Normal	BA/Cnet event s	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> TstMnEvt	Time stamp of event	---		<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> EnAlm	Alarm enable	No	No, Yes	<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> HiLim	High limit	50	°C	<input type="checkbox"/>	Extended opera	Extended opera
> LoLim	Low limit	0	°C	<input type="checkbox"/>	Extended opera	Extended opera
> Nz	Neutral zone	0.5	---	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> TiMonDvn	Monitoring time deviation	00:00:00		<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> AlmFrct	Alarm function	Basic	Alarm function	<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> AlmCl	Alarm class	Normal alarm	Alarm class	<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> AckTra	Acknowledged transitions	To offnormal, T	BA/Cnet event tr	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> TiAck	Time of acknowledgement	---:--:--		<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> AckSgn	Acknowledgement signature			<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service
> IOAddr	Input/Output address	C=1.1(R1K)		<input checked="" type="checkbox"/>	Extended opera	Basic service
> Slpe	Slope	0.01	---	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> Icpt	Intercept	0	---	<input type="checkbox"/>	Internal	Internal
> TPIIn	Polling time	00:00:00		<input type="checkbox"/>	Extended opera	Extended opera
> ComgSta	Commissioning state	Not checked	Commissioning	<input type="checkbox"/>	Basic service	Basic service

Σχήμα 3: Parameter Editor

Για κάθε φυσικό σημείο που βρίσκεται στο πρόγραμμα πρέπει να καθοριστούν τα εξής:

1. Το όνομα και η περιγραφή με την οποία θα εμφανίζεται στο σύστημα (για παράδειγμα σε περίπτωση μηνύματος βλάβης στο Desigo Insight)
2. Η διεύθυνση που καθορίζει την φυσική του θέση στον ελεγκτή
3. Το είδος του σημείου. Αν πρόκειται για αναλογική ή ψηφιακή, είσοδο ή έξοδο. (AI, DI, AO, DO)
4. Το είδος της μέτρησης αν πρόκειται για είσοδο και της συμπεριφοράς αν πρόκειται για έξοδο. Για παράδειγμα ένα αισθητήριο θερμοκρασίας μπορεί να είναι παθητικό (Αντίσταση LG-Ni 1000) ή ενεργό, δηλαδή να τροφοδοτείται με τάση 24 V και να δίνει σήμα 0-10 V. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιείται αναλογική είσοδος με διαφορετικό όμως τύπο μέτρησης.
5. Τα όρια της μέτρησης και την αντιστοιχία του σήματος με το φυσικό μέγεθος (scaling) που μετράται αν πρόκειται για αναλογική είσοδο. Για παράδειγμα ένα αισθητήριο πίεσης 0-10 V μετρά πίεση σε εύρος από -1 bar μέχρι 9 bar. Για να εισαχθεί στο σύστημα η μετρήσιμη πίεση θα πρέπει να εισαχθούν στις παραμέτρους της αναλογικής εισόδου τα όρια του μετρήσιμου μεγέθους καθώς και η κλίση (slope) και το σημείο τομής με τον άξονα των ψ (intercept) της ευθείας που σχηματίζει το μετρήσιμο σήμα ως προς το φυσικό μέγεθος το οποίο μετρά. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι τιμές θα ήταν: Min: -1, Max: 9, Slope: 1, Intercept: -1. Για τα αισθητήρια της Siemens οι τιμές αυτές είναι αποθηκευμένες στο CFC. Για αισθητήρια τρίτων κατασκευαστών υπάρχει στο πακέτο

προγραμμάτων του Xworks Plus ειδική εφαρμογή για τον υπολογισμό των τιμών αυτών.

6. Την μονάδα μέτρησης του φυσικού μεγέθους που μετράται αν πρόκειται για αναλογική είσοδο.
7. Την συμπεριφορά του όσον αφορά την όσον αφορά τη παραγωγή μηνυμάτων βλάβης (alarms). Για παράδειγμα αν μια μέτρηση ξεπεράσει κάποια άνω και κάτω όρια.

I/O Address Editor - AS13 [EX FANS V01]

Filter: <Filter Off> BACnet TXM

	Subsystem	Signal Address	Block Type	Signal type	TD	Short Name	Description	Unit	Min	Max	Slope	Intercept	Polarity
1	C	1.1	AI	U10	B13'ExFV01ACu	ExFV01ACu	Ex Fan V01A Current	A	0	10	0.001	0	
2	C	1.2	AI	U10	B13'ExFV01BCu	ExFV01BCu	Ex Fan V01B Current	A	0	10	0.001	0	
3	C	3.1	BO (FB)	D20	B13'ExFV01Ass	ExFV01Ass	Ex Fan V01A Start/Stop	Off, On					Normal
4	C	3.2	BO (FB)	D20	B13'ExFV01Bss	ExFV01Bss	Ex Fan V01B Start/Stop	Off, On					Normal
5	C	5.1	BO	Q250	B13'ExFV01Ass	ExFV01Ass	Ex Fan V01A Start/Stop	Off, On					Normal
6	C	5.2	BO	Q250	B13'ExFV01Bss	ExFV01Bss	Ex Fan V01B Start/Stop	Off, On					Normal
7	C	8.1	BO	Q_LED	B13'AlmInd	AlmInd	Alarm indication	Off, On					Normal

OK Apply Help Print Rename Cancel

Σχήμα 4: I/O Editor

Αφού τοποθετηθούν στην επιφάνεια εργασίας και ρυθμιστούν όλα τα block που συμβολίζουν τις εισόδους και εξόδους του ελεγκτή, ο αρμόδιος μηχανικός μπορεί να ξεκινήσει την δημιουργία του προγράμματος ελέγχου τοποθετώντας από τις βιβλιοθήκες στην επιφάνεια εργασίας τις επιθυμητές μαθηματικές και λογικές λειτουργίες καθώς και τις συναρτήσεις ελέγχου που απαιτούνται. Στις βιβλιοθήκες υπάρχουν και έτοιμες εφαρμογές σε μορφή compound. Όπως αναφέρθηκε και στην γενική περιγραφή του συστήματος το compound είναι στην ουσία μια νέα επιφάνεια εργασίας στη μορφή ενός block. Εντός του compound υπάρχει έτοιμο πρόγραμμα του οποίου οι είσοδοι και οι εξοδοι απεικονίζονται στο block που το συμβολίζει για να είναι εύκολη η σύνδεση του με το υπόλοιπο πρόγραμμα ελέγχου. Έτσι έτοιμες και δοκιμασμένες εφαρμογές ελέγχου δεν χρειάζεται να σχεδιαστούν από την αρχή αλλά υπάρχουν έτοιμες στις βιβλιοθήκες. Ένα παράδειγμα είναι ο έλεγχος δύο αντλιών με μία αντλία σε λειτουργία και μία εφεδρική οι οποίες πρέπει να εναλλάσσονται μετά από κάποιες ώρες λειτουργίας ή σε περίπτωση βλάβης.

Η λογική της σχεδίασης στο γραφικό περιβάλλον του CFC απαιτεί η σύνδεση των στοιχείων του προγράμματος (blocks και compounds) να γίνεται ανάλογα με τη ροή της

πληροφορίας που απαιτείται στο πρόγραμμα. Για παράδειγμα αν θέλουμε να προσθέσουμε δύο μετρήσεις θα πρέπει να συνδεθούν με γραμμές οι έξοδοι των δύο block που τις συμβολίζουν με το block που εκτελεί τη πρόσθεση και θα έχουμε το αποτέλεσμα στην έξοδο του για περαιτέρω επεξεργασία. Γενικά στη φάση της δημιουργίας ενός προγράμματος ελέγχου ο αρμόδιος μηχανικός πρέπει να έχει υπόψη του τα εξής:

1. Στα περισσότερα προγράμματα ελέγχου υπάρχουν ενέργειες που γίνονται παράλληλα και ενέργειες που πρέπει να γίνουν με μια δεδομένη σειρά. Η χρονική σειρά που θα πρέπει να εκτελεστούν οι διάφορες λειτουργίες θα πρέπει να είναι ξεκάθαρη πριν την έναρξη της δημιουργίας του προγράμματος για να κατασκευαστεί με τον ανάλογο τρόπο.
2. Κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού θα πρέπει παράλληλα να γίνεται και η ρύθμιση των μηνυμάτων βλάβης του συστήματος. Άρα θα πρέπει να είναι ξεκάθαρο σε ποιες περιπτώσεις ή καταστάσεις θα πρέπει να παραχθεί κάποιο μήνυμα βλάβης για να ενημερωθεί ο χειριστής του συστήματος μέσω του σταθμού διαχείρισης. Παράλληλα με την ενημέρωση του χειριστή τα μηνύματα βλάβης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εντός του προγράμματος για να γίνουν οι ανάλογες ενέργειες κατά την παρουσίαση της βλάβης αλλά και αφού επιβεβαιωθεί από τον χειριστή ότι έχει ενημερωθεί για τη βλάβη.
3. Σκοπός της δημιουργίας του προγράμματος δεν είναι μόνο να γίνει ο κατάλληλος έλεγχος αλλά και να απεικονισθούν τα απαραίτητα δεδομένα στον σταθμό διαχείρισης του συστήματος. Ο αρμόδιος μηχανικός θα πρέπει να έχει υπόψη κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του προγράμματος, την μορφή με την οποία θα απεικονίσει τα δεδομένα γραφικά ώστε να δημιουργήσει το πρόγραμμα με τον ανάλογο τρόπο.

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε αναλυτικά τα προγράμματα των ελεγκτών ανά ΑΚΕ κατά σειρά πολυπλοκότητας και παρουσιάζοντας πρώτα τα ΑΚΕ που λειτουργούν σχετικά αυτόνομα. Παράλληλα θα παρουσιάζονται και τα σενάρια ελέγχου του συστήματος.

OS-2

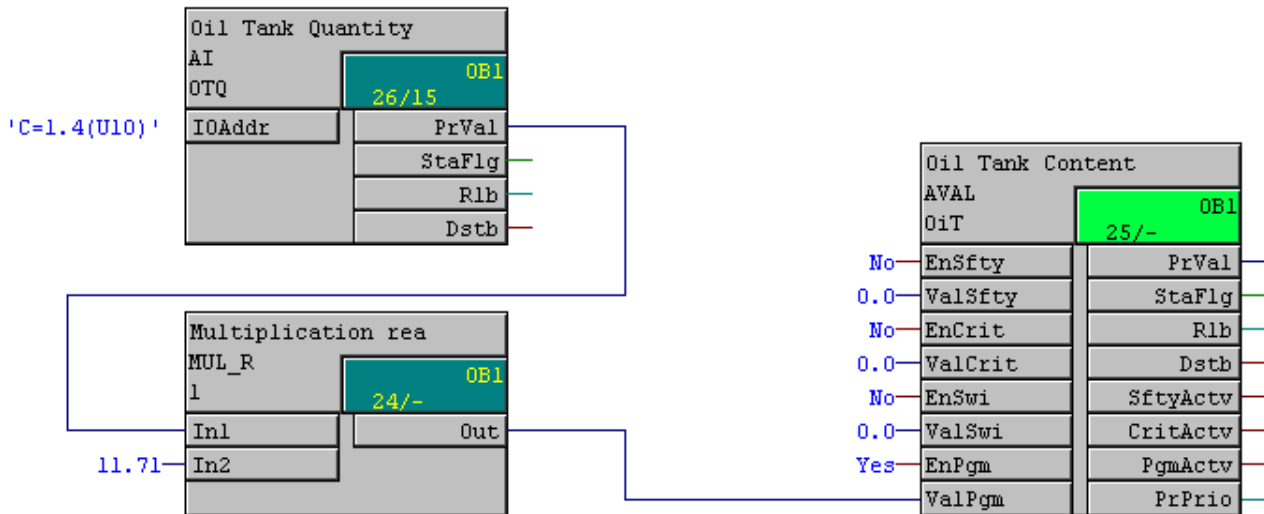
Όπως αναφέρθηκε και στον σχεδιασμό του συστήματος τα σημεία του ΑΚΕ OS-2 εξυπηρετούνται από ένα σταθμό αυτοματισμού PXC12.D. Στο Project Manager του δόθηκε η ονομασία AS17. Στον συγκεκριμένο ελεγκτή δεν υπάρχει κάποιο ιδιαίτερο σενάριο ελέγχου.

Συγκεκριμένα λαμβάνονται δύο μετρήσεις πίεσης από το πιεστικό σύστημα του νερού χρήσης και το πιεστικό σύστημα της πυρόσβεσης από αισθητήρια μέτρησης πίεσης, εύρους μέτρησης -1...9 bar. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις απεικονίζονται αυτούσιες χωρίς περαιτέρω επεξεργασία στα γραφικά του σταθμού διαχείρισης. Το είδος του γραφικού που θα χρησιμοποιηθεί επιτρέπει στον χρήστη να θέσει ο ίδιος τα επιθυμητά κάτω και πάνω όρια που αν ξεπεραστούν το σύστημα θα δώσει μήνυμα βλάβης.

Λαμβάνονται επίσης δύο ψηφιακές ενδείξεις για ύπαρξη βλάβης από τις ηλεκτρονικές μονάδες των δύο πιεστικών συστημάτων. Οι συγκεκριμένες ενδείξεις

λαμβάνονται από “ξηρές” επαφές οι οποίες σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας είναι ανοικτές (normally open). Σε περίπτωση βλάβης θα κλείσουν και θα ενεργοποιηθεί η ψηφιακή είσοδος του ελεγκτή. Η μόνη ρύθμιση όσον αφορά τις συγκεκριμένες ενδείξεις είναι η παραγωγή μηνύματος βλάβης εφόσον η κάθε επαφή ενεργοποιηθεί για περισσότερο από πέντε δευτερόλεπτα ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση λάθος συναγερμού. Η χρονική καθυστέρηση, όπως και γενικά όπου αναφερόμαστε σε χρονικές καθυστερήσεις, έχει την έννοια ότι η ψηφιακή είσοδος πρέπει να είναι ενεργοποιημένη σε όλη τη διάρκεια της για να παραχθεί το μήνυμα βλάβης.

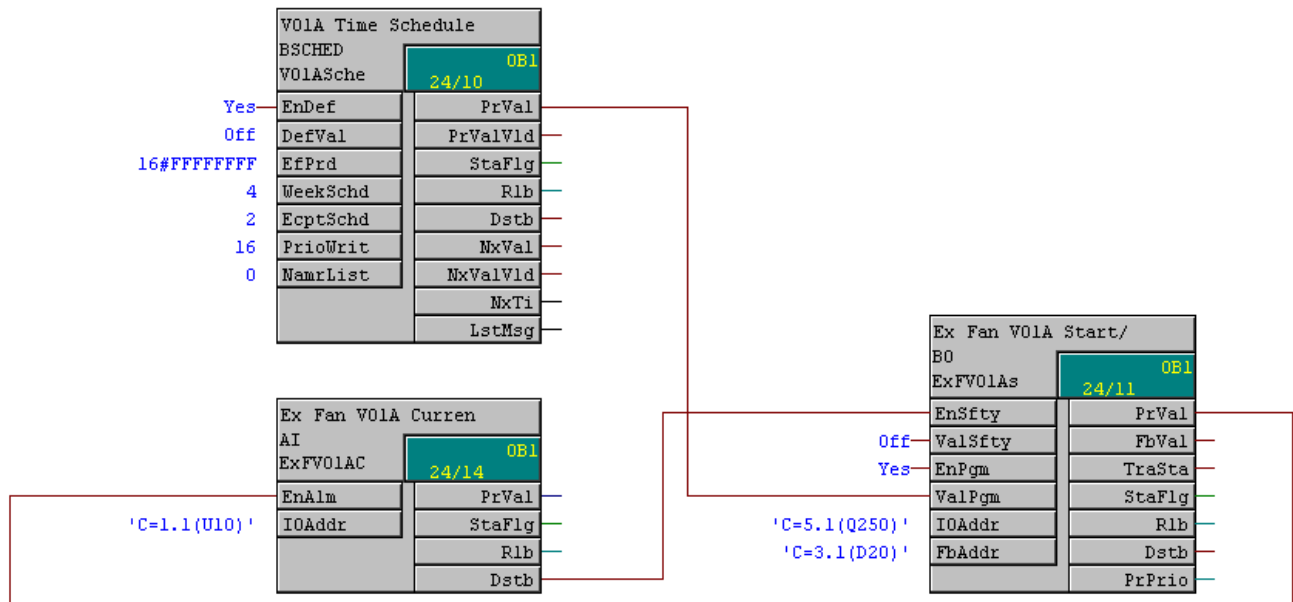
Η μόνη ουσιαστικά επεξεργασία των μετρήσεων στον συγκεκριμένο ελεγκτή αφορά τη μέτρηση της στάθμης στις δεξαμενές αποθήκευσης του νερού και του πετρελαίου. Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκαν δύο αισθητήρια πίεσης, εύρους μέτρησης 0...1 bar. Οι τιμές αυτές έπρεπε να μετατραπούν σε ύψος στάθμης του κάθε υγρού. Βάση του μαθηματικού τύπου υπολογισμού της υδροστατικής πίεσης $P = \rho \cdot g \cdot h$ (P σε Pa, ρ σε Kg/m³, g σε m/s², h σε m) ο υπολογισμός μπορεί να γίνει με ένα απλό πολλαπλασιασμό. Χρησιμοποιώντας ως πυκνότητα του νερού τα 1000 Kg/m³ και ως πυκνότητα του πετρελαίου τα 870 Kg/m³ και λύνοντας ως προς h μπορούμε να βρούμε και για τις δύο περιπτώσεις ένα συντελεστή που αν τον πολλαπλασιάσουμε με τη μετρήσιμη πίεση θα μας δώσει το ύψος του υγρού σε μέτρα. Συγκεκριμένα και νοούμενου ότι η μέτρηση μας είναι σε bar και όχι σε Pa ο συντελεστής αυτός είναι 10.19 για το νερό και 11.71 για το πετρέλαιο. Φυσικά εάν είναι επιθυμητό μπορούμε να περάσουμε όλες τις πράξεις μία προς μία στο πρόγραμμα και να έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα. Αφού γίνει ο πολλαπλασιασμός, το αποτέλεσμα δίνεται σε ένα block αναλογικής τιμής (AVAL) για να παρουσιαστεί στα γραφικά με δυνατότητα στο χρήστη να θέσει τα όρια παραγωγής μηνύματος βλάβης. Η συγκεκριμένη πράξη απεικονίζεται στο πιο κάτω σχήμα.



Σχήμα 5: Μέτρηση στάθμης πετρελαίου

MCP-EFV01

Το συγκεκριμένο ΑΚΕ εξυπηρετείται από ένα ελεγκτή PXC12.D ο οποίος έχει ονομαστεί AS13 και ελέγχει δύο μονάδες εξαερισμού. Για τον έλεγχο κάθε μονάδας χρησιμοποιούνται τρία σημεία. Μία ψηφιακή έξοδος που ενεργοποιεί τον διακόπτη επαφής που ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τη μονάδα. Μία ψηφιακή είσοδος που λαμβάνει μέσω της βοηθητικής επαφής του διακόπτη βεβαίωση ότι ο διακόπτης έχει ενεργοποιηθεί ή απενεργοποιηθεί. Επίσης μία αναλογική είσοδος η οποία λαμβάνει τη μέτρηση της έντασης του ρεύματος που καταναλώνει η μονάδα εξαερισμού. Σε περιπτώσεις όπως τη συγκεκριμένη που μία ψηφιακή είσοδος χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση της λειτουργίας κάποιας μονάδας που ενεργοποιείται από μία ψηφιακή έξοδο, η λειτουργία των δύο σημείων μπορεί να συνδεθεί και να απεικονιστεί μόνο από ένα block στο πρόγραμμα. Όπως μπορούμε να δούμε και στο σχήμα στο block της ψηφιακής εξόδου (BO, binary output) εκτός από τη διεύθυνση της ψηφιακής εξόδου τοποθετείται σαν διεύθυνση ανατροφοδότησης και η διεύθυνση της ψηφιακής εισόδου.



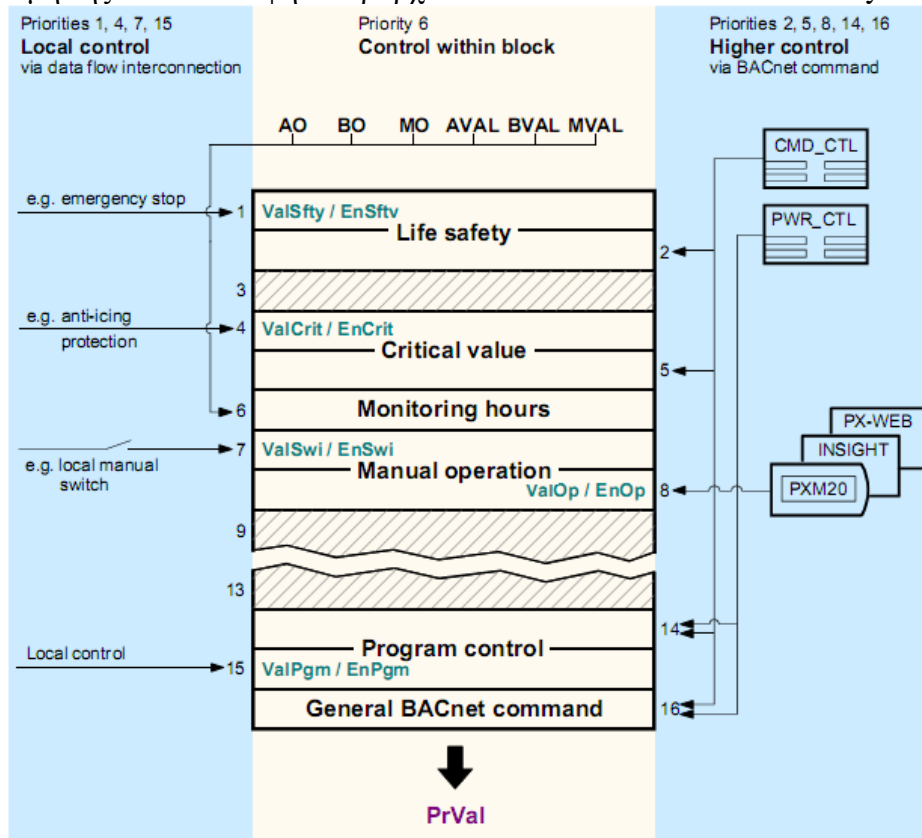
Σχήμα 6: Έλεγχος εξαεριστήρα

Μέσα στις παραμέτρους του block μπορούμε να καθορίσουμε τη παραγωγή μηνύματος βλάβης ανάλογα με την τιμή της ανατροφοδότησης σε σχέση με τη τιμή της ψηφιακής εξόδου. Επίσης μπορεί να καθοριστεί ο χρόνος που πρέπει να παρέλθει για να δοθεί το μήνυμα βλάβης. Στο σχήμα μπορούμε να δούμε ότι η ψηφιακή έξοδος λαμβάνει τη τιμή λειτουργίας της από ένα χρονοπρόγραμμα (BSCHED). Το είδος του γραφικού που χρησιμοποιείται στον σταθμό διαχείρισης για τον έλεγχο της ψηφιακής εξόδου επιτρέπει στον χειριστή να καθορίσει κατά πόσο επιθυμεί η έξοδος, και κατά συνέπεια η συσκευή που ελέγχεται, να είναι συνεχώς ενεργοποιημένη (Manual On), συνεχώς απενεργοποιημένη (Manual Off), ή σε αυτόματη λειτουργία (Auto) οπότεν στην

συγκεκριμένη περίπτωση θα υπακούει το χρονοπρόγραμμα το οποίο καθορίζεται επίσης γραφικά από το σταθμό διαχείρισης.

Ο λόγος που χρησιμοποιείται ο μετρητής έντασης του ρεύματος που καταναλώνει η μονάδα εξαερισμού είναι διότι η επιβεβαίωση της ενεργοποίησης του διακόπτη επαφής δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η μονάδα είναι σε λειτουργία. Αν για παράδειγμα ο τοπικός διακόπτης είναι απενεργοποιημένος, ακόμα και αν ενεργοποιηθεί ο διακόπτης επαφής η μονάδα θα παραμείνει απενεργοποιημένη. Επίσης σε περίπτωση που η μονάδα καταναλώνει ρεύμα πιο υψηλής έντασης από το φυσιολογικό πρέπει να τεθεί εκτός λειτουργίας. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα η έξοδος του block της ψηφιακής εξόδου (PrVal, Primary value) συνδέεται με το block της αναλογικής εισόδου στο pin που ενεργοποιεί τη λειτουργία των μηνυμάτων βλάβης του συγκεκριμένου block (EnAlm, Enable Alarm). Μέσα στις παραμέτρους του block έχουν καθοριστεί το ανώτατο και κατώτατο όριο έντασης ρεύματος που πρέπει να καταναλώνει η μονάδα εν ώρα λειτουργίας. Σε περίπτωση που η μονάδα είναι σε λειτουργία και η μέτρηση υπερβεί τα όρια αυτά για καθορισμένο χρόνο θα παραχθεί μήνυμα βλάβης. Σε αυτή τη περίπτωση θα ενεργοποιηθεί το pin εξόδου Dstb (Disturbance) της αναλογικής εισόδου το οποίο ενεργοποιεί (EnSfty, Enable Safety) τη τιμή ασφαλείας της ψηφιακής εξόδου (ValSfty, Safety Value) η οποία είναι Off και η μονάδα τίθεται εκτός λειτουργίας.

Κάθε block μπορεί να δεχτεί τιμές μέσω του προγράμματος σε οκτώ διαφορετικά επίπεδα προτεραιότητας. Αν όλα τα επίπεδα είναι ενεργοποιημένα η έξοδος του block θα πάρει τη τιμή της από το πιο ψηλά ιεραρχικά επίπεδο που είναι το Life safety.



Σχήμα 7: Επίπεδα προτεραιότητας στο σύστημα Design

Το συγκεκριμένο επίπεδο προτεραιότητας υπερσχύει και των ενεργειών του χειριστή του σταθμού διαχείρισης. Έτσι αν το μήνυμα βλάβης δεν πάψει να υφίσταται, ακόμα και αν ο χειριστής προσπαθήσει να ενεργοποιήσει τη μονάδα το σύστημα δεν θα τον υπακούσει. Συνολικά υπάρχουν δεκαέξι επίπεδα προτεραιότητας που επιτρέπουν στον δημιουργό του προγράμματος να ιεραρχήσει με βάση τη σημαντικότητα τους όλες τις τιμές που μπορεί να πάρει ένα στοιχείο του προγράμματος (π.χ. σε περίπτωση ένδειξης για πυρκαγιά από το σύστημα πυρανίχνευσης οι ενέργειες που θα παρθούν πρέπει να προηγούνται όλων των υπολοίπων σεναρίων). Εκτός από τη χρησιμότητα τους σε θέματα ασφάλειας τα επίπεδα προτεραιότητας σε συνδυασμό με την δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης τους κάνει τον προγραμματισμό πολύ πιο ευέλικτο.

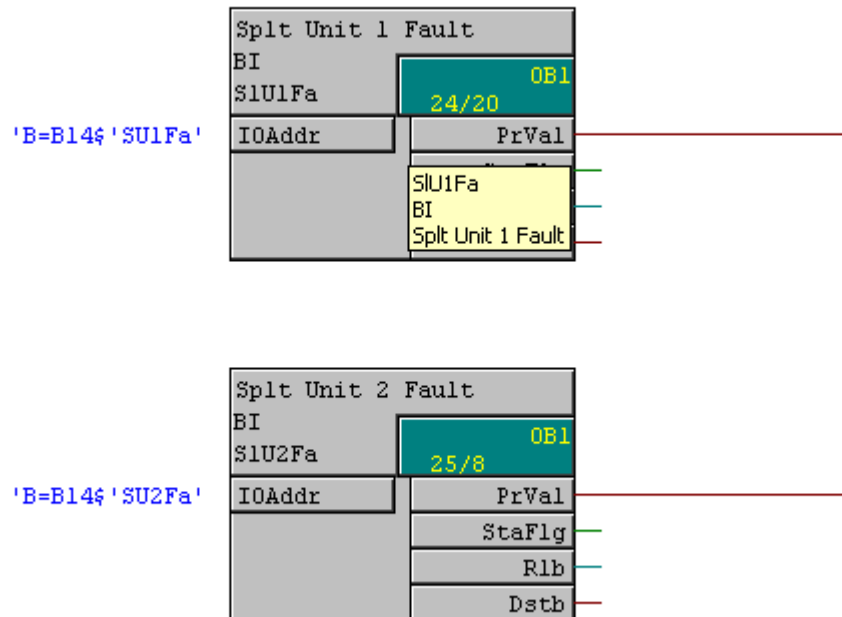
MCP-EFV02

Το AKE MCP-EFV02 περιλαμβάνει τέσσερις μονάδες εξαιρισμού που είναι προγραμματισμένες να λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο με τις μονάδες που εξυπηρετούνται από το AKE MCP-EFV01. Για τον έλεγχο τους χρησιμοποιείται ένας ελεγκτής PXC22.D με την ονομασία AS14. Πέραν από τα σημεία ελέγχου που αφορούν τις μονάδες εξαιρισμού στον συγκεκριμένο ελεγκτή έχουν καλωδιωθεί και δύο ενδείξεις βλάβης μέσω ψηφιακών εισόδων οι οποίες αφορούν τις δύο συσκευές διαιρούμενου τύπου που κλιματίζουν το δωμάτιο των εξυπηρετητών (server room). Στον συγκεκριμένο ελεγκτή ρυθμίστηκε μόνο η παραγωγή μηνύματος βλάβης για την ανάλογη μονάδα εφόσον ενεργοποιηθεί η ψηφιακή είσοδος που την αφορά για περισσότερο από πέντε δευτερόλεπτα. Οι περαιτέρω ενέργειες σε περίπτωση βλάβης μίας εκ των δύο μονάδων κλιματισμού γίνονται από τον ελεγκτή που βρίσκεται στο δωμάτιο των εξυπηρετητών.

OS-1

Το AKE OS-1 περιλαμβάνει ένα ελεγκτή PXC12.D με την ονομασία AS16. Μέσω τεσσάρων αναλογικών εισόδων λαμβάνονται η θερμοκρασία και η υγρασία του δωματίου των εξυπηρετητών και του δωματίου μετεωρολογίας. Οι συγκεκριμένες ενδείξεις απεικονίζονται στα γραφικά του σταθμού διαχείρισης και τα άνω και κάτω όρια για τη παραγωγή μηνύματος βλάβης μπορούν να καθοριστούν από τον χειριστή του σταθμού διαχείρισης. Επίσης ο ελεγκτής λαμβάνει από δύο ψηφιακές εισόδους ενδείξεις ότι οι δύο μονάδες κλιματισμού του δωματίου των εξυπηρετητών είναι σε λειτουργία και μέσω δύο ψηφιακών εξόδων ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τις μονάδες. Για να εκτελεστεί σωστά το σενάριο λειτουργίας των δύο κλιματιστικών μονάδων είναι απαραίτητη και η χρησιμοποίηση των δύο ενδείξεων βλάβης που λαμβάνονται από τον ελεγκτή AS14 του AKE MCP-EFV02. Για το σκοπό αυτό τοποθετήθηκαν στην επιφάνεια εργασίας του προγράμματος του ελεγκτή AS16 δύο ψηφιακές εισοδοί στις οποίες δόθηκε σαν διεύθυνση η τεχνική ονομασία των συγκεκριμένων εισόδων του ελεγκτή AS14. Όπως αναφέρθηκε και στις ρυθμίσεις που έγιναν μέσω του Network Configurator κάθε συστατικό των προγραμμάτων του συστήματος έχει μία και μοναδική τεχνική ονομασία βάση της ονομασίας που τους δόθηκε και της ονομασίας που δόθηκε στο chart (επιφάνεια εργασίας) του ελεγκτή στον οποίο ανήκουν. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να μεταφερθεί οποιαδήποτε τιμή από έναν ελεγκτή του συστήματος σε κάποιον

άλλο, προσφέροντας τη δυνατότητα προγραμματισμού και συμπεριφοράς του συνόλου των ελεγκτών σαν ένα ενιαίο σύστημα.

