

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ &
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υλοποίηση αυτοματισμού smart house



Άννα Βαρούτα

Ευσταθία Αντωνοπούλου

Επιβλέπων: Δημήτριος Δημόπουλος



**ΤΜΗΜΑ: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ &
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

Υλοποίηση αυτοματισμού smart house

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

Άννα Βαρούτα, ΑΜ:13422

Ευσταθία Αντωνοπούλου, ΑΜ:11985

Επιβλέπων Καθηγητής : Δημήτριος Δημόπουλος

IMPLEMENTATION OF SMART HOUSE AUTOMATION

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή
Τόπος, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

2. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

3. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

© Βαρούτα, Αντωνοπούλου, Άννα Ευσταθία, 2019
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Βαρούτα Άννα

Αντωνοπούλου Ευσταθία

Υπογραφή

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ. Δημόπουλο Δημήτριο, καθηγητή μας, για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε αναθέτοντας το συγκεκριμένο θέμα εργασίας, δίνοντας μας την δυνατότητα, να μάθουμε χρήσιμα πράγματα σχετικά με το αντικείμενο των σπουδών μας. Θα θέλαμε εξίσου να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την στήριξη τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Περίληψη

Τα έξυπνα συστήματα μπορούν να ελέγχουν ηλεκτρολογικές-μηχανολογικές εγκαταστάσεις, οικιακές συσκευές και συσκευές πολυμέσων, δημιουργώντας με αυτό το τρόπο ένα ενοποιημένο σύστημα. Ο συνδυασμός όλων αυτών των εγκαταστάσεων και μέσων, βοηθούν στην απόκτηση πλήρη ελέγχου σε ένα σπίτι, ακόμα και εξ αποστάσεως.

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στα έξυπνα κτήρια. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της εργασίας είναι η περιγραφή και ανάλυση του όρου «έξυπνου σπιτιού», καθώς επίσης και η παρουσίαση μιας κατασκευής μέσω της οποίας ελέγχεται η θερμοκρασία και ο φωτισμός των δωματίων ενός σπιτιού. Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκε μία μακέτα η οποία αποτελείται από το ισόγειο και τον πρώτο όροφο. Το ισόγειο αποτελείται από τον Arduino Uno, το relay 8 channel 8, το lcd display και το power supply. Ο πρώτος όροφος αποτελείται από τα τρία δωμάτια και μία κύρια πόρτα εισόδου προς τα δωμάτια, την οποία χρησιμοποιήσαμε ως εξωτερικό χώρο για καταμέτρηση θερμοκρασίας και φωτισμού εξωτερικών παραγόντων. Το κάθε δωμάτιο περιέχει έναν αισθητήρα θερμοκρασίας, ένα λαμπάκι που ανεβάζει την θερμοκρασία, έναν ανεμιστήρα για την πτώση της θερμοκρασίας και ένα led για τον φωτισμό του χώρου. Ο χειρισμός του συστήματος, πραγματοποιείται μέσω μιας τοπικής ιστοσελίδας. Στην αρχή συνδέσαμε τη μακέτα με τον υπολογιστή και το καλώδιο Lan με το router για να συνδεθούμε στην διεύθυνση IP. Αφού ενεργοποιήθηκε η μακέτα, ο μικροελεγκτής Arduino (UNO) ενεργοποίησε την διαχείριση του φωτισμού και της θερμοκρασίας των χώρων. Προκειμένου να διαπιστώσουμε την λειτουργία του συστήματος πραγματοποιήσαμε ορισμένα πειράματα τα οποία αναφέρουμε και παρακάτω.

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας, εκτός από την κατασκευή και την παρουσίαση της παραπάνω υλοποίησης, γίνεται αναφορά σε βασικές έννοιες που θεωρούνται απαραίτητες για την κατανόηση του θέματος.

Λέξεις-κλειδιά: έξυπνο σπίτι, έλεγχος θερμοκρασίας, έλεγχος φωτισμού, αισθητήρες

Abstract

Intelligent systems can control electrical-mechanical installations, home appliances and multimedia devices, creating a unified system in this way. The combination of all these facilities and tools helps to gain complete control over a home, even remotely.

This work focuses on smart buildings. More specifically, the purpose of the thesis is to describe and analyze the term "smart house", as well as to present a set-up by which the temperature and lighting of the rooms of a house are controlled. Specifically, a model was constructed which consists of the ground floor and the first floor. The ground floor consists of Arduino Uno, relay channel 8, lcd display and power supply. The first floor consists of the three rooms and a main entrance door to the rooms, which we used as an outside space for measuring the temperature and lighting of external factors. Each room contains a temperature sensor, a temperature-up lamp, a fan for temperature drop, and an LED to illuminate the room. System management is performed through a local website. We first connected the maquette to the computer and the lan cable to the router to connect the IP address. After the model was activated, the Arduino microcontroller (UNO) activate the lighting and room temperature management. In order to determine the operation of the system, we did some experiments, which we describe below.

In the context of the dissertation, besides the construction and presentation of the above implementation, reference is made to basic concepts that are considered necessary for the understanding of the subject.

Keywords: smart home, temperature control, lighting control, sensors

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2^ο Βασικές έννοιες

| | |
|---|----|
| 2.1 Αισθητήρες | 14 |
| 2.2 Χαρακτηριστικά αισθητήρων | 14 |
| 2.3 Είδη αισθητήρων | 16 |
| 2.4 Εφαρμογές αισθητήρων | 17 |
| 2.5 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων | 17 |
| 2.6 Αρχιτεκτονική κόμβων των ασύρματων δικτύων αισθητήρων | 18 |
| 2.7 Η δομή δικτύου των ασύρματων δικτύων αισθητήρων | 19 |

Κεφάλαιο 3^ο Έξυπνο σπίτι

| | |
|---|----|
| 3.1 Εισαγωγικά για το έξυπνο σπίτι | 24 |
| 3.2 Ορισμός του έξυπνου σπιτιού | 24 |
| 3.3 Πλεονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού | 26 |
| 3.4 Εφαρμογές έξυπνου σπιτιού | 27 |
| 3.5 Οι λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού | 28 |
| 3.5.1 Η λειτουργία ελέγχου φωτισμού | 28 |
| 3.5.2 Η λειτουργία ελέγχου θερμοκρασίας | 29 |
| 3.6 Παρουσίαση του πρωτοκόλλου REFF ως μέσο για την μετατροπή των κτηρίων σε έξυπνα – φιλικά προς το περιβάλλον κτήρια..... | 30 |

Κεφάλαιο 4^ο Υλοποίηση

| | |
|--|----|
| 4.1 Γενική περιγραφή | 32 |
| 4.2 Υλικά κατασκευής | 32 |
| 4.3 Υλοποίηση hardware | 37 |
| 4.4 Προγραμματισμός της κατασκευής | 41 |
| 4.5 Software και λειτουργία | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Κεφάλαιο 5^ο Συμπεράσματα | |
| Βιβλιογραφία | 56 |
| Παράρτημα Α: Κώδικας | 57 |
| Παράρτημα Β: Κώδικας Arduino | 59 |

Κατάλογος Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 2.1: Πλατφόρμες αισθητήρων | 14 |
| Εικόνα 2.2: Είδη αισθητήρων | 16 |
| Εικόνα 2.3: Εφαρμογές αισθητήρων | 17 |
| Εικόνα 2.4: Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων | 18 |
| Εικόνα 2.5: Αρχιτεκτονική κόμβων | 18 |
| Εικόνα 2.6: Δίκτυο σε τοπολογία Peer to Peer | 19 |
| Εικόνα 2.7: Δίκτυο σε τοπολογία αστέρα | 20 |
| Εικόνα 2.8: Δίκτυο σε τοπολογία δακτυλίου | 20 |
| Εικόνα 2.9: Δίκτυο σε τοπολογία πλέγματος | 21 |
| Εικόνα 2.10: Δίκτυο σε τοπολογία δένδρου | 22 |
| Εικόνα 2.11: Τα επίπεδα των πρωτοκόλλων | 23 |
| Εικόνα 3.1: Λειτουργίες έξυπνου σπιτιού | 25 |
| Εικόνα 3.2: Παραδείγματα έξυπνων συσκευών | 27 |
| Εικόνα 4.1: Arduino Uno R3 | 33 |
| Εικόνα 4.2: Arduino Ethernet Shield | 33 |
| Εικόνα 4.3: Arduino Uno ProtoShield | 33 |
| Εικόνα 4.4: 8 Relay Module | 34 |
| Εικόνα 4.5: LCD 16x2 (I2C Protocol) | 34 |
| Εικόνα 4.6: Τροφοδοτικό 12V / 2.5A | 34 |
| Εικόνα 4.7: DC Power Jack | 35 |
| Εικόνα 4.8: Καλώδια συνδεσμολογίας | 35 |
| Εικόνα 4.9: Εξαρτήματα φωτισμού – θερμοκρασίας | 36 |
| Εικόνα 4.10: Εργαλεία | 37 |
| Εικόνα 4.11: Χάρτινη κατασκευή | 38 |
| Εικόνα 4.12: Τοποθέτηση LCD οθόνη / Arduino UNO & Ethernet Shield | 38 |
| Εικόνα 4.13: Τοποθέτηση και συνδεσμολογία των 8 Relay Module | 39 |
| Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση ανεμιστήρων - 12V & αισθητήρων θερμοκρασίας | 39 |
| Εικόνα 4.15: Κατασκευή βέλτιστης απόδοσης | 40 |
| Εικόνα 4.16: Τοποθέτηση λαμπτήρων πυρακτώσεως & λευκών led φωτισμού | 40 |
| Εικόνα 4.17: Σύνδεση των εξαρτημάτων | 41 |
| Εικόνα 4.18: Ολοκλήρωση κατασκευής..... | 41 |

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, αποτελείται από πέντε συνολικά κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη διάρθρωση της πτυχιακής εργασίας, ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται κάποιες βασικές έννοιες αναφορικά με τους αισθητήρες, τα χαρακτηριστικά τους, τα είδη των αισθητήρων, την έννοια των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, την αρχιτεκτονική των κόμβων των ασύρματων δικτύων αισθητήρων και τη δομή του δικτύου τους. Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για την έννοια του «έξυπνου σπιτιού», τα χαρακτηριστικά του, τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν μέσα από τις λειτουργίες που διαθέτουν, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται το πρωτόκολλο Reff, ως μέσο για την μετατροπή των κτηρίων σε έξυπνα – φιλικά προς το περιβάλλον κτήρια. Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται αναλυτικά η κατασκευή που φτιάχτηκε. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται όλα τα εργαλεία και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση της κατασκευής και προβάλλεται και η λειτουργία της κατασκευής, μέσα από εικόνες. Η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται στο πέμπτο κεφάλαιο με την παρουσίαση των συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο 2^ο Βασικές έννοιες

2.1 Αισθητήρες

Αισθητήρας, ονομάζεται μία ηλεκτρονική συσκευή η οποία έχει τη δυνατότητα να παρατηρεί και να καταγράφει κάποιο φαινόμενο του περιβάλλοντος όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, ο ήχος, η εικόνα, η πίεση (Εικόνα 2.1: Πλατφόρμες αισθητήρων). Η λειτουργία του αισθητήρα βασίζεται σε αλλαγές που πραγματοποιούνται σε φυσικά μεγέθη, όπως για παράδειγμα: η αλλαγή θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Αυτές οι αλλαγές έχουν ως έξοδο ένα ηλεκτρικό σήμα, το οποίο δέχεται ως είσοδο ο ελεγκτής και καταγράφεται το ανάλογο φαινόμενο.

Έτσι λοιπόν, μπορεί να οριστεί ότι ένα δίκτυο αισθητήρων είναι ένα σύνολο από αισθητήρες, οι οποίοι περιέχουν μικρο-επεξεργαστές που σκοπό έχουν την καταγραφή των φαινομένων που παρατηρούν και την μεταξύ τους επικοινωνία (Καλαϊτζάκης & Κουτρούλης, 2010).



Εικόνα 2.1: Πλατφόρμες αισθητήρων

2.2 Χαρακτηριστικά αισθητήρων

Οι αισθητήρες ανάλογα με τη συμπεριφορά τους, διαχωρίζουν τα χαρακτηριστικά τους σε δύο κατηγορίες: στα στατικά και στα δυναμικά. Με τον όρο «στατικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα», αναφερόμαστε στη συμπεριφορά του αισθητήρα κατά τη διάρκεια μιας μόνιμης κατάστασης, ενώ με τον όρο «δυναμικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα» γίνεται αναφορά στη συμπεριφορά του αισθητήρα όταν μεταβάλλεται η είσοδός του (Τσώνος, 2013). Οι δύο αυτές κατηγορίες χαρακτηριστικών, εμπεριέχουν τα εξής στοιχεία:

Στατικά χαρακτηριστικά αισθητήρων: εύρος τιμών, στατικό σφάλμα, ακρίβεια, ευαισθησία, διακριτική ικανότητα, σφάλμα υστέρησης, νεκρά ζώνη, μη γραμμικότητα, επαναληψιμότητα, ευστάθεια.

Δυναμικά χαρακτηριστικά αισθητήρων: ταχύτητα απόκρισης, καθυστέρηση, δυναμικό σφάλμα (Καλοβρέκτης, 2012).

Πιο αναλυτικά, το εύρος τιμών ενός αισθητήρα, είναι το διάστημα των τιμών στο οποίο μπορεί να μεταβληθεί η είσοδος του αισθητήρα, δηλαδή όταν μετριέται μία μεταβλητή. Το στατικό σφάλμα, είναι η απόκλιση ανάμεσα στην πραγματική τιμή με την μετρούμενη τιμή μιας μεταβλητής, ενώ η ακρίβεια έχει να κάνει με το εύρος του αναμενόμενου σφάλματος μεταξύ της πραγματικής και της μετρούμενης τιμής της μεταβλητής. Όταν αναφερόμαστε στην ευαισθησία ενός αισθητήρα, γίνεται λόγος για την μεταβολή της εξόδου του αισθητήρα ανά μονάδα μεταβολής της εισόδου του αισθητήρα. Αντίθετα η διακριτική ικανότητα του αισθητήρα, εκφράζει τη μικρότερη δυνατή μεταβολή της εισόδου του αισθητήρα που μπορεί να μετρηθεί. Το σφάλμα υστέρησης, έχει να κάνει με τη διαφορετική μέτρηση που μπορεί να καταγραφεί για την ίδια τιμή μιας μετρούμενης ποσότητας (Καλοβρέκτης, 2012).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των στατικών αισθητήρων, είναι η λεγόμενη νεκρή ζώνη. Είναι εκείνη η περιοχή μετρήσεων για την οποία ο αισθητήρας δεν ανταποκρίνεται στις ανάλογες μεταβολές. Βέβαια, σε ορισμένες περιπτώσεις η τιμή των μετρήσεων στους αισθητήρες δεν είναι ίδιες, όσες φορές και να γίνει η καταμέτρηση. Αυτό είναι ένα στοιχείο που χαρακτηρίζει τους αισθητήρες και αποκαλείται ως «επαναληψιμότητα» των αισθητήρων. Επίσης, οι αισθητήρες χαρακτηρίζονται από τη μη γραμμικότητα καθώς επίσης και από την ευστάθεια τους. Με τον όρο μη γραμμικότητα αναφερόμαστε στο κατά πόσο η γραφική παράσταση της εξόδου του αισθητήρα προσεγγίζει ή όχι μία ευθεία γραμμή. Ενώ ως ευστάθεια, νοείται η μεταβολή της εξόδου μιας συσκευής όταν η είσοδος του αισθητήρα παραμένει σταθερή (Καλοβρέκτης, 2012).

