

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΞΥΠΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΜΟΝΑΔΩΝ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΜΑΤΣΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Ι. ΝΤΟΥΝΗΣ**

**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012**

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	σελ. 9
Εισαγωγή .....	σελ. 10
Αντικείμενο – Δομή εργασίας .....	σελ. 11
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : BEMS και η εφαρμογή τους σε αγροτική μονάδα .....	σελ. 13
1.1 Ιστορία των BEMS .....	σελ. 13
1.2 Υποσταθμοί - έξυπνοι υποσταθμοί .....	σελ. 17
1.3 Δομή Υποσταθμού – κεντρικός σταθμός .....	σελ. 22
1.4 Πλεονεκτήματα BEMS .....	σελ. 25
1.5 Αισθητήρες .....	σελ. 26
1.6 Εφαρμογή συστήματος BEMS σε θερμοκήπιο με χρήση AHU ( Air Handling Unit ) .....	σελ. 28
1.7 Κόστος .....	σελ. 34
1.8 Εφαρμογή συστήματος BEMS σε αγροτική μονάδα .....	σελ. 35
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Πρωτόκολλα επικοινωνίας .....	σελ. 39
2.1 EIBUS .....	σελ. 39
2.1.1 Χρήση .....	σελ. 39
2.1.2 Γραμμή του Διαύλου .....	σελ. 40
2.1.3 Τοπολογία .....	σελ. 40
2.1.4 Μετάδοση .....	σελ. 40
2.2 PROFIBUS (PROcess Field BUS) .....	σελ. 41
2.2.1 Βασικές ιδιότητες .....	σελ. 42
2.2.2 Εύκολη συντήρηση .....	σελ. 42
2.3 CANbus (Controller Area Network) .....	σελ. 42

2.3.1	Επισκόπηση .....	σελ. 44
2.3.2	Απόδοση .....	σελ. 44
2.3.3	Πλεονεκτήματα .....	σελ. 44
2.3.4	Μειονεκτήματα .....	σελ. 44
2.4	LonWorks .....	σελ. 45
2.4.1	Neurons .....	σελ. 45
2.4.2	Επεκτασιμότητα .....	σελ. 46
2.4.3	Αξιόπιστη λειτουργία .....	σελ. 46
2.4.4	LonTalk .....	σελ. 46
2.5	BACnet (Building Automation and Control net) .....	σελ. 47
2.6	BitBus .....	σελ. 48
2.6.1	Χαρακτηριστικά .....	σελ. 48
2.6.2	Μειονεκτήματα .....	σελ. 49
2.7	Σύγκριση .....	σελ. 50
2.8	Το Πρότυπο KNX/EIB .....	σελ. 52
2.8.1	Τρόποι μετάδοσης .....	σελ. 53
2.8.2	Τοπολογία και οργάνωση διαύλου .....	σελ. 53
2.8.3	Μετάδοση πληροφορίας – τηλεγραφήματα .....	σελ. 54
2.8.4	Συνδρομητές διαύλου .....	σελ. 55
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> :	Έξυπνο σπίτι .....	σελ. 57
3.1	Εγχειρίδιο χρήσης έξυπνου σπιτιού .....	σελ. 57

Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> : Ανάπτυξη διαδραστικής επιφάνειας .....	σελ. 75
4.1 1 Εφαρμογή διαχείρισης έξυπνου σπιτιού με χρήση του GUI του MATLAB .....	σελ. 75

## Λίστα εικόνων

1.1 Υποσταθμοί .....	σελ. 18
1.2 Κεντρικό κύκλωμα υποσταθμού .....	σελ. 20
1.3 Τυπωμένα κυκλώματα ή κάρτες υποσταθμών.....	σελ. 21
1.4 Διάγραμμα Υποσταθμού με ένα μόνο κεντρικό κύκλωμα .....	σελ. 23
1.5 Σύνδεση Κεντρικού σταθμού με modem ή δίκτυο LAN.....	σελ. 24
1.6 Κάτοψη οικοπέδου για λειτουργία του BEMS.....	σελ. 30
1.7 Main Air Handling Unit (AHU).....	σελ. 31
1.8 Κάτοψη θερμοκηπίου.....	σελ. 34
1.9 Κάτοψη αγροτικής μονάδας.....	σελ. 36
3.1 Φόρμα εισαγωγής κωδικού PIN.....	σελ. 58
3.2 Κεντρική Φόρμα διαχείρισης έξυπνου σπιτιού.....	σελ. 58
3.2.1 Φόρμα διαχείρισης Υ/Δ έξυπνου σπιτιού.....	σελ. 59
3.2.2 Φόρμα διαχείρισης σαλονιού έξυπνου σπιτιού.....	σελ. 60
3.2.3 Φόρμα διαχείρισης κουζίνας έξυπνου σπιτιού .....	σελ. 60
3.2.4 Φόρμα διαχείρισης μπάνιου έξυπνου σπιτιού.....	σελ. 61
3.2.5 Φόρμα διαχείρισης παιδικού δωματίου.....	σελ. 61
3.3 Δυνατές επιλογές χρήστη από την μπάρα μενού της φόρμας.....	σελ. 62

3.3.1 Ενεργοποιητές .....	σελ. 62
3.3.2 Αισθητήρες .....	σελ. 62
3.3.3 Βοήθεια .....	σελ. 63
3.3.4 Εγχειρίδιο χρήσης .....	σελ. 63
3.4 Φόρμα εισαγωγής κάρτας τεχνικού .....	σελ. 64
3.5 Φόρμα τεχνικού .....	σελ. 65
3.6 Γενική Άποψη του χώρου .....	σελ. 67
3.7 Ενεργοποίηση φωτισμού χώρου .....	σελ. 68
3.8 Ενεργοποίηση παντζουριών χώρου με ενεργοποιημένο φωτισμό.....	σελ. 69
3.9 Ενεργοποίηση παντζουριών χώρου με απενεργοποιημένο φωτισμό ...	σελ. 69
3.10 Ενεργοποίηση τηλεόρασης χώρου .....	σελ. 70
3.11 Περιοχή διαχείρισης θερμοκρασίας χώρου .....	σελ. 71
3.12 Αλλαγή θερμοκρασίας χώρου.....	σελ. 71
3.13 Περιοχή ελέγχου αισθητηρίων .....	σελ. 72
3.14 Επιτυχής έλεγχος αισθητηρίων .....	σελ. 72
3.15 Μήνυμα επιτυχής ελέγχου αισθητηρίων .....	σελ. 73
3.16 Εσφαλμένη τιμή αισθητηρίων .....	σελ. 73
3.17 Λειτουργία οπτικής ενημέρωσης συναγερμού .....	σελ. 74
3.18 Εικόνα τερματισμού και εξόδου από την εφαρμογή .....	σελ. 74
4.1 User Interface .....	σελ. 75
4.2 Ενδεικτικός τρόπος λειτουργίας .....	σελ. 77
4.3 Σενάριο πρώτο .....	σελ. 78

4.4 Σενάριο δεύτερο.....	σελ.79
4.5 Σενάριο τρίτο.....	σελ.80
4.6 Σενάριο τέταρτο.....	σελ.81
Συμπεράσματα.....	σελ. 82
Βιβλιογραφία.....	σελ. 83

### **Λίστα πινάκων**

1.1 Βασικές πληροφορίες πρωτοκόλλων .....	σελ. 51
1.2 Φυσικά χαρακτηριστικά πρωτοκόλλων .....	σελ. 52

### **Συνομογραφίες**

AHU: Air Handling Unit

AI: Analog Inputs

AO: Analog Outputs

BACnet: Building Automation and Control net

BEMS: Building Energy Management System

CANbus: Controller Area Network

CNC: Compare Numerical Controller

CSMA: Carrier Sense Media Access

DGP: Data Gathering Panel

DI: Digital Inputs

DO: Digital Outputs

EIB: European Installation Bus

FPU: Field Processing Unit

LAN: Local Area Network

LSI: Large Scale Integration

OSI: Open Systems Interconnection model

PLC: Programmable Logic Controller

PROFIBUS: PROcess Field Bus

RTD: Resistance Temperature Detectors

SDLC: System Development Life Cycle

VLSI: Very Large Scale Integration

ΛΚΕ: Απομακρυσμένος Κεντρικός Έλεγχος

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

ΣΗΘ: Συμπαράγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας

ΠΦΚ: Πίνακας Φωτισμού - Κίνησης

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον εισηγητή και επιβλέπων καθηγητή κ. Ντούνη Αναστάσιο, για την αμέριστη βοήθεια και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής εργασίας. Επίσης ευχαριστούμε όλους τους φορείς, δημόσιους και ιδιωτικούς που συνεργάστηκαν μαζί μας όλο αυτό το διάστημα. Τέλος ευχαριστούμε θερμά όλους τους φίλους που συνέβαλαν στην περάτωση αυτής της εργασίας.

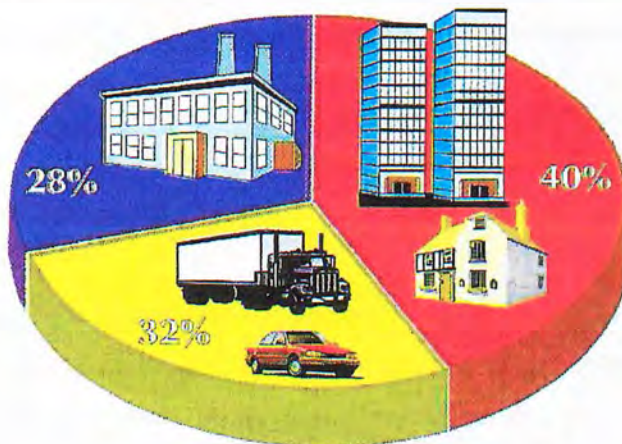


## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια παγκόσμια κρίση στον τομέα της ενέργειας. Η ανεξέλεγκτη ρύπανση και οι παγκόσμιες κλιματολογικές αλλαγές επιβάλλουν την άμεση εφαρμογή λύσεων, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η αύξηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών παραγωγής και η εξοικονόμηση ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας παράγεται από ορυκτούς πόρους (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, λιγνίτης) και δυστυχώς αυτοί οι πόροι μειώνονται συνεχώς. Ταυτόχρονα υπάρχει μια παγκόσμια αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την συνεχή αύξηση του κόστους αγοράς της ενέργειας σήμερα. Παράλληλα η παραγωγή ενέργειας μέσω της καύσης των ορυκτών καυσίμων συνεπάγεται την έκλυση διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) το οποίο οφείλεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου με τις γνωστές σε όλους μας συνέπειες τόσο για μας όσο και για το περιβάλλον.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν παράλληλα για την καταπολέμηση αυτού του φαινομένου<sup>[5]</sup>. Ο πρώτος είναι να στραφούμε στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) όπως η αιολική και η ηλιακή ενώ ο άλλος τρόπος είναι να περιορίσουμε την περιττή κατανάλωση ενέργειας.

Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι:



**ΚΤΗΡΙΑ** : 40%

**ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ** : 28%

**ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ** : 32%

Στην κατηγορία των κτηρίων τα 2/3 της ενέργειας οφείλεται στις οικίες (26% επί του συνόλου) και το υπόλοιπο 1/3 οφείλεται στα γραφεία (14% επί του συνόλου).

Ενδεικτικά όσον αφορά τις οικίες, το 77% της ενέργειας καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό ενώ κάτι αντίστοιχο ισχύει και για τα γραφεία. Δεδομένου ότι δεν είναι όλα τα κτήρια φτιαγμένα με τον ενεργειακά βέλτιστο τρόπο (σωστή μόνωση κλπ.) και δεδομένου ότι οι περισσότεροι χρήστες των κτηρίων δεν κάνουν σωστή διαχείριση της ενέργειας (ανοίγουν παράθυρα και κλιματιστικό ταυτόχρονα, αφήνουν ανοικτά τα φώτα και φεύγουν κ.α.), είναι φανερό πως υπάρχει περιττή σπατάλη ενέργειας.

Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας είναι εφικτό για τα κτήρια, καθώς εκτιμάται ότι με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνικές, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 22% μέχρι το 2020. Ειδικότερα :

- για τη θέρμανση των κτηρίων 10 εκατομμύρια οικιακοί λέβητες από τους συνολικά εγκατεστημένους στην Ε.Ε είναι παλαιότεροι από 20 ετών και η αντικατάστασή τους μπορεί να επιφέρει 5% εξοικονόμηση ενέργειας,
- για τον κλιματισμό των κτηρίων, η κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να διπλασιαστεί ως το 2020, ποσοστό που μπορεί να μειωθεί κατά 25% με την εγκατάσταση συστημάτων κλιματισμού που εξασφαλίζουν απαιτήσεις ελάχιστης απόδοσης,
- για το φωτισμό στον κτηριακό τομέα, καταναλώνεται το 14% της συνολικής ενέργειας, ενώ με τη χρήση πιο αποδοτικών εξαρτημάτων και συστημάτων ελέγχου και με την ενσωμάτωση τεχνικών φυσικού φωτισμού και άλλων τεχνολογιών μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας 30-50%,
- η εφαρμογή παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, βιοκλιματικού σχεδιασμού, φυσικού φωτισμού και φυσικού δροσισμού μπορεί να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση κατά 60%, ενώ
- επιπρόσθετη εξοικονόμηση, είναι εφικτή με την αξιοποίηση τοπικά διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την εγκατάσταση συστημάτων ΣΗΘ, τηλεθέρμανσης και αντλιών θερμότητας.

Στις προτεραιότητες που τίθενται στην Πράσινη Βίβλο, εκτιμάται ότι τα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να προκύψουν με τη μεγιστοποίηση της χρήσης διαθέσιμων και ενεργειακά αποδοτικών αλλά και οικονομικά βιώσιμων τεχνολογιών στα ευρωπαϊκά κτήρια, αντιστοιχούν με μείωση της παρούσας χρήσης πετρελαίου κατά 10% και μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων κατά 20%. Ειδικότερα για τα θέματα ασφαλείας ενεργειακού εφοδιασμού, βασικό κριτήριο αποτελεί η διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης με κατάλληλα μέτρα και θεσμικό πλαίσιο, παράγοντας ο

οποίος εξασφαλίζεται με τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων που περιλαμβάνει τη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων ( για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό) κυρίως με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός όμως, συμβάλλει και στην αντιμετώπιση του σημαντικού θέματος της κλιματικής αλλαγής , το οποίο επισημαίνεται στην Πράσινη Βίβλο ως μία " άμεση ανάγκη καταπολέμησης". Τέλος, τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη από την εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά την ανακαίνιση κτηρίων είναι ακόμη μεγαλύτερα, καθώς το υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα στην Ε.Ε είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε μέγεθος. Σύμφωνα με εκθέσεις τις Ε.Ε , η ανακαίνιση των παλαιότερων κτιρίων στην Ευρώπη με απλή θερμομόνωση των κτηρίων μπορεί να επιφέρει μείωση των εκπομπών ρύπων CO<sub>2</sub> κατά 42%.

## **ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τη μελέτη της ενσωμάτωσης έξυπνων συστημάτων BEMS στη λειτουργία υφιστάμενων και νέων κατασκευών για τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση του κτηρίου ή της βιομηχανικής μονάδας.

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζονται ευφυή συστήματα αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας του μικροκλίματος ενός εσωτερικού χώρου, είτε αναφερόμαστε σε κτήρια ( π.χ. κατοικίες, γραφεία κ.α.), είτε σε βιομηχανικές - παραγωγικές μονάδες ( π.χ. αγροτική μονάδα κ.α.). Με τον όρο μικροκλίμα εννοούμε μια σειρά από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η πίεση, η σκίαση, η ποιότητα του αέρα, τα επίπεδα του φωτισμού κ.α. Με την κατάλληλη ρύθμιση των παραγόντων αυτών δημιουργούνται οι επιθυμητές συνθήκες παραγωγής, διαβίωσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Πραγματοποιείται μια εκτενής παρουσίαση των σημαντικότερων και των πιο διαδεδομένων σχετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, που αποτελούν " κλειδί " για κάθε ευφυή σύστημα αυτομάτου ελέγχου.

Επίσης παρουσιάζεται ένα user interface " έξυπνου σπιτιού ", με τη βοήθεια του προγράμματος Guide (GUI) του MATLAB, με απλά " σενάρια " ελέγχου και

διαχείρισης ενέργειας που σαν στόχο έχει να παρουσιάσει στον αναγνώστη την επιφάνεια διαχείρισης ενός διαδραστικού συστήματος, έτσι ώστε να φέρει σε μια πρώτη επαφή τον αναγνώστη - υποψήφιο χρήστη του συστήματος με την εφαρμογή και να τον ενημερώσει σχετικά με τις λειτουργίες που διατίθενται κατά την διαχείριση του συστήματος. Τα " σενάρια " που μπορούν να δημιουργηθούν είναι πάρα πολλά, ανάλογα με τις ανάγκες, αλλά και το οικονομικό επίπεδο του εκάστοτε ενδιαφερόμενου χρήστη, καθώς γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι όσο πιο απαιτητικό είναι ένα "σενάριο", τόσο πιο πολύ αυξάνεται το κόστος του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>:

### **BEMS και η εφαρμογή τους σε αγροτική μονάδα**

#### **1.1 Ιστορία των BEMS**

Τα BEMS έχουν εξελιχθεί παράλληλα με την μικροηλεκτρονική και την επανάσταση που έχει γίνει στο χώρο των υπολογιστών<sup>[1]</sup>. Αυτό έγινε επειδή τα BEMS είναι απλά μικροϋπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση κτιριακών αναγκών και υπηρεσιών.

Ο προκάτοχος των BEMS ήταν τα καλωδιωμένα κεντρικά συστήματα. Εμφανίστηκαν στις αρχές του 1960 και χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλα κτίρια. Το κεντρικό σύστημα ήταν ουσιαστικά μια επέκταση των συμβατικών καλωδίων σε μια κεντρική κονσόλα με διακόπτες, λυχνίες ένδειξης και καταγραφείς διαγραμμάτων τα οποία επέτρεπαν σε ένα χειριστή στην κονσόλα να παρακολουθεί απομακρυσμένες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και τις ενδείξεις θερμοκρασίας. Δεν χρησιμοποιούνταν καθόλου υπολογιστές ή μικροηλεκτρονική και βασίζονταν μόνο στον χειριστή να αλλάξει όποιες ρυθμίσεις χρειάζονταν.

Αυτά τα καλωδιωμένα συστήματα βελτιώθηκαν όταν με τη χρήση της τεχνολογίας της τηλεφωνίας ήταν εφικτό ανεξάρτητα τμήματα της βιομηχανικής εγκατάστασης να συνδεθούν, μέσω πινάκων ελέγχου που συγκέντρωναν δεδομένα τοπικά στην εγκατάσταση, σε ένα κεντρικό πολύκλωνο καλώδιο που ξεκινούσε από την κεντρική κονσόλα και το οποίο διέτρεχε όλη την εγκατάσταση. Αυτή η σύνδεση εξοικονομούσε καλώδιο καθώς χρησιμοποιούσε το ίδιο πολύκλωνο καλώδιο για πολλούς πίνακες ελέγχου.

Το πρώτο BEMS βασισμένο σε υπολογιστή ξεπρόβαλε όταν η αλματώδης ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής επέτρεπε σε ένα τσιπ 5 mm<sup>2</sup> να περιέχει εκατοντάδες τρανζίστορ. Τα πρώτα BEMS βασισμένα σε υπολογιστή εμφανίστηκαν το 1970 στις Η.Π.Α και ήταν κεντρικά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης. Ο κεντρικός σταθμός ήταν βασισμένος σε ένα μικροϋπολογιστή, ο οποίος περιείχε όλη την υπολογιστική δύναμη ή «ευφυΐα» στο σύστημα, ενώ οι υποσταθμοί ήταν «χαζοί»

και αποτελούνταν από πίνακες παρόμοιους με τους προηγούμενους πίνακες BEMS που συγκέντρωναν δεδομένα, οι οποίοι συνδέονταν με αισθητήρες και διακόπτες.

Αυτά τα συστήματα κόστιζαν πολύ και χρησιμοποιούνταν μόνο σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Παρόλο που αρχικά ήταν συσχετισμένα μόνο με τον έλεγχο και την παρακολούθηση της μονάδας κλιματισμού και εξαερισμού των εγκαταστάσεων μπορούσαν ακόμα να ελέγχουν τον φωτισμό, τους ανελκυστήρες και να παρακολουθούν την ασφάλεια του κτιρίου και τους συναγερμούς πυρκαγιάς. Στην πραγματικότητα τα BEMS χρησιμοποιούνταν μόνο στην διαχείριση μεγάλων και πολύπλοκων κτιριακών εγκαταστάσεων χωρίς να γίνεται μέσα από αυτά εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτά τα πρώτα BEMS υπήρχαν πριν από την ενεργειακή κρίση του 1973.