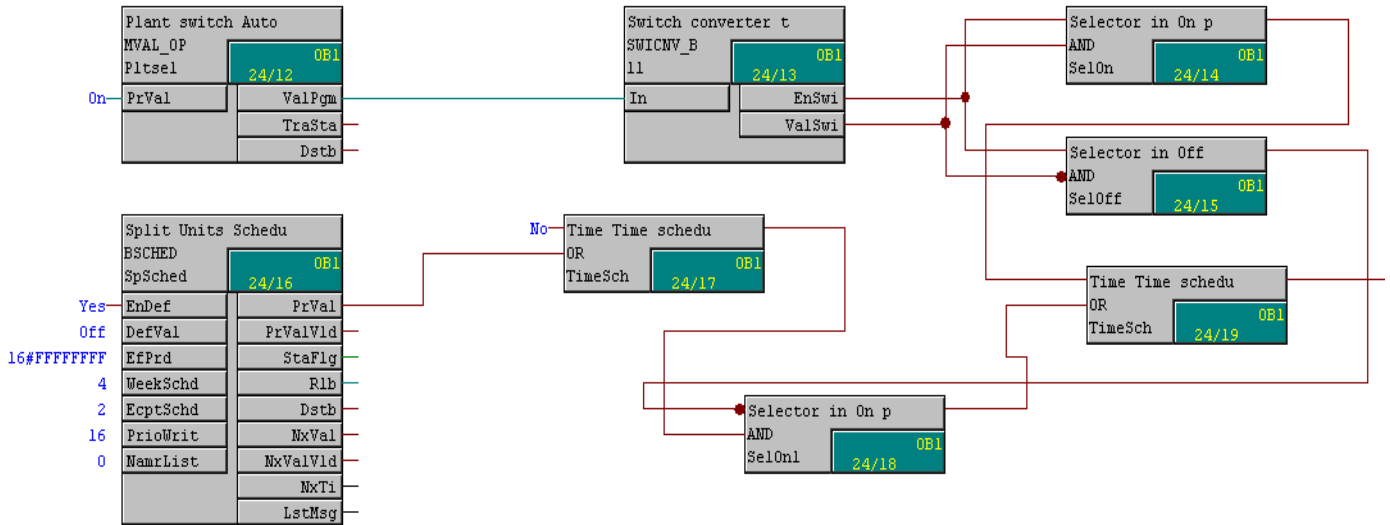


Σχήμα 8: Ψηφιακές τιμές που μεταφέρθηκαν από τον ελεγκτή AS14

Η λογική λειτουργίας των δύο κλιματιστικών μονάδων είναι η εξής:
 Κατά τη διάρκεια που το σύστημα των δύο κλιματιστικών μονάδων είναι σε λειτουργία η μία μονάδα τίθεται σε λειτουργία και η δεύτερη παραμένει εφεδρική. Πάντα τίθεται σε λειτουργία η μονάδα με τις λιγότερες συνολικά ώρες λειτουργίας ώστε η φθορά των δύο μονάδων σε βάθος χρόνου να είναι σχεδόν η ίδια. Σε περίπτωση συνεχούς λειτουργίας πέραν των 24 ωρών το σύστημα πρέπει να εναλλάξει τη λειτουργία των δύο μονάδων. Σε περίπτωση βλάβης ή μη ενεργοποίησης της μονάδας που πρέπει να είναι σε λειτουργία τίθεται αμέσως σε λειτουργία η εφεδρική μονάδα. Αν για οποιοδήποτε λόγο σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας της μίας μονάδας η θερμοκρασία του χώρου υπερβεί τους 28 °C τότε ενεργοποιείται και η δεύτερη μονάδα παράλληλα μέχρι η θερμοκρασία του χώρου να πέσει κάτω από τους 24 °C.

Το πρώτο βήμα εκτέλεσης στο πρόγραμμα του πιο κάτω σεναρίου είναι να καθοριστεί ο τρόπος που ο χειριστής του σταθμού διαχείρισης θα θέτει το σύστημα των δύο κλιματιστικών μονάδων εκτός λειτουργίας, σε συνεχή λειτουργία ή σε λειτουργία για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους μέσω χρονοπρογράμματος. Είδαμε προηγουμένως στον προγραμματισμό των μονάδων εξαερισμού ότι όταν πρόκειται για τον έλεγχο μίας μονάδας μέσω μίας εξόδου μπορεί να γίνει συνδέοντας απλά το χρονοπρόγραμμα με την επιθυμητή έξοδο. Μέσω του σταθμού διαχείρισης μπορεί να καθοριστεί για κάθε έξοδο του συστήματος κατά πόσον αυτή θα είναι συνεχώς σε λειτουργία, συνεχώς εκτός λειτουργίας ή σε αυτόματη λειτουργία. Όταν πρόκειται για περισσότερα σημεία (π.χ. ο

έλεγχος ενός μηχανοστασίου) πρέπει να υπάρχει ένας κοινός τρόπος ελέγχου όλου του συστήματος σημείων. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε η πιο κάτω ρουτίνα ελέγχου η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε ανάλογη περίπτωση ανεξάρτητα από το είδος και τη πολυπλοκότητα του σεναρίου ελέγχου των συσκευών.

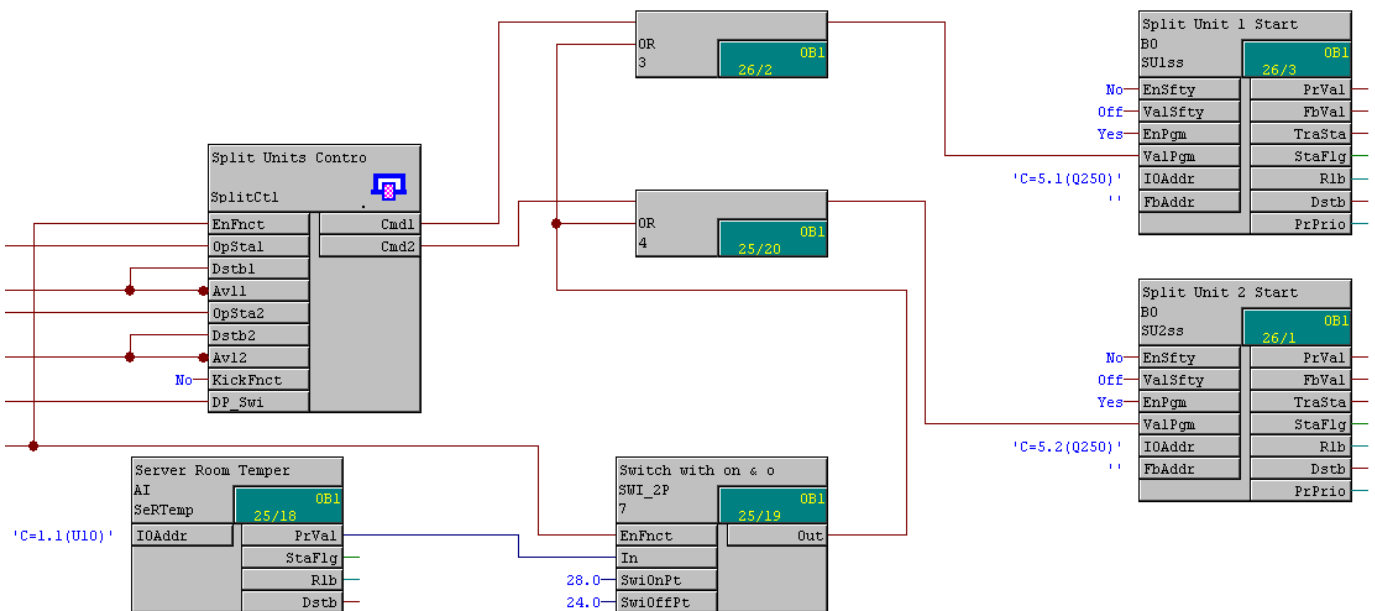


Σχήμα 9: Ρουτίνα εκκίνησης

Στην αριστερή πλευρά βλέπουμε ουσιαστικά τις δύο εισόδους της ρουτίνας. Αυτές είναι το χρονοπρόγραμμα που καθορίζεται γραφικά από τον χειριστή του σταθμού διαχείρισης και ένας επιλογέας διακριτών τιμών ο οποίος επίσης θα ελέγχεται γραφικά από τον χειριστή. Εκτός από τις αναλογικές και ψηφιακές τιμές που χρησιμοποιούνται σε ένα πρόγραμμα ελέγχου υπάρχουν και οι διακριτές τιμές (Multistate values) οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απεικονίσουν συγκεκριμένες καταστάσεις πέραν μίας αναλογικής ή ψηφιακής τιμής. Για παράδειγμα μία μονάδα κλιματισμού VRV (Variable Refrigerant Volume) η οποία ελέγχεται μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας μπορεί μέσω μίας μόνο εισόδου διακριτών τιμών (Multistate Input) που παίρνει προκαθορισμένες τιμές να ενημερώσει το σύστημα κατά πόσο είναι σε λειτουργία ψύξης, θέρμανσης ή εξαερισμού. Αυτό δεν μπορεί να γίνει μέσω ψηφιακής εισόδου η οποία μπορεί να περιγράψει μόνο δύο καταστάσεις αφού παίρνει τιμές 0 ή 1. Στη συγκεκριμένη ρουτίνα ο επιλογέας διακριτών τιμών παίρνει τις τιμές 1,2 και 3 που απεικονίζονται στα γραφικά ως Auto, Manual On και Manual Off. Στη συνέχεια ένας έτοιμος μετατροπέας τιμών από τις βιβλιοθήκες του Xworks Plus μετατρέπει τις τρεις διακριτές τιμές σε δύο ψηφιακές τιμές που ενεργοποιούνται αναλόγως. Με τη βοήθεια λογικών του τύπου AND και OR εύκολα καταλήγουμε στη δεξιά πλευρά του σχήματος σε μία ψηφιακή τιμή (0 και 1) που ενεργοποιεί και απενεργοποιεί το όλο σύστημα ανάλογα με την επιθυμία του χειριστή. Λόγω του ότι η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται αρκετές φορές στα προγράμματα των ελεγκτών θα την αποκαλούμε στη συνέχεια “ρουτίνα εκκίνησης”

Όλο το σενάριο λειτουργίας που περιγράφηκε προηγουμένως όσον αφορά τη λειτουργία των δύο κλιματιστικών μονάδων, εκτός από την ενεργοποίηση των δύο μονάδων παράλληλα, εκτελείται με τη χρήση ενός compound (εδώ ονομάστηκε SplitCtl)

που υπάρχει στις βιβλιοθήκες για τον έλεγχο δύο στοιχείων όπου το ένα είναι σε λειτουργία και το δεύτερο εφεδρικό. Στις εισόδους του συνδέονται οι ενδείξεις λειτουργίας και βλάβης της κάθε μονάδας και διαθέτει δύο εξόδους για τον έλεγχο κάθε μονάδας ξεχωριστά. Μέσα στο πρόγραμμα που περιέχει το compound μετρώνται ο συνολικός χρόνος λειτουργίας της κάθε μονάδας και φροντίζει κάθε φορά που ενεργοποιείται να θέτει σε λειτουργία τη μονάδα με τις λιγότερες ώρες λειτουργίας. Μέσα από τις παραμέτρους του compound μπορούν να καθοριστούν ο επιτρεπόμενος χρόνος συνεχούς λειτουργίας της κάθε μονάδας που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 24 ώρες. Όταν αυτός ο χρόνος παρέλθει το compound εναλλάσσει την μονάδα που βρίσκεται σε λειτουργία με την εφεδρική. Άρα το compound γνωρίζει ανά πάσα στιγμή αν μια μονάδα είναι σε λειτουργία, αν μια μονάδα διαθέτει βλάβη, το συνολικό χρόνο λειτουργίας των μονάδων και το χρόνο συνεχούς λειτουργίας της μονάδας που είναι ενεργοποιημένη.



Σχήμα 10: Έλεγχος κλιματιστικών μονάδων του Server Room

Για τη παράλληλη λειτουργία των δύο μονάδων σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας του χώρου χρησιμοποιείται η συνάρτηση ελέγχου SWI_2P (Switch with adjustable on/off point), που υπάρχει στις βιβλιοθήκες, και είναι χρήσιμη σε οποιαδήποτε περίπτωση η λειτουργία ενός στοιχείου ή συστήματος πρέπει να ενεργοποιείται και να απενεργοποιείται βάση δύο αναλογικών τιμών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση στις εισόδους της μονάδας συνδέθηκε η ένδειξη θερμοκρασίας του χώρου και τέθηκαν τα όρια ενεργοποίησης και απενεργοποίησης, δηλαδή το 28 και το 24 αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο η ψηφιακή έξοδος του block που συμβολίζει τη συνάρτηση ελέγχου ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 28 °C και απενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 24 °C. Με τη βοήθεια λογικής OR συνδέουμε παράλληλα τη ψηφιακή έξοδο του block και τις εξόδους του compound που περιγράψαμε προηγουμένως με τις ψηφιακές εξόδους που ενεργοποιούν και απενεργοποιούν τις δύο

μονάδες κλιματισμού και έχουμε το πρόγραμμα ελέγχου που περιγράφεται στο σενάριο λειτουργίας των δύο μονάδων. Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση και των δύο συναρτήσεων ελέγχου γίνεται παράλληλα από τη “ρουτίνα εκκίνησης” που περιγράψαμε αρχικά, δίνοντας στο χειριστή του σταθμού διαχείρισης τη δυνατότητα να καθορίζει πότε θα δουλεύει το σύστημα των δύο κλιματιστικών μονάδων.

MCP-01

Ένας ελεγκτής PXC22.D χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των σημείων του συγκεκριμένου ΑΚΕ με την ονομασία AS09. Στην ουσία ελέγχονται τρεις μονάδες. Η κεντρική μονάδα κλιματισμού AHU-3 (Air Handling unit 3) και οι κεντρικές μονάδες εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας HRV3 και HPV4 (Heat Reclaim Ventilation Units 3+4) . Για την έναρξη της λειτουργίας και των τριών συσκευών μέσω του σταθμού διαχείρισης χρησιμοποιείται η “ρουτίνα εκκίνησης”.

Για κάθε μονάδα HRV χρησιμοποιούνται τα εξής σημεία. Δύο ψηφιακές εξοδοί για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των ανεμιστήρων προσαγωγής και απαγωγής του αέρα μέσω του διακόπτη επαφής του κάθε ανεμιστήρα. Δύο ψηφιακές είσοδοι για επιβεβαίωση της λειτουργίας των ανεμιστήρων μέσω των βοηθητικών επαφών των διακοπών επαφής τους. Επίσης χρησιμοποιούνται δύο ψηφιακές είσοδοι που είναι συνδεδεμένες με τους διαφορικούς πρεσοστάτες που είναι εγκατεστημένοι στα δύο φίλτρα αέρα κάθε μονάδας.

Οι δύο διαφορικοί πρεσοστάτες μετρούν την διαφορική πίεση του αέρα, εν ώρα λειτουργίας της μονάδας, πριν και μετά το κάθε φίλτρο. Όταν η διαφορική πίεση υπερβεί το όριο που ρυθμίζεται πάνω στον κάθε πρεσοστάτη για εύρος 50-500 Pa, η επαφή του κλείνει και ενεργοποιεί την ψηφιακή είσοδο στην οποία είναι συνδεδεμένος ο πρεσοστάτης. Ο κάθε πρεσοστάτης ρυθμίζεται σε ένα όριο που αν ξεπεραστεί το φίλτρο θεωρείται λερωμένο και πρέπει να καθαριστεί. Για το λόγο αυτό οι ψηφιακές είσοδοι στις οποίες είναι συνδεδεμένοι οι πρεσοστάτες των φίλτρων ρυθμίζονται στο πρόγραμμα για παραγωγή μηνύματος βλάβης αν ενεργοποιηθούν για περισσότερο από 10 δευτερόλεπτα.

Όσον αφορά τη λειτουργία των μονάδων HRV από πλευράς προγράμματος είναι πολύ απλή. Στην ουσία μέσω της “ρουτίνας εκκίνησης” της κάθε μονάδας ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται παράλληλα οι δύο ψηφιακές εξοδοί που ελέγχουν την λειτουργία των ανεμιστήρων της κάθε μονάδας. Για την κάθε ψηφιακή έξοδο χρησιμοποιείται σαν διεύθυνση ανατροφοδότησης η αντίστοιχη ψηφιακή είσοδος που λαμβάνει τη κατάσταση λειτουργίας του διακόπτη επαφής. Το block της κάθε ψηφιακής εξόδου ρυθμίζεται για παραγωγή μηνύματος βλάβης αν παρέλθουν 5 δευτερόλεπτα από την ενεργοποίηση της εξόδου χωρίς επιβεβαίωση της ενεργοποίησης του διακόπτη επαφής ή αντίστοιχα από την απενεργοποίηση της εξόδου χωρίς επιβεβαίωση της απενεργοποίησης του διακόπτη επαφής.

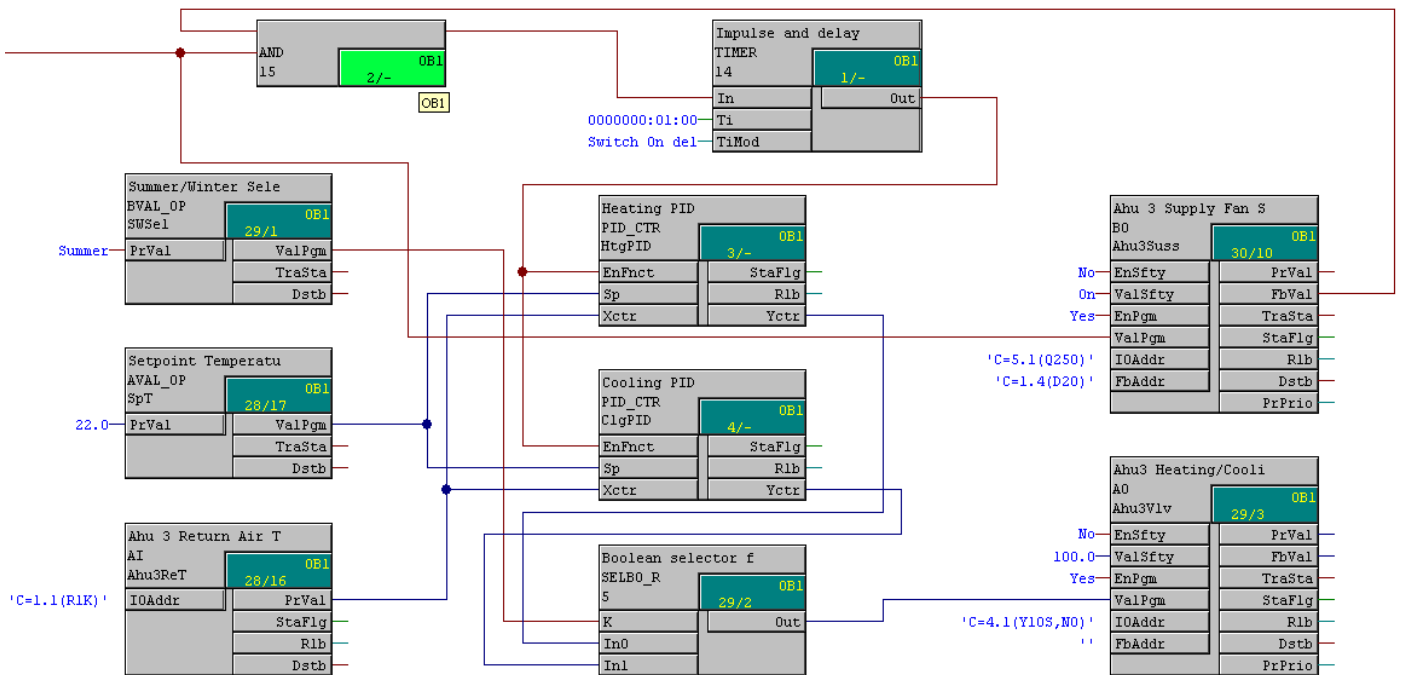
Το AHU-3 όπως και οι υπόλοιπες δύο κεντρικές κλιματιστικές μονάδες που υπάρχουν στην εγκατάσταση διαθέτουν τα απολύτως βασικά στοιχεία για τη λειτουργία και τον έλεγχο τους. Καταρχάς κάνουν πλήρη ανακύκλωση του αέρα που συντηρούν, δηλαδή δεν προσθέτουν φρέσκο αέρα στο χώρο ούτε απορρίπτουν αέρα στο περιβάλλον καθώς για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι μονάδες HRV. Συνεπώς δεν διαθέτουν διαφράγματα αέρα που θα ελέγχονταν από το σύστημα. Επίσης δεν μετράται ούτε

ασκείται κάποιος έλεγχος της υγρασίας του χώρου που συντηρούν. Ο έλεγχος της βαλβίδας της μονάδας γίνεται βάση του αισθητηρίου θερμοκρασίας που είναι εγκατεστημένο στον αεραγωγό επιστροφής του αέρα από τον χώρο που συντηρείται στη μονάδα, τον οποίο θεωρούμε σαν θερμοκρασία του χώρου. Δεν διαθέτουν αισθητήριο θερμοκρασίας στον αεραγωγό παροχής αέρα στο χώρο, κάτι που θα επέτρεπε τη χρήση cascade control (ρύθμιση συστοιχίας). Στο cascade control χρησιμοποιούνται δύο βρόγχοι ανάδρασης όπου το σήμα ελέγχου του κύριου ελεγκτή εισάγεται ως σήμα αναφοράς στον δευτερεύοντα ελεγκτή. Στην ουσία ο δευτερεύων βρόγχος ρύθμισης λειτουργεί στο εσωτερικό του κύριου βρόγχου ρύθμισης. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το σήμα εξόδου του κύριου ελεγκτή PID (αναλογικό-ολοκληρωτικό-διαφορικός ελεγκτής) που έχει ως κύρια μέτρηση τη θερμοκρασία του αέρα επιστροφής θα χρησιμοποιείτο ως σήμα αναφοράς από τον δευτερεύοντα ελεγκτή PID που θα έλεγε την θερμοκρασία του αέρα παροχής. Με αυτό τον τρόπο ο δευτερεύων ελεγκτής αναγνωρίζει την εμφάνιση της διαταραχής νωρίτερα από την κύρια μεταβλητή προσφέροντας καλύτερο έλεγχο. Επίσης μετρώντας τον αέρα παροχής θα υπήρχε η δυνατότητα περιορισμού της θερμοκρασίας του αέρα παροχής, θέτοντας άνω και κάτω όρια για τις λειτουργίες θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα.

Για τον έλεγχο του AHU χρησιμοποιείται μία αναλογική είσοδος για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα επιστροφής και μία αναλογική έξοδος για τον έλεγχο της βαλβίδας ψύξης και θέρμανσης. Μια ψηφιακή είσοδος συνδεδεμένη με διαφορικό πρεσοστάτη χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της καθαρότητας του φίλτρου της μονάδας με την ίδια λογική που χρησιμοποιήθηκε στις μονάδες HRV. Επίσης χρησιμοποιείται μία ψηφιακή έξοδος για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του ανεμιστήρα παροχής του κλιματιζόμενου αέρα στο χώρο μέσω του διακόπτη επαφής που τον ελέγχει. Για την επιβεβαίωση της κατάστασης λειτουργίας του ανεμιστήρα χρησιμοποιήθηκε ο διαφορικός πρεσοστάτης που χρησιμοποιήθηκε στα φίλτρα. Ρυθμίστηκε σε ένα όριο διαφορικής πίεσης ώστε να ενεργοποιείται όταν ο ανεμιστήρας είναι σε λειτουργία και η ψηφιακή είσοδος στην οποία συνδέθηκε χρησιμοποιήθηκε σαν διεύθυνση ανατροφοδότησης της ψηφιακής εξόδου που ελέγχει τη λειτουργία του ανεμιστήρα. Ο χρόνος για την παραγωγή μηνύματος βλάβης ορίστηκε στα 30 δευτερόλεπτα. Σε αντίθεση με τη βοηθητική επαφή του διακόπτη επαφής που ενεργοποιείται και απενεργοποιείται ακαριαία για να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί ο διαφορικός πρεσοστάτης πρέπει ο ανεμιστήρας να φτάσει τις κανονικές στροφές λειτουργίας του και να σταματήσει να κινείται αντίστοιχα. Φυσικά η χρήση διαφορικού πρεσοστάτη είναι πιο αξιόπιστος τρόπος επιβεβαίωσης της λειτουργίας του ανεμιστήρα από το σήμα του διακόπτη επαφής καθώς πιστοποιεί ότι υπάρχει ροή αέρα από τον ανεμιστήρα.

Λόγω του ότι το σύστημα είναι δύο σωλήνων, δηλαδή στο ίδιο κύκλωμα κυκλοφορεί ζεστό νερό τον χειμώνα για την θέρμανση των χώρων και κρύο νερό το καλοκαίρι για την ψύξη, πρέπει με κάποιο τρόπο το σύστημα να γνωρίζει αν η λειτουργία της εγκατάστασης είναι σε φάση θέρμανσης ή φάση ψύξης ώστε να εκτελέσει τον ανάλογο έλεγχο. Για τον σκοπό αυτό τοποθετήθηκε στον συγκεκριμένο ελεγκτή ένα block ψηφιακής τιμής (εδώ ονομάστηκε SWSel) το οποίο ελέγχεται από τον χειριστή του σταθμού διαχείρισης και καθορίζει κατά πόσο το σύστημα είναι σε φάση ψύξης ή θέρμανσης. Η τιμή αυτή μεταφέρεται σε όλους τους ελεγκτές τους οποίους τα σενάρια λειτουργίας επηρεάζονται (Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, τοπικές κλιματιστικές

μονάδες, μηχανοστάσιο). Η ψηφιακή τιμή 0 του block συμβολίζει τη φάση θέρμανσης και η ψηφιακή τιμή 1 τη φάση ψύξης.

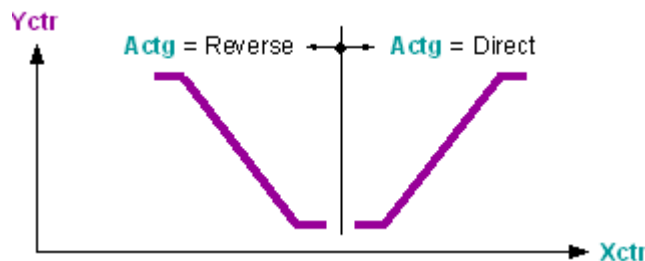


Σχήμα 11: Έλεγχος κεντρικής κλιματιστικής μονάδας AHU-3

Η εκκίνηση της λειτουργίας της μονάδας AHU καθορίζεται από τον χειριστή του συστήματος μέσω της “ρουτίνας εκκίνησης”. Η λογική της λειτουργίας της έχει ως εξής. Το σήμα εκκίνησης από την “ρουτίνα εκκίνησης” ενεργοποιεί τον ανεμιστήρα της μονάδας (Ahu3Suss). Αφού ληφθεί η επιβεβαίωση της εκκίνησης του ανεμιστήρα από τον διαφορικό πρεσοστάτη μαζί με το σήμα εκκίνησης και μετά τη πάροδο ενός λεπτού (block TIMER) ενεργοποιούνται οι δύο ελεγκτές PID (ψύξης και θέρμανσης) που είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο της βαλβίδας της μονάδας. Ο λόγος που χρησιμοποιείται χρονική καθυστέρηση ενός λεπτού είναι για να κυκλοφορήσει ο αέρας στους αεραγωγούς της μονάδας και το αισθητήριο θερμοκρασίας να μετρήσει τη θερμοκρασία του χώρου. Με αυτό τον τρόπο ο έλεγχος θα ξεκινήσει με σωστό δεδομένο και όχι βάση της θερμοκρασίας του στάσιμου αέρα που υπήρχε στον αεραγωγό. Για να ασκήσουν έλεγχο οι ελεγκτές PID χρειάζονται την θερμοκρασία του αέρα επιστροφής (Ahu3ReT) που είναι και η τιμή που ελέγχεται και την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Αυτή ορίζεται από τον χειριστή του σταθμού διαχείρισης και εισάγεται στο πρόγραμμα μέσω αναλογικής τιμής (SpT). Η αναλογική έξοδος του κάθε ελεγκτή PID συνδέεται στο block SELBO_R. Το συγκεκριμένο block λαμβάνει στις εισόδους του δύο αναλογικές τιμές και μία ψηφιακή. Αναλόγως της ψηφιακής τιμής επιλέγει ποια από τις δύο αναλογικές θα μεταδώσει στην έξοδο του η οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ενωμένη με την βαλβίδα ελέγχου. Η ψηφιακή τιμή που χρησιμοποιείται είναι αυτή που καθορίζει αν το σύστημα είναι σε φάση ψύξης ή θέρμανσης. Έτσι τη καλοκαιρινή περίοδο η βαλβίδα

ελέγχεται βάση του ελεγκτή PID ψύξης (Cooling PID) και τον χειμώνα βάση του ελεγκτή PID θέρμανσης (Heating PID).

Μια σειρά από παραμέτρους πρέπει να ρυθμιστούν ώστε ο ελεγκτής PID να έχει τη ζητούμενη συμπεριφορά και να ασκήσει τον επιθυμητό έλεγχο. Είναι απαραίτητο να καθοριστεί κατά πόσο η δράση του θα είναι ανάλογη της ελεγχόμενης μεταβλητής ή αντιστρόφως ανάλογη. Στην περίπτωση που επιλεγεί η ανάλογη δράση (direct control action) η αύξηση της τιμής της ελεγχόμενης μεταβλητής επιφέρει αύξηση στο σήμα ελέγχου του ελεγκτή PID. Παραδείγματα εφαρμογών είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας μέσω ψύξης του αέρα και ο έλεγχος της υγρασίας μέσω αφύγρανσης του αέρα. Στην περίπτωση που επιλεγεί η αντιστρόφως ανάλογη δράση (reverse control action) η αύξηση της τιμής της ελεγχόμενης μεταβλητής επιφέρει μείωση στο σήμα ελέγχου του ελεγκτή PID. Παραδείγματα εφαρμογών είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας μέσω θέρμανσης του αέρα και ο έλεγχος της υγρασίας μέσω ύγρανσης του αέρα. Στο ακόλουθο διάγραμμα φαίνονται οι δύο τρόποι δράσης για την περίπτωση ελεγκτή που ασκεί μόνο αναλογικό έλεγχο (P).



Σχήμα 12: Τρόποι δράσης αναλογικού ελεγκτή

Επίσης πρέπει να καθοριστεί ο ελάχιστος χρόνος που το σήμα ελέγχου θα μπορεί να ταξιδέψει από το 0 % στο 100% και ο ελάχιστος χρόνος από το 100% στο 0% (δεν είναι απαραίτητα οι ίδιοι). Αυτοί οι δύο χρόνοι καθορίζονται από το στοιχείο που ασκεί τον έλεγχο που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο κινητήρας της βαλβίδας ελέγχου. Δεν έχει νόημα η αύξηση του σήματος ελέγχου να γίνεται με ρυθμό που ο κινητήρας δεν μπορεί να ακολουθήσει γιατί καταλήγουμε σε ασταθές έλεγχο. Διαφορετικά θα ρυθμιστεί ένας ελεγκτής PID στη περίπτωση που θα χειρίζεται ένα μαγνητικό κινητήρα βαλβίδας με χρόνο επιβεβαίωσης μικρότερο των 2 s και διαφορετικά θα ρυθμιστεί αν χειρίζεται ένα απλό κινητήρα με χρόνο επιβεβαίωσης 180 s.

Οι πιο βασικές παράμετροι όμως που καθορίζουν τη συμπεριφορά του ελεγκτή PID είναι:

1. Το κέρδος ή ενίσχυση του αναλογικού όρου (Gain).
2. Ο χρόνος δράσης T_i του ολοκληρωτικού όρου (Integral Action Time).
3. Ο χρόνος δράσης T_d του διαφορικού όρου (Derivative Action Time).

