ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Οι λειτουργίες του έξυπνου σπιτιού στο πλαίσιο του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Ονοματεπώνυμο : Χαψής Γεώργιος
Α.Μ : 43201

Εισηγητής: Καρκαζής Παναγιώτης, Επ. Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2020

UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF ENGINEERING

Department of Informatics and Computer Engineering

The functions of the smart home in the context of the internet of things

STUDENT NAME : Chapsis Georgios
C.N : 43201

NAME OF SUPERVISOR: Καρκαζής Παναγιώτης, Επ. Καθηγητής

ATHENS 2020

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Καρκαζή Παναγιώτη, Επ. Καθηγητής, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος και για τη καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου που εκτελούσα τη πτυχιακή εργασία. Τέλος, εκτιμώ ιδιαίτερα το γεγονός της ελευθερίας που μου δόθηκε ως προς τον τρόπο ανάπτυξης του project.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω την αγάπη μου στους ανθρώπους που γνώρισα κατά την διάρκεια των φοιτητικών μου σπουδών και να τους ευχαριστήσω για τη βοήθεια τους αλλά και για τις όμορφες στιγμές που μοιραστήκαμε.

Οι ευχαριστίες δεν θα μπορούσαν να λείπουν, για την οικογένεια και τους φίλους μου, που ήταν συνέχεια στο πλευρό μου όποτε τους χρειάστηκα.

Τέλος, θέλω μέσα από την καρδιά μου να πω ένα τεράστιο ευχαριστώ στον πολύ καλό μου φίλο, κ. Κοτσιλίτη Σαράντη, ο οποίος θυσίασε αρκετές ώρες από την καθημερινότητα του, για να με βοηθήσει σε κάθε δυσκολία που συνάντησα κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Περίληψη:

Στον 21ο αιώνα πλέον, η τεχνολογία εξελίσσεται με τρομερή ταχύτητα και έχει γινεί βασικό κομμάτι στη ζωή του ανθρώπου. Προσφέρει άμεση ενημέρωση μέσω των έξυπνων συσκευών, ασφάλεια αλλά και άνεση. Το έξυπνο σπίτι είναι από τις δημοφιλέστερες εφαρμογές και έχει τραβήξει το ενδιαφέρον πολλών εταιριών και επιστημόνων. Σήμερα κατασκευάζονται αρκετά έξυπνα σπίτια, αλλά με κόστος καθόλου ευκαταφρόνητο για τον μέσο άνθρωπο. Έτσι, εταιρίες βγάζουν στο εμπόριο μεμονωμένα έξυπνες συσκευές για διάφορες ανάγκες, όπως οι έξυπνοι διακόπτες που συνδέονται μέσω το Wi-Fi του σπιτιού, έτσι ο ένοικος μπορεί να αλληλοεπιδράσει μαζί τους. Παρ' όλα αυτά, πάλι οι τιμές είναι υψηλές και ο εκάστοτε χρήστης πρέπει να ξοδέψει αρκετά χρήματα για να έχει ένα αξιόλογο αποτέλεσμα.

Με βάση τους παραπάνω προβληματισμούς, στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας, έγινε μελέτη μετατροπής συμβατικού σπιτιού σε έξυπνο. Φυσικά το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things) έχει κυρίαρχο ρόλο στην εργασία. Πάνω στη συγκεκριμένη τεχνολογία κατασκευάστηκαν όλα αυτά που θα παρουσιαστούν.

Ο στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή συστήματος που να μετατρέπει ένα απλό σπίτι σε έξυπνο, με όσο το δυνατόν λιγότερους πόρους, φιλικό στο περιβάλλον και προσιτό στον μέσο καταναλωτή.

Δημιουργήθηκε λοιπόν ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου «χτισμένο» στην εφαρμογή Node-Red (https://nodered.org/). Περιέχει βασικές λειτουργίες σπιτιού και επιτρέπει στον καταναλωτή να ενημερώνεται και να αλληλοεπιδρά με το σπίτι. Επίσης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται για τη κατάσταση του σπιτιού του, ακόμα και όταν βρίσκεται μακριά από αυτό, αφού όλα τα δεδομένα αποστέλλονται σε πραγματικό χρόνος στο προφίλ του, στην πλατφόρμα IBM (https://www.ibm.com/watson).

Για την υλοποίηση του πρωτότυπου συστήματος χρησιμοποιήθηκαν ένα ESP32, αισθητήρες και ένα Raspberry Pi, όπου στέλνονται όλα τα δεδομένα από το ESP32 μέσω Wi-Fi και του πρωτοκόλλου MQTT. Το Raspberry Pi έχει το ρόλο του server και πάνω σε αυτό τρέχει η εφαρμογή Node-Red. Τέλος, για τη δημιουργία των σεναρίων, επιλέχθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού C, που αναπτύχθηκε στην εφαρμογή Arduino, και η JavaScript στις function του Node-Red.

Λέξεις Κλειδιά:

Διαδίκτυο των πραγμάτων(Internet of Things), Έξυπνο Σπίτι(Smart Home), Internet, Σύννεφο (Cloud), Smartphones, Πρωτόκολλο επικοινωνίας, Raspberry Pi, Αυτοματισμοί, Σύστημα Ασφάλειας, Λειτουργικό Σύστημα, Απομακρυσμένος έλεγχος, ESP32, Arduino, Αισθητήρες, Εφαρμογές IoT, Node-Red, IBM Watson IoT.

Description:

In the 21th century, technology shows a huge progress and it is a vital part of people's lives nowadays. It offers direct information through smart devices, seamy but also ease in daily tasks. The "smart home" is one of the most famous products that attracted a lot of organizations and scientists' interest through the years. Nowadays, there are many smart houses but their cost is high which make them not affordable for the medium class citizens. For this reason, companies introduce separately smart devices for house's needs such as smart interrupters that connect through Wi-Fi and the owner can interact through his home with them. Nevertheless, the smart products' prices are still high and anyone that want to buy them have to spend a lot of money with purpose to have distinguished results.

Based on the above problems, in terms of this final project, it has made a research and a conversion from a simple house to a smart home. Surely, the Internet of Things has a crucial role at this project because everything that will be presented at this paper is based at the above technology.

The main aim of this project is a system's construction that will convert a simple house to a smart house, with a small number of resources, environmentally friendly and affordable to the media level customer.

For this reason, it is constructed a main control system that "is built" in Node-Red application. It provides basic house's operations and allows to users to be informed and interact with the house's operation. Additionally, the user has the possibility to be informed for "house's condition" even when he is away from it, because all the data are sent in real time at user's profile, in IBM platform.

For this systems implementation they are used an ESP32, sensors and one Raspberry Pi, where are sent all the data from ESP32 via Wi-Fi and the communication protocol MQTT. Raspberry Pi has the role of the server and up on this the application operates safely. At the end, for the creation of the project's scenarios, they were chosen the C programming languages, which was developed in Arduino application and JavaScript in function toy Node-Red.

Keywords:

Internet of Things, Smart Home, Internet, Cloud, Smartphones, Communication Protocol, Raspberry Pi, Automations, Security System, Operation System, Remote control, ESP32, Arduino, Sensors, Application IoT, Node-Red, IBM Watson IoT.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες 4
Περίληψη: 5
Λέξεις Κλειδιά: 5
Description: 6
Keywords: 6
Κατάλογος Εικόνων 12
Συντομεύσεις 14
Εισαγωγή 15
1 Πρόλογος 15
2. Σκοπός 15
Κεφάλαιο 1 16
Εισαγωγή στο Internet of Things(Διαδίκτυο Των Πραγμάτων) 16
1.1 Τι είναι το IoT 16
1.2 Ορισμός του IoT 16
1.3 Ιστορική αναδρομή 17
1.4 Πως λειτουργεί 17
1.5 Αρχιτεκτονική Internet of Things 18
1.5.1 Επίπεδο έξυπνων συσκευών και αισθητήρων (Device Layer) 18
1.5.2 Πύλες και δίκτυα (Gateways and Networks) 19
1.5.3 Επίπεδο διαχείρισης (Management Service Layer) 19
1.5.4 Επίπεδο εφαρμογών (Application Layer) 19
1.6 Μοντέλα επικοινωνίας 20
1.6.1 Συσκευή με συσκευή (Device-to-Device Communication) 20
1.6.2 Συσκευής με το Cloud (Device-to Cloud Communication) 21
1.6.3 Συσκευής με πύλη δικτύου (Device-to-Gateway Communication) 22
1.6.4 Μοντέλο Back-End Data-Sharing 23
1.7 Υλοποίηση Internet Of Things 23
1.7.1 Πρωτόκολλα του IoT 24
1.8 Εφαρμογές του IOT 29
1.8.1 Έξυπνη Πόλη 29
1.8.2 Έξυπνο Σπίτι 31
1.8.3 Το IoT στην Υγειονομική περίθαλψη & υπηρεσίες υγείας 31

1.8.4 Στις Επιχειρήσεις και βιομηχανία 32
1.8.5 Περιβάλλον 32
1.8.6 Ασφάλεια 33
1.9 Θετικά και αρνητικά της τεχνολογίας του Internet of Things 33
1.9.1 Πλεονεκτήματα του Internet of Things 33
1.9.2 Μειονεκτήματα του Internet of Things 34
1.10 Πλατφόρμες Internet of Things 34
1.10.1 Amazon web service IoT Platform 34
1.10.2 IBM Watson IoT Platform 35
1.10.2.1 IBM APIs 36
1.10.3 Microsoft Azure 37
Κεφάλαιο 2 39
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ 39
2.1 Εισαγωγή Στο Έξυπνο Σπίτι 39
2.2 Πώς Λειτουργεί το έξυπνο σπίτι; 39
2.3 Κατηγορίες Έξυπνων Σπιτιών 40
2.3.1 Τα Ελέγξιμα Σπίτια (Controllable Houses) 41
2.3.2 Τα Προγραμματιζόμενα Σπίτια (Programmable Houses) 42
2.3.3 Τα Ευφυή Σπίτια (Intelligent Houses) 43
2.4 Αυτοματισμοί και Πλεονεκτήματα Έξυπνου Σπιτιού 43
2.4.1 Σύστημα Ασφαλείας 43
2.4.2 Σύστημα Παρακολούθησης 44
2.4.3 Σύστημα φωτισμού 44
2.4.4 Σύστημα Ηλεκτρικών Συσκευών και Ψυχαγωγία 45
2.4.5 Σύστημα Ψύξης και Θέρμανσης 45
2.4.6 Σύστημα Ρολών, Τεντών και Θυρών 46
2.4.7 Σύστημα Ποτίσματος 46
2.4.8 Σύστημα Πυρανίχνευσης και Πλημμύρας 46
2.4.9 Άνεση 47
2.4.10 Οικονομία 47
2.4.11 Τα Οφέλη για το Περιβάλλον 47
2.5 Επικοινωνία Ιδιοκτήτη Με Το Έξυπνο Σπίτι 48
2.6 Μειονεκτήματα Έξυπνου Σπιτιού 48
2.6.1 Κόστος 49
2.6.2 Εξοικείωση με την τεχνολογία 49
2.6.3 Προστασία προσωπικών δεδομένων και ιδιωτικότητας. 49

Κεφάλαιο 3 51
Αρχιτεκτονική του Συστήματος 51
3.1 Node-Red 52
3.1.1 Δημιουργία Εφαρμογών με το Node-Red 54
3.2 Node.js 57
3.2.1 Javascript rendering engine 57
3.2.2 JSON 58
3.3 Σενάρια Χρήσης 58
3.3.1 Θερμοσίφωνας 59
3.3.2 Ανιχνευτής Φωτιάς 60
3.3.3 Έλεγχος Παρουσίας 62
3.3.4 Σύστημα Θέρμανσης και Ψύξης 64
3.3.5 Παρουσία Βροχής 67
3.3.6 Σύστημα Φωτισμού 68
Κεφάλαιο 4 70
Υλοποίηση του συστήματος 70
4.1 Raspberry Pi 70
4.1.1 Η Ιστορία του Raspberry Pi 70
4.1.2 Γιατί να προτιμήσουμε το Raspberry Pi 70
4.1.2 Ανάλυση Πλακέτας Raspberry Pi 3 Model B+ 70
4.1.3 Λειτουργικά συστήματα 73
4.1.4 Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος 73
4.1.5 Απομακρυσμένος Έλεγχος 74
4.1.6 Προγραμματίζοντας τις GPIO θύρες 74
4.2 ESP32 75
4.2.1 Χαρακτηριστικά πλακέτας ESP32. 76
4.2.2 Προγραμματισμός του ESP32 76
4.2.3 Θέση Στο Σύστημα 77
4.3 Εξαρτήματα και Αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν 78
4.3.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας-Υγρασίας DHT11 και DHT22 78
4.3.2 Αισθητήρας Κίνησης PIR Motion Sensor 80
4.3.3 Αισθητήρας Βροχής 81
4.3.4 Αισθητήρας φωτεινότητας 83
4.3.5 Αισθητήρας Φωτιάς 84
4.3.6 Βηματικός Κινητήρας 86
4.3.7 MAX 6675 with Water Temprerature Sensor 87

4.3.8 Hall sensor 88
4.3.9 Leds 90
4.3.10 Καλώδια 91
4.3.11 Αντίσταση 91
4.3.12 Buzzer 92
4.3.13 Breadboard 92
Κεφάλαιο 5 94
Συμπεράσματα και μελλοντική ανάπτυξη 94
5.1 Κοστολόγιο 94
5.2 Τεχνικές Δυσκολίες 94
5.3 Προτάσεις Επέκτασης 95
Βιβλιογραφία 97
Παράρτημα 101
1. Git 101
1.1 Χαρακτηριστικά 101
1.2 Ορισμοί 101
2. GitHub 101
2.2. Χαρακτηριστικά 102
3. Ο κώδικας της πτυχιακής εργασίας 102

Κατάλογος Εικόνων

Figure 1: IoT logo 16
Figure 2: Αρχιτεκτονική Internet of Things 18
Figure 3: Device-to-Device Μοντέλο 20
Figure 4: Device-to-Cloud Μοντέλο 21
Figure 5: Device-to-Gateway Μοντέλο 22
Figure 6: Μοντέλο Back-End Data-Sharing 23
Figure 7: Μοντέλο OSI Internet of Things 24
Figure 8: IEEE 802.15.4 & ZigBee reference model 25
Figure 9: Network Architecture of 6LoWPAN 26
Figure 10: Γραφική Απεικόνιση του πρωτοκόλλου MQTT 28
Figure 11: Απλοποιημένο παράδειγμα στοίβας πρωτοκόλλων του IoT 29
Figure 12: The AWS IoT platform architecture 35
Figure 13: Τοπολογία Δικτύωσης IoT Hub Device to Cloud 38
Figure 14: Κατηγορίες Έξυπνων Σπιτιών 41
Figure 15: Αρχιτεκτονική Κατασκευής 52
Figure 16: Παράδειγμα Flow σε Node-Red 53
Figure 17: Node-Red Architecture 53
Figure 18: Παράδειγμα Javascript αρχείου του Lower Case Node 54
Figure 19: Δημιουργία του HTML αρχείου του Lower Case Node 55
Figure 20: Δημιουργία του package.json αρχείου του Lower Case Node 56
Figure 21: Το Περιβάλλον του Node-Red 56
Figure 22: Παράδειγμα Κατασκευής Flow 57
Figure 23: Σενάριο Λειτουργίας Θερμοσίφωνα 59
Figure 24: Το Σενάριο λειτουργίας θερμοσίφωνα στο Node-Red 60
Figure 25*: Σενάριο Λειτουργίας Fire Alarm* 61
Figure 26: Το Σενάριο λειτουργίας Ανίχνευσης Φωτιάς στο Node-Red 62
Figure 27: Σενάριο Παρουσίας Στο Περιβάλλον του Σπιτιού 63
Figure 28: Το Σενάριο λειτουργίας Ανίχνευσης Παρουσίας στο Node-Red 64
Figure 29: Σενάριο Λειτουργίας του Συστήματος Θέρμανσης 65
Figure 30:Το Σενάριο λειτουργίας Συστήματος Θέρμανσης και Ψύξης στο Node-Red 66
Figure 31: Σενάριο Λειτουργίας Συστήματος Ψύξης 67
Figure 32: Σενάριο Παρουσίας Βροχής 68
Figure 33: Σενάριο Λειτουργίας Λαμπτήρων στο Node-Red 69
Figure 34: Raspberry Pi 3 Model B+ 71
Figure 35: Απαραίτητα Περιφερειακά Raspberry Pi 72
Figure 36: Pins of Raspberry Pi 3 Model B+ 73
Figure 37: ESP32, 30 Pins 75
Figure 38: Specification of ESP32 76
Figure 39: Arduino's Logo 77
Figure 40: Αισθητηρας Θερμοκρασίας-Υγρασίας (DHT11 && DHT22) 78
Figure 41: Συνδεσμολογία DHT11 & Raspberry Pi 3 (Breadboard) 79
Figure 42: Συνδεσμολογία DHT22 & ESP32 (Breadboard) 80
Figure 43: Αισθητήρας Παρουσίας PIR 80
Figure 44: Συνδεσμολογία PIR & Raspberry Pi 3 (BreadBoard) 81

Figure 45: Αισθητήρας Βροχής 82
Figure 46: Συνδεσμολογία Αισθητήρα βροχής με το ESP32 (Breadboard) 83
Figure 47: Αισθητήρας Φωτεινότητας 83
Figure 48: Τυπική γραφική παράσταση αντίστασης LDR συνάρτησης της φωτεινότητας 84
Figure 49: Συνδεσμολογία photoresistor - Led & ESP32 (Breadboard) 84
Figure 50: Flame Sensor 85
Figure 51: Συνδεσμολογία Αισθητήρα Φωτιάς (Breadboard) 85
Figure 52: Stepper Motor 28BYJ-48 with ULN2003-518 driver Board 86
Figure 53: MAX6675 & Thermocouple Temperature Sensor 87
Figure 54: Συνδεσμολογία MAX6675 & Thermocouple 88
Figure 55: Waveshare Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου 89
Figure 56: Led 90
Figure 57: Καλώδια σύνδεσης Αισθητήρων-Πλακετών 91
Figure 58: Αντίσταση 91
Figure 59: Πίνακας - χρωματολόγιο - Αντιστατών 92
Figure 60: Buzzer 92