Αναφορικά με τους δυναμικούς αισθητήρες, κύρια χαρακτηριστικά είναι η ταχύτητα απόκρισης, η οποία αφορά την ταχύτητα με την οποία ο αισθητήρας ανταποκρίνεται στις μεταβολές μιας μετρούμενης μεταβλητής, η καθυστέρηση που αφορά τη χρονική διαφορά ανάμεσα στην μεταβολή της εισόδου και εξόδου του αισθητήρα και τέλος, το δυναμικό σφάλμα που αναφέρεται στη διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής ενός μετρήσιμου μεγέθους και της αντίστοιχης μέτρησης του αισθητήρα όταν δεν υπάρχουν σφάλματα (Καλοβρέκτης, 2012).

2.3 Είδη αισθητήρων

Στην αγορά, υπάρχουν πολλών ειδών αισθητήρες όπως: θερμοκρασίας, χωρητικότητας, επιτάχυνσης, υγρασίας, πίεσης, ταχύτητας, στάθμης κ.ά. Η κατηγοριοποίηση των αισθητήρων πραγματοποιείται είτε με βάση τη λειτουργία που επιτελούν, είτε με βάση το λόγο που κατασκευάστηκαν. Για να επιλεγθεί επομένως ένας αισθητήρας για μία συγκεκριμένη εργασία, αρκεί να γνωρίζουμε τη μεταβλητή ή το φυσικό φαινόμενο που επιθυμούμε να καταγράψουμε (Καλαϊτζάκης & Κουτρούλης, 2010).



Εικόνα 2.2: Είδη αισθητήρων

Οι αισθητήρες λοιπόν κατηγοριοποιούνται ως εξής (Εικόνα 2.2: Είδη αισθητήρων):

- Στους επαγωγικούς, χωρητικούς και μαγνητικούς αισθητήρες
- Στους αισθητήρες Laser
- Στους αισθητήρες πίεσεως
- Στους αισθητήρες θερμοκρασίας
- Στους αισθητήρες στάθμης
- Στους αισθητήρες υγρασίας
- Στους αισθητήρες ταχύτητας
- Στους αισθητήρες ανίχνευσης αερίων (Gardner, 2000).

2.4 Εφαρμογές αισθητήρων

Στην εποχή μας οι αισθητήρες έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλούς κλάδους και επιστήμες. Ανάλογα λοιπόν με τον κλάδο της επιστήμης κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Εικόνα 2.3: Εφαρμογές αισθητήρων):

- Ιατρική: διάγνωση παθήσεων και αντιμετώπιση προβλημάτων.
- Χημεία: ανίχνευση τοξικών ουσιών.
- Βιοτεχνία: όργανα μετρήσεων σε θερμοκήπια κ.ά.
- Φαρμακευτική: ανίχνευση και έλεγχο σφαλμάτων.
- Διαγνωστική: διάγνωση και πρόληψη.
- Βιομηχανία: χρήση τους στη γεωργία, την κτηνοτροφία και τη βιομηχανία τροφίμων.
- Βιοτεχνολογία: γενετική (Καλοβρέκτης, 2012).

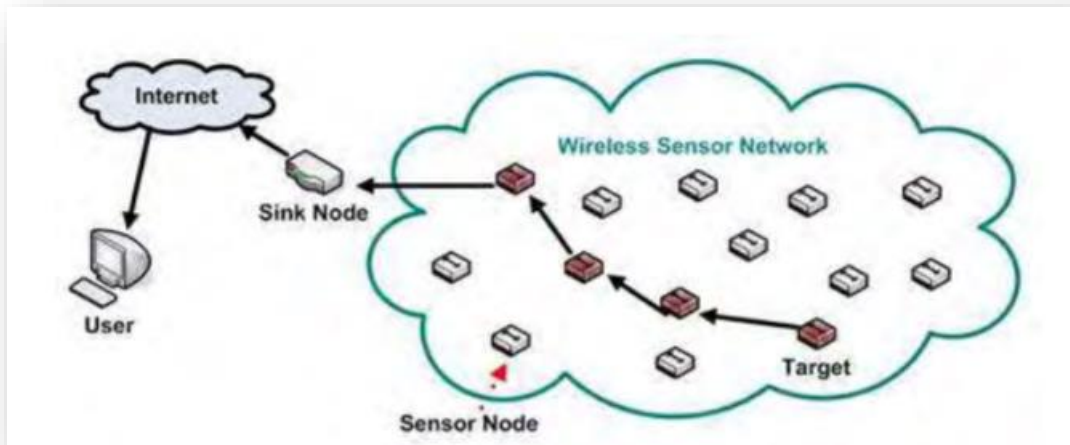


Εικόνα 2.3: Εφαρμογές αισθητήρων

2.5 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από καταναμημένους αυτόνομους κόμβους αισθητήρων, οι οποίοι παρακολουθούν και καταγράφουν τις μεταβολές φυσικών φαινομένων και σε συνεργασία μεταξύ τους, αποστέλλουν τις μετρήσεις (Tubaishat & Madria, 2003). Ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων μπορεί να περιλαμβάνει από δύο έως και χιλιάδες κόμβους, οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι δημιουργώντας ένα δίκτυο με ασύρματες ζεύξεις μεταξύ των γειτονικών κόμβων. Σε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων η τοπολογία του δικτύου ποικίλει, ενώ όσοι κόμβοι βρίσκονται εκτός εμβέλειας μπορούν να επικοινωνήσουν μέσω των ενδιάμεσων κόμβων.

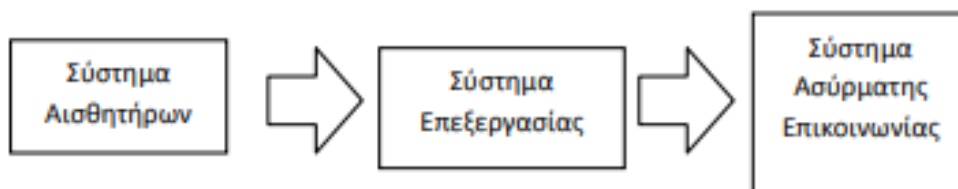
Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Εικόνα 2.4 : Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων), όπου παρατηρείται ένα σύνολο από κόμβους αισθητήρων (sensor nodes) μέσα σε ένα χωρικό περιβάλλον, οι οποίοι συγκεντρώνουν και αποστέλλουν όλα τα δεδομένα στην κεντρική βάση δεδομένων (sink node) για επεξεργασία και λήψη των αποφάσεων (Akyildiz, et al., 2002).



Εικόνα 2.4: Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων

2.6 Αρχιτεκτονική κόμβων των ασύρματων δικτύων αισθητήρων

Ένας κόμβος ενός ασύρματου δικτύου αισθητήρων περιλαμβάνει κάποια βασικά υποσυστήματα, τα οποία είναι: το υποσύστημα αισθητήρων, το υποσύστημα επεξεργασίας, το υποσύστημα επικοινωνίας (Εικόνα 2.5: Αρχιτεκτονική κόμβων). Πιο αναλυτικά, το δίκτυο αισθητήρων λαμβάνει πληροφορίες από το περιβάλλον (είσοδος) και τις αποστέλλει στο σύστημα επεξεργασίας για επεξεργασία των δεδομένων και την ψηφιοποίησή τους. Στη συνέχεια, μόλις τα δεδομένα επεξεργαστούν και κωδικοποιηθούν, στέλνονται στο σύστημα ασύρματης επικοινωνίας για την μετάδοση των δεδομένων (Παναγόπουλος, 2008).



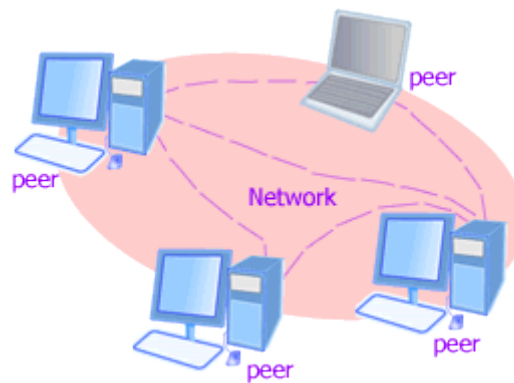
Εικόνα 2.5: Αρχιτεκτονική κόμβων

2.7 Η δομή δικτύου των ασύρματων δικτύων αισθητήρων

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων αποτελείται από κόμβους, οι οποίοι συλλέγουν δεδομένα και τα στέλνουν σε ένα κεντρικό σημείο με σκοπό να φτάσουν στους τελικούς χρήστες. Τα στοιχεία που παράγουν την πληροφορία ονομάζονται πηγές και οι χρήστες που λαμβάνουν την πληροφορία ονομάζονται αποδέκτες.

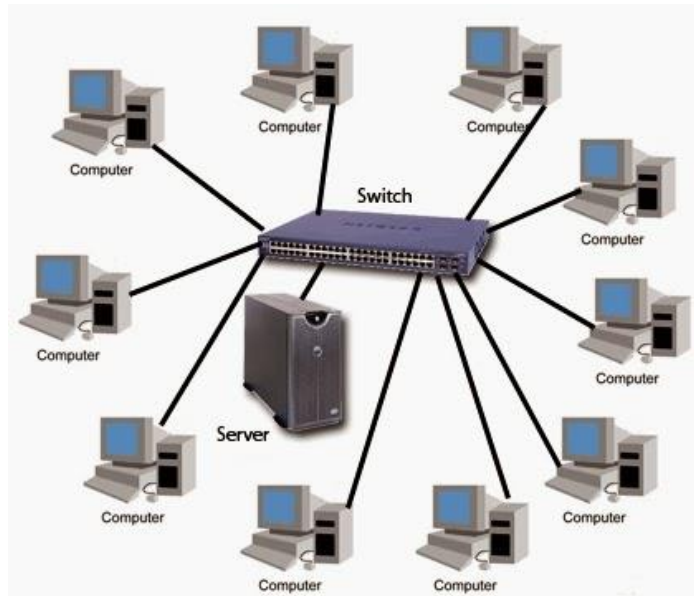
Ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούν οι πηγές μεταξύ τους καθορίζουν την τοπολογία του δικτύου. Υπάρχουν λοιπόν τέσσερις τοπολογίες που βοηθούν στον τρόπο οργάνωσης και σύνδεσης μεταξύ των συσκευών. Οι τοπολογίες αυτές είναι:

- Peer-to-Peer: Σε ένα δίκτυο που επιλέγεται η συγκεκριμένη τοπολογία οι κόμβοι μεταξύ τους είναι ίσοι, δηλαδή διαμοιράζονται ισοδύναμα τους πόρους και κάθε κόμβος έχει πρόσβαση σε οποιονδήποτε άλλο κόμβο (Εικόνα 2.6: Δίκτυο σε τοπολογία Peer to Peer).



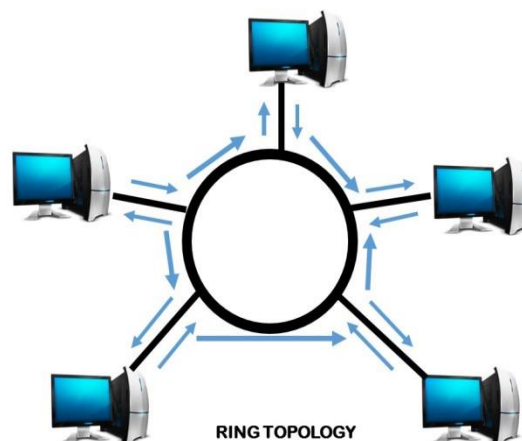
Εικόνα 2.6: Δίκτυο σε τοπολογία Peer to Peer

- Τοπολογία Αστέρα: Στο δίκτυο αυτό όλες οι συσκευές συνδέονται σε ένα κεντρικό σημείο, το οποίο αναλαμβάνει να προωθήσει το σήμα προς μία ή περισσότερες συσκευές. Η τοπολογία αυτή είναι αποτελεσματική όταν απαιτούνται ολοκληρωμένες υπηρεσίες φωνής και δεδομένων καθώς επίσης και υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης των σημάτων (Εικόνα 2.7: Δίκτυο σε τοπολογία αστέρα).



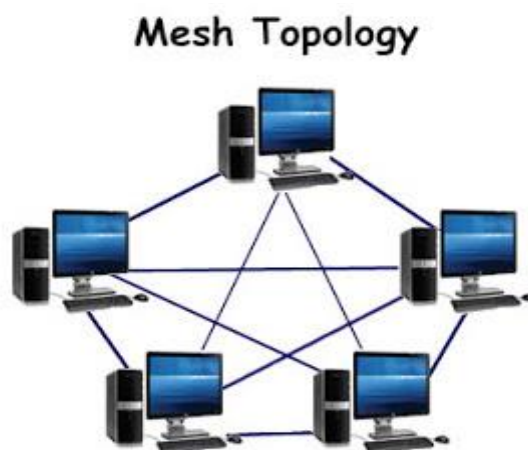
Εικόνα 2.7: Δίκτυο σε τοπολογία αστέρα

- Τοπολογία Δακτυλίου: Στο δίκτυο αυτό οι συσκευές συνδέονται η μία με την άλλη σε κλειστό βρόχο δημιουργώντας ένα σχήμα δακτυλιδιού. Όταν στέλνεται ένα σήμα σε μία συσκευή, αυτόματα στέλνεται και σε όλες τις υπόλοιπες συσκευές ακολουθώντας όμως τη φορά μετάδοσης του δακτυλίου. Η τοπολογία αυτή είναι καλή να χρησιμοποιηθεί όταν απαιτείται ισοκατανομή της χωρητικότητας στους κόμβους του δικτύου και οι αποστάσεις τους δεν είναι μεγάλες (Εικόνα 2.8: Δίκτυο σε τοπολογία δακτυλίου).