Το σήμα εξόδου CO του ελεγκτή PID στα συστήματα της Siemens σε σχέση με το μέγεθος του σφάλματος e δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$CO = Gain * e + \frac{1}{TI} \int edt + TD \frac{de}{dt}$$

Ως σφάλμα (error) θεωρούμε τη διαφορά της τιμής της μεταβλητής που ελέγχεται με την επιθυμητή τιμή. Στους ελεγκτές PID των συγκεκριμένων κεντρικών κλιματιστικών μονάδων χρησιμοποιήθηκε έλεγχος PI (χωρίς επίδραση του διαφορικού όρου) με τιμές για Gain=20 και Ti=00:30:00 προσφέροντας ικανοποιητικό και σταθερό έλεγχο τη θερμοκρασίας επιστροφής. Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι όπως φαίνεται και από τη πιο πάνω συνάρτηση, η τιμή του χρόνου δράσης Ti είναι αντιστρόφως ανάλογη της επίδρασης του ολοκληρωτικού όρου στη τιμή της εξόδου του ελεγκτή.

Γενικά το συντριπτικό ποσοστό των ελεγκτών PID που ασκούν έλεγχο σε μονάδες κλιματισμού χρησιμοποιούν έλεγχο PI. Η χρήση του διαφορικού όρου χρησιμοποιείται μόνο σε πολύ ειδικές περιπτώσεις και με μεγάλη προσοχή, αφού λάθος ρύθμιση του μπορεί να φέρει τα αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Στην αγορά υπάρχουν διάφορα διαθέσιμα λογισμικά που βοηθάνε στη ρύθμιση των πιο πάνω παραμέτρων χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα όπως η μέθοδος Ziegler-Nichols. Επίσης αρκετοί κατασκευαστές συστημάτων αυτοματισμού, όπως και η Siemens στα βιομηχανικά της συστήματα, έχουν εισαγάγει τέτοια μοντέλα στα συστήματα τους ώστε η ρύθμιση των παραμέτρων να γίνεται αυτόματα. Στην πράξη, ένας μηχανικός με εμπειρία στη ρύθμιση ελεγκτών PID, μπορεί να καταφέρει ανάλογα και καλύτερα αποτελέσματα μέσω της παρακολούθησης της συμπεριφοράς της ελεγχόμενης μεταβλητής και διόρθωσης των παραμέτρων του ελεγκτή. Υπάρχουν δε περιπτώσεις που μόνο με δοκιμή, παρακολούθηση και διόρθωση των παραμέτρων μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικός έλεγχος. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι υπάρχουν διάφορες μορφές της συνάρτησης ελέγχου που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές συστημάτων ελέγχου, όπου οι παράμετροι ρύθμισης έχουν διαφορετική επίδραση στην έξοδο του ελεγκτή. Για παράδειγμα:

Honeywell:

$$CO = K \left(e + \frac{1}{T1} \int edt + T2 \frac{de}{dt} \right)$$

GE:

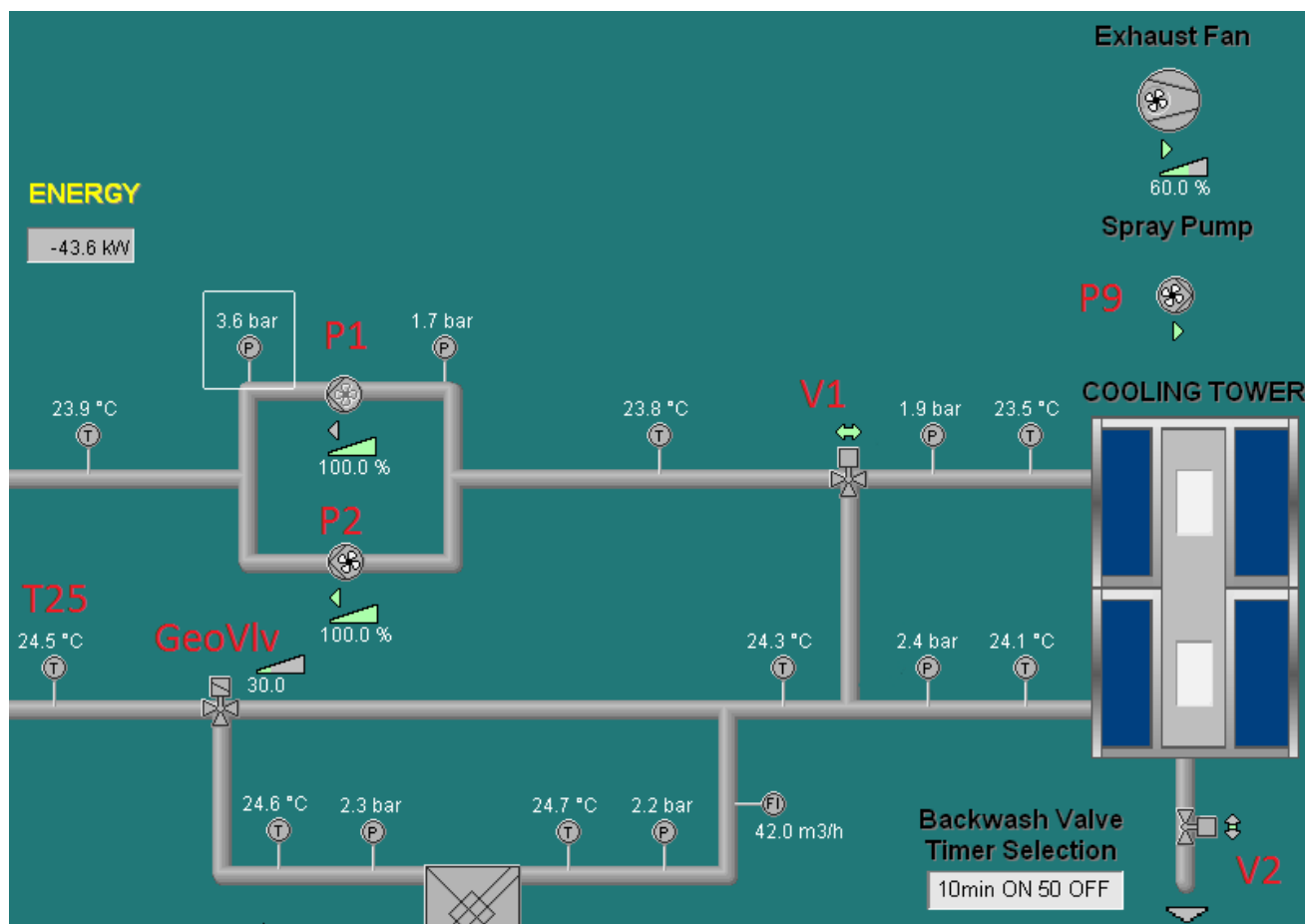
$$CO = K_p e + K_i \int edt + K_d \frac{de}{dt}$$

MCP-02

Το AKE MCP-02 εξυπηρετείται από ένα ελεγκτή PXC22.D ο οποίος πήρε στο XWORKS Plus την ονομασία AS12. Ελέγχει τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες AHU-1 και AHU-2, καθώς και τις κεντρικές μονάδες εξαερισμού και λήψης φρέσκου αέρα με ανάκτηση θερμότητας HRV1 και HPV2. Οι τέσσερις συγκεκριμένες μονάδες ελέγχονται χρησιμοποιώντας τα ίδια σημεία ελέγχου και με την ίδια ακριβώς λογική με τις αντίστοιχες μονάδες του AKE MCP-01.

MCP-CT

Όπως αναφέρθηκε και στο σχεδιασμό του συστήματος το ΑΚΕ MCP-CT βρίσκεται εξωτερικά του κτιρίου στο σημείο που είναι εγκατεστημένος ο πύργος ψύξης που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των τριών ψυκτών απορρόφησης. Περιέχει ένα ελεγκτή PXC22.D ο οποίος πήρε την ονομασία AS11. Μέσω αναλογικών εισόδων εισάγει στο σύστημα τις μετρήσεις τεσσάρων εμβαπτιζομένων αισθητηρίων θερμοκρασίας και δύο αισθητηρίων μέτρησης πίεσης υγρού. Τα αισθητήρια είναι εγκατεστημένα στην παροχή και επιστροφή του νερού από τον πύργο ψύξης προς τους τρεις ψύκτες, πριν και μετά τη τριοδική βαλβίδα παράκαμψης του πύργου ψύξης V1 η οποία επίσης ελέγχεται από τον ίδιο ελεγκτή. Μέσω ψηφιακής εξόδου ενωμένης με τον αντίστοιχο διακόπτη επαφής ελέγχεται η δοσομετρική αντλία P9 του πύργου ψύξης. Για την επιβεβαίωση της λειτουργίας της χρησιμοποιείται ως σήμα ανατροφοδότησης η βοηθητική επαφή του διακόπτη επαφής. Ο ανεμιστήρας του πύργου ψύξης ελέγχεται μέσω του μετατροπέα συχνότητων που τροφοδοτεί τον ανεμιστήρα ο οποίος ελέγχεται μέσω ψηφιακής εξόδου για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του και μέσω αναλογικής εξόδου για τη ρύθμιση της ταχύτητας του ανεμιστήρα. Ως σήμα ανατροφοδότησης χρησιμοποιήθηκε η βοηθητική επαφή του διακόπτη επαφής που ενεργοποιεί τον μετατροπέα συχνότητων. Το τελευταίο στοιχείο του πύργου ψύξης που ελέγχεται από τον συγκεκριμένο ελεγκτή είναι η διοδική βαλβίδα έκπλυσης V2 (flush valve) του φίλτρου η οποία ελέγχεται μέσω ψηφιακής εξόδου.



Σχήμα 13: Πύργος Ψύξης

Δημιουργήθηκε μία “ρουτίνα εκκίνησης” για τη λειτουργία όλων των στοιχείων που αποτελούν τον πύργο ψύξης. Όταν ο χειριστής του σταθμού διαχείρισης έχει τη λειτουργία του πύργου ψύξης σε αυτόματη λειτουργία, αυτός δεν ενεργοποιείται μόνο από το χρονοπρόγραμμα αλλά και από σήμα που λαμβάνεται από τους ελεγκτές που χειρίζονται το σύστημα των τριών ψυκτών απορρόφησης στο AKE MCP-PL. Συγκεκριμένα τριάντα δευτερόλεπτα πριν ενεργοποιηθεί οποιοσδήποτε ψύκτης το σύστημα του πύργου ψύξης λαμβάνει σήμα ώστε να ξεκινήσει η λειτουργία του. Οι πιο κάτω ενέργειες εκτελούνται παράλληλα:

1. Ενεργοποιείται η δοσομετρική αντλία P9.
2. Ενεργοποιείται ο ανεμιστήρας του πύργου ψύξης. Η ταχύτητα του ελέγχεται μέσω ελεγκτή PID με ανάλογη δράση (καθώς ο ανεμιστήρας ψύχει το νερό που διέρχεται μέσω του πύργου ψύξης) που ασκεί έλεγχο PI με Gain=5 και Ti=00:02:00 και ελεγχόμενη τιμή τη θερμοκρασία του νερού που παρέχεται από τον πύργο ψύξης προς το σύστημα των τριών ψυκτών. Η επιθυμητή τιμή που δόθηκε στον ελεγκτή PID είναι οι 27 °C που είναι και η προτεινόμενη θερμοκρασία από τον κατασκευαστή των ψυκτών. Η έξοδος του PID έχει

- ρυθμίζεται έτσι ώστε η ελάχιστη τιμή που λαμβάνει να είναι το 60 %. Αυτό σημαίνει ότι η χαμηλότερη ταχύτητα λειτουργίας του ανεμιστήρα είναι τα 30 Hz.
3. Ενεργοποιείται η λειτουργία της βαλβίδας παράκαμψης του πύργου ψύξης V1. Μέσω της συνάρτησης ελέγχου SWI_2P που είδαμε προηγουμένως η βαλβίδα ανοίγει (δηλαδή το νερό διέρχεται μέσω του πύργου ψύξης) όταν η θερμοκρασία T25 υπερβεί τους 25 °C και κλείνει (δηλαδή το νερό παρακάμπτει τον πύργο ψύξης και επιστρέφει προς τους ψύκτες) όταν η θερμοκρασία T25 πέσει κάτω από τους 22 °C. Η θερμοκρασία T25 είναι η θερμοκρασία της κοινής επιστροφής του συστήματος των τριών ψυκτών προς τον πύργο ψύξης και η τιμή της λαμβάνεται από ελεγκτή του AKE MCP-PL.
 4. Ενεργοποιείται η λειτουργία της βαλβίδας έκπλυσης V2 του φίλτρου του πύργου ψύξης. Η βαλβίδα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του πύργου ψύξης ενεργοποιείται περιοδικά για δέκα λεπτά ανά ώρα λειτουργίας. Για τον έλεγχο της χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση ελέγχου Cyclegen (Cycle Pulse Generator) στην οποία καθορίζεται ο χρόνος που θα ενεργοποιείται και θα απενεργοποιείται το ψηφιακό σήμα της εξόδου της. Ο συγκεκριμένος χρόνος καθορίστηκε μετά από διαδοχικές δοκιμές και παρακολουθώντας τη καθαρότητα του φίλτρου όταν το σύστημα πλέον είχε τεθεί σε λειτουργία. Για να γίνουν οι δοκιμές χρησιμοποιήθηκε ένας επιλογέας διακριτών τιμών ο οποίος ελέγχεται από τα γραφικά του σταθμού διαχείρισης ενεργοποιώντας πέντε διαφορετικές συναρτήσεις Cyclegen με διαφορετικούς χρόνους ενεργοποίησης και απενεργοποίησης της βαλβίδας.

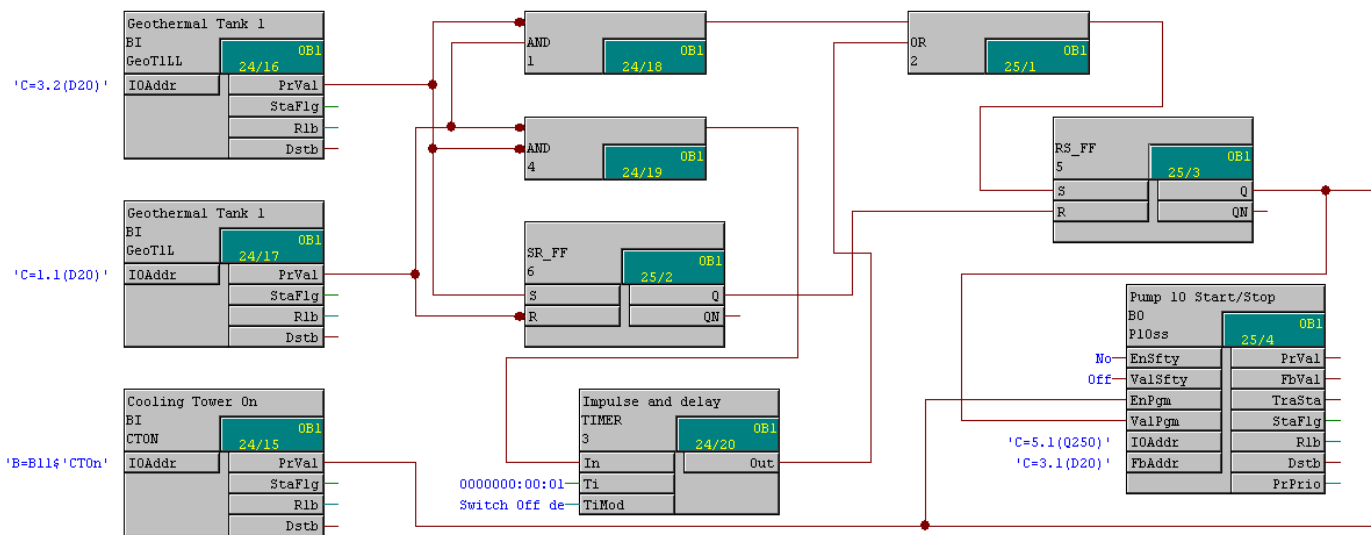
Στο συγκεκριμένο AKE έχουν συνδεθεί και δύο σήματα που λαμβάνονται από τον πρώτο ψύκτη απορρόφησης υπό μορφή ψηφιακής εισόδου και δύο ψηφιακές εξοδοί για σήματα που πρέπει να δοθούν στον ψύκτη για τη σωστή λειτουργία του. Όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή του σχεδιασμού του συστήματος κάποια σημεία προστέθηκαν κατά τη διάρκεια της θέσης του συστήματος σε λειτουργία. Τα συγκεκριμένα σήματα προστέθηκαν μετά από υπόδειξη του μηχανικού της εταιρείας κατασκευής των ψυκτών απορρόφησης (LS, θυγατρική της LG) ο οποίος επισκέφτηκε την Κύπρο ειδικά για την εκκίνηση των ψυκτών. Ο τρόπος λειτουργίας των συγκεκριμένων σημάτων θα περιγραφεί αργότερα στην περιγραφή της λειτουργίας του AKE MCP-PL.

MCP-10

Το AKE MCP-10 βρίσκεται στο δωμάτιο ελέγχου του συστήματος BMS και περιέχει ένα ελεγκτή PXC12.D που στο Xworks Plus ονομάστηκε AS10. Κύριος ρόλος του συγκεκριμένου ελεγκτή είναι ο έλεγχος της υποβρύχιας αντλίας P10 η οποία αντλεί το νερό από το πηγάδι που βρίσκεται κάτω από το κτίριο, το οδηγεί μέσω του εναλλάκτη θερμότητας που βρίσκεται εξωτερικά στο χώρο εγκατάστασης του πύργου ψύξης και το απορρίπτει σε δεύτερο πηγάδι. Η λογική είναι ότι χρησιμοποιώντας το κρύο νερό από το πηγάδι και μέσω του εναλλάκτη θερμότητας απορροφάται θερμότητα από το νερό που οδηγείται στον πύργο ψύξης, μειώνοντας έτσι την ηλεκτρική κατανάλωση του πύργου ψύξης.

Η αντλία P10 ελέγχεται μέσω του μετατροπέα συχνотήτων που την τροφοδοτεί ο οποίος ελέγχεται μέσω ψηφιακής εξόδου για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του και μέσω αναλογικής εξόδου για τη ρύθμιση της ταχύτητας της αντλίας. Ως σήμα ανατροφοδότησης χρησιμοποιήθηκε η βοηθητική επαφή του διακόπτη επαφής που ενεργοποιεί τον μετατροπέα συχνотήτων.

Η ενεργοποίηση της διαδικασίας γίνεται ταυτόχρονα με τον πύργο ψύξης, με το ίδιο ψηφιακό σήμα που ενεργοποιείται και η λειτουργία του πύργου ψύξης, τριάντα δευτερόλεπτα πριν την ενεργοποίηση οποιουδήποτε ψύκτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση της αντλίας εκτός από το συγκεκριμένο σήμα είναι και η ύπαρξη ικανοποιητικής ποσότητας νερού στο πηγάδι. Η στάθμη του πηγαδιού διαπιστώνεται μέσω των τεσσάρων ηλεκτρονικών διακόπτων στάθμης νερού (Float Switches) οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στο πηγάδι. Οι δύο που είναι εγκατεστημένοι χαμηλότερα χρησιμοποιούνται για το ξεκίνημα και σταμάτημα της αντλίας λόγω χαμηλής στάθμης.



Σχήμα 14: Έλεγχος λειτουργίας αντλίας P10 βάση διακόπτων στάθμης

Εφόσον ο χαμηλότερος διακόπτης δεν είναι ενεργοποιημένος (GeoT1LL) η αντλία μπορεί να ξεκινήσει. Αν ενεργοποιηθεί η αντλία σταματά άμεσα και ενεργοποιείται ξανά όταν απενεργοποιηθεί τόσο ο χαμηλότερος όσο και ο αμέσως πιο πάνω διακόπτης (GeoT1L) ούτως ώστε να υπάρχει αρκετό νερό για να λειτουργήσει για ικανό χρονικό διάστημα. Η λογική αυτή αναπτύσσεται στο πρόγραμμα με τη βοήθεια των συναρτήσεων ελέγχου SR_FF (FLIPFLOP) και RS_FF (FLIPFLOP). Οι συγκεκριμένες συναρτήσεις ελέγχου είναι πολύ χρήσιμες στα προγράμματα αυτοματισμών. Δέχονται δύο ψηφιακές τιμές και βάση του συνδυασμού τους παράγεται η νέα ψηφιακή τιμή της εξόδου.

Function

The SR_FF (BOP) block:

If		Then	
R	S	Q_n	QN_n
0	0	Q_{n-1}	QN_{n-1}
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	0

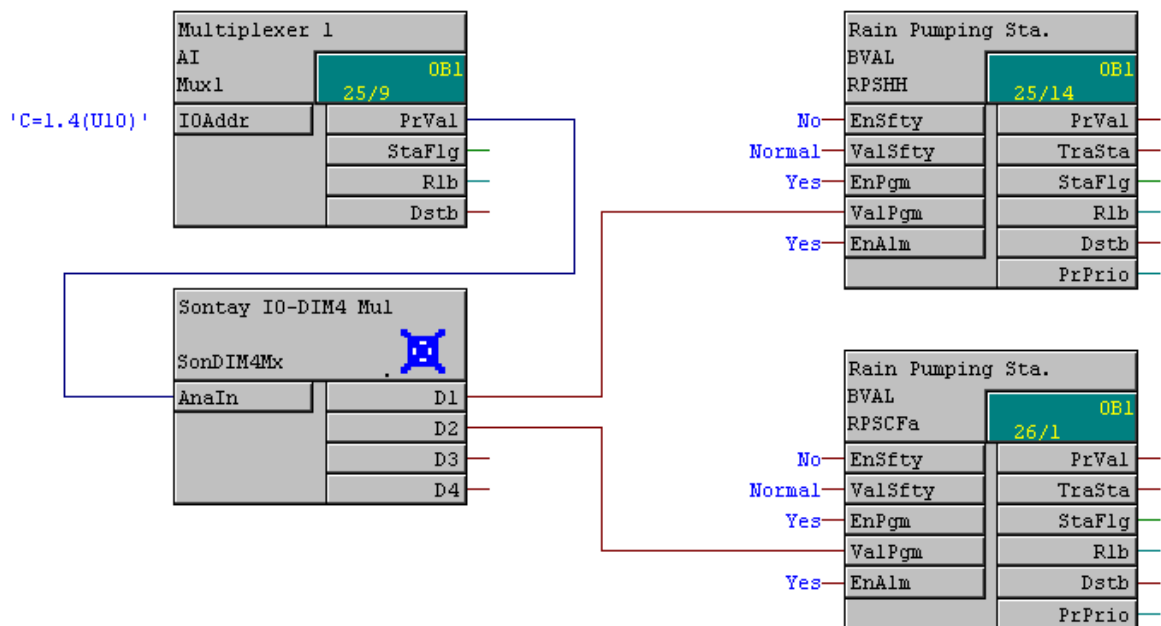
Function

The RS_FF (BOP) block:

If		Then	
R	S	Q_n	QN_n
0	0	Q_{n-1}	QN_{n-1}
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1

Σχήμα 15: Συναρτήσεις ελέγχου Set-Reset και Reset-Set

Εκτός από τους διακόπτες στάθμης και τα σημεία που αφορούν τον έλεγχο της αντλίας στον συγκεκριμένο ελεγκτή καταλήγουν και δύο ψηφιακές ενδείξεις από το ηλεκτρονικό σύστημα που ελέγχει το σύστημα αντλιών απομάκρυνσης του νερού που μαζεύεται από τη βροχή. Το ένα για υπερχειλίση του αντλιοστασίου και το άλλο για βλάβη του συστήματος. Οι δυο ψηφιακές ενδείξεις δεν καταλήγουν απευθείας στον ελεγκτή καθώς υπήρχε μόνο ένα σημείο διαθέσιμο. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το digital input multiplexer IO-DIM4 το οποίο δέχεται τέσσερις ψηφιακές εισόδους και παράγει μία αναλογική έξοδο, η τιμή της οποίας δηλώνει τον συνδυασμό των τεσσάρων ψηφιακών εισόδων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση φυσικά χρησιμοποιήθηκε για δύο ψηφιακές εισόδους και η αναλογική του έξοδος (0-10 V) συνδέθηκε στην διαθέσιμη είσοδο του ελεγκτή. Στις βιβλιοθήκες του Xworks Plus υπάρχουν διαθέσιμα compounds για την αποκωδικοποίηση τέτοιων συσκευών διαφόρων κατασκευαστών. Μπορούμε να δούμε στο σχήμα που ακολουθεί τη χρήση του compound και την αποκωδικοποίηση της αναλογικής εισόδου σε δύο ψηφιακές τιμές. Οι ψηφιακές τιμές που αφορούν τις βλάβες που αναφέραμε πιο πάνω ρυθμίστηκαν για τη παραγωγή μηνύματος βλάβης μετά από πέντε δευτερόλεπτα συνεχούς λήψης του ψηφιακού σήματος.



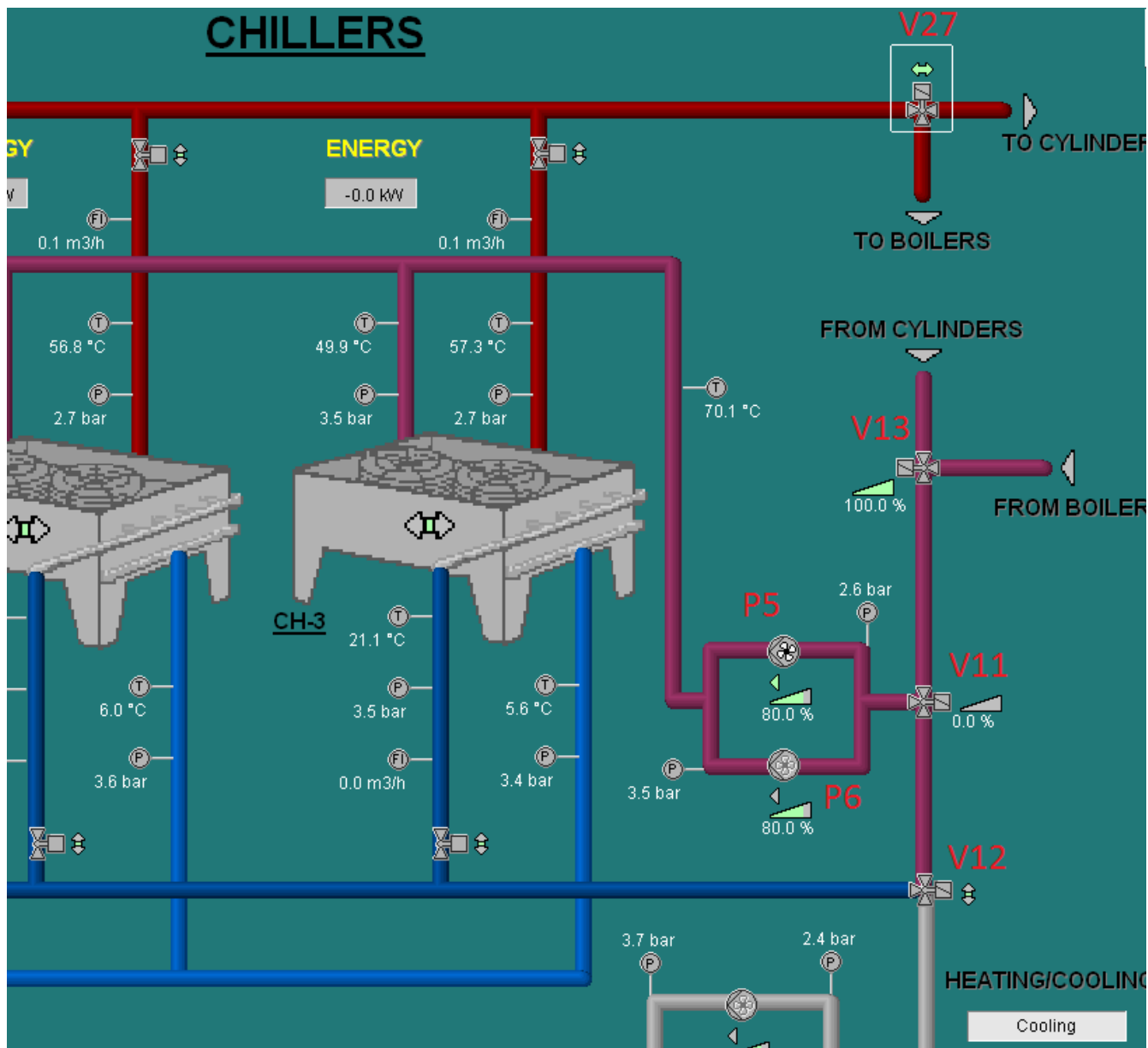
Σχήμα 16: Αποκωδικοποίηση αναλογικού σήματος από digital multiplexer

MCP-PL / OS-3

Το AKE MCP-PL είναι το μεγαλύτερο και σημαντικότερο μέρος του συστήματος καθώς είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο όλων των σημείων που αφορούν το μηχανοστάσιο της εγκατάστασης καθώς και το ηλιακό σύστημα. Για τη κάλυψη των σημείων περιέχει ένα ελεγκτή PXC36.D, έξι ελεγκτές PXC22.D, ένα ελεγκτή PXC12.D και δύο digital input multiplexer IO-DIM4. Οι οκτώ ελεγκτές πήραν τις ονομασίες AS01-AS08 στο Xworks Plus. Για την εκτέλεση των σεναρίων ελέγχου που απαιτούνται πολλές τιμές μεταφέρονται από τον ένα ελεγκτή στον άλλο. Επίσης χρησιμοποιούνται στα σεναρία ελέγχου που εκτελούν οι ελεγκτές του MCP-PL και διάφορες μετρήσεις από το AKE OS-3 (AS15 και AS18), το οποίο εγκαταστάθηκε επίσης στο χώρο του μηχανοστασίου για να καλύψει τα επιπρόσθετα αισθητήρια θερμοκρασίας και ροής νερού που προστέθηκαν κατά τη θέση του συστήματος σε λειτουργία. Για το σκοπό αυτό θα αναλύσουμε τη λειτουργία των δύο αυτών AKE σαν ένα σύστημα βάση των σεναρίων ελέγχου που εκτελούν και όχι ανά ελεγκτή.