Συντομεύσεις

IoT:	Internet of Things
SSH:	Secure Shell
GPIO:	general-purpose input/output
Wi-Fi:	Wireless Fidelity
RFID:	Radio Frequency Identification
NFC:	near field communication
WLAN:	Wireless Local Area Network
IP:	Internet Protocol
TCP:	Transmission Control Protocol
UDP:	User Datagram Protocol
MQTT:	Message Queue Telemetry Transport
XMPP:	Extensible Messaging and Presence Protocol
LWM2M:	Light Weight Machine-to-Machine protocol
SD:	Secure Digital
USB:	Universal Serial Bus
CPU:	Central processing unit
GPU:	Graphics processing unit
WAN:	wide area network
HDMI:	High-Definition Multimedia Interface
ESP32:	Espressif Systems
DIY:	do it yourself
API:	Application programming interface

Εισαγωγή

1 Πρόλογος

Η τεχνολογία πλέον έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της ζωή και της καθημερινότητας του ανθρώπου, τόσο πολύ μάλιστα, που επηρεάζει τη φυσική ροή των πραγμάτων γύρο μας και δημιουργεί μια αλληλεξάρτηση στην υλοποίηση απλών καθημερινών διαδικασιών. Το πλήθος τον υποχρεώσεων έχει αυξηθεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το περιορισμό του ελεύθερου χρόνου. Η τεχνολογία και κάθε συσκευή που μπορεί να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της καθημερινότητας, είναι προτέρημα. Βασιζόμενοι σε αυτή την ιδέα, έχουν δημιουργηθεί διάφορες καινοτομίες που με την πάροδο του χρόνου ενσωματώθηκαν στην καθημερινότητα ως αναπόσπαστα εργαλεία. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι οικιακοί αυτοματισμοί, που σε συνδυασμό με τις δυνατότητες του σύγχρονου Διαδικτύου (Internet) παρέχουν υπηρεσίες όπως ο απομακρυσμένος έλεγχος των συσκευών, αλλά και του σπιτιού εξολοκλήρου. Το έξυπνο σπίτι (smart home) και οι λειτουργίες του αναπτύσσονται ολοένα και περισσότερο καθημερινά. Ο ένοικος ενός έξυπνου σπιτιού έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τη κατάσταση του σπιτιού του, από οπουδήποτε, απλά με τη χρήση ενός smartphone. Εκτός από αυτό, μπορεί να απολαμβάνει υπηρεσίες ψυχαγωγίας. Για παράδειγμα, αφού εισέλθει στην οικία, να ξεκινήσει η αναπαραγωγή της αγαπημένης του μουσικής ή αν δεν έχει τον απαραίτητο φωτισμό, να ανάψουν τα φώτα της εισόδου.

2. Σκοπός

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό, τη μελέτη της αρχιτεκτονικής των διάφορων IoT εφαρμογών, την σχεδίαση και υλοποίηση ενός πλήρους λειτουργικού συστήματος για την μετατροπή ενός συμβατικού απλού σπιτιού, σε έξυπνο, με όσο είναι δυνατών μικρότερο κόστος και λίγες αλλαγές στη δομή του σπιτιού. Έτσι, θα διερευνηθεί και θα υλοποιηθεί η αρχιτεκτονική, η δομή και η λειτουργία ενός ασύρματου οικιακού δικτύου (Smart Home). Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα σχεδιαστεί η αρχιτεκτονική του Smart Home που περιλαμβάνει το απαραίτητο υλικό (π.χ. αισθητήρια, ενεργοποιήσεις, υπολογιστικά συστήματα κ.α.), πρωτόκολλα επικοινωνίας, καθώς και η επισήμανση των πιθανών προβλημάτων που ανακύπτουν κατά την υλοποίηση τέτοιων εφαρμογών.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στο Internet of Things(Διαδίκτυο Των Πραγμάτων)

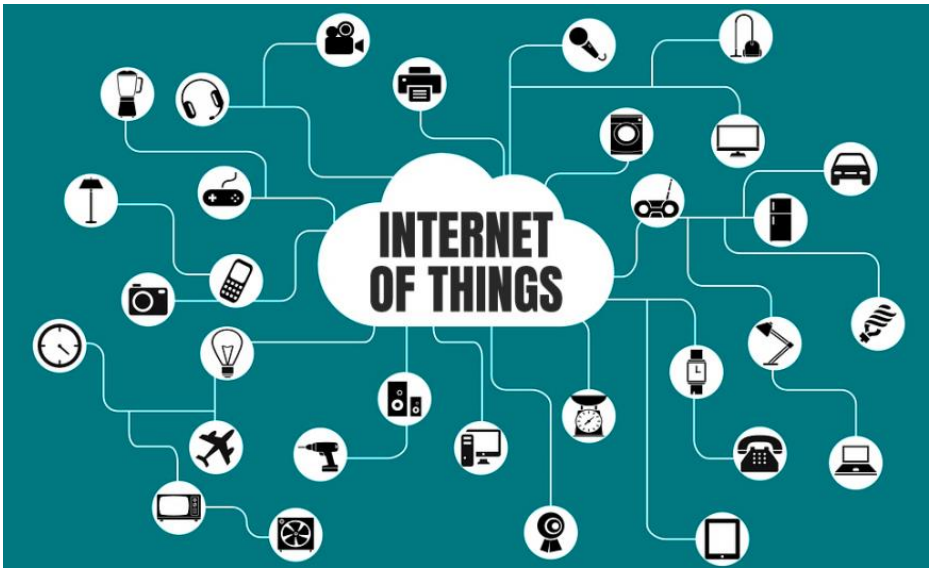


Figure 1: IoT logo
Πηγή: https://www.businessnews.gr/images/diethni/Internet-of-Things_large.jpg

1.1 Τι είναι το IoT

Γενικά, ο όρος IoT (Internet of Things) αναφέρεται στον ταχέως αυξανόμενο αριθμό ψηφιακών συσκευών. Η ποσότητα τώρα είναι δισεκατομμύρια. Οι συσκευές αυτές μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλοεπιδρούν με άλλες μέσω του δικτύου ή διαδικτύου παγκοσμίως και μπορούν να παρακολουθούνται και να ελέγχονται εξ αποστάσεως. Το IoT περιλαμβάνει έξυπνους αισθητήρες και άλλες συσκευές. Οι συσκευές και οι μηχανές που συνδέονται με το IoT μπορούν να βελτιώσουν τον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και ζούμε. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων πλέον αποτελεί θέμα συζητήσεων σε πολλούς τεχνολογικούς και εμπορικούς κύκλους ανά τον κόσμο. Με λίγα λόγια, πρόκειται για ένα αναπτυσσόμενο δίκτυο των καθημερινών αντικειμένων από άλλες βιομηχανικές μηχανές έως τα καταναλωτικά αγαθά, που μπορεί να μοιράζεται πληροφορίες και να ολοκληρώνει εργασίες.
[(SAS, 2019), (Samsung, 2015)]

1.2 Ορισμός του IoT

Θα ήταν δύσκολο να προσδιορίσουμε ακριβώς μια τεχνολογία που εξελίσσεται καθημερινά. Προσπαθώντας να προσεγγίσουμε τον ορισμό του Internet of Things, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι αναφέρεται σε ένα πλήθος φυσικών αντικειμένων, συσκευών, οχημάτων, κτιρίων

αλλά και άλλων αντικειμένων τα οποία περιέχουν ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα, λογισμικά, αισθητήρες και διαδικτυακή δυνατότητα σύνδεσης, κάτι που τους επιτρέπει να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους, αλλά και κεντρικές υποδομές νεφοϋπολογιστικής. Τα IoT αντικείμενα μπορούν να ελέγχονται απομακρυσμένα μέσω μιας δικτυακής υποδομής δημιουργώντας ευκαιρίες αλληλεπίδρασης του φυσικού κόσμου με τα υπολογιστικά συστήματα. Κάθε αντικείμενο έχει το δικό του υπολογιστικό σύστημα και μπορεί να λειτουργεί τόσο αυτόνομα όσο και σε συνεργασία με την υπόλοιπη διαδικτυακή υποδομή.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων ή Ίντερνετ των πραγμάτων (Internet of things) αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικειμένου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο, ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων. Απλούστερα, η φιλοσοφία του IoT είναι η σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους (τοπικό δίκτυο) ή με δυνατότητα σύνδεσης στο Internet (παγκόσμιο ιστό). (Wikipedia, 2019)

1.3 Ιστορική αναδρομή

Ο όρος Internet of Things αποδόθηκε την δεκαετία του 1990 από τον Kevin Ashton. 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 Internet μέσω μιας ετικέτας RFID. Το Ίντερνετ των πραγμάτων (Internet of Things) είναι μία από τις τρεις κορυφαίες τεχνολογικές εξελίξεις (μαζί με το mobile Internet και την αυτοματοποίηση του knowledge work) και αποτελεί μεγάλο βήμα στον χώρο της τεχνολογίας. Η επικοινωνία ανάμεσα κυρίως στις μηχανές αλλά και στις συσκευές υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια. Για παράδειγμα, οι μηχανές επικοινωνούν μεταξύ τους από τότε που αναπτύχθηκαν τα πρώτα ηλεκτρικά τηλέγραφα στα τέλη του 1830. Άλλες τεχνολογίες που τροφοδοτούνται με IoT ήταν οι ραδιοφωνικές μεταδόσεις, οι ασύρματες (Wi-Fi) τεχνολογίες και το λογισμικό παρακολούθησης ελέγχου και απόκτησης δεδομένων (SCADA). (Wikipedia, 2019)

Σήμερα, ζούμε σε έναν κόσμο όπου υπάρχουν περισσότερες συσκευές συνδεδεμένες με το Internet από ό, τι άνθρωποι. Η γρήγορη διάδοση του IoT οφείλεται στο ότι όλο και περισσότερες συσκευές διαθέτουν σύστημα Wi-Fi ή Bluetooth καθώς και προηγμένους αισθητήρες. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, στα τέλη του 2018, 22 δισ. συσκευές, σε διεθνές επίπεδο, ήταν συνδεδεμένες στο Internet, δημιουργώντας -αυτό που ονομάζεται- οικοσύστημα του Internet of Things (IoT). Οι προβλέψεις της Strategy Analytics ανεβάζουν τον αριθμό των συνδεδεμένων στο Internet συσκευών στα 38,6 δισ. μέχρι το 2025 και στα 50 δισ. μέχρι το 2030. (BussinessNews, 2019)

1.4 Πως λειτουργεί

Σε συζητήσεις γύρω από το IoT, έχει αναγνωριστεί ότι οι τεχνολογίες analytics είναι ζωτικής σημασίας για τη μετατροπή αυτής της «ροής δεδομένων» (streaming data) σε κατατοπιστική και χρήσιμη γνώση. Στην παραδοσιακή ανάλυση, τα δεδομένα αρχικά αποθηκεύονται και μετά αναλύονται. (MobileNewsGreece, 2018)

Με χρήση τεχνικών advanced analytics επιτυγχάνεται πέρα από την απλή παρακολούθηση των υπαρχουσών συνθηκών και την αξιολόγηση των κατώτατων ορίων, η πρόβλεψη μελλοντικών σεναρίων και στην εξέταση πολύπλοκων ερωτημάτων. (MobileNewsGreece, 2018)

Ουσιαστικά, αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να προχωρήσουμε πέρα από την απλή παρακολούθηση συνθηκών και ορίων στην εκτίμηση πιθανών μελλοντικών γεγονότων και στον προγραμματισμό τους για αμέτρητα what-if σενάρια. (MobileNewsGreece, 2018)

1.5 Αρχιτεκτονική Internet of Things

Το Διαδίκτυο πρέπει να έχει τη δυνατότητα σύνδεσης και μεταφοράς δεδομένων μεταξύ δισεκατομμυρίων και τρισεκατομμυρίων συσκευών. Με τη συνεχή επέκταση του IoT και την αύξηση των έξυπνων συσκευών που χρησιμοποιούνται πρέπει να μεταβληθεί και η ποικιλομορφία των συνδεδεμένων συσκευών. Η τεχνική υλοποίηση που χαρακτηρίζεται από την ασφαλή μετάδοση και αποτελεσματική επεξεργασία δεδομένων μας δίνει το μοντέλο αρχιτεκτονικής του IoT. Όπως καταλαβαίνουμε από την εικόνα 2 αυτή λοιπόν η αρχιτεκτονική αποτελείται από τα ακόλουθα επίπεδα.

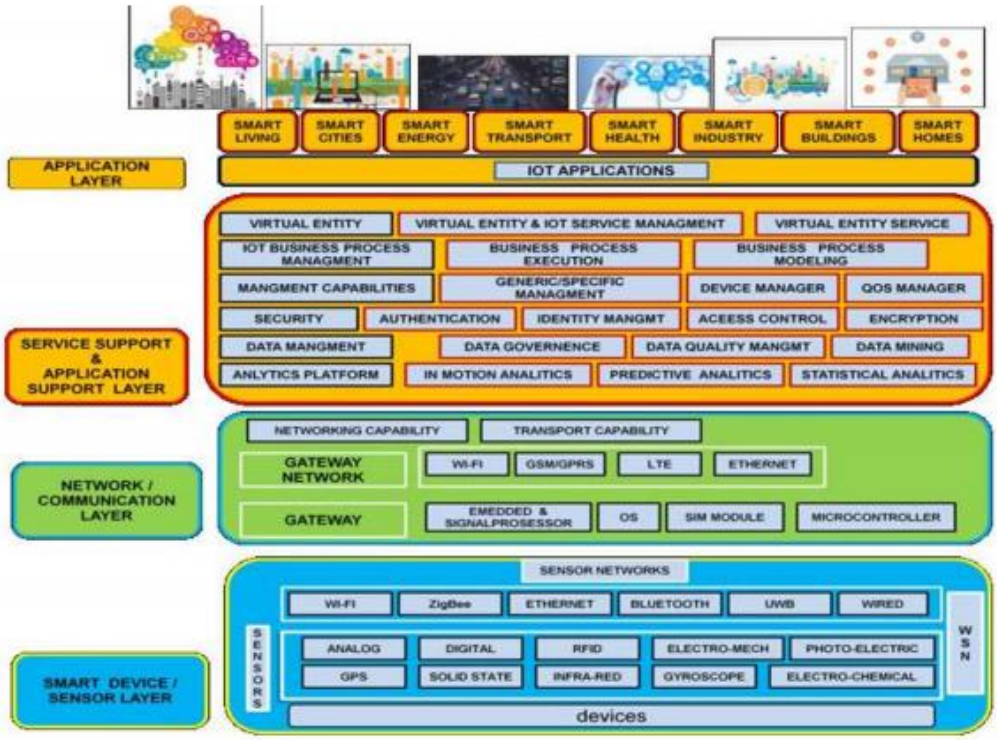


Figure 2: Αρχιτεκτονική Internet of Things
Πηγή: (Patel, 2016)

1.5.1 Επίπεδο έξυπνων συσκευών και αισθητήρων (Device Layer)

Το χαμηλότερο επίπεδο αποτελείται από έξυπνα αντικείμενα που έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες. Οι αισθητήρες επιτρέπουν τη διασύνδεση του φυσικού και ψηφιακού κόσμου

και την ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο αφού συλλέγουν και επεξεργάζονται πληροφορίες και δεδομένα συνεχώς. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αισθητήρων για διαφορετικούς σκοπούς. Οι αισθητήρες έχουν την ικανότητα να παίρνουν μετρήσεις όπως η θερμοκρασία, η ποιότητα του αέρα, η ταχύτητα, η υγρασία, η πίεση, η ροή, η κίνηση και η ηλεκτρική ενέργεια. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν ακόμη και να θυμούνται. Ένας αισθητήρας μπορεί να μετρήσει τη φυσική ιδιότητα και να την μετατρέψει σε σήμα που μπορεί να γίνει κατανοητό από ένα όργανο. Οι αισθητήρες ομαδοποιούνται σύμφωνα με τον σκοπό τους όπως του περιβάλλονος, αισθητήρες σώματος, αισθητήρες οικιακής συσκευής και οχημάτων κ.λπ. Οι περισσότεροι αισθητήρες απαιτούν συνδεσιμότητα στις πύλες αισθητήρων. Αυτό μπορεί να έχει τη μορφή ενός τοπικού δικτύου (LAN) όπως οι συνδέσεις Ethernet και Wi-Fi ή Personal Area Network (PAN) όπως το ZigBee, Bluetooth και Ultra Wideband(UWB). (Patel, 2016)

1.5.2 Πύλες και δίκτυα (Gateways and Networks)

Με τους αισθητήρες θα παράγεται μαζικός όγκος δεδομένων και αυτό απαιτεί ισχυρή και υψηλή απόδοση ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου ως μέσο μεταφοράς. Network Layer (επίπεδο δικτύου): Προσφέρει συνδεσιμότητα για την πρόσβαση στην υπηρεσίες και για τη μεταφορά των δεδομένων των εφαρμογών αλλά και των πληροφοριών. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων και πληροφοριών που θα απαιτείται να ανεβαίνει συνεχώς στο δίκτυο δημιουργεί την απαίτηση για ένα δυνατό δίκτυο με υψηλές αποδόσεις. Απαιτείται η εξυπηρέτηση ενός ευρύτερου φάσματος υπηρεσιών και εφαρμογών IOT, όπως οι υπηρεσίες συναλλαγών υψηλής ταχύτητας, εφαρμογές συμβατές με το περιβάλλον κ.λπ. Έτσι, απαιτούνται διαφορετικά δίκτυα με τεχνολογίες και πρωτόκολλα πρόσβασης που θα πρέπει να συνεργάζονται μεταξύ τους. (Patel, 2016)

1.5.3 Επίπεδο διαχείρισης (Management Service Layer)

