



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Μελέτη, Σχεδίαση και Προσομοίωση Ασύρματου Δικτύου Έξυπνου Σπιτιού Χαμηλής Ενέργειας

Τσιγκόπουλος Σπυρίδων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Δρ. Αντώνιος Λαδαλιάρης
Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Δρ. Απόστολος Ξενάκης
Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Λαμία 01/07 έτος 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Μελέτη, Σχεδίαση και Προσομοίωση Ασύρματου Δικτύου Έξυπνου Σπιτιού Χαμηλής Ενέργειας

Τσιγκόπουλος Σπυρίδων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Δρ. Αντώνιος Λαδαλιάρης
Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Δρ. Απόστολος Ξενάκης
Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Λαμία 01/07 έτος 2022



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Design and Simulation of a Low Energy Smart Home Wireless Network

Tsigkopoulos Spyridon

FINAL THESIS

ADVISOR

Dr. Antonios Dadaliaris
Assistant Professor at the University of Thessaly

CO ADVISOR

Dr. Apostolos Xenakis
Assistant Professor at the University of Thessaly

Lamia 01/07 year 2022

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 01/07/2022

Ο Δηλών

Τσιγκόπουλος Σπυρίδων

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός πλέον, στην εποχή που ζούμε, ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών επηρεάζουν την καθημερινότητά μας. Αυτή η πτυχιακή εργασία εξετάζει την ανάγκη για τους χρήστες να έχουν ένα έξυπνο οικιακό σύστημα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Είναι απαραίτητο να ξεκινήσουμε με γενικότερη ορολογία σχετικά με τα έξυπνα σπίτια, μιας και αυτό είναι και το επίκεντρο της εργασίας, τα γενικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και να διαμορφώσουμε πιο συγκεκριμένες κατηγορίες αυτών, αναφέροντας κυρίως τους τέσσερις βασικούς τομείς, οι οποίοι είναι οι εξής: Ενεργειακή Απόδοση & Διαχείριση, Φροντίδα Υγείας, Ψυχαγωγία και Ασφάλεια. Επιπλέον, αναφέρουμε ένα παράδειγμα ενός έξυπνου σπιτιού χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, του ThinkHome. Αυτό μας βοηθά να κατανοήσουμε τα οφέλη της αυτοματοποίησης ενός έξυπνου σπιτιού με τις σωστές ρυθμίσεις για βέλτιστη απόδοση σε χαμηλά επίπεδα ενέργειας. Στη συνέχεια, γίνεται λόγος για την τεχνολογική υποδομή και το υπόβαθρο ενός συστήματος αυτοματοποίησης έξυπνου σπιτιού χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Τέλος, μέσω ενός προσομοιωτή έξυπνου σπιτιού διαμορφώνουμε το σύστημά μας, έτσι ώστε να εκπληρώνει τις ανάγκες ενός συστήματος χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, όπως άλλωστε μπορούμε να παρατηρήσουμε και στους συγκεντρωτικούς πίνακες με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν.

ABSTRACT

It is a fact now, in the age we live in, that Information and Communication Technologies affect our daily lives. This thesis addresses the need for users to have a low-energy smart home system. It is necessary to start with a more general terminology about smart homes, since this is the focus of the work, their general characteristics, as well as to formulate more specific categories of them, mentioning mainly the four main areas, which are the following: Energy Efficiency & Management, Health Care, Recreation and Security. In addition, we cite an example of a smart low-energy home, ThinkHome. This helps us to understand the benefits of automating a smart home with the right settings for optimal efficiency at low energy levels. Next, we talk about the technological infrastructure and the background of a smart home automation system with low energy consumption. Finally, through a smart home simulator we configure our system to meet the needs of a low energy system, as we can also observe in the summary tables with the collected data.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	I
ABSTRACT	II
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	1
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ (USE CASES) 2</u>	2
2.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ	3
2.1.1. ENERGY EFFICIENCY & MANAGEMENT	4
2.1.2. HEALTHCARE SYSTEM.....	5
2.1.3 ENTERTAINMENT SYSTEM	6
2.1.4 SURVEILLANCE & SECURITY SYSTEM	8
2.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ “THINKHOME”	9
2.2.1. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ THINKHOME	12
2.2.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	18
2.2.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE	19
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>	22
3.1. HOME AREA NETWORK (HAN)	22
3.2. WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN).....	24
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>	26
4.1. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ	26
4.2. ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΈΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	27
4.2.1. ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	28
4.2.2. ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΟΡΤΑΣ & ΓΚΑΡΑΖ.....	31
4.2.3. ΣΕΝΑΡΙΟ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ & ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΧΩΡΟ	34
4.2.4. ΣΕΝΑΡΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	38
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	46
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών έχει επιφέρει μεγάλες αλλαγές στις ζωές των ανθρώπων. Τα δίκτυα τέταρτης και πέμπτης γενιάς έχουν μπει για τα καλά στη ζωή μας σε τέτοιο βαθμό μάλιστα, που αποτελεί καθημερινή ανάγκη του καθενός η γρήγορη πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Με την ανάπτυξη, λοιπόν, των τεχνολογιών αυτών επέρχεται και η μεγάλη ανάγκη για αυτοματοποίηση αρκετών τμημάτων της καθημερινότητάς μας, όπως για παράδειγμα η αυτοματοποίηση των αυτοκινήτων και των σπιτιών, πόσο μάλλον ολόκληρων πόλεων. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνονται τα έξυπνα σπίτια (Smart Homes), οι έξυπνες πόλεις (Smart Cities) και πολλά ακόμα. Παρόλα ταύτα, η κατανάλωση ενέργειας απασχολεί πλέον όλους τους καταναλωτές και έτσι γίνεται προσπάθεια για τη δημιουργία οικοσυστημάτων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, χωρίς ωστόσο να υπάρχει απώλεια στην απόδοση του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ (USE CASES)

Οι νέες τεχνολογίες ανέκαθεν προκαλούσαν ενθουσιασμό στο ευρύ κοινό και οι επιστήμονες με τις συνεχείς έρευνες επί παντός θέματος κατάφεραν να προχωρήσουν πολλούς τομείς της τεχνολογίας ένα βήμα παραπέρα. Τα έξυπνα σπίτια έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης για αρκετούς επιστήμονες, που με τη σειρά τους καταφέρνουν να προτείνουν ιδέες και να τις υλοποιούν διαμορφώνοντας έτσι νέα πλαίσια μελέτης και έρευνας. Τα έξυπνα σπίτια χαμηλής ενέργειας έχουν τη δυνατότητα, με τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών, να επιτυγχάνουν τη διασύνδεση πολλαπλών συσκευών, δημιουργώντας ένα σύστημα το οποίο καλείται να ελαχιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας με τη βοήθεια του αυτοματισμού. Για την κάθε λειτουργία απαιτείται η χρήση κατάλληλων αισθητήρων και συσκευών, που θα παίρνουν μετρήσεις και θα μαθαίνουν τη συμπεριφορά του χρήστη μέσω αλγορίθμων και τεχνολογιών μηχανικής μάθησης για την αποδοτικότερη χρήση τους. Η ύπαρξη των συσκευών και των συστημάτων από μόνα τους δεν επιφέρει, όμως, το επιθυμητό αποτέλεσμα και έτσι μέσω αλγορίθμων δρομολόγησης σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων επιτυγχάνεται η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, πως ομάδες ανάπτυξης λογισμικού κατάφεραν να δημιουργήσουν εφαρμογές, με τις οποίες ο χρήστης θα είναι σε θέση να επιλέξει ο ίδιος πώς θα διαμορφώσει τον αυτοματισμό του έξυπνου σπιτιού. Έχει διαπιστωθεί από μελέτες, ότι η ενέργεια που χρειάζεται για την διεκπεραίωση λειτουργιών χειροκίνητα σε ένα σπίτι είναι κατά πολύ μεγαλύτερη αυτής ενός έξυπνου σπιτιού χαμηλής ενέργειας και με την πάροδο του χρόνου γίνεται προσπάθεια να μειωθεί στο ελάχιστο.

Ένα έξυπνο σπίτι αναφέρεται σε μια βολική εγκατάσταση στο σπίτι όπου οι συσκευές μπορούν να ελέγχονται αυτόματα από οπουδήποτε με σύνδεση στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας μια κινητή ή άλλη δικτυωμένη συσκευή. Οι συσκευές σε ένα έξυπνο σπίτι διασυνδέονται μέσω του Διαδικτύου, επιτρέποντας στον χρήστη να ελέγχει λειτουργίες όπως η ασφάλεια του σπιτιού, η θερμοκρασία και ο φωτισμός από απόσταση. Ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού συνήθως συνδέει ελεγχόμενες συσκευές με έναν κεντρικό κόμβο ή "πύλη". Η διεπαφή χρήστη για τον έλεγχο του συστήματος χρησιμοποιεί είτε επιτοίχια τερματικά, tablet ή επιτραπέζιους υπολογιστές, μια εφαρμογή κινητού τηλεφώνου ή μια διεπαφή Ιστού που μπορεί επίσης να είναι προσβάσιμη εκτός διαδικτύου μέσω του Διαδικτύου [1].

Σύμφωνα με μία έρευνα στη Γερμανία, η Smart Home αγορά γίνεται ολοένα και πιο δυναμική. Βάσει αυτής της έρευνας, τα κύρια προβλήματα για τους καταναλωτές αφορούν το κόστος, αλλά και την προστασία και την ασφάλεια των δεδομένων τους. Από την άλλη πλευρά

οι παράγοντες της αγοράς οφείλουν να αντιμετωπίσουν αυτά τα θέματα ασφαλείας και απορρήτου έτσι ώστε να κερδίσουν το ενδιαφέρον του πελάτη και να διευρυνθεί περισσότερο η έννοια του Smart Home [2].



Εικόνα 1. Έξυπνο Σπίτι.

Όσο περνάει ο καιρός τόσο περισσότερα σπίτια εξοπλίζονται με έξυπνες συσκευές οι οποίες, αλληλεπιδρώντας με το χρήστη, μαθαίνουν τις συνήθειές του και έτσι, βάσει αλγορίθμων, τους παρέχουν ένα βολικό και άνετο περιβάλλον με αισθητή την έννοια της ασφάλειας, καταναλώνοντας πολύ μικρά ποσοστά ενέργειας.

2.1. Εφαρμογές Έξυπνου Σπιτιού

Η έννοια του Smart Home είναι ενδιαφέρουσα για τους ερευνητές τα τελευταία 30 χρόνια. Η γενική αυτή έννοια πλέον έχει διευρυνθεί και διαχωριστεί σε επιμέρους τομείς για την καλύτερη και αποδοτικότερη διαχείριση των πόρων και την ευχάριστη διαχείριση των συστημάτων από το χρήστη. Τέσσερις τομείς που μπορούν να αναλυθούν είναι οι:

- Energy Efficiency & Management

- Health Care
- Entertainment
- Security

2.1.1. Energy Efficiency & Management

Το κάθε νοικοκυριό πλέον, θέλοντας να διευκολύνει την καθημερινότητά του, χρησιμοποιεί αρκετούς πόρους από τους οποίους το μεγαλύτερο μέρος προέρχεται από την ηλεκτρική ενέργεια. Το μείζον θέμα, λοιπόν, της διαχείρισης ενέργειας είναι η μείωση του κόστους κατανάλωσης των συσκευών σε εσωτερικούς χώρους, χωρίς βέβαια να διακυβεύεται η ευημερία του χρήστη. Ορισμένες από τις λειτουργίες είναι:

- Έλεγχος της ενεργοποίησης/απενεργοποίησης οικιακών συσκευών.
- Συλλογή ενεργειακής κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο από αξιόπιστους μετρητές και δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας από διάφορες οικιακές συσκευές.
- Δημιουργία και παρακολούθηση ενός ταμπλό για την παροχή ανατροφοδότησης σχετικά με τη χρήση ενέργειας.
- Παροχή μενού ελέγχου για τον έλεγχο συσκευών.
- Παροχή καθολικής σύνδεσης με το Διαδίκτυο.

Ο κύριος στόχος ενός Smart Home, που βασίζεται στην ενεργειακή απόδοση, πρέπει να είναι ο εξής: να θέσει κανόνες για την ομαλή συνεργασία των στοιχείων του με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας ενός σπιτιού. Βασικά χαρακτηριστικά θεωρούνται:

- Η διαθέσιμη ενέργεια κόμβου, η οποία είναι συχνά περιορισμένη, δηλαδή κόμβοι που παρέχονται από μπαταρία, οι οποίοι λειτουργούν με περιορισμένες ποσότητες ενέργειας.
- Έξυπνες συσκευές και εξοπλισμός, που μπορούν να προσφέρουν την ευκαιρία παρακολούθησης και ελέγχου από απόσταση βασικών χαρακτηριστικών εντός σπιτιών.
- Εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων που έχουν σχεδιαστεί για να βοηθούν τους χρήστες στη λήψη πιο έξυπνων αποφάσεων και βασίζονται στο να αξιοποιούν στο έπακρο τα οφέλη που αποκομίζουν οι τελικοί χρήστες όταν χρησιμοποιούν υπηρεσίες εξοικονόμησης ενέργειας.

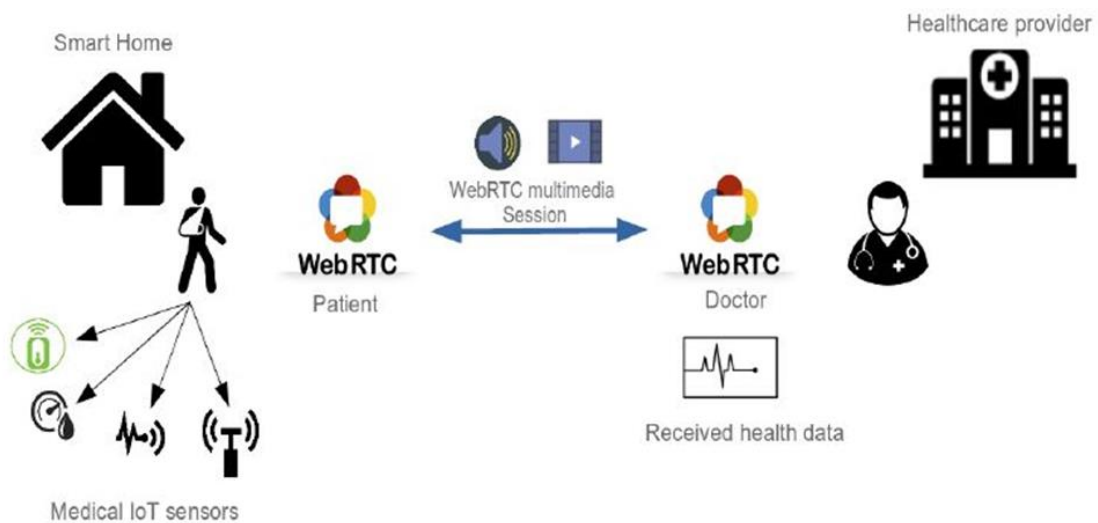
2.1.2. Healthcare System

Έχοντας προηγμένη τεχνολογία στα σπίτια μας θα οδηγηθούμε σε διάφορες ευκαιρίες, στο εγγύς μέλλον, σε αυτόν τον τομέα. Όσον αφορά, λοιπόν, τα συστήματα υγείας, η κεντρική ιδέα είναι το σύστημα να μπορεί να βρίσκεται σε θέση να παρέχει απομακρυσμένες υπηρεσίες υγείας για τους ασθενείς στα σπίτια τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αρκετούς τρόπους, όπως:

- Παρακολούθηση Ευεξίας: Προκειμένου να παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας τους, οι ασθενείς έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν ιατρικές συσκευές στο σπίτι τους, όπως για παράδειγμα έλεγχος της θερμοκρασίας του σώματος ή έλεγχος καρδιακού ρυθμού.
- Αυτοπαρακολούθηση: Ένας ασθενής έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί την κατάσταση της υγείας του καθημερινά. Αν το σύστημα εντοπίσει κάποιου είδους ανωμαλία ισχύουν οι παρακάτω περιπτώσεις:
 - Ο ασθενής έχει τη δυνατότητα να καλέσει κάποια ιατρική υπηρεσία.
 - Ο ασθενής δεν έχει τη δυνατότητα να καλέσει κάποια ιατρική υπηρεσία. Στην περίπτωση αυτή, είναι αναγκαία η χρήση αλγορίθμων έτσι ώστε, είτε να ειδοποιηθεί αυτόματα ένας υπεύθυνος γιατρός του ασθενούς, είτε μέσω ενός συστήματος άμεσης ανάγκης να αποσταλεί ειδοποίηση στην κοντινότερη ιατρική υπηρεσία.
- Απομακρυσμένη Ιατρική Διαβούλευση: Σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα, οι ασθενείς έχουν τη δυνατότητα να συμβουλευτούν τους γιατρούς τους εξ αποστάσεως. Αυτό μπορεί να αποτελέσει λύση για το πρόβλημα των απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών όπου, κυρίως, οι ηλικιωμένοι έχουν μεγάλη δυσκολία στην πρόσβαση σε ιατρικές δομές. Μειώνονται, έτσι, οι παράγοντες του άγχους, της κόρασης και του κόστους των χρημάτων [3].