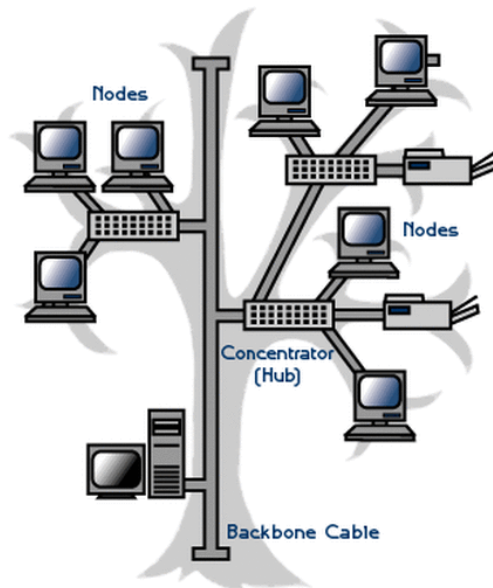
Εικόνα 2.8: Δίκτυο σε τοπολογία δακτυλίου

- Τοπολογία Πλέγματος: Στο δίκτυο αυτό επιτρέπεται η ανεξάρτητη σύνδεση των συσκευών. Βέβαια, ο κάθε κόμβος πρέπει να συνεργάζεται με τους υπόλοιπους κόμβους ώστε να υπάρξει μεταφορά των δεδομένων. Φυσικά θα πρέπει να υπάρχει μικρό πλήθος συνδεδεμένων συσκευών ώστε να υπάρξει υψηλή επίδοση του δικτύου (Εικόνα 2.9: Δίκτυο σε τοπολογία πλέγματος).



Εικόνα 2.9: Δίκτυο σε τοπολογία πλέγματος

- Τοπολογία δένδρου: Στο δίκτυο αυτό περιορίζεται ο αριθμός των συνδέσμων και αποτελεί τον πιο οικονομικό τρόπο διασύνδεσης των συσκευών. Η μετάδοση του σήματος ξεκινά από τη ρίζα και μεταφέρεται προς τα κάτω και αυτό επιφέρει ένα βασικό μειονέκτημα. Σε περίπτωση βλάβης, προκαλείται κατάρρευση ολόκληρου του τμήματος του δικτύου (Εικόνα 2.10: Δίκτυο σε τοπολογία δένδρου) (Μαρκασιώτης, 2005).



Εικόνα 2.10: Δίκτυο σε τοπολογία δένδρου

Ανεξάρτητα από την επιλογή του τύπου δικτύου, θα πρέπει να αναφερθεί ότι για την μετάδοση των πληροφοριών απαιτούνται ορισμένες διεργασίες για τις οποίες αρμόδιοι είναι τα πρωτόκολλα. Τα πρωτόκολλα, έχουν ως βασική αρμοδιότητα να διαχωρίζουν τα δεδομένα των χρηστών σε στρώματα ή αλλιώς επίπεδα. Κάθε στρώμα έχει τη δική του λειτουργία και κάνει συγκεκριμένες ενέργειες. Τα επίπεδα μεταφοράς των πακέτων είναι επτά συνολικά: το φυσικό επίπεδο (physical layer), το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (data link layer), το επίπεδο δικτύου (network layer), το επίπεδο μεταφοράς (transport layer), το επίπεδο συνόδου (session layer), το επίπεδο παρουσίασης (presentation layer), το επίπεδο εφαρμογής (application layer) (Εικόνα 2.11: Τα επίπεδα των πρωτοκόλλων) (Akyildiz, et al., 2002.)



Εικόνα 2.11: Τα επίπεδα των πρωτοκόλλων

Πιο συγκεκριμένα, το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για την ανίχνευση του σήματος καθώς και για την διαμόρφωση και κρυπτογράφηση των δεδομένων, ενώ το επίπεδο ζεύξης δεδομένων, λειτουργεί για την λειτουργία των κόμβων μεταξύ τους και για τον διαμερισμό των δικτύων αισθητήρων. Επίσης, το επίπεδο δικτύου είναι αρμόδιο για την ορθή δρομολόγηση του πακέτου στον τελικό χρήστη. Αναφορικά με το επίπεδο μεταφοράς, θα πρέπει να αναφερθεί ότι είναι πολύ σημαντικό, αφού είναι υπεύθυνο να ελέγχει το σύστημα όταν είναι προσβάσιμο στο διαδίκτυο. Στο επίπεδο συνόδου πραγματοποιούνται λειτουργίες όπως είναι η αποθήκευση της τρέχουσας κατάστασης, ο τερματισμός μιας μεταφοράς δεδομένων, η οργάνωση και συγχρονισμός των πακέτων που ανταλλάσσονται. Αντίθετα στο επίπεδο παρουσίασης, μετασχηματίζεται τα δεδομένα στην ανάλογη μορφή που έχουν ζητηθεί στον τελικό χρήστη, δηλαδή πραγματοποιείται η αποκρυπτογράφηση των δεδομένων.

Τέλος, το επίπεδο μεταφορών το οποίο είναι και το ανώτερο επίπεδο του προτύπου, αλληλεπιδρά με τα δεδομένα και το δίκτυο (Tanenbaum & Wetheral, 2011).

Κεφάλαιο 3^ο Έξυπνο σπίτι

3.1 Εισαγωγικά για το έξυπνο σπίτι

Με τις συνεχής απαιτήσεις της σύγχρονης ζωής, η τεχνολογία διαρκώς εξελίσσεται και αυτομάτως επηρεάζει όλους τους τομείς της κοινωνίας. Έτσι λοιπόν, δημιουργούνται νέες ανάγκες οι οποίες θα πρέπει να καλυφθούν. Μία τέτοια ανάγκη που έχει δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια, είναι η διαχείριση κατοικιών και κτηριακών εγκαταστάσεων από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου. Τα αυτοματοποιημένα αυτά κτήρια ονομάζονται «έξυπνα σπίτια» ή αλλιώς «smart house», ανεξάρτητα εάν πρόκειται για επαγγελματικό χώρο ή για κατοικία.

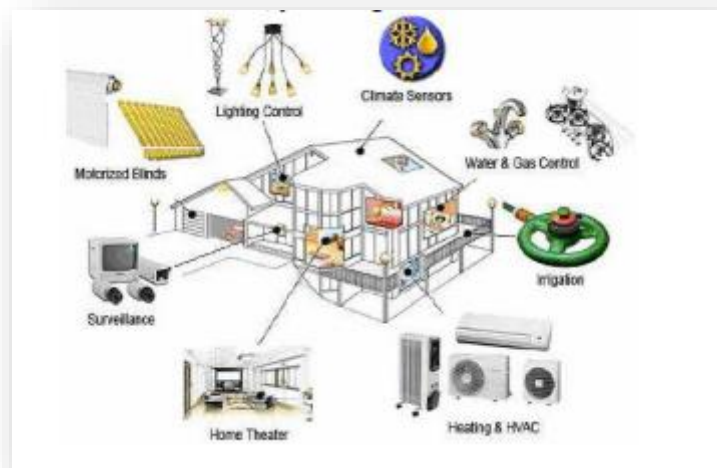
Τα έξυπνα σπίτια, λόγω των αυτοματισμών που διαθέτουν, μπορούν να παίρνουν πρωτοβουλίες για τη βέλτιστη λειτουργία όπως να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του κτηρίου, να κλείνουν τη κεντρική θέρμανση του σπιτιού, να ανάβουν ή να σβήνουν τα φώτα κ.ά.. Φυσικά, όλες αυτές οι λειτουργίες γίνονται και μέσω απομακρυσμένων εντολών, με τη βοήθεια ενός κινητού ή tablet, μέσω του διαδικτύου.

Οι κυριότεροι παράγοντες που ωθούν τους κατασκευαστές και τους ιδιοκτήτες να κατασκευάζουν έξυπνα σπίτια, είναι η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου που συντελείται, η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας και οι ιδιαίτερες ανάγκες που έχουν ομάδες πληθυσμού, όπως νοητικά και κινητικά προβλήματα (Muhammad, Reaz, & Mohd, 2012).

3.2 Ορισμός του έξυπνου σπιτιού

Το έξυπνο σπίτι είναι η ενοποίηση των νέων τεχνολογιών και υπηρεσιών στα κτήρια, με τη βοήθεια του δικτύου. Σκοπός της ενοποίησης αυτής, είναι η πλήρη παρακολούθηση και ο έλεγχος του σπιτιού εξ αποστάσεως. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες και ειδικά εξαρτήματα ώστε να επιτευχθεί μία αρμονική αλληλεπίδραση μεταξύ των μηχανημάτων του σπιτιού και των χρηστών (Kadam, Mahamuni & Parikh, 2015). Όλες οι λειτουργίες που ενσωματώνονται στο κτήριο είναι αυτοματοποιημένες και δεν απαιτείται να παρεμβαίνει ο χρήστης. Η

επικοινωνία ανάμεσα στον εξοπλισμό και στο χρήστη, πραγματοποιείται με τη βοήθεια τηλεχειριστηρίου και συγκεκριμένα μέσω του «εγχώριου ελεγκτή», επιτρέποντας έτσι τον έλεγχο σε διάφορα οικιακά συστήματα σύμφωνα με προγραμματισμένα σενάρια ή τρόπους λειτουργίας (Rosslin & Tai-hoon, 2010). Όπως απεικονίζεται και στην ακόλουθη εικόνα (Εικόνα 3.1: Λειτουργίες έξυπνου σπιτιού), οι μηχανισμοί που τοποθετούνται για τον έλεγχο ενός κτηρίου ποικίλουν ανάλογα με τις ανάγκες του κατόχου ενός κτηρίου. Υπάρχει έλεγχος φωτισμού, έλεγχος νερού, έλεγχος ηχοσυστημάτων και θέρμανσης, έλεγχος περσίδων, έλεγχος παρακολούθησης (κάμερες κτλ), έλεγχος αισθητήρων κλίματος κ.ά. (Kadam, Mahamuni & Parikh, 2015).



Εικόνα 3.1: Λειτουργίες έξυπνου σπιτιού

3.3 Πλεονεκτήματα του έξυπνου σπιτιού

Η αλλαγή ενός κτηρίου σε «έξυπνο σπίτι» ή η δημιουργία από την αρχή των κτηρίων σε «έξυπνες» εγκαταστάσεις, αποτελούν ένα μεγάλο βοήθημα για τους ιδιοκτήτες και παράλληλα αποτελεί και ένα περιβαλλοντικό πλεονέκτημα. Όπως γίνεται αντιληπτό, ο αυτοματοποιημένος έλεγχος ενός κτηρίου επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα για τους ιδιοκτήτες των «έξυπνων σπιτιών». Αρχικά οι ίδιοι οι ιδιοκτήτες έχουν πιο βολική, ήρεμη και ευκολότερη ζωή, αφού δεν έχουν την ανησυχία για το εάν ξέχασαν κάτι στο

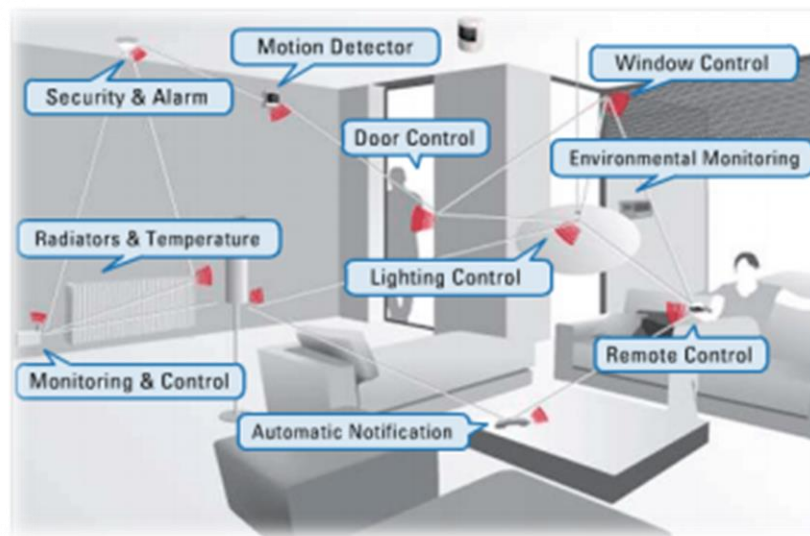
σπίτι τους ανοιχτό και φυσικά μπορούν να βρίσκονται σε διακοπές και να παρακολουθούν το σπίτι τους σαν να είναι οι ίδιοι εκεί. Επίσης, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (πχ. πυρκαγιά) , θα υπάρξει αυτόματη ειδοποίηση και ενημέρωση των ιδιοκτητών και όλες οι πόρτες του σπιτιού αυτόματα θα ανοίξουν και θα φωτιστεί η έξοδος κινδύνου. Φυσικά, το ίδιο ισχύει και για τα συστήματα παρακολούθησης. Παράλληλα, τα έξυπνα σπίτια παρέχουν εξοικονόμηση ενέργειας αφού τα συστήματα που διαθέτουν μπορούν να ρυθμίσουν ορισμένες ηλεκτρικές συσκευές σε χαμηλά επίπεδα λειτουργικότητας ώστε να βρίσκονται σε αναμονή και με αυτό τον τρόπο να μην υπάρχει υψηλή κατανάλωση ρεύματος. Ακόμα και όταν ο ιδιοκτήτης βρίσκεται εντός του κτηρίου, τα φώτα και η θέρμανση μπορούν να ανοίξουν ή να κλείσουν, ανάλογα με το που βρίσκεται ο ιδιοκτήτης κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Επιπλέον, τα έξυπνα σπίτια λόγω των αυτοματοποιημένων συστημάτων που διαθέτουν, κρίνονται χρήσιμα και απαραίτητα σε ανθρώπους ηλικιωμένους ή σε άτομα που χρειάζονται φροντίδα (Rosslin & Tai-hoon, 2010).

Γίνεται επομένως αντιληπτό, ότι τα οφέλη ενός έξυπνου σπιτιού είναι πολλά και σημαντικά. Από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα είναι η δυνατότητα παρακολούθησης, ελέγχου και βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου. Με αυτό το τρόπο ρυθμίζεται η αλόγιστη χρήση ενέργειας και δημιουργείται σταδιακά ένα «πράσινο» περιβάλλον. Επίσης, τα έξυπνα σπίτια προσφέρουν άνεση, πολυτέλεια, προστασία και ασφάλεια στους ιδιοκτήτες τους (Kadam, Mahamuni & Parikh, 2015).

3.4 Εφαρμογές έξυπνου σπιτιού

Με τη βοήθεια των νέων τεχνολογικών μέσων και αυτοματισμών έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές για τα έξυπνα σπίτια, ώστε να βοηθούν τους ιδιοκτήτες σε οποιαδήποτε λειτουργία επιθυμούν. Όπως απεικονίζεται και στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3.2: Παραδείγματα έξυπνων συσκευών) υπάρχουν πολλές συσκευές που μπορούν να διαχειριστούν έξυπνα. Αναφορικά με την ασφάλεια του σπιτιού, υπάρχει ένα σύστημα ασφαλείας το οποίο προσαρμόζεται στις κινήσεις που πραγματοποιούνται στο σπίτι μέσω αισθητήρων και στέλνει ειδοποιήσεις στον ιδιοκτήτη ή ακόμα και βίντεο σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, ένα πολύ σημαντικό όφελος είναι η διαχείριση

ενέργειας ενός σπιτιού. Τα έξυπνα σπίτια έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν ενέργεια και να την ενσωματώνουν στον φωτισμό, τον κλιματισμό και τις οικιακές συσκευές. Συγκεκριμένα, τα φώτα σε ένα έξυπνο σπίτι μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν αυτόματα με βάση τους αισθητήρες. Για παράδειγμα, όταν ένα άτομο εισέρχεται σε ένα δωμάτιο την ημέρα, το σύστημα θα ανοίξει τις κουρτίνες αντί να ανάψει τα φώτα και το βράδυ θα ανάψει τα φώτα και θα κλείσει τις κουρτίνες. Παράλληλα, με την τοποθέτηση αισθητήρων θερμοκρασίας και τη χρήση χρονιστών θέρμανσης και ψύξης, μπορεί να μειωθεί η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας και να υπάρξει εξοικονόμηση χρημάτων. Επίσης, στα έξυπνα σπίτια, υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης της ενεργειακής κατανάλωσης κάθε συσκευής του σπιτιού, όπου αυτό έχει ως όφελος τη σωστή διαχείριση των ηλεκτρικών συσκευών όσο αναφορά την κατανάλωση ενέργειας και φυσικά την μείωση του χρηματικού ποσού που πληρώνουμε στους λογαριασμούς (Mendes, et al., 2015).