Παρόλο που τα πρώτα BEMS είχαν την δυνατότητα να παρακολουθούν και να ελέγχουν συναγερμούς πυρκαγιάς και ασφάλειας σπάνια χρησιμοποιούνταν γι' αυτό καθώς ξεχωριστά συστήματα ήταν αφοσιωμένα για τον συγκεκριμένο σκοπό. Υπάρχουν προβλήματα στο να μπορέσουν να ενσωματωθούν συστήματα συναγερμού πυρκαγιάς και ασφάλειας στα BEMS ακόμα και σήμερα, κυρίως λόγω των διαφορετικών προτύπων και των κατασκευαστικών διαφορών που υπάρχουν στις εταιρίες που παράγουν τέτοια συστήματα, και όχι εξαιτίας της τεχνολογίας. Από το 1980 η αλματώδης εξέλιξη των LSI και VLSI οδήγησε στο να μπορέσουν να τοποθετούνται χιλιάδες τρανζίστορ σε ένα τσιπ κάνοντας τα και παράλληλα πιο οικονομικά. Αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης ήταν οι υποσταθμοί να περιέχουν μικροεπεξεργαστές κερδίζοντας έτσι σε υπολογιστική δυνατότητα κάνοντας τους έτσι «ευφυής». Αυτό επιτρέπει να λειτουργούν μόνοι τους ή να γίνουν ανεξάρτητοι υποσταθμοί οι οποίοι εξαρτώνται από τον κεντρικό σταθμό μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα της λειτουργίας τους. Αυτοί οι υποσταθμοί έχουν σημαντικά μεγαλύτερες δυνατότητες ελέγχου σε σχέση με τους παλιούς υποσταθμούς, οι οποίοι είχαν μόνο δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής. Πραγματικά αυτοί οι υποσταθμοί μπορούσαν από μόνοι τους να ελέγχουν ένα μικρό κτίριο ενώ ήταν και οικονομική η εγκατάστασή τους σε μικρά και μεσαία κτίρια.

Οι κεντρικοί υποσταθμοί μπορούν να επικοινωνούν με πολλούς υποσταθμούς όταν χρειάζεται είτε μέσω τοπικών επικοινωνιακών δικτύων ή με απομακρυσμένους υποσταθμούς μέσω τηλεφωνικών καλωδίων, LANs και διαδικτύου.

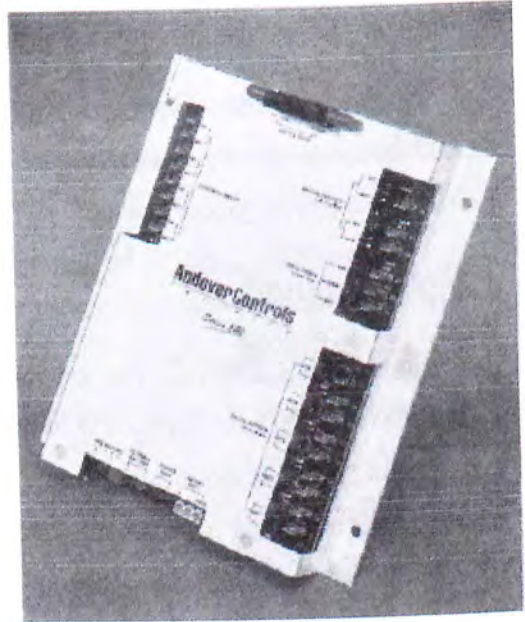
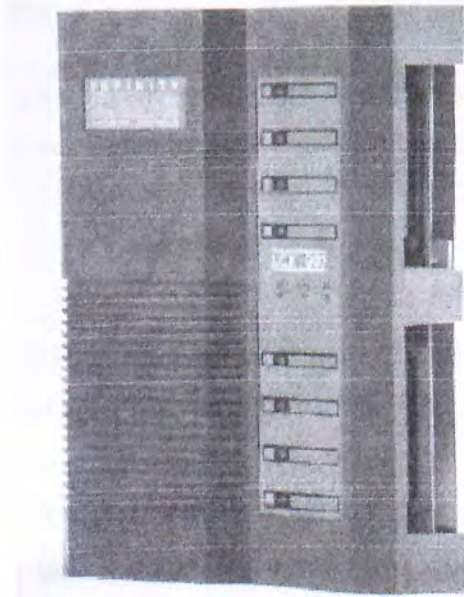
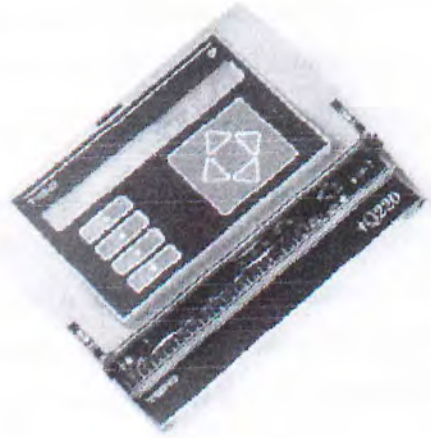
Καθώς οι μικροεπεξεργαστές γίνονται όλο και πιο ισχυροί και λιγότερο ακριβοί έτσι και οι υποσταθμοί γίνονται πιο μικροί σε μέγεθος και οικονομικοί ώστε να μπορούν να ελέγχουν ο καθένας επιμέρους τμήματα της εγκατάστασης. Οι κατασκευαστές BEMS προμηθεύουν κατασκευαστές εγκαταστάσεων με μικρούς υποσταθμούς ώστε να μπορέσουν να τους εντάξουν στην κατασκευή των εγκαταστάσεων τους κάνοντας πιο εύκολη και απλή την μετέπειτα σύνδεση τους με το σύστημα επικοινωνίας των BEMS όταν παραδοθεί η εγκατάσταση.

Δίκτυα επικοινωνίας έχουν αναπτυχθεί σε τέτοιο σημείο που επιτρέπουν την επικοινωνία και τον έλεγχο διάφορων εξοπλισμών του κτιρίου σε επίπεδο διακοπών φωτισμού και ηλεκτρικής πρίζας.

## **1.2 Υποσταθμοί**

Ένα τυπικό BEMS με τον κεντρικό σταθμό του και έναν αριθμό υποσταθμών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο υποσταθμός καθορίζεται ως η μονάδα με εισόδους και εξόδους που ελέγχουν τις εγκαταστάσεις αλλά δεν έχει πληκτρολόγιο και οθόνη ενώ μπορεί να έχει μια μικρή οθόνη ένδειξης και πλήκτρα με τοξάκια που επιτρέπουν περιορισμένη πρόσβαση. Οι εισοδοί του υποσταθμού προέρχονται από αισθητήρες και διακόπτες.





Σχ. 1.1 Υποσταθμοί

Ο υποσταθμός χρησιμοποιεί αυτές τις ενδείξεις αναλόγως είτε για να εκτελέσει βρόγχους ελέγχου και βελτιστοποίησης είτε για άλλους υπολογισμούς. Η έξοδος μετά τον έλεγχο που κάνει ο υποσταθμός πηγαίνουν στο τμήμα εξόδου αυτού για να αλλάξει πιθανώς το άνοιγμα μιας βαλβίδας ή να αυξήσει τις στροφές σε ένα κινητήρα.

## «Έξυπνοι» υποσταθμοί

Οι παλιότεροι υποσταθμοί ονομάζονταν DGP (Data Gathering Panel) ή FPU (Field Processing Unit) και ο ρόλος τους ήταν να δέχονται σήματα εισόδου και εξόδου να κάνουν μια μικρή επεξεργασία και να τα προωθούν στον κεντρικό σταθμό. Οι σημερινοί υποσταθμοί έχουν δικό τους μικροεπεξεργαστή και μπορούν να θεωρηθούν «έξυπνοι» υποσταθμοί. Αυτοί οι υποσταθμοί μπορούν να έχουν μόνο ένα κεντρικό κύκλωμα (σχήμα 1.2) ή πολλά τυπωμένα κυκλώματα ή κάρτες (σχήμα 1.3) συνδεδεμένα σε μια βάση μέσα σε ένα μεταλλικό πίνακα όπως φαίνεται στο σχήμα.

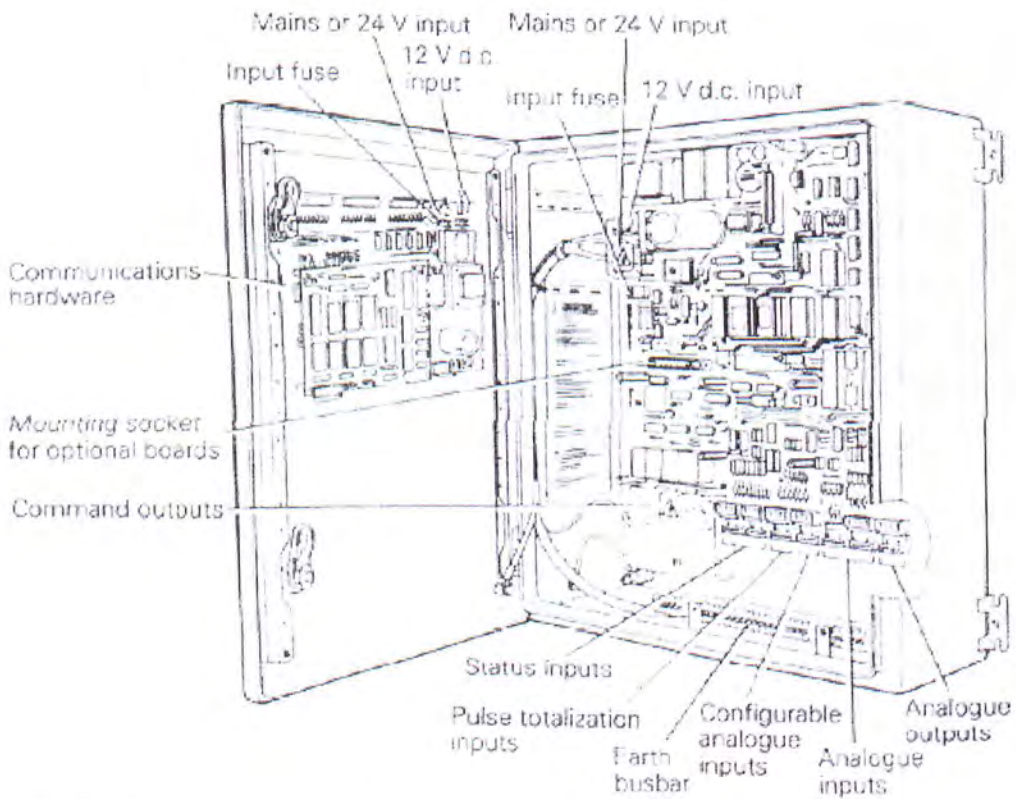
Στους πίνακες οι οποίοι περιέχουν πολλά τυπωμένα κυκλώματα κάθε κύκλωμα έχει μια συγκεκριμένη λειτουργία για εισόδους, για εξόδους, για επικοινωνία κ.α. Οι πίνακες αυτοί δίνουν την δυνατότητα επέκτασης στον χρήστη προσθέτοντας κυκλώματα για να μπορεί να λαμβάνει περισσότερες εισόδους καθώς και την δυνατότητα να μπορεί να αλλάζει συγκεκριμένα κυκλώματα και όχι όλο τον πίνακα σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποια βλάβη.

Οι υποσταθμοί με μόνο ένα κύκλωμα έχουν περιορισμένο αριθμό εισόδων-εξόδων και δεν υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης τους. Ορισμένοι όμως είναι πολλοί μικροί και φτηνοί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για συγκεκριμένες λειτουργίες όπως ο έλεγχος ενός λέβητα.

Οι μονοί πίνακες συνήθως περιέχονται μέσα σε μεταλλικά κουτιά τα οποία ενσωματώνονται μέσα σε ηλεκτρικούς πίνακες ή πίνακες ελέγχου μαζί με τους ανάλογους διακόπτες και τις ανάλογες συνδέσεις. Οι πίνακες που περιέχουν πολλά τυπωμένα κυκλώματα είναι μέσα σε δικούς τους ξεχωριστούς ηλεκτρικούς πίνακες. Ανεξαρτήτως πάντως από τον τύπο του υποσταθμού όλα τα κυκλώματα και τα ηλεκτρονικά του πρέπει να προστατεύονται από την σκόνη και την υγρασία μέσα στις εγκαταστάσεις, για να αποτραπεί τυχόν βραχυκύκλωμα το οποίο μπορεί να καταστρέψει τα τυπωμένα κυκλώματα. Για να έχουμε μια εκτίμηση του βαθμού προστασίας που παρέχει ένα περίβλημα ή ένας μεταλλικός πίνακας χρησιμοποιείται ένας κωδικός που αρχίζει με τα γράμματα IP και ακολουθούν δυο ψηφία. Το πρώτο ψηφίο έχει αρίθμηση από το 0 μέχρι το 6 και δηλώνει την προστασία που παρέχει το

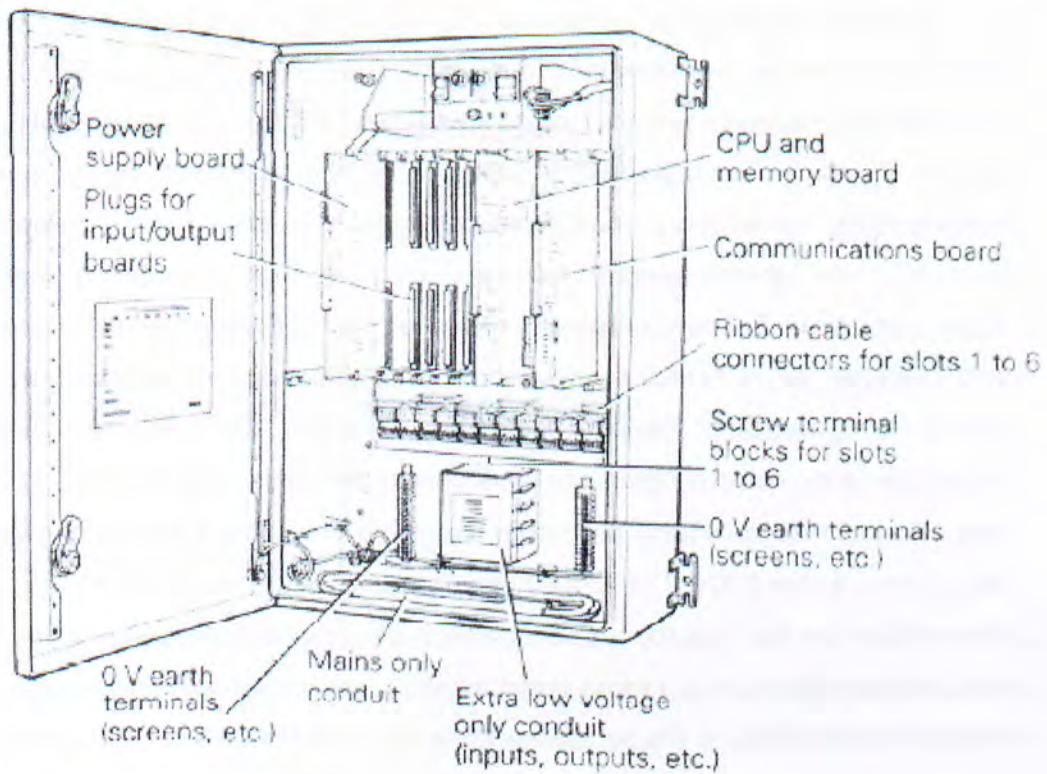
περίβλημα από την σκόνη ( 0 = καμιά προστασία και 6 = τελείως αεροστεγές ), ενώ το δεύτερο ψηφίο έχει αρίθμηση από το 0 μέχρι το 8 και δηλώνει την προστασία έναντι στην διείσδυση νερού ( 0 = καμιά προστασία και 8 = προστασία σε περίπτωση βύθισης ).

Οι μεταλλικοί πίνακες προσφέρουν προστασία έναντι των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και του θορύβου το οποίο βοηθάει την απόδοση των μικροεπεξεργαστών οι οποίοι λειτουργούν με μικρά σήματα τάσης<sup>[9]</sup>. Αυτό είναι πολύ σημαντικό όταν οι υποσταθμοί είναι εγκαταστημένοι σε χώρο που υπάρχουν κινητήρες, λαμπτήρες εκκένωσης οι οποίοι παράγουν σημαντική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.



Σχ. 1.2 Κεντρικό κύκλωμα υποσταθμού

Ορισμένοι μικροί υποσταθμοί έχουν μικρά πληκτρολόγια ή τηλεχειριστήρια και οθόνες ένδειξης ενός ή δυο γραμμών ώστε να επιτρέπουν περιορισμένη πρόσβαση στα δεδομένα του υποσταθμού από το προσωπικό που βρίσκεται στο χώρο. Η πρόσβαση στα δεδομένα και στα προγράμματα του υποσταθμού μπορεί να περιοριστεί με την χρήση κωδικών ασφαλείας.

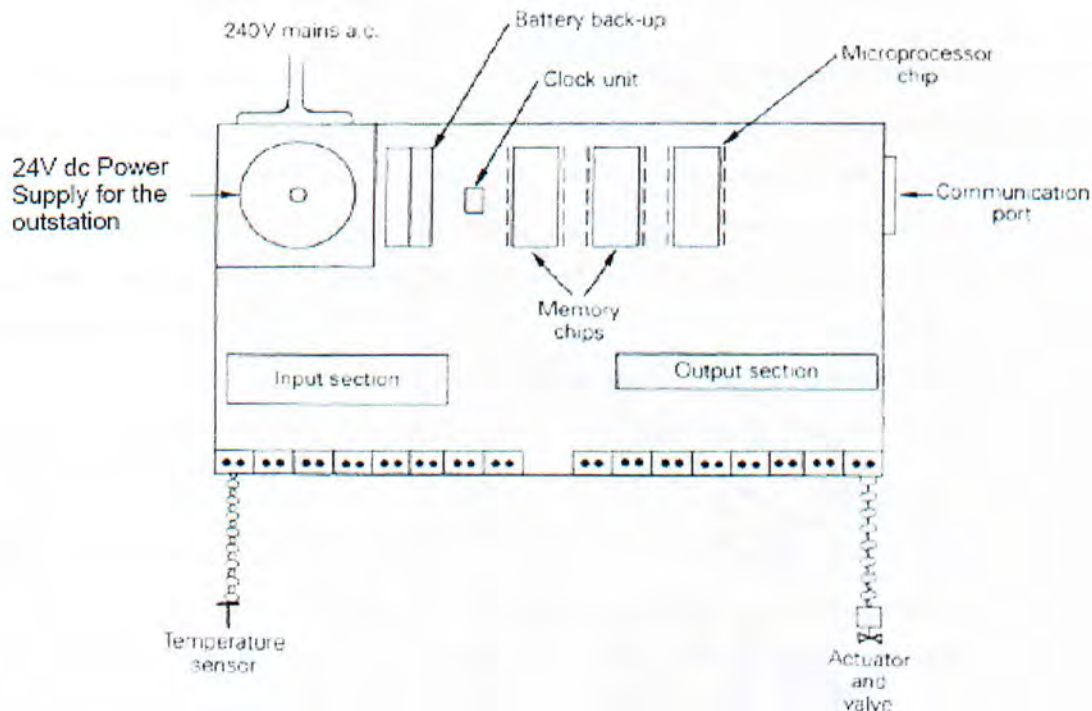


Σχ. 1.3 Τυπωμένα κυκλώματα ή κάρτες υποσταθμών

### 1.3 Δομή υποσταθμού

Στο σχήμα 1.4 φαίνεται ένα απλοποιημένο διάγραμμα ενός υποσταθμού με ένα μόνο κεντρικό κύκλωμα χωρίς το κάλυμμα του ώστε να φαίνονται τα βασικά στοιχεία του τυπωμένου κυκλώματος. Ο υποσταθμός παίρνει εναλλασσόμενο ρεύμα 240 V και με εσωτερικό μετασχηματιστή το μετατρέπει σε 24 V συνεχές για να τροφοδοτήσει τα κυκλώματα του.

Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος ή κλεισίματος της κεντρικής παροχής για εργασία συντήρησης ο υποσταθμός τροφοδοτείται από εφεδρική μπαταρία<sup>[8]</sup>. Χωρίς την εφεδρική μπαταρία όλα τα προγράμματα που υπάρχουν στον υποσταθμό θα χαθούν. Γι' αυτό είναι σημαντικό η μπαταρία να είναι αξιόπιστη, να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και να έχει μεγάλη χωρητικότητα ώστε να μπορεί να τροφοδοτεί τον υποσταθμό για αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι να αποκατασταθεί η κεντρική παροχή ρεύματος. Στο σχήμα φαίνεται η είσοδος από ένα αισθητήρα θερμοκρασίας ενώ υπάρχουν ακόμα 7 εισοδοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από αισθητήρες ή άλλου είδους συσκευές εισόδου, καθώς και 7 ακόμη έξοδοι που μπορούν να συνδεθούν εκτός από την έξοδο που συνδέεται με τον έλεγχο της βαλβίδας. Η θύρα επικοινωνίας είναι το σημείο στο οποίο μπορεί να συνδέσουμε τον υποσταθμό με ένα μόντεμ ή ένα LAN. Για λόγους επικοινωνίας με άλλους υποσταθμούς κάθε υποσταθμός έχει τον δικό του μοναδικό αριθμό και ονομασία. Αν ο υποσταθμός δεν έχει κάποιο χειριστήριο ή κάποια οθόνη ένδειξης μια επιπλέον θύρα υπάρχει στον πίνακα για την σύνδεση του με κάποιο φορητό υπολογιστή για προγραμματισμό ή αλλαγή των λειτουργιών του.

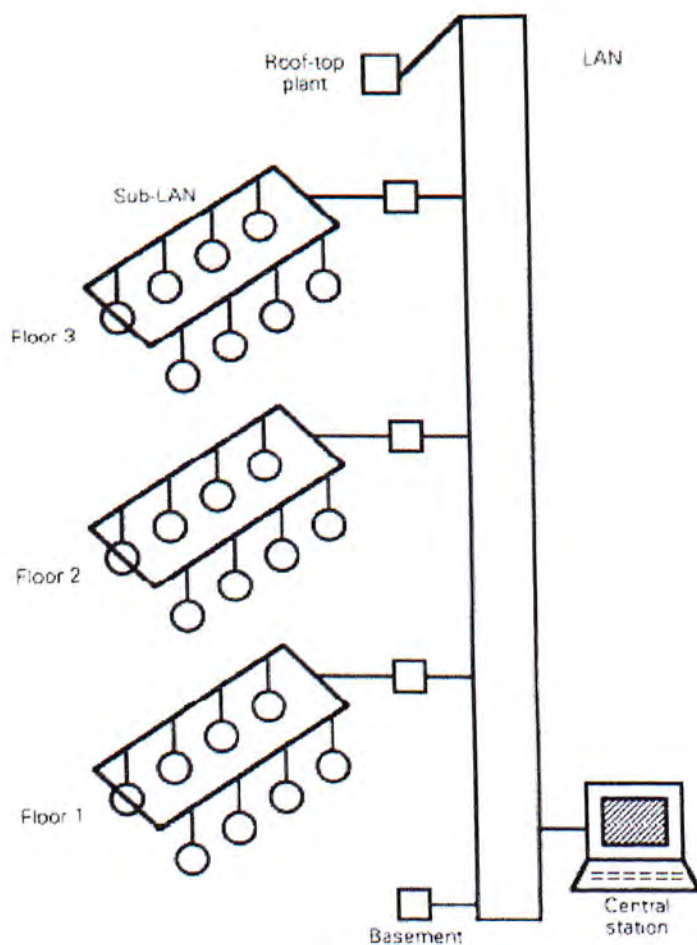


Σχ. 1.4 Διάγραμμα υποσταθμού με ένα μόνο κεντρικό κύκλωμα

## Ο κεντρικός σταθμός

Ο κεντρικός σταθμός είναι η καρδιά των BEMS και το βασικό κανάλι επικοινωνίας με τον χειριστή του BEMS. Περιέχει το λογισμικό και όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τις λειτουργίες της εγκατάστασης<sup>[2]</sup>. Η εξέλιξη των VLSI έκανε δυνατή την αντικατάσταση των παλιών ακριβών και μεγάλων σε μέγεθος υπολογιστών με μικρή υπολογιστική δυνατότητα που χρησιμοποιούνταν παλιότερα στα BEMS με τους τυπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές που έχουμε σήμερα σπίτια μας. Σε σύγκριση με τους υποσταθμούς ο κεντρικός σταθμός με τον υπολογιστή έχει μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ, μεγαλύτερη μνήμη και μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο. Επίσης όπως και μερικοί υποσταθμοί έτσι και ο κεντρικός σταθμός έχει την δυνατότητα επέκτασης μέσω καρτών PCI που συνδέονται στην μητρική του υπολογιστή ενώ έχει και οθόνη, πληκτρολόγιο, εκτυπωτή. Ακόμα μπορεί να συνδεθεί όπως και οι υποσταθμοί με μόντεμ ή σε δίκτυο LAN (σχ. 1.5) ώστε να μπορεί να επικοινωνεί με τους απομακρυσμένους υποσταθμούς.

- Large outstation
- Small outstation



Σχ. 1.5 Σύνδεση κεντρικού σταθμού με modem ή δίκτυο LAN

## 1.4 Πλεονεκτήματα BEMS

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των BEMS είναι η δυνατότητα που δίνει στο χρήστη να παρακολουθεί ενεργειακά ολόκληρο το κτίριο σε μία οθόνη, αλλά και γιατί με μία καλή μελέτη και οργάνωση των χρονοπρογραμμάτων, βάσει ενός προσεκτικού σεναρίου λειτουργίας του κτιρίου, θα μπορούσε να εξοικονομεί ενέργεια και να εξασφαλίζει περισσότερο χρόνο καλής λειτουργίας όλων των συστημάτων που διαχειρίζεται. Για παράδειγμα, σε ένα κτίριο γραφείων, το σύστημα B.E.M.S μπορεί να σβήσει τα φώτα όταν σχολάσουν οι εργαζόμενοι, οπότε δεν υπάρχει ο φόβος να ξεχαστούν αναμμένα και ούτε χρειάζεται να τρέχει κάποιος να ελέγχει σε κάθε γραφείο για να δει αν έχουν σβήσει.

Επίσης, στην περίπτωση που υπάρχουν δύο συστήματα όπου το ένα είναι εφεδρεία του άλλου το σύστημα B.E.M.S φροντίζει ώστε ο χρόνος λειτουργίας να είναι ίδιος και για τα δύο, και με αυτόν τον τρόπο να εξασφαλίσει περισσότερο χρόνο καλής λειτουργίας των συστημάτων αυτών<sup>[4]</sup>. Στα κτίρια όπου υπάρχει κεντρικός κλιματισμός, το B.E.M.S παίζει καταλυτικό ρόλο στον συντονισμό των λειτουργιών των συστημάτων που χρειάζονται για την υλοποίηση του κλιματισμού, όπως είναι οι ανεμιστήρες (προσαγωγής/απαγωγής αέρα), οι ψυκτικές μονάδες, οι λέβητες, οι κυκλοφορητές, οι μονάδες Fan coil κλπ. Εκτός από τον φωτισμό και τον κλιματισμό, το σύστημα B.E.M.S μπορεί να ελέγχει και άλλα ενεργειακά συστήματα σε ένα κτίριο, όπως την ομαλή λειτουργία των ανελκυστήρων, του H/Z, των αντλιών όμβριων και ακαθάρτων νερών, των πεδίων χαμηλής τάσης, της μεταγωγής των ηλεκτρικών φορτίων από την κύρια παροχή (Δ.Ε.Η) στην εφεδρική (H/Z), των UPS κλπ.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των BEMS είναι ότι η πληροφορία μπορεί να μεταφερθεί μέσω τηλεφωνικών γραμμών από απομακρυσμένες εγκαταστάσεις στον κεντρικό σταθμό. Έτσι εξοικονομείται σημαντικός χρόνος και κόπος στην περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα καθώς τότε θα έπρεπε κάποιος τεχνικός να επισκεφτεί τις απομακρυσμένες εγκαταστάσεις και να τις ελέγξει.

Ακόμα τα BEMS μπορούν να μειώσουν το ανθρώπινο δυναμικό που χρειαζόταν παλιότερα καθώς ένας χειριστής τώρα μπορεί από τον κεντρικό σταθμό



να ελέγχει όλη την εγκατάσταση αφού έχει την δυνατότητα οποιοδήποτε πρόβλημα δημιουργηθεί σε κάποιο υποσταθμό να μπορέσει να το αντιληφθεί αμέσως, καθώς και να το διορθώσει σε πολλές περιπτώσεις. Επίσης μέσω των BEMS έχουμε καλύτερη παρακολούθηση όλης της εγκατάστασης με αποτέλεσμα την καλύτερη συντήρηση αυτής.

## 1.5 Αισθητήρες

Ο υποσταθμός ενός BEMS είναι βασικά ένας μικροεπεξεργαστής ο οποίος επεξεργάζεται ψηφιακά ηλεκτρικά σήματα. Όμως το μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού μιας κτιριακής εγκατάστασης την οποία ελέγχει ένα BEMS βασίζεται σε παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η πίεση ή η ροή και σπάνια σε ηλεκτρικά σήματα. Οπότε πρέπει οι παράμετροι αυτοί να μετρηθούν και να μετατραπούν σε ηλεκτρικά σήματα. Λειτουργία ενός αισθητήρα είναι η μέτρηση και μετατροπή των παραμέτρων αυτών σε ηλεκτρικά σήματα. Μερικοί από τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Αισθητήρες θερμοκρασίας

Είναι οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε BEMS. Οι περισσότεροι αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούν θερμοζεύγος, θερμίστορ και RTD.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν θερμοζεύγος βασίζονται στην αρχή ότι όταν δύο διαφορετικά μέταλλα έρχονται σε επαφή, δημιουργείται ένα ρεύμα του οποίου η ένταση είναι ανάλογη της θερμοκρασίας ένωσης.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν θερμίστορ βασίζονται στην αρχή ότι στους ημιαγωγούς η ηλεκτρική τους αντίσταση αλλάζει με την θερμοκρασία. Η ηλεκτρική τους αντίσταση μειώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν RTD βασίζονται στην ίδια αρχή με τα θερμίστορ μόνο που τώρα η αντίσταση τους αυξάνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία.

- Αισθητήρες υγρασίας ή υγρόμετρα

Χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν την σχετική υγρασία ή το σημείο δρόσου. Υπάρχουν δύο τύποι: τα μηχανικά υγρόμετρα και τα ηλεκτρικά υγρόμετρα.

Τα μηχανικά υγρόμετρα βασίζονται στην αρχή ότι όταν ένα υγροσκοπικό υλικό π.χ. ένα υγρό ευαίσθητο νάιλον, όταν εκτίθεται σε υδρατμούς συγκρατεί την υγρασία και διαστέλλεται.

Τα ηλεκτρικά υγρόμετρα χρησιμοποιούν είτε στοιχεία στα οποία αλλάζει η αντίσταση τους, όπως ένα αγώγιμο πλέγμα το οποίο περιβάλλεται από μια ουσία που απορροφά το νερό και η αγωγιμότητα του οποίου είναι ανάλογη του νερού που απορροφά, είτε στοιχεία στα οποία αλλάζει η χωρητικότητά τους, όπως μια λεπτή μεμβράνη από μη αγώγιμο υλικό στις δύο άκρες της οποίας είναι τοποθετημένα μεταλλικά ηλεκτρόδια και όλο μαζί είναι τοποθετημένο μέσα σε μια πλαστική κάψουλα. Η αλλαγή στην χωρητικότητα του αισθητήρα σε σχέση με την σχετική υγρασία είναι μη γραμμική.

- Αισθητήρες πίεσης

Ο αισθητήρας πίεσης συνήθως αντιδρά στη διαφορά πίεσης του μετρούμενου μέσου (νερό ή αέρα) και μιας πίεσης αναφοράς. Η πίεση αναφοράς μπορεί να είναι το απόλυτο κενό, η ατμοσφαιρική πίεση ή η πίεση σε ένα γειτονικό σημείο. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: αισθητήρες υψηλής πίεσης και αισθητήρες χαμηλής πίεσης. Οι αισθητήρες υψηλής πίεσης χρησιμοποιούν συνήθως σωλήνες Bourdon και διαφράγματα ενώ οι αισθητήρες χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούν εύκαμπτους μεταλλικούς σωλήνες ή μεγάλα διαφράγματα.

- Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης

Οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης εντοπίζουν αν μέσα σε ένα δωμάτιο υπάρχουν άνθρωποι. Αποτέλεσμα αυτής της ανίχνευσης μπορεί να είναι το κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού για εξοικονόμηση ενέργειας, όταν ο χώρος δεν απασχολείται από ανθρώπους. Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων αισθητήρων : οι υπερηχητικοί και οι υπέρυθροι. Οι υπερηχητικοί

αισθητήρες στέλνουν ένα χαμηλό υπερηχητικό σήμα για να ανιχνεύσουν την κίνηση ενώ οι υπέρυθροι αισθητήρες λαμβάνουν την θερμότητα που εκπέμπουν οι άνθρωποι όταν αυτοί κινούνται.

Επίσης υπάρχουν αισθητήρες φωτισμού, ροής και ποιότητας αέρα.

## **1.6 Εφαρμογή συστήματος BEMS σε θερμοκήπιο με χρήση AHU ( Air Handling Unit ).**

Μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση την δεκαετία του '70 κατά την οποία τα περιορισμένα αποθέματα ενέργειας προκάλεσαν την πρώτη σημαντική αύξηση στην τιμή της ενέργειας, η χρήση ενέργειας στα θερμοκήπια έχει γίνει κύριο ερευνητικό ζήτημα<sup>[3]</sup>. Η ανάγκη για μείωση του ενεργειακού κόστους είναι σημαντική, γιατί η ενέργεια αποτελεί σημαντικό κλάσμα του συνολικού κόστους παραγωγής. Στις Μεσογειακές χώρες έχει υπολογιστεί ότι η χρήση ενέργειας για έλεγχο των συνθηκών περιβάλλοντος και ειδικότερα για τη θέρμανση, είναι 20% - 30% του συνολικού κόστους παραγωγής, ποσοστό το οποίο στις βορειότερες χώρες αυξάνεται. Ταυτόχρονα, με το έντονο ενδιαφέρον για το παγκόσμιο φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις κλιματικές αλλαγές, η χρήση των συμβατικών καυσίμων είναι και πάλι στην πολιτική ατζέντα. Έτσι και η βιομηχανία θερμοκηπίων είναι αντιμέτωπη με οικονομική, πολιτική και κοινωνική πίεση για μείωση της χρήσης ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των θερμοκηπίων μέσω τεχνολογικών καινοτομιών.

Η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση του θερμοκηπίου αποτελεί ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα διότι οι απώλειες του θερμοκηπίου σε θερμότητα λόγω των λεπτών τοιχωμάτων του και της κατασκευής του, είναι πολύ μεγάλες, 6-12 φορές μεγαλύτερες από εκείνες ενός συνήθους κτίσματος ίσου όγκου. Η θερμότητα παρέχεται στο θερμοκήπιο κυρίως μέσω κλιματιστικών μονάδων θέρμανσης (συστήματα Air Handling Unit - AHU) και σε περιορισμένη έκταση με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, γεωθερμία, βιομάζα). Για να επιτευχθεί με αυτές τις μεθόδους η απαραίτητη θερμοκρασία στο επίπεδο των φυτών, το εσωτερικό του θερμοκηπίου πρέπει να θερμανθεί στην ίδια ή υψηλότερη

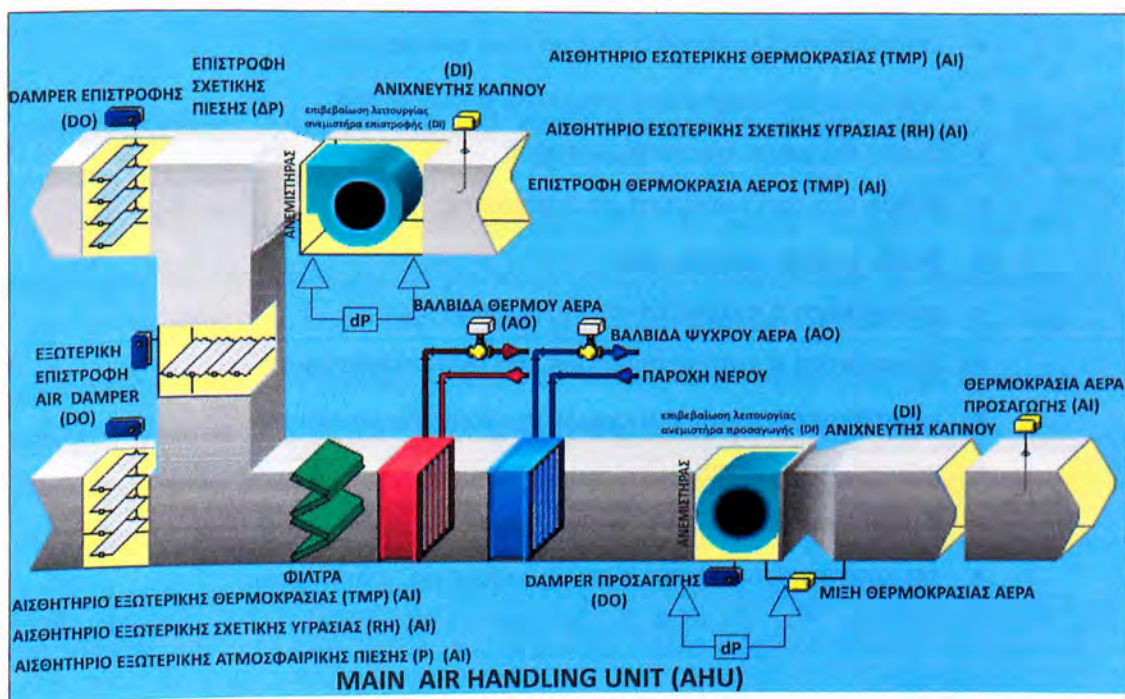
θερμοκρασία από την επιθυμητή θερμοκρασία των φυτών με αποτέλεσμα την δημιουργία ισοθερμοκρασιακού κλίματος σε ολόκληρο το θερμοκήπιο. Το αποτέλεσμα αυτής της πρακτικής σε όλες τις μελέτες που διεξάγονται είναι ότι, τα θερμοκήπια καταναλώνουν απαράδεκτα υψηλά ποσά ενέργειας σε σχέση με την ενέργεια που απορροφάται από τα φυτά, για να καλύπτουν τις αυξημένες ενεργειακές απώλειες που λόγω κατασκευής παρουσιάζουν.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα σχέδιο μιας αγροτικής μονάδας της οποίας ο έλεγχος βασίζεται σε BEMS<sup>[6]</sup>. Η αγροτική μονάδα αποτελείται από δύο θερμοκήπια, εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών στοιχείων, δύο κλιματιστικές μονάδες (AHU - μια για κάθε θερμοκήπιο) , μοτέρ αυτόματου ποτίσματος, δίκτυο φωτισμού, παροχή νερού και ένα γραφείο ελέγχου μέσα στο οποίο θα εγκατασταθούν οι πίνακες απομακρυσμένου κεντρικού ελέγχου (ΑΚΕ) και φωτισμού - κίνησης (ΠΦΚ).



Σχήμα 1.6 Κάτοψη οικοπέδου για τη λειτουργία του BEMS

Η βασική λειτουργία του συγκεκριμένου BEMS στηρίζεται στις δύο κλιματιστικές μονάδες μέσω των οποίων ελέγχουμε τη θερμοκρασία (εσωτερική και εξωτερική), τη σχετική υγρασία και τη διαφορά πίεσης. Η κάθε μία μονάδα (AHU – Air Handling Unit) αποτελείται από ένα πλήθος ξεχωριστών αισθητηρίων που με τις μετρήσεις τους και τη κατάλληλη συνδεσμολογία με τον πίνακα ΑΚΕ θα μας δίνει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα τα αισθητήρια εσωτερικής θερμοκρασίας (TMP) και εσωτερικής υγρασίας (RH) βρίσκονται στην εσωτερική μονάδα εντός του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα τα αισθητήρια εξωτερικής θερμοκρασίας (TMP), εξωτερικής υγρασίας (RH) καθώς και ατμοσφαιρικής πίεσης βρίσκονται τοποθετημένα στην εξωτερική μονάδα. Η λειτουργία της κλιματιστικής αποτελεί μια συνάρτηση των επιθυμητών τιμών των αισθητηρίων από το χρήστη και των τιμών που λαμβάνουν αυτά από το περιβάλλον. Επίσης μέσω του συγκεκριμένου BEMS ο χρήστης θα ελέγχει το αυτόματο πότισμα και το δίκτυο φωτισμού της αγροτικής μονάδας.