Κεντρικό ρόλο στην ανάπτυξη των σεναρίων ελέγχου έχει η χρονική περίοδος που βρισκόμαστε. Δηλαδή αν το σύστημα βρίσκεται σε περίοδο ψύξης ή θέρμανσης. Η ψηφιακή τιμή που το καθορίζει βρίσκεται όπως είδαμε και προηγουμένως στο πρόγραμμα του ελεγκτή AS09 και ελέγχεται μέσω του γραφικού περιβάλλοντος του σταθμού διαχείρισης. Η τιμή φυσικά μεταφέρεται σε όλους τους ελεγκτές των οποίων το πρόγραμμα επηρεάζεται από τη περίοδο που βρίσκεται το σύστημα. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εναλλαγή από ψύξη σε θέρμανση και αντίστροφα είναι η

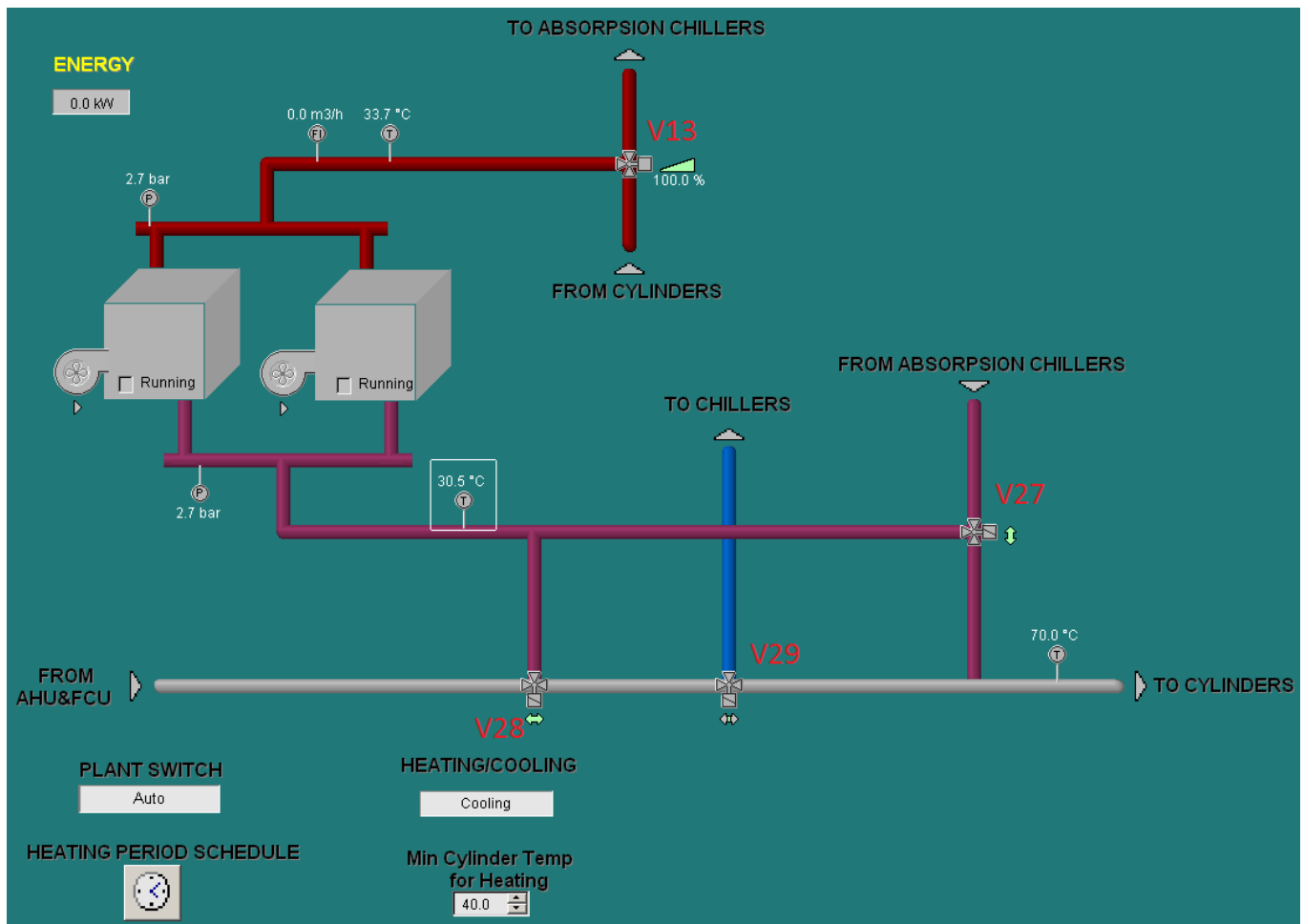
απενεργοποίηση των συστημάτων μέσω του σταθμού διαχείρισης. Αυτή η διαδικασία γίνεται δύο φορές το χρόνο όταν κριθεί απαραίτητο, το φθινόπωρο και την άνοιξη. Υπάρχουν κάποιες τριοδικές βαλβίδες που η θέση τους καθορίζεται από την περίοδο λειτουργίας στην οποία βρίσκεται το σύστημα. Συγκεκριμένα κατά την εναλλαγή από θέρμανση σε ψύξη οι βαλβίδες V11, V12, V27 και V28 συμπεριφέρονται ως εξής:



Σχήμα 17: Βαλβίδες συστήματος

1. V11: Κατευθύνει το ζεστό νερό (που προέρχεται από τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος ή από τους λέβητες) προς τους ψύκτες απορρόφησης ή προς το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων. Τη περίοδο ψύξης παίρνει θέση προς τους ψύκτες απορρόφησης ενώ τη περίοδο θέρμανσης

- προς το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων.(Το 100% στις τριοδικές αναλογικές βαλβίδες σημαίνει ανοικτή στην ευθεία οδό)
2. V12: Κατά τη περίοδο ψύξης κατευθύνει προς το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων το κρύο νερό που παράγουν οι ψύκτες. Κατά τη περίοδο θέρμανσης αλλάζει θέση και κατευθύνει προς τις κλιματιστικές μονάδες το ζεστό νερό που προέρχεται είτε από τους λέβητες είτε από τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος.
 3. V28: Κατευθύνει το νερό που επιστρέφει από τις κλιματιστικές μονάδες είτε προς τους λέβητες είτε προς τη βαλβίδα V29. Κατά τη περίοδο ψύξης παίρνει θέση προς τη βαλβίδα V29. Κατά τη περίοδο θέρμανσης η λειτουργία της εναλλάσσεται
 4. V29: Παραλαμβάνει το νερό που προέρχεται από τις κλιματιστικές μονάδες εφόσον η βαλβίδα V28 έχει τη κατάλληλη θέση. Κατά τη περίοδο ψύξης το διοχετεύει προς τους ψύκτες απορρόφησης ενώ κατά τη περίοδο θέρμανσης προς τους κυλίνδρους του ηλιακού συστήματος.



Σχήμα 18: Βαλβίδες συστήματος

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΨΥΞΗΣ

Για τη παραγωγή του κρύου νερού που διοχετεύεται στις κλιματιστικές μονάδες της εγκατάστασης είναι υπεύθυνοι οι τρεις ψύκτες απορρόφησης που βρίσκονται στο μηχανοστάσιο. Οι ώρες λειτουργίας τους καθορίζονται μέσω του σταθμού διαχείρισης του συστήματος BMS και η λειτουργία τους εναλλάσσεται ούτως ώστε να έχουν τις ίδιες ώρες λειτουργίας συνολικά και κατά συνέπεια την ίδια φθορά σε βάθος χρόνου. Σε περίπτωση που ο ψύκτης που βρίσκεται σε λειτουργία παρουσιάσει βλάβη μπαίνει άμεσα σε λειτουργία ο ψύκτης με τις λιγότερες συνολικά ώρες λειτουργίας και η παραγωγή κρύου νερού συνεχίζεται κανονικά.

Σε αντίθεση με τους συμβατικούς ψύκτες που είναι συνδεδεμένοι σε ένα υδραυλικό κύκλωμα όπου διοχετεύουν το κρύο νερό που παράγουν οι ψύκτες απορρόφησης LiBr/H₂O είναι συνδεδεμένοι σε τρία κυκλώματα. Εκτός από το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων (Εξατμιστής), ο συμπυκνωτής τους είναι συνδεδεμένος μέσω κυκλώματος με τον πύργο ψύξης και ο διαχωριστής (ή Γεννήτρια/Δεξαμενή αναγέννησης) μέσω κλειστού κυκλώματος με πηγή θερμότητας που στην προκειμένη περίπτωση είναι το ηλιακό σύστημα. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση σχεδιάστηκε ώστε οι ψύκτες να δουλεύουν στις εξής θερμοκρασίες:

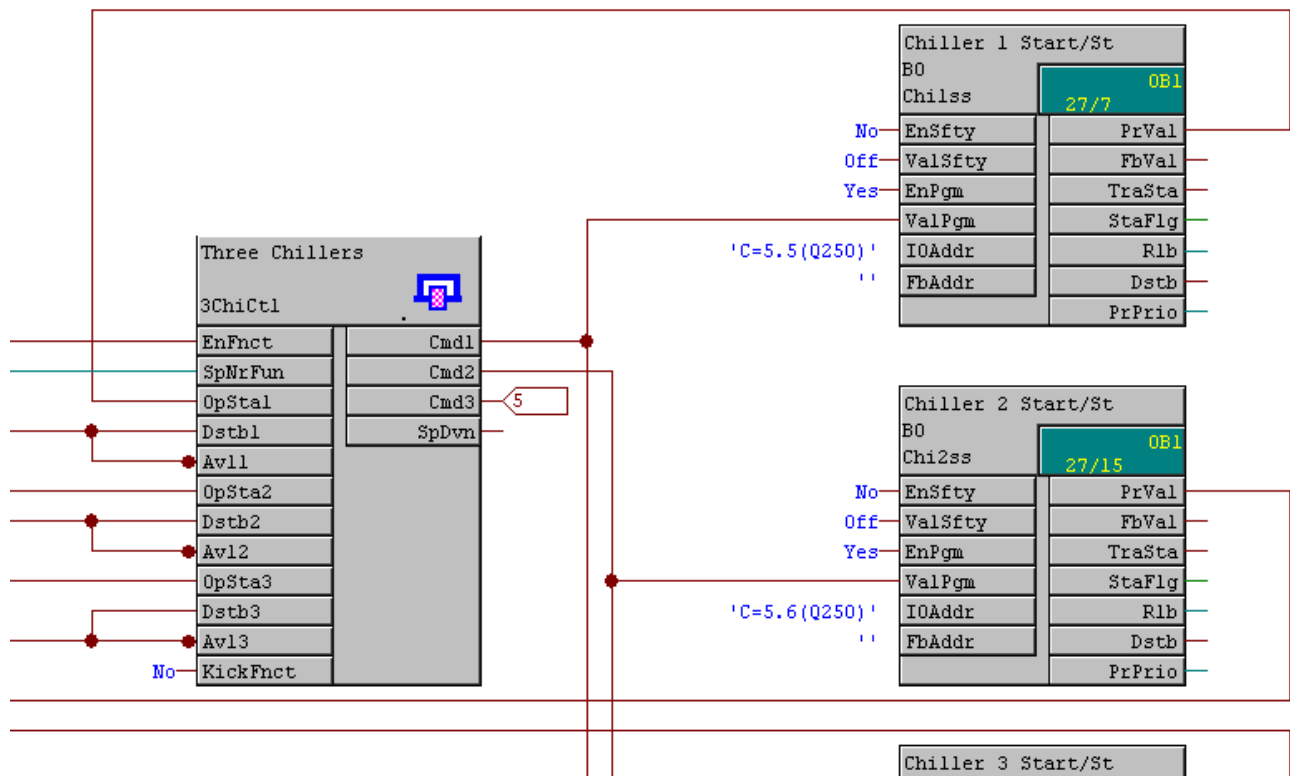
- Συμπυκνωτής: Θερμοκρασία εισροής 27 °C, Θερμοκρασία εκροής 31 °C
- Διαχωριστής: Θερμοκρασία εισροής 75 °C, Θερμοκρασία εκροής 70 °C
- Εξατμιστής: Θερμοκρασία εισροής 12 °C, Θερμοκρασία εκροής 7 °C

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μετά από συνεννόηση με τον υπεύθυνο μηχανικό της κατασκευάστριας εταιρείας αποφασίστηκε να ανταλλάγουν τέσσερα επιπρόσθετα ψηφιακά σήματα με κάθε ψύκτη ώστε να μπορεί να γίνει σωστά η εκκίνηση της λειτουργίας τους. Συγκεκριμένα το σύστημα μέσω δύο ψηφιακών εισόδων λαμβάνει σήμα από τον ψύκτη για την εκκίνηση της κυκλοφορίας κρύου νερού στον συμπυκνωτή και για εκκίνηση της κυκλοφορίας ζεστού νερού στον εξατμιστή όταν ο ψύκτης το απαιτεί. Μέσω δύο ψηφιακών εξόδων το σύστημα επιβεβαιώνει στον ψύκτη ότι υπάρχει ικανοποιητική ροή νερού στα αντίστοιχα κυκλώματα ώστε ο ψύκτης να συνεχίσει τη διαδικασία εκκίνησης του. Στην αρχική μελέτη για κάθε ψύκτη υπήρχε στο σύστημα BMS μία ψηφιακή έξοδος για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του κάθε ψύκτη και μία ψηφιακή είσοδος για τη λήψη μηνύματος βλάβης από τον κάθε ψύκτη. Όπως αποδείχτηκε στη φάση της θέσης του συστήματος σε λειτουργία η εκκίνηση των ψυκτών χρησιμοποιώντας μόνο μία ψηφιακή έξοδο δεν ήταν εφικτή.

Η διαδικασία εκκίνησης των ψυκτών έχει ως εξής:

Η εκκίνηση του συστήματος των ψυκτών γίνεται μέσω της “ρουτίνας εκκίνησης” είτε για συνεχή λειτουργία είτε βάση των ωρών λειτουργίας που έχει καθορίσει ο χειριστής του σταθμού διαχείρισης. Εφόσον το σύστημα των ψυκτών είναι ρυθμισμένο σε αυτόματη λειτουργία ενεργοποιείται και στη περίπτωση που η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος υπερβεί τους 110 °C και απενεργοποιείται όταν αυτή πέσει κάτω από τους 100 °C. Λόγω του ότι το μηχανολογικό σύστημα είναι συνεχώς υπό πίεση άνω των 2.5 bar υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης του νερού σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 100 °C χωρίς να υπάρχει ατμοποίηση. Από τη στιγμή που δίνεται το σήμα εκκίνησης για οποιοδήποτε από τους πιο πάνω λόγους και υπάρχει

διαθέσιμη αντλία (χωρίς ενεργό μήνυμα βλάβης) σε κάθε ζεύγος αντλιών από τα τρία που εξυπηρετούν τα τρία κυκλώματα στα οποία είναι συνδεδεμένοι οι ψύκτες, ενεργοποιείται το compound που είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των τριών ψυκτών.

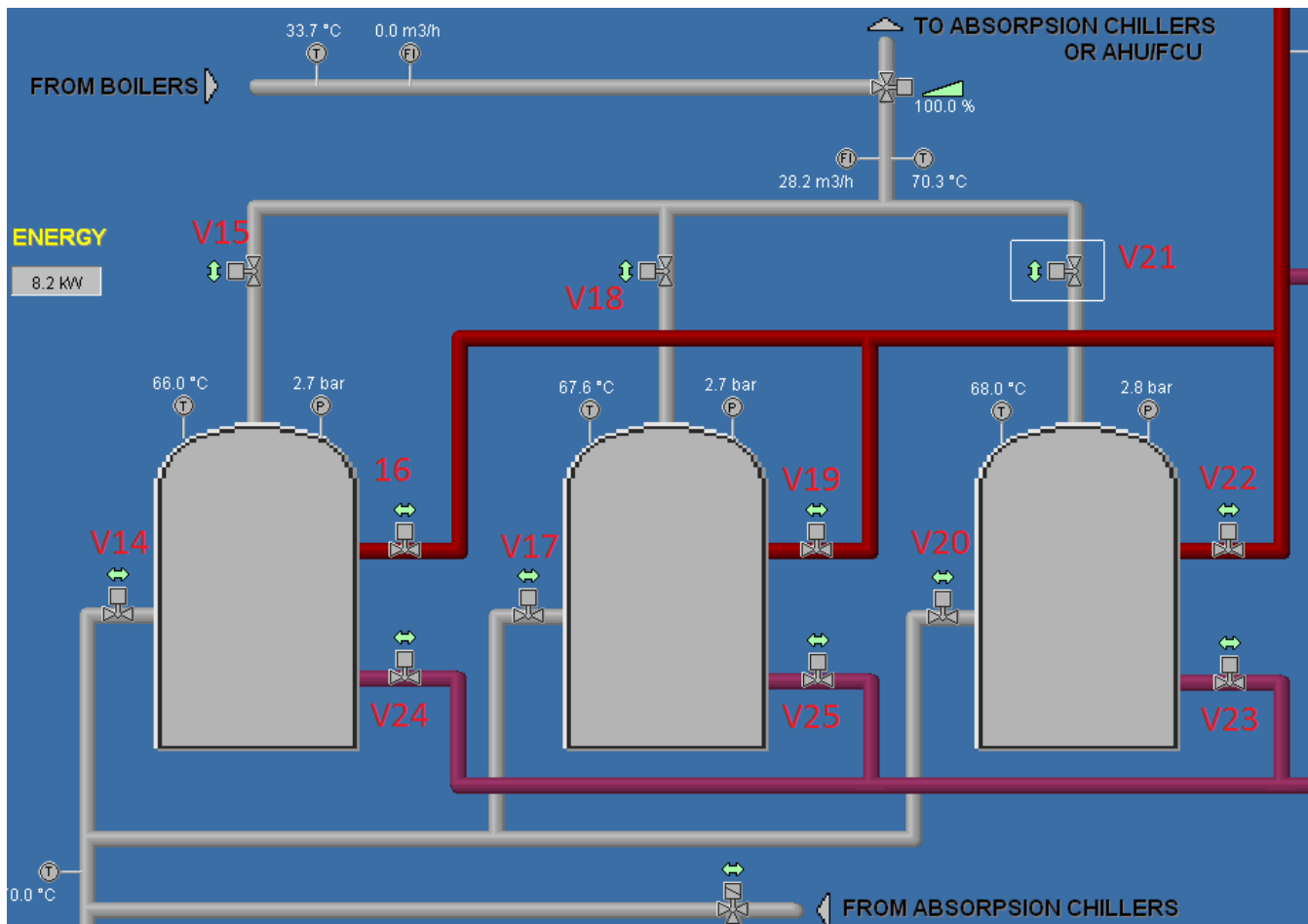


Σχήμα 19: Έλεγχος συστήματος τριών ψυκτών

Το συγκεκριμένο compound υπάρχει στις βιβλιοθήκες του Xworks Plus και ο τρόπος λειτουργίας του είναι ανάλογος με αυτού που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των δύο κλιματιστικών μονάδων του AKE OS-1, με τη διαφορά ότι είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο τριών στοιχείων. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής κατά πόσο το ένα στοιχείο θα είναι σε λειτουργία και τα άλλα δύο εφεδρικά ή το αντίθετο. Στην συγκεκριμένη περίπτωση πάντα ο ένας ψύκτης βρίσκεται σε λειτουργία και οι άλλοι δύο είναι εφεδρικοί. Στις εισόδους του compound συνδέονται τα ψηφιακά σήματα που δηλώνουν τη κατάσταση λειτουργίας και βλάβης κάθε ψύκτη και στις εξόδους του τα ψηφιακά σήματα για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του. Εντός του compound καταγράφονται οι ώρες λειτουργίας κάθε ψύκτη και κάθε φορά που πρέπει να ενεργοποιηθεί κάποιος ψύκτης ενεργοποιείται αυτός που είναι διαθέσιμος (χωρίς βλάβη) και έχει τις λιγότερες ώρες λειτουργίας. Σε περίπτωση μηνύματος βλάβης του ψύκτη που είναι σε λειτουργία ενεργοποιείται ο επόμενος με το ίδιο κριτήριο. Οι ψηφιακές εξόδους που είναι συνδεδεμένες στο compound και υπεύθυνες για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση κάθε ψύκτη είναι ρυθμισμένες (μέσω των παραμέτρων της κάθε ψηφιακής εξόδου) να εκκινούν με τριάντα δευτερόλεπτα καθυστέρηση από τη

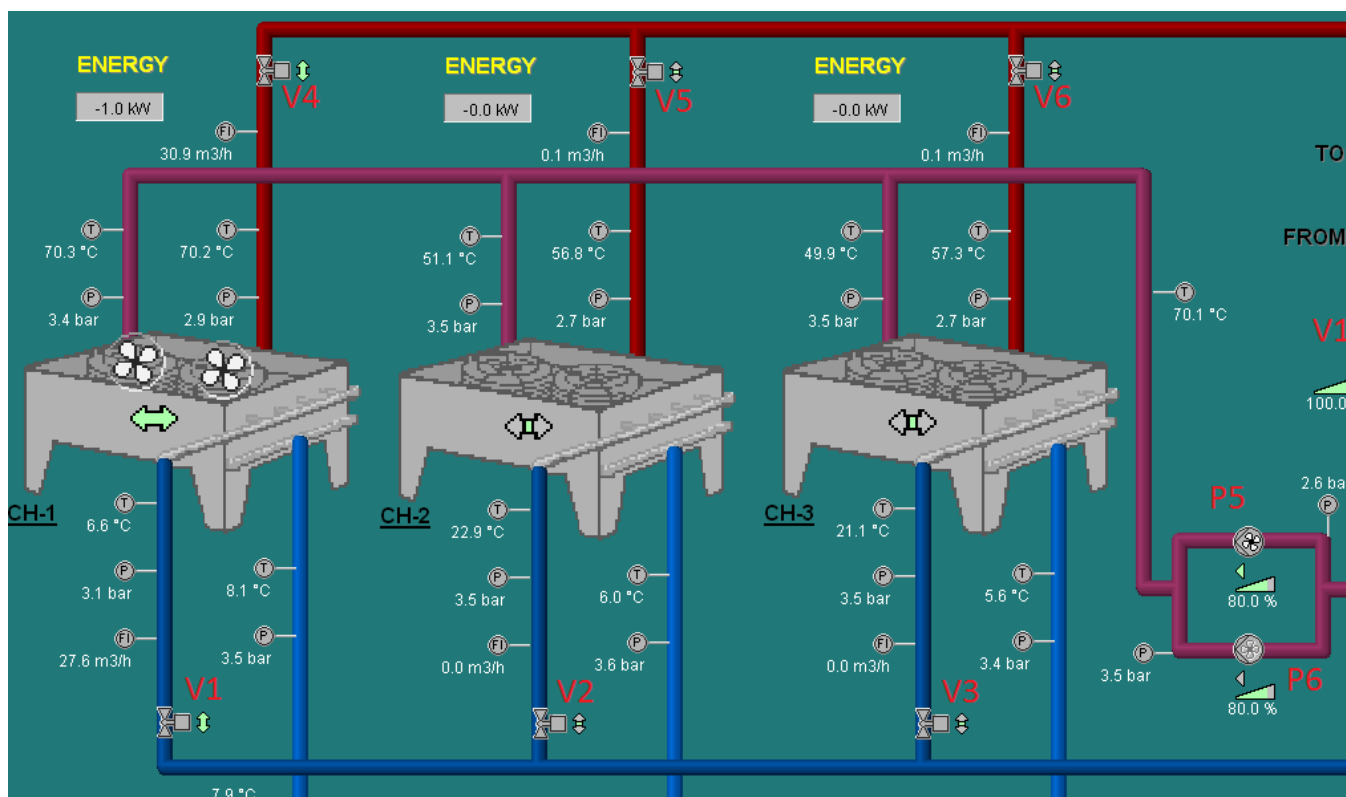
στιγμή που θα λάβουν το ψηφιακό σήμα από το compound. Ο λόγος είναι ότι τριάντα δευτερόλεπτα πριν την εκκίνηση οποιουδήποτε ψύκτη πρέπει να γίνουν οι πιο κάτω ενέργειες:

1. Ενεργοποιείται η λειτουργία του πύργου ψύξης όπως είδαμε και στην περιγραφή της λειτουργίας του AKE MCP-CT.
2. Ανοίγουν οι διοδικές βαλβίδες που απομονώνουν τους τρεις κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος από το κύκλωμα που τους συνδέει με τους ψύκτες απορρόφησης. Συγκεκριμένα αυτές είναι οι V14 και V15 για τον πρώτο κύλινδρο, οι V17 και V18 για τον δεύτερο κύλινδρο και οι V20 και V21 για τον τρίτο κύλινδρο. Οι συγκεκριμένες βαλβίδες κλείνουν ενενήντα δευτερόλεπτα μετά την απενεργοποίηση του συστήματος των ψυκτών.



Σχήμα 20: Βαλβίδες απομόνωσης κυλίνδρων

3. Ανάλογα με το ποιος ψύκτης πρόκειται να ενεργοποιηθεί ανοίγει η αντίστοιχη βαλβίδα απομόνωσης του από το ίδιο κύκλωμα. Αυτές είναι η V4 για τον πρώτο ψύκτη, η V5 για τον δεύτερο και η V6 για τον τρίτο.

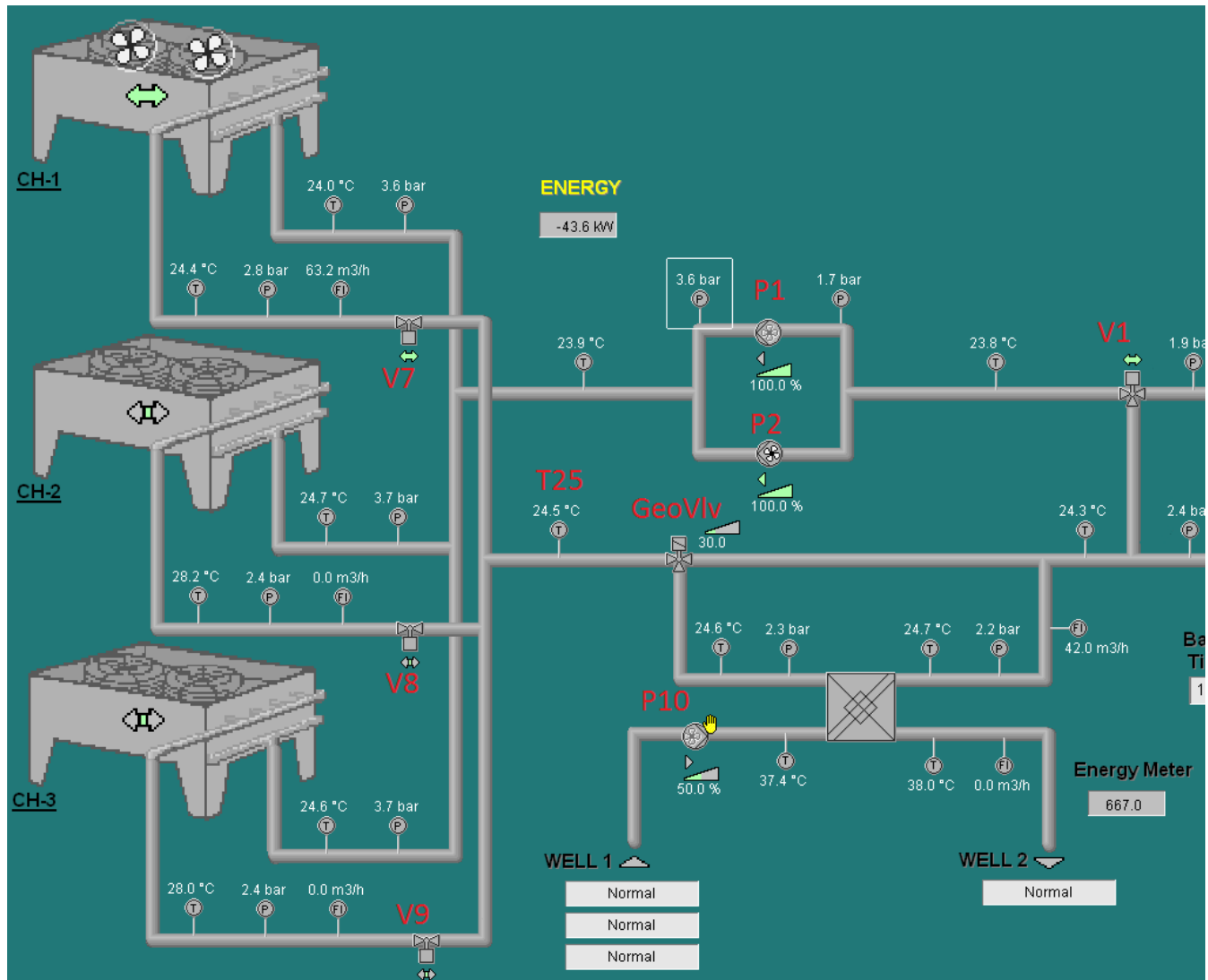


Σχήμα 21: Βαλβίδες απομόνωσης ψυκτών

Ένα λεπτό μετά τις πιο πάνω ενέργειες και στην ουσία τριάντα δευτερόλεπτα αφού ενεργοποιηθεί ο ψύκτης, ενεργοποιείται το ζεύγος των αντλιών που κυκλοφορούν το ζεστό νερό στο κύκλωμα που συνδέει τους ψύκτες με τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος. Αυτές είναι οι P5 και P6 και ελέγχονται μέσω compound με την ίδια λογική που αναφέραμε για τις κλιματιστικές μονάδες του AKE OS-1. Δηλαδή ανάλογα με τις συνολικές ώρες λειτουργίας τους η μία είναι τίθεται σε λειτουργία και η δεύτερη παραμένει εφεδρική. Η ταχύτητα λειτουργίας τους είναι σταθερή και είναι στα 40 Hz. Στο συγκεκριμένο κύκλωμα υπάρχει εγκατεστημένη πάνω στον κάθε ψύκτη τριοδική βαλβίδα παράκαμψης του η οποία ελέγχεται από την ηλεκτρονική του μονάδα. Έτσι δεν υπάρχει ανάγκη ανταλλαγής σημάτων για την εκκίνηση του συγκεκριμένου κυκλώματος και αυτή γίνεται αυτόματα στον χρόνο που αναφέρθηκε.

Για να συνεχιστεί η διαδικασία πρέπει να ληφθεί το σήμα από τον ψύκτη που βρίσκεται σε λειτουργία ότι αυτός είναι έτοιμος να δεχτεί το νερό θερμοκρασίας 27 °C που προέρχεται από τον πύργο ψύξης. Όταν συμβεί αυτό ανοίγει άμεσα η βαλβίδα απομόνωσης του ψύκτη που βρίσκεται σε λειτουργία από το κύκλωμα που τον συνδέει με τον πύργο ψύξης. Αυτές είναι η V7 για τον πρώτο ψύκτη, η V8 για τον δεύτερο και η V9 για τον τρίτο. Επίσης η βαλβίδα παράκαμψης του εναλλάκτη θερμότητας (GeoV1n) που βρίσκεται στην επιστροφή του νερού από τους ψύκτες παίρνει θέση ώστε το 70 % του νερού να διέρχεται μέσω του εναλλάκτη. Με ένα λεπτό καθυστέρηση ενεργοποιείται και το ζεύγος αντλιών που κυκλοφορεί το νερό στο κύκλωμα που συνδέει τον πύργο

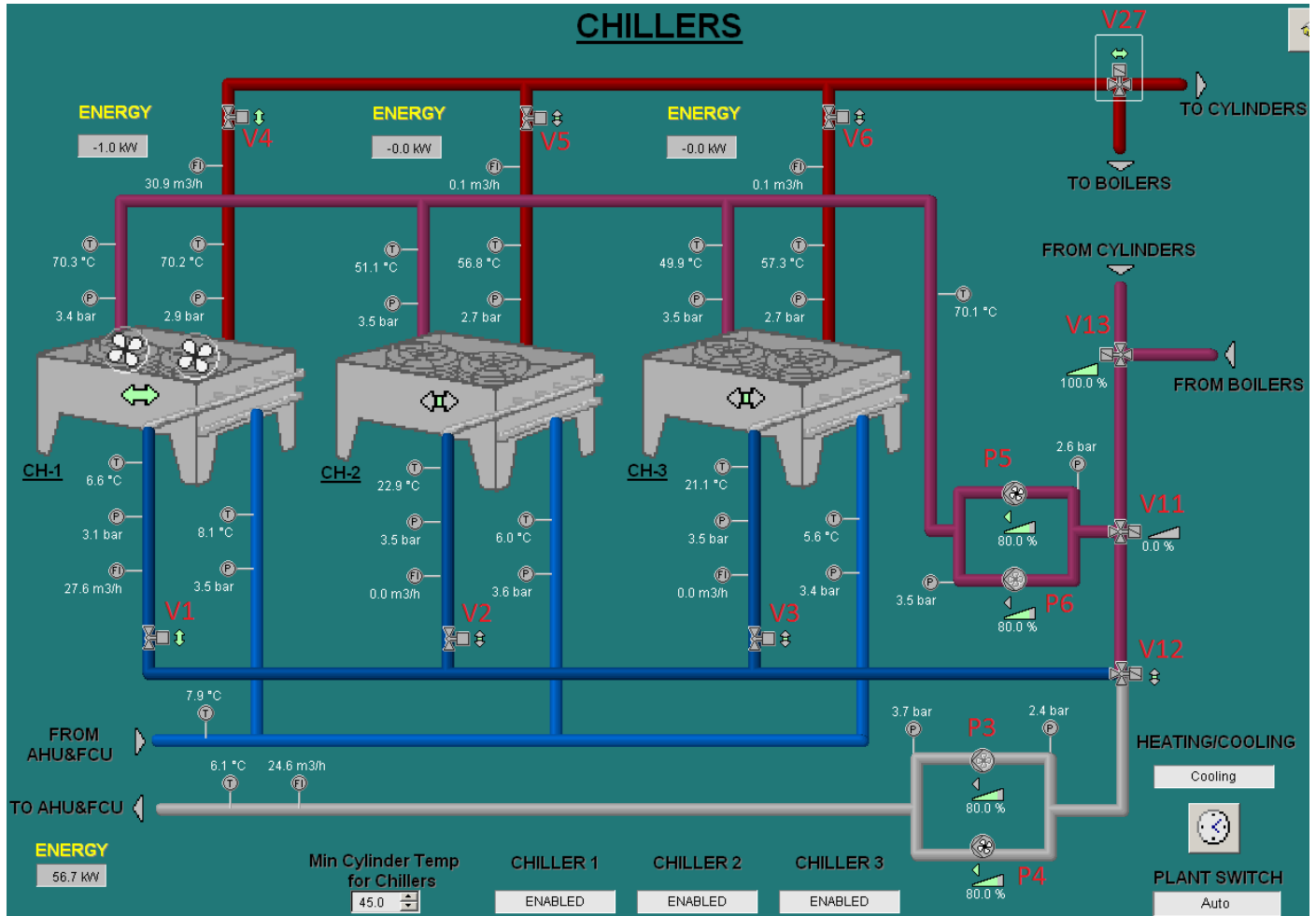
ψύξης με τους ψύκτες. Οι συγκεκριμένες αντλίες είναι οι P1 και P2 και ελέγχονται με τον ίδιο τρόπο που ελέγχονται οι P5 και P6 και γενικά όλα τα ζεύγη αντλιών του συστήματος. Η ταχύτητα λειτουργίας τους είναι σταθερή στα 50 Hz. Όταν ο μετρητής ροής νερού του συγκεκριμένου ψύκτη, που είναι εγκατεστημένος στην εκροή του νερού προς τον πύργο ψύξης, μετρήσει ικανοποιητική ροή δίνεται το σήμα επιβεβαίωσης στον ψύκτη ότι το συγκεκριμένο κύκλωμα είναι σε λειτουργία.