Η υπηρεσία διαχείρισης πραγματοποιεί την επεξεργασία των πληροφοριών, την ανάλυση και την ασφάλεια των στοιχείων αλλά και τη διαδικασία μοντελοποίησης και διαχείρισης των συσκευών. Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του στρώματος υπηρεσιών διαχείρισης είναι οι μηχανισμοί επιχειρηματικών κανόνων και διαδικασιών. Το IoT φέρνει τη σύνδεση και την αλληλεπίδραση μεταξύ αντικειμένων και συστημάτων παρέχοντας πληροφορίες με τη μορφή γεγονότων ή δεδομένων όπως η θερμοκρασία των προϊόντων, η τρέχουσα τοποθεσία και τα δεδομένα κίνησης. Ορισμένα από αυτά τα γεγονότα απαιτούν φιλτράρισα ή δρομολόγηση σε συστήματα μετά την επεξεργασία, όπως η λήψη περιοδικών αισθητηρίων δεδομένων, ενώ άλλες απαιτούν απάντηση στις άμεσες καταστάσεις όπως ως αντίδραση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης για τις συνθήκες υγείας του ασθενούς. Στον τομέα της ανάλυσης, χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία ανάλυσης σχετικών πληροφοριών από τεράστιο όγκο ανεπεξέργαστων δεδομένων και υποβάλλονται σε επεξεργασία με πολύ ταχύτερο ρυθμό. (Patel, 2016)

1.5.4 Επίπεδο εφαρμογών (Application Layer)

Το υψηλότερο επίπεδο του σχεδιαγράμματος αποτελείται από τις IoT εφαρμογές. Αυτές είναι λογισμικά και πρωτόκολλα που εκτελούν συγκεκριμένες εντολές και θα ήταν ορθό αν λέγαμε ότι αποτελεί την τελική υπηρεσία μετά το πέρας όλων των παραπάνω που αναφέραμε. (Patel, 2016)

1.6 Μοντέλα επικοινωνίας

Οι συσκευές του Internet of Things συνδέονται και επικοινωνούν κάνοντας χρήση προκαθορισμένων μοντέλων επικοινωνίας. Το 2015 ο οργανισμός Internet Architecture Board (IAB) εξέδωσε ένα κατευθυντήριο αρχιτεκτονικό έγγραφο (το RFC 7452), για την διασύνδεση των έξυπνων συσκευών, το οποίο περιγράφει το γενικό πλαίσιο τεσσάρων μοντέλων επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από IoT συσκευές. (Rose K., 2015)

1.6.1 Συσκευή με συσκευή (Device-to-Device Communication)

Το Device-to-Device Communication μοντέλο αναπαριστά δύο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους, χωρίς την χρήση κάποιου διακομιστή ενδιάμεσου λογισμικού (Server). Αυτές οι συσκευές επικοινωνούν μέσω πολλών τύπων δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων IP ή Ίντερνετ. Ακόμα χρησιμοποιούν συχνά, πρωτόκολλα όπως το Bluetooth, το Z-Wave και το ZigBee για την device-to-divice επικοινωνία. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

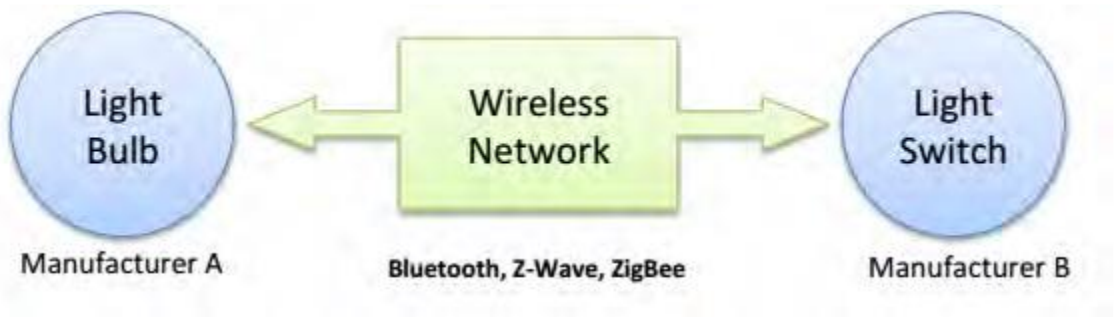


Figure 3: Device-to-Device Μοντέλο
Πηγή: The Internet of Things: An Overview, Rose et'al

Τα δίκτυα επικοινωνίας συσκευής με συσκευή ακολουθούν συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας και ανταλλάσσουν μηνύματα για να επιτύχουν τον σκοπό τους. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εφαρμογές οικιακής αυτοματοποίησης, όπου συνήθως τα πακέτα που ανταλλάσσονται είναι μικρού μεγέθους δεδομένων για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης.

IoT συσκευές όπως, διακόπτες φωτισμού, θερμοστάτες και κλειδαριές, συνήθως στέλνουν μικρές ποσότητες πληροφοριών μεταξύ τους (π.χ ένα μήνυμα κατάστασης όπως «κλειδωμένα» ή «ξεκλείδωτα»). Αυτές οι συσκευές έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους και έχουν συνήθως ενσωματωμένη ασφάλεια. Όμως, χρησιμοποιούν μοντέλα δεδομένων για συγκεκριμένες συσκευές που απαιτούν περεταίρω προσπάθειες ανάπτυξης από τους κατασκευαστές τους. Αυτό σημαίνει ότι οι κατασκευαστές θα πρέπει να επενδύσουν στην αναπτυξιακή προσπάθεια για την υλοποίηση συσκευών με συγκεκριμένες μορφές δεδομένων και όχι ανοιχτές προσεγγίσεις που επιτρέπουν τη χρήση των τυποποιημένων μορφών δεδομένων. Από τη πλευρά του χρήστη όμως, αυτό συχνά σημαίνει ότι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας του μοντέλου divice-to-device δεν είναι συμβατά, αναγκάζοντας τον να επιλέξει μια οικογένεια συσκευών που χρησιμοποιούν ένα κοινό πρωτόκολλο. Για

παράδειγμα η οικογένεια που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ZigBee δεν είναι συμβατή με αυτές που επικοινωνούν με το Bluetooth. Αν και αυτές οι ασυμβατότητες περιορίζουν τις επιλογές των χρηστών, συσκευές που χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο επικοινωνίας, οι χρήστες επωφελούνται από το γεγονός ότι τα προϊόντα μιας συγκεκριμένης οικογένειας τείνουν να αποδίδουν αποτελεσματικότερα. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

1.6.2 Συσκευής με το Cloud (Device-to Cloud Communication)

Η Device-to-Cloud επικοινωνία επιτρέπει την σύνδεση IoT συσκευών μέσα από μια διαδικτυακή υπηρεσία cloud η οποία επιβλέπει την ανταλλαγή δεδομένων και ελέγχει την ροή των μηνυμάτων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση εκμεταλλεύεται υπάρχοντα δίκτυα επικοινωνίας, όπως το Ethernet το Wi-fi, δίκτυα κινητής τηλεφωνίας κ.α. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

Figure 4: Device-to-Cloud Μοντέλο
Πηγή: The Internet of Things: An Overview, Rose et'al

Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται από αρκετές καταναλωτικές IoT συσκευές όπως τον "έξυπνο" θερμοστάτη (Learning Thermostat) από την Nest Labs (Wikipedia, Nest Learning Thermostat, 2020) και τη Smart TV της Samsung. Στη πρώτη περίπτωση, ο θερμοστάτης μεταδίδει δεδομένα στο cloud, όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα να αναλύσουν την κατανάλωση οικιακής ενέργειας. Ακόμα, σύνδεση συσκευής με το cloud δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ενημερώνεται εξ αποστάσεως για τη θερμοκρασία, μέσω μιας έξυπνης μηχανής. Παρομοίως, με την τεχνολογία SmartTV, χρησιμοποιείται μια διαδικτυακή σύνδεση για να μεταδίδει πληροφορίες προβολών του χρήστη στη Samsung για ανάλυση. Έτσι ενεργοποιεί τις δια δραστικές λειτουργίες αναγνώρισης ομιλίας που διαθέτει η τηλεόραση. Σε αυτές τις περιπτώσεις το μοντέλο Device-to-Cloud προσθέτει αξία στον χρήστη επεκτείνοντας τις δυνατότητες της συσκευής πέρα από τα εγγενή της χαρακτηριστικά. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015), (Samsung , 2015)

Παρόλα αυτά, προκλήσεις στη διαλειτουργικότητα μπορούν να προκληθούν όταν γίνεται προσπάθεια ενοποίησης συσκευών οι οποίες είναι φτιαγμένες από διαφορετικούς κατασκευαστές. Συχνά η συσκευή και η υπηρεσία cloud είναι από το ίδιο προμηθευτή. Αν χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα δεδομένων βιομηχανικής ιδιοκτησίας μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας cloud, ο ιδιοκτήτης ή ο χρήστης της συσκευής ίσως να δεσμεύεται από συγκεκριμένη υπηρεσία cloud, περιορίζοντας ή αποτρέποντας τη χρήση εναλλακτικών παροχών υπηρεσιών. Αυτό αναφέρεται ως «κλείδωμα προμηθευτών» (vendor lock-in), ένας

όρος που περικλείει άλλες όψεις της σχέσης με το πάροχο όπως η ιδιοκτησία και η πρόσβαση στα δεδομένα. Ταυτόχρονα οι χρήστες μπορούν να είναι σίγουροι ότι συσκευές που είναι σχεδιασμένες για τη συγκεκριμένη πλατφόρμα μπορούν να ενσωματωθούν. (Christos Stergiou, 2016)

1.6.3 Συσκευής με πύλη δικτύου (Device-to-Gateway Communication)

Το Device-to-Gateway μοντέλο επικοινωνίας είναι μια επέκταση της Device-to-Cloud επικοινωνίας καθώς οι συσκευές IoT χρησιμοποιούν λογισμικό που τρέχει σε μία πύλη δικτύου (gateway) και δρα διαμεσολαβητής συσκευών με υπηρεσίες cloud και λειτουργεί σαν ένα "τοίχο προστασίας" που εκτός από ασφάλεια παρέχει και δυνατότητα προσαρμογής δεδομένων και πρωτοκόλλων ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική επικοινωνία. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

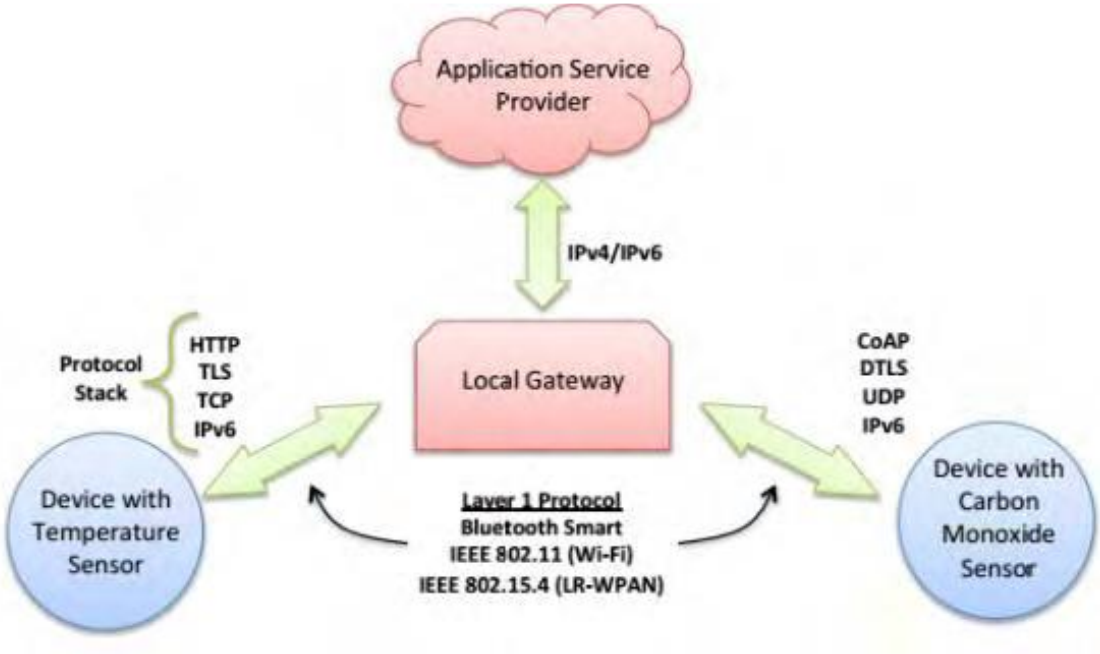


Figure 5: Device-to-Gateway Μοντέλο
Πηγή: The Internet of Things: An Overview, Rose et'al

Σε αυτό το μοντέλο επικοινωνίας τον ρόλο της πύλης δικτύου αναλαμβάνουν "έξυπνα" κινητά τηλέφωνα (smartphones) τα οποία χρησιμοποιούν κάποια εφαρμογή για να επιτρέψουν την επικοινωνία και την μεταφορά δεδομένων με IoT συσκευές και με μια cloud υπηρεσία. Για παράδειγμα, την χρήση smartphone ως ενδιάμεση πύλη μεταφοράς δεδομένων, συνήθως μέσω του πρωτοκόλλου Bluetooth, χρησιμοποιούν συσκευές όπως "έξυπνα" ρολόγια (smartwatches), παλμογράφοι και συσκευές καταγραφής σωματικής δραστηριότητας (acitivity trackers), διότι δεν υποστηρίζουν εγγενώς την άμεση επικοινωνία με cloud υπηρεσίες εξαιτίας των περιορισμένων δυνατοτήτων συνδεσιμότητας τους. Επιπλέον η χρήση αυτού του μοντέλου επιτρέπει την εισαγωγή νέων έξυπνων συσκευών σε μία ήδη υπάρχουσα τοπική πύλη δικτύου κάτι που επιτρέπει την επεκτασιμότητα των IoT εφαρμογών, κανόνας που αποτελεί σημαντικό παράγοντα εξέλιξης στην ανάπτυξη και εδραίωση του Internet of Things. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

1.6.4 Μοντέλο Back-End Data-Sharing

Το back-end data-sharing μοντέλο παραπέμπει στην αρχιτεκτονική που επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύσουν τα δεδομένα από ένα cloud σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Ακόμα, δίνει την δυνατότητα στο χρήστη, για την πρόσβαση αποστολής δεδομένων σε τρίτους. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας αποτελεί προέκταση του device-to-cloud, που επιτρέπει στις IoT συσκευές να ανεβάζουν τα δεδομένα μόνο για έναν πάροχο υπηρεσιών εφαρμογής. Το μοντέλο back-End Data-sharing επιτρέπει στα δεδομένα που συλλέγονται από την έξυπνη συσκευή να συγκεντρώνονται και να αναλύονται. Επίσης, αυτό το είδος αρχιτεκτονικής, διευκολύνει την ανάγκη για φορητότητα των δεδομένων. Δηλαδή επιτρέπει στους χρήστες να μετακινούν δεδομένα όταν εναλλάσσουν IoT συσκευές, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα. Παρ' όλα αυτά, το συγκεκριμένο μοντέλο δεν μπορεί να ξεπεράσει πλήρως τα κλειστά σχέδια του IoT συστήματος. ([RFC 7452] Tschofenig, 2015)

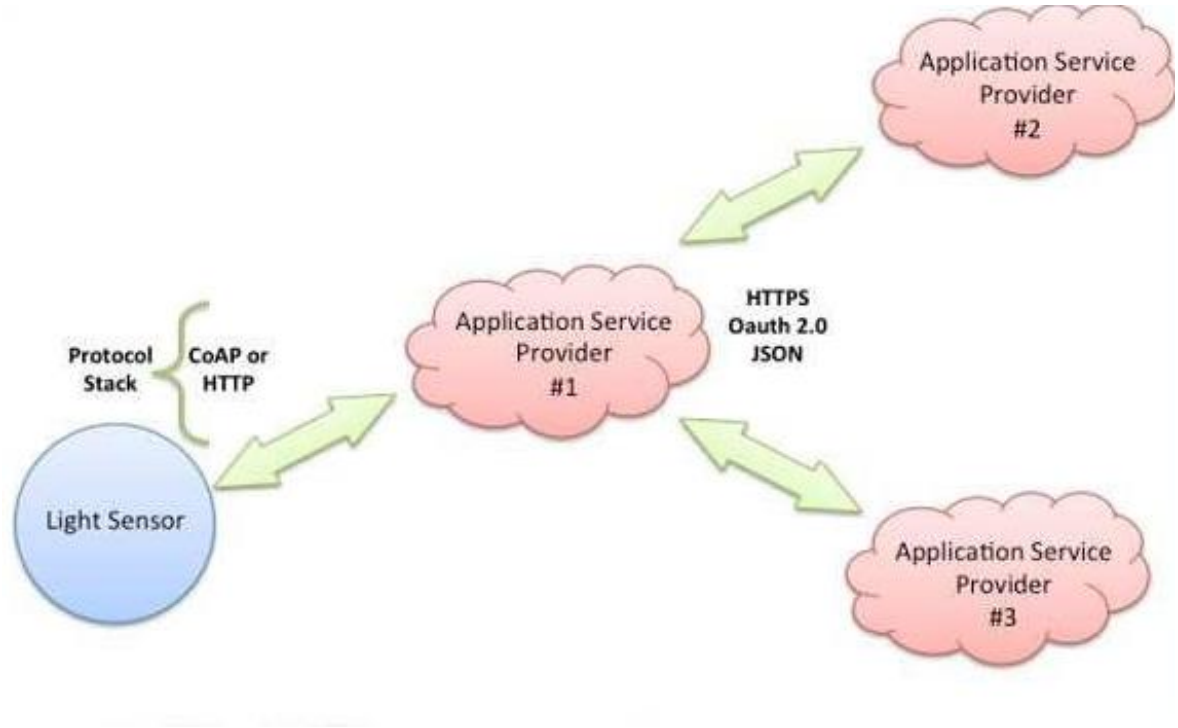


Figure 6: Μοντέλο Back-End Data-Sharing
Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Back-end-data-sharing-communications-model-Source_fig3_332540018

1.7 Υλοποίηση Internet Of Things

Προκειμένου να υλοποιηθεί η τεχνολογία IoT είναι βασικό να εφαρμοστεί το Open ystems Interconnections (OSI) μοντέλο το οποίο αποτελείται από 4 επίπεδα. Γενικά το OSI μοντέλο αποτελείται από 7 επίπεδα και υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια «κατακόρυφη» στοίβα από επίπεδα, για το καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κάποιο πρωτόκολλο σε μία συγκεκριμένη υλοποίηση. Κάθε επίπεδο αξιοποιεί τις λειτουργίες του κατώτερου του στη στοίβα επιπέδου, ενώ στόχος του είναι να παρέχει λειτουργικότητα στο αμέσως ανώτερο επίπεδό του. Το IoT λειτουργεί στο παρακάτω επίπεδο OSI 4 επιπέδων:

1. Physical – Data Link: WiFi, Bluetooth, χαμηλής ισχύος WAN, κυψελωτά, IEEE 802.15.4.

2. Δικτύου: Internet Protocol version 4 (IPv4), Internet Protocol version 6 (IPv6).