Σχήμα 1.7 Main Air Handling Unit (AHU)

Για τη συνδεσμολογία όλων των απαραίτητων, για τη λειτουργία του BEMS, εισόδων – εξόδων στο πίνακα ΑΚΕ θα πρέπει να υπολογίσουμε τα σημεία ελέγχου.

Για κάθε ένα θερμοκήπιο θα χρειαστούν:

4 αναλογικές εισοδοι( Analog Inputs – AI) οι οποίες θα διαβάζουν:

- τη θερμοκρασία προσαγωγής
- τη θερμοκρασία επιστροφής
- την εξωτερική θερμοκρασία
- τη σχετική υγρασία επιστροφής

2 αναλογικές έξοδοι (Analog Outputs-AO) οι οποίες είναι:

- η εντολή θερμού στοιχείου
- η εντολή ψυχρού στοιχείου

10 ψηφιακές εισοδοι (Digital Inputs-DI) οι οποίες είναι:

- επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα προσαγωγής
- επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα επιστροφής
- βλάβη θερμικού ανεμιστήρα προσαγωγής
- βλάβη θερμικού ανεμιστήρα επιστροφής
- βλάβη αντλίας ποτίσματος
- χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή ποτίσματος
- χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή εσωτερικού φωτισμού
- χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή εξωτερικού φωτισμού
- χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή παραθύρων
- βλάβη εναλλάκτη – αντλία θερμότητας
- χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή λειτουργίας εναλλάκτη

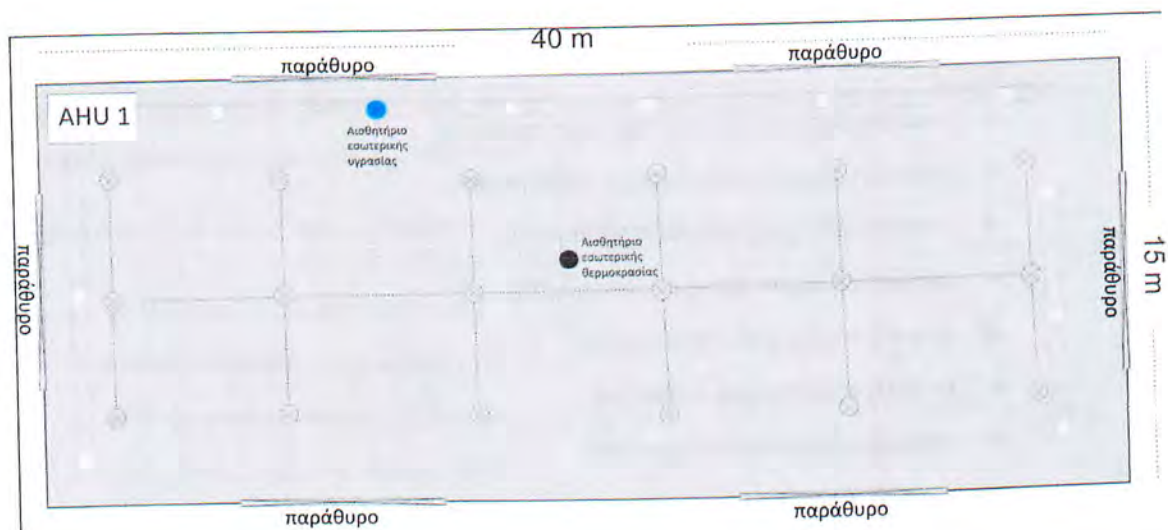
8 ψηφιακές έξοδοι (Digital Outputs-DO) οι οποίες είναι:

- εντολή ελέγχου ανεμιστήρα προσαγωγής
- εντολή ελέγχου ανεμιστήρα επιστροφής
- εντολή ελέγχου damper προσαγωγής
- εντολή ελέγχου damper επιστροφής
- εντολή αυτόματου ποτίσματος
- εντολή εσωτερικού φωτισμού
- εντολή εξωτερικού φωτισμού
- εντολή παραθύρων
- εντολή ύγρανσης
- εντολή ελέγχου εναλλάκτη – αντλία θερμότητας

Σύμφωνα με τα πιο πάνω στοιχεία για τη λειτουργία του BEMS έχουμε έλεγχο 27 σημείων για κάθε θερμοκήπιο, το οποίο σημαίνει ότι χρειαζόμαστε έλεγχο 54 σημείων συνολικά για τα 2 θερμοκήπια.

Για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τα ανάλογα modules. Κάθε module DO αποτελείται από 6 σημεία ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι αφού έχουμε  $10 \cdot 2 = 20$  DO θα χρησιμοποιήσουμε αναγκαστικά 4 modules. Κάθε module DI αποτελείται από 12 σημεία ελέγχου. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε 2 modules DI για τα  $11 \cdot 2 = 22$  DI. Κάθε module AI αποτελείται από 8 σημεία ελέγχου. Στη περίπτωση μας έχουμε  $4 \cdot 2 = 8$  AI και θα χρησιμοποιήσουμε ένα module. Τέλος, κάθε module AO αποτελείται από 8 σημεία ελέγχου. Έχουμε  $2 \cdot 2 = 4$  AO και θα χρησιμοποιήσουμε ένα module. Για την ολοκλήρωση του πίνακα AKE χρειαζόμαστε ένα controller που θα ανταπεξέρχεται στον έλεγχο των 54 σημείων.





Σχήμα 1.8 Κάτοψη θερμοκηπίου

## 1.7 Κόστος BEMS

Το κόστος της συγκεκριμένης εγκατάστασης με βάσει το οποίο ελέγχουμε τη θερμοκρασία, την υγρασία, το φωτισμό εσωτερικό και εξωτερικό και τον αερισμό υπολογίζεται σύμφωνα με τον αριθμό των απαραίτητων υλικών, της εργασίας εγκατάστασης και του τελικού προγραμματισμού με παράλληλη επίδειξη σωστής λειτουργίας του συστήματος BEMS.

Αναλυτικότερα θα χρειαστούν:

- 60 m καλώδιο 2x1,5 για το αισθητήριο της εσωτερικής θερμοκρασίας.
- 40 m καλώδιο 3x1,5 για το αισθητήριο της εσωτερικής υγρασίας.
- 210 m καλώδιο 4x1,5 από την AHU προς το ΑΚΕ
- 40 m καλώδιο 4x1,5 για το αυτόματο πότισμα.
- 40 m καλώδιο 4x1,5 για τον εναλλάκτη-αντλία θερμότητας.

Συνολικά για την καλωδίωση του έργου θα απαιτηθούν περίπου 400 m καλώδιο και 600€ για την αγορά του.

Ακολούθως, για την εγκατάσταση του πίνακα ΑΚΕ απαιτούνται:

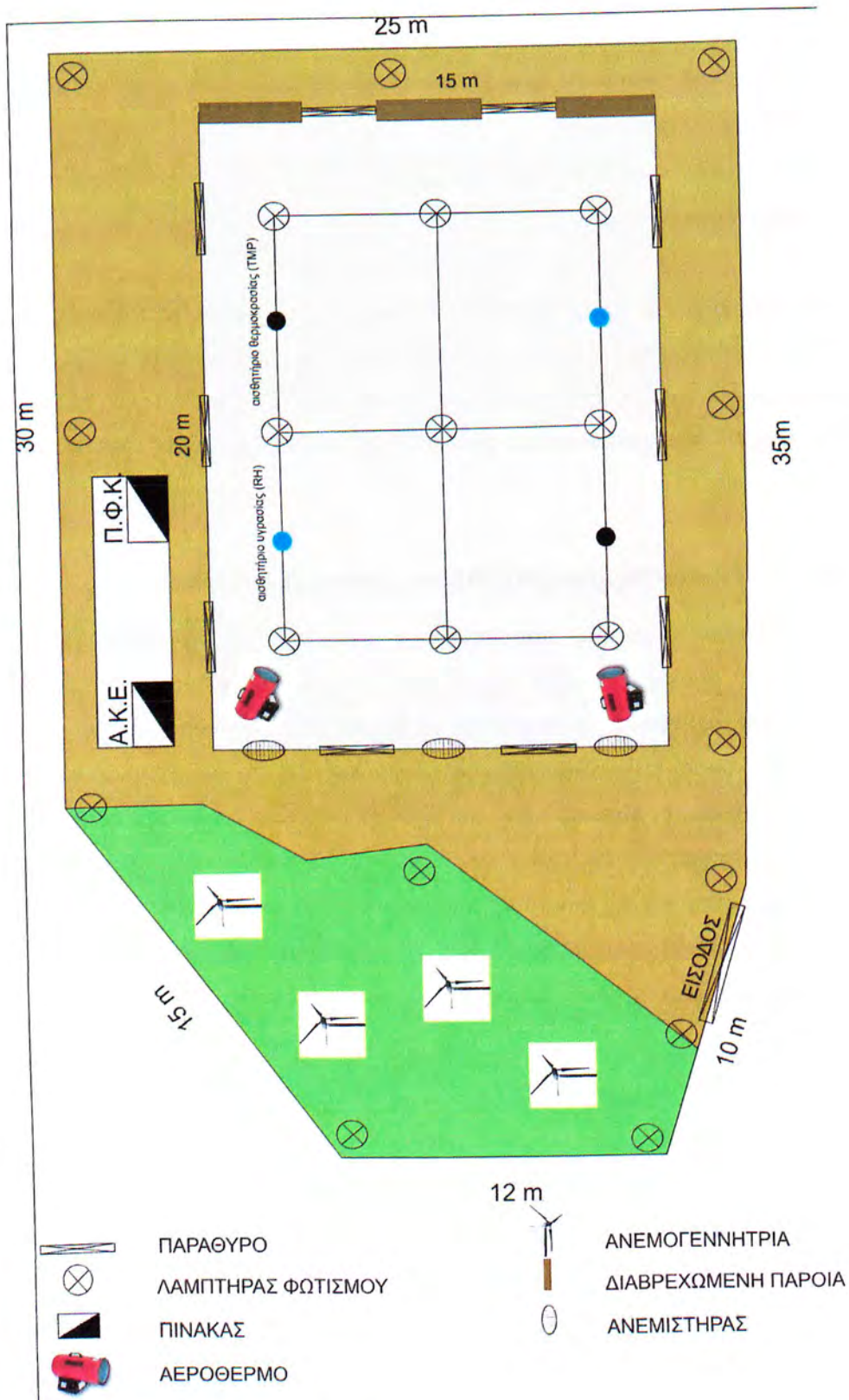
- 180€ για την αγορά του πίνακα ΑΚΕ

- 220€ για ένα module DO, άρα  $4*220=880€$
- 290€ για ένα module DI, άρα  $2*290=580€$
- 250€ για ένα module AI
- 250€ για ένα module AO
- 560€ για ένα controller

Επίσης θα χρειαστεί ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής των 800€ περίπου που θα τοποθετηθεί στο γραφείο ελέγχου και στον οποίο θα εγκατασταθεί το λογισμικό διαχείρισης του BEMS το οποίο κοστολογείται περίπου στα 1000€. Τέλος το κόστος εγκατάστασης και προγραμματισμού υπολογίζεται περίπου στα 2500€ -3000€.

### **1.8 Εφαρμογή συστήματος BEMS σε αγροτική μονάδα.**

Στη παρούσα ενότητα παρουσιάζεται ένα σχέδιο αγροτικής μονάδας βασιζόμενη σε σύστημα BEMS μέσω του οποίου ελέγχουμε τρεις βασικές λειτουργίες, τον αερισμό, το φωτισμό και τη θέρμανση. Η μονάδα αποτελείται από ένα χώρο στον οποίο είναι τοποθετημένες ανεμογεννήτριες, ένα γραφείο ελέγχου στο οποίο βρίσκονται οι πίνακες ΑΚΕ και ΠΦΚ, δίκτυο εξωτερικού και εσωτερικού φωτισμού, αισθητήρια θερμοκρασίας και υγρασίας, 10 παράθυρα με τα αντίστοιχα μοτέρ τους, 10 μοτέρ για τις κουρτίνες που μας βοηθούν για τη σκίαση του χώρου, ανεμιστήρες, διαβρεχόμενες παριοιές και 2 αερόθερμα για τη μεταβολή της θερμοκρασίας, μοτέρ αυτόματου ποτίσματος και παροχή νερού.



Σχήμα 1.9 Κάτοψη αγροτικής μονάδας

Για τη λειτουργία του BEMS της παραπάνω αγροτικής μονάδας απαιτείται ένας συγκεκριμένος αριθμός σημείων ελέγχου. Ο υπολογισμός αυτών γίνεται ως εξής:

6 αναλογικές είσοδοι (Analog Inputs - AI) οι οποίες θα διαβάζουν:

- 2 αισθητήρια εσωτερικής θερμοκρασίας (TMP) σε διαφορετικά σημεία το καθένα, δίνοντάς μας το μέσο όρο της θερμοκρασίας.
- 2 αισθητήρια εσωτερικής υγρασίας (RH) σε διαφορετικά σημεία το καθένα, δίνοντάς μας το μέσο όρο της υγρασίας.
- 1 αισθητήριο εξωτερικής θερμοκρασίας
- 1 αισθητήριο εξωτερικής υγρασίας

8 ψηφιακές είσοδοι (Digital Inputs – DI) οι οποίες είναι:

- Επιβεβαίωση λειτουργίας μηχανισμού παραθύρων
- Χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή του μηχανισμού παραθύρων
- 2 για βλάβη αερόθερμων
- 2 για επιβεβαίωση λειτουργίας αερόθερμων
- Χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή εσωτερικού φωτισμού
- Χειροκίνητη ή αυτόματη εντολή εξωτερικού φωτισμού

8 ψηφιακές έξοδοι (Digital Outputs – DO) οι οποίες είναι:

- Εντολή ελέγχου για τη βάνα παροχής νερού για τις διαβρεχόμενες παροιές (ON-OFF)
- Εντολή ελέγχου για τους ανεμιστήρες (ON-OFF)
- Εντολή ελέγχου για τον μηχανισμό των παραθύρων (ON-OFF)
- Εντολή ελέγχου για τον μηχανισμό των κουρτινών σκίασης
- 2 εντολές ελέγχου για τα αερόθερμα
- Εντολή ελέγχου για τον εσωτερικό φωτισμό
- Εντολή ελέγχου για τον εξωτερικό φωτισμό

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία έχουμε έλεγχο 22 σημείων και θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τα ανάλογα modules. 2 modules DO, 1 module DI και 1 module AI.

Ο αερισμός στη μονάδα μας επιτυγχάνεται με το φυσικό τρόπο άνοιγμα-κλείσιμο παραθύρων αλλιώς ξεκινάει η λειτουργία της διαβρεχόμενης παροιάς. Για τη μεταβολή της θερμοκρασίας είτε χρησιμοποιούμε τα 2 αερόθερμα, είτε με ταυτόχρονη λειτουργία ανεμιστήρων και διαβρεχόμενων παροιών. Στη δεύτερη περίπτωση τα παράθυρα πρέπει να είναι κλειστά. Επιπλέον, μεταβάλλεται με άνοιγμα-κλείσιμο παραθύρων και κουρτινών σκίασης. Οι ανάγκες του φωτισμού για εξοικονόμηση ενέργειας καλό θα είναι να καλύπτονται από λαμπτήρες LED και όχι πυρακτώσεως.

Ένας ενδεικτικός τρόπος υπολογισμού του κόστους καλωδίωσης αναφέρθηκε στην ενότητα 1.7 και ποικίλει ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης και τα τετραγωνικά μέτρα κάθε μονάδας.

Για την εγκατάσταση του πίνακα ΑΚΕ απαιτούνται:

- 180€ για την αγορά του πίνακα ΑΚΕ
- 220€ για ένα module DO, άρα  $2 \cdot 220 = 440€$
- 290€ για ένα module DI
- 250€ για ένα module AI
- 560€ για ένα controller

Επίσης θα χρειαστεί ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής των 800€ περίπου που θα τοποθετηθεί στο γραφείο ελέγχου και στον οποίο θα εγκατασταθεί το λογισμικό διαχείρισης του BEMS το οποίο κοστολογείται περίπου στα 1000€. Τέλος το κόστος εγκατάστασης και προγραμματισμού υπολογίζεται περίπου στα 2500€ -3000€.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **Τα κυριότερα πρωτόκολλα επικοινωνίας**

#### **2.1 EIBUS**

Η European Installation Bus Association ιδρύεται το 1990 από 15 εταιρίες και τώρα είναι μια ένωση σχεδόν 100 εταιριών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων που έχουν συνενωθεί για το σκοπό της προώθησης στην αγορά κοινών προτύπων για τις εγκαταστάσεις διαύλων.

Ο στόχος τους για ένα ομοιόμορφο σύστημα διαχείρισης κτηρίων σε όλη την Ευρώπη επιτυγχάνεται:

- Καθορίζοντας τις τεχνικές οδηγίες για τα συστήματα και τα προϊόντα.
- Επινώντας τους ποιοτικούς κανόνες.
- Καθορίζοντας τις διαδικασίες δοκιμής.
- Καθιστώντας τη τεχνογνωσία των συστημάτων διαθέσιμη στα μέλη, τα υποκαταστήματα και τους κατόχους αδείας.
- Δεσμεύοντας τα ινστιτούτα δοκιμών να εκτελούν τις ποιοτικές επιθεωρήσεις.
- Χορηγώντας σε τρίτους που περνούν τις δοκιμές τη χρήση του σήματος "EIB".
- Συμμετέχοντας ενεργά στην τυποποίηση.

##### **2.1.1 ΧΡΗΣΗ**

Η εγκατάσταση διαύλου EIB είναι ιδανική για οποιοδήποτε κτήριο, είτε πρόκειται για ένα συγκρότημα γραφείων, ξενοδοχείο, σχολείο ή αυτόνομο σπίτι. Έχει βρει εμπορική επιτυχία στην ηπειρωτική Ευρώπη, ιδιαίτερα στη Γερμανία όπου έχει σημειωθεί ένας αριθμός περίπου 10 με 15 χιλιάδες εγκαταστάσεων(2001).

## 2.1.2 Η ΓΡΑΜΜΗ ΤΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ

Η εγκατάσταση διαύλου EIB είναι ένα συνεστραμμένο ζεύγος που είναι τοποθετημένο παράλληλα στο κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Η γραμμή του διαύλου διασυνδέει όλους τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές μιας εγκατάστασης. Οι αισθητήρες μπορεί να είναι συσκευές εντολής όπως οι διακόπτες. Άλλοι τύποι αισθητήρων περιλαμβάνουν τους αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες φωτεινότητας κ.λ.π. Οι ενεργοποιητές είναι δέκτες εντολής, όπως πηγές φωτισμού, θέρμανση, άνοιγμα πορτών κ.λ.π. Σε κάθε γραμμή διαύλου μπορούν να λειτουργήσουν μέχρι 64 συσκευές. Μέχρι 12 τέτοιες γραμμές μπορούν να ενωθούν μαζί σε ένα συζευκτήρα γραμμών για να διαμορφώσουν μια περιοχή διαύλου. Μέχρι 15 τέτοιες περιοχές διαύλου μπορούν στη συνέχεια να συνδεθούν με τη βοήθεια ενός συζευκτήρα περιοχής.

## 2.1.3 ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ

Η τοπολογία της εγκατάστασης μπορεί να καθορίσει ελεύθερα το δίαυλο EIB. Η καλωδίωση μπορεί να εφαρμοστεί παράλληλα με την παροχή κεντρικών αγωγών σε ένα σχηματισμό γραμμή, αστέρα ή δέντρου.

## 2.1.4 ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Οι συσκευές στο δίαυλο επικοινωνούν με ρυθμό 9600 ανά δευτερόλεπτο. Οι πληροφορίες που μεταδίδονται στο δίαυλο περιγράφονται ως τηλεγραφήματα. Κάθε τηλεγράφημα υποδιαιρείται στους ακόλουθους τομείς:

- Πεδίο ελέγχου
- Πεδίο διεύθυνσης
- Πεδίο δεδομένων
- Πεδίο επαλήθευσης

Τα δεδομένα στα πεδία ελέγχου και επαλήθευσης εξασφαλίζουν την χωρίς λάθη επικοινωνία. Τα δεδομένα στο πεδίο διεύθυνσης διευκρινίζουν σε ποια περιοχή, σε ποια γραμμή, και σε ποια συσκευή απευθύνεται το τηλεγράφημα.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφαλής επικοινωνία στο δίαυλο έχει υιοθετηθεί ένας μηχανισμός διαιτησίας που επιτρέπει σε μια μόνο συσκευή να επικοινωνεί στο δίαυλο σε κάθε χρονική στιγμή.