Σχήμα 22: Κύκλωμα ψυκτών-πύργου ψύξης

Όταν ο ψύκτης είναι πλέον έτοιμος να τροφοδοτήσει το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων με κρύο νερό δίνει το αντίστοιχο σήμα στο σύστημα BMS. Όταν ληφθεί το σήμα ανοίγει άμεσα η βαλβίδα απομόνωσης του ψύκτη που βρίσκεται σε λειτουργία από το συγκεκριμένο σύστημα. Με την πάροδο ενός λεπτού ενεργοποιείται και το ζεύγος αντλιών του συγκεκριμένου κυκλώματος που αποτελείται από τις αντλίες P3 και P4. Η ταχύτητα λειτουργίας τους είναι σταθερή στα 40 Hz. Όταν ο μετρητής ροής

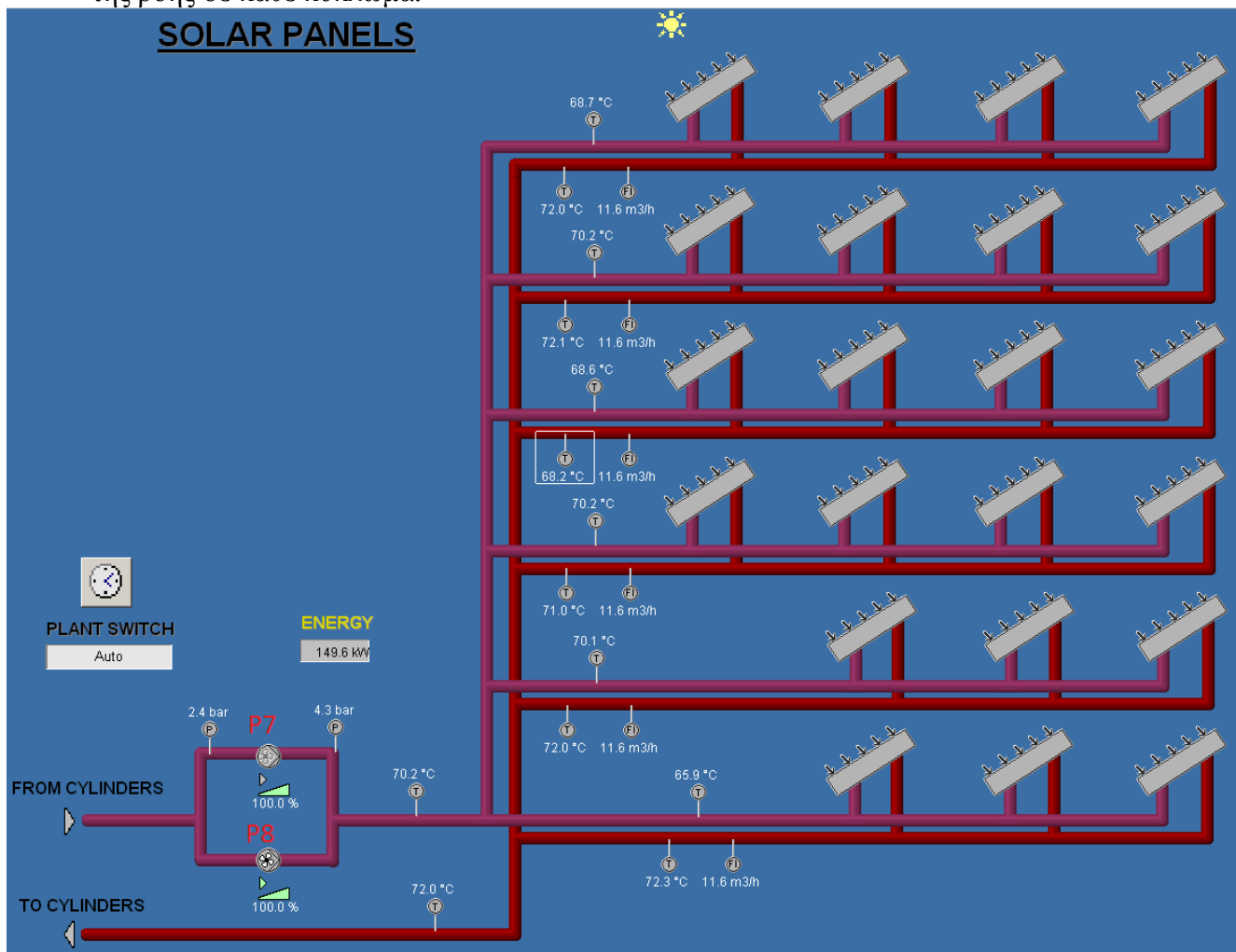
νερού του συγκεκριμένου ψύκτη, που είναι εγκατεστημένος στην εκροή του νερού προς τις κλιματιστικές μονάδες, μετρήσει ικανοποιητική ροή δίνεται το σήμα επιβεβαίωσης στον ψύκτη ότι το συγκεκριμένο κύκλωμα είναι σε λειτουργία. Με την ενεργοποίηση του συγκεκριμένου ζεύγους και το σήμα επιβεβαίωσης στον ψύκτη, ξεκινά η τροφοδοσία των κεντρικών και τοπικών κλιματιστικών μονάδων με κρύο νερό ώστε να ξεκινήσει η ψύξη των χώρων της εγκατάστασης.



Σχήμα 23: Λειτουργία ψυκτών για παραγωγή κρύου νερού τη καλοκαιρινή περίοδο

ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

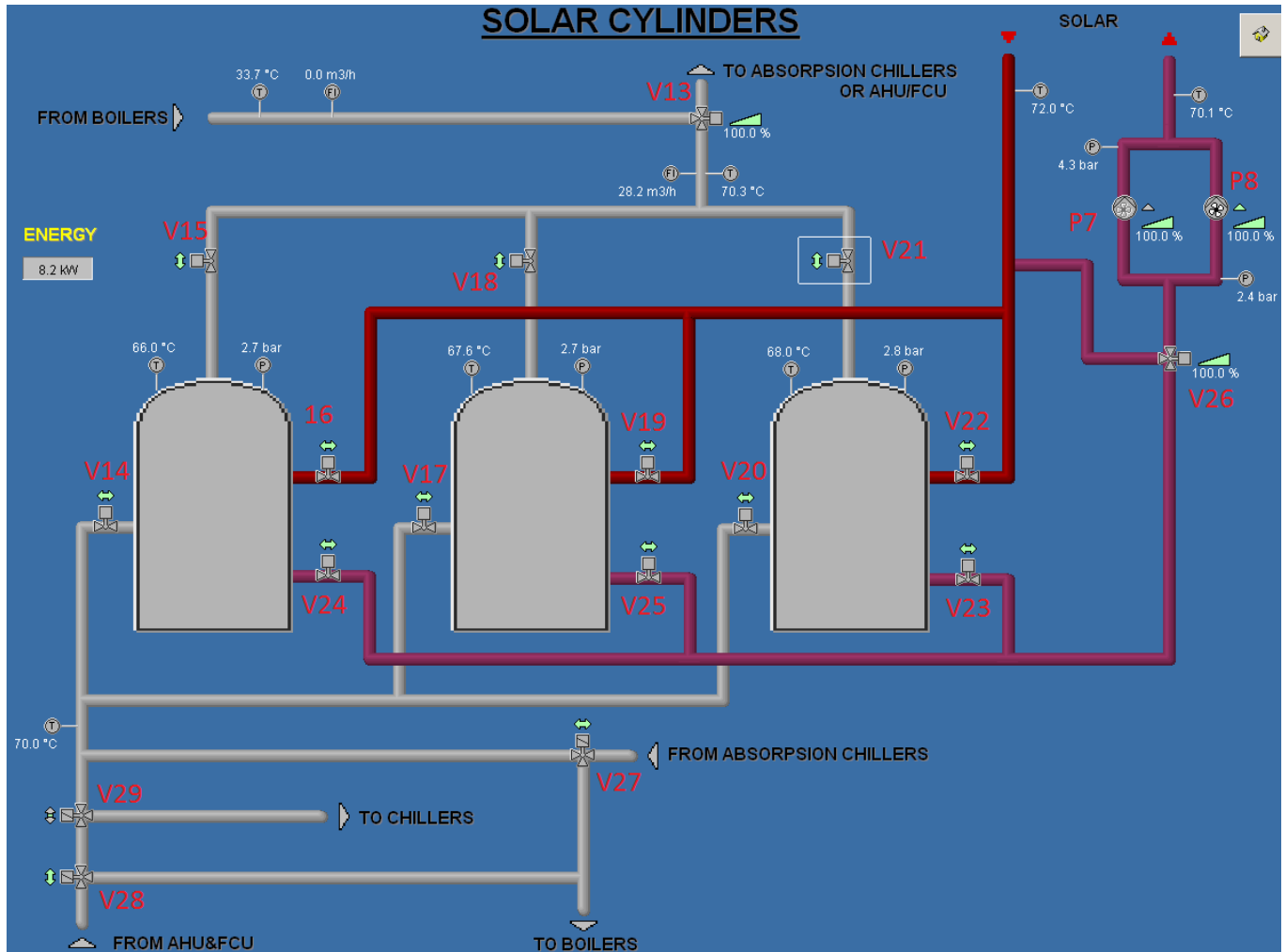
Το ηλιακό σύστημα ουσιαστικά αποτελείται από τα ηλιακά πλαίσια που βρίσκονται στην οροφή του κτιρίου, τους τρεις κυλίνδρους αποθήκευσης του ζεστού νερού που προέρχεται από τα πλαίσια και το δίκτυο διασωληνώσεων που τα συνδέει. Η κυκλοφορία του νερού επιτυγχάνεται με τη λειτουργία του ζεύγους αντλιών P7 και P8 ενώ η τριοδική βαλβίδα παράκαμψης V26 καθορίζει κατά πόσο το νερό που επιστρέφει από τα ηλιακά πλαίσια θα οδηγηθεί στους κυλίνδρους ή θα τους παρακάμψει και θα επανακυκλοφορήσει μέσω των πλαισίων. Τα πλαίσια χωρίζονται σε έξι κυκλώματα και η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω μιας κοινής παροχής και μίας κοινής επιστροφής που καταλήγουν στο μηχανοστάσιο όπου βρίσκεται το ζεύγος αντλιών, η βαλβίδα V26 και οι τρεις κύλινδροι αποθήκευσης. Συνολικά δεκατέσσερα αισθητήρια θερμοκρασίας υγρού έχουν τοποθετηθεί για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας παροχής και επιστροφής των έξι κυκλωμάτων καθώς και της κοινής παροχής και επιστροφής προς το μηχανοστάσιο. Επίσης έχουν τοποθετηθεί έξι αισθητήρια ροής για τη παρακολούθηση της ροής σε κάθε κύκλωμα.



Σχήμα 24: Ηλιακά πλαίσια

Το ζεύγος των αντλιών P7 και P8 ενεργοποιείται αν ισχύει οποιαδήποτε από τις πιο κάτω συνθήκες:

1. Ο μέσος όρος των θερμοκρασιών που λαμβάνονται από τα πλαίσια είναι μεγαλύτερος κατά 5 °C τουλάχιστον σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης. Η λειτουργία των αντλιών σταματά όταν η συγκεκριμένη διαφορά θερμοκρασίας πέσει κάτω από τους 3 °C.
2. Η θερμοκρασία επιστροφής από τα ηλιακά πλαίσια προς το μηχανοστάσιο είναι μεγαλύτερη κατά 5 °C τουλάχιστον σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης. Η λειτουργία των αντλιών σταματά όταν η συγκεκριμένη διαφορά θερμοκρασίας πέσει κάτω από τους 3 °C.
3. Ο μέσος όρος των θερμοκρασιών που λαμβάνονται από τα πλαίσια υπερβεί τους 70 °C. Η λειτουργία των αντλιών σταματά όταν ο μέσος όρος της θερμοκρασίας των πλαισίων πέσει κάτω από τους 65 °C.



Σχήμα 25: Κύλινδροι αποθήκευσης ηλιακού συστήματος

Για να είναι αντιπροσωπευτικές οι θερμοκρασίες που λαμβάνονται τόσο από τα πλαίσια όσο και από την κοινή τους παροχή προς το μηχανοστάσιο πρέπει το νερό να κυκλοφορεί. Για το λόγο αυτό τις πρώτες ώρες της περιόδου ηλιοφάνειας κάθε μέρας (μπορούν να καθοριστούν μέσω χρονοπρογράμματος στο σταθμό διαχείρισης) η αντλία ενεργοποιείται περιοδικά μέχρι να ισχύσει κάποια από τις πιο πάνω συνθήκες και να τεθεί σε συνεχή λειτουργία.

Η τριοδική βαλβίδα παράκαμψης V26 ανοίγει με τριάντα δευτερόλεπτα καθυστέρηση από τη στιγμή που η θερμοκρασία του νερού που επιστρέφει από τα ηλιακά πλαίσια υπερβεί κατά 5 °C την μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων. Ανοίγοντας η βαλβίδα κατευθύνει το νερό από το ηλιακό σύστημα προς τους κυλίνδρους αφού η διαφορά θερμοκρασίας είναι ικανοποιητική για την αύξηση της θερμοκρασίας τους. Η βαλβίδα επιστρέφει στη θέση όπου εκτελεί παράκαμψη του νερού και επιστροφή του προς τα ηλιακά πλαίσια όταν η συγκεκριμένη διαφορά θερμοκρασίας πέσει κάτω από τους 3 °C. Έτσι ανεξάρτητα από την λειτουργία των αντλιών το νερό κατευθύνεται προς τους κυλίνδρους μόνο όταν μπορεί να προσδώσει θερμότητα σε αυτούς.

Για να περάσει όμως το νερό μέσω των κυλίνδρων πρέπει πρώτα να ανοίξουν οι διοδικές βαλβίδες που τους απομονώνουν από το κύκλωμα που τους συνδέει με το ηλιακό σύστημα. Αυτές είναι οι V16 και V24 για τον πρώτο κύλινδρο, οι V19 και V25 για τον δεύτερο και οι V22 και V23 για τον τρίτο. Οι βαλβίδες ανοίγουν όλες παράλληλα τριάντα δευτερόλεπτα πριν το άνοιγμα της τριοδικής βαλβίδας V26.

ΧΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ ΓΙΑ ΨΥΞΗ

Όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης του ζεστού νερού από το ηλιακό σύστημα πέσει κάτω από ένα όριο θερμοκρασίας, που ρυθμίζεται από την οθόνη του σταθμού διαχείρισης, δεν μπορούν να υποστηρίξουν πλέον τη λειτουργία των ψυκτών απορρόφησης. Το όριο τέθηκε στους 45 °C από τον χειριστή του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση εφόσον το σύστημα των ψυκτών εξακολουθεί να βρίσκεται σε λειτουργία πρέπει να ενεργοποιηθούν οι λέβητες για την παραγωγή του ζεστού νερού που είναι απαραίτητο για την λειτουργία των ψυκτών. Αυτή η μετάβαση από το ηλιακό σύστημα στους λέβητες γίνεται χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του ψύκτη που είναι ενεργοποιημένος.

Συγκεκριμένα όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων πέσει κάτω από το καθορισμένο όριο ενεργοποιείται άμεσα το compound που ελέγχει τους δύο λέβητες. Πάντα ο ένας λέβητας ενεργοποιείται και ο δεύτερος είναι εφεδρικός με ανάλογο έλεγχο με το σύστημα των ψυκτών. Ένα λεπτό αργότερα η τριοδική βαλβίδα V27 η οποία κατευθύνει το ζεστό νερό που επιστρέφει από τους ψύκτες προς τους κυλίνδρους αλλάζει θέση και κατευθύνει το ζεστό νερό προς τους λέβητες. Μετά τη πάροδο πενήντα πέντε (55) ακόμη δευτερολέπτων η βαλβίδα V 13 που οδηγεί το ζεστό νερό από τους κυλίνδρους στους ψύκτες αλλάζει θέση και πλέον οδηγεί το ζεστό νερό που παράγεται στους λέβητες προς τους ψύκτες. Οι συγκεκριμένοι χρόνοι επιλέχθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο που χρειάζονται οι κινητήρες των βαλβίδων για να αλλάξουν θέση ώστε να μπορεί να γίνει η εναλλαγή χωρίς να διακοπεί η λειτουργία των αντλιών P5 και P6 και κατά συνέπεια χωρίς να διακοπεί η λειτουργία των ψυκτών.

Όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος ανέβει κατά 5 °C πάνω από το καθορισμένο όριο το σύστημα επανέρχεται

στη θέρμανση των ψυκτών μέσω του ηλιακού συστήματος. Αυτό γίνεται δίνοντας ταυτόχρονα εντολή στις βαλβίδες V27 και V13 να αλλάξουν θέση και απενεργοποιώντας τους λέβητες.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Κατά την περίοδο θέρμανσης, στόχος παραμένει η εκμετάλλευση της ενέργειας που αποθηκεύεται στο ηλιακό σύστημα και μόνο όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων δεν είναι ικανοποιητική χρησιμοποιούνται οι λέβητες. Το όριο της μέσης θερμοκρασίας των κυλίνδρων κάτω από το οποίο ενεργοποιούνται οι λέβητες καθορίζεται μέσω του σταθμού διαχείρισης και είναι οι 40 °C. Η λειτουργία του ηλιακού συστήματος για την αποθήκευση της ενέργειας από τα ηλιακά πλαίσια παραμένει όπως περιγράψαμε προηγουμένως.

Από τη στιγμή που ο χειριστής του συστήματος σταματήσει τη λειτουργία των ψυκτών και ορίσει ότι το σύστημα περνά σε λειτουργία θέρμανσης οι τριοδικές βαλβίδες V11, V12 και V29 παίρνουν τη θέση που αναφέραμε για τη περίοδο θέρμανσης. Η τριοδική βαλβίδα V28 παραμένει στη θέση της μέχρι να υπάρξει η ανάγκη ενεργοποίησης των λεβήτων.

Μέσω της ρουτίνας εκκίνησης ο χειριστής του συστήματος θέτει τη διαδικασία θέρμανσης σε λειτουργία. Εφόσον η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων είναι πάνω από το προκαθορισμένο όριο οι βαλβίδες V13 και V28 ήδη κατευθύνουν την παροχή και επιστροφή νερού των κλιματιστικών μονάδων προς τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος. Με την ενεργοποίηση της διαδικασίας θέρμανσης, οι βαλβίδες απομόνωσης των κυλίνδρων από το κύκλωμα που τους συνδέει με το κύκλωμα των ψυκτών τη περίοδο ψύξης και με το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων τη περίοδο θέρμανσης ανοίγουν άμεσα. Αυτές είναι οι V14 και V15 για τον πρώτο κύλινδρο, οι V17 και V18 για τον δεύτερο κύλινδρο και οι V20 και V21 για τον τρίτο κύλινδρο. Με την πάροδο τριών λεπτών ενεργοποιείται το ζεύγος των αντλιών P3 και P4 οι οποίες οδηγούν το ζεστό νερό από τους κυλίνδρους αποθήκευσης προς τις κλιματιστικές μονάδες του κτιρίου.

Στην περίπτωση που η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων πέσει κάτω από το καθορισμένο όριο σημαίνει ότι υπάρχει ανάγκη ενεργοποίησης του συστήματος των λεβήτων για τη συνέχιση της παραγωγής ζεστού νερού για τη θέρμανση του κτιρίου. Με τη πάροδο ενός λεπτού ενεργοποιείται το σύστημα των λεβήτων και ταυτόχρονα δίνεται σήμα στη τριοδική βαλβίδα V28 να αλλάξει θέση ώστε να διοχετεύει το νερό που επιστρέφει από τις κλιματιστικές μονάδες προς τους λέβητες. Μετά από πενήντα πέντε (55) ακόμη δευτερόλεπτα δίνεται σήμα στην τριοδική βαλβίδα V13 να αλλάξει θέση ώστε να οδηγεί το ζεστό νερό που προέρχεται από τους λέβητες προς το κύκλωμα των κλιματιστικών μονάδων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας οι αντλίες P3 και P4 παραμένουν ενεργοποιημένες και η ροή νερού προς τις κλιματιστικές μονάδες συνεχής.

Όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων ανέβει κατά 5 °C πάνω από το καθορισμένο όριο το σύστημα επανέρχεται στη παροχή ζεστού νερού στις κλιματιστικές μονάδες μέσω του ηλιακού συστήματος. Αυτό γίνεται δίνοντας ταυτόχρονα εντολή στις βαλβίδες V27 και V13 να αλλάξουν θέση και απενεργοποιώντας τους λέβητες.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στην πορεία υλοποίησης του έργου προστέθηκε αριθμός αισθητηρίων θερμοκρασίας και μέτρησης ροής υγρού. Ο κύριος λόγος ήταν να υπάρχει η δυνατότητα να μετράται από το σύστημα BMS η θερμική ισχύς που προσφέρεται ή καταναλώνεται από διάφορα μέρη του συστήματος. Για να μπορεί να μετρηθεί για παράδειγμα η θερμική ισχύς που προσφέρει ένας λέβητας χρειάζεται να μετράται η θερμοκρασία παροχής του νερού από τον λέβητα, η θερμοκρασία επιστροφής του νερού προς τον λέβητα και η ογκομετρική ροή του νερού. Οι υπολογισμοί γίνονται βάση του γνωστού νόμου της θερμιδομετρίας όπου το ποσό θερμότητας Q που πρέπει να απορροφήσει ένα σώμα μάζας m ώστε να αυξήσει τη θερμοκρασία του κατά ΔT είναι:

$$Q = m c_p \Delta t$$

Όπου:

Q = Θερμότητα σε KJ.

m = Μάζα σε Kg.

C_p = Ειδική θερμότητα υγρού σε KJ/Kg°C

Δt = Διαφορά θερμοκρασίας σε °C

Η μέτρηση της ογκομετρικής ροής του υγρού μπορεί εύκολα να μετατραπεί από m³/h σε Kg/h βάση της πυκνότητας του νερού που είναι 1000 Kg/m³. Επίσης είναι γνωστό ότι η σχέση KW και KJ είναι KW=KJ/s. Με αυτά τα δεδομένα είναι εύκολο να υπολογιστεί η θερμική ισχύς σε KW που προσφέρει ή καταναλώνει ένα σύστημα βάση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ παροχής και επιστροφής νερού του συστήματος και της ογκομετρικής ροής του νερού.

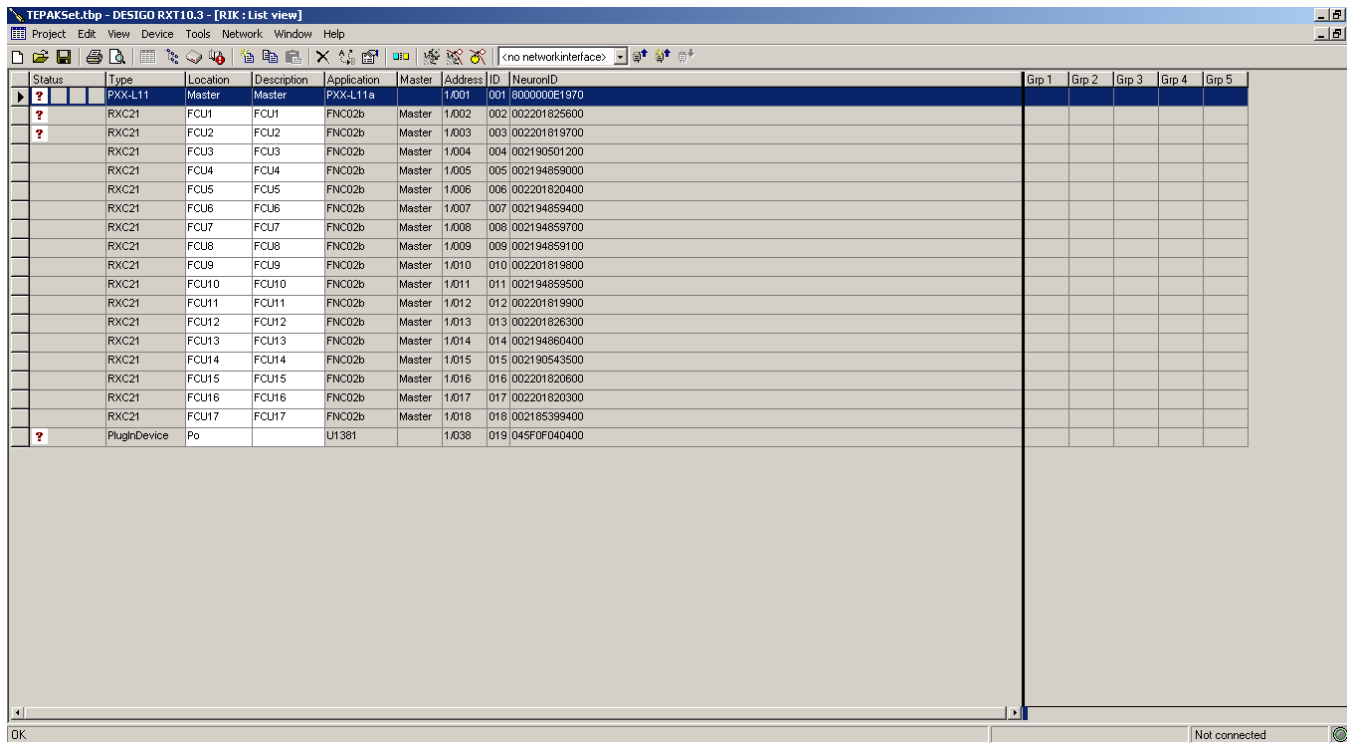
Αν και οι μετρητές ροής που χρησιμοποιήθηκαν μετρούν την ταχύτητα του ρευστού σε m/s, χρησιμοποιώντας το εσωτερικό εμβαδό διατομής της κάθε σωλήνας που έχουν τοποθετηθεί και με απλές πράξεις εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε την ογκομετρική ροή σε m³/h.

Στις βιβλιοθήκες του Xworks Plus υπάρχει το block Integral το οποίο μπορεί να εκτελέσει ολοκλήρωση οποιασδήποτε αναλογικής τιμής του προγράμματος και βάση του επιθυμητού χρονικού διαστήματος ολοκλήρωσης να παράγει παλμούς οι οποίοι μπορούν να αθροίζονται από το κατάλληλο block συγκέντρωσης παλμών. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν εύκολα από τη στιγμιαία μέτρηση των KW να υπολογιστούν τα συνολικά KWh και έτσι να καταμετράται η θερμική ενέργεια που παρέχεται ή καταναλώνεται από τα συστατικά του συστήματος σε βάθος χρόνου. Στο συγκεκριμένο έργο κάτι τέτοιο δεν εφαρμόστηκε καθώς η απαίτηση ήταν για υπολογισμό της στιγμιαίας τιμής της ισχύος σε KW μόνο.

4.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΣΩ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ LONWORKS

Όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή του σχεδιασμού του συστήματος, χρησιμοποιήθηκε ένας ελεγκτής συστήματος PXC00.D με κάρτα επέκτασης PXX-L11 για την σύνδεση με το σύστημα BMS δεκαεφτά ελεγκτών τοπικού ελέγχου RXC21.1 της Siemens και του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας U1389 που είναι τρίτου κατασκευαστή, μέσω του πρωτοκόλλου Lonworks.

Η διαδικασία που ακολουθείται για τη σύνδεση συσκευών Lonworks με το υπόλοιπο σύστημα προϋποθέτει τη χρήση του λογισμικού RXT10.3 που βρίσκεται στο πακέτο προγραμμάτων του Xworks Plus. Το RXT10.3 είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο δημιουργίας και συντήρησης δικτύων Lonworks της Siemens. Μέσω του RXT10.3 σχεδιάζεται το δίκτυο Lonworks, “φορτώνονται” οι συσκευές με την εφαρμογή που θα εκτελέσουν, δίνονται οι διευθύνσεις στις συσκευές και ετοιμάζεται όλη η πληροφορία που θα μεταφερθεί μέσω εξαγωγής αρχείου στο Xworks Plus. Όσον αφορά τους ελεγκτές τοπικού ελέγχου RXC21.1, υπάρχει πληθώρα εφαρμογών και παραμέτρων που μπορούν να ρυθμιστούν, ανάλογα με τον τύπο της κλιματιστικής συσκευής και την λειτουργία που εκτελεί.