3. Μεταφοράς: Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP).

4. Εφαρμογής: Message Queue Telemetry Transport (MQTT), Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), Light Weight Machine-to-Machine protocol (LWM2M). (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

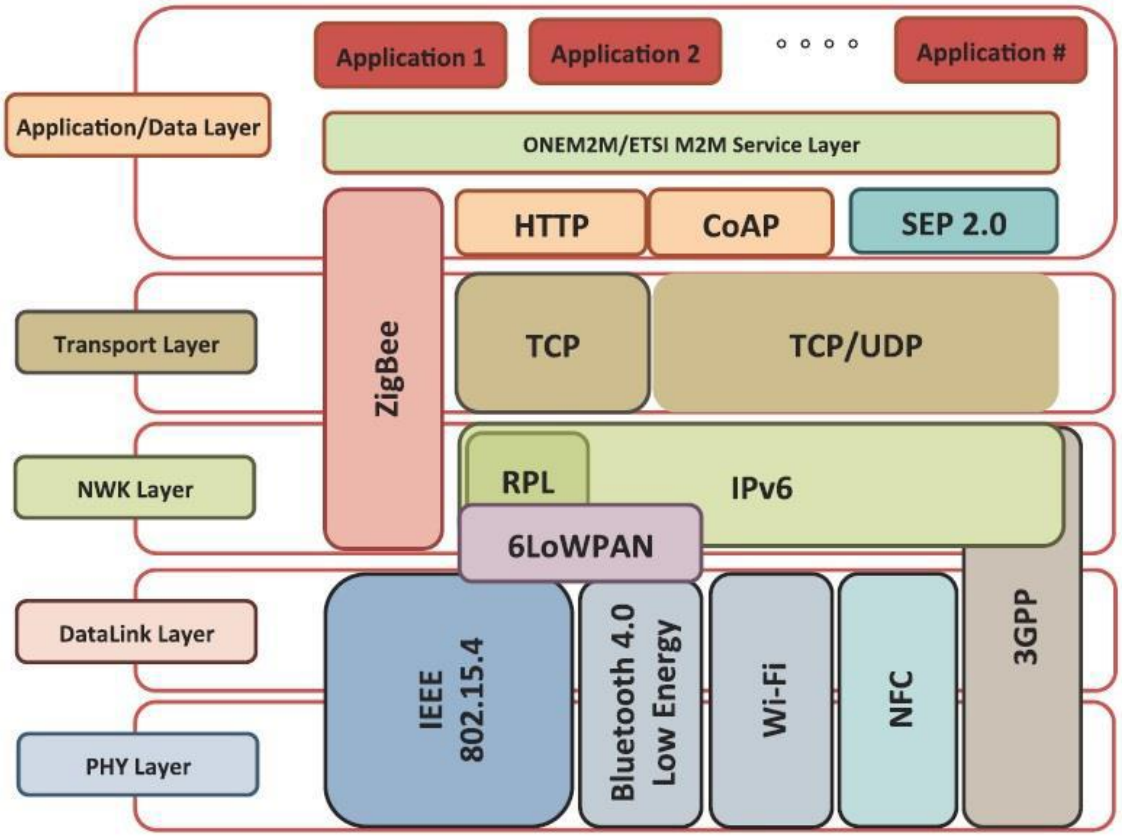


Figure 7: Μοντέλο OSI Internet of Things

Πηγή: (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

1.7.1 Πρωτόκολλα του IoT

Το κάθε πρωτόκολλο επικοινωνίας υλοποιείται είτε σε υλικό είτε σε λογισμικό. Συνήθως τα κατώτερα επίπεδα υλοποιούνται στο υλικό σε αντίθεση με τα ανώτερα που υλοποιούνται σε λογισμικό. Μια ενδεδειγμένη υλοποίηση της στοίβας πρωτοκόλλων του Internet of Things είναι η παρακάτω:

Συνδεσιμότητα:

Physical Layer

IEEE 802.15.4: Αυτό το πρωτόκολλο δημιουργήθηκε για να καθορίσει τον έλεγχο πρόσβασης μέσου (MAC) και φυσικού επιπέδου κυρίως για ασύρματα ιδιωτικά δίκτυα χαμηλής ταχύτητας. Λόγω των ποικίλων πλεονεκτημάτων που προσφέρει το πρωτόκολλο αυτό, όπως η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, η χαμηλή ταχύτητα και η χαμηλού κόστους μετάδοση δεδομένων, είναι κατάλληλο για χρήση σε συστήματα IoT. Παρέχει επίσης αξιόπιστη επικοινωνία και μπορεί να χειριστεί ένα τεράστιο αριθμό κόμβων (περίπου 65K nodes). Αυτό το πρωτόκολλο είναι ιδανικό για ασφαλή επικοινωνία καθώς παρέχει υψηλά επίπεδα ασφάλειας, κρυπτογράφησης και υπηρεσιών ελέγχου ταυτότητας. Ο ρυθμός μετάδοσης του είναι 250Kbps στα 2.4GHz. (Raman, 2017)

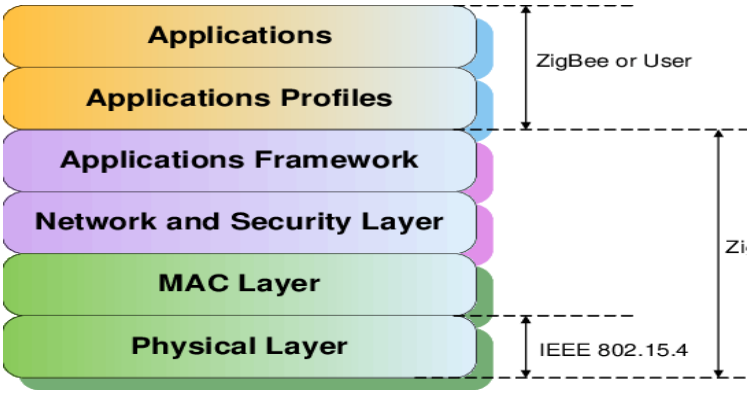


Figure 8: IEEE 802.15.4 & ZigBee reference model

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/EEE-802154-and-ZigBee-reference-model_fig3_228661998

Bluetooth/BLE: Το BLE χρησιμοποιεί μικρής εμβέλειας ραδιοκύματα, με ελάχιστη ισχύ και λειτουργεί για μικρό χρονικό διάστημα. Η κάλυψη είναι περίπου 100 μέτρα, η οποία είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από την τεχνολογία Bluetooth. Η καθυστέρηση του BLE είναι 15 φορές μικρότερη από αυτή του συμβατικού Bluetooth. Το BLE λειτουργεί με ισχύ από 0,01 mW έως 10 mW. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το BLE ιδανικό πρωτόκολλο για χρήση από συσκευές IoT. Έχει ζώνη συχνοτήτων στα 2.4 GHz και ρυθμό μετάδοσης δεδομένων έως 3 Mbps. (Raman, 2017)

Wifi (IEEE 802.11)-802.11n: Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων 300Mbps, εμβέλεια 190m, Ζώνες συχνοτήτων 2.4GHz και 5GHz.

NFC: Ζώνη συχνοτήτων 13.56 MHz. Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, 424 Kbps, αποστάσεις μερικών μέτρων. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Cellular: 3G/4G/5G – ευρυζωνικό. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Network Layer:

6LoWPAN: Το βασικό χαρακτηριστικό του 6LoWPAN που το καθιστά κατάλληλο για επικοινωνία IoT είναι ότι αν και σχεδιάστηκε αρχικά για την υποστήριξη ασύρματων δικτύων χαμηλής κατανάλωσης IEEE 802.15.4 στη ζώνη 2,4 GHz, υποστηρίζει τώρα ένα ευρύ φάσμα μέσων δικτύωσης όπως sub- 1 GHz χαμηλής ισχύος RF, Bluetooth, έλεγχος γραμμής ισχύος (PLC) και χαμηλής κατανάλωσης Wi-Fi.

▪ Επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών 6LoWPAN και του Internet (IPv6).
▪ Επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών που αποτελούν μέρος του δικτύου 6LoWPAN.
▪ Βοηθά στη δημιουργία και διατήρηση του δικτύου 6LoWPAN

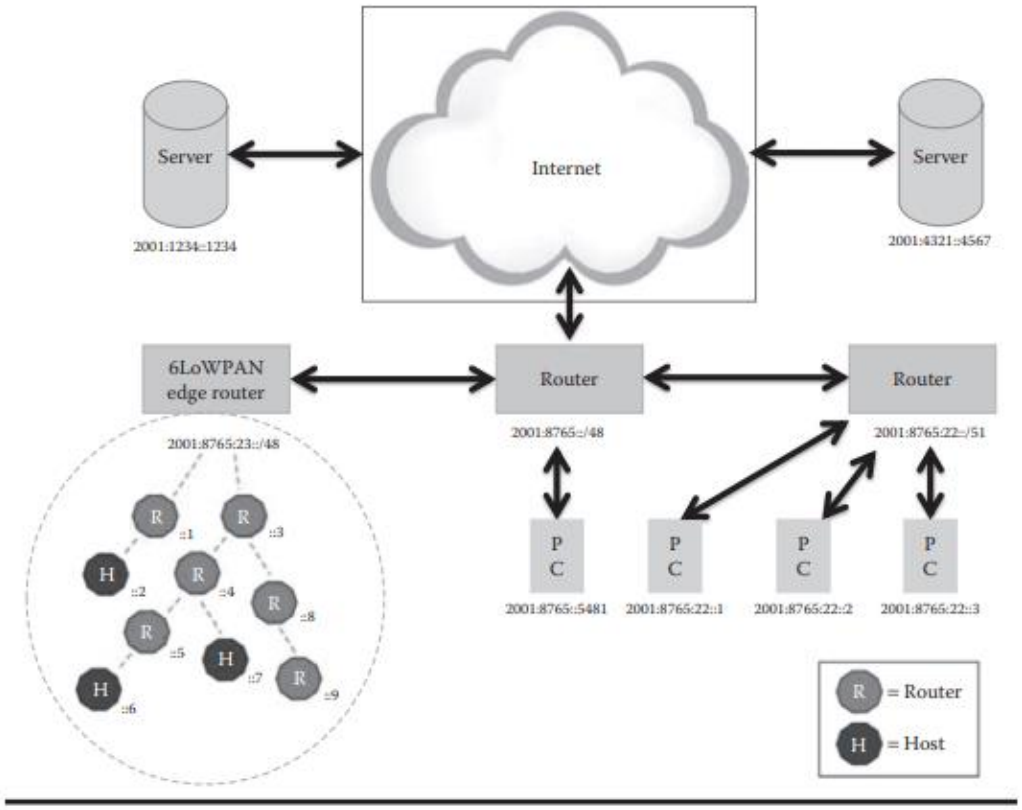


Figure 9: Network Architecture of 6LoWPAN

Πηγή: (Raman, 2017)

Routers είναι συσκευές που δρομολογούν δεδομένα σε άλλους κόμβους στο δίκτυο 6LoWPAN. Hosts είναι γνωστοί ως συσκευές που δεν έχουν τη δυνατότητα δρομολόγησης δεδομένων σε άλλες συσκευές του δικτύου. (Raman, 2017)

IPv6: Internet Layer πρωτόκολλο, 128-bit διευθυνσιοδότησης, ιεραρχική κατανομή διευθύνσεων, end-to-end μετάδοση πακέτων μεταξύ IP δικτύων. Ο συνδυασμός με το πρωτόκολλο μεταφοράς TCP=> TCP/IP. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

UDP (User Datagram Protocol): πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς για δικτυακές εφαρμογές μοντέλου πελάτη/εξυπηρετητή βασιζόμενο στο IP και υπόσχονται απόδοση πραγματικού χρόνου. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Quick UDP Internet Connections (QUIC): υποστηρίζει πολυπλεγμένες συνδέσεις μεταξύ δύο τερματικών σημείων πάνω από User Datagram Protocol (UDP), και σχεδιάστηκε με ένα διαφορετικό μηχανισμό ασφαλείας παρόμοιο του Transport Layer Security (TLS)/Secure Sockets Layer (SSL), συνδυάζει μείωση καθυστέρησης σε επίπεδο συνδεσιμότητα και

επίπεδο μεταφοράς, και εκτίμηση του εύρους ζώνης αποφεύγοντας τη δικτυακή συμφόρηση και τις συγκρούσεις. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

uIP: TCP/IP stack ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιείται από tiny 8- και 16-bit μικροελεγκτές. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

NanoIP: δικτυακές υπηρεσίες, που ομοιάζουν με το διαδίκτυο, σε ενσωματωμένες συσκευές χωρίς το φόρτο, που επιφέρει το TCP/IP. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Datagram Transport Layer Security (DTLS): παρέχει ασφάλεια επικοινωνίας σε datagram πρωτόκολλα. Χρήση σε εφαρμογές μοντέλου πελάτη/εξυπηρετητή για αποφυγή υποκλοπής και πλαστογραφίας μηνυμάτων. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Service Discovery:

Multicast Domain Name System (mDNS): κάνει resolve host names σε IP Addresses Physical Web: χρησιμοποιείται από τα Bluetooth Low Energy (BLE) beacons, που μεταδίδουν urls που σχετίζονται με αντικείμενα ή τοποθεσίες κάνοντας χρήση του Eddystone format. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Universal Plug and Play (UPnP): Η Open Connectivity Foundation, καθορίζει ένα σύνολο πρωτοκόλλων, που επιτρέπουν σε δικτυακές συσκευές να ανακαλύψουν η μια την άλλη και να ιδρύσουν κανάλια επικοινωνίας διαμοιρασμού δεδομένων και άλλες υπηρεσίες δικτύου. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Data Protocols:

Constrained Application Protocol (CoAP): εύκολη μετάφραση σε Hypertext Transfer Protocol (HTTP) για γρήγορη διασύνδεση με το Internet, multicast υποστήριξη, μικρό overhead, δυνατότητα υποστήριξης πάνω από UDP συνδέσεις. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

Restful HTTP: GET/POST/PUT /DELETE, WebServices, Access Tokens

Message Queue Telemetry Transport (MQTT): Διαθέτει μηνύματα δημοσίευσης – εγγραφής και έχει σχεδιαστεί ειδικά για συσκευές με περιορισμένη χρήση πόρων και δίκτυα χαμηλού εύρους ζώνης και υψηλής καθυστέρησης, όπως τηλεφωνικές γραμμές και δορυφορικές συνδέσεις. Βασικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην ενσωμάτωση των συστημάτων. Στην πραγματικότητα, εταιρείες όπως το Facebook το χρησιμοποιούν ως μέρος των εφαρμογών τους για κινητά, επειδή έχουν ένα τόσο χαμηλό αποτύπωμα ισχύος και είναι εξαιρετικά ελαφρύ στο ευρωζονικό δίκτυο. Έχει εύκολη ανταλλαγή δεδομένων σε απομακρυσμένες συσκευές, σύνδεση με μεσίτη (mosquito, paho), αυτόματη επικοινωνία, ευέλικτη διαχείριση.[(ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017), (Raman, 2017)]

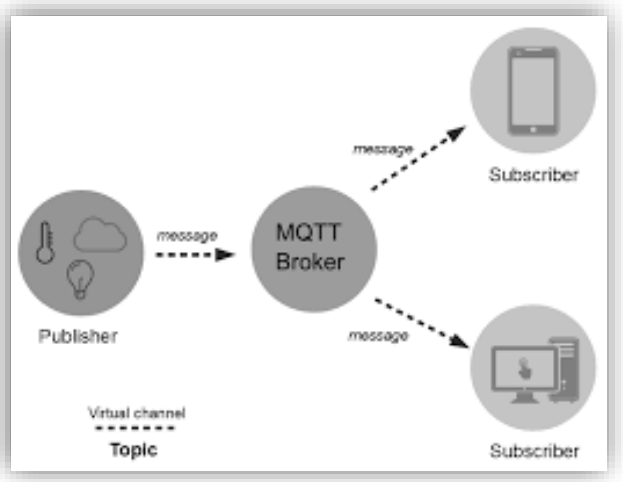


Figure 10: Γραφική Απεικόνιση του πρωτοκόλλου MQTT

XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol): Στο πλαίσιο του IoT, το XMPP προσφέρει έναν εύκολο τρόπο αντιμετώπισης μιας συσκευής. Αυτό είναι ιδιαίτερα βολικό εάν τα δεδομένα αυτά μετακινούνται μεταξύ απομακρυσμένων και ως επί το πλείστων άσχετων σημείων όπως ακριβώς και η περίπτωση από άτομο σε άτομο. Οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν τη δημοσκόπηση ή τον έλεγχο για ενημερώσεις μόνο κατόπιν αιτήματος. Ένα πρωτόκολλο που ονομάζεται BOSH (Bidirectionalstreams over Synchronous HTTP) επιτρέπει στους διακομιστές να στέλνουν μηνύματα. Το XMPP παρέχει έναν εξαιρετικό τρόπο σύνδεσης του θερμοστάτη στο σπίτι σας με έναν διακομιστή ιστού, ώστε να μπορείτε να τον έχετε πρόσβαση από το τηλέφωνό σας. Τα πλεονεκτήματα της στην αντιμετώπιση, την ασφάλεια και την επεκτασιμότητα καθιστούν ιδανική για εφαρμογές IoT με γνώμονα τον καταναλωτή. (Raman, 2017)

Advanced Message Queuing Protocol (AMQP): Σχεδιάστηκε ως ανοικτή αντικατάσταση για το υπάρχον μεσαίο λογισμικό ανταλλαγής μηνυμάτων (http://www.amqp.org/). Δύο από τους σημαντικότερους λόγους για τη χρήση του AMQP είναι η αξιοπιστία και η διαλειτουργικότητα. Το πρωτόκολλο αυτό σχεδιάστηκε για την αξιοπιστία των πολλών μεγάλων εταιρειών που εξαρτώνται από την ανταλλαγή μηνυμάτων για να ενσωματώσουν εφαρμογές και να μεταφέρουν δεδομένα γύρω από την οργάνωσή τους. Εταιρείες όπως η JP Morgan το χρησιμοποιούν για να επεξεργάζονται ένα δισεκατομμύριο μηνύματα την ημέρα. Η NASA την χρησιμοποιεί για cloud computing. Η Google το χρησιμοποιεί για περίπλοκη επεξεργασία συμβάντων. Το AMQP αφορά μόνο τις ουρές. Τα μηνύματα δημοσιεύονται σε ανταλλαγές, που παρομοιάζονται με mailboxes. Οι ανταλλαγές κατανέμουν αντίγραφα των μηνυμάτων (message copies) σε ουρές (queues) με χρήση κανόνων που ονομάζονται bindings. Στη συνέχεια οι AMQP brokers είτε μεταδίδουν τα μηνύματα στους καταναλωτές (consumers) που έχουν ήδη κάνει subscribe στις ουρές, ή οι καταναλωτές φέρνουν/τραβούν μηνύματα από ουρές κατ' απαίτηση (on demand). (Raman, 2017)

LWM2M: Υποστηρίζεται από την Open Mobile Alliance. Υλοποιεί DTLS, CoAP.{/Object/Instance/Resource). Ανάγνωση, Εγγραφή, Εκτέλεση, Παρατήρηση, πρωτόκολλα δεδομένων. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

WebSocket: Είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας υπολογιστών το οποίο παρέχει κανάλια πλήρους αμφίδρομης επικοινωνίας μέσω μίας TCP σύνδεσης. Έγινε πρότυπο από τον

οργανισμό IETF με τον κωδικό RFC 6455 το 2011. Επίσης υποστηρίζεται σχεδόν σε όλους τους κύριους φυλλομετρητές, όπως οι Google Chrome, Microsoft Edge. Το WebSocket απαιτεί επίσης τις εφαρμογές κινητών στον διακομιστή να το υποστηρίζουν.