Ορισμένες συσκευές μπορεί να είναι:

- Activity Trackers
- Smartwatches
- Ψηφιακοί Μετρητές (για το άσθμα ή και άλλες χρόνιες παθήσεις)
- Φορητά Μέσα Ελέγχου Πίεσης του Αίματος



Εικόνα 2. Απομακρυσμένος έλεγχος ασθενή.

2.1.3 Entertainment System

Με την πάροδο του χρόνου, βελτιώνονται ολοένα και περισσότερο οι μορφές ψυχαγωγίας, οι οποίες γίνονται αναλόγως πολύ πιο απαιτητικές σε θέματα δικτύων, όπως η ταχύτερη απόκριση των δεδομένων και η ποιότητα υπηρεσίας (QoS). Ειδικότερα, γίνεται λόγος για το Ultra High Definition (UHD) το οποίο απέχει πολύ από τον προκάτοχό του, το High Definition (HD), όπου το πρώτο έχει τη δυνατότητα να προβάλει δεδομένα σε αναλύσεις 4K και 8K, δηλαδή τέσσερις (4096×2160) και δεκαέξι (7680×4320) φορές την ανάλυση του HD αντίστοιχα.

Γενικότερα ένα σύστημα ψυχαγωγίας σε ένα Smart Home θα μπορούσε να αποτελείται από:

- Ασύρματο Σύστημα Μουσικής: Ασύρματα subwoofers και ηχόμπρες μπορούν να συνδεθούν σε ένα κεντρικό σύστημα το οποίο θα αναπαράγει τον ήχο που έχει ορίσει ο χρήστης μέσω της ειδικά διαμορφωμένης εφαρμογής για smartphone.
- Σύστημα Virtual Assistant: Κολοσσοί του χώρου, όπως η Google, η Amazon και η Apple ανάμεσα σε όλες τις εταιρείες που δημιουργούν τέτοιου είδους προϊόντα, εφαρμόζουν τα πιο ανεπτυγμένα λογισμικά AI για τη διαχείριση ενός Smart Home και την αλληλεπίδραση με το χρήστη μέσω φωνητικών εντολών. Οι συσκευές αυτές έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν το φωτισμό, τις συσκευές ήχου και εικόνας, τα ρολά

σκίασης, τη δημιουργία λίστας προϊόντων προς αγορά (για παράδειγμα λίστα supermarket) και τη λειτουργία πολλών ακόμα οικιακών συσκευών.

- Σύστημα Τηλεδιάσκεψης: Πρόσφατα η Google ανακοίνωσε τη δημιουργία ενός συστήματος τηλεδιάσκεψης σε ένα τρισδιάστατο πλαίσιο, “Project Starline” όπως το ονομάζει, όπου θα εμφανίζεται το ολόγραμμα του χρήστη που θα έχουμε καλέσει. Προσδίδει ένα νέο ύφος και προβλέπεται να αποτελέσει ένα επαναστατικό εργαλείο στην πραγματικότητα που ζούμε.
- Έξυπνα Γυαλιά: Σε μία προσπάθειά της για απλότητα της καθημερινότητας, η Google, πριν από μερικά χρόνια δημιούργησε έξυπνα γυαλιά τα οποία θα μπορούσαν να συνδεθούν με το σύστημα του Smart Home και με ένα απλό σήμα που θα δίναμε με το χέρι μας θα εκτελούνταν η λειτουργία που θα επιλέγαμε και θα βλέπαμε περαιτέρω πληροφορίες για το οτιδήποτε.
- Σύστημα Προβολής: Έχοντας προχωρήσει αρκετά σε θέματα εικόνας και ήχου, οι «μεγάλες δυνάμεις» του χώρου έχουν αναπτύξει συστήματα προβολών οι οποίοι μπορούν να εκπέμπουν σε ευρύ πλαίσιο (έως και 120 ίντσες μερικά) εικόνα σε υψηλή ανάλυση και σε οποιαδήποτε επιφάνεια επιθυμεί ο χρήστης.
- Έξυπνος Φωτισμός: Απαραίτητος εξοπλισμός για πολλούς χρήστες θεωρείται ο φωτισμός και συγκεκριμένα οι τα φώτα τεχνολογίας LED, τα οποία εκπέμπουν φως στο ευρύ φάσμα του συστήματος RGB. Επιπλέον, αρκετές συσκευές έχουν δημιουργηθεί για να λαμβάνουν τα χρώματα της τηλεόρασης και να εκπέμπουν τα ίδια χρώματα ανάλογα, σε όλο το μήκος της ταινίας.
- Μηχανές Ροφημάτων: Πλέον ο καθένας θα μπορεί να απολαύσει το αγαπημένο του ρόφημα με ένα πάτημα ενός κουμπιού και αυτό οφείλεται σε ηλεκτρικές συσκευές που διευκολύνουν το χρήστη από την πολύωρη διαδικασία.
- Σύστημα Καθαρισμού Εσωτερικού Χώρου: Πρόκειται για αναληθές αν επισημάνουμε ότι συσκευές, όπως οι «έξυπνες σκούπες», δεν έχουν μπει για τα καλά στις ζωές μας. Είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο το οποίο με την κατάλληλη εφαρμογή σαρώνει το χώρο που θέλουμε να το τοποθετήσουμε να λειτουργήσει και στη συνέχεια, και μέσω αλγορίθμων, φέρει εις πέρας το σκοπό του αποφεύγοντας κάθε πιθανό εμπόδιο αποτρέποντας έτσι κάποιο ατυχές συμβάν.
- Ψυγεία: Μία διευκόλυνση της καθημερινότητας του κάθε νοικοκυριού βρίσκεται στη χρήση ενός «έξυπνου ψυγείου» το οποίο μπορεί να συνδεθεί με το κεντρικό σύστημα και μέσω smartphone να ελέγχει ο χρήστης τη θερμοκρασία ψύξης, αλλά και να έχει

τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου, παραδείγματος χάριν για αγορά τροφίμων από ήδη δημιουργημένη λίστα.

2.1.4 Surveillance & Security System

Το σύστημα επιτήρησης και ασφάλειας απαιτεί μια ισχυρή διαμόρφωση για τη συλλογή ουσιαστικών, αξιόπιστων και ακριβών δεδομένων. Ως αποτέλεσμα, είναι αναγκαία η επαρκής υποστήριξη του QoS που απαιτείται από συσκευές για την ομαλή λειτουργία τους και τη μεταφορά δεδομένων στο χρήστη. Διαφορετικά, είναι πιθανό να υπάρχουν ανεπαρκείς μετρήσεις, εσφαλμένη ανίχνευση γεγονότων ή, στη χειρότερη περίπτωση, καθυστερημένη απόκριση του χρήστη, για παράδειγμα σε ένα σύστημα παρακολούθησης. Ένα σύστημα ασφαλείας θα μπορούσε να αποτελείται από τα παρακάτω:

- Σύστημα Συρόμενης Πόρτας: Το σύστημα αυτό μπορεί να προγραμματιστεί για το αυτόματο άνοιγμα συρόμενων θυρών, όταν ανιχνευτεί κίνηση από τον κύριο αισθητήρα, και το κλείδωμα της πόρτας με κωδικό ασφαλείας και βιομετρικά δεδομένα, όπως για παράδειγμα δακτυλικό αποτύπωμα του χρήστη.
- Σύστημα Κεντρικού Κλειδώματος: Μαζί με τα παραπάνω συστήματα για τις συρόμενες πόρτες ενός Smart Home, αναπτύσσονται ανεξάρτητα συστήματα κεντρικού κλειδώματος τα οποία υιοθετούν τις τεχνικές που προαναφέρθηκαν (κωδικός ασφαλείας και βιομετρικά δεδομένα), αλλά και την επιλογή των φωνητικών εντολών για το ξεκλείδωμα της αντίστοιχης πόρτας.
- Σύστημα Απομακρυσμένου Συναγερμού: Για την ασφάλεια διαφόρων χώρων του σπιτιού, διατίθενται συναγερμοί οι οποίοι επικοινωνούν με το smartphone του χρήστη και διατηρούν ένα log αρχείο με τις ενέργειες που ανίχνευσε ο αισθητήρας.
- Σύστημα Καμερών Παρακολούθησης: Το παρόν σύστημα μπορεί να συνδυαστεί με το παραπάνω και δίνει την επιλογή στο χρήστη να παρακολουθεί απομακρυσμένα διαφόρους χώρους του Smart Home οποιαδήποτε στιγμή.

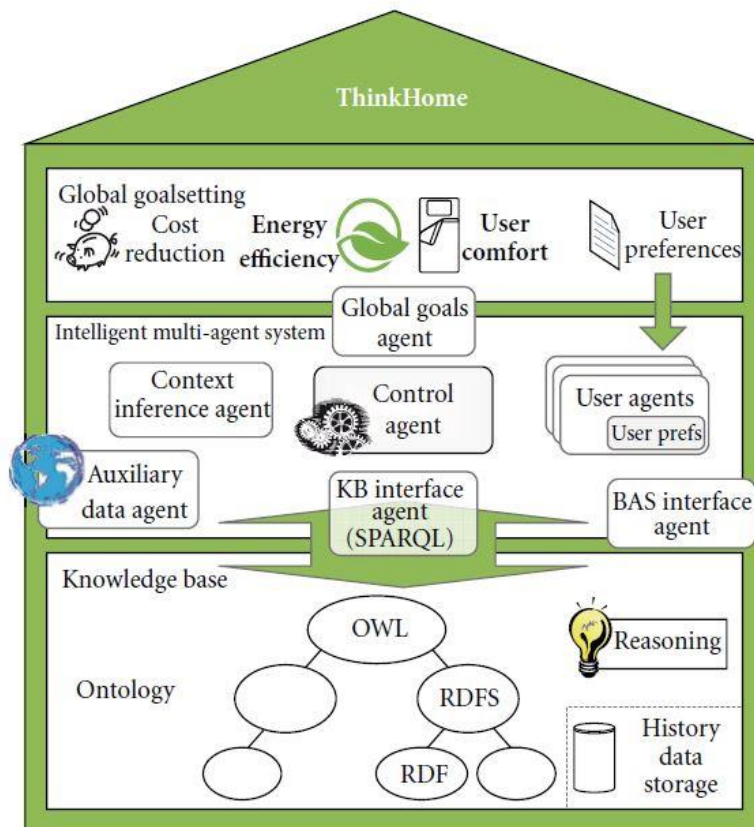
2.2. Σύστημα Έξυπνου Σπιτιού “ThinkHome”

Το σύστημα ThinkHome έχει σχεδιαστεί σε δύο επιμέρους τμήματα:

- Ενεργειακή απόδοση
- Βελτιστοποίηση άνεσης

Το θέμα της βελτιστοποίησης της άνεσης είναι αναγκαίο, καθώς η άνεση του χρήστη είναι απαραίτητο κριτήριο απόφασης για τον ίδιο να χρησιμοποιεί τεχνολογία αυτοματισμού σπιτιού.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι τέτοια ώστε να παρέχονται σημαντικά χαρακτηριστικά, όπως η συμβατότητα και η ευελιξία. Η υποκείμενη δομή επιτρέπει μια γρήγορη επέκταση, λειτουργεί σε διαφορετικά πρότυπα ελέγχου κτιρίων, ενσωματώνει συσκευές από διαφορετικούς τομείς και μπορεί να χειριστεί εξοπλισμό από διαφορετικούς κατασκευαστές. Επιπλέον, υποστηρίζει βελτιστοποιημένη εφαρμογή μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης στο περιβάλλον του κτιρίου, εστιάζοντας σε σχετικές δυνατότητες, όπως συνειδητοποίηση του περιβάλλοντος, επίλυση συγκρούσεων και δυνατότητες αυτομάθησης.



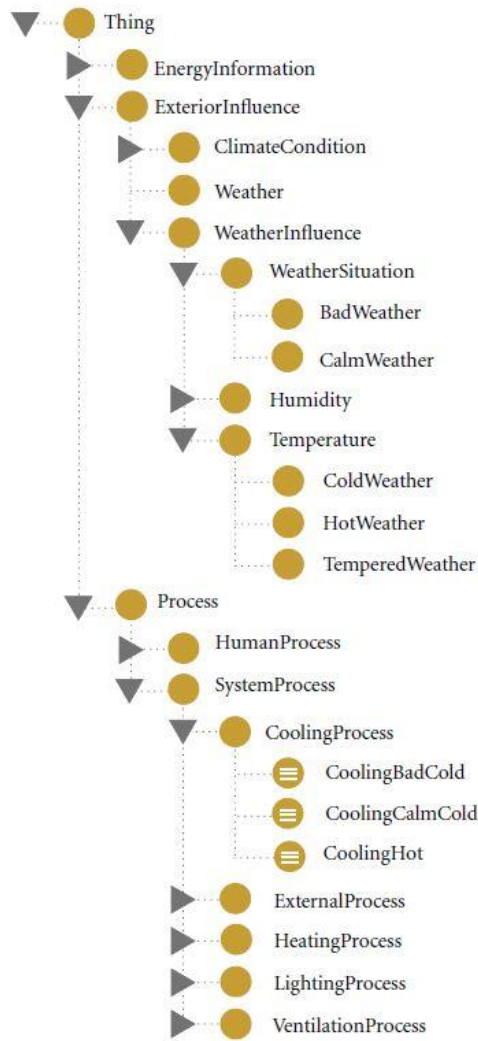
Εικόνα 3. Επισκόπηση του συστήματος ThinkHome.

Ακριβώς όπως η SQL είναι η γλώσσα ερωτημάτων των σχεσιακών συστημάτων βάσεων δεδομένων, η SPARQL είναι ο αντίστοιχος μηχανισμός για το Resource Description Framework (RDF). Επιπλέον, καθώς το RDF είναι το θεμέλιο του OWL, η γλώσσα SPARQL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναζήτηση της βάσης γνώσεων ThinkHome. Το RDF αποθηκεύει δεδομένα σε ένα κατευθυνόμενο γράφημα.

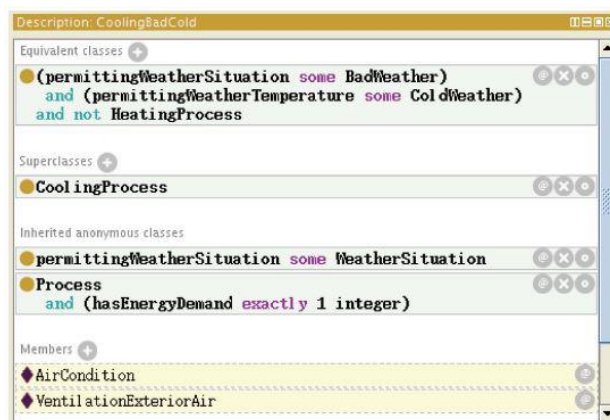
```
PREFIX gbOWL:<http://www.auto.tuwien.ac.at/
gbBuilding.owl#>
SELECT ?id ?name ?a ?aunit ?vol ?volunit
WHERE
{ ?gbXML gbOWL:hasAreaUnitValue ?aunit.
  ?gbXML gbOWL:hasVolumeUnitValue ?volunit.
  ?area gbOWL:hasNativeValue ?a.
  ?volume gbOWL:hasNativeValue ?vol.
  ?spc gbOWL:containsArea ?area.
  ?spc gbOWL:containsVolume ?volume.
  ?spc gbOWL:hasIdValue ?id.
  ?spc gbOWL:hasNameValue ?name }
```

Εικόνα 4. Ερώτημα SPARQL. Περιοχές και όγκοι δωματίων.

Μία από τις κύριες έννοιες των οντολογιών OWL είναι το συμπέρασμα (inference) [4]. Η ικανότητα αυτή χρησιμοποιείται για την εξαγωγή νέων πληροφοριών από τα ήδη αποθηκευμένα δεδομένα. Ένα παράδειγμα αποτελεί την εξέταση των καιρικών συνθηκών και την επιλογή του προγράμματος κλιματισμού. Επειδή ο χρήστης δε χρειάζεται το πρόγραμμα ψύξης και τον εξαερισμό μία ημέρα του χειμώνα με αρκετή βροχή και δυνατό άνεμο, είναι απαραίτητο να μη χρησιμοποιείται το πρόγραμμα κλιματισμού και εξαερισμού εκείνο το χρονικό διάστημα.