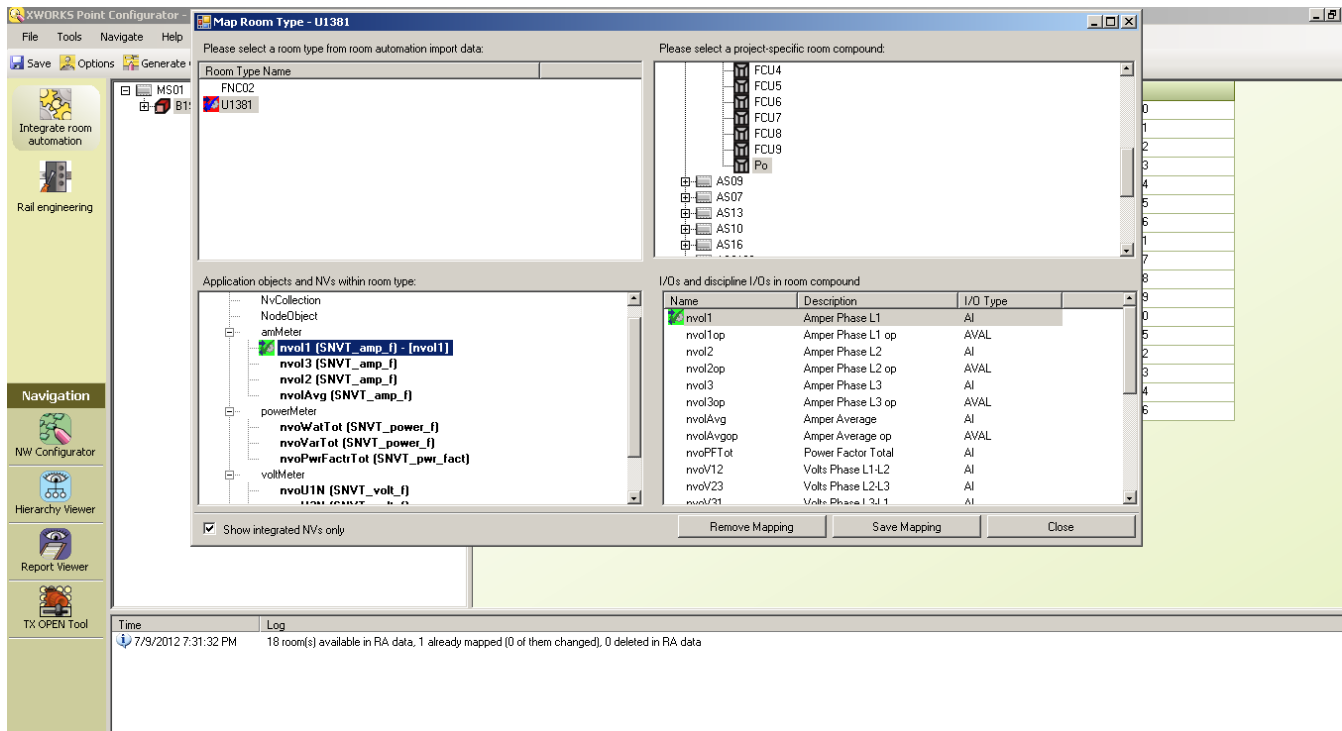
Status	Type	Location	Description	Application	Master	Address	ID	NeuronID	Grip 1	Grip 2	Grip 3	Grip 4	Grip 5
	PXX-L11	Master	Master	PXX-L11a	Master	1/001	001	8000000E1970					
?	RXC21	FCU1	FCU1	FNC02b	Master	1/002	002	002201825600					
?	RXC21	FCU2	FCU2	FNC02b	Master	1/003	003	002201819700					
	RXC21	FCU3	FCU3	FNC02b	Master	1/004	004	002190501200					
	RXC21	FCU4	FCU4	FNC02b	Master	1/005	005	002194859000					
	RXC21	FCU5	FCU5	FNC02b	Master	1/006	006	002201820400					
	RXC21	FCU6	FCU6	FNC02b	Master	1/007	007	002194859400					
	RXC21	FCU7	FCU7	FNC02b	Master	1/008	008	002194859700					
	RXC21	FCU8	FCU8	FNC02b	Master	1/009	009	002194859100					
	RXC21	FCU9	FCU9	FNC02b	Master	1/010	010	002201819800					
	RXC21	FCU10	FCU10	FNC02b	Master	1/011	011	002194859500					
	RXC21	FCU11	FCU11	FNC02b	Master	1/012	012	002201819900					
	RXC21	FCU12	FCU12	FNC02b	Master	1/013	013	002201826300					
	RXC21	FCU13	FCU13	FNC02b	Master	1/014	014	002194860400					
	RXC21	FCU14	FCU14	FNC02b	Master	1/015	015	002190543500					
	RXC21	FCU15	FCU15	FNC02b	Master	1/016	016	002201820600					
	RXC21	FCU16	FCU16	FNC02b	Master	1/017	017	002201820300					
	RXC21	FCU17	FCU17	FNC02b	Master	1/018	018	002185399400					
?	PluginDevice	Po		U1381		1/038	019	045F0F040400					

Σχήμα 26: Δημιουργία δικτύου Lonworks στο RXT10.3

Η πιο σημαντική διαδικασία που γίνεται μέσω του RXT10.3, είναι η σύνδεση της πληροφορίας που θα ανταλλάγει μεταξύ των συσκευών του δικτύου, ιδιαίτερα όσον αφορά τις συσκευές τρίτων κατασκευαστών όπως τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας στο συγκεκριμένο έργο. Ουσιαστικά συνδέεται η εξαγωγή πληροφορία της τρίτης

συσκευής με τις διαθέσιμες εισόδους πληροφορίας της κάρτας PXX-L11 που αποτελεί επίσης μέρος του δικτύου. Η πληροφορία και στις δύο συσκευές είναι στη μορφή των μεταβλητών δικτύου (NVs Network variables) του πρωτοκόλλου επικοινωνίας Lonworks που είναι προσαρμοσμένες για διαδικασίες ελέγχου από συστήματα αυτοματισμού. Η διαδικασία είναι φυσικά πιο εύκολη όταν πρόκειται για συσκευές της Siemens, όταν πρόκειται για συσκευές τρίτου κατασκευαστή η πληροφορία εισάγεται στο RXT10.3 μέσω αρχείου *.xif του κατασκευαστή, που περιέχει όλη την απαραίτητη πληροφορία που χρειάζεται το λογισμικό. Η σύνδεση όμως της πληροφορίας γίνεται από τον χρήστη που απαιτεί κατανόηση του είδους της πληροφορίας που ανταλλάσσεται.

Όπως αναφέραμε μέσω εξαγωγίσιμου αρχείου η πληροφορία μεταφέρεται στο Xworks Plus όπου μέσω του Point Configurator γίνεται πλέον η αντιστοίχιση της πληροφορίας με το πρωτόκολλο BACnet που διαχειρίζεται το Xworks Plus και γενικά το επίπεδο αυτοματισμού και διαχείρισης του συστήματος. Όλη η διαδικασία που γίνεται στο Point Configurator είναι για την επιτάχυνση της διαδικασίας δημιουργίας του προγράμματος του CFC όπου πλέον η πληροφορία μεταχειρίζεται στο επίπεδο BACnet με ανάλογο τρόπο με τους υπόλοιπους ελεγκτές. Όλη η πληροφορία που ανταλλάσσεται με το δίκτυο Lonworks υπάρχει στην μορφή αναλογικών, ψηφιακών και διακριτής τιμής (multistate) εισόδων και εξόδων (AI/AO,DI/DO, MI/MO). Τα block που τις απεικονίζουν αποκτούν διευθύνσεις που τα αντιστοιχούν με την πληροφορία που έχει συνδεθεί στις προηγούμενες διαδικασίες και πλέον αυτή είναι διαθέσιμη για επεξεργασία από ένα ανώτερο πρωτόκολλο από αυτό που λαμβάνεται.



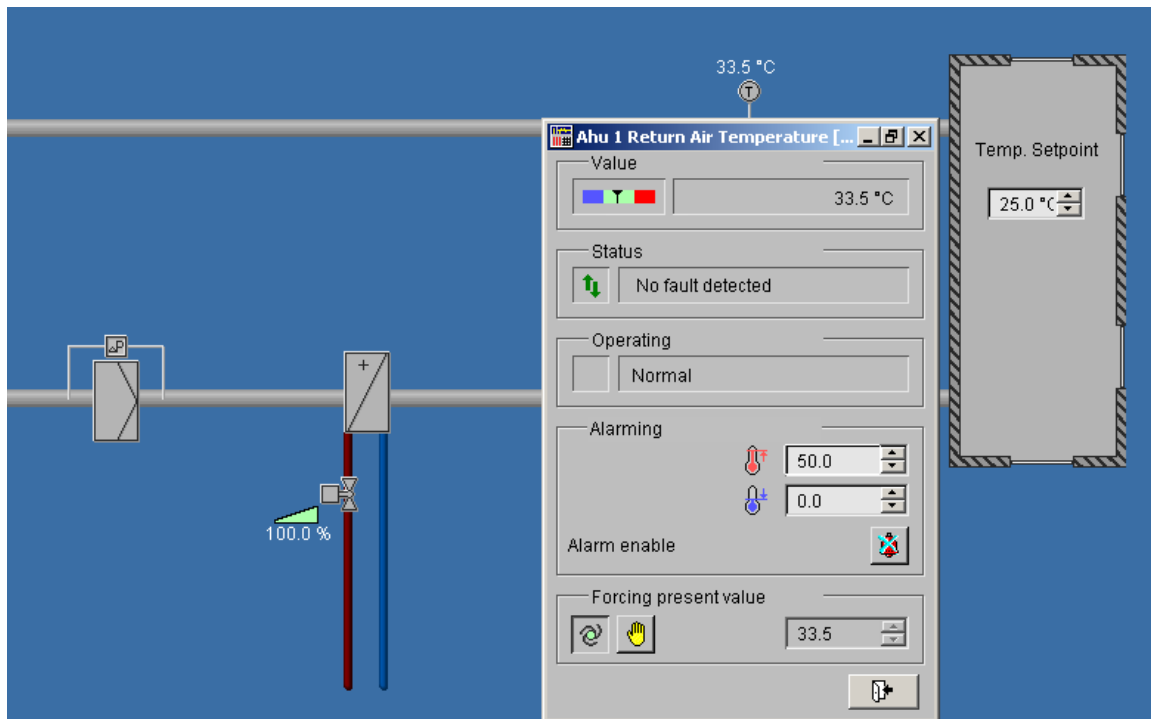
Σχήμα 27: Αντιστοίχιση σημείων του μετρητή Lonworks με σημεία BACnet

Όσον αφορά τους ελεγκτές ελέγχου των τοπικών κλιματιστικών μονάδων, όλη η πληροφορία μεταφέρεται στη μορφή έτοιμων block από τις βιβλιοθήκες κάνοντας την μεταχείριση της πληροφορίας και γενικά την ένταξη τους στο υπόλοιπο σύστημα πιο απλή.

4.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ DESIGO INSIGHT

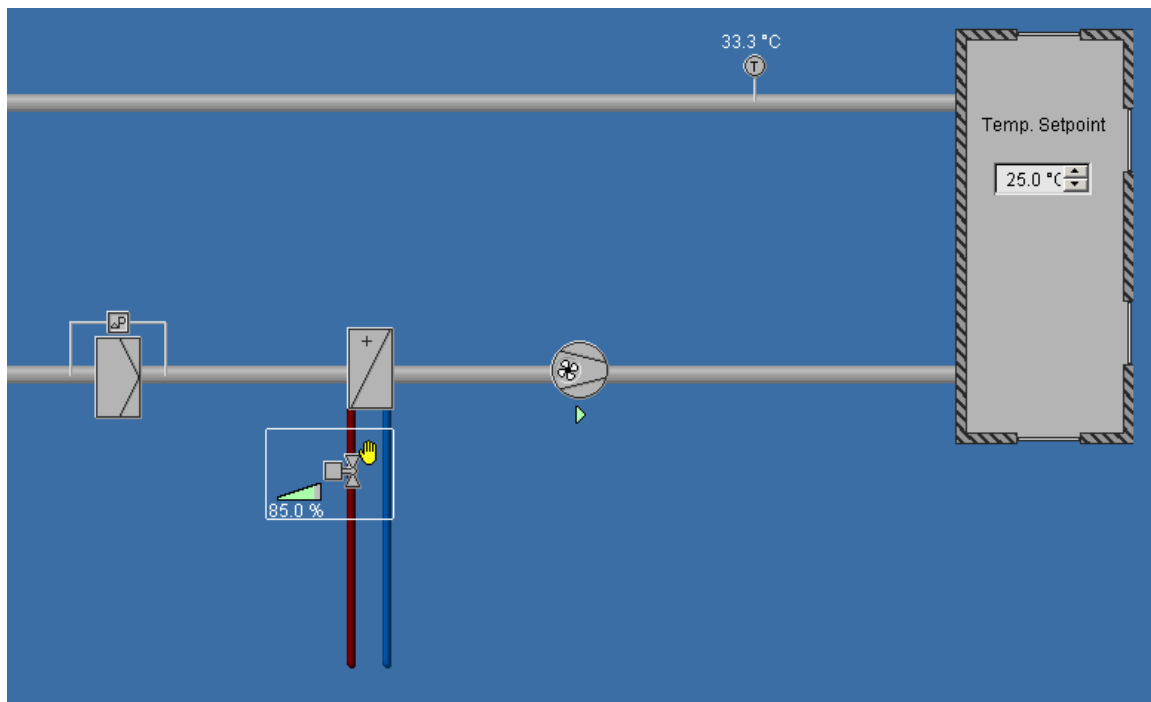
Τα γραφικά που απεικονίζονται στον σταθμό διαχείρισης του συστήματος, έχουν ως στόχο την όσο πιο δυνατόν πρακτική απεικόνιση της μηχανολογικής εγκατάστασης, με τρόπο που να κάνει εύκολη την ανάγνωση της πληροφορίας και τον έλεγχο του συστήματος. Αυτά απεικονίζονται στον Plant Viewer, που αποτελεί την εφαρμογή του Desigo Insight που είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση των γραφικών που είναι προσαρμοσμένα στην συγκεκριμένη εγκατάσταση. Ένα μέρος τους είναι απλά γραφικά με ή χωρίς κίνηση (π.χ. οι σωληνώσεις της εγκατάστασης) τα οποία είναι διαθέσιμα στις βιβλιοθήκες του προγράμματος Citect Explorer το οποίο χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό των γραφικών του συστήματος. Τα ενεργά γραφικά που απεικονίζουν τιμές του συστήματος ή που χρησιμοποιούνται για την αλληλεπίδραση με το σύστημα είναι πιο περίπλοκα και έχουν κώδικα που καθορίζει την συμπεριφορά τους ο οποίος μπορεί να τροποποιηθεί.

Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες επιλογές στις βιβλιοθήκες του Citect Explorer, προσαρμοσμένες στις ανάγκες απεικόνισης και ελέγχου ενός συστήματος αυτοματισμού που ασκεί έλεγχο σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Για ένα αισθητήριο θερμοκρασίας για παράδειγμα, εκτός από την απεικόνιση της τιμής του, μπορεί να ανοίξει ένα νέο παράθυρο όπου μπορούν να καθοριστούν τα άνω και κάτω όρια όπου θα παράγονται τα μηνύματα βλάβης που το αφορούν.



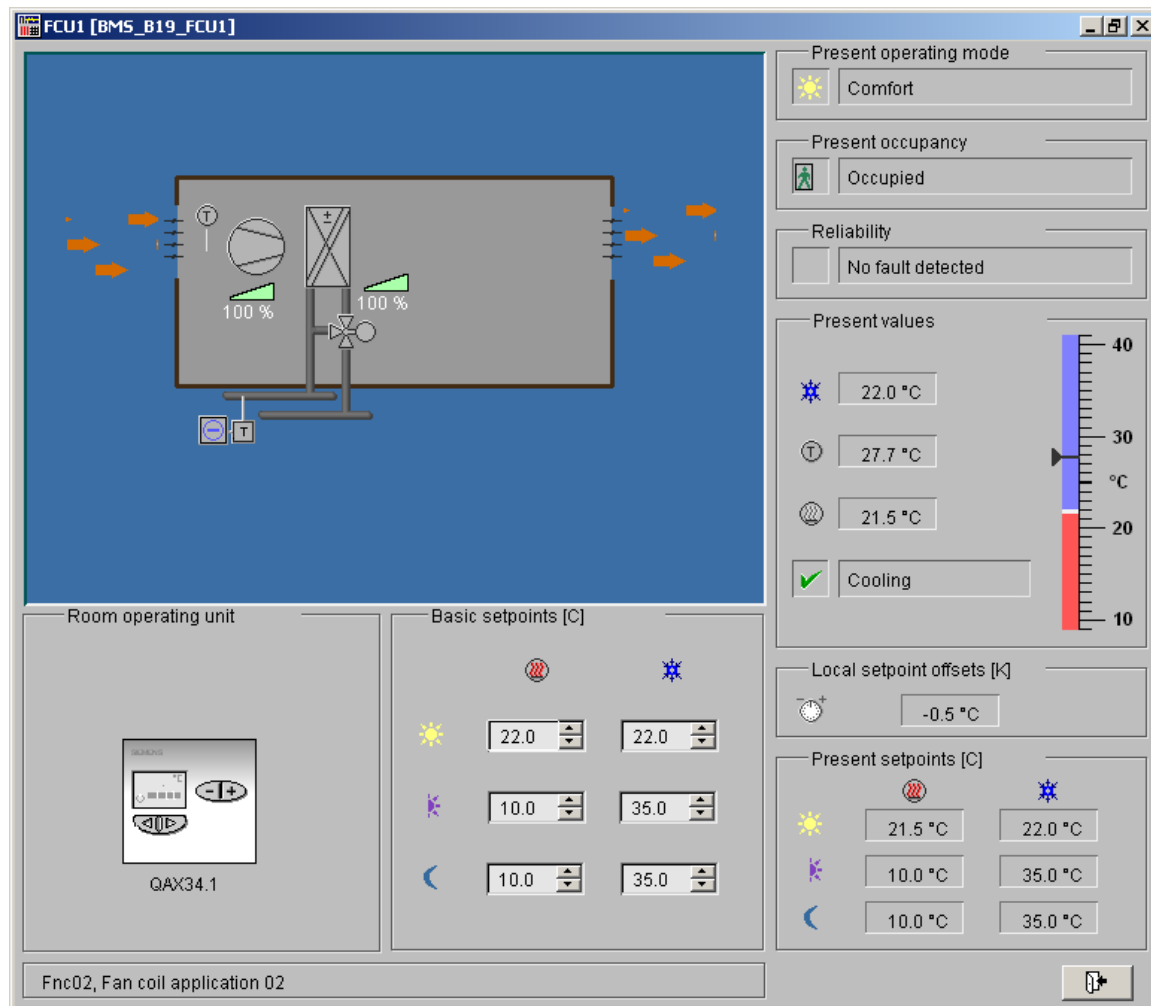
Σχήμα 28: Παράθυρο ρύθμισης αισθητηρίου θερμοκρασίας

Στις αντλίες απεικονίζεται με κινούμενα γραφικά η επιβεβαίωση λειτουργίας τους και υπάρχει παράθυρο χειροκίνητου ελέγχου της λειτουργίας τους. Επίσης εμφανίζονται με επιπρόσθετα γραφικά, καταστάσεις που αφορούν τα στοιχεία του συστήματος όπως αν ένα αισθητήριο έχει βλάβη (παράλληλα με την παραγωγή μηνύματος βλάβης) ή αν μία βαλβίδα έχει τεθεί από τον χρήστη σε χειροκίνητη λειτουργία και πλέον δεν υπακούει στις διαδικασίες του αυτοματισμού που είναι χαμηλότερου επιπέδου προτεραιότητας από την χειροκίνητη λειτουργία.



Σχήμα 29: Προειδοποιητική ένδειξη ότι η βαλβίδα είναι σε χειροκίνητη λειτουργία

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα εισαγωγής των αρχιτεκτονικών σχεδίων της εγκατάστασης ώστε να φαίνεται η ακριβής θέση συγκεκριμένων στοιχείων του συστήματος. Στο συγκεκριμένο σύστημα, απεικονίζονται οι θέσεις των τοπικών κλιματιστικών μονάδων και φαίνεται κατά πόσο αυτές βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και η θερμοκρασία που μετράται από τις μονάδες χώρου που τις ελέγχουν. Έτσι σε μία εικόνα ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τις θερμοκρασίες σε όλους τους χώρους που εξυπηρετούνται για το ισόγειο και τον πρώτο όροφο. Επιλέγοντας μία κλιματιστική μονάδα ανοίγει ένα παράθυρο ελέγχου, το οποίο αντιστοιχεί στην εφαρμογή που εκτελεί ο αντίστοιχος ελεγκτής τοπικού ελέγχου. Μέσω αυτού μπορεί να παρατηρηθεί η λειτουργία κάθε στοιχείου της κλιματιστικής μονάδας και να περιοριστεί ο τοπικός έλεγχος από την μονάδα χώρου, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό σε εγκαταστάσεις με μεγάλο αριθμό τοπικών κλιματιστικών μονάδων. Για παράδειγμα μπορεί να περιοριστεί το εύρος των τιμών της απαιτούμενης θερμοκρασίας που ρυθμίζεται μέσω της μονάδας χώρου, ώστε να μην μπορεί ο χρήστης να επιλέξει ακραίες τιμές και να γίνεται άσκοπη κατανάλωση ενέργειας.



Σχήμα 30: Παράθυρο ελέγχου τοπικής κλιματιστικής μονάδας

Για την δημιουργία των γραφικών του συστήματος είναι απαραίτητη η σύνδεση τους με τα συστατικά του προγράμματος των ελεγκτών που θα ελέγχουν και θα απεικονίζουν. Για το σκοπό αυτό η βάση δεδομένων όλων των ελεγκτών του συστήματος, εξάγεται σε *.zip αρχείο μέσω του Xworks Plus. Μέσω του Database Import Utility που ανήκει στο πακέτο προγραμμάτων του Desigo Insight, αυτή εισάγεται στον Citect Explorer. Στην ουσία ο δημιουργός του συστήματος αντιστοιχεί τις τεχνικές ονομασίες των συστατικών του προγράμματος των ελεγκτών με τα γραφικά που τοποθετεί σε κάθε εικόνα και καθορίζει την αντίδραση των γραφικών ανάλογα με τις τιμές που αυτά έχουν.

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Για τις ανάγκες παρακολούθησης και αξιολόγησης της απόδοσης της εγκατάστασης μια σειρά από τιμές που λαμβάνονται από τα αισθητήρια του συστήματος ή υπολογίζονται από το σύστημα καταγράφονται και αρχειοθετούνται στον σταθμό διαχείρισης. Οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από τον σύμβουλο του έργου με την ολοκλήρωση της θέσης του συστήματος σε λειτουργία. Εκτός από τιμές που αφορούν κυρίως αισθητήρια θερμοκρασίας καταγράφεται η θερμική ισχύς που παρέχεται ή καταναλώνεται από τα ακόλουθα στοιχεία της μηχανολογικής εγκατάστασης:

1. Πύργος ψύξης
2. Ηλιακά πλαίσια
3. Σύστημα κυλίνδρων αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος
4. Σύστημα λεβήτων
5. Κύκλωμα κλιματιστικών μονάδων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι πιο πάνω τιμές υπολογίζονται μέσω των αισθητηρίων ροής και θερμοκρασίας που δεν υπήρχαν στον αρχικό σχεδιασμό, αλλά προστέθηκαν στην φάση της υλοποίησης του έργου. Στον αρχικό σχεδιασμό υπήρχε μόνο η μέτρηση μέσω θερμιδομετρητή υπερήχων, της ψυκτικής ενέργειας που προσδίδεται στο σύστημα του πύργου ψύξης, από το γεωθερμικό κύκλωμα των δύο πηγαδιών. Δυστυχώς λόγω προβλημάτων με την εγκατάσταση και λειτουργία της υποβρύχιας αντλίας, το συγκεκριμένο κύκλωμα δεν τέθηκε ποτέ σε λειτουργία και δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις από αυτό.

Για την αξιολόγηση της απόδοσης της εγκατάστασης ακολουθεί παρουσίαση των σχετικών μετρήσεων που καταγράφηκαν από το σύστημα BMS για έξι διαφορετικές χρονικές περιόδους. Οι τρεις αφορούν την περίοδο που η μηχανολογική εγκατάσταση εκτελεί θέρμανση του κτιρίου και οι υπόλοιπες τρεις την περίοδο που εκτελεί ψύξη. Στη συνέχεια παραθέτονται τα συμπεράσματα από την μελέτη των μετρήσεων αλλά και συνολικά από την ενασχόληση με την συγκεκριμένη εγκατάσταση.

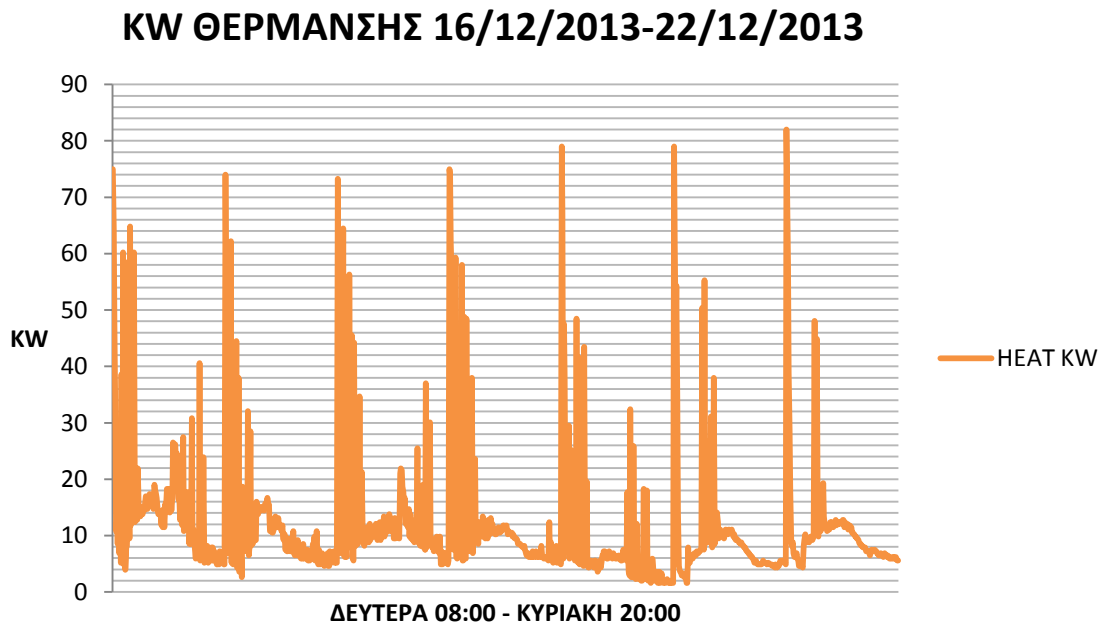
5.1 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στην Κύπρο το σύστημα τέθηκε σε λειτουργία θέρμανσης στις 13 Δεκεμβρίου του 2013. Τα τρία χρονικά διαστήματα που επιλέχθηκαν για την παρουσίαση των μετρήσεων είναι η περίοδος 16 με 22 Δεκεμβρίου 2013, 20 με 26 Ιανουαρίου 2014 και 24 Φεβρουαρίου με 2 Μαρτίου 2014. Η επιλογή των συγκεκριμένων χρονικών περιόδων έγινε με σκοπό να δοθεί η εικόνα της λειτουργίας της εγκατάστασης στην αρχή, στο μέσο και προς το τέλος της περιόδου που το σύστημα εκτελεί τη θέρμανση του κτιρίου. Και τα τρία χρονικά διαστήματα ξεκινάνε Δευτέρα και ολοκληρώνονται Κυριακή και αφορούν μόνο τις ώρες που οποιοδήποτε στοιχείο της εγκατάστασης που περιγράψαμε βρίσκεται σε λειτουργία. Λόγω του ότι το κάτω όριο της αποδεκτής μέσης θερμοκρασίας των κυλίνδρων για την περίοδο θέρμανσης τέθηκε στους 40 °C, οι λέβητες δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου την χειμερινή περίοδο. Η θέρμανση της κτιριακής εγκατάστασης έγινε αποκλειστικά από το

ζεστό νερό που αποθηκεύεται από το ηλιακό σύστημα. Η δειγματοληψία για όλες τις γραφικές παραστάσεις και τιμές που ακολουθούν έγινε με συχνότητα πέντε λεπτών.

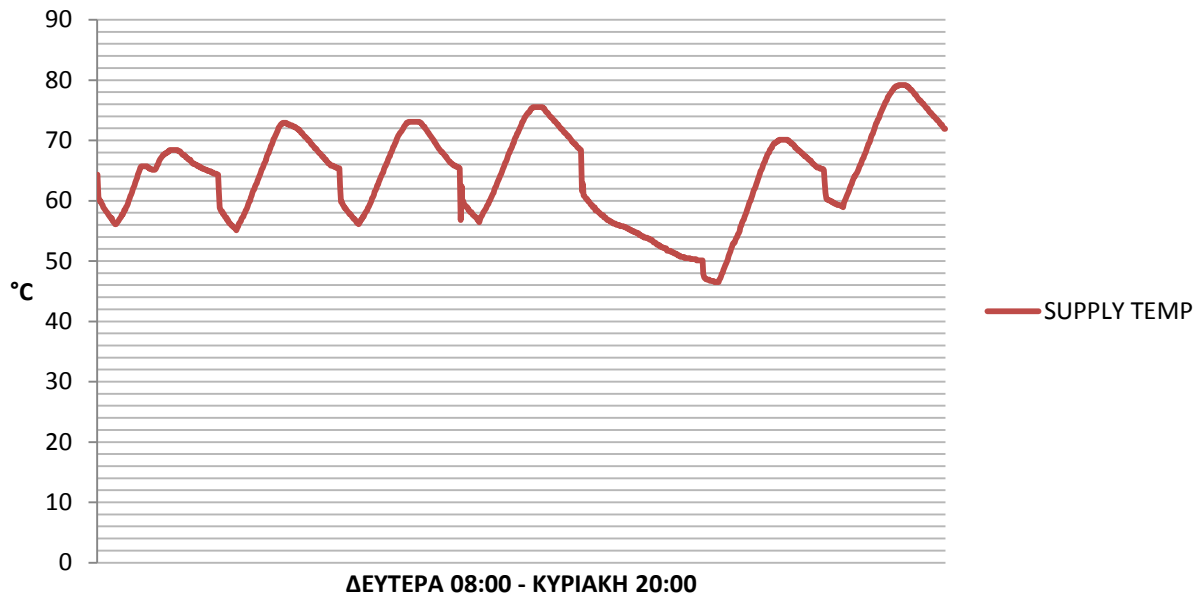
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 16/12/2013 – 22/12/2013

Τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο το σύστημα εκτελούσε θέρμανση μέσω των κεντρικών και τοπικών κλιματιστικών μονάδων καθημερινά από τις 08:00 μέχρι τις 20:00 το βράδυ. Η θερμική ισχύς που διοχετεύτηκε από τους κυλίνδρους αποθήκευσης στις κλιματιστικές μονάδες για το συγκεκριμένο διάστημα δίνεται από το ακόλουθο διάγραμμα.

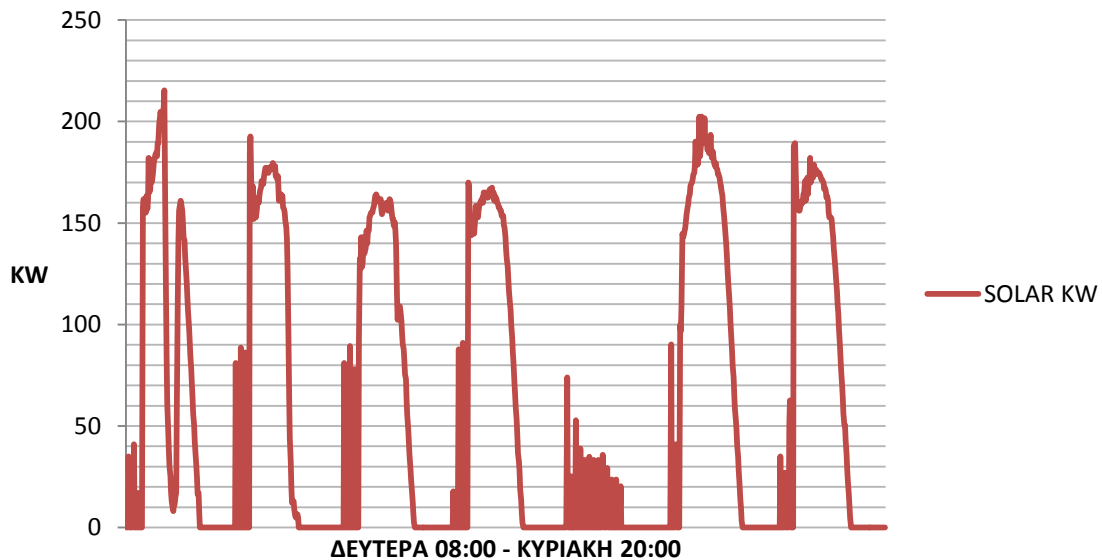


Η μέση τιμή της θερμικής ισχύος για το πιο πάνω διάστημα είναι τα 11.69 KW. Συνολικά οι κλιματιστικές μονάδες τροφοδοτήθηκαν με 982 KWh θερμικής ενέργειας. Η θερμοκρασία παροχής του νερού από τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος προς τις κλιματιστικές μονάδες κυμάνθηκε από τους 46.5 °C μέχρι τους 79.2 °C. Η μέση τιμή της ήταν 64.13 °C. Η συνεχής λειτουργία της αντλίας του ηλιακού συστήματος, η οποία γίνεται με βάση τα κριτήρια που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, κυμάνθηκε κατά μέσο όρο καθημερινά μεταξύ 10:00 το πρωί έως τις 16:00 το απόγευμα. Εξαιρέση αποτελεί η Παρασκευή 20 Ιανουαρίου όπου προφανώς λόγω χαμηλής ηλιοφάνειας η αντλία δεν τέθηκε ποτέ σε συνεχή λειτουργία. Μόνο μέρος της θερμικής ισχύος που συλλέχτηκε από τα ηλιακά πλαίσια και παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα οδηγήθηκε στους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος. Μέρος της θερμικής ισχύος που καταγράφεται οφείλεται στη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ παροχής και επιστροφής του νερού που ανακυκλώνεται στα πλαίσια όταν δεν τηρούνται τα κριτήρια για τη διοχέτευση του στους κυλίνδρους. Επίσης μέρος της ενέργειας που τελικά αποθηκεύεται στους κυλίνδρους καταναλώνεται για τη θέρμανση των ζεστών νερών χρήσης της εγκατάστασης αλλά δεν μετράται.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 16/12/2013- 22/12/2013



KW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 16/12/2013-22/12/2013



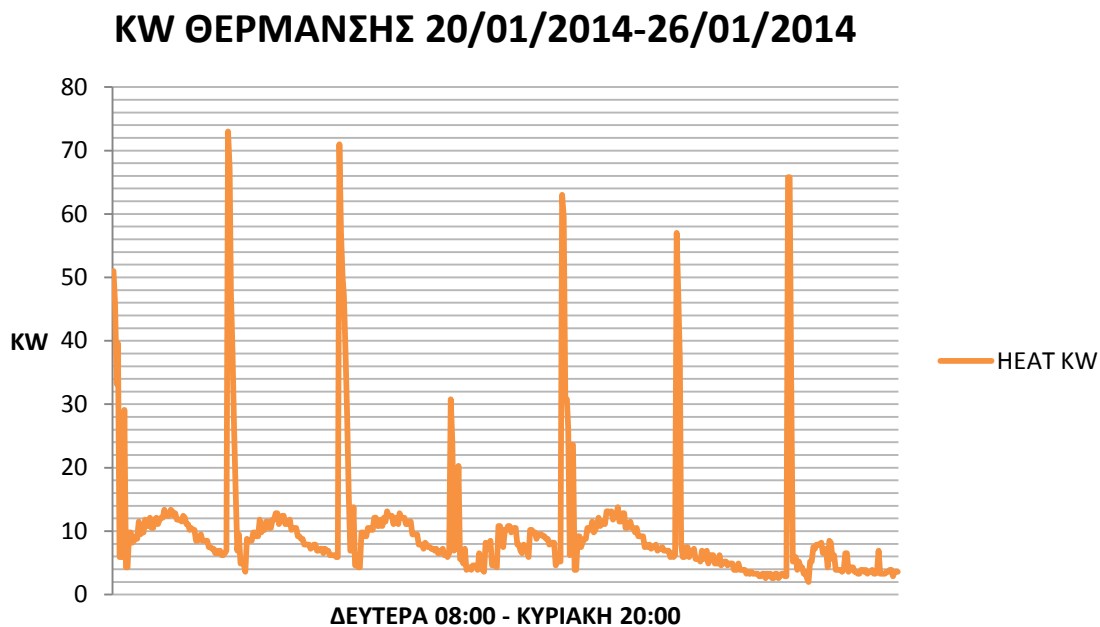
Η μέση θερμική ισχύς που συλλέχτηκε από τα ηλιακά πλαίσια στο πιο πάνω διάστημα ήταν 60 KW. Συνολικά συλλέχτηκαν 5045 KWh θερμικής ενέργειας τη συγκεκριμένη εβδομάδα.