## **2.2 PROFIBUS (PROcess Field BUS)**

Το PROFIBUS είναι το κύριο ανοικτό σύστημα fieldbus στην Ευρώπη και απολαμβάνει παγκόσμια αποδοχή. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τους τομείς της κατασκευής και αυτοματοποίησης κτηρίων. Το PROFIBUS είναι ένα διεθνές ανοικτό fieldbus πρότυπο που τυποποιήθηκε στο ευρωπαϊκό EN 50 170 fieldbus πρότυπο. Αυτό παρέχει τη βέλτιστη προστασία των προμηθευτών και χρηστών.

Σήμερα, όλοι οι κύριοι κατασκευαστές της τεχνολογίας αυτοματοποίησης προσφέρουν διεπαφές PROFIBUS για τις συσκευές τους. Η ποικιλία των προϊόντων περιλαμβάνει περισσότερες από 1500 διαφορετικές συσκευές και υπηρεσίες, περίπου 400 εκ των οποίων είναι επικυρωμένες συσκευές εξασφαλίζοντας εύκολη λειτουργία ακόμη και σε δίκτυα πολλαπλών προμηθευτών. Το PROFIBUS έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε πάνω από 200.000 πραγματικές εφαρμογές σε όλο τον κόσμο και περισσότερες από 2.000.000 συσκευές έχουν εγκατασταθεί.

Η τεχνολογία PROFIBUS αναπτύσσεται και διαχειρίζεται από την οργάνωση χρηστών PROFIBUS User Organization. Η ιδιότητα μέλους σε αυτήν την οργάνωση προσφέρει αυξημένες πληροφορίες και ανταγωνιστικότητα στην αγορά. Στα μέλη περιλαμβάνονται κατασκευαστές, χρήστες και ερευνητικά ιδρύματα. Οι περιφερειακές ομάδες χρηστών σε 20 σημαντικές βιομηχανικές χώρες προσφέρουν υποστήριξη μητρικής γλώσσας σε όλο το κόσμο. Όλες οι περιφερειακές ομάδες χρηστών είναι ενωμένες κάτω από την οργάνωση - ομπρέλα PROFIBUS International (PI) που με περισσότερα από 750 μέλη, είναι η μεγαλύτερη οργάνωση fieldbus στον κόσμο.



## 2.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το PROFIBUS καθορίζει τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός σειριακού fieldbus που διασυνδέει τις κατανεμημένες ψηφιακές συσκευές από χαμηλό (επίπεδο αισθητήρα / ενεργοποιητή) μέχρι το μεσαίο (επίπεδο κυττάρων) επίπεδο απόδοσης. Το σύστημα περιέχει master και slave συσκευές. Μια master συσκευή είναι σε θέση να ελέγξει το δίαυλο, π.χ. μπορεί να μεταφέρει μηνύματα χωρίς μακρινό αίτημα όταν έχει δικαίωμα πρόσβασης στο δίαυλο. Οι master συσκευές καλούνται ενεργοί σταθμοί στο πρωτόκολλο PROFIBUS. Χαρακτηριστικές master συσκευές είναι τα PLC (Programmable Logic Controller), CNC (Compare Numerical Controller) και ελεγκτές κυττάρων.

Οι slave συσκευές είναι απλές απομακρυσμένες συσκευές. Χαρακτηριστικές slave συσκευές είναι οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές και συσκευές αποστολής σημάτων. Δεν έχουν κανένα δικαίωμα πρόσβασης στους διαύλους, π.χ. μπορούν μόνο να αναγνωρίσουν τα λαμβανόμενα μηνύματα, ή κατά απαίτηση μιας master συσκευής να μεταδώσουν μηνύματα σε αυτή τη συσκευή. Οι slave συσκευές καλούνται επίσης ως παθητικοί σταθμοί στο πρωτόκολλο PROFIBUS. Οι slave συσκευές χρειάζονται μόνο ένα μικρό μέρος του πρωτοκόλλου και επομένως το πρωτόκολλο είναι ιδιαίτερα απλό να εφαρμοστεί.

## 2.2.2 ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Λόγω του ότι το PROFIBUS μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το επίπεδο τομέων μέχρι το επίπεδο κυττάρων με ομοίμορφο πρωτόκολλο και τεχνικές μετάδοσης, το κόστος για την εγκατάσταση, συντήρηση και κατάρτιση ελαχιστοποιούνται.

## 2.3 CANbus (Controller Area Network)

Το πρωτόκολλο CAN αναπτύχθηκε στην Ευρώπη το 1988 από την Intel και τη Bosch. Αρχικά στόχευαν στη χρήση σε αυτοκίνητα αλλά αποδείχτηκε επίσης πολύ καλό για χρήση σε βιομηχανικά συστήματα ελέγχου μηχανών πραγματικού χρόνου. Μέσω της επιτυχούς χρήσης του πρωτοκόλλου CAN στα αυτοκίνητα και σε

βιομηχανικές εφαρμογές όπως οι συσκευές ελέγχου, αισθητήρες και ενεργοποιητές, το CAN καθιερώθηκε στις ΗΠΑ και σε άλλα μέρη του κόσμου. Είναι διεθνώς τυποποιημένο κάτω από το πρότυπο ISO 11898.

Μεταξύ των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του είναι:

- Γρήγορη μεταφορά δεδομένων 1 MB/s εάν το μήκος διαύλου είναι λιγότερο από 40 μέτρα.
- Τα μηνύματα έχουν ένα προβλέψιμο μέγιστο χρόνο απόκρισης. Ένα μήνυμα ώθησης χωρίς δεδομένα και με την πιο υψηλή προτεραιότητα μπορεί να έχει ένα μέγιστο χρόνο απόκρισης 54 ms στο δίαυλο εάν χρησιμοποιείται ρυθμός μεταφοράς 1 MB/s.
- Τα μηνύματα μπορεί να σταλούν από σε σημείο ή να είναι ευρείας ή πολλαπλής διανομής.
- Υποστηρίζονται απομακρυσμένα μηνύματα. Μια λειτουργική μονάδα μπορεί πάντα να προετοιμαστεί για να διαβιβάσει αμέσως τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα κατόπιν αιτήσεως από οποιαδήποτε άλλη μονάδα.
- 2032 (Standard CAN) ή 536.870.912 (Extended CAN) διαφορετικά μηνύματα είναι διαθέσιμα, κάθε ένα από τα οποία περιέχει 0-8 bytes δεδομένων.
- Ισχυρή ανίχνευση και χειρισμός σφάλματος. Εάν υπάρχει ένα αλλοιωμένο μήνυμα σε 1000 μεταδόσεις η συνολική πιθανότητα σφάλματος στα υπόλοιπα μηνύματα ανέρχεται σε  $8.5 \cdot 10^{-14}$ .
- Προγραμματίσιμος ρυθμός μεταφοράς.
- Προγραμματίσιμη διαμόρφωση οδηγών εξόδου.
- Χαμηλού κόστους CAN ελεγκτές και μικροτσίπ με ενσωματωμένους CAN ελεγκτές είναι εμπορικά διαθέσιμα από τις εταιρείες Intel, Motorola, Philips, Siemens, NEC και National.

### 2.3.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Τα δίκτυα CAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενσωματωμένο σύστημα επικοινωνιών για μικροελεγκτές, καθώς επίσης και ως ανοικτό σύστημα επικοινωνιών για ευφυείς συσκευές.

Το σειριακό σύστημα διαύλου CAN, αρχικά αναπτυγμένο για χρήση στα αυτοκίνητα, χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία καθώς επίσης και στην αυτοματοποίηση κτηρίων και σε ιατρικούς εξοπλισμούς.

### 2.3.2 ΑΠΟΔΟΣΗ

Τοπολογία: Διαμόρφωση με μόνο μια λογική γραμμή διαύλου.

Μέσο μετάδοσης: Καλλυμένο χάλκινο καλώδιο, καθώς επίσης και οπτικές ίνες.

Μήκος διαύλου: Από 40 μέτρα για 1 Mbps ως 500 μέτρα για 125 Kbps.

Ρυθμός μετάδοσης: Από 10 Kbps έως 1 Mbps.

Ποσότητα δεδομένων: 0 έως 8 bytes ανά μήνυμα.

Μήκος μηνυμάτων: μέχρι 130 bits.

### 2.3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Υψηλή αξιοπιστία, αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης δικτύων και της διαθέσιμης ενέργειας στο δίκτυο.

### 2.3.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Περιορισμένη αποδοχή εκτός Ευρώπης. Το πρωτόκολλο είναι αρκετά περίπλοκο ως προς την ανάπτυξή του.

## 2.4 LonWorks

Το LonWorks είναι μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε για κατανεμημένα δίκτυα ελέγχου όπου διάφορα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο καλώδιο για τη μετάδοση σημάτων. Η τεχνολογία αναπτύσσεται από την εταιρία Echelon Corporation. Η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει πολλές από τις λειτουργίες σε κτήρια και βιομηχανίες. Σε ένα ευφύες σπίτι ο έλεγχος της θέρμανσης, του εξαερισμού, ο έλεγχος πρόσβασης και ο φωτισμός είναι λίγο πολύ αυτοματοποιημένα. Αυτές οι λειτουργίες απαιτούν συνήθως χωριστά καλώδια για την τροφοδοσία και τη σηματοδότηση. Ένα πρόσθετο πρόβλημα είναι τα πολλά διάφορα πρότυπα που χρησιμοποιούνται. Με τη χρησιμοποίηση του LonWorks όλες οι λειτουργίες μπορούν να διαβιβάσουν τα σήματα και να τροφοδοτηθούν από το ίδιο καλώδιο και σε μερικές περιπτώσεις μπορεί ακόμη και να χρησιμοποιηθεί η υπάρχουσα γραμμή τροφοδοσίας. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του LonWorks είναι ότι διαφορετικά συστήματα μπορούν να επικοινωνήσουν, να ανταλλάξουν πληροφορίες και να αλληλεπιδράσουν με έναν τυποποιημένο τρόπο. Το αποτέλεσμα είναι ένα αποδοτικότερο και πιο εύκολο στη χρήση σύστημα.

### 2.4.1 NEURONS

Το βασικό κομμάτι ενός προϊόντος LonWorks είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα αποκαλούμενο Neuron. Ένα Neuron chip χειρίζεται και το δίκτυο (μετάδοση σημάτων) και την λειτουργία I/O (εισόδου/ εξόδου) μέσω ενός λειτουργικού συστήματος. Το μόνο πράγμα που απαιτείται μεταξύ του Neuron chip και του φυσικού δικτύου είναι ένας πομποδέκτης (transceiver). Κάθε μονάδα που περιέχει ένα Neuron chip, ένα πομποδέκτη και μονάδα I/O καλείται κόμβος. Το δίκτυο αποτελείται από κόμβους που επηρεάζουν το περιβάλλον τους. Οι κόμβοι μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με πλήθος διαφορετικών μέσων με τη χρήση ενός κοινού πρωτόκολλου μηνυμάτων (LonTalk).

## 2.4.2 ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Στην πράξη δεν υπάρχει κανένα όριο στον αριθμό σημείων ελέγχου (κόμβοι) στο δίκτυο. Πρόσθετες λειτουργίες μπορούν εύκολα να προστεθούν αργότερα χωρίς τροποποιήσεις στο υπάρχον σύστημα.

Η δομή του δικτύου αποθηκεύεται στον κόμβο και στη βάση δεδομένων του συστήματος. Ο επανασχηματισμός δεν απαιτεί οποιαδήποτε αλλαγή στα υπάρχοντα καλώδια ή τα εγκατεστημένα προϊόντα. Όλα μπορούν να γίνουν με ένα PC. Το LonWorks χρησιμοποιεί ένα κοινό εργαλείο πρωτοκόλλου και εγκατάστασης για τις διάφορες εφαρμογές. Αυτό καθιστά εφικτό τον εύκολο συνδυασμό λειτουργιών και διεπαφών για διαφορετικά υποσυστήματα σε ένα κτήριο.

## 2.4.3 ΑΞΙΟΠΙΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Το LonWorks είναι πλήρως κατανεμημένο και δεν χρειάζεται κανένα κεντρικό ελεγκτή. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας κάποιων μονάδων το υπόλοιπο σύστημα θα συνεχίσει να λειτουργεί κανονικά. Το πρωτόκολλο LonTalk φτιάχτηκε για τη μέγιστη αξιοπιστία σε διάφορες λειτουργίες όπως επιβεβαίωση μηνύματος, ανίχνευση λάθους, επαναμετάδοση, προτεραιότητες, προσδιορισμός αποστολέα κ.λ.π.

## 2.4.4 LonTalk

Η καρδιά της τεχνολογίας LonWorks είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk. Αυτό το πρωτόκολλο σχεδιάστηκε ειδικά για δίκτυα συστημάτων ελέγχου και καθορίζει τις peer-to-peer επικοινωνίες μεταξύ των συσκευών. Το πρωτόκολλο είναι βασισμένο σε έναν ενισχυμένο CSMA (Carrier Sense Media Access) αλγόριθμο πρόσβασης στο δίκτυο, ο οποίος προβλέπει ένα σχέδιο αποφυγής σύγκρουσης. Τα αποτελέσματα είναι η συνεπής απόδοση του δικτύου, χωρίς υποβάθμιση λόγω αυξημένης κυκλοφορίας στο δίκτυο. Τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου είναι:

- Εφαρμόζεται στο Neuron chip.
- Ακολουθεί το πρότυπο αναφοράς 7- Layer OSI (Open Systems Interconnection model).
- Είναι βελτιστοποιημένο για τα δίκτυα ελέγχου.
- Υποστηρίζει σύντομα μηνύματα.
- Είναι ανεξάρτητο του μέσου.
- Εξασφαλίζει κόμβους χαμηλότερου κόστους.
- Παρέχει υψηλή αξιοπιστία.

## 2.5 BACnet (Building Automation and Control net)

Το BACnet είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας για τον αυτοματισμό κτηρίων και τα δίκτυα ελέγχου ειδικά σχεδιασμένο για τις ανάγκες του αυτοματισμού κτηρίων και τον έλεγχο του εξοπλισμού.

Το BACnet αναπτύχθηκε από μια επιτροπή που διαμορφώθηκε από την Αμερικανική Επιτροπή Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης, και Κλιματισμού (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers- ASHRAE). Ο κύριος στόχος της επιτροπής ήταν να δημιουργήσει ένα πρωτόκολλο που θα επέτρεπε σε κτηριακά συστήματα από διαφορετικούς κατασκευαστές να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν με έναν αρμονικό τρόπο.

Για να επιτύχει τη διαλειτουργικότητα ευρέος φάσματος του εξοπλισμού, η προδιαγραφή BACnet αποτελείται από τρία κύρια μέρη. Το πρώτο μέρος περιγράφει μια μέθοδο απεικόνισης για οποιουδήποτε τύπου εξοπλισμό αυτοματισμού κτηρίου με ένα τυποποιημένο τρόπο. Το δεύτερο μέρος καθορίζει τα μηνύματα που μπορούν να σταλούν μέσω ενός δικτύου υπολογιστών για να επιτηρήσουν και να ελέγξουν τέτοιο εξοπλισμό. Και το τρίτο μέρος καθορίζει ένα σύνολο αποδεκτών LANs που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις επικοινωνίες BACnet.

## 2.6 BitBus

Το BitBus είναι ένα fieldbus που χρησιμοποιείται για να διασυνδέει αυτόνομες μονάδες ελέγχου, τερματικά κ.λ.π. Ταιριάζει ιδιαίτερα στα μεσαίου μεγέθους τηλεγραφήματα ανταλλαγής δεδομένων (10..250 bytes) ακόμη και για μεγάλες αποστάσεις (αρκετά χιλιόμετρα).

Το BitBus είναι βασισμένο σε δύο πρότυπα:

- Το RS485, ως ηλεκτρική προδιαγραφή για την αξιόπιστη επικοινωνία.
- Το SDLC, ως πρωτόκολλο λογισμικού για συμπαγή, σύγχρονη μεταφορά μηνυμάτων.

Υψηλής ταχύτητας δικτυωμένο I/O (δίαυλοι αισθητήρα-ενεργοποιητή) είναι απαραίτητο για να λυθεί ένα πρόβλημα με τους συμβατικούς προγραμματίσιμους ελεγκτές (PLC/SPS). Με τη χρησιμοποίηση πραγματικών γλωσσών προγραμματισμού, είναι πολύ απλούστερο - και πολύ ασφαλέστερο - να απομονώσει κανείς το πρόβλημα και να βάλει τη λύση του εκεί όπου το πρόβλημα είναι, π.χ. να βάλει τον ρυθμιστή κοντά στη μονάδα που πρέπει να ελεγχθεί. Το BitBus είναι βελτιστοποιημένο για κατανεμημένο έλεγχο και ο πυρήνας mCAT υποστηρίζει αυτήν την ιδέα με την αφιέρωσή του στη διάβαση μηνυμάτων.

### 2.6.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Το BitBus μπορεί να καλύψει μεγάλες περιοχές: 1,2km με ρυθμό μετάδοσης 62,5Kbit/s.
- Το BitBus μπορεί να χρησιμοποιήσει επαναλήπτες για να πολλαπλασιάσει τα μήκη των καλωδίων.
- Το BitBus χρησιμοποιεί το SDLC, ένα πρωτόκολλο βασισμένο στην ανταλλαγή μηνυμάτων με αυτόματη ανίχνευση λάθους. Τυποποιημένοι σειριακοί ελεγκτές, όπως ο 85C30, πραγματοποιούν το χειρισμό του πρωτοκόλλου SDLC στο υλικό ενώ τα βασισμένα σε ανταλλαγή χαρακτήρων πρωτόκολλα (απλή ασύγχρονη μετάδοση) είναι "επισημάνει σε οποιαδήποτε ταχύτητα". Το BitBus χρησιμοποιεί ένα ενιαίο συνεστραμμένο

ζεύγος συν τη γείωση για μέσο μετάδοσης. Το πρότυπο RS485 αναγνωρίζεται ευρέως για την απουσία θορύβου του<sup>[7]</sup>.

Το BitBus χρησιμοποιεί κωδικοποίηση NRZI: το ρολόι διαβιβάζεται με τα δεδομένα και μια πολικότητα δεν χρειάζεται να υπακούει στο ζευγάρι καλωδίων του BitBus. Ένας ελαττωματικός σταθμός ή ένας σταθμός χωρίς ενέργεια δεν μπλοκάρει το δίαυλο.

## **2.6.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

Το BitBus δεν εφαρμόζεται καλά ως δίαυλος I/O, π.χ. για να συνδεθούν απλοί αισθητήρες ή βαλβίδες.