Το WebSocket είναι διαφορετικό πρωτόκολλο από το HTTP. Και τα 2 πρωτόκολλα βρίσκονται στο 7ο επίπεδο του Μοντέλου αναφοράς OSI και έτσι εξαρτώνται από το TCP στο επίπεδο 4. Παρ' ότι είναι διαφορετικά, το RFC 6455 δηλώνει ότι το WebSocket "είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί πάνω από τις πόρτες 80 και 443 του HTTP αλλά και να υποστηρίζει HTTP proxies και μεσάζοντες" κάνοντάς το έτσι συμβατό με το πρωτόκολλο HTTP. (Wikipedia, WebSocket, 2020)

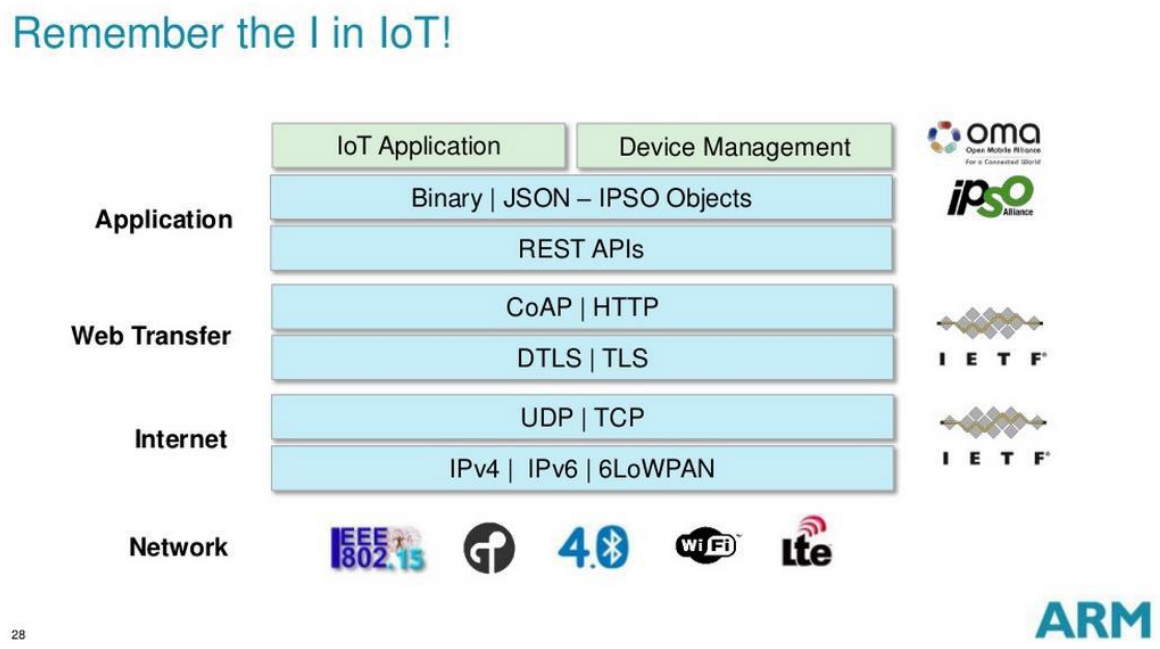


Figure 11: Απλοποιημένο παράδειγμα στοίβας πρωτοκόλλων του IoT

Πηγή: (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)

1.8 Εφαρμογές του IOT

Το IoT αποτελεί κάτι περισσότερο από μια διευκόλυνση για τους καταναλωτές, δεδομένου ότι δημιουργεί νέες πηγές πληροφοριών, νέα επιχειρηματικά μοντέλα, νέες υπηρεσίες και νέα καινοτόμα προϊόντα σε πολλούς κλάδους. Ενδεικτικά, αναλύονται μερικές από τις βασικές εφαρμογές.

1.8.1 Έξυπνη Πόλη

Το IoT βρίσκεται στην καρδιά μιας έξυπνης πόλης με εφαρμογές ψηφιακού μετασχηματισμού που οδηγούν σε ένα υψηλότερο επίπεδο διαβίωσης για τους πολίτες και ταυτόχρονα διευκολύνουν τις δημόσιες υπηρεσίες να είναι πιο αποδοτικές. Οραματιζόμαστε πόλεις όπου η καθημερινή λειτουργία μπορεί να αυτοματοποιηθεί και να δημιουργηθούν

νέες λειτουργιές. Μία από αυτές είναι η δρομολόγηση της κυκλοφορίας γύρω από τη συμφόρηση σε πραγματικό χρόνο και έλεγχο της ρύπανσης. Ακόμα, αναγνώριση βλαβών σημαντικών συστημάτων (ύδρευση, φωτισμός) και κατά προτεραιότητα επίλυση, συνολική περιβαλλοντική παρακολούθηση της πόλης. Τέλος να δημιουργηθεί σύστημα αυτοματοποιημένης επικοινωνίας για συμβάντα και άλλες επι μέρους δράσεις. Οι εφαρμογές Internet of Things μπορούν να προστατεύσουν αποτελεσματικότερα τους πολίτες και τις επιχειρήσεις από την εγκληματικότητα και τους ευάλωτους πολίτες στα σπίτια τους. (Vodafone, 2019)

Μερικοί τομείς μιας τέτοιας πόλης είναι το **Έξυπνο Λιμάνι** που επιτυγχάνεται αυτοματισμός και αυξημένη παραγωγικότητα μέσω ολοκληρωμένου ασύρματου συστήματος μέτρησης των καταναλώσεων ρεύματος και νερού. Μέσω εφαρμογής κινητού τόσο η ομάδα διαχείρισης της μαρίνας όσο και οι διαχειριστές των σκαφών μπορούν να παρακολουθούν τι συμβαίνει και να διεκπεραιώνουν βασικές ενέργειες. (Vodafone, 2019)

Ένα ακόμα στοιχείο μιας τέτοιας πόλης είναι, **η έξυπνη Παράδοση λογαριασμών από το δήμο**, όπου αποστέλλονται ηλεκτρονικά λογαριασμοί. Πέρα από το ότι είναι μια οικολογική πρακτική, ο δήμος μειώνει τα έξοδά του σημαντικά ενώ παράλληλα ειδοποιεί με άμεσο τρόπο τον δημότη για την οφειλή του και έτσι ο δήμος αυξάνει το ποσοστό εισπράξεών του. (Vodafone, 2019)

Βέβαια από μια έξυπνη πόλη, δε θα μπορούσε να λείπει ο **Έξυπνος Φωτισμός**, που επιτυγχάνεται πλήρης απομακρυσμένος έλεγχος του οδοφωτισμού μέσω ελεγκτών που τοποθετούνται στα φωτιστικά και μιας πλατφόρμας διαχείρισης. Μέσα από αυτή, μπορεί να ορίζεται προφίλ για την ώρα που θα ανάβουν και αντίστοιχα θα σβήνουν τα φώτα, αλλά και άλλοι κανόνες σχετικοί με την λειτουργία μιας έξυπνης πόλης. Για παράδειγμα ειδοποιήσεις, όπως αυτές για καμένες λάμπες, βελτιώνουν την εικόνα της πόλης μειώνοντας ταυτόχρονα τα λειτουργικά κόστη καθώς επίσης και την κατανάλωση ενέργειας και πόρων. (Vodafone, 2019)

Τέλος βασικό στοιχείο είναι οι **Έξυπνες Μεταφορές.** Κάποτε τα αυτοκινούμενα αυτοκίνητα φάνταζαν σενάριο επιστημονικής φαντασίας, τα τελευταία χρόνια εταιρίες όπως η Tesla Motors, η BMW και η Volvo έχουν δημιουργήσει αυτοκίνητα τα οποία κινούνται αυτόνομα ή με την επίβλεψη του ανθρώπου. Αξιοποιώντας την τεχνολογία αυτή τα αυτοκίνητα είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο συλλέγοντας πληροφορίες για τη διαδρομή, την κίνηση στους δρόμους, τις κλιματολογικές συνθήκες και τη κατάσταση του οδοστρώματος μετέπειτα αναλύουν και επεξεργάζονται τις πληροφορίες έτσι μπορούν να αποφασίσουν ποια είναι η κατάλληλη ταχύτητα και βέλτιστη διαδρομή που πρέπει να ακολουθηθεί. Το 2016 η εταιρία μεταφορών Uber πρόσθεσε στο αυτοκινητιστικό της στόλο τα πρώτα αυτοκινούμενα αυτοκίνητα τα οποία θα προσφέρουν υπηρεσίες μεταφορών οι οποίες θα κοστίζουν λιγότερο. Ο έξυπνος χώρος στάθμευσης υποδεικνύει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατοχή του χώρου στάθμευσης και μεταδίδεται απευθείας στο τηλέφωνό σας. Η πλοήγηση σε αστικές λεωφορειακές γραμμές, συλλέγει δεδομένα από λεωφορεία που είναι εξοπλισμένα με ασύρματη σύνδεση για την πληρότητα και την επικαιρότητά τους και συνδέεται με τη διαχείριση της φωτεινής σηματοδότησης έτσι ώστε ορισμένα λεωφορεία να μπορούν να καλύψουν τα δρομολόγιά τους. (Synergic software, 2017)

Ειδικότερα τον Ελλαδικό χώρο, τα Τρίκαλα είναι η πόλη που έχει καταφέρει να είναι πιο έξυπνη απ' όλες τις άλλες της Ελλάδας. Τα τελευταία 10 χρόνια στην καρδιά του θεσσαλικού κάμπου χτίζεται, με πολλή δουλειά και γενναίες αποφάσεις σχεδόν απ' όλες τις δημοτικές

αρχές, ένα σπουδαίο ψηφιακό παρόν που εμπνέει ήδη ολόκληρες χώρες της Ευρώπης. Στα Τρίκαλα συνέβη και η πιο επιτυχημένη στον κόσμο πιλοτική χρήση αστικών λεωφορείων χωρίς οδηγό! Τα λεωφορεία που κυκλοφόρησαν στους δρόμους των Τρικάλων από τα τέλη Σεπτεμβρίου του 2016 έως και το Μάρτιο του 2017 πραγματοποίησε συνολικά 1.490 δρομολόγια, διανύοντας 3.580 χιλιόμετρα και μεταφέροντας 12.138 επιβάτες. Τα τέσσερα λεωφορεία (συν δύο εφεδρικά) κυκλοφορούσαν έξι ημέρες (Τρίτη έως Κυριακή), δώδεκα ώρες την ημέρα, ενώ είχε προγραμματιστεί να εκτελούν τακτικά και έκτακτα δρομολόγια μέσω των δύο γραμμών (μπλε και κόκκινη). (Lifo, 2018)

1.8.2 Έξυπνο Σπίτι

Αρκετοί κατασκευαστές έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στην δημιουργία συσκευών που θα επανδρώσουν οικίες κάνοντας την ιδέα του "smart home" πραγματικότητα. Οι λύσεις αυτές εστιάζονται κυρίως στην παρακολούθηση και μεταβολή της θερμοκρασίας των χώρων ενός σπιτιού, στην διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας και στην παροχή ανέσεων με τον αυτοματισμό διεργασιών. Οι IoT εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα έξυπνα σπίτια χρησιμοποιούν αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες για την παραγωγή και μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας, την θέρμανση, τον κλιματισμό, τον φωτισμό καθώς και δεδομένα ασφάλειας του σπιτιού. Σκεφτείτε κουδούνια που σας ενημερώνουν ποιος είναι στην πόρτα σας, αυτόματους θερμοστάτες που βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας και μειώνουν τους λογαριασμούς σας ή άλλες έξυπνες τηλεοράσεις. Αυτές οι οικιακές συσκευές και οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες με Wi-Fi μπορούν τώρα να αποκτήσουν πρόσβαση και να ελεγχθούν εξ αποστάσεως από το τηλέφωνό σας μέσω μιας εφαρμογής. Από περιβαλλοντική άποψη, ο έλεγχος και η αυτοματοποίηση του σπιτιού φέρνουν όχι μόνο την ευκολία των χρηστών αλλά και μια θετική αλλαγή στην κατανάλωση ενέργειας.

Για παράδειγμα, ένα έξυπνο σπίτι μεταβαίνει αυτόματα σε «Εκτός λειτουργίας» σε συγχρονισμό με το GPS του ιδιοκτήτη του. Δηλαδή μόλις καταλάβει ότι ο ιδιοκτήτης έχει απομακρυνθεί μεταβαίνει στη κατάσταση που έχει οριστεί. Ένα έξυπνο πλυντήριο πιάτων ή ένας θερμοστάτης μπορεί να λειτουργήσει ανάλογα με τη διαθεσιμότητα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κόστους. Αυτή η βελτιστοποίηση της διαδικασίας μειώνει σημαντικά τα προβλήματα ενέργειας και αυξάνει την απόδοση του σπιτιού. (Synergic software, 2017)

1.8.3 Το IoT στην Υγειονομική περίθαλψη & υπηρεσίες υγείας

Εφαρμογές IoT θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές πτυχές εφαρμογής της Ιατρικής, όπως στην κλινική παρακολούθηση ασθενών όπου ένα σύστημα βασισμένο σε IoT θα παρέχει συνεχή έλεγχο της κατάστασης ενός ασθενούς. Η εφαρμογή αυτή απαιτεί ένα σύνολο αισθητήρων που θα συλλέγουν δεδομένα σχετικά με το πρόβλημα, μια πύλη δικτύου(gateway) για σύνδεση με cloud πλατφόρμα έτσι ώστε να γίνει αποθήκευση και ανάλυση των δεδομένων στα οποία άμεση πρόσβαση μπορούν να έχουν οι αρμόδιοι ιατροί για αξιολόγηση της κατάστασης. Οι τεχνικές αυτές μειώνουν το κόστος μιας και δεν απαιτείται συνεχή επαφή ενός ατόμου για την αξιολόγηση της κατάστασης και βελτιώνουν την ποιότητα της φροντίδας μέσω της συνεχής παρακολούθησης.