Εικόνα 3.2: Παραδείγματα έξυπνων συσκευών

Τέλος, η εξοικονόμηση ενέργειας από μια κτιριακή εγκατάσταση γίνεται και από τα παράθυρα ενός κτηρίου. Ένα κτίριο χωρίς παράθυρα σαφώς και εξοικονομεί ενέργεια, αλλά δεν αποτελεί λύση για τους ιδιοκτήτες του κτιρίου. Επομένως η λύση είναι από τη αρχή που χτίζεται ένα κτίριο, όπου ο αρχιτέκτονας θα πρέπει να αποφασίσει την τοποθεσία των παραθύρων και τέλος, η επιλογή του τζαμιού (Hee, et al., 2015).

3.5 Οι λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού

3.5.1 Η λειτουργία ελέγχου φωτισμού

Η δυνατότητα που έχουν οι ιδιοκτήτες των έξυπνων σπιτιών αναφορικά με τον ασύρματο έλεγχο του φωτισμού, αποτελεί μία μεγάλη πρόοδο για τις επιστήμες αλλά και ένα μεγάλο όφελος για τους χρήστες. Ο ειδικός εξοπλισμός που έχει κατασκευαστεί για τον έλεγχο του φωτισμού του σπιτιού αποτελεί μία καινοτομία. Συγκεκριμένα, ο ιδιοκτήτης ενός έξυπνου σπιτιού με το πάτημα ενός κουμπιού μπορεί να ελέγξει το φωτισμό ολόκληρου του σπιτιού. Υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης του φωτισμού ανάλογα με την ώρα που θα ανάβουν ή θα σβήνουν τα φώτα, είτε με την ανίχνευση κίνησης στα δωμάτια. Παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα να φωτιστεί το σπίτι από μακριά ή ακόμα να γίνει εναλλαγή των φώτων εξ αποστάσεως (Sikder, et al., 2018).

Στην περίπτωση του ασύρματου φωτισμού, τα φώτα ανάβουν ή σβήνουν με τους αισθητήρες κίνησης ή με την προκαθορισμένη ρύθμιση της ώρας. Επίσης, υπάρχει μία έξυπνη λειτουργία που παρέχει στους ιδιοκτήτες ενός έξυπνου σπιτιού να μην σπαταλάει ενέργεια Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής: το σύστημα κατά τη διάρκεια της ημέρας με τη βοήθεια των αισθητήρων κίνησης ανοίγει τις κουρτίνες αυτόματα και κατά τη διάρκεια της νύχτας κλείνουν ώστε να ανάψουν τα φώτα. Με αυτό τον τρόπο, δεν υπάρχει άσκοπη κατανάλωση ρεύματος και αποθηκεύεται η ενέργεια (Ashour, 2018).

Βέβαια υπάρχει και το σύστημα ελέγχου φωτισμού μέσω φωνής, όπου με την προσθήκη ενός άμεσου φωνητικού μηνύματος, δίνεται η δυνατότητα άμεσου φωτισμού τη στιγμή που ζητείται. Για παράδειγμα, μπορεί ο ιδιοκτήτης να πει λεκτικά μείωσε το φωτισμό του δωματίου κατά 40% και να γίνει πράξη. Ή ακόμα να φωτιστεί ο διάδρομος που περπατάτε στο σπίτι όταν είναι σκοτάδι. Τέλος, υπάρχει και ο μηχανισμός του εξωτερικού φωτισμού όπου το φως στον εξωτερικό χώρο του σπιτιού ενεργοποιείται και απενεργοποιείται με την δύση και ανατολή του ηλίου (Sikder, et al., 2018).

Τα συστήματα έξυπνου φωτισμού (Components of Smartlighting Systems - SLSs) παρέχουν πολλά οφέλη στους ιδιοκτήτες και κάνουν ένα σπίτι πιο άνετο και εύχρηστο. Ένα έξυπνο σύστημα φωτισμού είναι αυτόνομο, αποτελεσματικό και δια λειτουργικό με άλλες έξυπνες εφαρμογές. Εκτός από την άμεση επικοινωνία του συστήματος φωτισμού με άλλες συσκευές, μειώνεται η κατανάλωση ρεύματος, μειώνεται το κόστος

συντήρησης, ενώ τα προβλήματα ηλεκτρισμού αντιμετωπίζονται πολύ πιο εύκολα (Sikder, et al., 2018).

Τέλος, στην μελέτη τους οι Jinsung, Insung, Byoungjioo και Sehyun (2013) προτείνουν ένα ευφύες οικιακό σύστημα φωτισμού με LED. Συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί πολλούς αισθητήρες και τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας για να ελέγχει ένα φως LED, ανάλογα με την κατάσταση του ιδιοκτήτη του κτηρίου και του περιβάλλοντος. Ο φωτισμός ρυθμίζεται αυτόνομα από το σύστημα, παρέχοντας την κατά το δυνατό ελάχιστη τιμή έντασης φωτός ώστε να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση. Πράγματι, όπως διαπιστώθηκε από την υλοποίηση που πραγματοποίησαν, το σύστημα αυτό μείωσε κατά 21% τη συνολική κατανάλωση ισχύος στο κτήριο που υλοποιήθηκε η εφαρμογή.

3.5.2 Η λειτουργία ελέγχου θερμοκρασίας

Μία άλλη έξυπνη λειτουργία που διαθέτουν τα έξυπνα σπίτια είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας του σπιτιού. Με τη βοήθεια ειδικών ψηφιακών αισθητήρων θερμοκρασίας, μετρίεται η φυσική κατάσταση ενός δωματίου στο οποίο έχει τοποθετηθεί ο αισθητήρας και αυτόματα ενημερώνεται ο ιδιοκτήτης του σπιτιού. Η ενημέρωση του ιδιοκτήτη μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μέσω μηνύματος, είτε μέσω υπολογιστή. Ο ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας μπορεί να ενεργοποιήσει τη θέρμανση στο σπίτι ή ακόμα και τον κλιματισμό του σπιτιού ώστε να διατηρήσει σταθερή τη θερμοκρασία του σπιτιού που έχει ορίσει ο ιδιοκτήτης (Ashour, 2018). Επίσης, ο ιδιοκτήτης του έξυπνου σπιτιού μπορεί να επιλέξει ρύθμιση ώστε η θέρμανση του σπιτιού να ενεργοποιείται συγκεκριμένες ώρες της ημέρας ή ακόμα και συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας. Με αυτό το τρόπο η θερμοκρασία του σπιτιού είναι πάντα σταθερή και η κατανάλωση ενέργειας βελτιώνεται κατά πολύ (TE Connectivity Sensors, 2017).

3.6 Παρουσίαση του πρωτοκόλλου REFF ως μέσο για την μετατροπή των κτηρίων σε έξυπνα – φιλικά προς το περιβάλλον κτήρια

Πολλές εγκαταστάσεις όπως σύγχρονες κατοικίες, πανεπιστημιακά κτίρια, νοσοκομεία κ.ά., έχουν αυξημένες ενεργειακές ανάγκες. Στο παρελθόν, που δεν υπήρχαν πολλές δυνατότητες η κάλυψη αυτών των αναγκών οδήγησε σε μεγάλη εκπομπή ανεπιθύμητων αερίων και ακτινοβολιών. Στις μέρες μας όμως που υπάρχει η δυνατότητα αναβάθμισης, μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί επιτευχθεί στις κτηριακές δομές και να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας ηλεκτρονικών και τηλεπικοινωνιών συστημάτων, καθώς επίσης και συστημάτων θέρμανσης ψύξης και εξαερισμού.

Για να επιτευχθεί αυτό, προτάθηκε ένα πλήρες πρωτόκολλο σχεδιασμού των μειωμένων οικολογικών αποτυπώσεων των εγκαταστάσεων το οποίο ονομάζεται: «Footprints of Facilities» (REFF) που στόχο έχει την μεταρρύθμιση των ήδη υπαρχόντων κτηρίων σε πιο ωφέλιμα και φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτό επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας τις νέες τεχνολογίες σε επίπεδο υλικού, όπως: ρυθμιστές συστήματος, ανιχνευτές, θερμοστάτες κ.ά. και σε επίπεδο λειτουργικού, όπως: πρόγραμμα αυτόματης ανάκτησης θερμοκρασίας, προγραμματισμός θέρμανσης από απόσταση, ασύρματες συσκευές κ.ά.

Για την αποτελεσματικότερη αναβάθμιση των κτηρίων σε «έξυπνα κτήρια», απαιτείται όλες οι εγκαταστάσεις να περιλαμβάνουν τεχνολογία IoT ώστε να μπορούν να συνδεθούν διάφορα εξαρτήματα όπως:

- ευφυή συστήματα ελέγχου λειτουργίας και φωτισμού
- αισθητήρες κίνησης
- συστήματα με ικανότητα προσαρμογής σε συγκεκριμένες συνθήκες
- καταγραφή των κινήσεων του χώρου ενός κτηρίου χωρίς να παραβιάζονται τα προσωπικά δεδομένα
- συστήματα αποφάσεων αναφορικά με προβλέψεις δικτύου
- διασύνδεση με φωτοβολταϊκά
- σύνδεση με «έξυπνους τοίχους» που θα θερμαίνουν το εσωτερικό περιβάλλον (Chronopoulos, et al., 2018).

Στο σημείο αυτό, κρίνεται απαραίτητο να ερμηνευτεί ο όρος «Internet of Things» (IoT). Ο όρος «Internet of Things» (ή αλλιώς Διαδίκτυο των Πραγμάτων) επινοήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον Kevin Ashton, ένα πρωτοπόρο της τεχνολογίας. Ο Ashton, ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα

με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. Το RFID προέρχεται από τα αρχικά του όρου «Radio Frequency Identification», η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «Ταυτοποίηση μέσω Ραδιοσυχνοτήτων». Τα συστήματα RFID, αποτελούν ένα υποσύνολο των Συστημάτων Αυτόματου Προσδιορισμού. Ειδικότερα, λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των barcodes (SAS, 2018).

Βασικοί στόχοι και λειτουργίες του πρωτοκόλλου REFF είναι η δημιουργία ενός προσαρμοσμένου δικτύου επικοινωνίας, η αναβάθμιση του δικτύου και της ηλεκτρικής ενέργειας, η δημιουργία λογισμικού για τον έλεγχο και την καταγραφή λειτουργίας των συστημάτων, η ανάπτυξη αλγορίθμων για χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, καθώς επίσης και η κοινοποίηση των πληροφοριών σε έξυπνες συσκευές. Για να επιτευχθούν αυτά, θα πρέπει να σχεδιαστεί ένα σύστημα πρόβλεψης εξοικονόμησης ενέργειας, να κατασκευαστεί ένα δίκτυο επικοινωνίας ή να αναβαθμιστεί το ήδη υπάρχον, να εγκατασταθούν αισθητήρες και ηλεκτρικά συστήματα, να δημιουργηθεί κεντρικό σύστημα ελέγχου, να αναπτυχθούν έξυπνοι αλγόριθμοι, να υπάρξει επανέλεγχος του συστήματος και διάδοση της μελέτης (Chronopoulos, etc., 2018).

Γίνεται επομένως αντιληπτό, ότι η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου REFF στα κτήρια προσφέρει πολλές δυνατότητες και ένα πιο φιλικό περιβάλλον τόσο για τους ανθρώπους που εργάζονται ή κατοικούν σε αυτό, όσο και για το ίδιο το περιβάλλον.

Κεφάλαιο 4^ο Υλοποίηση

4.1 Γενική περιγραφή

Στην παρούσα ενότητα, θα παρουσιαστεί μία κατασκευή που φτιάξαμε η οποία έχει ως βασικό σκοπό να διαχειρίζεται τη θερμοκρασία και τον φωτισμό σε τρία δωμάτια μέσω υπολογιστή ή φορητής συσκευής, όπως ένα Smartphone ή Tablet. Συγκεκριμένα, φτιάχτηκε μία μακέτα με τρία δωμάτια- ορόφους, όπου ο κάθε χώρος περιέχει έναν αισθητήρα θερμοκρασίας, ένα λαμπάκι πυρακτώσεως για να ανεβάζει την θερμοκρασία, ένα ανεμιστήρα για να κατεβάζει την θερμοκρασία και ένα LED άσπρο για να φωτίζει τον χώρο. Χρησιμοποιήθηκε το Arduino Uno, το οποίο συνδέεται στο τοπικό δίκτυο (του σπιτιού) με καλώδιο Ethernet (RJ45) και με την διεύθυνση IP που θα παίρνει, η οποία θα εμφανίζεται στην LCD οθόνη (16X2), θα μπορούμε να το καλούμε από οποιαδήποτε συσκευή που είναι συνδεδεμένη στο τοπικό δίκτυο και μέσω ενός browser, θα μπαίνουμε σε μία σελίδα (ως μία κοινή σελίδα <http://192.x.x.x/>) προκειμένου να διαχειριστούμε και να επιβλέψουμε την θερμοκρασία και τον φωτισμό στους χώρους αυτούς.