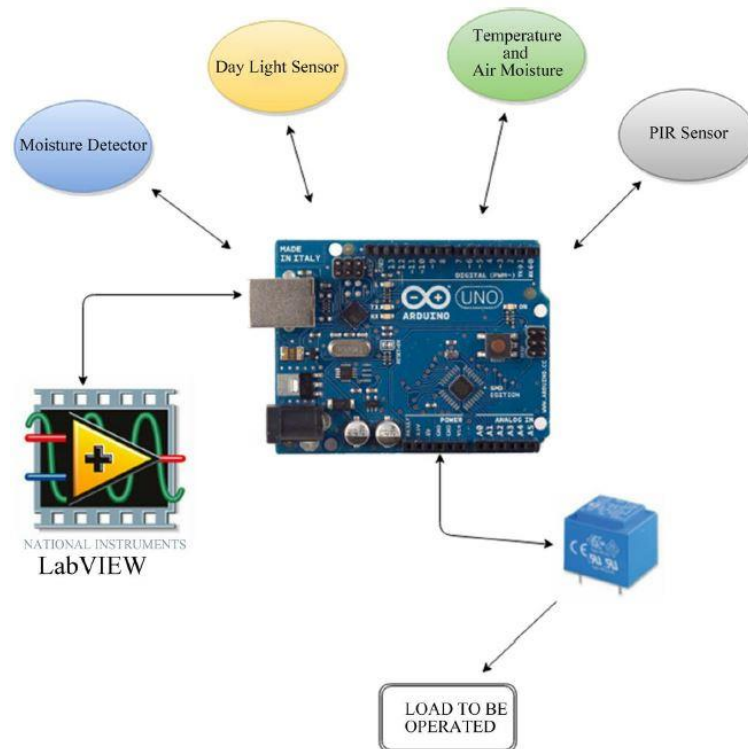
Εικόνα 5. Πληροφορίες για τον καιρό και τη διαδικασία που ακολουθείται στην οντολογία του ThinkHome.



Εικόνα 6. Επιλογές ψύξης σε κακές καιρικές συνθήκες.

2.2.1. Μοντελοποίηση ThinkHome

Το Arduino αποτελεί μία συσκευή που έχει τη δυνατότητα να διαχειριστεί την επεξεργασία σημάτων εισόδου και εξόδου. Μπορεί να θεωρηθεί αρκετές φορές ως η κύρια μονάδα CPU, αφού εκεί λαμβάνει χώρα η λήψη αποφάσεων για τις διάφορες διαδικασίες του συστήματος.



Εικόνα 7. Διάγραμμα διεπαφής και διαμόρφωσης Arduino.

Γενικότερα, το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους. Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής [5].



The image shows a screenshot of the Arduino IDE window titled "Arduino - 0011 Alpha". The window has a menu bar with "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for running, saving, opening, and other functions. The main area displays the code for the "Blink" sketch. The code is as follows:

```
/*
 * Blink
 *
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.
 *
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 */

int ledPin = 13;           // LED connected to digital pin 13

void setup()               // run once, when the sketch starts
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop()                // run over and over again
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);                // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
  delay(1000);                // waits for a second
}
```

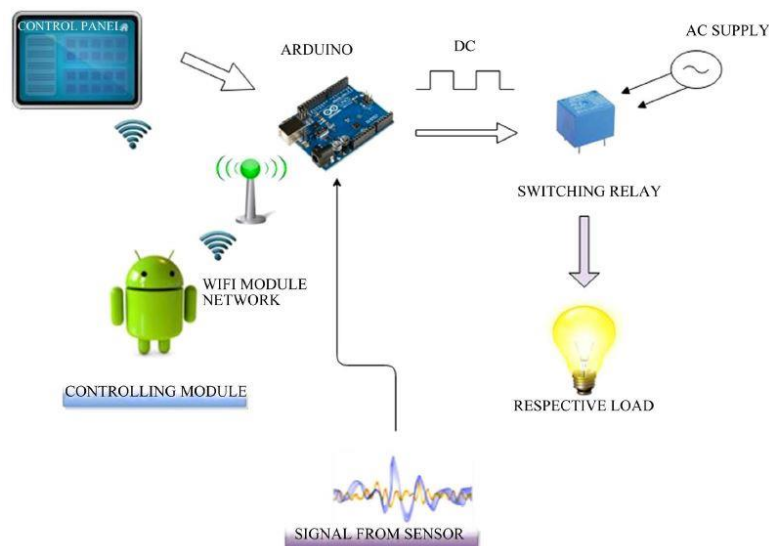
Below the code editor, there is a status bar that says "Done compiling." and "Binary sketch size: 1098 bytes (of a 14336 byte maximum)". The page number "22" is visible at the bottom left of the IDE window.

Εικόνα 8. Στιγμιότυπο του λογισμικού του Arduino.

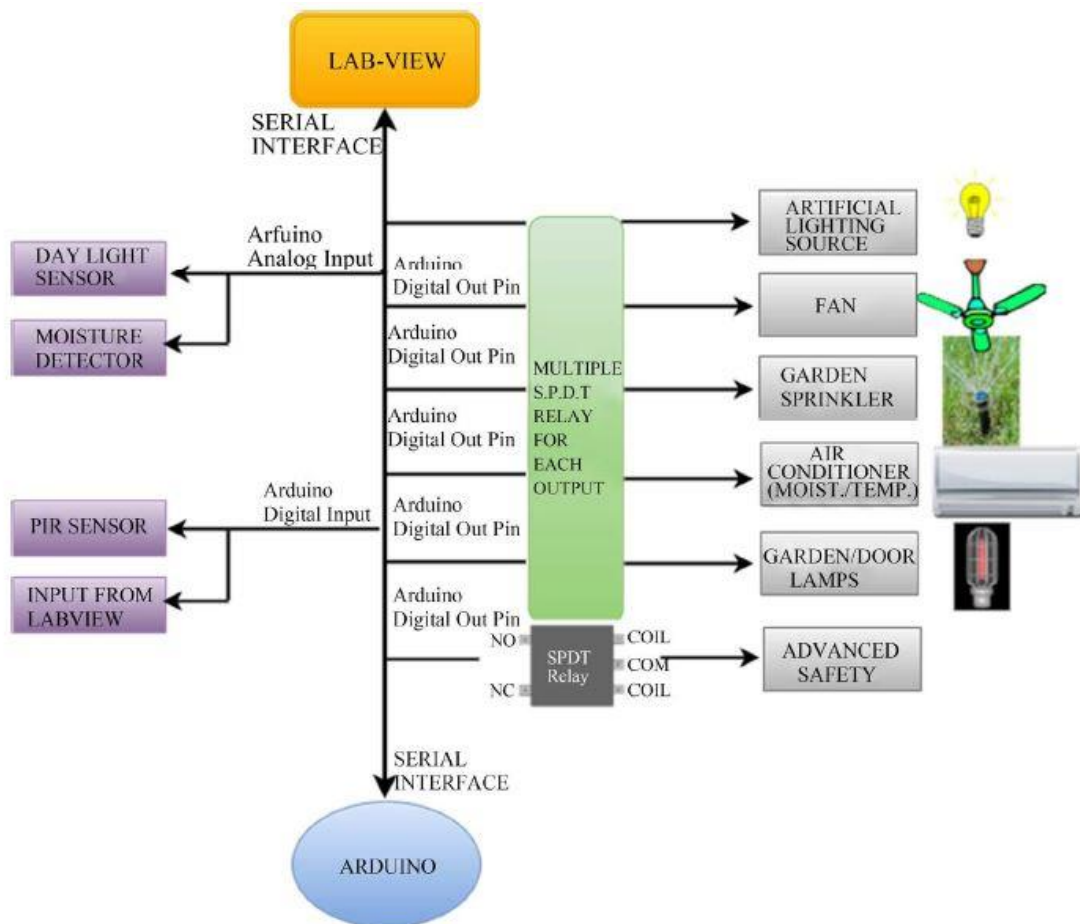
Στο παρόν σύστημα, παρ' όλα αυτά, το λογισμικό που έχει χρησιμοποιηθεί είναι το LabVIEW. Ο προγραμματισμός σε αυτό το εργαλείο ανάπτυξης είναι διαφορετικός από τις άλλες παραδοσιακές μεθόδους, καθώς χρησιμοποιεί γραφικές έννοιες για να εκτελεστεί μία διαδικασία. Μέσω του εργαλείου αυτού παρέχεται στο χρήστη μία εύκολη διεπαφή για αλληλεπίδραση με το Arduino.

Για την επίτευξη του συστήματος αυτοματισμού, με σκοπό τη μέγιστη άνεση του χρήστη, είναι απαραίτητη η χρήση αισθητήρων για τις λειτουργίες του συστήματος, όπως για παράδειγμα σύστημα ανεμιστήρων, λαμπτήρων, τηλεοράσεις κ.λπ. Δύο από τους βασικότερους αισθητήρες είναι:

- PIR Sensor: Αυτός ο αισθητήρας εντοπίζει κίνηση στο χώρο και θέτει την τιμή εξόδου ως '1'. Το σήμα αυτό κατευθύνεται στο Arduino και από εκεί λαμβάνεται η κατάλληλη απόφαση για την ενεργοποίηση μίας ή περισσοτέρων λειτουργιών.
- LDR Sensor: Αυτός ο αισθητήρας λειτουργεί με την ίδια διαδικασία με τον παραπάνω, αλλά με έναν διαφορετικό τρόπο. Ο αισθητήρας παρακολουθεί τη φυσική ένταση του φωτός που πέφτει στην επιφάνειά του σε μία τιμή από το 0 έως και το 100 και στέλνει το κατάλληλο σήμα για τη λειτουργία του φωτισμού.



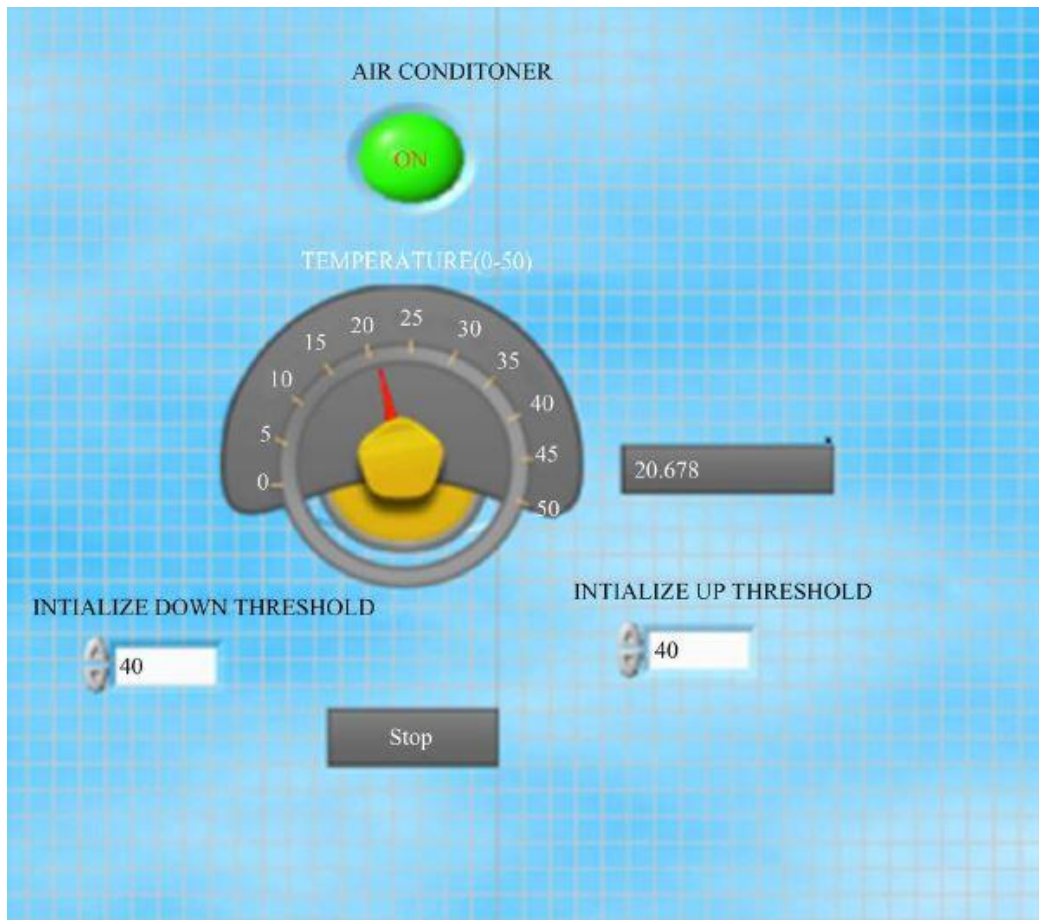
Εικόνα 9. Συνολική ροή από την παραγωγή σημάτων που ξεκίνησε ο χρήστης έως το φορτίο.



Εικόνα 10. Συνολική ροή από τη δημιουργία σημάτων που ξεκίνησε από το χρήστη έως το φορτίο.

2.2.1.2. Έλεγχος Υγρασίας και Θερμοκρασίας για Σύστημα Κλιματισμού

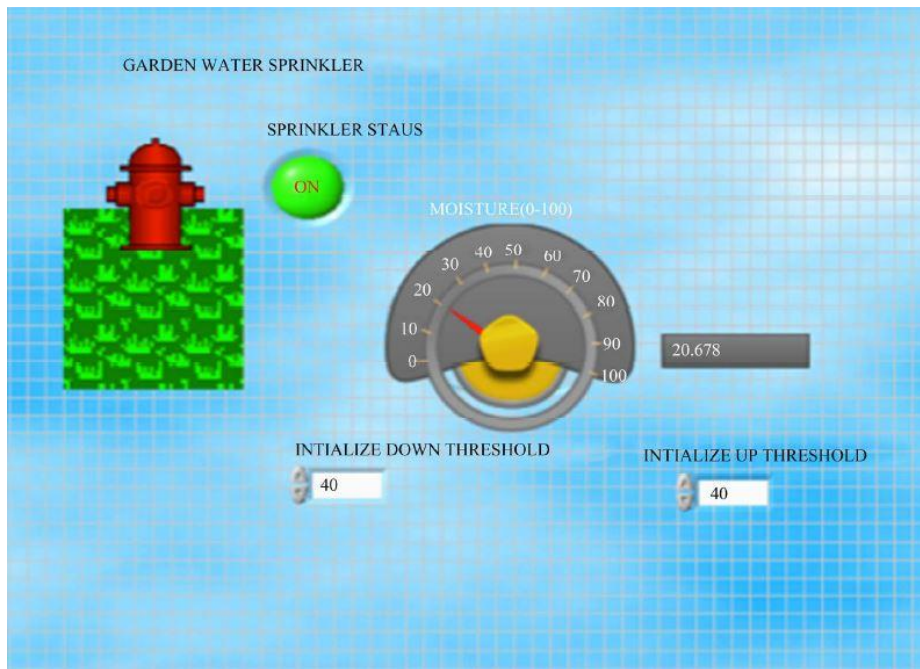
Προκειμένου να διατηρηθεί το επίπεδο βέλτιστης άνεσης του χρήστη, το σύστημα - μέσω ενός ανιχνευτή υγρασίας – μπορεί να ανιχνεύσει υγρασία περιεκτικότητας άνω του 75% και να στείλει κατάλληλο σήμα στο Arduino για την έναρξη της λειτουργίας του κεντρικού κλιματισμού μέχρις ότου να εξαλειφθεί το επίπεδο της υπάρχουσας υγρασίας.



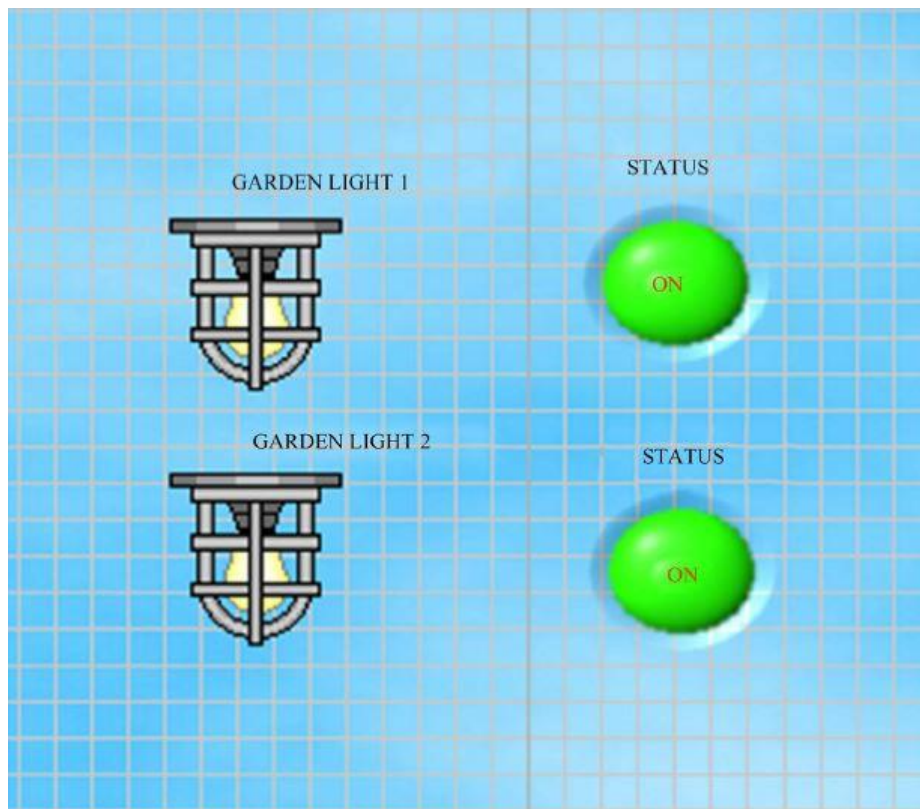
Εικόνα 11. Ελεγκτής κλιματιστικού με βάση τις τιμές *threshold* του χρήστη.