## 2.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Οι ακόλουθοι πίνακες παρουσιάζουν τις βασικές ιδιότητες και τις βασικές διαφορές μεταξύ των πρωτοκόλλων που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ**

<b>Πρωτόκολλο</b>	<b>Οργανισμός που αναπτύσσει την τεχνολογία</b>	<b>Έτος παρουσίασης</b>	<b>Ακολουθούμενα πρότυπα</b>
EIBus	European Installation Bus Association	1990	ENV 13154-2 and ANSI/EIA 776
PROFIBUS DP/PA	Siemens/PTO	DP- 1994 PA-1995	EN50170
CANBus	Intel and Bosch	1988	ISO11898 ISO11519
LonWorks	Echelon Corp.	1991	ANSI
BACnet	ASHRAE	1995	ANSI/ASHRAE
BitBus	Intel	1984	IEEE1118

Πίνακας 1.1 Βασικές πληροφορίες πρωτοκόλλων

## **ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

<b>Πρωτόκολλο</b>	<b>Τοπολογία δικτύου</b>	<b>Φυσικό μέσο</b>	<b>Μέγιστος αριθμός συσκευών (Κόμβοι)</b>	<b>Μέγιστη απόσταση</b>
EIBus	Δίαυλος	Συνεστραμμένο ζεύγος, RF, Γραμμή Ισχύος	256 ανά γραμμή 65,536 συνολικά	700m μεταξύ των συσκευέων, 350m μεταξύ μιας μονάδας τροφοδοσίας και μιας συσκευής
PROFIBUS DP/PA	Γραμμή, Αστέρας ή Δακτύλιος	Συνεστραμμένο ζεύγος, Οπτική Ίνα	Με επαναλήπτες: 127, Χωρίς επαναλήπτες: 32	Με επαναλήπτες: 800m Χωρίς επαναλήπτες: 200m Για Οπτική Ίνα: 24Km
CANBus	Δίαυλος	Συνεστραμμένο ζεύγος	40	40m-1Mb/s, 1km-20Kb/s
LonWorks	Δίαυλος, Δακτύλιος, Βρόγχος, Αστέρας	Συνεστραμμένο ζεύγος, Οπτική Ίνα, Γραμμή Ισχύος	32.000/domain	2000m@ 78kbps
BACnet	Δίκτυο	Συνεστραμμένο ζεύγος, Οπτική Ίνα, Ομοαξονικό Καλώδιο	$2^{48}$	Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες
BitBus	Δίαυλος	Συνεστραμμένο ζεύγος	Με επαναλήπτες: 250, Χωρίς επαναλήπτες: 32	Με επαναλήπτες: 13.2Km Χωρίς επαναλήπτες: 1.2Km

Πίνακας 1.2 Φυσικά χαρακτηριστικά πρωτοκόλλων

## 2.8 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ KNX/EIB

Το KNX/EIB (European Installation Bus) αποτελεί ένα πρότυπο δικτύωσης κτηρίων βασισμένο σε ένα ή περισσότερους διαύλους. Πρόκειται για ένα βιομηχανικό πρότυπο, το οποίο προτάθηκε από ένα σύνολο εταιριών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, οι οποίες συνέστησαν τον ανεξάρτητο επιστημονικό φορέα EIBA ( EIB Association). Στην συνέχεια, το 1999 δημιουργήθηκε η Konnex Association ως συνένωση τριών αυτόνομων ενώσεων δικτύων διαχείρισης κτηρίων, της EIBA, της BCI και της EHSΑ. Έδρα της έγινε το Βέλγιο και τα αντίστοιχα δίκτυα των ενώσεων αυτών ήταν τα EIB, Batibus και EHS. Σήμερα η Konnex Association αποτελείται από περισσότερες από 110 ευρωπαϊκές εταιρίες που απασχολούνται με την ηλεκτρονική, τους αυτοματισμούς, τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, τον κλιματισμό, τις λευκές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές κ.α. Επίσης υποστηρίζεται από πολλά πανεπιστήμια και τεχνικά εκπαιδευτήρια σε όλη την Ευρώπη.

Το παλιό πρωτόκολλο EIB και το νέο KNX είναι αμφίδρομα συμβατά για αυτό και αναφέρονται με το κοινό όνομα KNX/EIB ( στην πραγματικότητα το KNX/EIB είναι στην ουσία το EIB με τη δυνατότητα επικοινωνίας με όλες τις KNX συσκευές). Το KNX/EIB λοιπόν, είναι μια σύγχρονη μέθοδος ηλεκτρικών εγκαταστάσεων για κτηριακό αυτοματισμό. Πολλοί αναφέρουν τον όρο "έξυπνο σπίτι" για να περιγράψουν τέτοια συστήματα. Η αρχή λειτουργίας είναι η εξής: υπάρχουν σε όλο το κτήριο διάφοροι αισθητήρες (θερμοκρασίας, φωτισμού, παρουσίας ανθρώπων), ένας ή περισσότεροι ελεγκτές ( PLC,PC) και διάφοροι ενεργοποιητές ( φώτα, ηλεκτρικά ρολά, συστήματα θέρμανσης/ψύξης). Όλα αυτά διαθέτουν κάποιον ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή και όταν συνδέονται σε κάποιο δίκτυο KNX/EIB μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με σκοπό να δημιουργηθεί ένα έξυπνο σύστημα κτηριακού αυτοματισμού το οποίο θα μετατρέπει ένα απλό σπίτι σε ένα "έξυπνο σπίτι".

### 2.8.1 Τρόποι Μετάδοσης

Οι κυριότερες υλοποιήσεις εγκατάστασης με το πρότυπο KNX/EIB γίνονται με τη χρήση τεσσάρων αρκετά διαδεδομένων φυσικών μέσων:

- Συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων (twisted pair)
- Ασύρματη μετάδοση (Radio Transmission)
- Γραμμής ισχύος (Power Line Transmission)
- Ethernet (KNX over IP)

### 2.8.2 Τοπολογία και οργάνωση διαύλου

Σημαντική παράμετρος στη σχεδίαση και δημιουργία εγκαταστάσεων που βασίζονται σε τεχνολογία KNX/EIB, είναι η ιεράρχηση και η οργάνωση της τοπολογίας της. Αυτό που έχει προταθεί για το σχεδιασμό της καλωδίωσης είναι μία ιεραρχική δενδροειδής δομή. Η γραμμή (line) αποτελεί τη μικρότερη και απλούστερη μονάδα διαύλου σε όλο το σύστημα KNX/EIB. Ο μέγιστος αριθμός συνδρομητών διαύλου που μπορούν να εγκατασταθούν σε μια γραμμή είναι 64. Σε περίπτωση που απαιτείται εγκατάσταση περισσότερων από 64, τότε θα πρέπει να γίνει η χρήση επαναληπτών (repeaters), τότε ο μέγιστος αριθμός των συνδρομητών γίνεται 255. Η μέγιστη απόσταση συσκευών σε γραμμής με χρήση συνεστραμμένου ζεύγους είναι 700 μέτρα με ταχύτητα 9600bps. Η αμέσως μεγαλύτερη δομική μονάδα στην ιεραρχία είναι περιοχή (area). Σε μια περιοχή με τη χρήση ειδικών συσκευών, που λέγονται προσαρμοστές γραμμής (line couplers), μπορούν να συνδεθούν έως 15 γραμμές. Ο συνολικός αριθμός συνδρομητών που μπορούν να φιλοξενηθούν χωρίς επαναλήπτες φτάνει τους 960. Για τη λειτουργία κάθε γραμμής απαιτείται ένα πιστοποιημένο KNX/EIB τροφοδοτικό. Το κάθε τροφοδοτικό αναλαμβάνει την τροφοδοσία των συνδρομητών, που είναι συνδεδεμένοι στην εν λόγω γραμμή. Τέλος, με τη χρήση προσαρμοστών περιοχών (area couplers) μπορούν να συνδεθούν μέχρι και 15 περιοχές μαζί. Έτσι ο συνολικός αριθμός συνδρομητών που μπορούν να φιλοξενηθούν είναι 14400. Κάθε γραμμή λειτουργεί ανεξάρτητα από τις άλλες, έτσι αν συμβεί οποιοδήποτε πρόβλημα σε μια γραμμή (δυσλειτουργία τροφοδοτικού ή συσκευής, βραχυκύκλωμα, προσθήκη νέων συσκευών) τότε δεν θα επηρεαστούν οι υπόλοιπες. Επίσης, ο διαχωρισμός του

διαύλου σε περιοχές και γραμμές, παρέχει το πλεονέκτημα ότι η κίνηση δεδομένων, σε μια γραμμή ή περιοχή, είναι απομονωμένη και δεν επηρεάζει τη ροή των πληροφοριών στις υπόλοιπες γραμμές ή περιοχές, έτσι αυξάνεται η φαινομενική ταχύτητα του δικτύου. Για αυτό, όταν οι συσκευές είναι περισσότερες από 64, είναι προτιμότερο να τοποθετούνται σε πολλές γραμμές και όχι σε μόνο μια με τη χρήση επαναληπτών.

### 2.8.3 Μετάδοση πληροφορίας-τηλεγραφήματα

Οι πληροφορίες ανταλλάσσονται μεταξύ των συνδρομητών του διαύλου με τη μορφή τηλεγραφημάτων. Οι πληροφορίες μεταδίδονται συμμετρικά στη γραμμή Bus με ρυθμό 9600bits/sec καθορίζοντας έτσι το μέσο χρόνο μετάδοσης ενός τηλεγραφήματος στα 25 msec. Για λόγους ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης χρησιμοποιείται, για τη μετάδοση, διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο γραμμών και όχι διαφορά δυναμικού σε σχέση με το δυναμικό της γης. Το πρωτόκολλο KNX/EIB επιβάλει τα ξεχωριστά μηνύματα πληροφορίας να μεταδίδονται στη γραμμή του διαύλου ακολουθώντας συγκεκριμένη σειρά. Επιπλέον, επιβάλλεται κάθε χρονική στιγμή, ο δίαυλος να χρησιμοποιείται για εκπομπή πληροφορίας από ένα μόνο συνδρομητή. Ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης που χρησιμοποιείται, είναι ο CSMA/CA, μια παραλλαγή του CSMA/CD του Ethernet. Υπάρχει βέβαια πρόβλεψη για τα επείγοντα τηλεγραφήματα, σύμφωνα με την οποία δίνεται υψηλή προτεραιότητα σε αυτά έναντι άλλων συμβατικών.

Αποτελείται από μια σειρά από χαρακτήρες, οργανωμένους σε πεδία. Η χρήσιμη πληροφορία βρίσκεται στο πεδίο των δεδομένων. Το τηλεγράφημα ελέγχεται για την ορθότητα του μέσω του πεδίου Check byte (checksum). Τα πεδία διεύθυνσης περιλαμβάνουν τις διευθύνσεις του αποστολέα (source address) και την διεύθυνση των παραληπτών (target address).

Η διεύθυνση της πηγής είναι πάντα η φυσική διεύθυνση (physical address), η οποία είναι μοναδική για κάθε συνδρομητή. Αυτή καθορίζει την περιοχή και τη γραμμή που βρίσκεται ο κάθε συνδρομητής. Η διεύθυνση προορισμού καθορίζει τη συσκευή ή τις συσκευές, οι οποίες είναι δέκτες του τηλεγραφήματος. Για τη

διεύθυνση προορισμού χρησιμοποιούνται διευθύνσεις ομάδας (group address), οι οποίες επιτρέπουν μία ή περισσότερες συσκευές, να παίρνουν μέρος στην ίδια λήψη, ανεξαρτήτως της τοποθεσίας τους στο δίκτυο.

Οι συνδρομητές διαύλου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τους αισθητήρες, τους ελεγκτές και τους ενεργοποιητές. Οι αισθητήρες δίνουν εντολές ή πληροφορίες στο σύστημα (μπορεί να είναι και απλά button), οι ελεγκτές αξιοποιώντας τις πληροφορίες δίνουν εντολές (PC, PLC, θερμοστάτες, χρονοδιακόπτες κ.τ.λ) ενώ οι ενεργοποιητές (ηλ. κινητήρες, καλοριφέρ, κλιματιστικά) τις εκτελούν. Η διασύνδεση αυτών γίνεται με την αντιστοίχιση της ίδιας διεύθυνσης ομάδας στα αντικείμενα επικοινωνίας τους κάνοντας έτσι δυνατή την αποκατάσταση της μεταξύ τους επικοινωνίας.

#### 2.8.4 Συνδρομητές διαύλου

Ο κάθε συνδρομητής διαύλου αποτελείται από το υποσύστημα προσαρμογής διαύλου (BCU - bus coupling unit) το οποίο αναλαμβάνει την αποστολή και τη λήψη των τηλεγραφημάτων στον δίκτυο και το υποσύστημα προσαρμογής. Το υποσύστημα προσαρμογής διαθέτει επεξεργαστή και αξιοποιεί την επικοινωνία με τις άλλες συσκευές μέσω του δικτύου για να κάνει κάτι χρήσιμο. Αν η συσκευή είναι τύπου αισθητήρα αναλαμβάνει να δειγματοληπτεί τον αναλογικό αισθητήρα που διαθέτει και να στέλνει το σήμα του περιοδικά (ή όχι) στο δίκτυο. Αν είναι συσκευή τύπου ενεργοποιητή τότε για παράδειγμα αναλαμβάνει να ανοίγει και να κλείνει τα ρελέ που διαθέτει με βάση τα μηνύματα που δέχεται και ένα πρόγραμμα που τρέχει στον επεξεργαστή του. Ένας προσωπικός υπολογιστής μπορεί να γίνει ελεγκτής ή απλά επόπτης του δικτύου με την προσθήκη ειδικής συσκευής σε θύρα RS-232 ή USB και με την χρήση λογισμικού όπως, OPC server και Etec Falcon.

Κάθε συσκευή KNX/EIB μπορεί να προγραμματιστεί με σκοπό να αλλάζουν οι επιμέρους παράμετροί της (πόσο συχνά να στέλνει μηνύματα, τι τύπο δεδομένων να χρησιμοποιεί για την αποστολή, που να στέλνει τα μηνύματα κ.τ.λ). Αυτό γίνεται με το λογισμικό ETS με το οποίο μπορεί να ρυθμιστεί μια οποιοδήποτε μεγάλη εγκατάσταση KNX/EIB.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>:**

### **Έξυπνο σπίτι**

#### **3.1 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ**

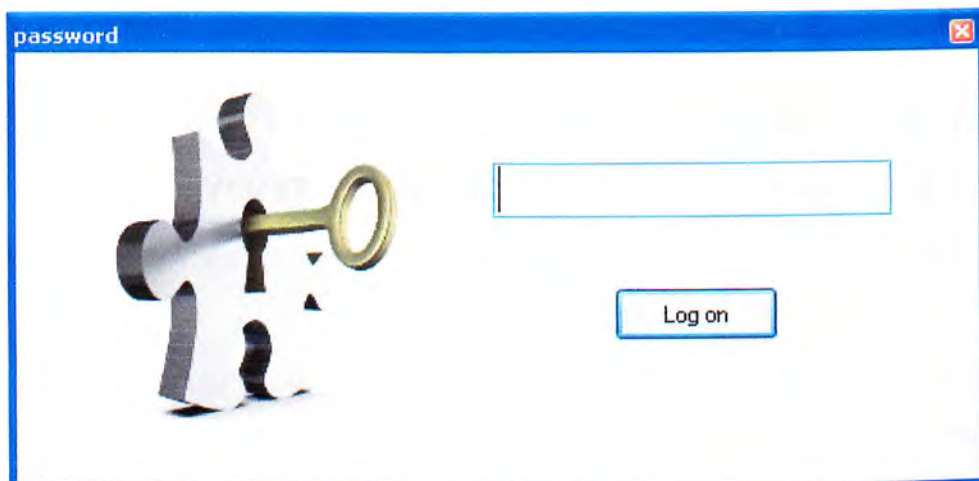
Πριν την ανάλυση καθεμιάς φόρμας ξεχωριστά, θα πρέπει να ειπωθούν κάποια γενικά πράγματα που ισχύουν σε όλες τις φόρμες<sup>[10]</sup>.

Στο επάνω τμήμα της κάθε φόρμας υπάρχει η μπάρα με τα menu που είναι διαθέσιμα στο χρήστη, σε όλη τη διαδικασία διαχείρισης και λειτουργίας της διεπαφής του έξυπνου σπιτιού.

Στο δεξιό τμήμα των φορμών του κάθε χώρου, που μπορεί να διαχειριστεί ο χρήστης, υπάρχουν τα Button που είναι διαθέσιμα στον χρήστη έτσι ώστε να μπορεί να ενεργοποιήσει τους διαθέσιμους ενεργοποιητές.

Στο κάτω τμήμα των φορμών υπάρχουν τα αισθητήρια που είναι διαθέσιμα στον χρήστη για παρατήρηση και διαχείρισή τους.

Η εφαρμογή ξεκινά με τη φόρμα εισαγωγής της ηλεκτρονικής κάρτας του χρήστη στον Card reader. Με την εισαγωγή της κάρτας γίνεται ο κατάλληλος εσωτερικός έλεγχος του κωδικού PIN, έτσι ώστε το πρόγραμμα να δώσει ή όχι πρόσβαση στον χρήστη. Με την εισαγωγή της κάρτας με τον σωστό κωδικό PIN ο χρήστης εισέρχεται στην κεντρική φόρμα του προγράμματος.



Εικ.3.1 Φόρμα εισαγωγής κωδικού PIN

Κατά την είσοδο στην εφαρμογή, ανοίγει η κεντρική φόρμα, από όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον χώρο που θέλει να διαχειριστεί.



Εικ.3.2 Κεντρική φόρμα διαχείρισης έξυπνου σπιτιού.



Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ανάμεσα στο υπνοδωμάτιο, το σαλόνι, την κουζίνα, το μπάνιο και το παιδικό δωμάτιο.



Εικ.3.2.1 Φόρμα διαχείρισης υπνοδωματίου έξυπνου σπιτιού



Εικ.3.2.2 Φόρμα διαχείρισης σαλονιού έξυπνου σπιτιού



Εικ.3.2.3 Φόρμα διαχείρισης κουζίνας έξυπνου σπιτιού.

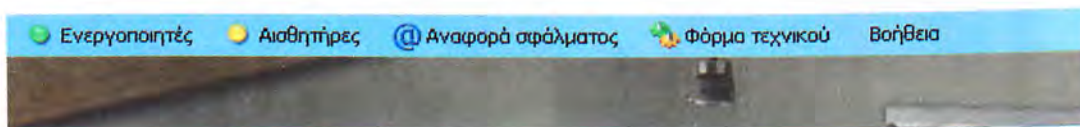


Εικ.3.2.4 Φόρμα διαχείρισης μπάνιου έξυπνου σπιτιού



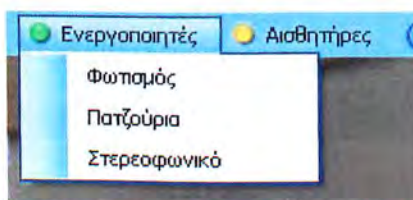
Εικ.3.2.5 Φόρμα διαχείρισης παιδικού δωματίου έξυπνου σπιτιού.

Επιλέγοντας ο χρήστης κάποιο χώρο του σπιτιού, στο επάνω τμήμα της εφαρμογής υπάρχει η μπάρα των μενού.



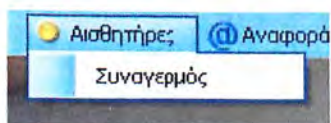
Εικ.3.3 Δυνατές επιλογές χρήστη από την μπάρα μενού της φόρμας.

Από εκεί ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να ενεργοποιήσει τους ενεργοποιητές



Εικ.3.3.1 Ενεργοποιητές

να ελέγξει τους αισθητήρες που υπάρχουν στον κάθε χώρο



Εικ.3.3.2 Αισθητήρες

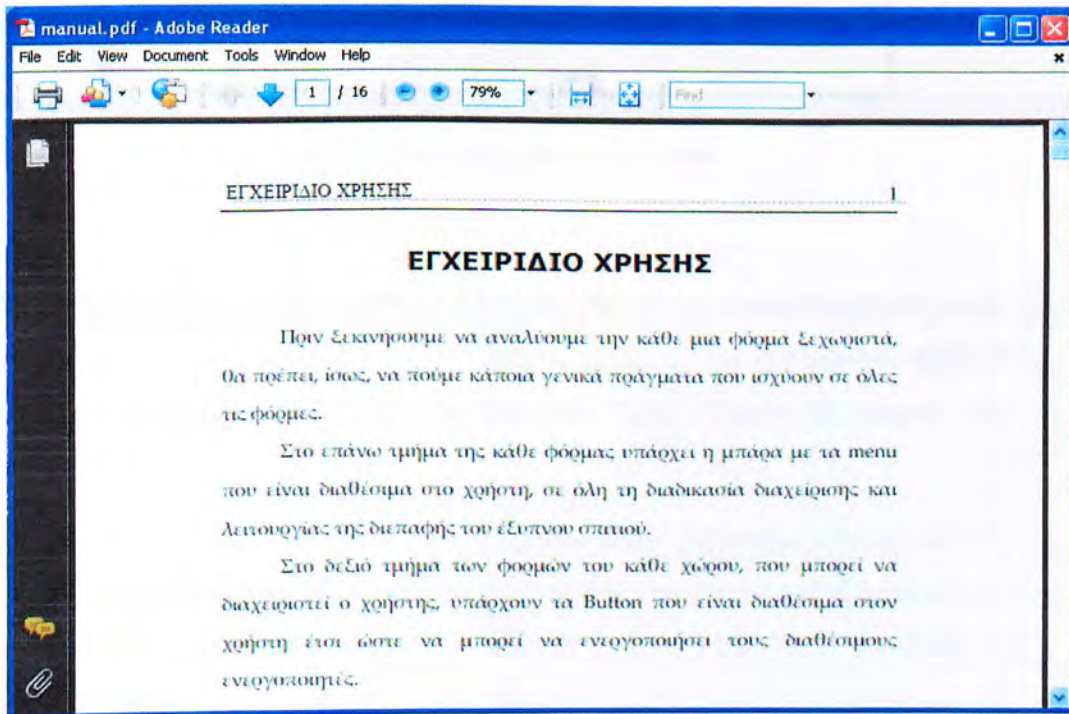
να στείλει αναφορά σφάλματος με email στον τεχνικό του συστήματος, είτε να επιλέξει να εμφανίσει το παρόν εγχειρίδιο χρήσης ή να εμφανίσει τις πληροφορίες του προγράμματος.