4.2 Υλικά κατασκευής

Προκειμένου να υλοποιηθεί η κατασκευή που προαναφέρθηκε, χρειάστηκαν ορισμένα υλικά. Τα υλικά αυτά είναι:

- ένας μικροελεγκτής Arduino Uno R3 (Εικόνα 4.1: Arduino Uno R3)
- ένα Arduino Ethernet Shield για να συνδέει την πλακέτα Arduino στο διαδίκτυο (Εικόνα 4.2: Arduino Ethernet Shield)
- μία πλακέτα σχεδίασης για την διευκόλυνση άμεσου σχεδιασμού και συγκόλλησης των κυκλωμάτων (Εικόνα 4.3: Arduino Uno ProtoShield)
- ένα ρελέ 8 καναλιών για την καθοδήγηση ηλεκτρονικών συσκευών υψηλής ισχύος (πχ. Φώτα, ανεμιστήρες κτλ) (Εικόνα 4.4: 8 Relay Module)
- μία οθόνη LCD για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων (Εικόνα 4.5: LCD 16x2 (I2C Protocol))

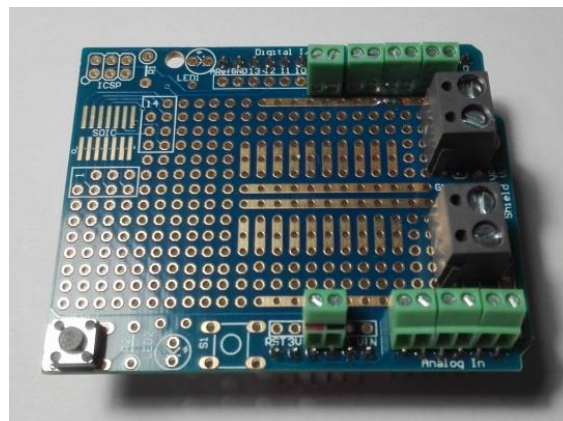
- ένα τροφοδοτικό για την παροχή ρεύματος (Εικόνα 4.6 Τροφοδοτικό 12V / 2.5A)
- δύο βύσματα συνεχούς ρεύματος για Arduino (Εικόνα 4.7: DC Power Jack)



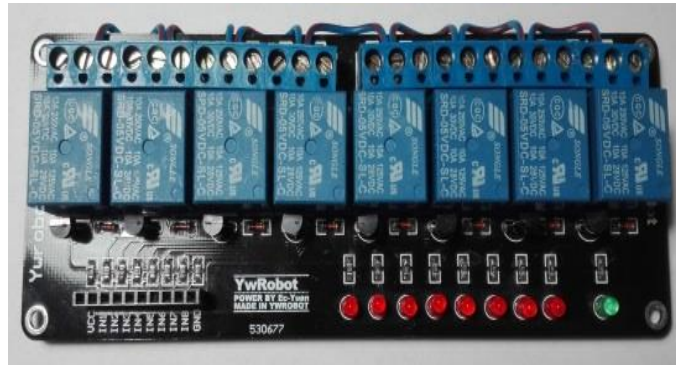
Εικόνα 4.1: Arduino Uno R3



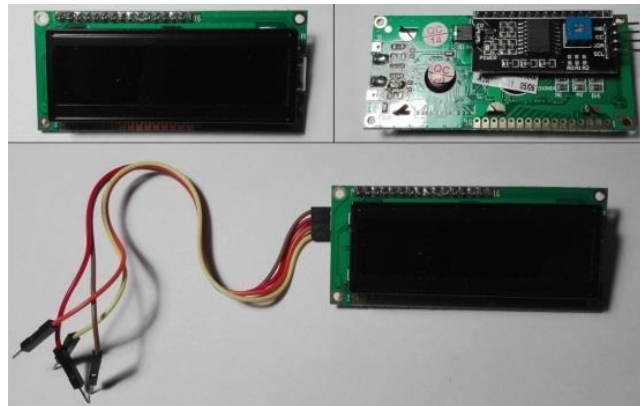
Εικόνα 4.2: Arduino Ethernet Shield



Εικόνα 4.3: Arduino Uno ProtoShield



Εικόνα 4.4: 8 Relay Module



Εικόνα 4.5: LCD 16x2 (I2C Protocol)

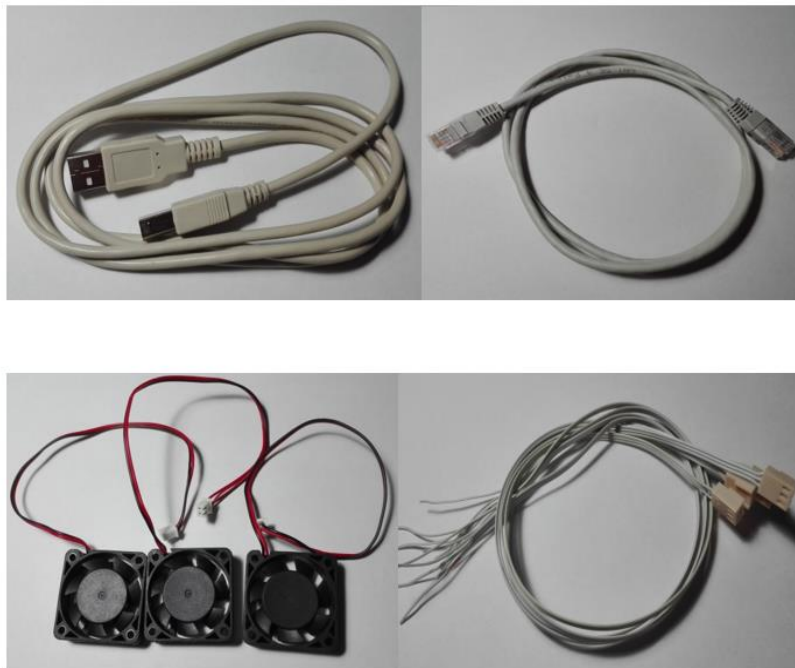


Εικόνα 4.6: Τροφοδοτικό 12V / 2.5A



Εικόνα 4.7: DC Power Jack

Στη συνέχεια προκειμένου να συνδεθούν τα παραπάνω εξαρτήματα χρειάστηκαν ορισμένα καλώδια για την συνδεσμολογία. Πιο συγκεκριμένα, όπως απεικονίζεται στην εικόνα: Εικόνα 4.8: Καλώδια συνδεσμολογίας, στην πάνω αριστερή γωνία απεικονίζεται ένα καλώδιο usb για σύνδεση της πλακέτας με την οθόνη lcd, στην πάνω δεξιά γωνία απεικονίζεται ένα καλώδιο Ethernet (RJ45) για σύνδεση του Arduino με το τοπικό δίκτυο, ενώ στην κάτω αριστερή γωνία απεικονίζονται τρεις ανεμιστήρες των 12V ενός υπολογιστή, για να μειώνει την θερμοκρασία στα δωμάτια.



Εικόνα 4.8: Καλώδια συνδεσμολογίας

Επιπλέον, χρησιμοποιήσαμε αισθητήρες θερμοκρασίας για την καταμέτρηση της θερμοκρασίας (βλ.: Εικόνα 4.9: Εξαρτήματα φωτισμού – θερμοκρασίας, πάνω αριστερά), τρία λαμπάκια πυρακτώσεως των 12V/ 2W, για να ανεβάζουν την θερμοκρασία στα δωμάτια (βλ.: Εικόνα 4.9: Εξαρτήματα φωτισμού – θερμοκρασίας, πάνω δεξιά), LEDs άσπρα για να φωτίζει τους χώρους στα δωμάτια και αντιστάσεις για τα led των δωματίων (βλ.: Εικόνα 4.9: Εξαρτήματα φωτισμού – θερμοκρασίας, κάτω αριστερά και κάτω δεξιά αντίστοιχα).



Εικόνα 4.9: Εξαρτήματα φωτισμού – θερμοκρασίας

Φυσικά για να ολοκληρωθεί η υλοποίηση αυτή, χρειάστηκαν ορισμένα χαρτόνια για την κατασκευή των χώρων και ορισμένα ειδικά εργαλεία που απεικονίζονται στην εικόνα : Εικόνα 4.10: Εργαλεία. Συγκεκριμένα χρειάστηκαν:

- ένας χάρακας, ένα μολύβι και ένας μαρκαδόρος για την σχεδίαση της κατασκευής
- ένα κοπίδι για την κατασκευή
- ένα σετ κατσαβίδια για την τοποθέτηση των πλακετών και τη συνδεσμολογία
- και ένα πιστόλι θερμής σιλικόνης για την συγκόλληση της κατασκευής.



Εικόνα 4.10: Εργαλεία

4.3 Υλοποίηση hardware

Αφού είχαμε στην κατοχή μας τα παραπάνω υλικά και εργαλεία, ξεκίνησε η υλοποίηση του hardware. Στις εικόνες που ακολουθούν, απεικονίζεται σταδιακά η εξέλιξη της υλοποίησης. Αρχικά κατασκευάστηκε η χάρτινη κατασκευή, η οποία αποτελείται από δύο ορόφους. Ο κάτω όροφος εμπεριέχει την πλακέτα με τα εξαρτήματα και την οθόνη lcd και ο επάνω όροφος τα τρία δωμάτια (Εικόνα 4.11: Χάρτινη κατασκευή).



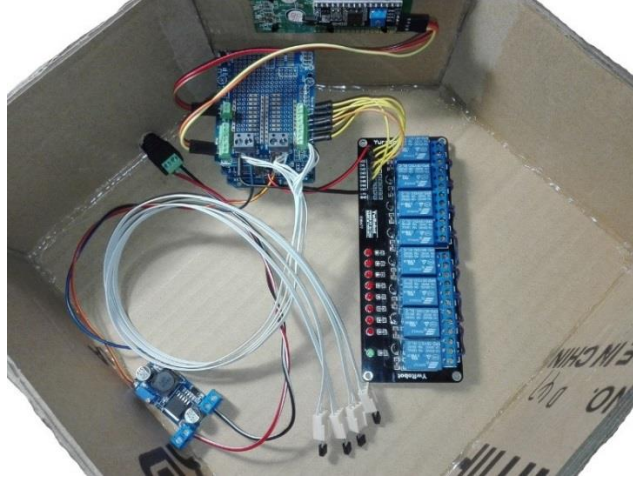
Εικόνα 4.8: Χάρτινη κατασκευή

Στη συνέχεια, έγινε η τοποθέτηση της οθόνης lcd και του μικροελεγκτή Arduino UNO μαζί με την πλακέτα Ethernet Shield (Εικόνα 4.12: Τοποθέτηση LCD οθόνη / Arduino UNO & Ethernet Shield).



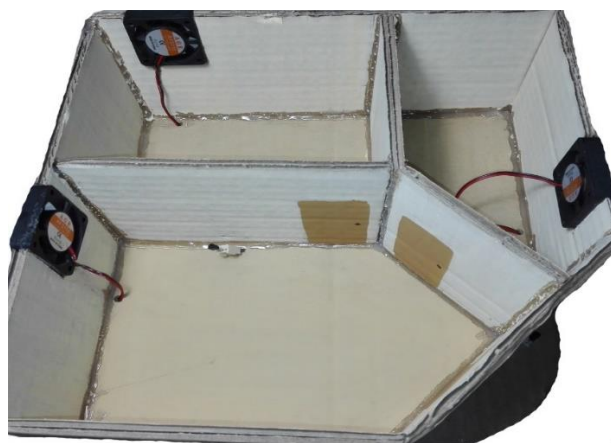
Εικόνα 4.12: Τοποθέτηση LCD οθόνη / Arduino UNO & Ethernet Shield

Στη συνέχεια έγινε η τοποθέτηση και η συνδεσμολογία των 8 Relay Module όπως απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα:



Εικόνα 4.13: Τοποθέτηση και συνδεσμολογία των 8 Relay Module

Έπειτα ακολούθησε η τοποθέτηση των τριών ανεμιστήρων και οι αισθητήρες θερμοκρασίας στα αντίστοιχα δωμάτια (Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση ανεμιστήρων - 12V & αισθητήρων θερμοκρασίας).



Εικόνα 4.14: Τοποθέτηση ανεμιστήρων - 12V & αισθητήρων θερμοκρασίας

Προκειμένου να υπάρχει καλύτερη απόδοση και κατανομή της θερμότητας στα δωμάτια, σχεδιάστηκε μία μικρή κατασκευή με αλουμινόχαρτο (Εικόνα 4.15: Κατασκευή βέλτιστης απόδοσης).



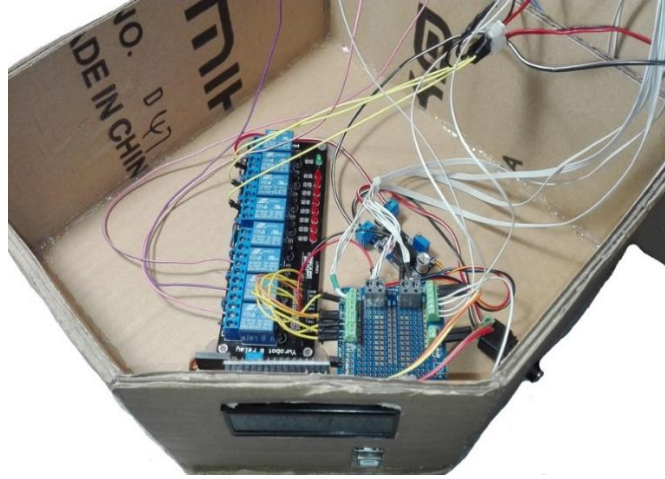
Εικόνα 4.15: Κατασκευή βέλτιστης απόδοσης

Έπειτα ακολούθησε η τοποθέτηση των λαμπτήρων πυρακτώσεως και τα λευκά led για τον φωτισμό στα δωμάτια (Εικόνα 4.16: Τοποθέτηση λαμπτήρων πυρακτώσεως & λευκών led φωτισμού).



Εικόνα 4.16: Τοποθέτηση λαμπτήρων πυρακτώσεως & λευκών led φωτισμού

Έπειτα ακολούθησε η σύνδεση των εξαρτημάτων του πρώτου ορόφου, τα οποία είναι: ο Arduino UNO, μία Ethernet Shield, ένα Prototype Shield, ένα 8 Relay Module και μία οθόνη LCD (16x2) (Εικόνα: 4.17: Σύνδεση των εξαρτημάτων)



Εικόνα 4.17: Σύνδεση των εξαρτημάτων

Στο τέλος, κλείσαμε το πάνω μέρος της κατασκευής ανοίγοντας παράθυρα και τοποθετήσαμε σε αυτά διάφανη μεμβράνη ώστε να έχουμε οπτική επαφή με τις λειτουργίες της κατασκευής (Εικόνα 4.18: Ολοκλήρωση κατασκευής).

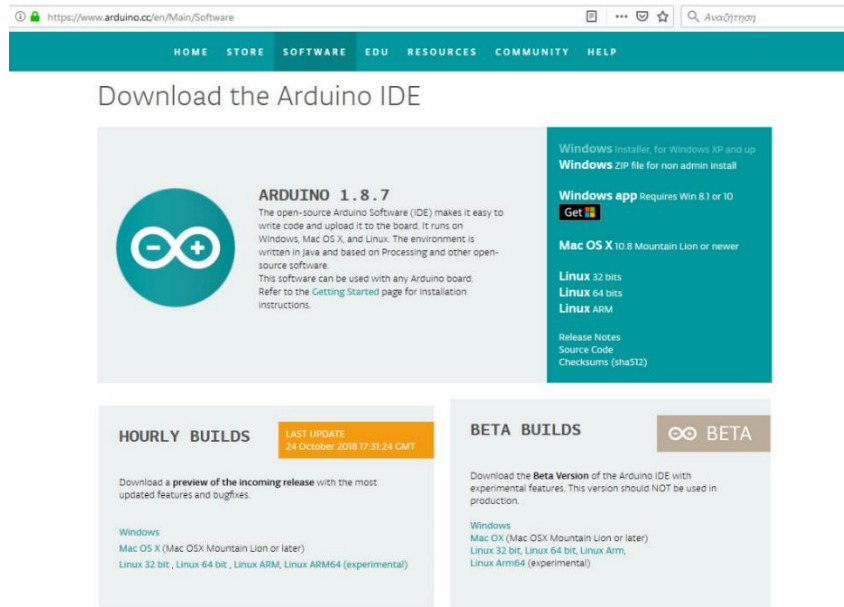


Εικόνα 4.18: Ολοκλήρωση κατασκευής

4.4 Προγραμματισμός της κατασκευής

Αρχικά, θα πρέπει να κατεβάσουμε το Arduino IDE από την ακόλουθη σελίδα:

<http://www.arduino.cc>



The screenshot shows the Arduino IDE download page. At the top, there is a navigation bar with links for HOME, STORE, SOFTWARE, EDU, RESOURCES, COMMUNITY, and HELP. The main heading is "Download the Arduino IDE". Below this, there is a large section for "ARDUINO 1.8.7". This section includes a circular logo with a minus and plus sign, and text describing the IDE as open-source software that runs on Windows, Mac OS X, and Linux. To the right of this section, there are links for "Windows installer, for Windows XP and up", "Windows ZIP file for non admin install", "Windows app" (requiring Win 8.1 or 10), and "Mac OS X 10.8 Mountain Lion or newer". Below these are links for "Linux 32 bits", "Linux 64 bits", and "Linux ARM", along with "Release Notes", "Source Code", and "Checksums (sha512)".