Για παράδειγμα, ένα άτομο με κινητικά προβλήματα, χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο ρολόι θα μπορεί να καταγράφει την σταδιοδρομία του και μέσω εφαρμογής να αποστέλλει τα

δεδομένα στο γιατρό που τον παρακολουθεί. Έτσι επιτυγχάνεται η άμεση επικοινωνία μεταξύ ασθενή-γιατρού. Επομένως οι συνδετικοί κρίκοι των εφαρμογών IoT πρέπει να περιλαμβάνουν:

1. Την συλλογή δεδομένων από αισθητήρες.
2. Αντοχή, ακρίβεια, αξιοπιστία και χαμηλές ενεργειακές ανάγκες.
3. Την υποστήριξη απλού γραφικού περιβάλλοντος για την διευκόλυνση των χρηστών-ασθενών.
4. Την ύπαρξη συνδεσιμότητας δικτύου για σύνδεση με Ινστιτούτα παροχής ιατρικών βοηθειών. (Power System, 2017)

1.8.4 Στις Επιχειρήσεις και βιομηχανία

Στη σημερινή εποχή, οι κορυφαίες βιομηχανίες αγωνίζονται για τη βέλτιστη αξιοποίηση των νέων προοπτικών που ανοίγονται από τη μετάβαση στη ψηφιακή εποχή. Όταν κάθε εργαλείο και μέρος είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο και οι διαδικασίες παραγωγής μπορούν να αναλύονται και να ελέγχονται από το cloud, τα εργοστάσια είναι σε θέση να επιτύχουν καλύτερα αποτελέσματα, ταχύτερες μεταποιήσεις υλικών και αυστηρότερους ελέγχους κόστους.
Αν πάρουμε το Λιανικό Εμπόριο που έχει αρχίσει ήδη να μετατρέπεται σε ένα έξυπνο σύστημα με τη χρήση του IoT τεχνολογίας. Ένα τρανταχτό παράδειγμα της χρήσης του έξυπνου λιανικού συστήματος είναι η χρήση ετικέτας στα προϊόντα. Με αυτό τον τρόπο ο καταστηματάρχης θα έχει τη δυνατότητα να γνωρίζει το απόθεμα του αλλά και όλα τα στοιχεία του εκάστοτε προϊόντος, με το πάτημα ενός κουμπιού οποιοδήποτε χρονικό διάστημα επιθυμεί. (Power System, 2017)

1.8.5 Περιβάλλον

Οι εφαρμογές του IoT στην περιβαλλοντική παρακολούθηση συνεισφέρει στη ευρεία προστασία του περιβάλλοντος, παρακολούθηση καιρού, η ασφάλεια των υδάτων, η προστασία των ειδών, η εμπορική γεωργία και πολλά άλλα. Σε αυτές τις εφαρμογές, οι αισθητήρες ανιχνεύουν και μετρούν κάθε τύπο περιβαλλοντικής αλλαγής. (Power System, 2017)

Η τρέχουσα τεχνολογία παρακολούθησης για την ασφάλεια του αέρα και των υδάτων αποτελείται κυρίως από χειρωνακτική εργασία μαζί με προηγμένα εργαλεία και εργαστηριακή επεξεργασία. Το IoT βελτιώνει την τεχνολογία μειώνοντας την ανάγκη για ανθρώπινη εργασία, επιτρέποντας συχνές δειγματοληψίες, αυξάνοντας το εύρος δειγματοληψίας και παρακολούθησης, επιτρέποντας εξελιγμένες επιτόπιες δοκιμές και προσπάθειες απόκρισης στα συστήματα ανίχνευσης. Αυτό μας επιτρέπει να αποτρέψουμε τη σημαντική μόλυνση και τις σχετικές καταστροφές. (Power System, 2017)

Το IoT επηρέασε και την εμπορική γεωργία. Τα σημερινά εμπορικά αγροκτήματα έχουν εκμεταλλευτεί την προηγμένη τεχνολογία και τη βιοτεχνολογία εδώ και αρκετό καιρό, ωστόσο, το IoT εισάγει περισσότερη πρόσβαση σε βαθύτερη αυτοματοποίηση και ανάλυση. Μεγάλο μέρος της εμπορικής γεωργίας, όπως η παρακολούθηση του καιρού, πάσχει από ακρίβειας και απαιτεί ανθρώπινη εργασία στον τομέα της παρακολούθησης. Η αυτοματοποίηση παραμένει επίσης περιορισμένη. Το IoT επιτρέπει σε επιχειρήσεις να αφαιρέσουν μεγάλο μέρος της ανθρώπινης παρέμβασης στη λειτουργία του συστήματος, την

ανάλυση της γεωργίας και την παρακολούθηση. Τα συστήματα ανιχνεύουν αλλαγές στις καλλιέργειες, το έδαφος, το περιβάλλον και άλλα. Βελτιστοποιούν τις τυποποιημένες διαδικασίες μέσω της ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων. Επίσης, αποτρέπουν την εμφάνιση κινδύνων για την υγεία και επιτρέπουν τον καλύτερο έλεγχο. (Power System, 2017)

Η εφαρμογές έξυπνης άρδευσης είναι μια πολύ σημαντικές για το περιβάλλον. Πρόκειται για ένα εξειδικευμένο σύστημα όπου έξυπνοι αισθητήρες για τη μέτρηση των επιπέδων - ποιότητας νερού και ροής, σε δεξαμενές και σωλήνες. Αυτό το σύστημα IoT συνδέεται στο Internet μέσο μιας έξυπνης πύλης IoT. Οι αισθητήρες εκπέμπουν συμβάντα και αναφέρουν παρατηρήσεις όπως η στάθμη του νερού στη δεξαμενή, περιεκτικότητα σε χλώριο, θερμοκρασία και όγκο ροής νερού. Τα δεδομένα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία από την έξυπνη συσκευή και τα αποτελέσματα μπορούν αμέσως να γνωστοποιηθούν προκειμένου να προχωρήσουν οι εργασίες καθαρισμού. Τα δεδομένα αισθητήρων μπορούν επίσης να αποθηκευτούν έτσι ώστε να γίνουν συγκρίσεις με προηγούμενα ή επόμενα αποτελέσματα. (Raman, 2017)

1.8.6 Ασφάλεια

Κάμερες ασφαλείας και επιτήρησης εγκαθίστανται σε διάφορα σημαντικά σημεία όπως αεροδρόμια, πυρηνικές εγκαταστάσεις, κρατικά γραφεία και καταστήματα λιανικής πώλησης. Σήμερα, τα smartphones έχουν ισχυρές κάμερες για να φωτογραφίες, βίντεο, selfies. Οι εικόνες μπορούν να καταγραφούν και να μεταδοθούν σε αποθηκευτικά συστήματα καθώς και σε clouds για να επεξεργαστούν εύκολα οι φωτογραφίες και να τις συγκρίνουν με τις εικόνες προσώπων τρομοκρατών, εμπρηστών, κ.ο.κ. στις ήδη αποθηκευμένες βάσεις δεδομένων. Μέσω της επεξεργασίας εικόνας και των αναλύσεων, είναι δυνατό να εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες. Όλα αυτά εξουσιοδοτούν τους υπαλλήλους ασφαλείας και αστυνομίας να προχωρήσουν στις έρευνές τους με σαφήνεια και εμπιστοσύνη. (Raman, 2017)

1.9 Θετικά και αρνητικά της τεχνολογίας του Internet of Things

Η τεχνολογία τις περισσότερες φορές συμβάλει θετικά στη ζωή του ανθρώπου, γι’ αυτό και εξελίσσεται με τέτοιο ρυθμό. Φυσικά, σε κάθε είδος τεχνολογίας, υπάρχουν πολλά θετικά στοιχεία, όπως και αρνητικά. Μερικά από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

1.9.1 Πλεονεκτήματα του Internet of Things

- Δεδομένα: Όσο περισσότερες είναι οι πληροφορίες προς τον χρήστη, τόσο πιο εύκολα και με βεβαιότητα θα παρθούν αποφάσεις.
- Παρακολούθηση: Ο χρήστης ενημερώνεται για τις ελλείψεις του σπιτιού ή για κάποιο πρόβλημα που εμφανίστηκε στο σπίτι ή την πόλη ή την επιχείρηση του. Επομένως, μπορεί να αποτρέψει επιπλέον δρομολόγια ή ακόμα και κάποια δυσάρεστη κατάσταση.
- Χρόνος: Η ποσότητα του χρόνου που εξοικονομείται από την παρακολούθηση των αντικειμένων είναι πολύ μεγάλη.

- Χρήματα: Η οικονομική πτυχή είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα, και για αυτό το λόγο γίνονται όλα. Αυτή η τεχνολογία αντικαθιστά τους ανθρώπους που είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και την ενημέρωση. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)
- Οφέλη για το περιβάλλον: Παρακολούθηση των καιρικών δεδομένων, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν καταστροφές από πλημμύρες ή χιόνια. Καθημερινή μελέτη και παρακολούθηση της μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα καυσαέρια.
- Οικονομία πόρων: Μέσω των εφαρμογές IoT όπως η «έξυπνη στάθμευση» και «ο έξυπνος φωτισμός», εξοικονομούνται ενεργειακοί πόροι, άνθρωπο-ώρες κ.α.

1.9.2 Μειονεκτήματα του Internet of Things

- Προστασία προσωπικών δεδομένων: Η προστασία προσωπικών δεδομένων είναι ένα μεγάλο ζήτημα για τις εφαρμογές IoT. Όλα τα δεδομένα πρέπει να κρυπτογραφούνται έτσι ώστε δεδομένα σχετικά με την οικονομική κατάσταση ή την κατάσταση της υγείας να μην φανερώνονται σε ανεπιθύμητα πρόσωπα.
- Πολυπλοκότητα: Μεγάλο ποσοστό του πλανήτη δεν θα μπορεί να επωφεληθεί, λόγο του ότι δεν έχει την απαραίτητη γνώση.
- Ασφάλεια: Υπάρχει πιθανότητα το λογισμικό να δεχθεί επιθέσεις και τα προσωπικά δεδομένα να καταχραστούν. (ΣΟΛΔΑΤΟΣ, 2017)
- Μεγάλός αριθμός IoT συσκευών απαιτεί πολλούς πόρους
    - **Storage**: Οι πληροφορίες από κάθε IoT συσκευή αποθηκεύονται στο cloud, σε διάφορα σημεία του πλανήτη. Η συνεχής αύξηση των IoT συσκευών απαιτεί και ακόμα μεγαλύτερο χώρο στο cloud.
    - **Networking**: Οι θέσεις IPv4 τείνουν να εξαντληθούν εξαιτίας του πλήθους των έξυπνων συσκευών.
    - **Energy (Batteries):** Καταναλώνεται υπερβολικά πολύ ενέργεια διότι οι έξυπνες συσκευές είναι σε λειτουργεία πάντα και για όλη τη διάρκεια της ζωής τους.

1.10 Πλατφόρμες Internet of Things

Μεγάλες εταιρίες τεχνολογίας έχουν υιοθετήσει την λογική του IoT και παρέχουν λύσεις για υλοποίηση εφαρμογών IoT. Μερικές πλατφόρμες του IoT είναι:

1.10.1 Amazon web service IoT Platform

Amazon web service IoT (AWS IoT) είναι μια πλατφόρμα που δεν απευθύνεται αποκλειστικά στον τομέα του IoT. Επιτρέπει τη σύνδεση συσκευών με υπηρεσίες AWS, την ασφάλεια δεδομένων και αλληλεπιδράσεων, τη διεκπεραίωση και τη λειτουργία των δεδομένων της συσκευής και την δυνατότητα των εφαρμογών να αλληλοεπιδρούν με τις συσκευές. Οι ολοκληρωμένες λύσεις που διαθέτει για την ανάπτυξη εφαρμογών IoT είναι οι: AWS Greengrass, AWS IoT Platform, AWS IoT Button. (Amazon, 2020)

Οι συσκευές μπορούν να αναφέρουν την κατάσταση τους, δημοσιεύοντας μηνύματα στον server. Ο server παραδίδει τα ληφθέντα μηνύματα σε όλους τους πελάτες που έχουν εγγραφεί. Το AWS IoT είναι μια online πλατφόρμα που επιτρέπει σε IoT συσκευές να συνδεθούν στο cloud και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους ή με κάποια εφαρμογή ή υπηρεσία που τρέχει στο ίδιο cloud. (Amazon, 2020)

Η πλατφόρμα παρέχει το πρότυπο εντολών που αλλάζει την επιθυμητή κατάσταση για κρυμμένα αντικείμενα. Το AWS IoT έχει ένα μητρώο αντικειμένων που περιέχει πληροφορίες σχετικές με συσκευές και επιτρέπει την προσθήκη προσαρμοσμένων χαρακτηριστικών που αποτελούν μέρος των συσκευών. Η αλληλεπίδραση με τη registry για τη δημιουργία, τη διαγραφή και την ενημέρωση των στοιχείων είναι ενεργοποιημένη με το AWS CLI (διεπαφή γραμμής εντολών) που παρέχει όλες αυτές τις λειτουργίες. (Raman, 2017)

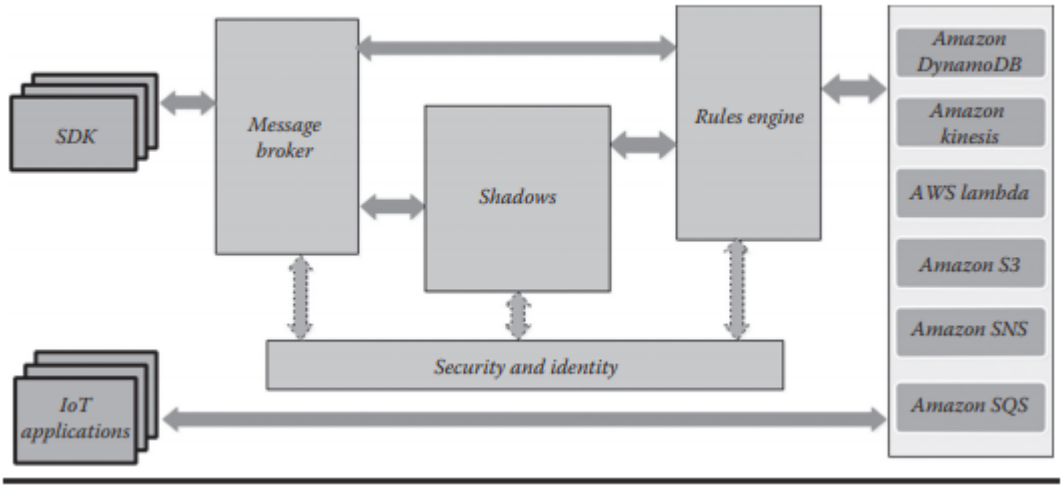


Figure 12: The AWS IoT platform architecture

Πηγή: (Raman, 2017)

1.10.2 IBM Watson IoT Platform

Ο τομέας IoT σύντομα θα είναι η μεγαλύτερη και μοναδική πηγή δεδομένων στον πλανήτη, ωστόσο σχεδόν το 90% των δεδομένων αυτών δεν ενεργεί ποτέ. Με τις μοναδικές ικανότητες της πλατφόρμας IBM Watson IoT να αισθάνεται, να αιτιολογεί και να μαθαίνει, η Watson ανοίγει την πόρτα για τις επιχειρήσεις, τις κυβερνήσεις και τα άτομα να αξιοποιήσουν τελικά αυτά τα δεδομένα IoT, να τα συγκρίνουν με ιστορικά σύνολα δεδομένων και βαθύτατες

γνώσεις. Τότε βρίσκουν απροσδόκητες συσχετίσεις που δημιουργούν νέες ιδέες προς όφελος τόσο των επιχειρήσεων όσο και της κοινωνίας. Όταν συνδυάζεται με την πλατφόρμα IBM Bluemix, η πλατφόρμα Watson IoT παρέχει απλή αλλά ισχυρή πρόσβαση εφαρμογών σε συσκευές και δεδομένα IoT. Οι επαγγελματίες μπορούν σύντομα να συνθέτουν εφαρμογές ανάλυσης, πίνακες ελέγχου απεικόνισης και κινητές εφαρμογές IoT. Βοηθά στη δημιουργία εφαρμογών IoT που τροφοδοτούν πληροφορίες για να υποστηρίξουν επιχειρησιακές εφαρμογές. (Raman, 2017)

1.10.2.1 IBM APIs

Η IBM θα παρέχει επίσης APIs και υπηρεσίες στην πλατφόρμα Watson IoT cloud για να επιταχύνει την ανάπτυξη των γνωστικών λύσεων και υπηρεσιών IoT, βοηθώντας τους πελάτες και τους συνεργάτες να κατανοήσουν τον αυξανόμενο όγκο και την ποικιλία των δεδομένων σε ένα κόσμο που η ψηφιοποίηση γίνεται γρήγορα. Με αυτές τις κινήσεις, οι πελάτες, οι νεοσύστατες επιχειρήσεις, ο ακαδημαϊκός κόσμος και ένα ισχυρό οικοσύστημα εταίρων του IoT από κατασκευαστές πυριτίου και συσκευών έως παρόχους που προσανατολίζονται στη βιομηχανία, θα έχουν άμεση πρόσβαση στην ανοιχτή πλατφόρμα IoT που βασίζεται στο cloud για δοκιμές, ανάπτυξη και δημιουργία εφαρμογών, υπηρεσίες και λύσεις της επόμενης γενιάς IoT. Οι κορυφαίες εταιρείες αυτοκινητοβιομηχανίας, ηλεκτρονικών ειδών, υγειονομικής περίθαλψης, ασφάλισης και βιομηχανίας που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των προσπαθειών του κλάδου 4.0 είναι εκείνες που αναμένεται να επωφεληθούν. Οι τέσσερις νέες υπηρεσίες API περιλαμβάνουν:

- Η API Natural Language Processing (NLP) Family επιτρέπει στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν με συστήματα και συσκευές χρησιμοποιώντας απλή γλώσσα. Η δυνατότητα NLP βοηθά τις λύσεις να κατανοήσουν την πρόθεση της ανθρώπινης γλώσσας συσχετίζοντάς την με άλλες πηγές δεδομένων για να κατανοήσουν την κατάσταση. Για παράδειγμα, ένας τεχνικός που εργάζεται σε μια μηχανή μπορεί να παρατηρήσει μια ασυνήθιστη δόνηση. Μπορεί να ζητήσει από το σύστημα "Τι προκαλεί αυτή τη δόνηση;" Χρησιμοποιώντας το NLP και άλλα δεδομένα αισθητήρων, το σύστημα θα συνδέει αυτόματα τις λέξεις με την έννοια και την πρόθεση, θα καθορίζει τη μηχανή που κάνει αναφορά και θα συσχετίσει την πρόσφατη συντήρηση για να προσδιορίσει την πιθανότερη πηγή και την αιτία των δονήσεων και στη συνέχεια να προτείνει μια κατάλληλη ενέργεια. (Raman, 2017)

- The Machine Learning Watson API Family αυτοματοποιεί την επεξεργασία δεδομένων και παρακολουθεί συνεχώς τα νέα δεδομένα και τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών για την ταξινόμηση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων με βάση τις μαθησιακές προτεραιότητες. Η Machine learning (ML) μπορεί να εφαρμοστεί σε δεδομένα που προέρχονται από συσκευές και αισθητήρες για να κατανοήσουν αυτόματα τις τρέχουσες συνθήκες, τις συνήθεις, τις αναμενόμενες τάσεις, τις ιδιότητες που παρακολουθούν και τις προτεινόμενες ενέργειες όταν προκύψει ένα ζήτημα. Για παράδειγμα, η πλατφόρμα μπορεί να παρακολουθεί τα εισερχόμενα δεδομένα από τον εξοπλισμό για να μάθει τόσο τις φυσιολογικές όσο και τις ανώμαλες συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών και παραγωγικών διαδικασιών, οι οποίες είναι συχνά μοναδικές για κάθε εξοπλισμό. Η εκμάθηση μηχανών βοηθάει στην κατανόηση αυτών των διαφορών και ρυθμίζει το σύστημα ώστε να παρακολουθεί τις συνθήκες κάθε στοιχείου. (Raman, 2017)