Εικ.3.3.3 Βοήθεια

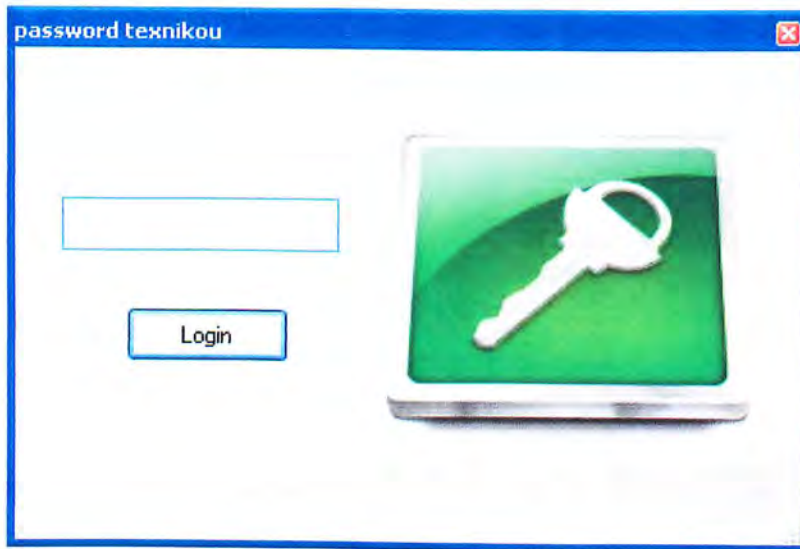
Αν επιλεγεί το «Πληροφορίες» τότε εμφανίζεται ένα πλαίσιο με τις πληροφορίες της εφαρμογής.

Ενώ αν επιλεγεί το «Εγχειρίδιο χρήσης» τότε εμφανίζεται το παρόν εγχειρίδιο σε μορφή .pdf.



Εικ.3.3.4 Εγχειρίδιο χρήσης

Αν επιλεγεί η «φόρμα τεχνικού» τότε το πρόγραμμα θα εμφανίσει την φόρμα ελέγχου της ηλεκτρονικής κάρτας του τεχνικού έτσι ώστε μετά την εισαγωγή της ηλεκτρονικής κάρτας του τεχνικού στον Card reader και τον έλεγχο της να γίνεται η προώθηση του τεχνικού στην φόρμα του τεχνικού.



Εικ.3.4 Φόρμα εισαγωγής κάρτας τεχνικού

Κατά την επιβεβαίωση του ελέγχου της κάρτας του τεχνικού, ο τεχνικός προωθείτε στην φόρμα τεχνικού.

Forma Τεχνικού		
<b>ΔΩΜΑΤΙΟ</b>	<b>ΣΑΛΟΝΙ</b>	<b>ΚΟΥΖΙΝΑ</b>
Φωτισμός ✘	Φωτισμός ✘	Φωτισμός ✘
Πατζούρια ✘	Πατζούρια ✘	Πατζούρια ✘
Στερεοφωνικό ✘	Τηλεόραση ✘	
<b>ΜΠΑΝΙΟ</b>	<b>ΠΑΙΔΙΚΟ</b>	<b>ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ</b>
Φωτισμός ✘	Φωτισμός ✘	Πυρασφάλεια ✘
Πατζούρια ✘	Πατζούρια ✘	Θερμοκρασία ✘
Ράδιο ✘	Στερεοφωνικό ✘	

Εικ.3.5 Φόρμα τεχνικού

Εδώ δίνεται η δυνατότητα στον τεχνικό να μπορεί να ελέγξει την κατάσταση των αισθητηρίων και με οπτικό έλεγχο στα αισθητήρια θα μπορεί να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες ώστε να επιδιορθώσει τυχόν βλάβη σε κάποιο από τα αισθητήρια.

Έτσι ο τεχνικός θα μπορεί να ενεργοποιήσει διάφορους ενεργοποιητές σε διάφορους χώρους και να μπορεί, επισκεπτόμενος την φόρμα του τεχνικού αν όντως το σύστημα στέλνει τα κατάλληλα δεδομένα έτσι ώστε να ενεργοποιηθούν οι ενεργοποιητές.

ΔΩΜΑΤΙΟ	ΣΑΛΟΝΙ	ΚΟΥΖΙΝΑ
Φωτισμός ✗	Φωτισμός ✓	Φωτισμός ✓
Πατζούρια ✓	Πατζούρια ✗	Πατζούρια ✓
Στερεοφωνικό ✓	Τηλεόραση ✓	
ΜΠΑΝΙΟ	ΠΑΙΔΙΚΟ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ
Φωτισμός ✓	Φωτισμός ✓	Πυρασφάλεια ✗
Πατζούρια ✓	Πατζούρια ✓	Θερμοκρασία ✓
Ράδιο ✓	Στερεοφωνικό ✗	

Εικ.3.5.1 Φόρμα τεχνικού

Εν συνεχεία, όταν ο χρήστης βρίσκεται σε κάποιο χώρο θα μπορεί να διαχειριστεί τους ενεργοποιητές του χώρου είτε από τα Button στην μπάρα μενού είτε από τα button που βρίσκονται κατά μήκος της φόρμας.





Εικ.3.6 Γενική άποψη χώρου

Από εκεί ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να ενεργοποιήσει τον φωτισμό του χώρου πατώντας στο πλήκτρο «Φωτισμός».



Εικ.3.7 Ενεργοποίηση φωτισμού χώρου

Επίσης μπορεί να ενεργοποιήσει τα παντζούρια του χώρου πατώντας το πλήκτρο «παντζούρια».



Εικ.3.8 Ενεργοποίηση παντζουριών χώρου με ενεργοποιημένο φωτισμό



Εικ.3.9 Ενεργοποίηση παντζουριών χώρου με απενεργοποιημένο φωτισμό

Έχοντας ή όχι ενεργοποιημένο τον φωτισμό του χώρου. Επίσης επιλέγοντας το πλήκτρο «Στερεοφωνικό» θα ενεργοποιείτε αυτόματα το στερεοφωνικό του χώρου από όπου θα μπορεί ο χρήστης να ακούσει μουσική.

Ο χρήστης έχει ακόμα την δυνατότητα να μπορεί να ενεργοποιήσει την τηλεόραση επιλέγοντας το αντίστοιχο πλήκτρο «Τηλεόραση».



Εικ.3.10 Ενεργοποίηση τηλεόρασης χώρου

Στο κάτω τμήμα της περιοχής των ενεργοποιητών βρίσκονται τα σύμβολα «+» και «-» καθώς μπορεί να παρατηρήσει την θερμοκρασία του χώρου την συγκεκριμένη στιγμή. Η τιμή της θερμοκρασίας βρίσκεται δίπλα στο εικονίδιο του θερμόμετρου. Η τιμή της θερμοκρασίας επιστρέφεται στο σύστημα από το αισθητήριο που είναι συνδεδεμένο με το PLC.



Εικ.3.11 Περιοχή διαχείρισης θερμοκρασίας χώρου

Από εδώ ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την θερμοκρασία του χώρου επιλέγοντας το σύμβολο «+», για να την αυξήσει, είτε το «-» για να την μειώσει. Έτσι όταν ο χρήστης επιλέξει να διαφοροποιήσει την θερμοκρασία τότε πατώντας κάποιο από τα πλήκτρα εμφανίζεται η τιμή της θερμοκρασίας που θέλει να επιλέξει ο χρήστης.



Εικ.12 Αλλαγή θερμοκρασίας χώρου

Η επιλεγόμενη θερμοκρασία εμφανίζεται στιγμιαία για να γνωρίζει ο χρήστης την τιμή της θερμοκρασίας που θέλει να επιλέξει. Η θερμοκρασία κάθε χώρου ρυθμίζεται ξεχωριστά για τον κάθε χώρο. Έτσι ο χρήστης για τους χώρους που δεν χρησιμοποιεί, μπορεί να έχει την θερμοκρασία χαμηλή, ώστε να μην ενεργοποιείται ο καυστήρας και να υπάρχει καλύτερη διαχείριση της ενέργειας.

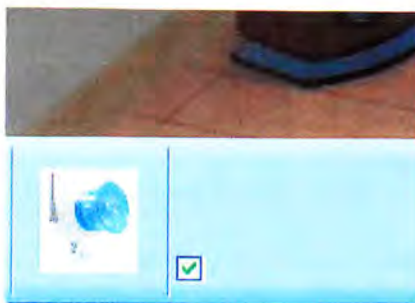
Ακόμα στο κάτω δεξί μέρος της κάθε φόρμας διαχείρισης χώρου βρίσκεται το πλήκτρο «Επιλογή Χώρου». Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιστρέψει στην κεντρική φόρμα και να μπορεί να επιλέξει κάποιον άλλο χώρο, με σκοπό να προωθηθεί στον χώρο της επιλογής του και να τον διαχειριστεί.

Τέλος, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κάνει έλεγχο των αισθητηρίων πυρασφάλειας του χώρου στον οποίο βρίσκεται και διαχειρίζεται.



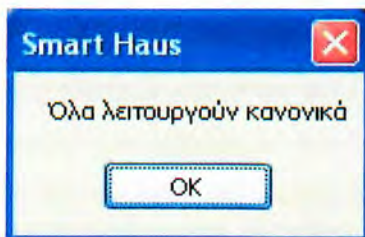
Εικ.3.13 Περιοχή ελέγχου αισθητηρίων

Πατώντας το πλήκτρο με το σήμα του συστήματος ασφαλείας θα γίνεται έλεγχος του αισθητηρίου.



Εικ.3.14 Επιτυχής έλεγχος αισθητηρίων

Όταν το πλήκτρο πατηθεί και αφού γίνεται έλεγχος των αισθητηρίων και βρεθούν τα αισθητήρια να είναι ενεργά, τότε μετά τον έλεγχο επιστρέφεται ένα μήνυμα στον χρήστη ότι όλα τα αισθητήρια ελέγχθηκαν και λειτουργούν σωστά.



Εικ.3.15 Μήνυμα επιτυχή ελέγχου αισθητηρίων

Αντιθέτως αν την στιγμή που ο χρήστης θελήσει να ελέγξει τα αισθητήρια και υπάρχει κάποιο πρόβλημα και δεν επιστρέψουν τα σωστά δεδομένα από το PLC.



Εικ. 3.16 Εσφαλμένη τιμή αισθητηρίων

Τότε το σύστημα ενημερώνει τον χρήστη ότι κάποιο από τα αισθητήρια δεν λειτουργεί σωστά θέτοντας σε λειτουργία έναν συναγερμό, ενεργοποιώντας μια σειρήνα και αναβοσβήνοντας μια λάμπα για την οπτική και ακουστική ειδοποίηση του χρήστη ότι ο έλεγχος δεν ήταν επιτυχής. Ταυτόχρονα θα αποστέλλεται και ένα μήνυμα στις αρμόδιες αρχές, καθώς και όπου αλλού θέλει ο χρήστης, για να υπάρχει άμεση ειδοποίηση των αρμόδιων αρχών, καθώς και του ιδίου.



Εικ.3.17 Λειτουργία οπτικής ενημέρωσης συναγερού

Τέλος ο συναγερός θα μπορεί να απενεργοποιηθεί από τον χρήστη τσεκάροντας το Checkbox και κάνοντας επανέλεγχο της κατάστασης των αισθητηρίων.

Για να πραγματοποιηθεί ο τερματισμός και η έξοδος του χρήστη από το λογισμικό, ο χρήστης θα πρέπει να επιστρέψει στην κεντρική φόρμα της εφαρμογής, από όπου μπορεί να επιλέξει κάποιον χώρο για να διαχειριστεί και να πατήσει στην παρακάτω εικόνα.



Εικ.3.18 Εικόνα τερματισμού και εξόδου από την εφαρμογή

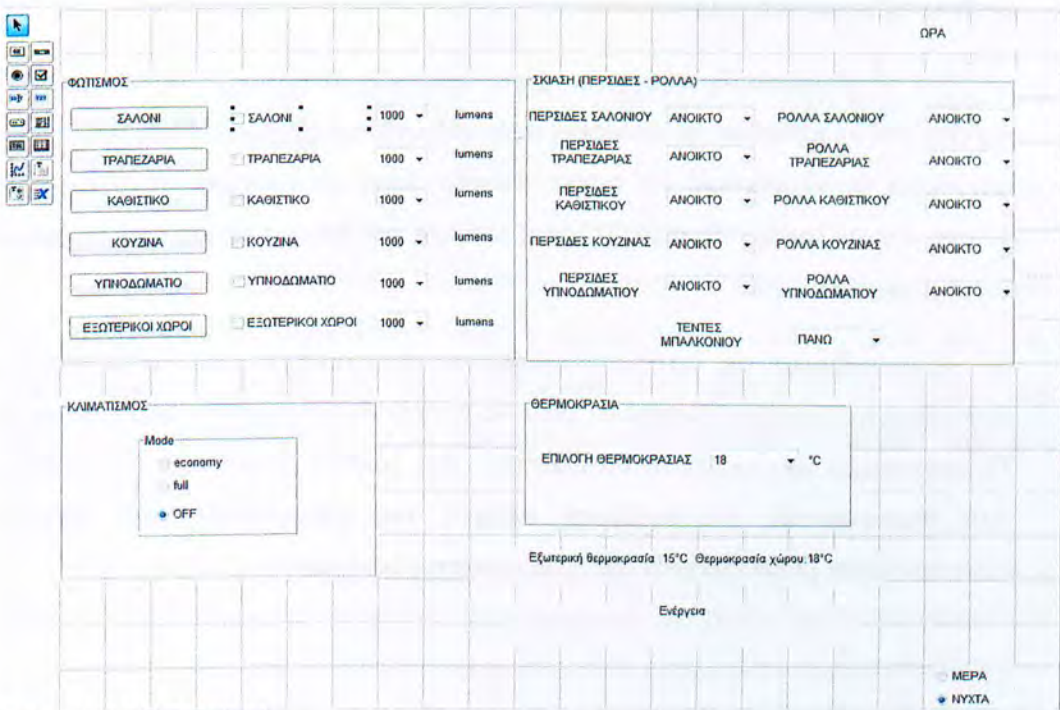


# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> :

## Ανάπτυξη διαδραστικής επιφάνειας

### 4.1 Εφαρμογή διαχείρισης έξυπνου σπιτιού στο Guide (GUI) του Matlab.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται μια διαδραστική επιφάνεια, με τη βοήθεια του προγράμματος MATLAB, η οποία αφορά τη λειτουργικότητα ενός “έξυπνου” σπιτιού, που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τις επιθυμητές συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές έχουν να κάνουν με τη θερμοκρασία, τη σκίαση, το κλιματισμό και το φωτισμό, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1 που ακολουθεί.



Σχήμα 4.1 User Interface

Η διαδραστική επιφάνεια έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται αυτόματα για την ακριβή ώρα και ημερομηνία. Επίσης έχει προγραμματιστεί η αλλαγή από μέρα σε νύχτα και το αντίστροφο σύμφωνα με τη τρέχουσα ώρα, το οποίο πρακτικά

σημαίνει ότι από 07.00 έως 18.00 είναι μέρα και από 18.00 έως 07.00 είναι νύχτα. Οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις έγιναν ώστε το πρόγραμμα να λειτουργεί με κύριο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Για τη κατηγορία του φωτισμού η διαδραστική επιφάνεια είναι χωρισμένη σε έξι μέρη του σπιτιού, τα οποία είναι το σαλόνι, η τραπεζαρία, το καθιστικό, η κουζίνα, το υπνοδωμάτιο και οι εξωτερικοί χώροι. Η αρχική επιλογή του φωτισμού είναι προκαθορισμένη στα 1000 lumens. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρεμβαίνει στο φωτισμό και να αυξομειώνει κατ' επιλογή το επίπεδο του φωτισμού από 600 έως 1500 lumens ανά χώρο.

Όσο αναφορά τη σκίαση, οι επιλογές που διαχειρίζεται το πρόγραμμα είναι το άνοιγμα – μέση - κλείσιμο των περσίδων του εκάστοτε χώρου, όπως επίσης και το ανεβοκατέβασμα των τεντών.

Για το κλιματισμό, υπάρχουν τρεις επιλογές. Η επιλογή full λειτουργεί τα μέγιστα για να μπορέσει να αποδώσει στην επιλογή του χρήστη. Η επιλογή economy λειτουργεί το κλιματισμό σε τέτοιο επίπεδο ώστε να αποδίδει με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Τέλος η επιλογή off όπου ο κλιματισμός παραμένει απενεργοποιημένος.

Η προσαρμογή της τιμής εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας γίνεται με τη βοήθεια ημιτονικών εξισώσεων ώστε να μπορεί να πλησιάζει τη πραγματική τιμή. Το πρόγραμμα προσφέρει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει την επιθυμητή τιμή θερμοκρασίας με αυτόματη αλλαγή των μεταβλητών των υπολοίπων κατηγοριών, με βάση πάντοτε την εξοικονόμηση ενέργειας.

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

ΣΑΛΟΝΙ	<input type="checkbox"/> ΣΑΛΟΝΙ	1000	lumens
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	<input checked="" type="checkbox"/> ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	1000	lumens
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	<input type="checkbox"/> ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	1000	lumens
ΚΟΥΖΙΝΑ	<input type="checkbox"/> ΚΟΥΖΙΝΑ	1000	lumens
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΟ	<input checked="" type="checkbox"/> ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΟ	1000	lumens
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	<input type="checkbox"/> ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1000	lumens

**ΣΚΙΑΣΗ (ΠΕΡΣΙΔΕΣ - ΡΟΛΛΑ)**

ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΤΕΝΤΕΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙΟΥ	ΚΑΤΩ		

**ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Mode

economy

full

OFF

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 22 °C

Εξωτερική θερμοκρασία 18 °C Εσωτερική θερμοκρασία 17 °C

Ισχύς Κατανάλωσης 29 KW

ΜΕΡΑ

ΝΥΧΤΑ

Σχήμα 4.2 Ενδεικτικός τρόπος λειτουργίας

Παρακάτω, παρατίθενται ενδεικτικά κάποιοι τρόποι λειτουργίας του προγράμματος με βάση πάντα την αυτοματοποίηση του χώρου και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στο σημείο αυτό πρέπει να πούμε ότι τα σενάρια που προσφέρονται είναι πάρα πολλά και προσαρμόζονται στις ανάγκες και στις επιθυμίες του κάθε χρήστη.

Ένα από τα βασικά σενάρια για τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας είναι η επιλογή της επιθυμητής τιμής της θερμοκρασίας, με βάση την συνεργασία των υπολοίπων κατηγοριών. Για παράδειγμα, εάν είναι μέρα, η εσωτερική θερμοκρασία είναι 18 βαθμοί Κελσίου και ο χρήστης επιθυμεί την αύξησή της στους 25 βαθμούς, τότε όλες οι περσίδες και τα ρολά θα ανοίξουν και ο κλιματισμός θα ενεργοποιηθεί στην οικονομική του επιλογή.