Για τη λειτουργία της μηχανολογικής εγκατάστασης το διάστημα που αναφερόμαστε καταναλώθηκαν συνολικά 625 KWh.

Ο μέσος βαθμός απόδοσης της μηχανολογικής εγκατάστασης το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν 1.57

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 20/01/2014 – 26/01/2014

Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ήταν και πάλι καθημερινά από τις 08:00 μέχρι τις 20:00 το βράδυ. Η μέση θερμική ισχύς που διοχετεύτηκε από τους κυλίνδρους αποθήκευσης στις κλιματιστικές μονάδες ήταν 10 KW. Συνολικά διοχετεύτηκαν στις κλιματιστικές μονάδες 840 KWh θερμικής ενέργειας. Η διακύμανση της θερμικής ισχύος απεικονίζεται στο ακόλουθο γράφημα.



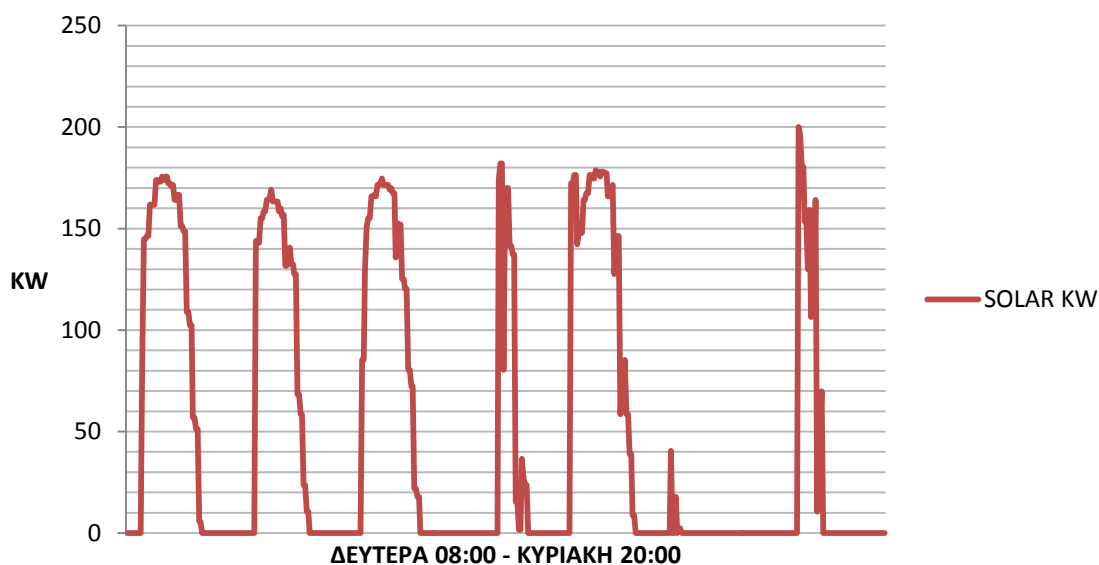
Στο επόμενο γράφημα απεικονίζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού που τροφοδοτήθηκε στις κλιματιστικές μονάδες από τους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος. Η μέγιστη θερμοκρασία του νερού ήταν 82.3 °C και η ελάχιστη 50.9 °C. Ο μέσος όρος της θερμοκρασίας του νερού ήταν 67.36 °C.

Όσον αφορά τα ηλιακά πλαίσια ο μέσος όρος της θερμικής ισχύος που συλλέχτηκε ήταν 49.35 KW και συνολικά συλλέχτηκαν 4145 KWh ηλιακής ενέργειας. Η αντλία τίθετο σε συνεχόμενη λειτουργία από τις 10:00 το πρωί μέχρι τις 16:00 το απόγευμα κατά μέσο όρο, εκτός από το Σάββατο 25 Ιανουαρίου που προφανώς λόγω χαμηλής ηλιοφάνειας δεν τέθηκε ποτέ σε συνεχή λειτουργία. Επίσης τη Πέμπτη 23 Ιανουαρίου μπήκε σε σταθερή λειτουργία μετά τις 13:00 και τη Κυριακή σταμάτησε τη λειτουργία της από τις 13:00.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 20/01/2014-26/01/2014



ΚW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 20/01/2014-26/01/2014



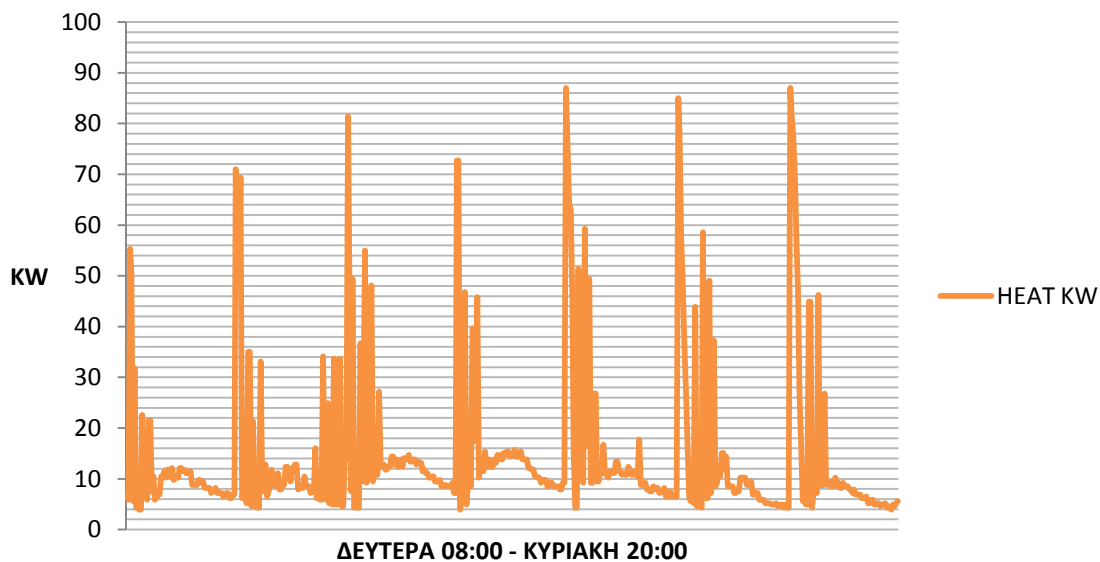
Συνολικά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα καταναλώθηκαν 586 KWh ηλεκτρικής ενέργειας. Ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν 1.43.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 24/02/2014 – 02/03/2014

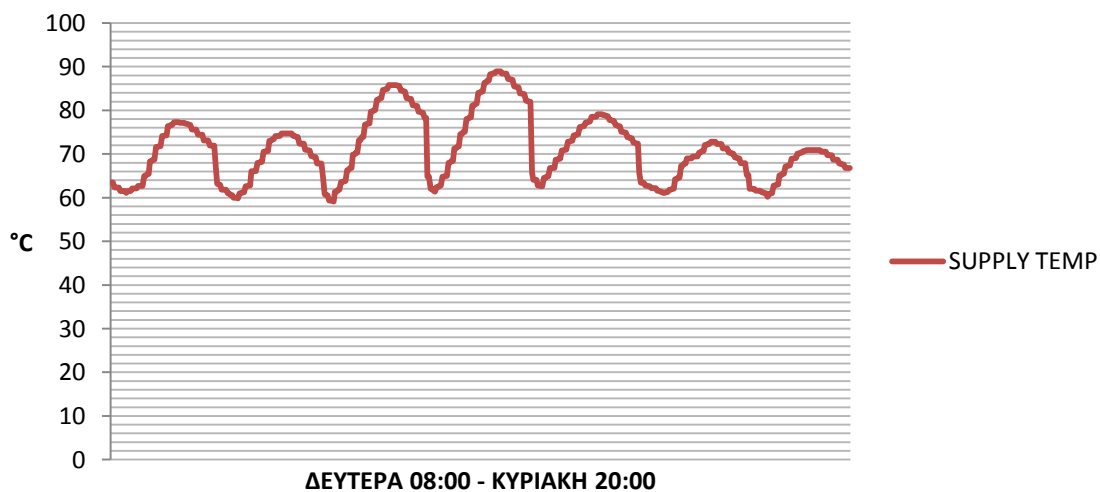
Οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου παραμένουν οι ίδιες και για την τελευταία περίοδο θέρμανσης που παρουσιάζουμε.

Η μέση θερμική ισχύς που διοχετεύτηκε στις κλιματιστικές μονάδες από τους κυλίνδρους αποθήκευσης το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι υψηλότερη από τις δύο προηγούμενες περιόδους και είναι 14.22 KW. Συνολικά οι κλιματιστικές μονάδες τροφοδοτήθηκαν με 1195 KWh θερμικής ενέργειας.

KW ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ 24/02/2014- 02/03/2014

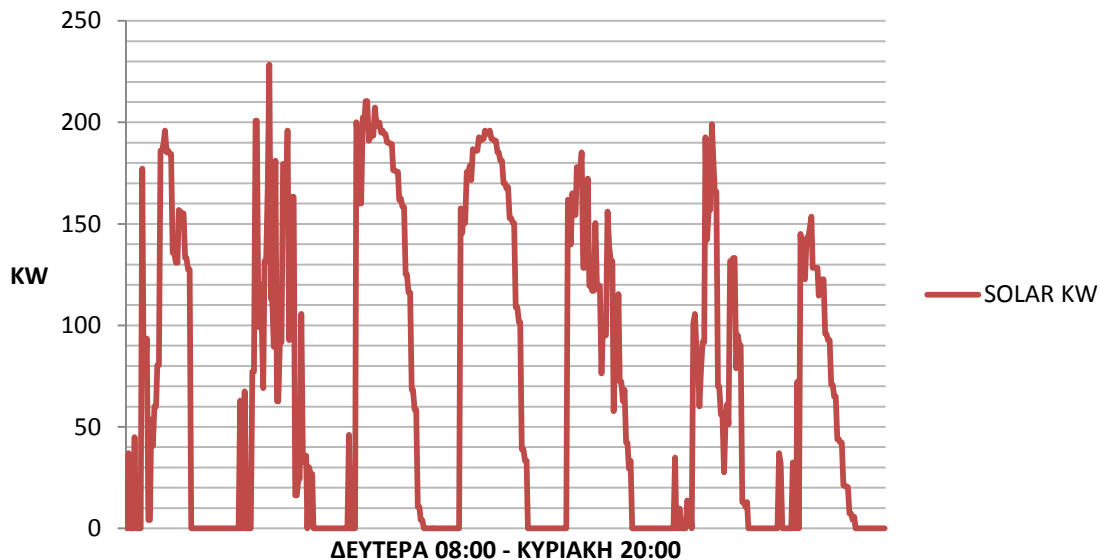


ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 24/02/2014- 02/03/2014



Η μέση θερμοκρασία που τροφοδοτήθηκε στις κλιματιστικές μονάδες είναι επίσης υψηλότερη σε σχέση με τις προηγούμενες χρονικές περιόδους που παρουσιάστηκαν και είναι 71.2 °C. Κυμάνθηκε μεταξύ 59.8 °C και 88.9 °C.

ΚW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 24/02/2014-02/03/2014



Οι υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούσαν τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο στους κυλίνδρους, οφείλονται στην υψηλότερη θερμική ισχύ που συλλέχτηκε από τα ηλιακά πλαίσια. Συγκεκριμένα η μέση τιμή της για τις ώρες λειτουργίας του συστήματος ήταν 67.36 KW και συνολικά συλλέχτηκαν 5658 KWh θερμικής ενέργειας.

Συνολικά καταναλώθηκαν 636 KWh ηλεκτρικής ενέργειας το εν λόγω διάστημα. Ο βαθμός απόδοσης της μηχανολογικής εγκατάστασης ανέρχεται στο 1.88.

5.2 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΨΥΞΗΣ

Όσον αφορά το διάστημα που το σύστημα εκτελεί ψύξη του κτιρίου, για την παρουσίαση των μετρήσεων επιλέγηκε η περίοδος 27 Μαΐου με 2 Ιουνίου 2013, 8 Ιουλίου με 14 Ιουλίου 2013 και 26 Αυγούστου 2013 με 1 Σεπτεμβρίου. Οι μετρήσεις που παρουσιάζονται αφορούν και πάλι εβδομάδες από Δευτέρα μέχρι Κυριακή και μόνο τις ώρες που η μηχανολογική εγκατάσταση που αφορά την λειτουργία των ψυκτών απορρόφησης βρίσκεται σε λειτουργία. Σε αυτή περιλαμβάνονται το σύστημα των τριών ψυκτών, το σύστημα του πύργου ψύξης και το ηλιακό σύστημα. Λόγω του ότι το κάτω όριο της αποδεκτής μέσης θερμοκρασίας των κυλίνδρων για την περίοδο ψύξης τέθηκε στους 45 °C, οι λέβητες δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου ούτε την καλοκαιρινή περίοδο. Το ζεστό νερό που διοχετεύτηκε στους ψύκτες για όλη την περίοδο λειτουργίας τους προέρχεται αποκλειστικά από το ηλιακό σύστημα. Η δειγματοληψία για όλες τις γραφικές παραστάσεις και τιμές που ακολουθούν έγινε και πάλι με συχνότητα πέντε λεπτών.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 27/05/2013 – 02/06/2013

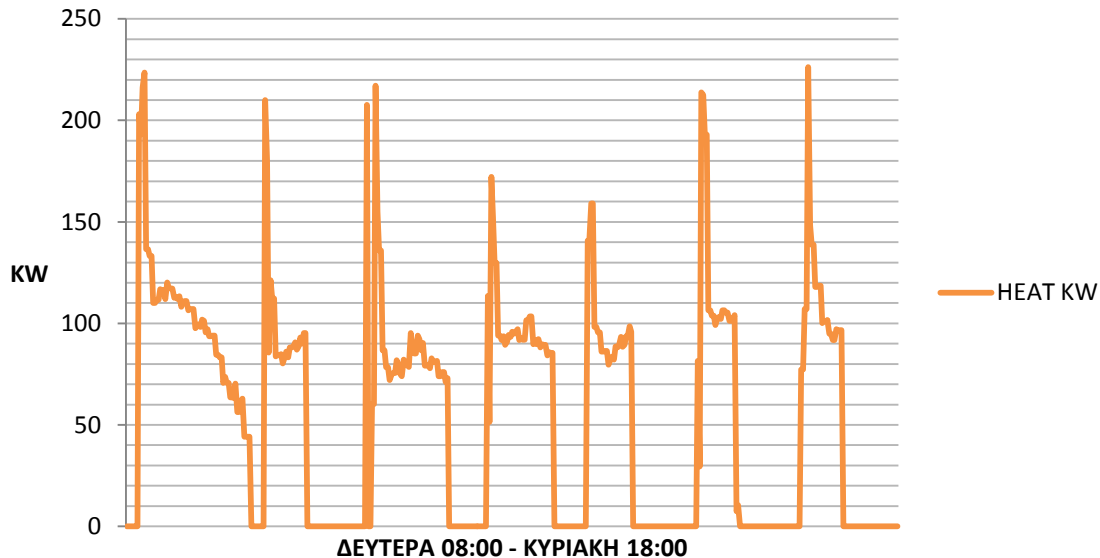
Οι ώρες λειτουργίας των ψυκτών για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ήταν συνολικά 40. Με εξαίρεση την Πέμπτη 30 Μαΐου 2013 όπου η λειτουργία τους ξεκίνησε στις 10:00, τις υπόλοιπες μέρες η λειτουργία τους ξεκίνησε στις 09:00. Ο τερματισμός της λειτουργίας τους κυμάνθηκε μεταξύ 13:00 και 17:00 με εξαίρεση τη Δευτέρα 27 Μαΐου 2013 που η λειτουργία τους τερματίστηκε στις 20:00. Όσον αφορά το ηλιακό σύστημα οι ώρες λειτουργίας της αντλίας ήταν κατά μέσο όρο από τις 08:00 μέχρι τις 18:00. Η μέση ψυκτική ισχύς που τροφοδοτήθηκε στις κλιματιστικές μονάδες τις ώρες λειτουργίας των ψυκτών ήταν 58.24 KW και συνολικά οι κλιματιστικές μονάδες τροφοδοτήθηκαν με 2344 KWh ψυκτικής ενέργειας.

KW ΨΥΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ 27/05/2013-02/06/2013



Η μέση θερμική ισχύς που προσδόθηκε στους ψύκτες από το ηλιακό σύστημα στο διάστημα της λειτουργίας τους ήταν 97.72 KW. Καθώς η απόδοση των ψυκτών απορρόφησης ορίζεται ως ο λόγος της ψυκτικής ισχύς που παράγουν προς τη θερμική ισχύ που λαμβάνουν, η μέση απόδοση των ψυκτών το συγκεκριμένο διάστημα ήταν 0.59.

KW ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΚΤΗ 27/05/2013-02/06/2013



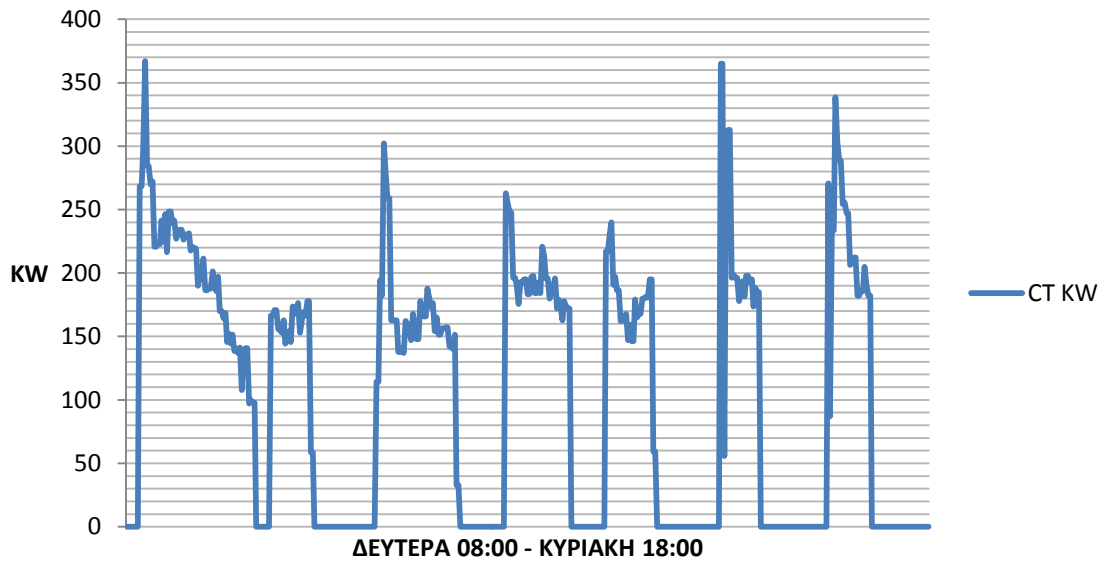
Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα γραφήματα το επόμενο δείχνει τη θερμοκρασία τροφοδοσίας των ψυκτών από τους κυλίνδρους αποθήκευσης μόνο για το διάστημα στο οποίο οι ψύκτες ήταν σε λειτουργία. Κυμάνθηκε από 57.3 °C μέχρι τους 81.7 °C με μέση τιμή τους 68.15 °C.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 27/05/2013-02/06/2013



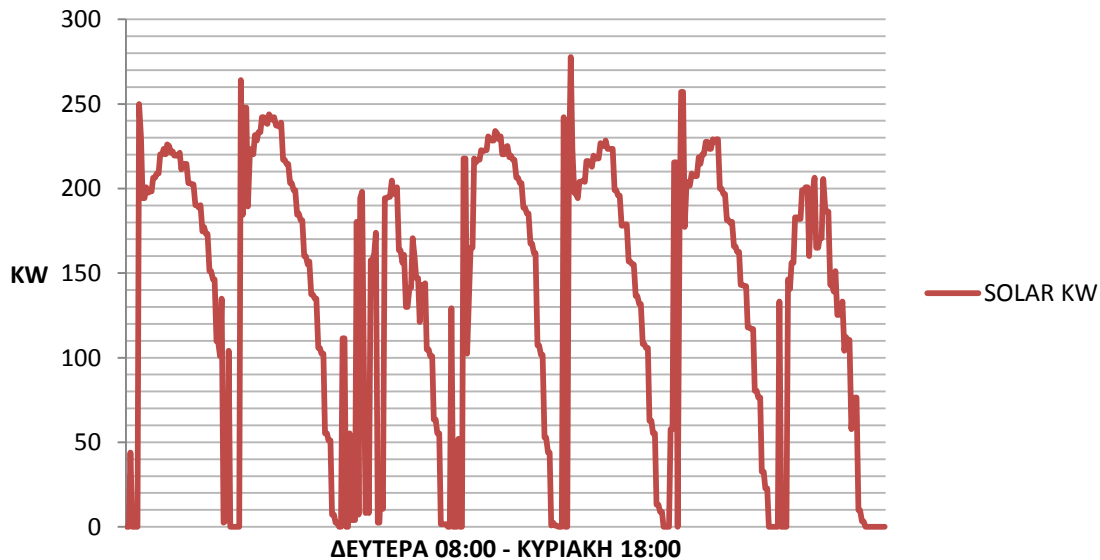
Στους ψύκτες προσδόθηκαν επίσης κατά μέσο όρο 182.124 KW ψυκτικής ενέργειας από τον πύργο ψύξης.

KW ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ 27/05/2013-02/06/2013



Από τα ηλιακά πλαίσια συλλέχτηκαν κατά μέσο όρο 138 KW τις ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης.

KW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 27/05/2013-02/06/2013



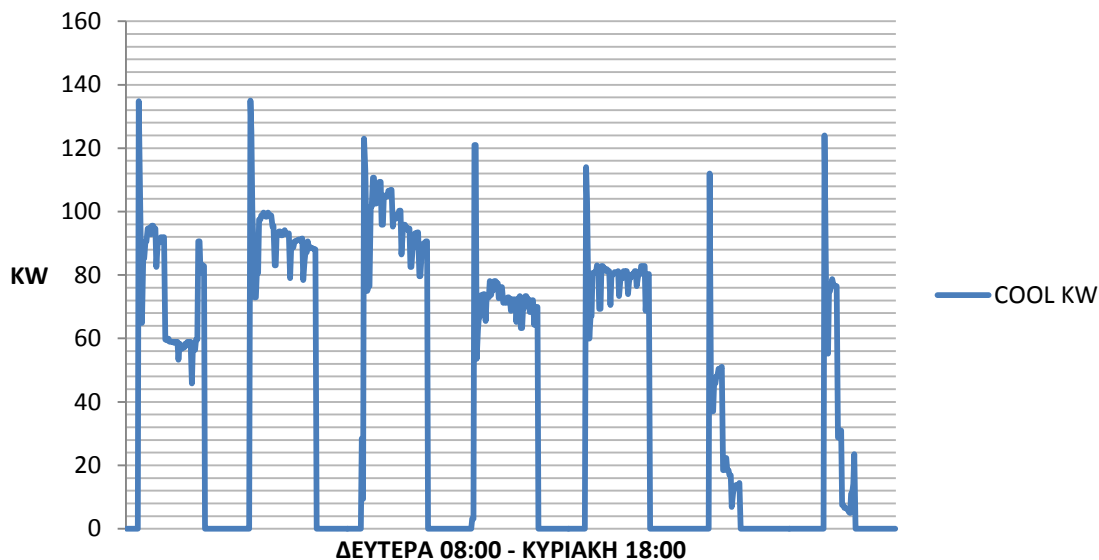
Το διάστημα λειτουργίας της εγκατάστασης καταναλώθηκαν συνολικά 1082 KWh ηλεκτρικής ενέργειας. Άρα η συνολική απόδοση της εγκατάστασης ήταν 2.17 για τη συγκεκριμένη εβδομάδα.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 08/07/2013 – 14/07/2013

Σε αντίθεση με την προηγούμενη χρονική περίοδο που εξετάστηκε τη συγκεκριμένη εβδομάδα οι ώρες λειτουργίας των ψυκτών ήταν συγκεκριμένες. Δευτέρα έως Παρασκευή από τις 10:00 μέχρι τις 16:00 και το Σαββατοκύριακο από τις 11:00 μέχρι τις 14:00. Οι ώρες λειτουργίας του ηλιακού συστήματος είναι πανομοιότυπες και για τα τρία χρονικά διαστήματα που παρουσιάζουμε κατά μέσο όρο από τις 08:00 μέχρι τις 18:00.

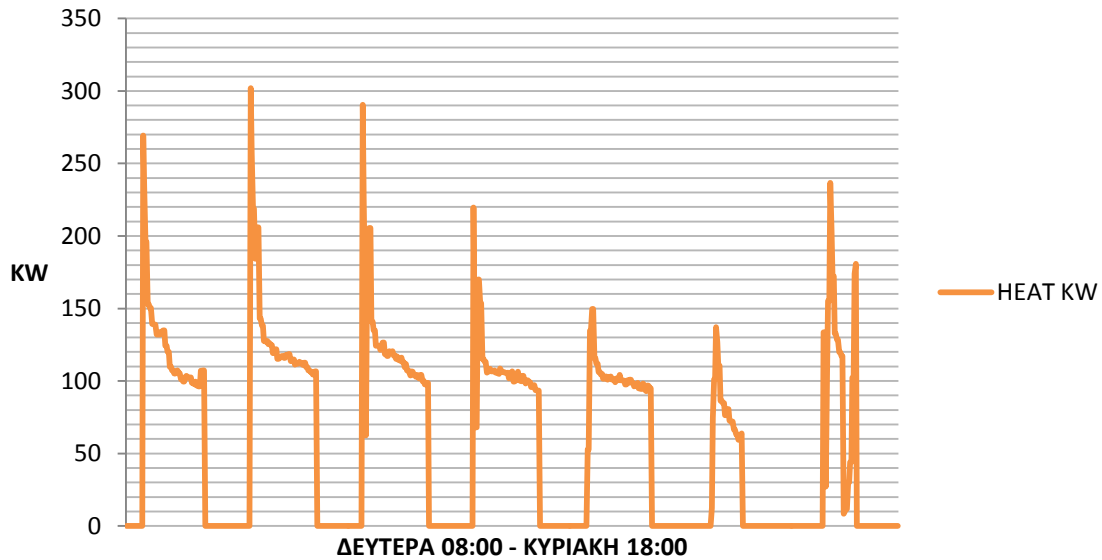
Οι ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη ήταν μεγαλύτερες τη συγκεκριμένη εβδομάδα. Κατά μέσο όρο, στο διάστημα της λειτουργίας τους, οι ψύκτες τροφοδότησαν τις κλιματιστικές μονάδες με 74.6 KW ψυκτικής ισχύος. Συνολικά προσδόθηκαν στις κλιματιστικές μονάδες 2685 KWh ψυκτικής ενέργειας.

KW ΨΥΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ 08/07/2013-14/07/2013

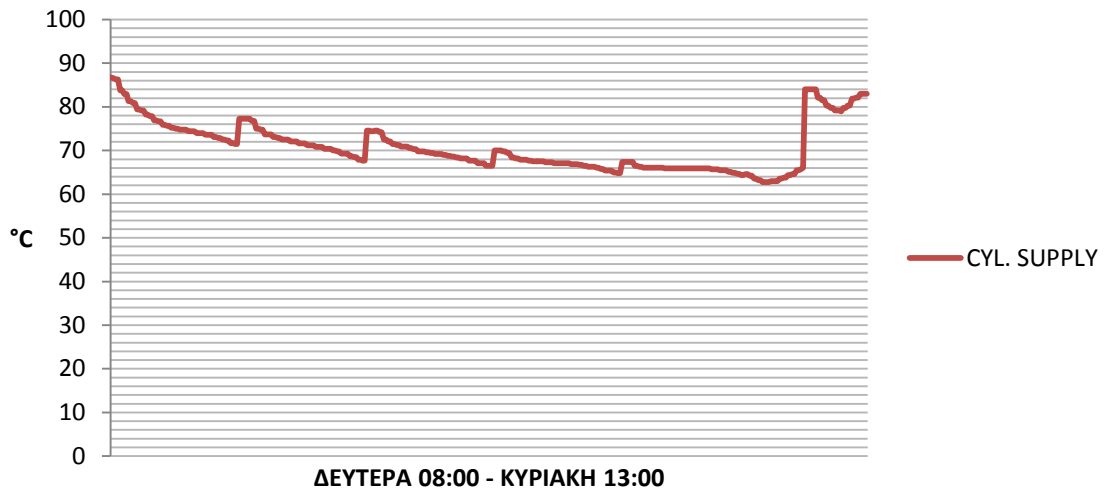


Για τη λειτουργία τους οι ψύκτες τροφοδοτήθηκαν με 113.03 KW θερμική ισχύος κατά μέσο όρο από το ηλιακό σύστημα στο διάστημα της λειτουργίας τους. Έτσι η μέση τιμή της απόδοσης των ψυκτών ανέρχεται στο 0.66. Η μέση τιμή της θερμοκρασίας που τροφοδοτήθηκε στους ψύκτες, μόνο για το διάστημα της λειτουργίας τους, ανέρχεται στους 70.82 °C. Συγκεκριμένα κυμάνθηκε μεταξύ 62.8 °C και 86.7 °C.