- Η Video and Image Analytics API Family επιτρέπει την παρακολούθηση τα δεδομένα από βίντεο και εικόνων για τον εντοπισμό σκηνών και μοτίβων. Αυτή η γνώση μπορεί να συνδυαστεί με δεδομένα μηχανής για να κατανοήσει καλύτερα τα παρελθόντα γεγονότα και τις αναδυόμενες καταστάσεις. Για παράδειγμα, οι κάμερες ασφαλείας για την παρακολούθηση της ανάλυσης βίντεο ενδέχεται να επισημαίνουν την ύπαρξη ενός παραβάτη σε μια περιορισμένη περιοχή, δημιουργώντας μια ειδοποίηση στο σύστημα. Τρεις ημέρες αργότερα, ένα στοιχείο στην περιοχή αρχίζει να παρουσιάζει μειωμένη απόδοση. Τα δύο περιστατικά μπορούν να συσχετιστούν για να εντοπιστεί μια σύγκρουση μεταξύ του παραβάτη και του στοιχείου, κάτι που ίσως δεν ήταν άμεσα εμφανές από το βίντεο ή τα δεδομένα από το μηχάνημα. (Raman, 2017)

- Η Text Analytics API Family επιτρέπει την εξόρυξη μη δομημένων κειμένων από τηλεφωνικά κέντρα πελατών, τη συντήρηση των τεχνικών, των σχολίων του ιστολογίου και των tweets για να βρεθούν συσχετισμοί και πρότυπα σε αυτές τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Για παράδειγμα, οι φράσεις που αναφέρθηκαν μέσω αδόμητων καναλιών, όπως τα φρένα μου προκαλούν θόρυβο, το αυτοκίνητό μου φαίνεται να επιβραδύνεται να σταματήσει, μπορεί να συνδεθεί και να συσχετιστεί για να εντοπίσει πιθανά ζητήματα σε μια συγκεκριμένη μάρκα και μοντέλο αυτοκινήτου. (Raman, 2017)

Αυτή η τεχνική αντιπροσωπεύει μια νέα τάξη συστημάτων που μαθαίνουν την κλίμακα, τη λογική και αλληλοεπιδρούν φυσικά με τον άνθρωπο. Αντί να προγραμματιστούν, μαθαίνουν και αποθηκεύουν δεδομένα από τις αλληλεπιδράσεις τους με εμάς και από το περιβάλλον, επιτρέποντάς τους να συμβαδίζουν με τον όγκο, την πολυπλοκότητα και την απρόβλεπτη πληροφόρηση που παράγεται από το IoT. Τα γνωστικά συστήματα μπορούν να κατανοήσουν το 80% των δεδομένων του κόσμου που οι επιστήμονες της πληροφορικής ονομάζουν αδόμητες, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να φωτίσουν πτυχές του κόσμου που ήταν προηγουμένως αόρατες, επιτρέποντας στους χρήστες να αποκτήσουν μεγαλύτερη γνώση και να λάβουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις. (Raman, 2017)

Υπάρχουν περισσότερες από 9 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές που λειτουργούν σήμερα στον κόσμο, δημιουργώντας 2,5 ψηφίδες quintillion νέων δεδομένων καθημερινά. Η IBM Watson, το παγκοσμίως πρωτεύον γνωστικό σύστημα, είναι ικανή να παράγει πληροφορίες από αυτές που δίνονται μέσο του IoT. Δηλαδή η ουσία της πλατφόρμας IBM Watson IoT, είναι η ολοκλήρωση της δια δραστικής και επαναληπτικής επεξεργασίας στα δεδομένα, προκειμένου να παράγουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. (Raman, 2017)

1.10.3 Microsoft Azure

Η Microsoft κατασκεύασε την υπηρεσία Azure, με σκοπό την δημιουργία, εκτέλεση και διαχείριση εφαρμογών και υπηρεσιών, που τρέχουν σε cloud. Ένα από τα προσφερόμενα στοιχεία της πλατφόρμας είναι το Azure IoT Suite το οποίο περιέχει προγραμματιστικές βιβλιοθήκες και framework για την σύνδεση και διαχείριση IoT συσκευών. Παρακάτω βλέπουμε τα στοιχεία που περιέχονται σε αυτή την υπηρεσία. (Microsoft, 2020)

- **Azure IoT Hub:** πλατφόρμα για την σύνδεση, παρακολούθηση και διαχείριση τον IoT συσκευών.
- **Event Hubs:** Πλατφόρμα διαχείρισης εισερχόμενων δεδομένων από τις συσκευές ως events. Είναι εύκολα κλιμακώμενη και μπορεί αν επεξεργασθεί δεδομένα από χιλιάδες συσκευές ταυτόχρονα. Ο συνδυασμός της με άλλα κομμάτια του IoT Suite, άλλα και της ευρύτερης πλατφόρμας Azure, καθιστά την δημιουργία εφαρμογών εύκολη.
- **Stream Analytics:** Εργαλείο σύγχρονης επεξεργασίας εισερχόμενων δεδομένων από τις συσκευές
- **Machine Learning:** Εργαλεία πρόβλεψης και συντήρησης των συσκευών βάση συλλεγόμενων δεδομένων
- **Notifications Hub:** Σύστημα ενημέρωσης χρηστών με την ικανότητα μαζικής αποστολής πληθώρας μηνυμάτων. (Microsoft, 2020)

Στο επίπεδο του Cloud, η πλατφόρμα προσφέρει την δυνατότητα ανάπτυξης και εκτέλεση εφαρμογών στις γλώσσες Java, Node.js, C# .Net. Για την ανάπτυξη παρέχονται framework από την Microsoft. Όσο αφορά τον κώδικα των IoT συσκευών, προσφέρονται SDK στις γλώσσες: Java, C, Python, Node.js, C# .Net. (Microsoft, 2020)

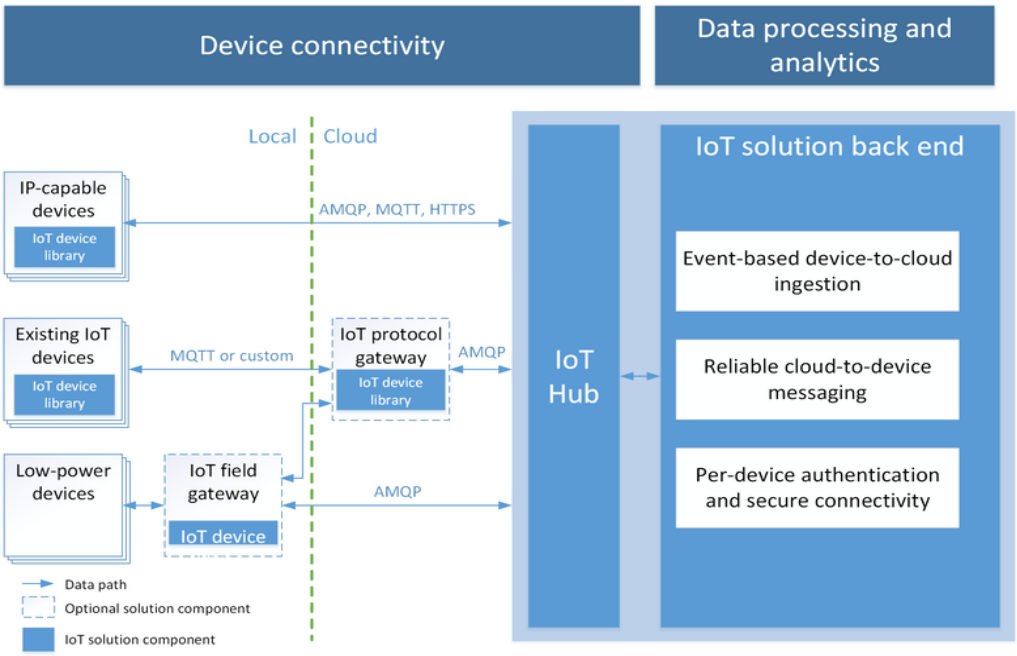


Figure 13: Τοπολογία Δικτύωσης IoT Hub Device to Cloud

https://blogs.biztalk360.com/wp-content/uploads/2017/04/IoT-Hub-Device-To-Cloud-IoT-Hub-Architecture.png

Κεφάλαιο 2

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΠΙΤΙΟΥ

2.1 Εισαγωγή Στο Έξυπνο Σπίτι

Το έξυπνο σπίτι είναι μια τεχνολογική υπεροχή, της οποίας οι δυνατότητες ελέγχου μέσω ενός κεντρικού συστήματος, είναι τεράστιες, εξελίξιμες και πλήρως επεκτεινόμενες. Το έξυπνο σπίτι λοιπόν είναι ένας φυσικός χώρος ο οποίος διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη, ελέγχει, συγκρίνει, εκτελεί, απορρίπτει, ενημερώνει, ενημερώνεται, λειτουργεί εντελώς αυτόματα ή κατά βούληση του ιδιοκτήτη ημιαυτόματα και χειροκίνητα. Δεν βγαίνει εκτός λειτουργίας όταν χαλάει ένα εξάρτημά του και πάνω απ' όλα δεν εξαρτάται από έναν τεχνικό ή μια εταιρεία αλλά από πλήθος τεχνικών ή καλύτερα από πρότυπα τεχνολογίας και υποδομών που δεν αλλοιώνονται στο χρόνο ούτε από επιχειρηματικούς παράγοντες αλλά ούτε από τεχνολογικές εξελίξεις. Αντιθέτως ακολουθούν την εξέλιξη σε παγκόσμιο επίπεδο ανεξάρτητα από εταιρίες και ελεύθερους επαγγελματίες. (Ανδρουλάκης, 2002)

Οι αυτοματισμοί σπιτιού δεν είναι μια πρόσφατη τεχνολογική ανακάλυψη, αφού τα πρώτα έξυπνα σπίτι εμφανίστηκαν για πρώτη φορά πριν από δύο δεκαετίες! Ωστόσο η δημοτικότητά τους αυξήθηκε περισσότερο τα τελευταία 4-5 χρόνια, εξαιτίας της εξέλιξης που σημειώθηκε στους τομείς, των ηλεκτρονικών υπολογιστών, των ψηφιακών συστημάτων ψυχαγωγίας, αλλά και του διαδικτύου. Εξέλιξη που σε συνδυασμό με την αύξηση της ζήτησης για απλότητα και άνεση στην καθημερινή ζωή, λειτούργησε καταλυτικά. Οι σημερινές τεχνολογίες αυτοματισμών προσφέρουν πολύ περισσότερα από τους απλούς προγραμματιζόμενους χρονοδιακόπτες. Ένα πραγματικά αυτοματοποιημένο σπίτι χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα δημιουργίας πολύπλοκων συνθηκών φωτισμού, εξελιγμένου ελέγχου ασφαλείας, διανομής εικόνας και ήχου, και διαχείρισης ενέργειας.
Το πολύ-σύστημα «έξυπνο σπίτι» παρέχει ένα πλήθος πληροφοριών χειρισμού, ειδοποίησης και ενημέρωσης, σε κινητά, σταθερά τηλέφωνα, αλλά και σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Συγκεκριμένα παρέχει ενημέρωση για την κατάσταση της κατοικίας και χειρισμό ασφαλείας του προσωπικού σας χώρου, μέσω τηλεπικοινωνιακών συσκευών. (Smart System, 2017)

Η ανάπτυξη των έξυπνων σπιτιών έχουν ως στόχο να υλοποιήσουν το τρίπτυχο Ασφάλεια-Άνεση-Οικονομία, που διευκολύνει κατά πολύ τη ζωή του ανθρώπου.

2.2 Πώς Λειτουργεί το έξυπνο σπίτι;

Το σύστημα ενός έξυπνου σπιτιού έχει τον έλεγχο όλων των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου. Έτσι, μπορεί να έχει πρόσβαση, να κάνει αλλαγές και να ενημερώνεται για τη κατάσταση σε κάθε σημείο του συστήματος. Μέσω των αισθητήρων, των σεναρίων και της νοημοσύνης που διαθέτει το σύστημα, μπορούν να αυτοματοποιηθούν πολλές από τις καθημερινές συνήθειες των χρηστών. Με αυτό τον τρόπο, κατ' αρχήν διευκολύνεται η καθημερινότητα τους και έπειτα υπάρχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Για να ολοκληρωθεί η έννοια του έξυπνου σπιτιού, απαιτείται και ο

απομακρυσμένος έλεγχος. Δηλαδή, μέσω τηλεφώνου, internet, sms και e-mail, ο χρήστης ενημερώνεται και ελέγχει την κατοικία. (Power System, 2017)

Τα έξυπνα σπίτια αναλαμβάνουν αρκετές πρωτοβουλίες, όπως να ρυθμίσουν αυτόματα την εσωτερική θερμοκρασία τους, να ανεβάζουν τις τέντες (για να μην καταστραφούν από τον αέρα) να προσημειώσουν κίνηση ανοιγοκλείνοντας τα φώτα και τα ρολά (αποθαρρύνοντας τους διαρρήκτες κατά την απουσία μας), ή απλά να ενημερώσουν τον ιδιοκτήτη για την κατάσταση της κατοικίας μέσω Internet (θερμοκρασία, βροχή, αέρας, αποθέματα πετρελαίου, κατάσταση ρολών, τεντών, εξόδων, κάμερες). (Power System, 2017)

Ταυτόχρονα μπορούν να προγραμματίσουν λειτουργίες με τέτοιο τρόπο που σε συνδυασμό με τις ανάγκες του κτηρίου να εξοικονομούν ενέργεια. Ένας τέτοιος αυτοματισμός μπορεί να είναι το αυτόματο μάζεμα της τέντας όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή μέσα στο σπίτι και η μέρα είναι ηλιόλουστη. (Power System, 2017)

Το έξυπνο σπίτι είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε ΑΜΕΑ και ηλικιωμένους που δυσκολεύονται να διαχειριστούν το σπίτι τους, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να κάνουν πολλές από τις καθημερινές εργασίες μέσω ενός απλού συστήματος διαχείρισης. (Power System, 2017)

2.3 Κατηγορίες Έξυπνων Σπιτιών

Κατά την εξέλιξη της τεχνολογίας και των σπιτιών, η κατηγοριοποίηση είναι αναπόφευκτη και βασίζεται σε τρία κυρίως χαρακτηριστικά. Το πρώτο βασίζεται στο τι προσφέρουν στην καθημερινότητα των ενοίκων κατά την διαμονή τους στο σπίτι ή ακόμα και κατά την απουσία τους από αυτό. Το δεύτερο αφορά στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση των ενοίκων και το τρίτο είναι οι απατήσεις που υπάρχουν στο καθένα από αυτά.

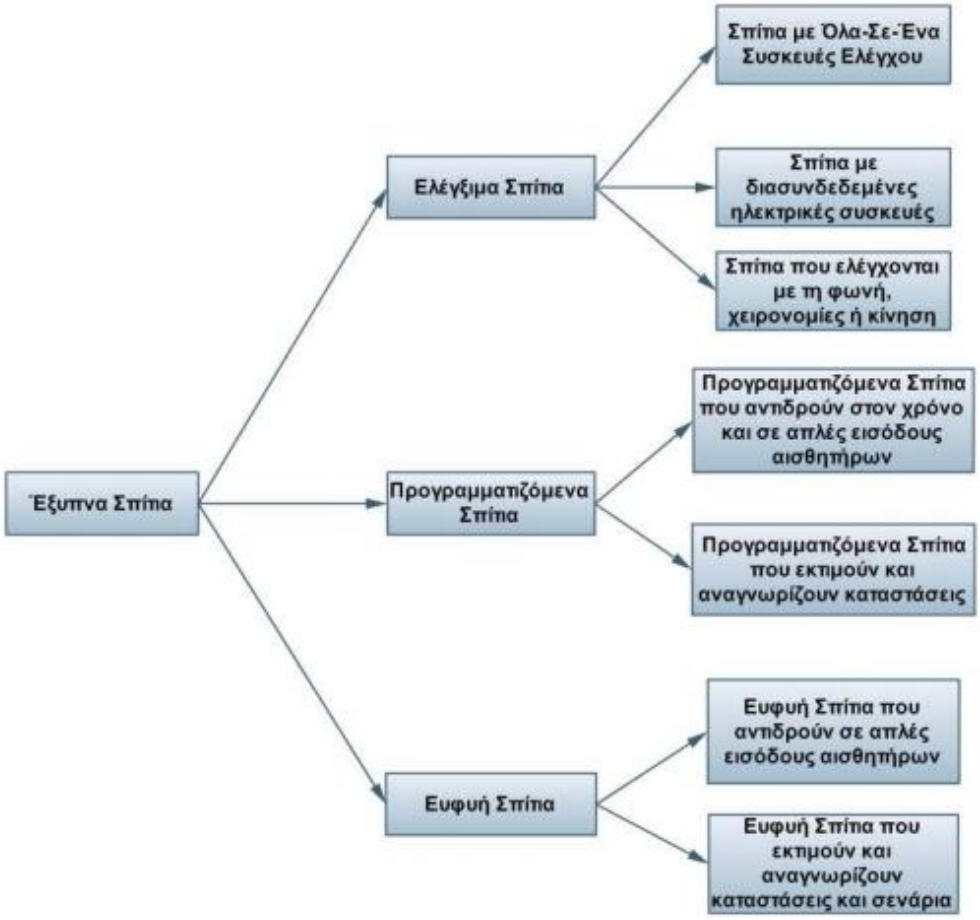


Figure 14: Κατηγορίες Έξυπνων Σπιτιών

Πλέον η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη κατασκευή των έξυπνων σπιτιών, συνδυάζει και τις τρις κατηγορίες, αλλά θα μπορούσαμε να πούμε ότι έχει περισσότερα κοινά σημεία με την τελευταία κατηγορία σπιτιών. (Pilich, 2004)
Οι κατηγορίες που προκύπτουν είναι οι εξής:

2.3.1 Τα Ελέγξιμα Σπίτια (Controllable Houses)

Σε αυτή τη κατηγορία, το σπίτι μπορεί να ελεγχθεί εύκολα από τον ένοικο. Με πιο προηγμένα μέσα σε σχέση με τα συμβατικά σπίτια, τα ελέγξιμα εξασφαλίζουν στους ενοίκους άνεση και ευελιξία κινήσεων στον χώρο. Εδώ εμφανίζονται οι παρακάτω κατηγορίες.