Below the main section, there are two smaller sections: "HOURLY BUILDS" and "BETA BUILDS". The "HOURLY BUILDS" section has a "LAST UPDATE" badge for "24 October 2018 17:39:24 GMT" and text about downloading a preview of the incoming release. The "BETA BUILDS" section has a "BETA" badge and text about downloading the beta version of the IDE with experimental features.

Στην υλοποίηση χρησιμοποιούμε τις ακόλουθες βιβλιοθήκες:

- Ethernet (DHCP Address & WebServer)
- LiquidCrystal_I2C
- OneWire
- DallasTemperature (Temperature DS18B20)

DhcpAddressPrinter

```
1  /*
2   DHCP-based IP printer
3
4   This sketch uses the DHCP extensions to the Ethernet library
5   to get an IP address via DHCP and print the address obtained.
6   using an Arduino Wiznet Ethernet shield.
7
8   Circuit:
9   * Ethernet shield attached to pins 10, 11, 12, 13
10
11  created 12 April 2011
12  modified 9 Apr 2012
13  by Tom Igoe
14
15  */
16
17  #include <SPI.h>
18  #include <Ethernet.h>
19
20  // Enter a MAC address for your controller below.
21  // Newer Ethernet shields have a MAC address printed on a sticker on the shield
22  byte mac[] = {
23    0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02
24  };
25
26  // Initialize the Ethernet client library
27  // with the IP address and port of the server
28  // that you want to connect to (port 80 is default for HTTP):
29  EthernetClient client;
30
31  void setup() {
32    // Open serial communications and wait for port to open:
33    Serial.begin(9600);
34    // this check is only needed on the Leonardo:
35    while (!Serial) {
36      ; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
37    }
38
39    // start the Ethernet connection:
40    if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
41      Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
42      // no point in carrying on, so do nothing forevermore:
43      for (;;)
44        ;
45    }
46  }
```

HelloWorld

```
1 //DFRobot.com
2 //Compatible with the Arduino IDE 1.0
3 //Library version:1.1
4 #include <Wire.h>
5 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
6
7 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
8
9 void setup()
10 {
11   lcd.init(); // initialize the lcd
12
13   // Print a message to the LCD.
14   lcd.backlight();
15   lcd.print("Hello, world!");
16 }
17
18 void loop()
19 {
20 }
```

Όπως απεικονίστηκε παραπάνω, δημιουργήσαμε την <Form> για την σελίδα διαχείρισης του συστήματος σε κώδικα HTML με PHP και διαμόρφωση CSS (Παράρτημα A: Κώδικας).

Στην συνέχεια τον ενσωματώσαμε στον κώδικα του Arduino (Βλέπε Παράρτημα B: Κώδικας Arduino) για την λειτουργία του συστήματος του έξυπνου σπιτιού. Θα πρέπει να αναφερθεί, ότι μετά από πειραματισμούς με τα έτοιμα παραδείγματα που περιέχονται στις βιβλιοθήκες που προϋπάρχουν στο Arduino IDE που κατεβάσαμε και εγκαταστήσαμε, βρήκαμε πως θα χρησιμοποιούμε τις ακόλουθες βιβλιοθήκες του Arduino για την υλοποίηση του συστήματος μας:

```
//Ethernet Shield
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Ethernet.h>
```

(από τα παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε: DHCP Address & Web Server)

```
//Sensors DS18B20
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

(από τα παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε: Multiple Dallas Temperature)

```
//LCD 16x2 I2C (Serial Protocol)
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

(από τα παραδείγματα που θα χρησιμοποιήσουμε: LCD 16x2 Hello World)

4.5 Software και λειτουργία

Μόλις τεθεί σε λειτουργία το σύστημα μας, στην οθόνη LCD θα εμφανιστεί η IP που πήρε από το Router.



Στην συνέχεια συνδεόμενοι σε αυτή την IP μέσω browser έχουμε πρόσβαση στην σελίδα διαχείρισης του συστήματος μας.

192.168.1.103

Smart Home

| | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | System |
| Room 1: 22.75 °C | | |
| Set Room 1: | <input type="text" value="24.00"/> | °C |
| Room 2: 22.62 °C | | |
| Set Room 2: | <input type="text" value="24.00"/> | °C |
| Room 3: 22.50 °C | | |
| Set Room 3: | <input type="text" value="24.00"/> | °C |
| Door: 22.44 °C | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LED 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LED 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LED 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | LED Door |

Ορίζοντας την επιθυμητή θερμοκρασία του κάθε δωματίου και πατώντας “Enter” η αλλαγή στέλνεται στον μικροελεγκτή του συστήματος για την ανάλογη διαχείριση.

192.168.1.103/?Rsw=0&room1=27.00&room2=24.00&room3=24.00&Led1

Smart Home

OFF ON System

Room 1: 22.94 °C
Set Room 1: 27.00 °C

Room 2: 22.87 °C
Set Room 2: 24.00 °C

Room 3: 23.00 °C
Set Room 3: 24.00 °C

Door: 22.50 °C

OFF ON LED 1

OFF ON LED 2

OFF ON LED 3

OFF ON LED Door

Το σύστημά μας έχει και κεντρικό διακόπτη για την λειτουργία της ψύξης / θέρμανσης που κλείνει ή ανοίγει την λειτουργία της διαχείρισης της θερμοκρασίας των χώρων (3 δωμάτια).

Smart Home

The image shows a 'Smart Home' control interface. At the top, there is a 'System' status bar with 'OFF' and 'ON' buttons; the 'ON' button is highlighted with a red circle. Below this, three rooms are listed with their current and set temperatures: Room 1 (23.31 °C, set 27.00 °C), Room 2 (23.25 °C, set 24.00 °C), and Room 3 (23.50 °C, set 24.00 °C). A 'Door' temperature is also shown as 22.69 °C. At the bottom, there are four LED control buttons labeled 'LED 1', 'LED 2', 'LED 3', and 'LED Door', each with 'OFF' and 'ON' options. The 'OFF' buttons are highlighted in green.

Επίσης έχουμε τον έλεγχο και του φωτισμού των δωματίων (Άσπρα LED). Πατώντας τον αντίστοιχο διακόπτη ON/OFF ανάβουμε ή σβήνουμε το φωτισμό στο συγκεκριμένο χώρο.

- LED 1: Φωτισμός Δωματίου 1 (π.χ. Σαλόνι)
- LED 2: Φωτισμός Δωματίου 2 (π.χ. Κρεβατοκάμαρα)
- LED 3: Φωτισμός Δωματίου 3 (π.χ. Κουζίνα)
- LED Door: Φωτισμός Πόρτας Εισόδου

Smart Home

OFF ON System

Room 1: 26.00 °C
Set Room 1: °C

Room 2: 23.44 °C
Set Room 2: °C

Room 3: 23.50 °C
Set Room 3: °C

Door: 22.75 °C

OFF ON LED 1

OFF ON LED 2

OFF ON LED 3

OFF ON LED Door

Smart Home

OFF ON System

Room 1: 27.19 °C
Set Room 1: °C

Room 2: 23.75 °C
Set Room 2: °C

Room 3: 23.50 °C
Set Room 3: °C

Door: 22.87 °C

OFF ON LED 1

OFF ON LED 2

OFF ON LED 3

OFF ON LED Door

Η μεταφορά των εντολών από την σελίδα (φόρμα) στον μικροελεγκτή πραγματοποιείται με την μέθοδο GET.

Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα ο φωτισμός ορίζεται με τις μεταβλητές Led1, Led2, Led3, Led4 και με τις τιμές 0 και 1. Όπου 0 σβηστό και όπου 1 αναμένω.

```
room1=27.00&room2=24.00&room3=24.00&Led1=1&Led2=1&Led3=1&Led4=1
```

Smart Home

| | | |
|------------------|-------|----------|
| OFF | ON | System |
| Room 1: 27.19 °C | | |
| Set Room 1: | 27.00 | °C |
| Room 2: 23.75 °C | | |
| Set Room 2: | 24.00 | °C |
| Room 3: 23.50 °C | | |
| Set Room 3: | 24.00 | °C |
| Door: 22.87 °C | | |
| OFF | ON | LED 1 |
| OFF | ON | LED 2 |
| OFF | ON | LED 3 |
| OFF | ON | LED Door |

Με την μεταβλητή Rsw που παίρνει τιμές 0 και 1, ελέγχουμε την λειτουργία του συστήματος διαχείρισης θερμοκρασίας των χώρων.

Smart Home

The image shows a web-based control interface for a smart home system. It features a sidebar on the left with various control options. The main content area is titled 'Smart Home' and contains several control panels. At the top, there is a 'System' panel with 'OFF' and 'ON' buttons, where 'ON' is selected. Below this are three room temperature control panels. Each panel shows the current temperature and a 'Set Room' input field. Room 1: 27.19 °C, Set Room 1: 27.00 °C. Room 2: 23.75 °C, Set Room 2: 24.00 °C. Room 3: 23.50 °C, Set Room 3: 24.00 °C. Below the room panels is a 'Door' panel showing 22.87 °C. At the bottom, there are four LED control panels, each with 'OFF' and 'ON' buttons, all of which are currently selected to be 'ON'. The LEDs are labeled LED 1, LED 2, LED 3, and LED Door.

Με τις μεταβλητές room1, room2, room3 ορίζουμε την θερμοκρασία των χώρων (δωματίων) ξεχωριστά. Οι τιμές που δέχονται είναι Float αριθμοί με τελεία (π.χ. 22.00).

Smart Home

| | | |
|------------------------------------|--|----------|
| <input type="button" value="OFF"/> | <input checked="" type="button" value="ON"/> | System |
| <u>Room 1:</u> 27.19 °C | | |
| Set Room 1: | <input type="text" value="27.00"/> | °C |
| <u>Room 2:</u> 23.75 °C | | |
| Set Room 2: | <input type="text" value="24.00"/> | °C |
| <u>Room 3:</u> 23.50 °C | | |
| Set Room 3: | <input type="text" value="24.00"/> | °C |
| <u>Door:</u> 22.87 °C | | |
| <input type="button" value="OFF"/> | <input checked="" type="button" value="ON"/> | LED 1 |
| <input type="button" value="OFF"/> | <input checked="" type="button" value="ON"/> | LED 2 |
| <input type="button" value="OFF"/> | <input checked="" type="button" value="ON"/> | LED 3 |
| <input type="button" value="OFF"/> | <input checked="" type="button" value="ON"/> | LED Door |

Σε κάθε δωμάτιο μπορούμε να ορίσουμε οποιαδήποτε λογική θερμοκρασία (18°C – 32°C). Π.χ. Με θερμοκρασία περιβάλλοντος 24°C μπορούμε να ορίσουμε στο δωμάτιο 1 στους 23.20°C που θα ενεργοποιήσει την ψύξη (ανεμιστήρα) για να ρίξει την θερμοκρασία στους 23.20°C και στο δωμάτιο 2 στους 25.20°C που θα ενεργοποιήσει την θέρμανση (λαμπάκι) για να ανεβάσει την θερμοκρασία στους 25.20°C.

Smart Home

| | | |
|---|--|----------|
| <input type="checkbox"/> OFF | <input checked="" type="checkbox"/> ON | System |
| <u>Room 1:</u> 23.19 °C | | |
| Set Room 1: <input type="text" value="23.20"/> °C | | |
| <u>Room 2:</u> 25.19 °C | | |
| Set Room 2: <input type="text" value="25.20"/> °C | | |
| <u>Room 3:</u> 24.00 °C | | |
| Set Room 3: <input type="text" value="24.00"/> °C | | |
| <u>Door:</u> 23.12 °C | | |
| <input type="checkbox"/> OFF | <input checked="" type="checkbox"/> ON | LED 1 |
| <input type="checkbox"/> OFF | <input checked="" type="checkbox"/> ON | LED 2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> OFF | <input type="checkbox"/> ON | LED 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> OFF | <input type="checkbox"/> ON | LED Door |

Στην σελίδα διαχείρισης μπορεί να έχει πρόσβαση οποιαδήποτε συσκευή που έχει πρόσβαση στο ίδιο δίκτυο και έχει έναν οποιοδήποτε Web Browser.

Κεφάλαιο 5^ο Συμπεράσματα

Προκειμένου να ελεγχθεί η λειτουργικότητα και ορθότητα της υλοποίησης που φτιάξαμε, πραγματοποιήθηκαν ορισμένα πειράματα. Αρχικά, ξεκινήσαμε συνδέοντας το ρεύμα (τροφοδοτικό) στην μακέτα μας, συνδέσαμε το USB στον υπολογιστή μας και το καλώδιο LAN (Ethernet) στο Router. Η μακέτα μας ενεργοποιήθηκε παίρνοντας διεύθυνση IP από το Router και στη συνέχεια συνδεθήκαμε από τον Browser του υπολογιστή μας. Ενεργοποιώντας την κατασκευή (μακέτα) μας, ο μικροελεγκτής Arduino (UNO) ενεργοποιεί την διαχείριση του φωτισμού και της θερμοκρασίας των χώρων. Για να διαπιστώσουμε την λειτουργία του συστήματος μας πειραματιστήκαμε κάνοντας αρκετές δοκιμές. Για να ελέγξουμε την μεταβολή στους αισθητήρες θερμοκρασίας (DS18B20) πιάσαμε με το χέρι τον αισθητήρα και διαπιστώσαμε την αύξηση της θερμοκρασίας στην αντίστοιχη ένδειξη του αισθητήρα. Πιάνοντας τον κάθε αισθητήρα με το χέρι βρήκαμε και ορίσαμε σε ποιο δωμάτιο (χώρο) αντιστοιχεί ο κάθε αισθητήρας θερμοκρασίας.