2.2.1.3. Σύστημα Ψεκαστήρων & Φωτισμού σε Εξωτερικό Χώρο

Ένα από τα χαρακτηριστικά του συστήματος ThinkHome είναι η αυτοματοποιημένη λειτουργία ψεκαστήρων νερού σε εξωτερικό χώρο. Ένας ανιχνευτής υγρασίας εδάφους παρακολουθεί την περιεκτικότητα της υγρασίας του εδάφους και στέλνει το κατάλληλο σήμα στο Arduino για την αυτόματη λειτουργία ψεκασμού. Το δεύτερο χαρακτηριστικό αφορά τον αυτόματο έλεγχο φωτισμού σε εξωτερικό χώρο και σε λαμπτήρες θυρών.



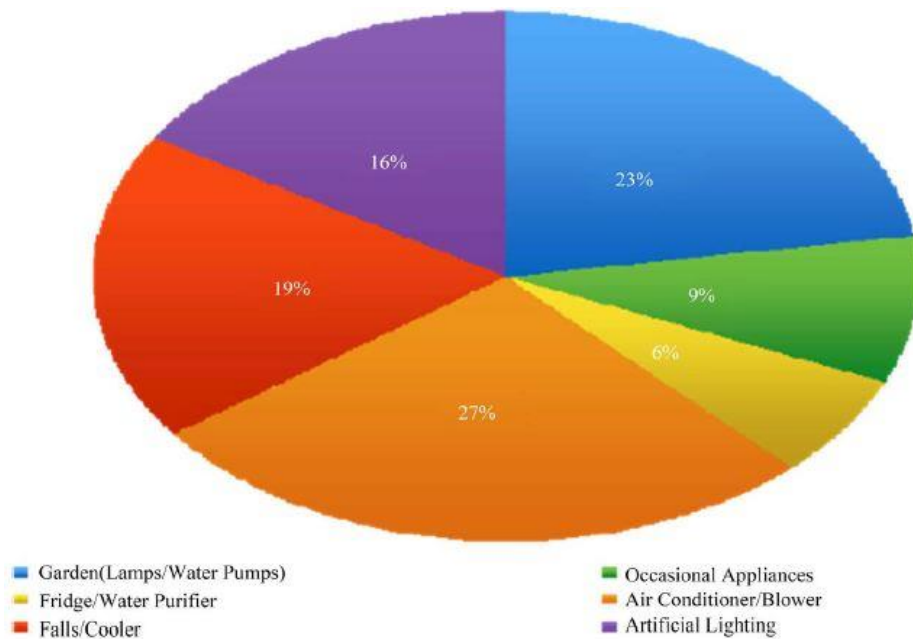
Εικόνα 12. Ελεγκτής ψεκαστήρων κήπου με *threshold* του χρήστη.



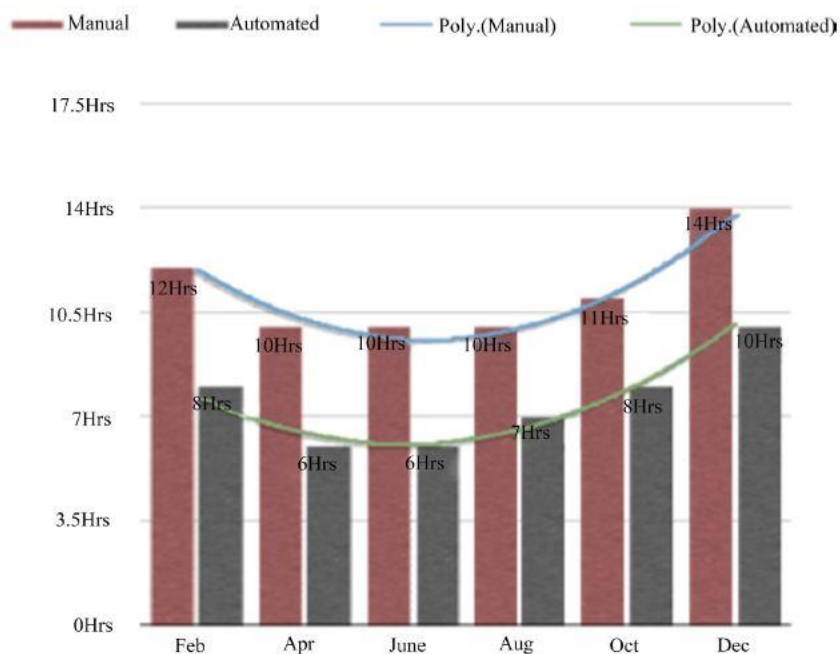
Εικόνα 13. Ελεγκτής φωτισμού κήπου με κατάσταση.

2.2.2. Μετρήσεις και Συμπεράσματα

Τα παρακάτω διαγράμματα μπορούν να εξηγήσουν τη διακύμανση της κατανάλωσης ενέργειας πριν και την εγκατάσταση του συστήματος. Τα οφέλη που μπορεί να δεχθεί ο χρήστης είναι εμφανή.



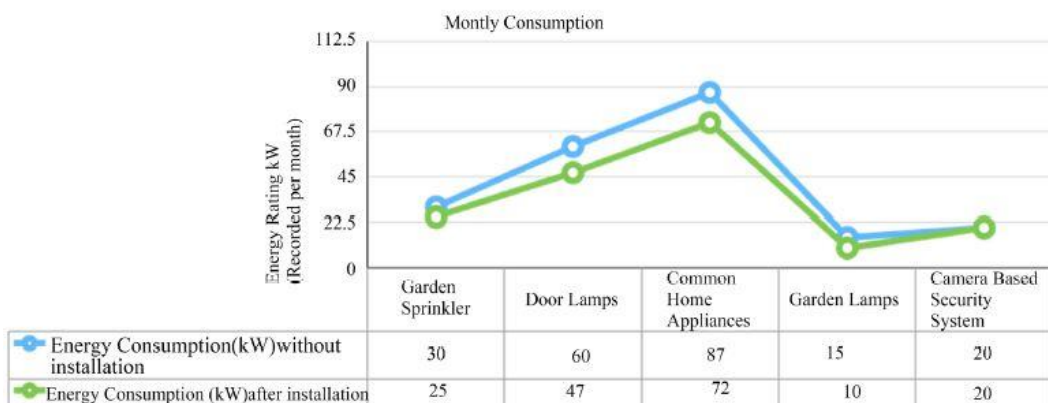
Εικόνα 14. Κατανάλωση ισχύος χωρίς εγκατάσταση μονάδας.



Εικόνα 15. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας από λαμπτήρες κήπου και οφέλη μετά την εγκατάσταση σε σχέση με τη χειροκίνητη λειτουργία.



Εικόνα 16. Οφέλη με τη μορφή εξοικονόμησης νερού μετά την εγκατάσταση της μονάδας.



Εικόνα 17. Η διακύμανση στη σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας.

Το σύστημα ThinkHome αποδεικνύεται αρκετά ωφέλιμο για διάφορους χώρους, όπως σπίτια, γραφεία, ξενοδοχεία, όπου είναι αναγκαία η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η βέλτιστη άνεση των χρηστών [6].

2.2.3. Εφαρμογή Smartphone

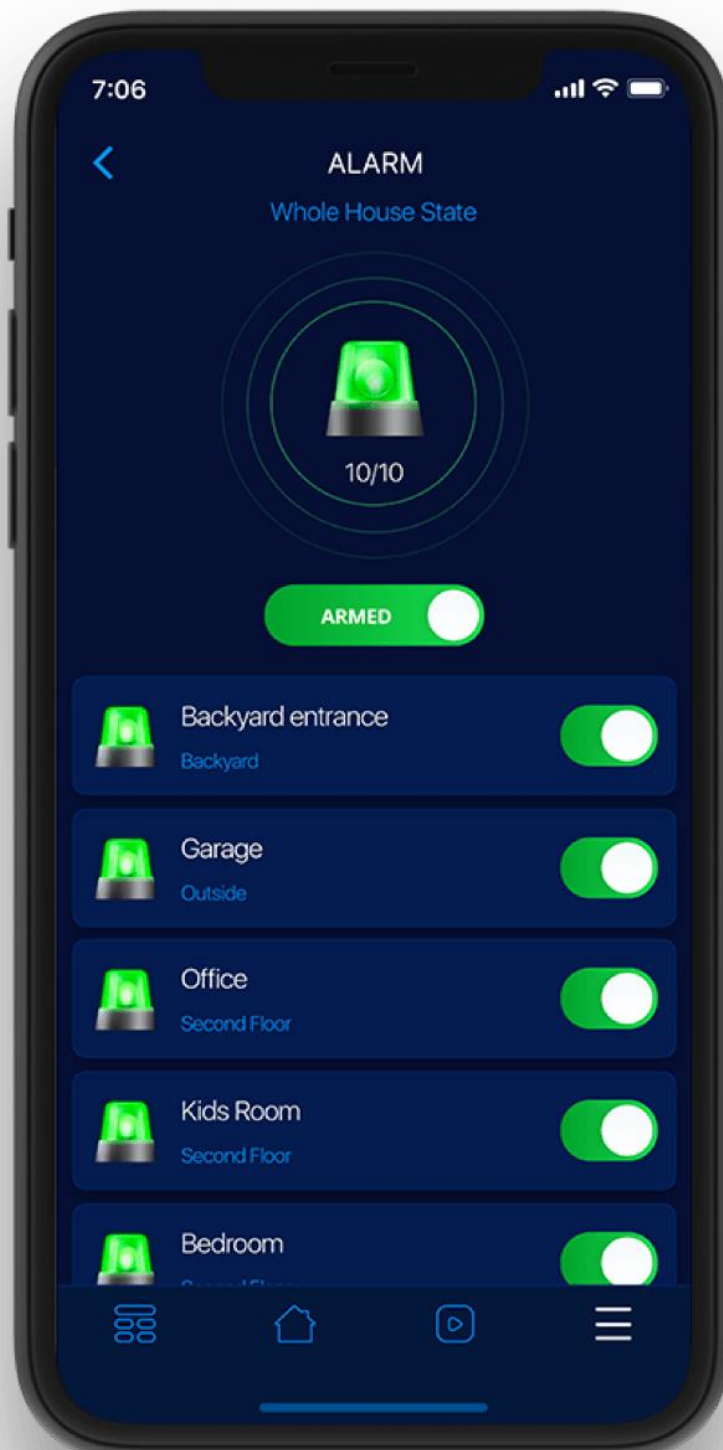
Μία από τις αγαπημένες πλέον ασχολίες του κάθε ανθρώπου είναι η χρήση του smartphone. Ένα smartphone αποτελείται από τη συσκευή κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με κατάλληλο software για την αξιοποίηση των πόρων της συσκευής. Διαθέτει προηγμένη ικανότητα υπολογισμού και τη δυνατότητα ελέγχου και συνδεσιμότητας. Λογισμικά, όπως

Android και iOS, μας παρέχουν πολλές δυνατότητες, όπου μία εκ αυτών αφορά τον αυτοματισμό σπιτιού μέσω εφαρμογής του smartphone.



Εικόνα 18. Γενική λειτουργία εφαρμογής για το ThinkHome.

Πηγή: <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/thinkhome-smart-home/271897>



Εικόνα 19. Ένα ακόμα παράδειγμα εφαρμογής smartphone (Fibaro).

Πηγή: <https://www.fibaro.com/gr/smart-home-app/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Καθώς ο αριθμός των συνδεδεμένων προσωπικών συσκευών και συσκευών IoT εκτοξεύεται στα ύψη σε όλο τον κόσμο, η ζήτηση για δίκτυα υψηλής ταχύτητας και υψηλής απόδοσης συνεχίζει να αυξάνεται και να μεταμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται άνθρωποι και επιχειρήσεις. Με τα χρόνια, αυτή η τεχνολογική ανάπτυξη έχει πυροδοτήσει την ανάπτυξη διαφορετικών τύπων δικτύων για την κάλυψη των μεταβαλλόμενων απαιτήσεων και είναι πιθανό ότι με τη μελλοντική τεχνολογική πρόοδο, θα συνεχίσουν να εμφανίζονται περισσότερες τοπολογίες δικτύου [7].

3.1. Home Area Network (HAN)

Οι δημοφιλέστεροι τύποι δικτύων είναι οι LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), PAN (Personal Area Network) και πολλά άλλα ακόμα. Στη δική μας περίπτωση, πρόκειται να εξετάσουμε περαιτέρω το Home Area Network (HAN). Ένα Home Area Network αποτελείται από όλες τις συσκευές και τους κανόνες επικοινωνίας που υπάρχουν μέσα σε έναν εσωτερικό χώρο, με στόχο την υλοποίηση του Home Automation. Το HAN συνδέεται και αλληλεπιδρά με δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks) και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το σύνολο των συσκευών Internet of Things (IoT), οι οποίες ελέγχουν διάφορες πτυχές της ανθρώπινης ύπαρξης (στο σπίτι και στον πλησιέστερο περιβάλλον) χρησιμοποιώντας διαφορετικές συσκευές. Μελέτες διακρίνουν αυτές τις συσκευές σε περιορισμένες και ισχυρό εξοπλισμό, όπου:

- ο Οι περιορισμένες συσκευές είναι συσκευές με περιορισμένη ισχύ, μνήμη και πόρους επεξεργασίας αυστηρά προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένες εργασίες (π.χ. έξυπνοι λαμπτήρες, έξυπνοι μετρητές, αισθητήρες κ.λπ.). Για το λόγο αυτό, η εφαρμογή πρόσθετων διαδικασιών (συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας) είναι πολύ δύσκολη ή αδύνατη.

- ο Ισχυρός εξοπλισμός είναι συσκευές που τροφοδοτούνται συνήθως από την κύρια τροφοδοσία οι οποίες μπορεί να προσφέρουν αρκετή υπολογιστική ισχύ, μνήμη και διεπαφές επικοινωνίας για την εκτέλεση πρόσθετων εργασιών, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας.

- Υπηρεσίες εντός του Smart Home, οι οποίες επιτρέπουν στο HAN να ελέγχει τις συσκευές IoT και να παρουσιάζει δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί. Συγκεκριμένα, μέσω των εφαρμογών για smartphones εμφανίζονται οι κατάλληλες διεπαφές, οι μετρήσεις που γίνονται παράλληλα και η κατάσταση των περιορισμένων συσκευών.

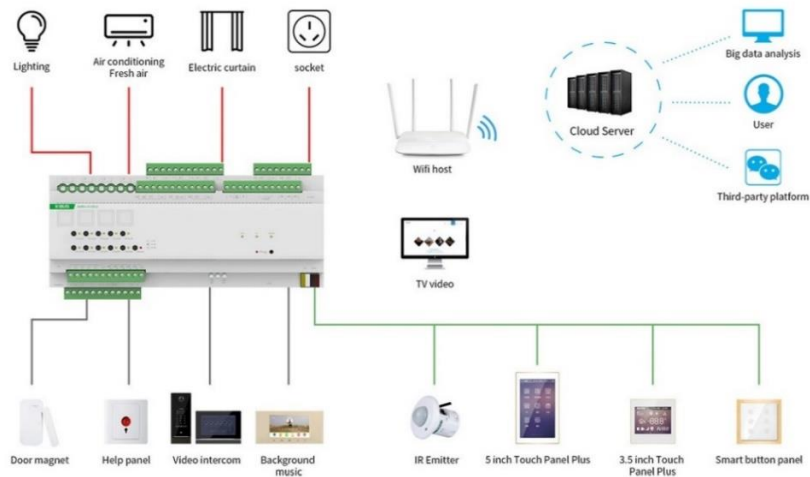
- Απομακρυσμένες υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα διαχείριση συσκευών και αναπαραγωγή πολυμέσων παρέχουν στο χρήστη την επιλογή να αλληλεπιδρά με το σύστημα ακόμη και αν βρίσκεται αρκετά μακριά από αυτό.

- Τέλος, οι κινητές συσκευές χρησιμοποιούνται από το χρήστη για τον έλεγχο του Smart Home και των υπηρεσιών μέσα σε αυτό.

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για έναν χρήστη να χειρίζεται το Smart Home είναι αυτή των εφαρμογών ενός smartphone ή και αυτή των ιστοτόπων, κατάλληλα διαμορφωμένων για αυτή τη χρήση (μέσω cloud δηλαδή ή του προμηθευτή). Πολλές φορές οι ισχυρές συσκευές μπορεί να διαθέτουν και ένα διαδικτυακό γραφικό περιβάλλον χρήστη μέσω του δικού τους διακομιστή και άλλες συσκευές να χρησιμοποιούν το δικό τους API για να αλληλεπιδρά ο χρήστης [8].