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

ΣΑΛΟΝΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΣΑΛΟΝΙ	1000	lumens
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	1000	lumens
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	1000	lumens
ΚΟΥΖΙΝΑ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΚΟΥΖΙΝΑ	1000	lumens
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1000	lumens
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	<input checked="" type="checkbox"/>	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1000	lumens

**ΣΚΙΑΣΗ (ΠΕΡΙΔΕΣ - ΡΟΛΛΑ)**

ΠΕΡΙΔΕΣ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΙΔΕΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΙΔΕΣ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΙΔΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΙΔΕΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΤΕΝΤΕΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙΟΥ		ΠΑΝΩ	

**ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Mode

- economy
- full
- OFF

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 25 °C

Εξωτερική θερμοκρασία 18 °C Εσωτερική θερμοκρασία 17 °C

Ισχύς Κατανάλωσης 29 KW

ΜΕΡΑ

ΝΥΧΤΑ

Σχήμα 4.3 Σενάριο πρώτο

Εν αντιθέσει, αν είναι νύχτα το πρόγραμμα αδιαφορεί για τη κατάσταση των περσίδων, γιατί δε μπορούν να βοηθήσουν στην αλλαγή της θερμοκρασίας και αναγκαστικά ο κλιματισμός θα πρέπει να δουλέψει στο full για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

ΣΑΛΟΝΙ	<input type="checkbox"/> ΣΑΛΟΝΙ	1000	lumens
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	<input type="checkbox"/> ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	1000	lumens
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	<input type="checkbox"/> ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	1000	lumens
ΚΟΥΖΙΝΑ	<input type="checkbox"/> ΚΟΥΖΙΝΑ	1000	lumens
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	<input type="checkbox"/> ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1000	lumens
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	<input type="checkbox"/> ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1000	lumens

**ΣΚΙΑΣΗ (ΠΕΡΣΙΔΕΣ - ΡΟΛΛΑ)**

ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΤΕΝΤΕΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙΟΥ		ΠΑΝΩ	

**ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Mode

economy

Full

OFF

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 25 °C

Εξωτερική θερμοκρασία 18 °C Εσωτερική θερμοκρασία 17 °C

Ισχύς Κατανάλωσης 29 KW

MEPA

NYXTA

Σχήμα 4.4 Σενάριο δεύτερο

Ένα άλλο ενδεικτικό σενάριο αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας με βάση το φωτισμό και τη σκίαση. Όταν ο χρήστης εισέρχεται στο χώρο και ανοίγει το φως το πρόγραμμα είναι σε θέση να λειτουργήσει έτσι ώστε να αναγνωρίσει τη κατάσταση που επικρατεί και αυτόματα να προβεί στις απαραίτητες αλλαγές που βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Όταν ο χρήστης επιθυμεί να ανάψει το φως σε ένα χώρο, τότε αν είναι μέρα θα ανοίξουν μέχρι τη μέση οι περσίδες και τα ρολά για να εισέλθει φως και αν χρειαστεί θα ενεργοποιηθεί ο φωτισμός του χώρου στο μικρότερο δυνατό επίπεδο. Αν είναι νύχτα, οι περσίδες και τα ρολά θα παραμείνουν στην κατάσταση που βρίσκονται και το επίπεδο φωτισμού θα προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του χρήστη.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στη διαδραστική επιφάνεια μας παρέχεται η ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας από την οποία ο χρήστης ενημερώνεται κάθε φορά για το πόσο ισχύ έχει καταναλώσει ανάλογα με το σενάριο που έχει ακολουθηθεί.

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

ΣΑΛΟΝΙ	<input checked="" type="checkbox"/> ΦΑΛΙΧΗ	700	lumens
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	<input type="checkbox"/> ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	1000	lumens
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	<input checked="" type="checkbox"/> ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	700	lumens
ΚΟΥΖΙΝΑ	<input type="checkbox"/> ΚΟΥΖΙΝΑ	1000	lumens
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	<input type="checkbox"/> ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1000	lumens
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	<input type="checkbox"/> ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1000	lumens

**ΣΚΙΑΣΗ (ΠΕΡΣΙΔΕΣ - ΡΟΛΛΑ)**

ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΜΕΣΗ	ΡΟΛΛΑ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΜΕΣΗ	ΡΟΛΛΑ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΤΕΠΤΕΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙΟΥ	ΠΑΝΩ		

**ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Mode

- economy
- full
- OFF

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 18 °C

Εξωτερική θερμοκρασία : 15°C Θερμοκρασία χώρου 18°C

Static Text

ΜΕΡΑ  
 ΝΥΧΤΑ

Σχήμα 4.5 Σενάριο τρίτο

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

ΣΑΛΟΝΙ	<input checked="" type="checkbox"/> ΣΑΛΟΝΙ	1300	lumens
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	<input checked="" type="checkbox"/> ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	1100	lumens
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	<input type="checkbox"/> ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	1000	lumens
ΚΟΥΖΙΝΑ	<input type="checkbox"/> ΚΟΥΖΙΝΑ	1000	lumens
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	<input type="checkbox"/> ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1000	lumens
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	<input type="checkbox"/> ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	1000	lumens

**ΣΚΙΑΣΗ (ΠΕΡΣΙΔΕΣ - ΡΟΛΛΑ)**

ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΣΑΛΟΝΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΚΟΥΖΙΝΑΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΑΝΟΙΚΤΟ	ΡΟΛΛΑ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΚΛΕΙΣΤΟ
ΤΕΝΤΕΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙΟΥ	ΠΑΝΩ		

**ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Mode

- economy
- full
- OFF

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 24 °C

Εξωτερική θερμοκρασία 18 °C Εσωτερική θερμοκρασία 17 °C

Ισχύς Κατανάλωσης 29 KW

ΜΕΡΑ

ΝΥΧΤΑ

Σχήμα 4.6 Σενάριο τέταρτο

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ευκολία, η απομακρυσμένη πρόσβαση, η άνεση, ο προσωπικός έλεγχος και η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών επί του εκάστοτε οικιακού ή βιομηχανικού περιβάλλοντος αποτελούν τους κυριότερους τομείς όπου θα πρέπει να αναζητηθούν τα πλεονεκτήματα των έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας. Η συντήρηση, η εξυπηρέτηση των τηλεπικοινωνιών, η οικονομία, η κεντρική διαχείριση όλων των ελεγκτικών σημείων και η ασφάλεια είναι ορισμένοι επιπρόσθετοι λόγοι για τους οποίους οι καταναλωτές θα προθυμοποιούνταν να ξοδέψουν ένα σημαντικό ποσό χρημάτων για τη μετατροπή ή εξαρχής κατασκευή πράσινων κτηρίων ή βιομηχανικών μονάδων. Όμως, για τη δημιουργία της ανάλογης αγοράς και την καθολική αποδοχή της τεχνολογίας από τους τελικούς αγοραστές, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τόσο η ανάγκη για τα οφέλη που προσφέρει όσο και τα οικονομικά δεδομένα αλλά και οι εκάστοτε κοινωνικές επιρροές.

Διαβάζοντας το πρώτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, συμπεραίνει κανείς ότι η χρήση BEMS στη λειτουργία υφιστάμενων και νέων κατασκευών, είναι ένας ευφυής τρόπος, έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι επιθυμητές συνθήκες για τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας. Στόχος της τοποθέτησης ενός συστήματος BEMS είναι η δυνατότητα που δίνει στο χρήστη να παρακολουθεί ενεργειακά ολόκληρο το κτήριο σε μία οθόνη, καθώς και η καλύτερη λειτουργία των συστημάτων που διαχειρίζεται, βάσει μιας προσεκτικής μελέτης και οργάνωσης των χρονοπρογραμμάτων που χρησιμοποιεί. Κάνοντας εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγχει απομακρυσμένες εγκαταστάσεις καθώς οι πληροφορίες μεταφέρονται μέσω δικτύων. Συνεπώς με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η εξοικονόμηση χρόνου και κόπου σε περίπτωση εμφάνισης ενός προβλήματος στις απομακρυσμένες εγκαταστάσεις. Ένα επιπλέον συμπέρασμα είναι ότι η χρήση BEMS συμβάλει στη μείωση του ανθρώπινου δυναμικού καθώς ένας χειριστής μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχει όλη την εγκατάσταση.



Βέβαια η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε κρίνεται ωφέλιμο να γίνει λεπτομερής αναφορά στα διαφορετικά είδη πρωτοκόλλων επικοινωνίας, που αποτελούν “κλειδί” για κάθε ευφυή σύστημα, καθώς και στα βασικά χαρακτηριστικά τους τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αλλά και το κόστος που απαιτείται. Συνεπώς αυτό που προκύπτει είναι ότι υπάρχουν διαφορετικοί τύποι πρωτοκόλλων. Το κάθε πρωτόκολλο έχει διαφορετική λειτουργία, στόχο, χαρακτηριστικά και κόστος. Για παράδειγμα, το πρωτόκολλο Eibus στοχεύει σε ένα ομοιόμορφο σύστημα διαχείρισης κτηρίων, ενώ το πρωτόκολλο Profibus στοχεύει στον καθορισμό των τεχνικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός σειριακού fieldbus. Επίσης, ένα πρωτόκολλο μπορεί να διακρίνεται για την υψηλή αξιοπιστία του (CANbus), ενώ κάποιο άλλο να διακρίνεται για τη δυνατότητα που δίνει σε διαφορετικά συστήματα να μπορούν να επικοινωνήσουν, να ανταλλάξουν πληροφορίες και να αλληλεπιδράσουν με ένα τυποποιημένο τρόπο (LonWorks). Ο κάθε χρήστης λοιπόν, έχει τη δυνατότητα της επιλογής του αντίστοιχου πρωτοκόλλου ανάλογα με τις κτηριακές ανάγκες.

Τελειώνοντας θα πρέπει να αναφέρουμε ότι πολλές εταιρείες ήδη αναπτύσσουν και παρουσιάζουν στην παγκόσμια αγορά μία σειρά νέων τεχνολογιών, που αφορούν τόσο στην υλική υποδομή των νέων δικτύων που θα προκύψουν όσο και στα πρωτόκολλα επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθούν. Το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, με αποτέλεσμα η μετάβαση στη νέα εποχή των αυτοματοποιημένων κτηρίων και μονάδων να φαντάζει φυσιολογική ακόμη και για τους πιο μετριοπαθείς -τεχνολογικά -ανθρώπους.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Αβούρης Νικόλαος, «Εισαγωγή στην επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή», Δίαυλος Αθήνα 2000
- [2] Ιατρόπουλος Κων/νος, «Ευφυή και έμπειρα συστήματα διαχείρισης πόρων σε κτήρια BEMS», Διδακτορική διατριβή, 2009
- [3] Καραβασίλη Μ. «Πολιτική του ΥΠΕΧΩΔΕ για εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση ΑΠΕ στον οικιστικό τομέα», ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα 2000
- [4] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) , «Οδηγός συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων»,1997
- [5] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), «Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε κτήρια», 2010
- [6] Κρανάς Γεώργιος, «Βιομηχανικοί αυτοματισμοί και προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές PLC», ΊΩΝ, 2001
- [7] Λάζος Χρήστος, «Σύστημα διαχείρισης ενέργειας σε κτήρια με χρήση του πρωτοκόλλου KNX/EIB και αλγόριθμο προβλεπτικού ελέγχου», μεταπτυχιακή εργασία, 2008
- [8] Μπερέτας Ιωάννης, «ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ PLC», ΤΖΙΟΛΑΣ,2003
- [9] Pouliezos A., Stavrakakis G., «Sensor fault detection in BEMS (building energy management systems) », 2004
- [10] Ραμίγος Βασίλειος, «Διαδραστικό σύστημα διαχείρισης και ελέγχου έξυπνου σπιτιού», μεταπτυχιακή εργασία, 2010

## **ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

- [1] <http://www.cres.gr> προσπέλαση στις 7/3/12
- [2] [http:// www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr) προσπέλαση στις 8/3/12
- [3] <http://www.wikipedia.org> προσπέλαση στις 15/5/12
- [4] <http://www.msdn.microsoft.com> προσπέλαση στις 7/5/12
- [5] <http://www.automation.siemens.com> προσπέλαση στις 15/3/12

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Θέλοντας να δημιουργήσουμε ένα BEMS για κάποιον οικιακό χώρο σκεφτόμαστε τους τομείς που θα μας εξυπηρετήσουν για την ορθότερη λειτουργικότητα του χώρου σύμφωνα πάντα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Στη δική μας εφαρμογή τα σημεία που θέλουμε να ελέγξουμε στο σπίτι είναι ο φωτισμός, η σκίαση, ο κλιματισμός και η θερμοκρασία.

Σχεδιάζουμε το user interface χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα μπουτόν όπου προγραμματίζοντάς τα να μας δίνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

```
function varargout = PTYXIAKH_BEMS(varargin)
```

```
// Η αρχική μας function είναι αυτή που μας επιτρέπει να ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών σε δεκαδικούς ή ακέραιους αριθμούς.
```

```
gui_Singleton = 1;  
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...  
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...  
                  'gui_OpeningFcn', @PTYXIAKH_BEMS_OpeningFcn, ...  
                  'gui_OutputFcn', @PTYXIAKH_BEMS_OutputFcn, ...  
                  'gui_LayoutFcn', [], ...  
                  'gui_Callback', []);  
if nargin && ischar(varargin{1})  
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
```

```
end
```

```
if nargin  
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});  
else  
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
```

```
end
```

```
function PTYXIAKH_BEMS_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
```

```
//Ορίζουμε και ονομάζουμε τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε
```

```
handles.output = hObject;  
global day;  
global sum;
```

```

global tim;
global ac;
global w;
w=0;
ac=-1;
tim=0;
day=1;
sum=0;
handles.guifig =(gcf);
handles.tmr =
timer('TimerFcn',{@refresh_data,handles.guifig},'BusyMode','Queue','ExecutionMo
de','FixedRate','Period',600);
guidata(hObject, handles);
start(handles.tmr);
guidata(hObject, handles);

//ρυθμίζουμε το πρόγραμμα να ξεχωρίζει αν είναι μέρα ή νύχτα

a=clock;
str=sprintf('η τρέχουσα ώρα είναι: %d : %d',a(1,4),a(1,5));
set(handles.dokimi,'String',str);

//Από 7:00 έως 18:00 καταλαβαίνει μέρα διαφορετικά νύχτα

if(a(1,4)>7 && a(1,4)<18)
    set(handles.day,'Value',1);
    set(handles.night,'Value',0);
else
    day=0;
    set(handles.day,'Value',0);
    set(handles.night,'Value',1);

end

line=get(handles.set_temp,'Value');
temp=get(handles.set_temp,'String');
current_temp=temp(line,1);

//Βρίσκει την default τιμή και την σώζει στο current temp

current_temp=str2double(current_temp);
if(day && current_temp>23)

    ac=-1;
    set(handles.radiobutton2,'Value',1);
    set(handles.radiobutton3,'Value',0);
    set(handles.radiobutton4,'Value',0);

```

end

```
function varargout = PTYXIAKH_BEMS _OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
```

// Ορίζουμε να παίρνει την τρέχουσα ώρα του συστήματος όπως επίσης και μια σχετική εξωτερική-εσωτερική θερμοκρασία σύμφωνα με συγκεκριμένο τύπο.

```
function refresh_data(src,event,handles)
global tim;
global ac;
global w;
handles = guidata(handles);
a=clock;
str=sprintf('η τρέχουσα ώρα είναι: %.2i : %i',a(1,4),a(1,5));
set(handles.dokimi,'String',str);
tim=tim+1;
t=0.261*tim+1.11;
ex_temp = 24-6*sin(t);
k=ex_temp-18;
l=ex_temp-18;
in_temp = ex_temp-1+0.0029*w*k+0.0756*ac+0.0039*1;
str=sprintf('Εξωτερική θερμοκρασία %d °C Εσωτερική θερμοκρασία %d °C',round(ex_temp(1)),round(in_temp(1)));
set(handles.text10,'String',str);
power= 35-6*sin(t);
str=sprintf('Ισχύς Κατανάλωσης %d KW',round(power(1)));
set(handles.text33,'String',str)
guidata(handles.guifig, handles);
```

//Ξεκινάμε να ορίζουμε τα μπουτόν και τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε στο user interface του χρήστη

```
function checkbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function checkbox2_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function saloni_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

// Δίνουμε στο μπουτόν «ΣΑΛΟΝΙ» τις λειτουργίες και τους χρωματισμούς που θα έχει ανάλογα με τη λειτουργία του

```
if (get(handles.checkbox1,'Value')==1)
    set(handles.checkbox1,'Value',0);
    set(handles.checkbox1,'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
    set(handles.checkbox1,'Value',1);
    set(handles.checkbox1,'BackgroundColor',[0 1 0]);
```

end

```
function trapezaria_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

// Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούμε τις μεταβλητές στο μπουτόν «ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ»

```
if (get(handles.checkbox2,'Value')==1)
    set(handles.checkbox2,'Value',0);
    set(handles.checkbox2,'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
    set(handles.checkbox2,'Value',1);
    set(handles.checkbox2,'BackgroundColor',[0 1 0]);
```

end

```
function checkbox2_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu2_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
global w;
a=get(handles.popupmenu2,'Value');
if (get(handles.popupmenu2,'Value')==1)
    w=0;
else
    w=-1;
```

end

```
function popupmenu2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

end

```
function popupmenu3_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end
```

```
function popupmenu5_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end
```

```
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

global ac;

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end
```

// Προγραμματίζουμε το σενάριο στο οποίο αν είναι μέρα και θελήσουμε να βάλουμε την εσωτερική θερμοκρασία μεγαλύτερη από 23 °C τότε βάζει τον κλιματισμό στο Low και ανοίγει τις περσίδες και τα ρολά ενώ αν είναι νύχτα βάζει τον κλιματισμό στο FULL και αδιαφορεί για τις περσίδες και τα ρολά.

```
function set_temp_Callback(hObject, eventdata, handles)
global ac;
global day;
global w;
line=get(handles.set_temp,'Value');
temp=get(handles.set_temp,'String');
current_temp=temp(line,1);
```

```
//βρίσκει την default τιμή και την σώζει στο current temp
```

```
current_temp=str2double(current_temp);
```

```
if(day && current_temp>23)
```

```
    set(handles.popupmenu2,'Value',1);  
    w=0;  
    set(handles.popupmenu14,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu15,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu16,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu21,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu23,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu24,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu25,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu26,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu27,'Value',1);  
    set(handles.radiobutton2,'Value',1);  
    set(handles.radiobutton3,'Value',0);  
    set(handles.radiobutton4,'Value',0);  
    ac=-1;
```

```
elseif(day && current_temp<23)
```

```
    set(handles.popupmenu2,'Value',1);  
    w=0;  
    set(handles.popupmenu14,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu15,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu16,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu21,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu23,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu24,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu25,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu26,'Value',1);  
    set(handles.popupmenu27,'Value',1);  
    set(handles.radiobutton2,'Value',0);  
    set(handles.radiobutton3,'Value',0);  
    set(handles.radiobutton4,'Value',1);
```

```
elseif(day==0 && current_temp>23)
```

```
    ac=1;  
    set(handles.radiobutton2,'Value',0);  
    set(handles.radiobutton3,'Value',1);  
    set(handles.radiobutton4,'Value',0);
```

```
elseif(day==0 && current_temp<23)
```



```
ac=-1
set(handles.radiobutton2,'Value',1);
set(handles.radiobutton3,'Value',0);
set(handles.radiobutton4,'Value',0);
```

```
end
```

```
function set_temp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function popupmenu7_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function popupmenu8_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function popupmenu9_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function day_Callback(hObject, eventdata, handles)
global day;
day=1;
set(handles.night, 'Value',0);
```

```
function night_Callback(hObject, eventdata, handles)
global day;
day=0;
set(handles.day, 'Value',0);
```

//Συνεχίζουμε τον προγραμματισμό και στα υπόλοιπα μπουτόν με τον ίδιο τρόπο

```
function kathistiko_Callback(hObject, eventdata, handles)
if (get(handles.checkbox3, 'Value')==1)
    set(handles.checkbox3, 'Value',0);
    set(handles.checkbox3, 'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
set(handles.checkbox3, 'Value',1);
set(handles.checkbox3, 'BackgroundColor',[0 1 0]);

end
```

```
function kouzina_Callback(hObject, eventdata, handles)
if (get(handles.checkbox4, 'Value')==1)
    set(handles.checkbox4, 'Value',0);
    set(handles.checkbox4, 'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
set(handles.checkbox4, 'Value',1);
set(handles.checkbox4, 'BackgroundColor',[0 1 0]);

end
```

```
function upnodomatio_Callback(hObject, eventdata, handles)
if (get(handles.checkbox5, 'Value')==1)
    set(handles.checkbox5, 'Value',0);
    set(handles.checkbox5, 'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
set(handles.checkbox5, 'Value',1);
set(handles.checkbox5, 'BackgroundColor',[0 1 0]);

end
```

```

function eksoterikoi_xoroi_Callback(hObject, eventdata, handles)
if (get(handles.checkbox6,'Value')==1)
    set(handles.checkbox6,'Value',0);
    set(handles.checkbox6,'BackgroundColor',[0.941 0.941 0.941]);
else
set(handles.checkbox6,'Value',1);
set(handles.checkbox6,'BackgroundColor',[0 1 0]);

```

```
end
```

```
function checkbox3_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function checkbox4_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function checkbox5_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function checkbox6_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu10_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```
function popupmenu11_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

```

```
end
```

```
function popupmenu12_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu12_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

```

```
end
```

```

function popupmenu13_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu13_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu14_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu14_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu15_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu15_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu16_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu16_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function popupmenu21_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu21_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

```

```

function popupmenu22_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu22_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu23_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu23_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu24_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu24_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu25_Callback(hObject, eventdata, handles)

function popupmenu25_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');

end

function popupmenu26_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

```
function popupmenu26_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),  
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))  
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function popupmenu27_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
function popupmenu27_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),  
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))  
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end
```

```
function figure1_ResizeFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
function radiobutton2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```