ΚW ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΚΤΗ 08/07/2013-14/07/2013



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 08/07/2013-14/07/2013



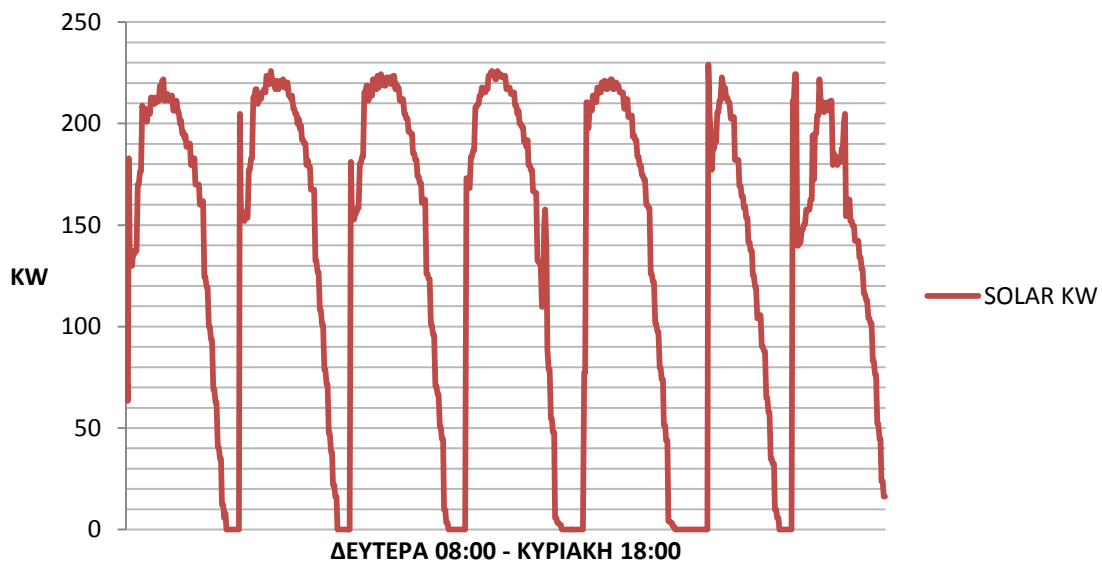
Επίσης τις ώρες που οι ψύκτες βρίσκονταν σε λειτουργία προσδόθηκαν σε αυτούς κατά μέσο όρο 216.103 KW ψυκτικής ισχύος από το σύστημα του πύργου ψύξης.

ΚW ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ 08/07/2013-14/07/2013



Για όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της εγκατάστασης το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα συλλέχτηκαν 138.1 KW κατά μέσο όρο από τα ηλιακά πλαίσια.

ΚW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 08/07/2013-14/07/2013



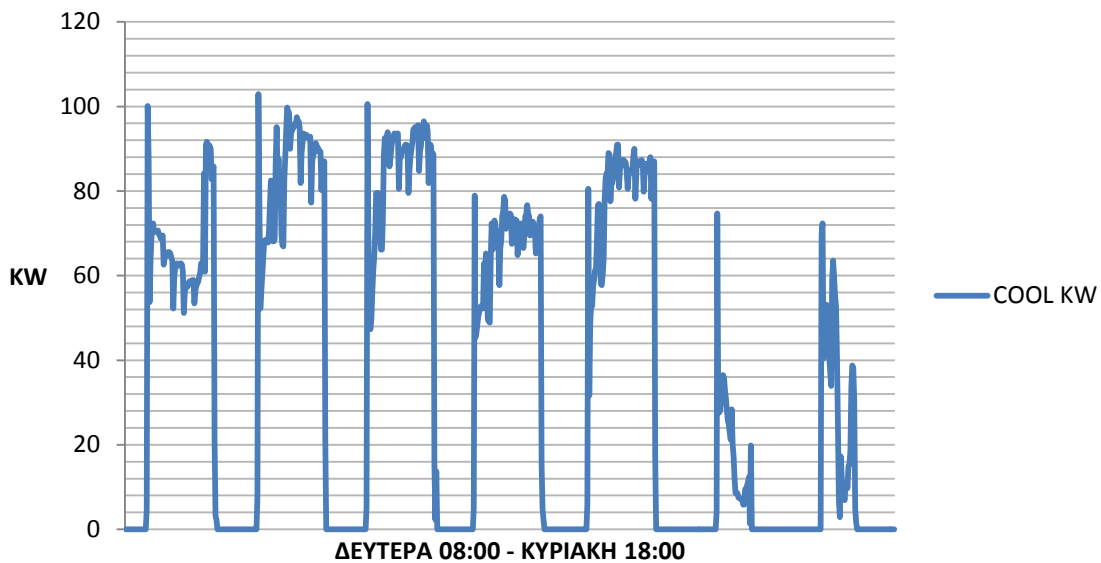
Στο αναφερόμενο χρονικό διάστημα καταναλώθηκαν 1130 KWh ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνολική απόδοση της μηχανολογικής εγκατάστασης ανέρχεται στο 2.38.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 26/08/2013 – 01/09/2013

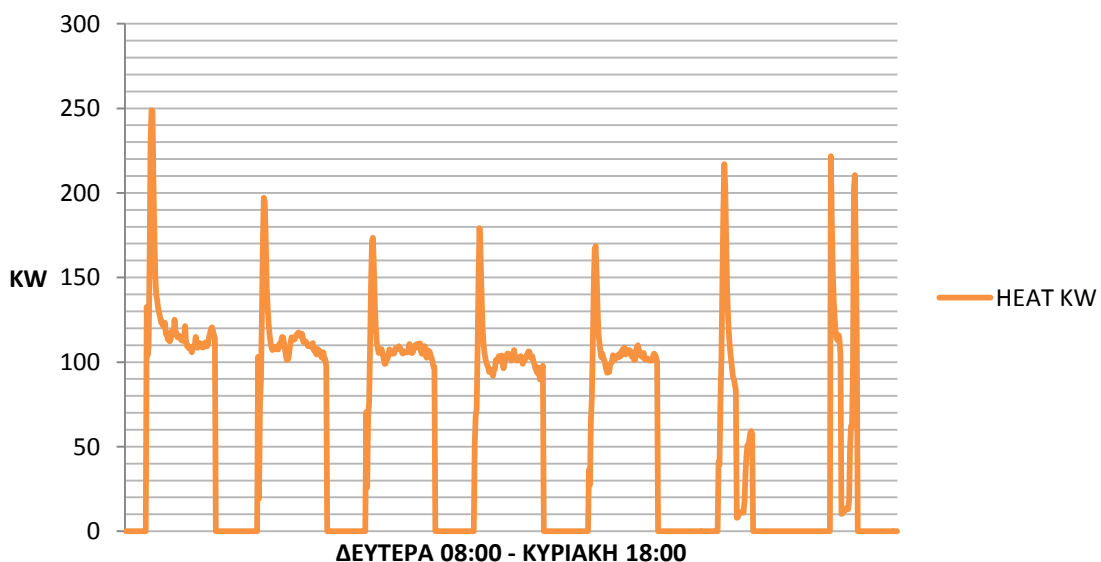
Οι ώρες λειτουργίας των ψυκτών για την τελευταία χρονική περίοδο που θα παρουσιάσουμε είναι οι ίδιες ακριβώς με την περίοδο 08/07/2013 με 14/07/2013. Επίσης η αντλία κυκλοφορίας του νερού στο ηλιακό σύστημα είναι και πάλι κατά μέσο όρο από τις 08:00 μέχρι τις 18:00 καθημερινά.

Κατά μέσο όρο, στο διάστημα της λειτουργίας τους, οι ψύκτες τροφοδότησαν τις κλιματιστικές μονάδες με 65.3 KW ψυκτικής ισχύος. Συνολικά προσδόθηκαν στις κλιματιστικές μονάδες 2350 KWh ψυκτικής ενέργειας.

KW ΨΥΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ 26/08/2013-01/09/2013



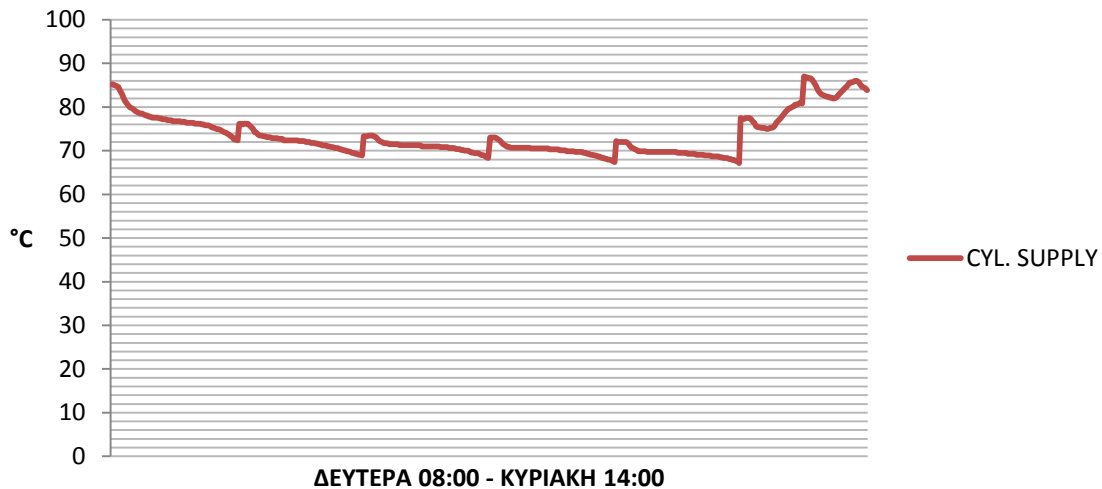
KW ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΚΤΗ 26/08/2013-01/09/2013



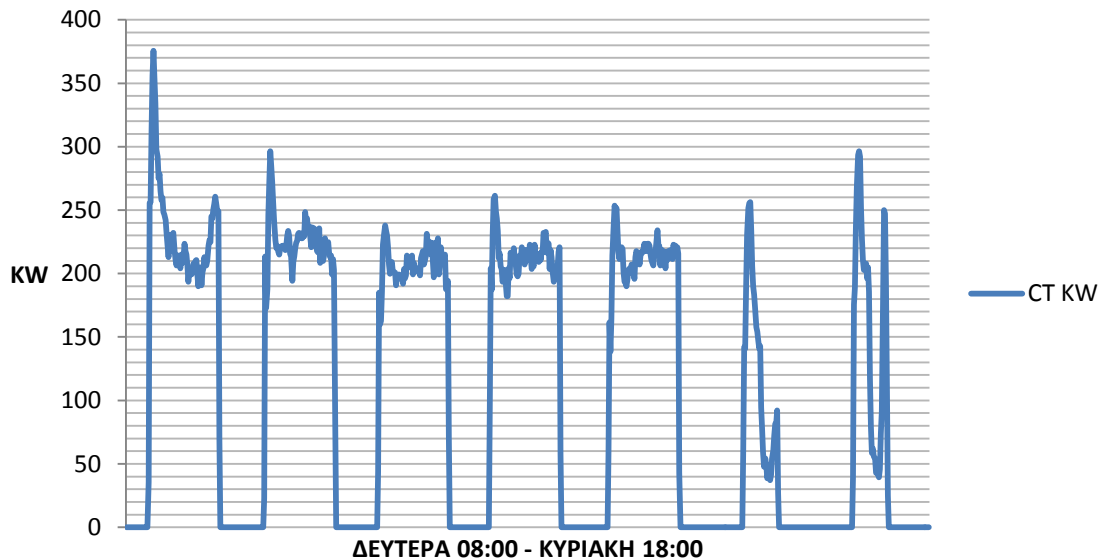
Οι κύλινδροι αποθήκευσης του ηλιακού τροφοδότησαν κατά μέσο όρο τους ψύκτες με 101.1 KW θερμικής ισχύος. Επομένως η μέση απόδοση των ψυκτών για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν 0.64.

Η μέση θερμοκρασία τροφοδοσίας των ψυκτών για τις ώρες που αυτοί βρίσκονταν σε λειτουργία ήταν 73.59 °C. Κυμάνθηκε μεταξύ και 67.4 °C και 86.8 °C.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ 26/08/2013-01/09/2013



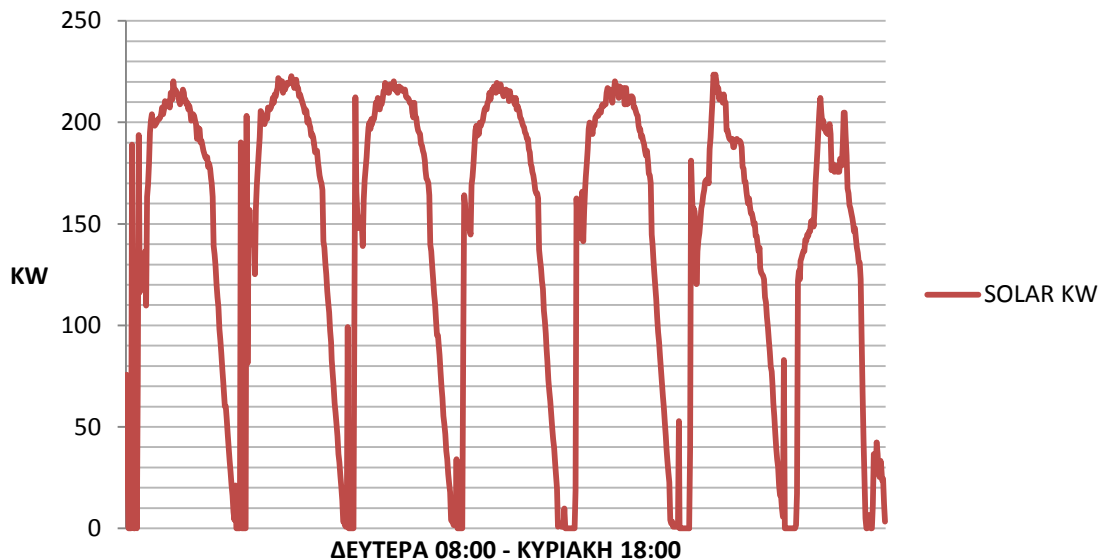
KW ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ 26/08/2013-01/09/2013



Επίσης ο μέσος όρος της ψυκτικής ισχύος με την οποία τροφοδοτήθηκαν στο διάστημα της λειτουργίας τους οι ψύκτες ήταν 201.15 KW.

Από το ηλιακό σύστημα συλλέχτηκαν κατά μέσο όρο 142.39 KW θερμικής ισχύος.

KW ΗΛΙΑΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ 26/08/2013-01/09/2013



Στο αναφερόμενο διάστημα η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώθηκε ήταν 1063 KWh. Επομένως ο συντελεστής απόδοσης της εγκατάστασης για το χρονικό διάστημα που εξετάστηκε είναι 2.2.

5.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά τη περίοδο θέρμανσης παρατηρούμε ότι ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλός για καμία από τις τρεις περιόδους που εξετάστηκαν. Αυτό σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στις χαμηλές ανάγκες της κτιριακής εγκατάστασης για θερμική ενέργεια, καθώς η ηλεκτρική κατανάλωση που καταναλώνεται για την παραγωγή του ζεστού νερού είναι σε μεγάλο βαθμό δεδομένη. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί και από τις ηλεκτρικές καταναλώσεις των χρονικών διαστημάτων που παρουσιάστηκαν. Για το λόγο αυτό το σύστημα παρουσιάζει τον μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης του τη περίοδο 24/2/2014 με 2/3/2014 που υπήρχε και η μεγαλύτερη κατανάλωση θερμικής ενέργειας. Παρατηρούμε ότι τη συγκεκριμένη περίοδο η ηλεκτρική κατανάλωση παραμένει στα ίδια περίπου επίπεδα με τις άλλες δύο περιόδους που εξετάστηκαν.

Μπορούμε να δούμε ότι τη περίοδο θέρμανσης παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ της θερμικής ισχύος που συλλέγεται από τα ηλιακά πλαίσια και της θερμικής ισχύος που τελικά αξιοποιείται για τη θέρμανση των χώρων του κτιρίου. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η θερμική ισχύς που καταγράφεται δεν καταλήγει απαραίτητα στους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος. Μέρος της θερμικής ισχύος που καταγράφεται οφείλεται στην ανακύκλωση του νερού μέσα από τα ηλιακά πλαίσια, όταν η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων αποθήκευσης δεν είναι πέραν των 5 °C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία παροχής του συστήματος των ηλιακών πλαισίων προς το μηχανοστάσιο. Αυτό όμως δεν δικαιολογεί τη μεγάλη διαφορά που παρατηρείται, κάτι που δείχνει ότι υπάρχουν μεγάλες απώλειες θερμότητας από τους κυλίνδρους αποθήκευσης, ειδικά τη χειμερινή περίοδο. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι, στα διαστήματα που εξετάστηκαν, καταγράφηκαν πτώσεις της μέσης θερμοκρασίας των κυλίνδρων μεγαλύτερες των 15 °C τη διάρκεια της νύχτας όπου το σύστημα είναι εκτός λειτουργίας.

Στα θετικά καταγράφεται ότι δεν υπήρξε καθόλου ανάγκη για τη χρήση των λεβήτων πετρελαίου αφού όλη η θερμική ενέργεια που καταναλώθηκε τη χειμερινή περίοδο συλλέχτηκε από το ηλιακό σύστημα. Επίσης ο σχεδιασμός του συστήματος έγινε καθαρά με γνώμονα την απόδοση του τη περίοδο που εκτελεί ψύξη του κτιρίου που είναι και η περίοδος όπου υπάρχουν και υψηλότερες ανάγκες ενέργειας στη Κύπρο. Παραμένει όμως το γεγονός ότι θα μπορούσαν να επιτευχθούν καλύτεροι βαθμοί απόδοσης με συστήματα χαμηλότερου κόστους.

Κατά τη περίοδο ψύξης του κτιρίου, οι βαθμοί απόδοσης που παρατηρούνται είναι σίγουρα καλύτεροι από τη χειμερινή περίοδο αλλά μάλλον κατώτεροι του αναμενομένου. Παρατηρούμε και πάλι ότι η ηλεκτρική κατανάλωση είναι σε μεγάλο βαθμό σταθερή και οφείλεται στα μέρη του συστήματος με δεδομένη κατανάλωση που πρέπει να βρίσκονται σε λειτουργία, ανεξαρτήτως του ύψους της ζήτησης για ψυκτική ενέργεια. Είναι ξεκάθαρο ότι υπήρξε υπερεκτίμηση των αναγκών του κτιρίου σε ψυκτική ισχύ ή ότι το κτίριο δεν έχει την αναμενόμενη χρήση. Σε κάθε περίπτωση το αποτέλεσμα είναι ο εκάστοτε ψύκτης απορρόφησης που βρίσκεται σε λειτουργία να δουλεύει αρκετά πιο κάτω από την ονομαστική του ισχύ (95 KW), επηρεάζοντας το βαθμό απόδοσης της μηχανολογικής εγκατάστασης. Μπορούμε να δούμε και από τα χρονικά διαστήματα που εξετάστηκαν ότι ο υψηλότερος βαθμός απόδοσης των ψυκτών αλλά και της εγκατάστασης γενικότερα, παρουσιάζεται το διάστημα που υπάρχουν οι μεγαλύτερες

ανάγκες σε ψυκτική ενέργεια, παρόλο που σε άλλο χρονικό διάστημα η μέση παροχή ζεστού νερού στους ψύκτες είναι πιο κοντά στους 75 °C (θερμοκρασία προδιαγραφών). Επίσης φαίνεται και από το γεγονός ότι εγκαταστάθηκαν τρεις ψύκτες απορρόφησης ενώ στη πράξη ανά πάσα στιγμή μόνο ένας βρίσκεται σε λειτουργία.

Στον αρχικό σχεδιασμό του έργου, υπήρχαν σενάρια που αφορούσαν τη λειτουργία του συστήματος BMS που προέβλεπαν την ενεργοποίηση και δεύτερου ψύκτη κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Στην πράξη τα σενάρια αυτά ακυρώθηκαν για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι δεν υπήρχε αρκετά υψηλή κατανάλωση ψυκτικής ενέργειας από τις κλιματιστικές μονάδες που να δικαιολογεί τη λειτουργία δεύτερου ψύκτη. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι ο όγκος ζεστού νερού που υπάρχει στους κυλίνδρους αποθήκευσης δεν είναι ικανός να υποστηρίξει τη λειτουργία δύο ψυκτών ταυτόχρονα.

Μπορούμε να δούμε και από τα χρονικά διαστήματα που παρουσιάστηκαν ότι ακόμη και τις μέρες που η μέση θερμοκρασία των κυλίνδρων το πρωί προσέγγιζε τους 90 °C και παρά τη συνεχή τροφοδότηση τους με ζεστό νερό από το ηλιακό σύστημα, το απόγευμα η θερμοκρασία τους ήταν οριακά στα επίπεδα που απαιτεί η λειτουργία των ψυκτών. Έτσι ενώ στον αρχικό σχεδιασμό η τροφοδοσία των ψυκτών με ζεστό νερό από τους κυλίνδρους γινόταν από ένα κύλινδρο κάθε φορά, στην πορεία υλοποίησης του έργου αποφασίστηκε η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση και των τριών κυλίνδρων. Το ίδιο ισχύει και όσον αφορά τη τροφοδοσία των κυλίνδρων με ζεστό νερό από το ηλιακό σύστημα. Στον αρχικό σχεδιασμό ανάλογα με τη θερμοκρασία κάθε κυλίνδρου, αποφαιζόταν ποιος θα τροφοδοτούσε τους ψύκτες και ποιος θα δεχόταν την ενέργεια από το ηλιακό σύστημα, κάτι που κατά την υλοποίηση του έργου ακυρώθηκε.

Η έλλειψη περισσότερου όγκου αποθήκευσης του νερού του ηλιακού συστήματος αναγκάζει και τους χειριστές του συστήματος να θέτουν τους ψύκτες σε λειτουργία, ακόμη και τις μέρες που το κτίριο δεν χρησιμοποιείται. Ο λόγος είναι ότι θέλουν να αποφύγουν τις υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες στους κυλίνδρους αλλά και στα ηλιακά πλαίσια που θα έχουν ως αποτέλεσμα την ατμοποίηση του νερού. Φυσικά αν οι κύλινδροι φτάσουν τους 110 °C το σύστημα BMS θα ενεργοποιήσει αυτόματα τη λειτουργία των ψυκτών. Σε μεγάλο βαθμό η μη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ή περισσότερων κυλίνδρων αποθήκευσης είναι δικαιολογημένη, αφού πρακτικά δεν υπάρχει καθόλου επιπλέον χώρος στο μηχανοστάσιο ή περιμετρικά του κτιρίου. Για τον ίδιο λόγο δεν εγκαταστάθηκε και γεννήτρια για εφεδρική παροχή του κτιρίου με ηλεκτρισμό σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης. Η ανάγκη για τη χρήση γεννήτριας διαφάνηκε, όταν συνέβηκε διακοπή της ηλεκτροδότησης του κτιρίου κατά τη διάρκεια της θέσης της μηχανολογικής εγκατάστασης και του συστήματος BMS σε λειτουργία. Το αποτέλεσμα ήταν να σταματήσει η λειτουργία της αντλίας κυκλοφορίας του ηλιακού συστήματος και το νερό στα πλαίσια να ατμοποιηθεί και να αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα από τους αυτόματους εξαεριστήρες του ηλιακού κυκλώματος.

Όσον αφορά τη μηχανολογική εγκατάσταση, αποτελεί παράβλεψη το γεγονός ότι δεν εγκαταστάθηκε μία τριοδική βαλβίδα μίξης στο κύκλωμα που συνδέει τους κυλίνδρους αποθήκευσης με τους ψύκτες απορρόφησης την περίοδο ψύξης και με τις κλιματιστικές μονάδες κατά τη περίοδο θέρμανσης. Μέσω του αναλογικού ελέγχου της βαλβίδας, το σύστημα BMS θα έλεγχε τη θερμοκρασία παροχής προς τους ψύκτες το καλοκαίρι και προς τις κλιματιστικές μονάδες το χειμώνα. Με αυτό τον τρόπο, όταν οι θερμοκρασίες στους κυλίνδρους αποθήκευσης του ηλιακού συστήματος είναι υψηλές, η τροφοδοσία στους ψύκτες θα ήταν ακριβώς 75 °C που απαιτούν οι προδιαγραφές τους

και προς τις κλιματιστικές μονάδες 70 °C ή και χαμηλότερη. Με την υπάρχουσα εγκατάσταση αν οι κύλινδροι έχουν 90 °C μέση θερμοκρασία, διοχετεύεται νερό 90 °C στους ψύκτες το καλοκαίρι ή στις κλιματιστικές μονάδες τον χειμώνα. Έτσι έχουμε μεγάλη σπατάλη ενέργειας, τονίζεται ακόμη περισσότερο η ανεπάρκεια των κυλίνδρων να συντηρήσουν τη λειτουργία των ψυκτών και επίσης προκαλείται αχρείαστη φθορά στο σύστημα, ειδικά στις βαλβίδες ελέγχου των κλιματιστικών μονάδων.

Μία ακόμη παρατήρηση σχετικά με την μηχανολογική εγκατάσταση είναι ότι δεν γίνεται καθόλου εκμετάλλευση των εξωτερικών συνθηκών που επικρατούν, ειδικά στις ενδιάμεσες εποχές του χρόνου. Την περίοδο ψύξης, στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες που εισάγουν φρέσκο αέρα από το περιβάλλον, μπορεί να εφαρμοστεί σενάριο ελέγχου από το σύστημα BMS που όταν οι εξωτερικές συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές από τις συνθήκες που επικρατούν εντός του κτιρίου (συνήθως το βράδυ), αυτές να ενεργοποιούνται αυτόματα ώστε να τροφοδοτήσουν με φρέσκο αέρα τον χώρο του κτιρίου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται free cooling (δωρεάν ψύξη) και έχει ως αποτέλεσμα τη ψύξη σε ένα βαθμό των χώρων της εγκατάστασης με ελάχιστη σπατάλη ενέργειας. Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση κάτι τέτοιο δεν μπορούσε να εφαρμοστεί από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, καθώς αυτές εκτελούν 100 % ανακύκλωση του αέρα που βρίσκεται εντός του κτιρίου. Θα μπορούσε όμως να εφαρμοστεί στις κεντρικές μονάδες εξαερισμού και προσαγωγής φρέσκου αέρα (HRV) αν σε αυτές η παράκαμψη του εναλλάκτη θερμότητας ελεγχόταν μέσω κινητήρα από το σύστημα BMS και όχι χειροκίνητα.

Βελτιώσεις σίγουρα θα μπορούσαν να γίνουν όσον αφορά το σύστημα BMS, αν και αρκετές από αυτές έχουν και το ανάλογο κόστος. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

1. Έχουμε ήδη αναφέρει ότι με ένα αισθητήριο θερμοκρασίας στον αεραγωγό προσαγωγής του αέρα από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες στους χώρους του κτιρίου θα μπορούσε να γίνει έλεγχος συστοιχίας (cascade control) με αποτέλεσμα πολύ καλύτερο έλεγχο της θερμοκρασίας του κτιρίου. Επίσης θα μπορούσαν να τεθούν άνω και κάτω όρια στη θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα, βελτιώνοντας την άνεση των επισκεπτών στα σημεία που ο αέρας εισέρχεται στον χώρο αλλά και αποφεύγοντας άσκοπη σπατάλη ενέργειας.
2. Ο έλεγχος των ψυκτών απορρόφησης θα μπορούσε να γίνει μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας και όχι μέσω συρματώσεων και φυσικών εισόδων και εξόδων. Με αυτό τον τρόπο εκτός από το ξεκίνημα και σταμάτημα της λειτουργίας τους και τη λήψη μηνύματος βλάβης, θα μπορούσαν να λαμβάνονται όλες οι πληροφορίες και μετρήσεις που υπάρχουν στις ηλεκτρονικές μονάδες των ψυκτών και να καταγράφονται από το σύστημα BMS. Έτσι θα μπορούσε να εξεταστούν όλες οι παράμετροι της λειτουργίας και απόδοσης τους.
3. Κάποιοι από τους κινητήρες των βαλβίδων του συστήματος θα μπορούσαν να παρέχουν σήμα επιβεβαίωσης της θέσης της βαλβίδας. Για παράδειγμα αν μία από τις βαλβίδες που αλλάζουν θέση κατά την εναλλαγή από θέρμανση σε ψύξη “κολλήσει” το σύστημα θα εμπόδιζε την εκκίνηση της λειτουργίας των αντλιών και τη πρόκληση φθοράς στην μηχανολογική εγκατάσταση.
4. Θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένα αισθητήριο ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτιρίου ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί ο βαθμός απόδοσης των ηλιακών πλαισίων.

5. Θα μπορούσαν να τοποθετηθούν αισθητήρια θερμοκρασίας σε κατάλληλα σημεία στα ηλιακά πλαίσια ώστε να μετράται η θερμοκρασία τους. Λόγω του ότι αυτή τη στιγμή μετράται μόνο η θερμοκρασία παροχής και επιστροφής του νερού προς/από τα κυκλώματα των πλαισίων είναι αναγκαία η περιοδική ενεργοποίηση της αντλίας κυκλοφορίας του νερού, με αποτέλεσμα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
6. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η απόφαση για την εγκατάσταση των μετρητών ροής πάρθηκε αφού το έργο ήταν κοντά στην ολοκλήρωση του. Αυτό απέκλειε τη χρήση θερμιδομετρητών οι οποίοι είναι οι πλέον κατάλληλοι για τις μετρήσεις ενέργειας, ή έστω μετρητών ροής υψηλής ακρίβειας αφού και οι δύο λύσεις θα απαιτούσαν την επέμβαση στις υπάρχουσες σωληνώσεις. Ακόμη και η λύση των εμβαπτιζόμενων μετρητών που τελικά χρησιμοποιήθηκαν έγινε με μεγάλη δυσκολία αφού δεν είχαν προνοηθεί τα κατάλληλα ευθύγραμμα τμήματα στις σωληνώσεις για τη σωστή λειτουργία τους. Χρειάστηκαν επαναλαμβανόμενες δοκιμές και μετρήσεις για τη όσο το δυνατόν πιο σωστή ρύθμιση της μέτρησης που λαμβάνουν.
7. Θα μπορούσε να καταγράφεται η ενέργεια που καταλήγει στους κυλίνδρους από το ηλιακό σύστημα για μια πιο σωστή ανάλυση και εντοπισμό των απωλειών του συστήματος σε θερμική ενέργεια.

Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι το συγκεκριμένο σύστημα δεν εγκαταστάθηκε μόνο με γνώμονα τον κλιματισμό του κτιρίου. Λόγω και του γεγονότος ότι πρόκειται για εργαστήρια του τμήματος μηχανολόγων μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, είχε και εκπαιδευτικό χαρακτήρα, και έγινε μια προσπάθεια της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σίγουρα η εγκατάσταση επιδέχεται βελτιώσεις, αν και σε αρκετά σημεία υπάρχουν περιορισμοί και από την χρήση αλλά και από το μέγεθος και την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι μέχρι το 2011 που εγκαινιάστηκε το συγκεκριμένο κτίριο, η συντριπτική πλειοψηφία των προσπαθειών για εγκατάσταση ψυκτών απορρόφησης στην Κύπρο είχαν καταλήξει σε παταγώδη αποτυχία. Αν ληφθεί υπόψη και η γενικότερη έλλειψη τεχνογνωσίας που υπήρχε για το αντικείμενο των ψυκτών απορρόφησης στην Κύπρο, αλλά και η απειρία όλων των συμβαλλόμενων πλευρών όσον αφορά το σχεδιασμό και την εκτέλεση του έργου το τελικό αποτέλεσμα κρίνεται ικανοποιητικό.

Βιβλιογραφία

1. DESIGO Technical Principles, CM110664en, SIEMENS, 2010
2. Τεχνολογίες παραγωγής ψύξης και κλιματισμού με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και παραδείγματα εφαρμογών, Καραγιώργας Μιχαήλ, 2008
3. PID Control, Karl Johan Astrom, 2002
4. Side Stream Filtration, for Cooling Towers, Pacific Northwest National Laboratory, 2012
5. Controllers and Control Systems, SAMSON AG
6. Οδηγός Ηλιακού κλιματισμού, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ
7. Control Valve Handbook, EMERSON, Fourth Edition 2005
8. Application Notes for Valve Sizing, SAMSON, 2012
9. Process Control for Practitioners, Jacques Smuts, 2011
10. Η επίδραση των αυτοματισμών στην κτιρίου και των λειτουργιών ελέγχου στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, SIEMENS, 2008
11. Code for Environmental Sustainability Of Buildings Version 1.0, Building and Construction Authority, 2008
12. A Survey of Control Technologies in the building Automation, Timothy I. Salisbury
13. Integration of real-time data into building automation systems, Air-Conditioning and refrigeration technology institute, 2003
14. Real-time supervision of building HVAC performance, Natasa Djuric, 2008
15. Handbook of air conditioning system design, Carrier