Οι δημοφιλέστερες λύσεις για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας στο HAN βασίζονται κυρίως σε Power Line Communications (PLCs), τα οποία περιλαμβάνουν πρότυπα βασισμένα στο πρωτόκολλο X10. Μερικές ακόμα δημοφιλείς λύσεις είναι:

- Insteon, όπου η ραδιοεπικοινωνία χρησιμοποιεί παρόμοια ζώνη με το Z-Wave αλλά σε διαφορετικές συχνότητες σε διαφορετικές χώρες (Z-Wave: 868,42MHz - 921,42MHz, Insteon: 869,85MHz - 921MHz). Η έκδοση powerline λειτουργεί στα 131,65kHz. Είναι επίσης συμβατό με λύσεις X10.
- Το πρότυπο KNX, το οποίο ενοποιεί τα τρία υπάρχοντα πρότυπα: το European Installation Bus (EIB), το European Home Systems Protocol (EHS) και το BatiBUS. Περιγράφει κανόνες επικοινωνίας χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους φυσικών μέσων, όπως: συνεστραμμένο ζεύγος, γραμμή ισχύος (κληρονομικό από EIB και EHS), ραδιοσυχνότητες (KNX-RF, το οποίο λειτουργεί στα 868MHz), υπέρυθρες και Ethernet [8].

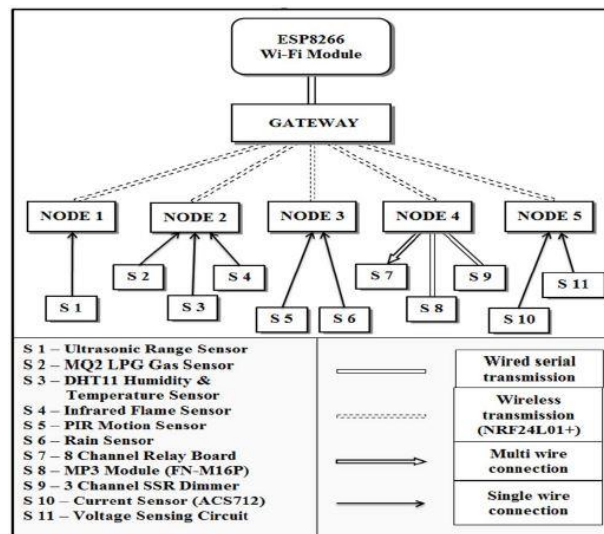


Εικόνα 20. Σύστημα αυτοματισμού σπιτιού KNX.

Πηγή: <https://www.gvssmart.com/uploads/editor/image/20200821/1597992585821993.jpg>

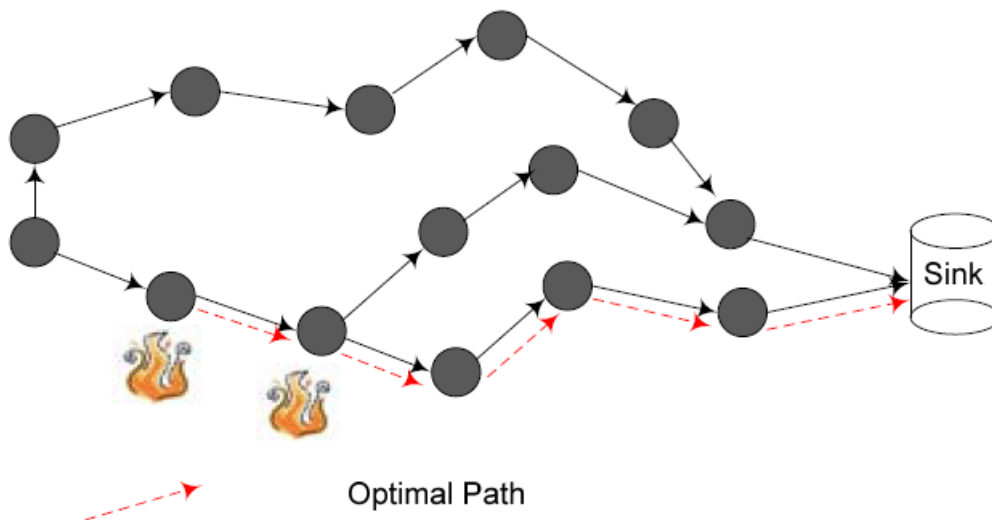
3.2. Wireless Sensor Network (WSN)

Μία εναλλακτική λύση για τη σύνδεση κόμβων αισθητήρων σε mesh δίκτυα με εξαιρετικά χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις αποτελούν τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, τα οποία είναι οικονομικά αποδοτικότερα. Μέσω αυτών μας δίνεται η δυνατότητα της ανίχνευσης, επικοινωνίας και υπολογισμού για την παρακολούθηση δεδομένων, όπως είναι η θερμοκρασία, ο φωτισμός, η πίεση και η υγρασία, αλλά και την επεξεργασία τους για σκοπούς αυτοματισμού σπιτιών χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. [9]



Εικόνα 21. Οργάνωση κόμβων ενός WSN.

Οι εξελίξεις στα μικρο-ηλεκτρομηχανικά συστήματα και στις ασύρματες επικοινωνίες έχουν τονίσει τη σημασία των WSN ως βασικών συσκευών αναφοράς. Ένας αλγόριθμος δρομολόγησης, που εφαρμόζεται κυρίως στα WSN, είναι ο A*, ο οποίος εφαρμόζεται για να βρεθεί η βέλτιστη διαδρομή από τον κόμβο πηγής προς τον κόμβο προορισμού, βάσει ορισμένων παραμέτρων των κόμβων αισθητήρων. Αυτές οι παράμετροι μπορεί να είναι η υπολειπόμενη ενέργεια, ο ρυθμός λήψης πακέτων και η κατάσταση του buffer του κόμβου. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί τη μέθοδο της καλύτερης πρώτης αναζήτησης και, ως αποτέλεσμα, βρίσκει τη βέλτιστη διαδρομή από τον αρχικό κόμβο στον κόμβο προορισμού. Περιλαμβάνει δύο λίστες, την OPEN και την CLOSED, και δημιουργεί μία δενδρική δομή από κόμβους αισθητήρων. Στη λίστα OPEN περιλαμβάνονται οι κόμβοι που αναμένουν να εξεταστούν, ενώ στη λίστα CLOSED περιλαμβάνονται οι κόμβοι που έχουν ήδη εξεταστεί. [10]



Εικόνα 22. Ενεργειακά αποδοτική προώθηση δεδομένων σε ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αρκετές από τις έρευνες που γίνονται στο πλαίσιο του έξυπνου σπιτιού επικεντρώνονται στη χρήση αισθητήρων και συσκευών, τα οποία διαμορφώνουν ένα σύστημα και έχουν ως στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Εκτός, όμως, από την ενεργειακή απόδοση, η δημιουργία ενός έξυπνου σπιτιού εστιάζει ιδιαίτερα στη δημιουργία ενός κατάλληλου περιβάλλοντος, το οποίο με προσαρμοσμένους αυτοματισμούς πετυχαίνει να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των χρηστών του. Μπορούμε να ελέγξουμε ένα σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των αισθητήρων και των συσκευών σε σχέση με τη δραστηριότητα του κάθε χρήστη. Ο έλεγχος, όμως, ενός τέτοιου συστήματος σε πραγματικό χρόνο είναι δαπανηρός και απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα. Παρόλα αυτά, έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε λογισμικά προσομοίωσης έξυπνων σπιτιών.

Ένα λογισμικό προσομοίωσης θα πρέπει, κατ' αρχάς, να μας δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσουμε ένα σπίτι με όλα τα αντικείμενα και τις συσκευές που υπάρχουν σε αυτό. Επιπλέον, πρέπει να μπορούμε να τοποθετούμε τους αισθητήρες στα σημεία που μας ενδιαφέρει, έτσι ώστε να μπορούμε να συλλέξουμε όσο πιο αποδοτικά γίνεται τα δεδομένα που θέλουμε. Είναι δεδομένο πως η ανθρώπινη δραστηριότητα και αλληλεπίδραση με το σύστημα είναι το απαραίτητο προαπαιτούμενο για την καλύτερη λειτουργία του προσομοιωτή. Ένας κατάλληλος προσομοιωτής θα πρέπει να έχει τα εξής απαραίτητα χαρακτηριστικά:

- Δυνατότητα δημιουργίας σεναρίων
- Δυνατότητα διαχείρισης συσκευών και αισθητήρων
- Δυνατότητα ανάπτυξης του οικιακού σχεδίου [11]

4.1. Εφαρμογές Προσομοίωσης Έξυπνου Σπιτιού

Τρεις από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές προσομοίωσης ενός έξυπνου σπιτιού είναι οι παρακάτω:

1. Home I/O
2. SIMACT: 3D Smart Home Simulator
3. iCasa

Το Home I/O είναι μία διαδραστική εφαρμογή προσομοίωσης ενός έξυπνου σπιτιού. Σχεδιάστηκε για να καλύπτει ένα ευρύ φάσμα στόχων του προγράμματος σπουδών σε θέματα Επιστήμης, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (STEM). Με το εργαλείο αυτό, λοιπόν, οι χρήστες είναι σε θέση να μάθουν για τον αυτοματισμό ενός σπιτιού, την αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με το σύστημα, καθώς και την αποδοτικότητα της κατανάλωσης ενέργειας και πολλά ακόμα θέματα που αποτελούν μέρη της καθημερινότητάς μας. Ο κύριος στόχος του Home I/O είναι να εισαχθούν νέες έννοιες οικιακού αυτοματισμού κάνοντας χρήση ενός έξυπνου σπιτιού. [12]

Το SIMACT: 3D Smart Home Simulator κατασκευάστηκε με την πρόθεση να παρέχει ένα εργαλείο λογισμικού το οποίο θα μπορεί να βοηθήσει τους ερευνητές να επικυρώσουν τις προσεγγίσεις αναγνώρισης ενός έξυπνου σπιτιού. Λόγω της μεγάλης ευελιξίας του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για περαιτέρω έρευνες όσον αφορά τα έξυπνα σπίτια. Η εφαρμογή προσπαθεί να αναπαράγει τη συμπεριφορά ενός ατόμου που ζει πραγματικά σε ένα έξυπνο σπίτι. Ο προσομοιωτής αναπαράγει την ίδια βασική αρχιτεκτονική με ένα έξυπνο σπίτι. Αποτελείται κυρίως από διαφορετικούς αισθητήρες, που αναλύουν τι συμβαίνει στο σπίτι, και γράφουν τις πληροφορίες σε μια βάση δεδομένων. Οι αισθητήρες και η έννοια του σπιτιού, προφανώς, ορίζονται εικονικά στο λογισμικό. [13]

Το iCasa είναι ένα λογισμικό προσομοίωσης το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο. Διαθέτει μια εύχρηστη διεπαφή, η οποία εμφανίζει έναν χάρτη του σπιτιού που μπορεί να δημιουργήσει ο χρήστης. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να διαμορφώσει το χώρο, όπως ο ίδιος επιθυμεί, αλλάζοντας τη θέση της κάθε συσκευής με τη δυνατότητα drag-and-drop. [11]

Βάσει των παραπάνω, η καταλληλότερη επιλογή για τη δημιουργία σεναρίων καθίσταται το Home I/O, το οποίο σε συνεργασία με την εφαρμογή Connect I/O μας δίνει τη δυνατότητα να αναπτύσσουμε σενάρια σε πραγματικό χρόνο.

4.2. Σενάρια Αυτοματισμού Έξυπνου Σπιτιού Χαμηλής Ενέργειας

Στην εφαρμογή προσομοίωσης που χρησιμοποιούμε υπάρχουν προεγκατεστημένοι όλοι οι απαραίτητοι αισθητήρες, οι οποίοι σε συνδυασμό με τις συσκευές που μας δίνονται, μας επιτρέπουν να σχεδιάσουμε νέα σενάρια αυτοματισμού ενός έξυπνου σπιτιού χαμηλής ενέργειας.

4.2.1. Σενάριο Ασφάλειας

Οι απαραίτητοι αισθητήρες και συσκευές για το παρόν σενάριο είναι οι αισθητήρες στις πόρτες, οι αισθητήρες κίνησης, το σύστημα ασφαλείας, ο συναγερμός και ένα τηλεχειριστήριο, μέσω του οποίου μπορούμε να διαχειριζόμαστε το σύστημα. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο χώρος της κεντρικής πόρτας του σπιτιού, όπου βρίσκεται εγκατεστημένος ένας αισθητήρας κίνησης.

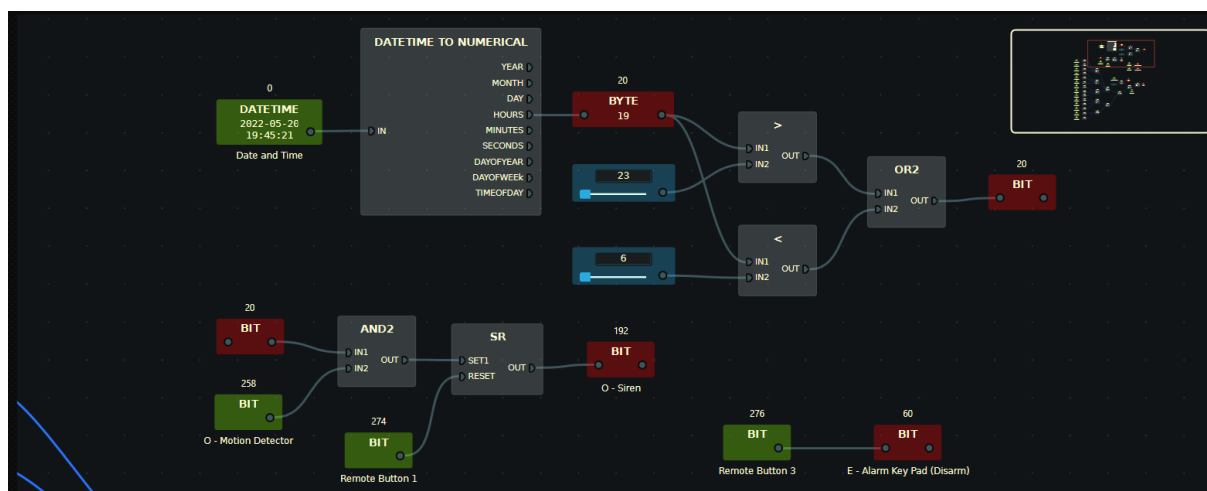


Εικόνα 23. Αισθητήρας κίνησης στην κεντρική είσοδο.

Αρχικά, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, έχουμε συνδέσει διάφορα blocks, τα οποία σε περίπτωση παραβίασης των εξωτερικών θυρών κατά τη διάρκεια της νύχτας ενεργοποιούν τον εξωτερικό συναγερμό. Αναλυτικότερα, παίρνουμε από τις εισόδους μας ένα block το οποίο μας δίνει την ημερομηνία και την ώρα, σε πραγματικό χρόνο. Μέσω ενός μετατροπέα, που διαχωρίζει τα δεδομένα, λαμβάνουμε την ώρα, την οποία και περνάμε σε ένα byte block. Αυτό γίνεται, διότι θέλουμε να κρατήσουμε σε μία έξοδο μία τιμή από 0 έως και 23 και να μπορούμε να επαναχρησιμοποιήσουμε αυτήν την είσοδο ως έξοδο, προωθώντας την σε περισσότερα από ένα νέα blocks. Στέλνουμε, λοιπόν, την έξοδο του byte σε δύο νέα blocks, τα οποία ελέγχουν αν η είσοδος είναι μεγαλύτερη του 23 ή μικρότερη του 6. Με λίγα λόγια, ελέγχουμε αν βρισκόμαστε σε βραδινές ώρες μετά τις 12 τα μεσάνυχτα. Στην περίπτωση που ισχύει η παραπάνω περίπτωση, ενεργοποιούμε ένα bit για να το χρησιμοποιήσουμε σε παρακάτω διάγραμμα. Γενικότερα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο block σε πολλά

διαγράμματα, δεσμεύοντας μία διεύθυνση για αυτό, έτσι ώστε το νέο block να ενεργοποιείται κάθε φορά που ενεργοποιείται αυτό που είναι στην ίδια διεύθυνση.

Έχουμε, λοιπόν, δύο νέα blocks, ένα που παίρνουμε το σήμα τις εξόδου του προηγούμενου διαγράμματος και ένα του αισθητήρα κίνησης του εξωτερικού χώρου. Όταν η ώρα έχει περάσει από 12 τα μεσάνυχτα και ο αισθητήρας κίνησης της κεντρικής μας πόρτας στείλει θετικό σήμα, τότε στέλνουμε σήμα σε ένα SR flip-flop, το οποίο το προωθεί στην έξοδο και ενεργοποιείται ο εξωτερικός συναγερμός. Αυτός δε σταματάει μέχρις ότου πατηθεί το πλήκτρο 1 του τηλεχειριστηρίου. Όταν συμβεί αυτό, ενεργοποιούμε το reset στο SR flip-flop και περιμένουμε τη νέα τιμή από την είσοδο.