Μετά από τον ορισμό των αισθητήρων προχωρήσαμε στις δοκιμές για να προγραμματίσουμε την λειτουργία ελέγχου της θερμοκρασίας της μακέτας μας. Στο πρώτο δωμάτιο, ορίσαμε την θερμοκρασία χαμηλότερη από την τρέχουσα θερμοκρασία και ο μικροελεγκτής μας έδωσε εντολή και ενεργοποίησε τον ανεμιστήρα για να κρυώσει το δωμάτιο. Αυτό το πείραμα το πραγματοποιήσαμε και για τα άλλα δύο δωμάτια επιτυχώς. Στην συνέχεια ορίσαμε την θερμοκρασία υψηλότερη από την τρέχουσα θερμοκρασία και ο μικροελεγκτής έδωσε την εντολή και άναψε το λαμπάκι για να ζεστάνει το αντίστοιχο δωμάτιο.

Άλλο ένα πείραμα που πραγματοποιήσαμε ήταν να ορίσουμε την θερμοκρασία ίση με την τρέχουσα θερμοκρασία. Το σωστό αποτέλεσμα είναι να μην πραγματοποιήσει ο μικροελεγκτής μας καμία ενέργεια. Στην συνέχεια πιάσαμε με το χέρι τον αντίστοιχο αισθητήρα και τον ζεσταίναμε. Η αντίδραση του μικροελεγκτή μας, ήταν να θέσει σε λειτουργία τον ανεμιστήρα για να κατεβάσει την θερμοκρασία. Απομακρύνοντας το χέρι μας από τον αισθητήρα, η λειτουργία του ανεμιστήρα είχε ως αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας του αισθητήρα που ζεσταίναμε με το χέρι μας και αντίστοιχα του δωματίου. Το τελευταίο πείραμα που κάναμε ως δοκιμή, ήταν να ρίξουμε την θερμοκρασία των δωματίων φυσώντας με το στόμα. Η αντίδραση του μικροελεγκτή

ήταν να ανάψει τα λαμπάκια για να ζεστάνει τα αντίστοιχα δωμάτια. Μετά από αυτές τις δοκιμές ολοκληρώσαμε τον προγραμματισμό και τον έλεγχο του συστήματος μας. Η κατασκευή που φτιάξαμε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας μας κέντρισε το ενδιαφέρον να μελετήσουμε γενικότερα για έξυπνα σπίτια αλλά και για έξυπνες συσκευές. Στην Ελλάδα υπάρχουν ήδη εμπορικές λύσεις και προϊόντα από γνωστή εταιρεία ηλεκτρικών συσκευών, όπως για παράδειγμα το έξυπνο ψυγείο που δίνει μεταξύ άλλων τη δυνατότητα ελέγχου της θερμοκρασίας από απόσταση μέσω του κινητού ή τάμπλετ καθώς και τη δυνατότητα να γνωρίζει κανείς οποιαδήποτε στιγμή τα προϊόντα που περιέχει το ψυγείο με τη βοήθεια κάμερας. Επίσης υπάρχει η διασυνδεδεμένη καφετιέρα, ο διασυνδεδεμένος θερμοστάτης και λέβητας αερίου που δίνει τη δυνατότητα μεταξύ άλλων να ελέγχεται και να προσδιορίζεται η θερμοκρασία του σπιτιού καθώς και του νερού από μακριά καθώς και ο «έξυπνος» συναγερμός. Έτσι σταδιακά δημιουργείται το οικοσύστημα εκείνο που θα επιτρέψει να δημιουργηθεί ένας πλήρης «έξυπνο» σπίτι, προσφέροντας στο κάτοικο μεγαλύτερη άνεση, ασφάλεια και εξοικονόμηση ενέργειας και χρόνου.

Βέβαια, τα έξυπνα σπίτια δεν είναι ακόμη ευρέως γνωστά και όσοι επιχειρήσουν να κατασκευάσουν ένα έξυπνο σπίτι με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών θα διαπιστώσουν ότι τα κόστη είναι αρκετά υψηλά. Βέβαια το κόστος των έξυπνων σπιτιών με τις παροχές που προσφέρουν, είναι ασύγκριτα μεταξύ τους. Αυτό που θα πρέπει να γίνει άμεσα από τους κατασκευαστές, είναι η προώθηση κατασκευής των έξυπνων σπιτιών και μία σαφή εικόνα προς τους χρήστες για τον τρόπο λειτουργίας των έξυπνων σπιτιών.

Στις μέρες μας η πλειονότητα των σπιτιών διαθέτουν πολλές νέες υπηρεσίες και μέσα, όμως δεν διαθέτουν βασικά στοιχεία, όπως δίκτυα αισθητήρων, ειδικό λογισμικό, τερματικά κ.ά. ώστε να έχουν τις βασικές λειτουργίες ενός έξυπνου σπιτιού. Έτσι λοιπόν, αυτό που θα πρέπει να γίνεται στην κατασκευή νέων σπιτιών είναι η καταγραφή των αναγκών του κάθε ατόμου, ώστε να εισαχθούν όλες οι νέες τεχνολογικές δομές που απαιτούνται. Με αυτό τον τρόπο θα ληφθούν υπόψη οι ανάγκες των χρηστών και θα υλοποιηθούν έξυπνα σπίτια που θα τις καλύπτουν.

Για να μπορεί ένα έξυπνο σπίτι να καλύπτει ικανοποιητικά τις ανάγκες των χρηστών του, θα πρέπει οι τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν να πληρούν ορισμένες προτεραιότητες, όπως:

- Να παρέχονται επαρκή οφέλη στους χρήστες.

- Οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν να είναι ευέλικτες για τυχόν ενσωμάτωση νέων τεχνολογικών μέσων, που σκοπό έχουν την επέκταση νέων δυνατοτήτων του έξυπνου σπιτιού.
- Να είναι εύκολη η εγκατάσταση του τεχνολογικού εξοπλισμού.
- Η συντήρηση των εγκαταστάσεων να είναι εύκολη και όχι υψηλού κόστους για τους χρήστες.
- Και τέλος, οι ρυθμίσεις των έξυπνων εξαρτημάτων να μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν από τους χρήστες.

Εάν λοιπόν όλα αυτά ληφθούν υπόψη από τις κατασκευαστικές εταιρείες των έξυπνων σπιτιών, τότε με το πέρασμα των χρόνων τα έξυπνα σπίτια θα αυξάνονται και θα εξελίσσονται παράλληλα με τις νέες τεχνολογίες, ενσωματώνοντας νέες λύσεις στις ανάγκες που θα δημιουργούνται.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akyildiz, IF., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., Cayirci, E. (2002). *Wireless Sensor Networks: A Survey*. Computer Networks (Elsevier), March 2002.

Ashour, H. (2018). *Energy saving through smart home*. The Online Journal on Power and Energy Engineering (OJPEE). Vol. (2) – No. (3).

Chronopoulos, K.S., Kosma, E.I., Tafiadis, D., Dimopoulos, D., Raptis, V., Karvounis, E.C., Angelidis, P., Kostarakis, P. (2018). *Reduced Ecological Footprints of Modern Facilities Introducing the Implementation of Advanced Wireless Technologies, and Human Resources' Benefits*. Scientific Research Publishing. Communications and Network, 2018, 10, 11-29.

Gardner, J.W. (2000). Μικροαισθητήρες – Αρχές και Εφαρμογές. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Hee, W.J., Alghoul, M.A., Bakhtyar, B., OmKalthum, E., Shameri, M.A., Alrubaih, M.A., Sopian, K. (2015). *The role of window glazing on daylighting and energy saving in buildings*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier. Volume 42, February 2015, Pages 323-343

Jinsung, B., Insung, H., Byoungjioo, L., Sehyun, P. (2013). *Intelligent household LED lighting system considering energy efficiency and user satisfaction*. IEEE Transactions on Consumer Electronics .Vol. (59) , Issue: 1 , February 2013.

Kadam, R., Mahamuni, P., Parikh, Y. (2015). *Smart Home System*. International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE) ISSN: 2349-2163.

Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.ijirae.com/volumes/Vol2/iss1/12.JACS10087.pdf>

Kara, S.R., LeBaron, R., Caracino, J. (2014). *Making sense of the smart home. Applications of Smart Grid and Smart Home Technologies for the Home Performance Industry*. National Home Performance Council, May 2014. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: http://www.homeperformance.org/sites/default/files/nhpc_white-paper-making-sense-of-smart-home-final_20140425.pdf

Mendes, T.D.P., Godina, R., Rodrigues, R., João, C.O.M., João, P.S.C. (2015). *Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment*

for Home Area Network Resources. *Energies* 2015, 8, 7279-7311, doi:10.3390/en8077279.

Muhammad R.A., Reaz, M.B I., Mohd A.M.A. (2012). *A Review of Smart Homes – Past, Present, and Future*. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C (Applications and Reviews)*. 42(6):1190-1203, November 2012. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6177682>

Rosslin, J. R., Tai-hoon K. (2010). *Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: A Review*. *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. (15), February, 2010.

SAS (2018). *Internet of Things (IoT). Τι είναι και γιατί είναι σημαντικό*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html#iottechnical

Sikder, A.K., Acar, A., Aksu, H., Uluagac, S. (2018). *IoT-enabled Smart Lighting Systems for Smart Cities*. Conference: IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), 2018At: Las Vegas, NV, USA. DOI: 10.1109/CCWC.2018.8301744.

Tanenbaum, A.S., Wetherall, D.J. (2011). *Δίκτυα Υπολογιστών* [5η έκδοση]. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, ΕΠΕ: 2011.

TE Connectivity Sensors (2017). *Temperature Sensors- Now you see them, Now you don't*. TE: 2017, 7. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <https://www.mouser.com/pdfdocs/TE-Temperature-sensors-nowyouseethem-trendpaper.pdf>

Tubaishat, M., Madria, S. (2003). *Sensor networks: an overview*. *IEEE Potentials*, 22(2):20-23, April-May 2003. Volume 2 Issue 1 (January 2015). Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.ijirae.com/volumes/Vol2/iss1/12.JACS10087.pdf>

Καλαϊτζάκης, Κ., Κουτρούλης, Ε. (2010). *Ηλεκτρικές μετρήσεις και αισθητήρες*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Καλοβρέκτης, Κ. (2012). *Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Μαρκασιώτης, Ι. (2005). *Δίκτυα υπολογιστών*. Αθήνα, Εκδόσεις Γκιούρδας.

Παναγόπουλος, Ι. (2008). *Wireless Sensor Networks (WSN)*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.cslab.ece.ntua.gr/moodle/OSlab/lunix-TNG-WSN.pdf>

Τσώνος, Χ. (2013). Αισθητήρες. [Πτυχιακή εργασία]. ΑΤΕΙ Στερεάς Ελλάδας, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΤΕ., Λαμία. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.eln.teilam.gr/>

Παράρτημα Α:Κώδικας

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head><title>Arduino Smart Home</title>
<style>
body{color: #999;}
b{padding-left: 10px;}
.form{width: 200px;}
.switch-field { padding: 5px; overflow: hidden;}
.switch-title{padding:5px;}
.switch-field input {
    position: absolute !important;
    clip: rect(0, 0, 0, 0);
    height: 1px;
    width: 1px;
    border: 0;
    overflow: hidden;
}
.switch-field label { float: left;}
.switch-field label {
    display: inline-block;
    width: 20px;
    background-color: #e4e4e4;
    color: rgba(0, 0, 0, 0.6);
    font-size: 14px;
    font-weight: normal;
    text-align: center;
    text-shadow: none;
    padding: 6px 14px;
    border: 1px solid rgba(0, 0, 0, 0.2);
    -webkit-box-shadow: inset 0 1px 3px rgba(0, 0, 0, 0.3), 0 1px rgba(255, 255, 255, 0.1);
    box-shadow: inset 0 1px 3px rgba(0, 0, 0, 0.3), 0 1px rgba(255, 255, 255, 0.1);
    -webkit-transition: all 0.1s ease-in-out;
    -moz-transition: all 0.1s ease-in-out;
    -ms-transition: all 0.1s ease-in-out;
    -o-transition: all 0.1s ease-in-out;
    transition: all 0.1s ease-in-out;
}
.switch-field label:hover { cursor: pointer;}
.switch-field input:checked + label { background-color: #A5DC86; -webkit-box-
shadow: none; box-shadow: none;}
.switch-field label:first-of-type { border-radius: 4px 0 0 4px;}
.switch-field label:last-of-type { border-radius: 0 4px 4px 0;}
.room{width:60px;}
</style>
</head>

<body><center><h1><u>Smart Home</u></h1><div class="form"><form action="
method='GET'>
```

```

<u>Room 1:</u> 25.00 &deg;C <br>
Set Room 1:<input class="room" type="number" name="room1" min="0" max="40"
step="0.1" onchange="submit()" value="<?php if(isset($_REQUEST['room1']))
{echo $_REQUEST['room1'];} else {echo "21";}?>">&deg;C<br><br> <u>Room
2:</u> 25.00 &deg;C <br>
Set Room 2:<input class="room" type="number" name="room2" min="0" max="40"
step="0.1" onchange="submit()" value="<?php if(isset($_REQUEST['room2'])) {echo
$_REQUEST['room2'];}
else {echo "21";}?>">&deg;C<br><br>
<u>Room 3:</u> 25.00 &deg;C <br>
Set Room 3:<input class="room" type="number" name="room3" min="0" max="40"
step="0.1" onchange="submit()" value="<?php if(isset($_REQUEST['room3'])) {echo
$_REQUEST['room3'];}
else {echo "21";}?>">&deg;C<br><br>
<u>Room 4:</u> 25.00 &deg;C <br>
Set Room 4:<input class="room" type="number" name="room4" min="0" max="40"
step="0.1" onchange="submit()" value="<?php if(isset($_REQUEST['room4'])) {echo
$_REQUEST['room4'];}
else {echo "21";}?>">&deg;C<br><br>
<br><br>

```

```

<div class="switch-field">
  <input type="radio" id="switch_left1" name="led1" value="0" <?php
if(isset($_REQUEST['led1']) && $_REQUEST['led1'] == 0 ||
!isset($_REQUEST['led1'])) {echo "checked";}?> onchange="submit()"/>
  <label for="switch_left1">OFF</label>
  <input type="radio" id="switch_right1" name="led1" value="1" <?php
if(isset($_REQUEST['led1']) && $_REQUEST['led1'] == 1) {echo "checked";}?>
onchange="submit()"/>
  <label for="switch_right1">ON</label><div class="switch-title"><b> Room
1</b></div>
</div>
<div class="switch-field">
  <input type="radio" id="switch_left2" name="led2" value="0" <?php
if(isset($_REQUEST['led2']) && $_REQUEST['led2'] == 0 ||
!isset($_REQUEST['led2'])) {echo "checked";}?> onchange="submit()"/>
  <label for="switch_left2">OFF</label>
  <input type="radio" id="switch_right2" name="led2" value="1" <?php
if(isset($_REQUEST['led2']) && $_REQUEST['led2'] == 1) {echo "checked";}?>
onchange="submit()"/>
  <label for="switch_right2">ON</label><div class="switch-title"><b> Room
2</b></div>
</div>
<div class="switch-field">
  <input type="radio" id="switch_left3" name="led3" value="0" <?php
if(isset($_REQUEST['led3']) && $_REQUEST['led3'] == 0 ||
!isset($_REQUEST['led3'])) {echo "checked";}?> onchange="submit()"/>
  <label for="switch_left3">OFF</label>

```