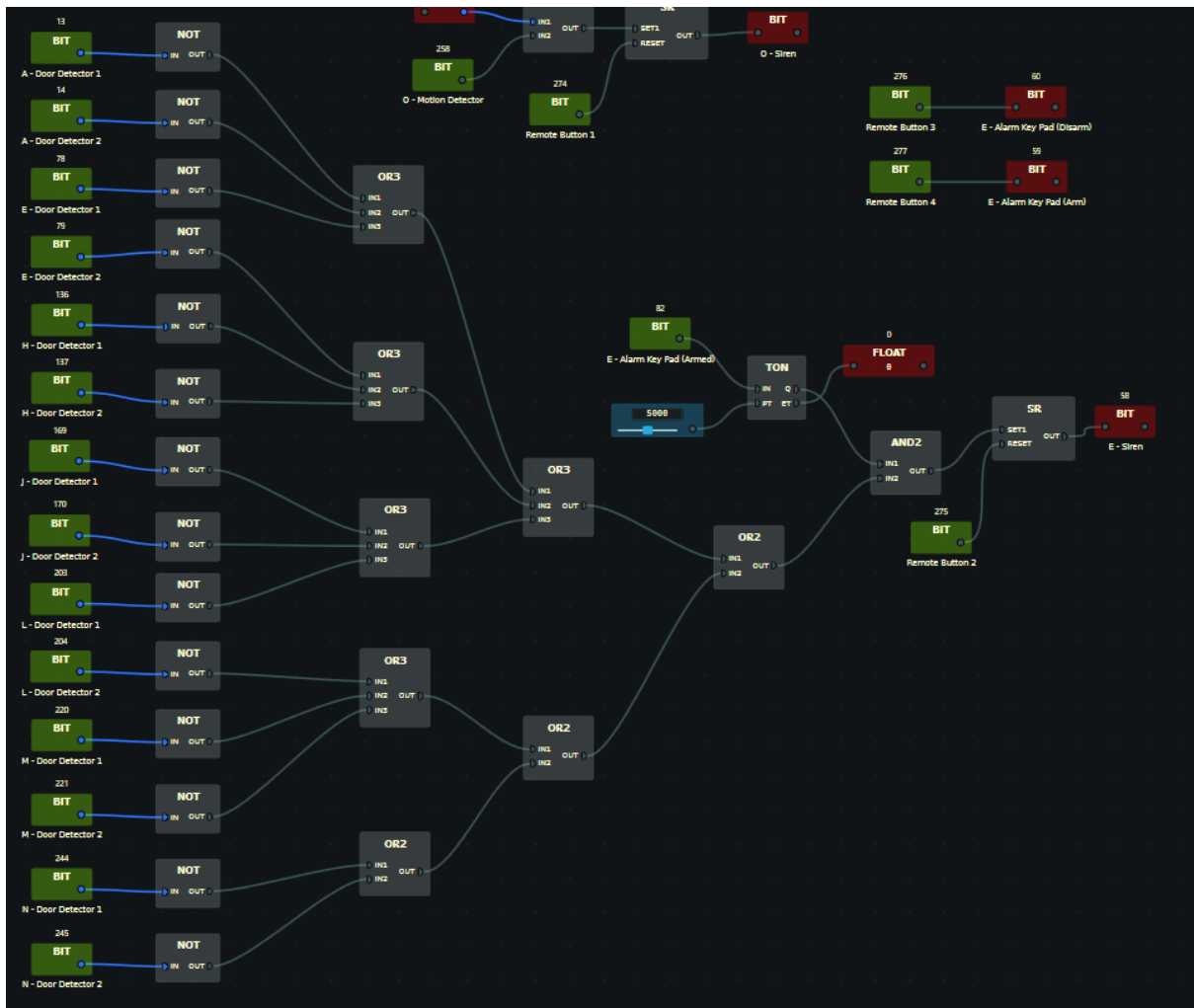
Εικόνα 24. Διάγραμμα ασφαλείας του εξωτερικού χώρου.

Όσον αφορά το εσωτερικό του σπιτιού, θα χρειαστούμε τους αισθητήρες που απεικονίζονται παρακάτω, οι οποίοι είναι αισθητήρας κίνησης της κεντρικής και των συρόμενων θυρών, καθώς και ο εσωτερικός συναγερμός, το σύστημα κλειδώματος και το τηλεχειριστήριο.



Εικόνα 25. Αισθητήρες και συσκευές εντός του σπιτιού.

Η συνέχεια του προηγούμενου διαγράμματος φαίνεται παρακάτω, όπου αριστερά έχουμε συνδέσει όλους τους αισθητήρες των θυρών. Αυτοί παράγουν ένα θετικό σήμα όταν μπορούν να εντοπίσουν το κομμάτι της συσκευής, που είναι προσαρτημένο στην πόρτα, ή με λίγα λόγια όταν οι πόρτα είναι κλειστή. Για τον λόγο αυτό, έχει τοποθετηθεί ένα block που αντιστρέφει το σήμα, έτσι ώστε να αντιστραφεί από αρνητικό σε θετικό όταν η πόρτα θα έχει ανοίξει. Θα μπορούσε να ενεργοποιείται ο συναγερμός απ' ευθείας όταν ανοίγει μία πόρτα, ωστόσο δίνουμε στο χρήστη το χρονικό περιθώριο των 5 δευτερολέπτων ώστε να κλείσει τις θύρες. Σε αυτά τα 5 δευτερόλεπτα θα ακούσει τον χαρακτηριστικό ήχο της συσκευής που θα έχει πλέον κλειδώσει. Σε περίπτωση που ο χρήστης δεν προλάβει ή έχει ανοίξει κατά λάθος μία πόρτα όταν το σπίτι είναι κλειδωμένο, θα χτυπήσει ο συναγερμός και μπορεί να τον κλείσει πατώντας το πλήκτρο 2 του τηλεχειριστηρίου. Στην πάνω και δεξιά γωνία του διαγράμματος φαίνεται ότι έχουμε συνδέσει τα πλήκτρα 3 και 4 με το ξεκλείδωμα και το κλείδωμα της συσκευής κλειδώματος αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης είναι σε θέση να κλειδώσει και να ξεκλειδώσει το σύστημα απομακρυσμένα, χωρίς δηλαδή να πρέπει να μεταφερθεί στην κεντρική είσοδο και να κάνει οποιαδήποτε ενέργεια πληκτρολογώντας το μυστικό κωδικό.



Εικόνα 26. Διάγραμμα ασφαλείας του εσωτερικού χώρου.

4.2.2. Σενάριο Εξωτερικής Πόρτας & Γκαράζ

Στο παρόν σενάριο, έχουμε τοποθετημένους στην εξωτερική συρόμενη πόρτα από την εξωτερική αλλά και την εσωτερική πλευρά, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω.



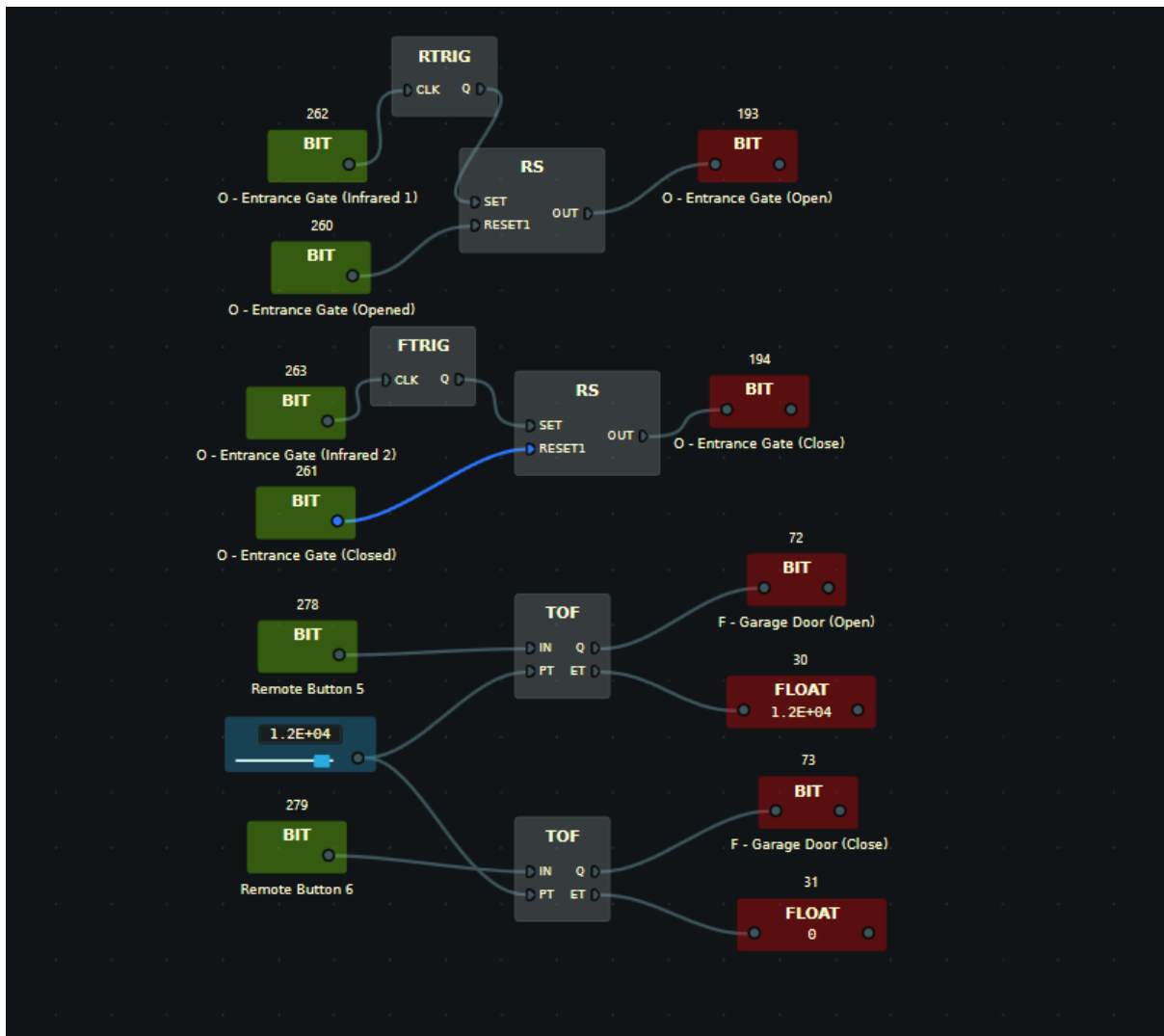
Εικόνα 27. Εξωτερική συρόμενη πόρτα και αισθητήρες.

Στο διάγραμμα παρακάτω μπορούμε να δούμε τη λειτουργία των αισθητήρων σε συνδυασμό με τη συσκευή ανοίγματος της πόρτας. Αναλυτικότερα, έχουμε δύο ξεχωριστά υποδιαγράμματα, όπου το πρώτο αφορά το άνοιγμα της πόρτας και το δεύτερο αφορά το κλείσιμό της. Στο πρώτο υποδιάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε τον εξωτερικό αισθητήρα, ο οποίος έχει δύο τμήματα. Το ένα τμήμα παράγει ένα σήμα και όταν το δεύτερο το λαμβάνει δεν παράγει κάποια έξοδο, ενώ διαφορετικά, όταν βρίσκει εμπόδιο παράγει ένα σήμα εξόδου και το προωθεί σε ένα block, το οποίο παράγει θετική έξοδο όταν ο ηλεκτρικός παλμός από την τιμή 0 μεταβαίνει στην τιμή 1. Τότε, η έξοδος προωθείται σε ένα RS flip-flop, το οποίο θα μόλις λάβει μία είσοδο θα παράγει σήμα εξόδου μέχρις ότου ένα νέο σήμα φτάσει στην είσοδο reset. Στο παρόν σενάριο, η έξοδος ανοίγει τη συρόμενη πόρτα μέχρι η ίδια να ανοίξει πλήρως και να πάρει στην είσοδο reset το σήμα της ανοικτής πόρτας. Αντίστοιχη θα είναι και η λειτουργία του δεύτερου υποδιαγράμματος με μία διαφορά σε σχέση με το προηγούμενο. Σε εκείνο έχουμε κίνηση της πόρτας όταν ο παλμός από την τιμή 0 μεταβαίνει στην τιμή 1. Στο δεύτερο υποδιάγραμμα η πόρτα κλείνει μόνο όταν η τιμή του ηλεκτρικού παλμού από 1 γίνεται 0. Δηλαδή, για λόγους λειτουργικότητας αλλά και ασφάλειας, η πόρτα θα παραμένει ανοικτή όσο ο δεύτερος αισθητήρας εντοπίζει εμπόδιο ανάμεσα στα δύο τμήματά του.



Εικόνα 28. Ανοικτή πόρτα του γκαράζ.

Στο τρίτο υποδιάγραμμα, όπως φαίνεται, έχουμε συνδέσει το τηλεχειριστήριο με την πόρτα του γκαράζ. Πιο αναλυτικά, αν θέλουμε να ανοίξουμε την πόρτα πρέπει να πατήσουμε το πλήκτρο 5 και τότε το αντίστοιχο block θα παράγει ένα σήμα εξόδου, το οποίο θα προωθηθεί στο επόμενο block. Εκείνο λαμβάνει το σήμα και για όσο διάστημα αυξάνει ο μετρητής που έχουμε θέσει, η πόρτα του γκαράζ θα ανοίγει. Η αντίθετη διαδικασία θα γίνεται με το πλήκτρο 6 του τηλεχειριστηρίου, όπου ο ίδιος μετρητής θα αυξάνει μέχρι να κλείσει ολόκληρη η πόρτα του γκαράζ.



Εικόνα 29. Διάγραμμα εξωτερικής συρόμενης πόρτας και γκαράζ.

4.2.3. Σενάριο Φωτισμού Σε Εξωτερικό & Εσωτερικό Χώρο

Για το σενάριο που αφορά το φωτισμό του χώρου θα χρειαστεί να πάρουμε δύο ξεχωριστά διαγράμματα, ένα για τον εξωτερικό και ένα για τον εσωτερικό χώρο, για να τα αναλύσουμε με μεγαλύτερη ευκολία. Στις εικόνες παρακάτω φαίνεται ο εξωτερικός χώρος.



Εικόνα 30. Εξωτερικός φωτισμός.



Εικόνα 31. Φωτισμός αθλής και πισίνας.

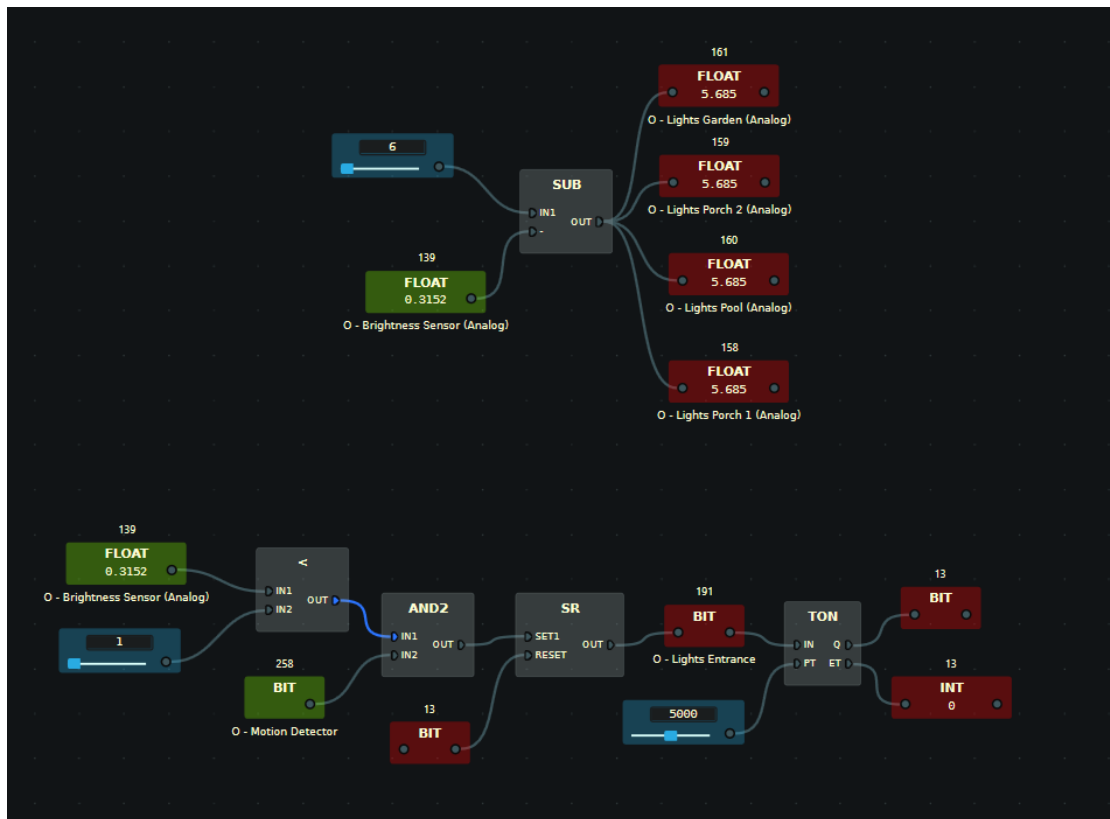
Στη συνέχεια, βλέπουμε το διάγραμμα όπου μπορούμε να διακρίνουμε δύο υποδιαγράμματα. Στο πρώτο υποδιάγραμμα παίρνουμε ως είσοδο μία τιμή τύπου float από τον εξωτερικό αισθητήρα φως. Κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατηρήθηκε ότι ο αισθητήρας δίνει την τιμή 8.003, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας δίνει την τιμή 0.3152, οπότε θα χρειαστεί να αφαιρέσουμε αυτήν την τιμή από μία σταθερά με τιμή 6. Το αποτέλεσμα της αφαίρεσης θα είναι ένας αριθμός, που θα τον χρησιμοποιήσουμε ως είσοδο για το φωτισμό. Όσο πιο χαμηλή είναι η τιμή τα φώτα θα διατηρούνται σβηστά, ενώ όσο ανεβαίνει τα φώτα θα ανάβουν όλο

και περισσότερο μέχρι να φτάσουν σε μία κατάσταση, όπου δε θα μπορούν να φωτίζουν πιο έντονα.



Εικόνα 32. Αισθητήρας κίνησης και φωτισμός έξω από την κεντρική είσοδο.

Όσον αφορά το φως στην είσοδο του σπιτιού, βλέπουμε στο δεύτερο υποδιάγραμμα ότι ως είσοδο παίρνουμε τον ίδιο αισθητήρα φωτός, άρα και την ίδια τιμή. Όταν η τιμή που μας δίνεται είναι μεγαλύτερη της μονάδας σημαίνει πως βρισκόμαστε στη διάρκεια της ημέρας, και έτσι δε χρειάζεται να ενεργοποιείται το φως. Όταν η τιμή είναι μικρότερη της μονάδας σημαίνει ότι βρισκόμαστε στη διάρκεια της νύχτας, οπότε σε συνδυασμό με τον αισθητήρα κίνησης, που φαίνεται παραπάνω, παράγεται ένα νέο σήμα και κατευθύνεται σε ένα SR flip-flop. Η έξοδος αυτού ενεργοποιεί το φωτισμό και από εκεί στέλνουμε το σήμα στο επόμενο block, που διατηρούμε το σήμα ενεργό για 5 δευτερόλεπτα και τότε προωθείται ένα σήμα εξόδου σε ένα νέο bit block, το οποίο συνδέεται, μέσω ίδιας διεύθυνσης, με το reset στο SR flip-flop. Τότε ο φωτισμός απενεργοποιείται μέχρι να ξαναδώσει σήμα ο αισθητήρας κίνησης.



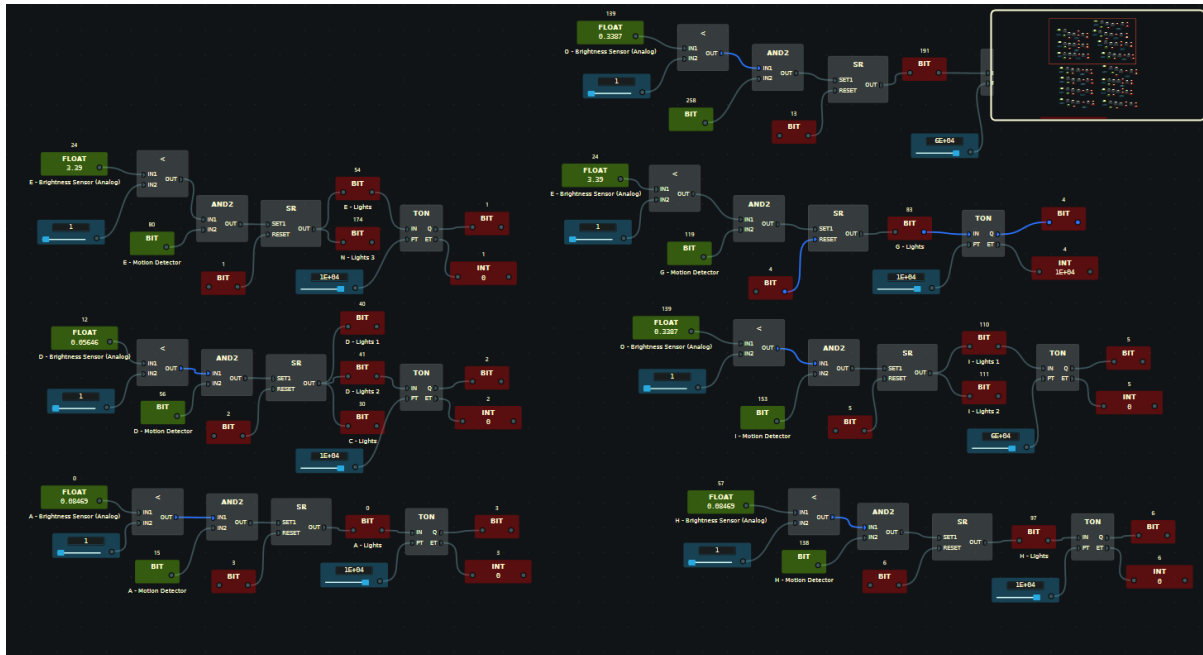
Εικόνα 33. Διάγραμμα συστήματος εξωτερικού φωτισμού.

Στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού ο γενικότερος σκοπός μας είναι να περιηγείται η χρήστης σε οποιοδήποτε δωμάτιο επιθυμεί και να ενεργοποιείται ο φωτισμός του αντίστοιχου δωματίου.



Εικόνα 34. Εσωτερικό σύστημα φωτισμού.

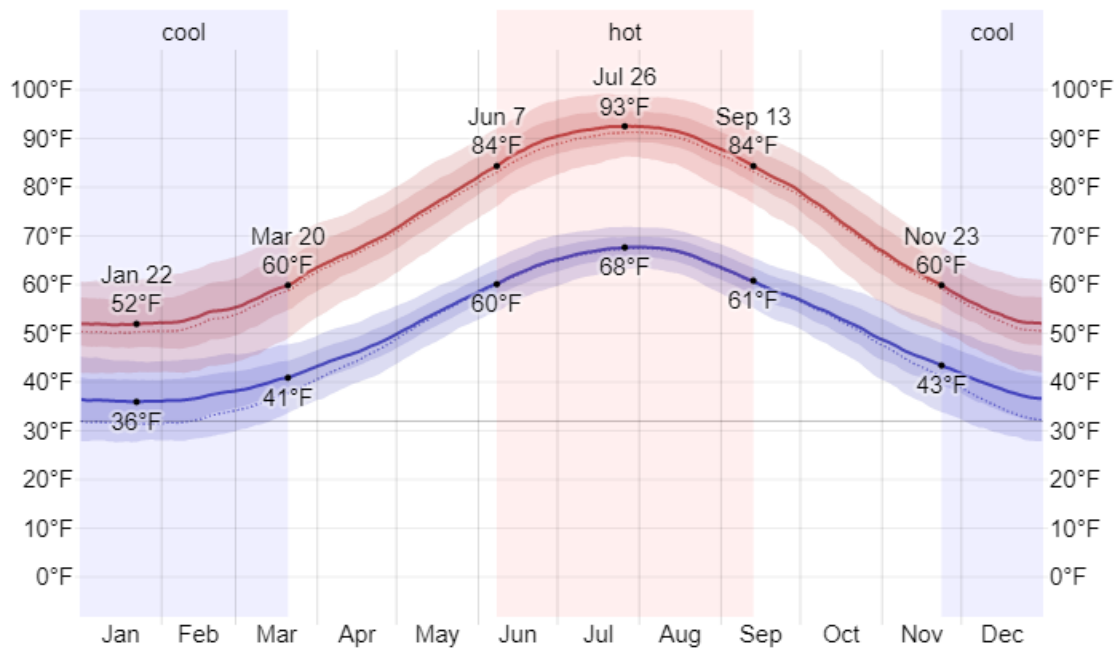
Παρόμοιο σύστημα με το προηγούμενο, του χώρου έξω από την κεντρική είσοδο, έχουμε και στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού. Πιο συγκεκριμένα, όπως μπορούμε να δούμε και στο παρακάτω διάγραμμα, λαμβάνουμε τις τιμές των αισθητήρων φωτός και για κάθε δωμάτιο ξεχωριστά φτιάχνουμε το αντίστοιχο υποδιάγραμμα. Η διαδικασία που ακολουθείται στο κάθε υποδιάγραμμα είναι η ίδια με αυτήν που είδαμε προηγουμένως, αλλάζοντας μόνο τα blocks που αφορούν τους αισθητήρες που μας ενδιαφέρουν.



Εικόνα 35. Διάγραμμα συστήματος εσωτερικού φωτισμού.

4.2.4. Σενάριο Θέρμανσης

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό σενάριο σε θέματα χαμηλής ενέργειας είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας, γι' αυτό και το παρόν σενάριο θα χωριστεί σε τέσσερις κατηγορίες. Η κάθε κατηγορία θα υποδηλώνει την εποχή του χρόνου, καθώς αλλάζουν οι θερμοκρασίες και, ως αποτέλεσμα, η κατανάλωση ενέργειας. Στο παρακάτω διάγραμμα έχουμε τη μέση τιμή της θερμοκρασίας κάθε μήνα στην Ελλάδα.



Εικόνα 36. Διάγραμμα μέσων τιμών θερμοκρασιών στην περιοχή της Λαμίας.

Πηγή: <https://weatherspark.com/y/87893/Average-Weather-in-Lamia-Greece-Year-Round>

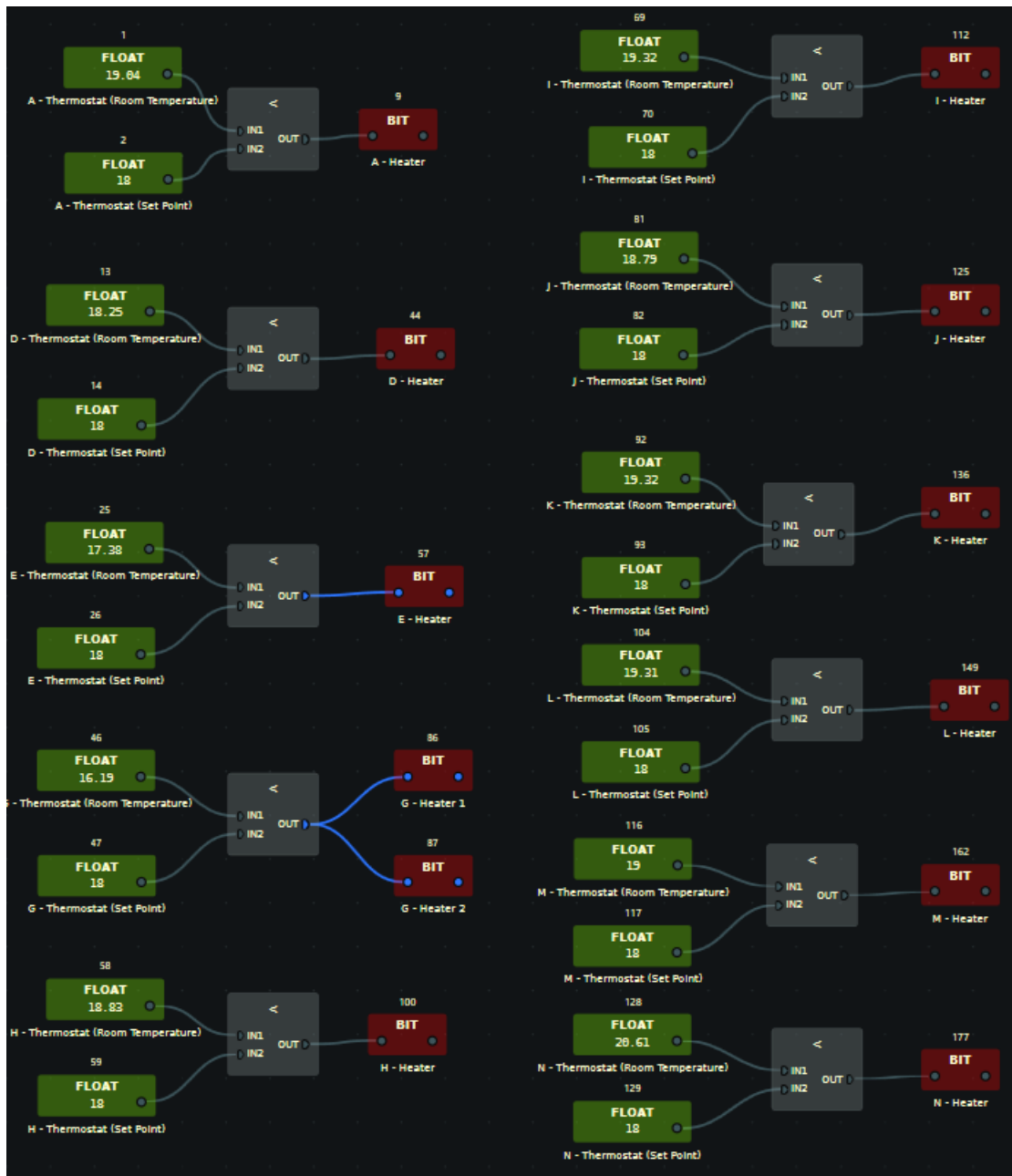
Βάσει αυτού του πίνακα και των τιμών που μας δίνονται θα υπολογίσουμε για τις τέσσερις εποχές τη μέση θερμοκρασία και θα πάρουμε τον τελικό πίνακα κατανάλωσης ενέργειας του έξυπνου σπιτιού.

Ξεκινώντας, φαίνεται παρακάτω το σύστημα του θερμοστάτη που χρησιμοποιείται στο σπίτι, όπου μπορούμε να διακρίνουμε τον διακόπτη, τις επιλογές αύξησης και μείωσης της θερμοκρασίας που θέτουμε ως στόχο και δύο επιλογές. Η πρώτη επιλογή συμβολίζεται με το γράμμα “E” και προσδιορίζει το Eco Mode και η δεύτερη επιλογή συμβολίζεται με το γράμμα “C” και προσδιορίζει το Comfort Mode.



Εικόνα 37. Σύστημα θέρμανσης.

Πριν προχωρήσουμε στη λειτουργία του συστήματος για κάθε εποχή διαφορετικά, θα πρέπει να εξετάσουμε το διάγραμμα ελέγχου της θερμοκρασίας. Για τον έλεγχο αυτό, παίρνουμε δύο εισόδους, τη θερμοκρασία που λαμβάνει ο θερμοστάτης από το δωμάτιο και τη θερμοκρασία-στόχο που μπορεί να θέσει ο χρήστης μέσω του συστήματος του θερμοστάτη. Όσο η τιμή που μας δίνει ο αισθητήρας του θερμοστάτη για τη θερμοκρασία του χώρου είναι μικρότερη της τιμής που έχει θέσει ο χρήστης, στέλνεται σήμα για να ανοίξουν τα συστήματα θέρμανσης στο χώρο αυτό. Διαφορετικά, τα συστήματα θέρμανσης παραμένουν κλειστά. Αξίζει να σημειωθεί στο παρόν σημείο, πως για τις ανάγκες του πειράματος έχουν ρυθμιστεί όλοι οι θερμοστάτες στους 18 βαθμούς Κελσίου στο Eco Mode και στους 25 βαθμούς Κελσίου στο Comfort Mode. Παρακάτω αναλύουμε τη συμπεριφορά και τα δεδομένα του συστήματος σε Eco Mode.



Εικόνα 38. Διάγραμμα αυτόματου ελέγχου θερμοκρασίας.

- Κατά την περίοδο του χειμώνα, η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη τιμή, που μπορέσαμε να συγκεντρώσουμε, είναι 3 και 12 βαθμούς Κελσίου αντίστοιχα. Ως εκ τούτου, αυτές πρόκειται να είναι και οι τιμές του περιβάλλοντος, που θα εκτελείται η προσομοίωση. Η ημερήσια κατανάλωση έφτασε την τιμή των 82.37 kWh, η εβδομαδιαία κατανάλωση την τιμή των 580.91 kWh και τέλος η μηνιαία κατανάλωση άγγιξε την τιμή των 1964.34 kWh. Συνολικά, βάσει των παραπάνω πληροφοριών, είμαστε σε θέση να εξάγουμε ένα αποτέλεσμα κατά προσέγγιση στις 5893.02 kWh.