```



```

Παράρτημα Β: Κώδικας Arduino

```

// Ethernet Shield Library
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

// Sensor DS18B20 Library
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// LCD I2C Library
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// Orizoume to Pin 2 gia tous Temperature Sensors
#define ONE_WIRE_BUS 2
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Orizoume ta Pins gia ta Relay (H = Heat & C = Cool)
const int relayH1 = 7;
const int relayH2 = 8;
const int relayH3 = 9;
const int relayC1 = 3;
const int relayC2 = 5;
const int relayC3 = 6;

```

```

// Orizoume ta Pins gia ta White LED (Fotismos)
const int relayLED1 = 14;
const int relayLED2 = 15;
const int relayLED3 = 16;
const int relayLED4 = 17;

// Orizoume tis Default times gia ta Domatia
int Rsw = 0;
float room1 = 0;
float setRoom1 = 24.0;
float setRoom1_H = 0;
float setRoom1_C = 0;
float room2 = 0;
float setRoom2 = 24.0;
float setRoom2_H = 0;
float setRoom2_C = 0;
float room3 = 0;
float setRoom3 = 24.0;
float setRoom3_H = 0;
float setRoom3_C = 0;
float room4 = 0;

// Orizoume tis Default times gia to Fotismo
int onLed1 = 0;
int onLed2 = 0;
int onLed3 = 0;
int onLed4 = 0;

// Energopoioume tin Ethernet Shield
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
EthernetServer serverWeb(80);

// Buffer String gia tin methodo GET
String readString;

void setup(){
  // Orizoume ta Pins ton Relay pos einai exodoi
  pinMode(relayH1, OUTPUT);
  pinMode(relayH2, OUTPUT);
  pinMode(relayH3, OUTPUT);
  pinMode(relayC1, OUTPUT);
  pinMode(relayC2, OUTPUT);
  pinMode(relayC3, OUTPUT);

  // Orizoume ta Pins ton LED pos einai exodoi
  pinMode(relayLED1, OUTPUT);
  pinMode(relayLED2, OUTPUT);
  pinMode(relayLED3, OUTPUT);
  pinMode(relayLED4, OUTPUT);

```

```

// Orizoume Default times ton Relay
digitalWrite(relayH1, HIGH);
digitalWrite(relayH2, HIGH);
digitalWrite(relayH3, HIGH);
digitalWrite(relayC1, HIGH);
digitalWrite(relayC2, HIGH);
digitalWrite(relayC3, HIGH);

// Orizoume Default times ton LED
digitalWrite(relayLED1, LOW);
digitalWrite(relayLED2, LOW);
digitalWrite(relayLED3, LOW);
digitalWrite(relayLED4, LOW);

// Energopoioume tous Sensors
sensors.begin();

// Energopoioume tin LCD
lcd.begin();
lcd.backlight();

// Zitame IP apo ton DHCP Server (Router)
Ethernet.maintain();
if (Ethernet.begin(mac) == 0){ Ethernet.begin(mac); }

// Probaloume tin IP stin LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("IP Address: ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(Ethernet.localIP());

// Energopoioume tin ypiresia Web Server
serverWeb.begin();
}

void loop(){
// Diabazoume tis times (thermokraties) ton Sensors
sensors.requestTemperatures();
room1 = sensors.getTempCByIndex(0);
room2 = sensors.getTempCByIndex(1);
room3 = sensors.getTempCByIndex(2);
room4 = sensors.getTempCByIndex(3);

// >> Leitourgia tis Selidas HTML/PHP
EthernetClient client = serverWeb.available();
if (client) {
while (client.connected()) {
if (client.available()) {

```

```

char c = client.read();
if (readString.length() < 200){ readString += c; }
if (c == '\n') {
    if(readString.indexOf('HTTP')>0){
        String readStringS = readString;
        readStringS.replace("GET /", "");
        readStringS.replace(" HTTP/1.1", "");
        readStringS.replace("?", "");

        String inputString = readStringS;
        for (int i = 0; i <= 12; i++) {
            String StrText = getValue(inputString, '&', i);
            if(StrText.indexOf("room1") >= 0){
                StrText.replace("room1=", "");
                setRoom1 = StrText.toFloat();
            }
            if(StrText.indexOf("room2") >= 0){
                StrText.replace("room2=", "");
                setRoom2 = StrText.toFloat();
            }
            if(StrText.indexOf("room3") >= 0){
                StrText.replace("room3=", "");
                setRoom3 = StrText.toFloat();
            }
            if(StrText.indexOf("Led1") >= 0){
                StrText.replace("Led1=", "");
                StrText.trim();
                if(StrText == "1"){onLed1 = 1;} else {onLed1 = 0;}
            }
            if(StrText.indexOf("Led2") >= 0){
                StrText.replace("Led2=", "");
                StrText.trim();
                if(StrText == "1"){onLed2 = 1;} else {onLed2 = 0;}
            }
            if(StrText.indexOf("Led3") >= 0){
                String StLed3 = StrText;
                StLed3.replace("Led3=", "");
                StLed3.trim();
                if(StLed3 == "1"){onLed3 = 1;} else {onLed3 = 0;}
            }
            if(StrText.indexOf("Led4") >= 0){
                String StLed4 = StrText;
                StLed4.replace("Led4=", "");
                StLed4.trim();
                if(StLed4 == "1"){onLed4 = 1;} else {onLed4 = 0;}
            }
            if(StrText.indexOf("Rsw") >= 0){
                StrText.replace("Rsw=", "");
                StrText.trim();
                if(StrText == "1"){Rsw = 1;} else {Rsw = 0;}
            }
        }
    }
}

```



```

    }
    }
}
readString="";

//////////
// HTML data
client.println(F("HTTP/1.1 200 OK")); //send new page on browser request
client.println(F("Content-Type: text/html"));
client.println();
client.println(F("<html><meta http-equiv='refresh' content='10' />"));
client.println(F("<head>"));
client.println(F("<title>Arduino Smart Home</title>"));
client.println(F("<style>body{color:#999;}b{padding-
left:10px;}.form{width:200px;border:1px #999 solid;padding:10px 5px;}.switch-field
{padding:5px;overflow:hidden;}.switch-title{padding:5px;}.switch-field input
{position:absolute;clip:
rect(0,0,0,0);height:1px;width:1px;border:0;overflow:hidden;}.switch-field label
{float:left;}.switch-field label {display:inline-block;width:20px;background-
color:#e4e4e4;color:rgba(0,0,0,0.6);font-size:14px;font-weight:normal;text-
align:center;text-shadow:none;padding: 6px 14px;border: 1px solid rgba(0,0,0,0.2);-
webkit-box-shadow:inset 0 1px 3px rgba(0, 0, 0, 0.3), 0 1px rgba(255, 255, 255,
0.1);box-shadow:inset 0 1px 3px rgba(0, 0, 0, 0.3), 0 1px rgba(255, 255, 255, 0.1);-
webkit-transition: all 0.1s ease-in-out;-moz-transition: all 0.1s ease-in-out;-ms-
transition: all 0.1s ease-in-out;-o-transition: all 0.1s ease-in-out;transition: all 0.1s
ease-in-out;}.switch-field label:hover {cursor:pointer;}.switch-field input:checked +
label {background-color:#A5DC86;-webkit-box-shadow:none;box-
shadow:none;}.switch-field label:first-of-type {border-radius:4px 0 0 4px;}.switch-
field label:last-of-type {border-radius:0 4px 4px 0;}.room{width:60px;}</style>"));
client.println(F("</head>"));
client.println(F("<body><center>"));
client.println(F("<h1>Smart Home</h1>"));
client.print(F("<form method='GET' action='http://'"));
client.print(Ethernet.localIP());
client.println(F("/><div class='form'>"));
client.print(F("<div class='switch-field'><input type='radio' id='switch_leftR'
name='Rsw' value='0' >"));
if(Rsw == 0){client.print(F("checked"));}
client.println(F(" onchange='submit()'><label
for='switch_leftR'>OFF</label><input type='radio' id='switch_rightR' name='Rsw'
value='1' >"));
if(Rsw == 1){client.print(F("checked"));}
client.println(F(" onchange='submit()'><label
for='switch_rightR'>ON</label><div class='switch-
title'><b>System</b></div></div><br>"));
client.print("<u>Room 1:</u> ");
client.print(room1);
client.print(F(" &deg;C <br>"));
client.println(F("Set Room 1:<input class='room' type='text' name='room1'
onchange='submit()' value=''));

```

```

    client.print(setRoom1);
    client.println(F(">&deg;C<br><br>"));
    client.print("<u>Room 2:</u> ");
    client.print(room2);
    client.print(F(" &deg;C <br>"));
    client.println(F("Set Room 2:<input class='room' type='text' name='room2'
onchange='submit()' value=''));
    client.print(setRoom2);
    client.println(F(">&deg;C<br><br>"));
    client.print("<u>Room 3:</u> ");
    client.print(room3);
    client.print(F(" &deg;C <br>"));
    client.println(F("Set Room 3:<input class='room' type='text' name='room3'
onchange='submit()' value=''));
    client.print(setRoom3);
    client.println(F(">&deg;C<br><br>"));
    client.print("<u>Door:</u> ");
    client.print(room4);
    client.print(F(" &deg;C "));
    client.println(F("<br><br><br>"));
    client.print(F("<div class='switch-field'><input type='radio' id='switch_left1'
name='Led1' value='0' "));
    if(onLed1 == 0){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_left1'>OFF</label><input type='radio' id='switch_right1' name='Led1'
value='1' "));
    if(onLed1 == 1){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_right1'>ON</label><div class='switch-title'><b>LED
1</b></div></div>"));
    client.print(F("<div class='switch-field'><input type='radio' id='switch_left2'
name='Led2' value='0' "));
    if(onLed2 == 0){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_left2'>OFF</label><input type='radio' id='switch_right2' name='Led2'
value='1' "));
    if(onLed2 == 1){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_right2'>ON</label><div class='switch-title'><b>LED
2</b></div></div>"));
    client.print(F("<div class='switch-field'><input type='radio' id='switch_left3'
name='Led3' value='0' "));
    if(onLed3 == 0){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_left3'>OFF</label><input type='radio' id='switch_right3' name='Led3'
value='1' "));
    if(onLed3 == 1){client.print(F("checked"));}
    client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_right3'>ON</label><div class='switch-title'><b>LED
3</b></div></div>"));

```

```

        client.print(F("<div class='switch-field'><input type='radio' id='switch_left4'
name='Led4' value='0' ");
        if(onLed4 == 0){client.print(F("checked"));}
        client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_left4'>OFF</label><input type='radio' id='switch_right4' name='Led4'
value='1' ");
        if(onLed4 == 1){client.print(F("checked"));}
        client.println(F(" onchange='submit()'/><label
for='switch_right4'>ON</label><div class='switch-title'><b>LED
Door</b></div></div>"));
        client.println(F("</form>"));
        client.println(F("</center></body>"));
        client.println(F("</html>"));
        delay(1);
        client.stop();
        //////////////////////////////////
    }
}
}
}
// << Leitourgia tis Selidas HTML/PHP

```

```

// On/Off White LED
if(onLed1 == 1){digitalWrite(relayLED1, HIGH);} else {digitalWrite(relayLED1,
LOW);}
if(onLed2 == 1){digitalWrite(relayLED2, HIGH);} else {digitalWrite(relayLED2,
LOW);}
if(onLed3 == 1){digitalWrite(relayLED3, HIGH);} else {digitalWrite(relayLED3,
LOW);}
if(onLed4 == 1){digitalWrite(relayLED4, HIGH);} else {digitalWrite(relayLED4,
LOW);}

```

```

// Leitourgia elegxou thermokrasias (On/Off)
if(Rsw == 1){
    // Deiaxirisi thermokrasias Domatiwn

```

```

// Domatio 1
if(room1 != -127.00 && (setRoom1_H != 0 && room1 > setRoom1_H) ||
(setRoom1_C != 0 && room1 < setRoom1_C)){
    digitalWrite(relayH1, HIGH);
    digitalWrite(relayC1, HIGH);
    setRoom1_H = 0;
    setRoom1_C = 0;
} else if(room1 != -127.00 && room1 >= (setRoom1+0.8)){
    digitalWrite(relayH1, LOW);
    digitalWrite(relayC1, HIGH);
    setRoom1_C = setRoom1-0.3;
} else if(room1 != -127.00 && room1 <= (setRoom1-0.8)){
    digitalWrite(relayH1, HIGH);
    digitalWrite(relayC1, LOW);
}

```

```

    setRoom1_H = setRoom1+0.3;
}
// Domatio 2
if(room2 != -127.00 && (setRoom2_H != 0 && room2 > setRoom2_H) ||
(setRoom2_C != 0 && room2 < setRoom2_C)){
    digitalWrite(relayH2, HIGH);
    digitalWrite(relayC2, HIGH);
    setRoom2_H = 0;
    setRoom2_C = 0;
} else if(room2 != -127.00 && room2 >= (setRoom2+0.8)){
    digitalWrite(relayH2, LOW);
    digitalWrite(relayC2, HIGH);
    setRoom2_C = setRoom2-0.3;
} else if(room2 != -127.00 && room2 <= (setRoom2-0.8)){
    digitalWrite(relayH2, HIGH);
    digitalWrite(relayC2, LOW);
    setRoom2_H = setRoom2+0.3;
}
// Domatio 3
if(room3 != -127.00 && (setRoom3_H != 0 && room3 > setRoom3_H) ||
(setRoom3_C != 0 && room3 < setRoom3_C)){
    digitalWrite(relayH3, HIGH);
    digitalWrite(relayC3, HIGH);
    setRoom3_H = 0;
    setRoom3_C = 0;
} else if(room3 != -127.00 && room3 >= (setRoom3+0.8)){
    digitalWrite(relayH3, LOW);
    digitalWrite(relayC3, HIGH);
    setRoom3_C = setRoom3-0.3;
} else if(room3 != -127.00 && room3 <= (setRoom3-0.8)){
    digitalWrite(relayH3, HIGH);
    digitalWrite(relayC3, LOW);
    setRoom3_H = setRoom3+0.3;
}
} else {
// Default ola Off
digitalWrite(relayH1, HIGH);
digitalWrite(relayC1, HIGH);
digitalWrite(relayH2, HIGH);
digitalWrite(relayC2, HIGH);
digitalWrite(relayH3, HIGH);
digitalWrite(relayC3, HIGH);
}
}

// Function Anagnoseis metablitwn
String getValue(String data, char separator, int index){
    int found = 0;
    int strIndex[] = { 0, -1 };
    int maxIndex = data.length() - 1;

```

```
for (int i = 0; i <= maxIndex && found <= index; i++) {  
    if (data.charAt(i) == separator || i == maxIndex) {  
        found++;  
        strIndex[0] = strIndex[1] + 1;  
        strIndex[1] = (i == maxIndex) ? i+1 : i;  
    }  
}  
return found > index ? data.substring(strIndex[0], strIndex[1]) : "";  
}
```