- Κατά την περίοδο της άνοιξης, οι μέσες τιμές θερμοκρασίας είναι 8 βαθμοί Κελσίου, ως ελάχιστη τιμή, και 20 βαθμοί Κελσίου, ως μέγιστη τιμή. Η ημερήσια κατανάλωση προσέγγισε τις 31.34 kWh, η εβδομαδιαία κατανάλωση τις 242.01kWh και η μηνιαία κατανάλωση την τιμή των 1653.06 kWh. Συνολικά, εξάγουμε την τιμή των 4959.18 kWh, κατά προσέγγιση.
- Το καλοκαίρι είναι μία ιδιαίτερη περίοδος, καθώς η μέση ελάχιστη και η μέση μέγιστη τιμή είναι, αντίστοιχα, 18 και 32 βαθμοί Κελσίου. Εφόσον το σύστημά μας έχει ως στόχο τη θέρμανση στους 18 βαθμούς Κελσίου, παραμένει ανενεργό και έτσι δεν υπάρχει κατανάλωση ενέργειας αυτήν την περίοδο.
- Η περίοδος του φθινοπώρου επαναφέρει τις χαμηλότερες θερμοκρασίες, συγκριτικά με αυτές του καλοκαιριού, και έχουμε ως μέση ελάχιστη τιμή τους 12 βαθμούς Κελσίου και ως μέση μέγιστη τιμή τους 23 βαθμούς Κελσίου. Έτσι, λοιπόν, η ημερήσια κατανάλωση ήταν 10.25 kWh, η εβδομαδιαία κατανάλωση 72.68 kWh και, τέλος, η μηνιαία κατανάλωση άγγιξε την τιμή των 302.41 kWh. Ως σύνολο, εξάγουμε προσεγγιστικά την τιμή των 907.23 kWh.

Το γενικό σύνολο όλης της χρονιάς μπορεί να βρεθεί, προσθέτοντας τις μέσες τιμές κατανάλωσης της κάθε εποχής και έτσι βρίσκουμε ότι η συνολική κατανάλωση ανέρχεται στις 11759.43 kWh. Παρακάτω, μπορούμε να διακρίνουμε τις παραπάνω τιμές σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.

	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Σύνολο
HK	82.37	31.34	0	10.25	
EK	580.91	242.01	0	72.68	
MK	1964.34	1653.06	0	302.41	
ΣΚ	5893.02	4959.18	0	907.23	11759.43

Πίνακας 1. Τιμές κατανάλωσης ενέργειας ανά εποχή σε Eco Mode.

Βάσει ίδιου διαγράμματος παρακάτω θα αναλύσουμε τη συμπεριφορά και τα δεδομένα του συστήματος σε Comfort Mode. Οι μετρήσεις γίνονται στα ίδια δεδομένα μέσης ελάχιστης και μέσης μέγιστης τιμής της θερμοκρασίας για κάθε εποχή αντίστοιχα.

- Κατά την περίοδο του χειμώνα, η ημερήσια κατανάλωση έφτασε την τιμή των 168.62 kWh, η εβδομαδιαία κατανάλωση την τιμή των 1162.09 kWh και τέλος η μηνιαία

κατανάλωση άγγιξε την τιμή των 4953.31 kWh. Συνολικά, βάσει των παραπάνω πληροφοριών, είμαστε σε θέση να εξάγουμε ένα αποτέλεσμα κατά προσέγγιση στις 14859.93 kWh.

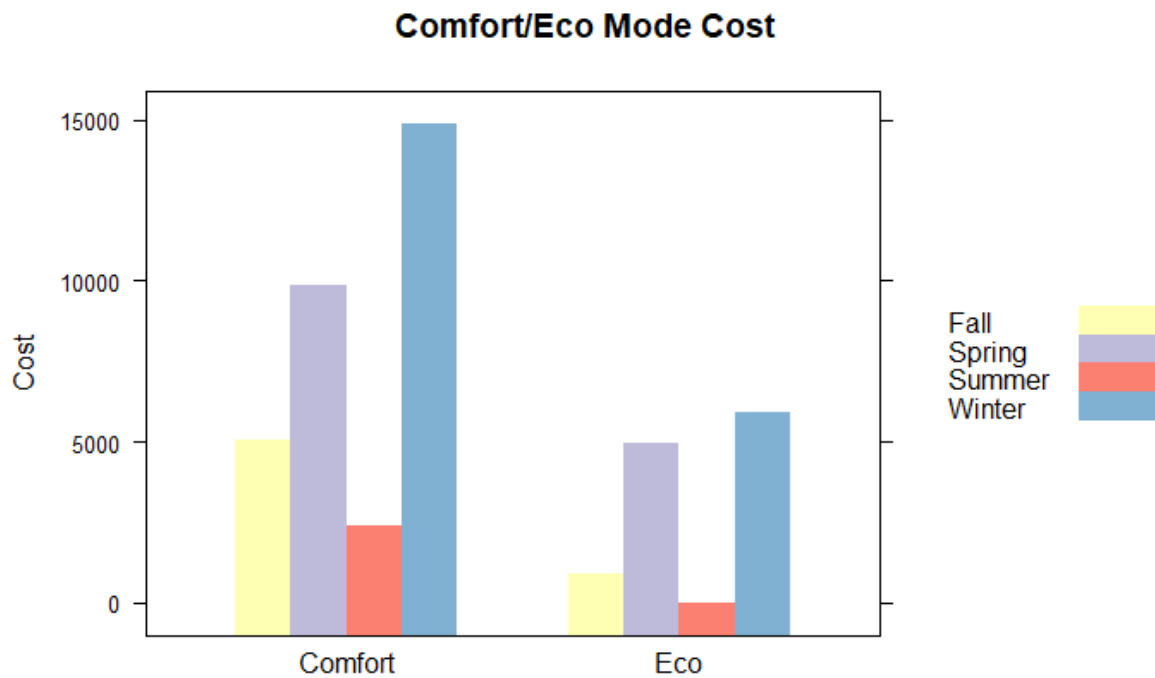
- Κατά την περίοδο της άνοιξης, η ημερήσια κατανάλωση προσέγγισε τις 103.84 kWh, η εβδομαδιαία κατανάλωση τις 726.68 kWh και η μηνιαία κατανάλωση την τιμή των 3293.97 kWh. Συνολικά, εξάγουμε την τιμή των 9881.91 kWh, κατά προσέγγιση.
- Το καλοκαίρι θα έχουμε κατανάλωση ενέργειας κυρίως κατά τις βραδινές ώρες. Έτσι εξάγουμε τα αποτελέσματα για την ημερήσια κατανάλωση στις 23.43 kWh, την εβδομαδιαία κατανάλωση στις 178.98 kWh και τη μηνιαία κατανάλωση στις 788.9 kWh. Μας δίνεται ένα σύνολο, λοιπόν, των 2366.7 kWh, κατά προσέγγιση.
- Η περίοδος του φθινοπώρου μας δίνει μία ημερήσια κατανάλωση των 89.98 kWh, καθώς και μία εβδομαδιαία κατανάλωση των 638.89 kWh και, τέλος, μία μηνιαία κατανάλωση των 2694.4 kWh. Ως σύνολο, εξάγουμε προσεγγιστικά μια τιμή των 5083.2 kWh.

Το γενικό σύνολο όλης της χρονιάς, όπως και νωρίτερα, θα είναι 32193.54 kWh. Παρακάτω, διακρίνουμε τις τιμές της κάθε εποχής σε ένα νέο συγκεντρωτικό πίνακα.

	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Σύνολο
HK	168.62	103.84	23.43	89.98	
EK	1162.09	726.68	178.98	638.89	
MK	4953.31	3293.97	788.9	2694.4	
ΣΚ	14859.93	9881.91	2366.7	5083.2	32193.54

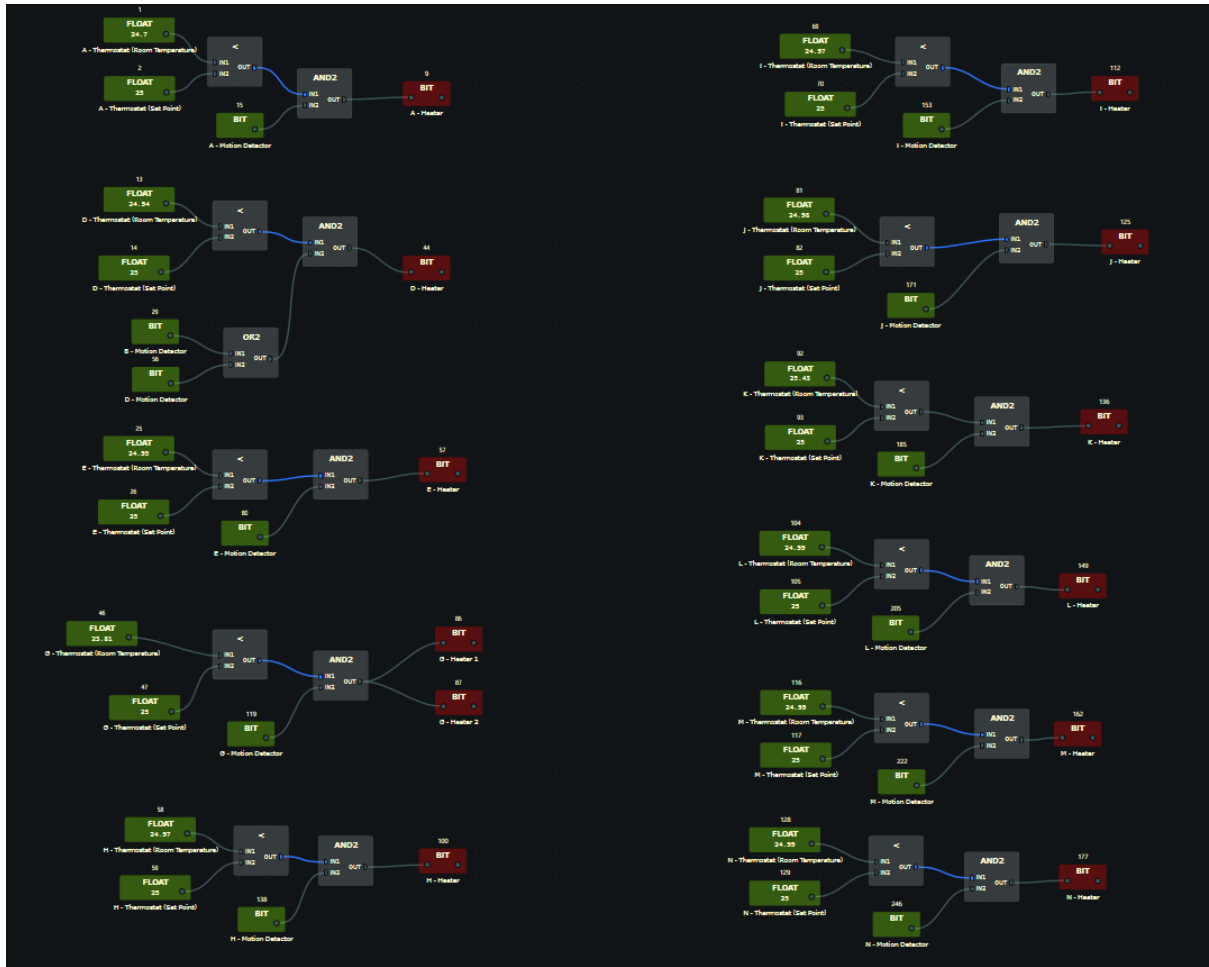
Πίνακας 2. Τιμές κατανάλωσης ενέργειας ανά εποχή σε *Comfort Mode*.

Στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο δημιουργήθηκε μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R, φαίνεται η διαφορά ανάμεσα σε *Eco Mode* και *Comfort Mode*. Είναι εύκολο κανείς να παρατηρήσει τη διαφορά στην κατανάλωση ανάλογα με το σύστημα που λειτουργεί κάθε φορά.



Εικόνα 39. Σύγκριση κόστους ανάμεσα σε Eco και Comfort Mode.

Για να μπορέσουμε να εξάγουμε το καλύτερο σύστημα αυτοματισμού, παρόλα αυτά, θα χρειαστεί να τροποποιήσουμε το διάγραμμα. Αυτό γίνεται διότι θέλουμε να ενεργοποιούμε τα συστήματα θέρμανσης την ώρα και στο χώρο στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης. Όπως φαίνεται παρακάτω, με τη βοήθεια του αισθητήρα κίνησης μπορούμε να ανιχνεύσουμε πότε ο χρήστης βρίσκεται στο δωμάτιο της επιλογής του και έτσι αν η θερμοκρασία του χώρου είναι χαμηλότερη από αυτήν που έχουμε θέσει ως στόχο, τότε ενεργοποιείται το αντίστοιχο σύστημα θέρμανσης.



Εικόνα 40. Διάγραμμα αυτόματου ελέγχου θερμοκρασίας βάσει αισθητήρων κίνησης.

Με τον τρόπο αυτόν, καταφέρνουμε να πάρουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για ένα σύστημα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναμφίβολα, το Internet of Things αποτελεί μέρος της καθημερινότητάς μας. Μέσω αυτού, μπορεί ο καθένας να δημιουργήσει όπως ακριβώς θέλει το δικό του έξυπνο σπίτι, καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες του. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον έξυπνου σπιτιού είναι πλέον αναγκαίο να υπάρχει η μέγιστη δυνατή χρήση στην ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Όπως είδαμε και στο περιβάλλον εικονικής προσομοίωσης ενός έξυπνου σπιτιού, καταφέραμε να καλύψουμε τις βασικές ανάγκες μας δημιουργώντας διαφορετικά σενάρια κάθε φορά και παρατηρώντας τη συμπεριφορά του συστήματος στις απαιτήσεις μας. Το αποτέλεσμα ήταν το σύστημα να ανταποκρίνεται στους στόχους που του θέσαμε καταναλώνοντας όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια. Άνθρωποι κάθε ηλικίας θα μπορούσαν να διαμένουν σε έναν τέτοιο χώρο, καθώς οι αυτοματισμοί τους παρέχουν συστήματα ασφαλείας, ψυχαγωγίας και υγιεινής, και έτσι έρχονται ολοένα και περισσότερο κοντά με την τεχνολογία του Internet of Things. Τέλος, γνωρίζοντας ότι η μηχανική μάθηση αναπτύσσεται συνεχώς και ραγδαία, ίσως να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε νέα συστήματα που θα είναι ακόμη πιο κοντά στον άνθρωπο και θα τον βοηθούν σε θέματα της καθημερινότητάς του.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>
- [2] S. Marksteiner, V. J. Exposito Jimenez, H. Vallant, and H. Zeiner, "An Overview of Wireless IoT Protocol Security in the Smart Home Domain," 2017 Joint 13th CTTE and 10th CMI Conference on Internet of Things Business Models, Users, and Networks, Copenhagen, 2017, pp. 1-8.
- [3] Jaouhari, Saad El, Emilio Jose Palacios-García, Amjad Anvari-Moghaddam and Ahmed Bouabdallah. "Integrated Management of Energy, Wellbeing and Health in the Next Generation of Smart Homes." Sensors (Basel, Switzerland) 19 (2019): n. pag.
- [4] Reinisch, Christian, Mario Jerome Kofler, Félix Iglesias and Wolfgang Kastner. "ThinkHome Energy Efficiency in Future Smart Homes." EURASIP Journal on Embedded Systems 2011 (2011): 1-18.
- [5] <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [6] Solanki, Vijender Kumar, Venkatesan Muthusamy and Somesh Katiyar. "Think Home: A Smart Home as Digital Ecosystem." Circuits and Systems 07 (2016): 1976-1991.
- [7] <https://www.auvik.com/franklyit/blog/types-of-networks/>
- [8] Mendes, Tiago D. P., Radu Godina, Eduardo M. G. Rodrigues, João Carlos Oliveira Matias and João P. S. Catalão. "Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources." Energies 8 (2015): 7279-7311.
- [9] Mendes, Tiago D. P., Radu Godina, Eduardo M. G. Rodrigues, João Carlos Oliveira Matias and João P. S. Catalão. "Smart and energy-efficient home implementation: Wireless communication technologies role." 2015 IEEE 5th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (POWERENG) (2015): 377-382.
- [10] Ghaffari, Ali. "An Energy Efficient Routing Protocol for Wireless Sensor Networks using A-star Algorithm." Journal of Applied Research and Technology 12 (2014): 815-822.
- [11] Vasilateanu, Andrei and Bogdan Bernovici. "Lightweight Smart Home Simulation System for Home Monitoring using Software Agents." CENTERIS/ProjMAN/HCist (2018).
- [12] <https://realgames.co/home-io/>
- [13] Bouchard, Kévin, Amir Ajroud, Bruno Bouchard and Abdenour Bouzouane. "SIMACT : a 3 D Open Source Smart Home Simulator for Activity Recognition with Open Database and Visual." (2012).