1) Σπίτι, όλα σε μία συσκευές ελέγχου (Houses with one integrated remote controller): όπου το σύνολο των ηλεκτρικών συσκευών μπορεί να ελεγχθεί από ένα και μόνο τηλεκοντρόλ ή πάνελ ελέγχου. Οι τεχνολογικές απαιτήσεις για την εφαρμογή μιας τέτοιας υποδομής είναι ελάχιστες, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι μια ασύρματη ή ενσύρματη μέθοδος επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών και της μονάδας ελέγχου. (Pilich, 2004)

2) Σπίτια με διασυνδεδεμένες ηλεκτρικές συσκευές (Houses with interconnected devices): Η κατηγορία αυτή, εστιάζει κυρίως στην ψυχαγωγία. η τηλεόραση, το βίντεο, το ράδιο, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής καθώς και επιπρόσθετα ηχεία, οθόνες, μικρόφωνα και κάμερες είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Μια τέτοια υποδομή δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής ψηφιακών δεδομένων μεταξύ των συσκευών αλλά και εύκολη επικοινωνία μεταξύ των ενοίκων σε όποιο χώρο του σπιτιού κι αν βρίσκονται. Για την υλοποίηση του σπιτιού αυτού το μόνο που χρειάζεται είναι ένα ευρυζωνικό δίκτυο είτε ασύρματης είτε ενσύρματης τεχνολογίας. Ο τύπος αυτός σπιτιών χρειάζεται και τις λειτουργίες του προαναφερθέντος τύπου σπιτιών καθώς υπάρχει ανάγκη για εύκολο έλεγχο όλων των διασυνδεδεμένων συσκευών. (Pilich, 2004)

3) Σπίτια που ελέγχονται με φωνή, χειρονομίες ή κίνηση (Houses controlled by voice, gestures or movement): Αυτή η υποκατηγορία σπιτιών βασίζεται στην ίδια σχεδόν υποδομή που απαιτείται και στην πρώτη. Η μοναδική τους διαφορά έγκειται στο ότι ενώ στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται μία ορατή μονάδα ελέγχου, σε αυτή αντικαθίσταται από μία αόρατη η οποία ανιχνεύει και αντιδρά στα ερεθίσματα που δίνουν οι ένοικοι, όπως φωνές, κινήσεις και χειρονομίες. (Pilich, 2004)

2.3.2 Τα Προγραμματιζόμενα Σπίτια (Programmable Houses)

Τα προγραμματιζόμενα σπίτια είναι η δεύτερη κατηγορία έξυπνων σπιτιών και περιλαμβάνει τα σπίτια που μπορούν να προγραμματιστούν και υπό συγκεκριμένες συνθήκες να ανοίγουν ή να κλείνουν οικιακές συσκευές ή να ρυθμίζουν με κάποιο τρόπο τη λειτουργία τους. Εδώ συναντούμε δύο υποκατηγορίες:

1) Σπίτια που αντιδρούν στον χρόνο και σε απλές εισόδους αισθητήρων (Houses react to time and simple sensor inputs): Οι οικιακές συσκευές είναι ρυθμισμένες έτσι ώστε να ανοίγουν και να κλείνουν σύμφωνα με τις επιθυμίες των ενοίκων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Είναι προγραμματισμένα, δηλαδή, με βάσει τις ανάγκες του εκάστοτε ιδιοκτήτη. Έτσι, ο θερμοσίφωνας μπορεί να ανάβει λίγο πριν την επιστροφή των ενοίκων στο σπίτι και ο θερμοστάτης να σβήνει όταν η θερμοκρασία φτάσει το επιθυμητό επίπεδο του χώρου. Η αλληλουχία των αντιδράσεων δημιουργείται από τις πληροφορίες που στέλνονται από έναν αισθητήρα, ο οποίος μεταβάλει την κατάσταση των υπόλοιπων συσκευών. Η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς αισθητήρες υψηλής αξιοπιστίας υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά σε μεγάλο βαθμό. (Pilich, 2004)

2) Σπίτια που εκτιμούν και αναγνωρίζουν καταστάσεις (Houses assessing and recognizing situations): Τα σπίτια αυτά δίνουν τη δυνατότητα να αντιλαμβάνονται και να αναγνωρίζουν δεδομένα που δέχονται από διάφορους αισθητήρες και συνεπώς να τα επεξεργάζονται ως μεμονωμένο σενάριο και να αντιδρούν ανάλογα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που οι ένοικοι επιστρέψουν σπίτι μετά από μία κουραστική μέρα και ξαπλώσουν, το σπίτι μπορεί να αντιληφθεί την αλληλουχία κινήσεων, να σβήσει τα φώτα και να ανοίξει το ηχοσύστημα. Το σπίτι δεν έχει τη δυνατότητα αντίληψης των αλλαγών στο περιβάλλον και γι' αυτό τέτοιου είδους σενάρια πρέπει να προγραμματίζονται εκ των προτέρων και να ανανεώνονται με βάση τις επιθυμίες και τις ανάγκες των ενοίκων που προκύπτουν. Και σ' αυτή την περίπτωση σπιτιού είναι μεγάλη η ανάγκη για ένα αξιόπιστο λειτουργικό που θα

είναι σε θέση να αναλύσει και αξιολογήσει σωστά την κατάσταση. Ωστόσο, αυτό προϋποθέτει και τον προσεκτικό προγραμματισμό του σπιτιού από πλευράς ενοίκων, ώστε όλα τα πιθανά σενάρια που είναι καταχωρημένα στη μονάδα επεξεργασίας να είναι όσο το δυνατόν ίδια με τα πραγματικά. (Pilich, 2004)

2.3.3 Τα Ευφυή Σπίτια (Intelligent Houses)

Τα ευφυή σπίτια είναι η τελευταία κατηγορία έξυπνων σπιτιών και διακρίνονται κι αυτά σε δύο υποκατηγορίες. (Pilich, 2004)

1) Σπίτια που αντιδρούν σε απλές εισόδους αισθητήρων (Houses reacting to simple sensor inputs)
2) Σπίτια που εκτιμούν και αναγνωρίζουν καταστάσεις και σενάρια (Houses assessing and recognizing situations or scenarios)

Τα ευφυή σπίτια είναι παρόμοια με τα προγραμματισμένα σπίτια. Η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων σπιτιών, είναι ότι ενώ τα προγραμματισμένα σπίτια χρειάζονται απαραίτητα την παρέμβαση του χρήστη προκειμένου να προγραμματιστούν και να δουλεύουν όπως επιθυμεί ο ένοικος, τα ευφυή σπίτια πραγματοποιούν αυτό το έργο μόνα τους. Με τη βοήθεια των κατάλληλων τεχνολογιών έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν και να «μαθαίνουν» τις συνήθειες των ενοίκων τους και να αναγνωρίζουν αλληλουχίες κινήσεων. Σκοπός τους είναι η εκτέλεση λειτουργιών προς εξυπηρέτηση των ενοίκων τους χωρίς την παρέμβαση των ίδιων. Συνεπώς, ο προγραμματισμός από πλευράς ενοίκων δεν είναι απαραίτητος, γεγονός που τα καθιστά πιο προσιτά καθώς δεν χρειάζονται γνώσεις για τον χειρισμό τους. (Pilich, 2004)

2.4 Αυτοματισμοί και Πλεονεκτήματα Έξυπνου Σπιτιού

Οι αυτοματισμοί ενός έξυπνου σπιτιού ποικίλουν. Στηρίζονται στις τεχνολογίες που περιλαμβάνονται και στις ανάγκες του κάθε ανθρώπου ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, ορισμένες από τις λειτουργίες ενός σπιτιού που μπορούν να αυτοματοποιηθούν με στόχο να γίνει εύχρηστο, άνετο και γρήγορο θα αναλυθούν παρακάτω.

2.4.1 Σύστημα Ασφαλείας

Το κυριότερο θέμα που απασχολεί τους περισσότερους ανθρώπους σήμερα, μπορούμε να πούμε ότι είναι η ασφάλεια των προσωπικών αντικειμένων αλλά και της ίδιας τους τη ζωή. Έτσι με κάθε κόστος, εγκαθιστώντας ένα σύστημα ασφαλείας στην οικία τους, προσπαθούν να μειώσουν τους κινδύνους από τυχαία εξωτερικά γεγονότα ή και από παρέμβαση τρίτου προσώπου. Μια κατοικία χωρίς σύστημα ασφαλείας είναι σαφώς ευκολότερος στόχος και η ύπαρξή του λειτουργεί αποτρεπτικά.
Με το σύστημα ασφάλειας οι ένοικοι έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ειδοποιούνται έγκαιρα ότι επιχειρείται διάρρηξη, έτσι ώστε να προβούν σε ενέργειες όπως το να ειδοποιήσουν την αστυνομία ή και να ασφαλίσουν όλες τις εξόδους. Η σειρήνα θα ειδοποιήσει τους ενοίκους και τους γείτονες για την διάρρηξη, ενώ παράλληλα θα επιτείνει το αίσθημα πανικού στον διαρρήκτη. Ο τηλεφωνητής του

συστήματος θα ενημερώσει το κέντρο λήψεως σημάτων και στη συνέχεια, τις αρμόδιες αρχές.

- Αν αντιληφθούν ύποπτους θορύβους, κατά τη διάρκεια της νύχτας, να φωταγωγηθεί ολόκληρη την ιδιοκτησία με ένα διακόπτη στο κομοδίνο τους.
- Μπορούν να διακόψουν ή να επαναφέρουν την παροχή ρεύματος σε πρίζες, προκειμένου να σταματήσει ή να τεθεί σε λειτουργία κάποια συσκευή. Με αυτό τον τρόπο, προστατεύονται τα μικρά παιδιά από κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.
- Οι ένοικοι ειδοποιούνται είτε βρίσκονται εντός είτε εκτός του σπιτιού τυχόν πυρκαγιά, υπερθέρμανση νερού, πλημμύρα και τυχόν βλάβη του πίνακα ελέγχου.
- Η εγκατάσταση ηλεκτρονικών κλειδαριών σε όλο το σπίτι ή σε επιλεγμένα δωμάτια είναι μία έξοχη ιδέα, καθώς πολλές κλειδαριές αυτού του τύπου απαιτούν κωδικό για να ξεκλειδώσουν και να προσφέρουν πρόσβαση σε ένα χώρο.

(Power System, 2017)

2.4.2 Σύστημα Παρακολούθησης

Μερικά χρόνια πριν, το πιο διαδεδομένο σύστημα παρακολούθησης ήταν η εγκατάσταση καμερών με καταγραφικό. Οπότε, σε περίπτωση που ο ένοικος ήθελε να μάθει τι εξελίχθηκε κάποια στιγμή της ημέρας, έπρεπε να ανατρέξει στο καταγραφικό και να παίξει όλο το βίντεο μέχρι να βρει αυτό που ζητάει. (Power System, 2017)

Σήμερα δίνεται η δυνατότητα ελέγχου της κατοικίας μέσω οποιαδήποτε έξυπνης συσκευής που έχει σύνδεση στο Internet, σε κάθε σημείο του κόσμου. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση καμερών και τη σύνδεσή τους μέσω WiFi ή καλωδίου Ethernet με το router. Έτσι μεταφέρεται η live εικόνα του σπιτιού, σε κάθε συσκευή του χρήστη που έχει σύνδεση στο Internet, όπου και αν βρίσκεται. Με αυτό το τρόπο, η κατοικία επιτηρείται σε πολύ μεγάλο βαθμό, ιδίως όταν υπάρχουν κατοικίδια ή παιδιά χωρίς επιτήρηση. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής των εικόνων, οι οποίες μπορούν να αποσταλθούν μέσω διαδικτύου στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Τέλος, με τη live ενημέρωση της κατάστασης, ο χρήστης μπορεί να αποτρέψει κάποια παραβίαση από άγνωστο άτομο, παρεμβαίνοντας απομακρυσμένα την ίδια στιγμή. (Power System, 2017)

2.4.3 Σύστημα φωτισμού

Εγκαθιστώντας ένα έξυπνο σύστημα φωτισμού, ο κάθε καταναλωτής, κατά κύριο λόγο προσπαθεί να μειώσει τη κατανάλωση ενέργειας. Οι λαμπτήρες, όπως και όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές πλέον, φέρουν ενεργειακή ταυτότητα. Είναι ένα από τα πρωταρχικά στοιχεία που πρέπει να ελέγχεται κατά την αγορά για να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, ένα σύστημα που “σκέφτεται”, έμπρακτα εξοικονομεί ενέργεια απενεργοποιώντας τα φώτα ή μειώνοντας τη φωτεινότητα, όταν το απαιτούν οι συνθήκες. Επίσης, ένα έξυπνο σύστημα μπορεί να αυτορυθμίζεται με βάση τον φυσικό φωτισμό, έτσι ώστε να τον κρατάει στα επιθυμητά επίπεδα σε δωμάτια που εργάζεται ο χρήστης, χωρίς τη δική του παρέμβαση. Μια ακόμα δυνατότητα το συστήματος είναι να ανοίγει και να κλείνει οποιαδήποτε πηγή φωτός, ανάλογα με πρόγραμμα καθορισμένων ωρών και μερών ή τυχαία. Με αυτό τον τρόπο αποθαρρύνονται τυχόν διαρρήκτες. Ακόμα ένα θετικό αποτέλεσμα του συστήματος είναι ότι κλείνει αυτόματα το φωτισμό, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, αν δεν εντοπισθεί κίνηση. Όλα τα παραπάνω, επιτυγχάνονται είτε από διακόπτες στο σπίτι, είτε

ακόμα καλύτερα από οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή. Έτσι χωρίς κόπο, ο χρήστης έχει τη διαχείριση στα χέρια του. (Power System, 2017)

2.4.4 Σύστημα Ηλεκτρικών Συσκευών και Ψυχαγωγία

Με το σύστημα των οικιακών συσκευών, οι ένοικοι έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν τις συσκευές απομακρυσμένα ή έχοντας ορίσει σενάρια.
Με βάση το καθημερινό τους πρόγραμμα, όταν ξυπνάνε μπορούν να έχουν το καφέ τους έτοιμο. Ακόμα, θα μπορούν να έχουν ζεστό νερό για χρήση μετά τη δουλειά, ορίζοντας σενάριο να ανάψει ο θερμοσίφωνας μισή ώρα πριν επιστρέψουν σπίτι. Μπορούν να εκκινούν αυτόματα το στερεοφωνικό ή τη τηλεόραση μόλις συνδεθούν στο WiFi του σπιτιού. Επίσης, έχουν τη δυνατότητα να εκκινούν το πλυντήριο πιάτων ή ρούχων απομακρυσμένα. Τέλος οποιαδήποτε στιγμή μπορούν να ενημερώνονται για την θερμοκρασία του ψυγείου και την ποσότητα των τροφίμων που υπάρχουν σε αυτό. (Power System, 2017)

2.4.5 Σύστημα Ψύξης και Θέρμανσης

Με τον έλεγχο και την ενεργοποίηση σεναρίων στο καλοριφέρ τα aircontitions και των υπόλοιπων μέσων θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού εξασφαλίζεται μια ευχάριστη και άνετη συνθήκη διαμονής.

Το σύστημα γνωρίζοντας τις καιρικές συνθήκες στον εξωτερικό χώρο, ρυθμίζει τις λειτουργίες στον εσωτερικό. Δηλαδή, σε περίπτωση χαμηλής θερμοκρασίας ή βροχής θα σφραγίσει παράθυρα, πόρτες και η ανανέωση του αέρα θα γίνεται από τον εξαερισμό με βάση το χρόνο που επιθυμεί ο ένοικος. Ακόμα ανάλογα με τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου και εάν είναι χειμώνας ή καλοκαίρι ενεργοποιούνται τα μέσα και κρατάνε σε σταθερή θερμοκρασία το σπίτι. Έτσι εξοικονομείται ενέργεια αλλά και συμβάλλει στη προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό συμβαίνει διότι τα μέσα θέρμανσης και ψύξεις θα δουλεύουν λιγότερο, άρα θα έχουμε λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. (Power System, 2017)

Δίνεται η δυνατότητα να ελέγχεται η θερμοκρασία σε κάθε δωμάτιο ανεξάρτητα, ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την παρουσία ατόμων. Όρια θερμοκρασιών μπορούν να καθοριστούν για κάθε χώρο ανεξάρτητα. Για παράδειγμα να παρέχεται θέρμανση τη νύχτα μόνο στα υπνοδωμάτια, ενώ η υπόλοιπη κατοικία να παραμένει στη ζώνη διατήρησης της θερμοκρασίας. Το αντίθετο μπορεί να προγραμματιστεί κατά τη διάρκεια της ημέρας.
Αν ο ένοικος φύγει από ένα δωμάτιο και ξεχάσει το κλιματιστικό αναμμένο, η ενέργεια σπαταλιέται χωρίς λόγο. Κάποιες φορές, μάλιστα, αφήνει και το παράθυρο ανοιχτό, οπότε η σπατάλη μεγαλώνει. Τότε το σύστημα μπορεί, εάν το παράθυρο παραμείνει ανοιχτό, μετά από εύλογο χρόνο για τον αερισμό του δωματίου, να κατεβαίνει το ρολό και το κλιματιστικό να σβήνει αυτόματα. (Power System, 2017)

Με την ενσωμάτωση αισθητήρων για την ηλιακή ενέργεια, το σύστημα μπορεί να αφήνει τις ακτίνες του ήλιου να χτυπήσουν ή όχι το σπίτι, ανεβοκατεβάζοντας τις τέντες ή τα ρολά, έτσι ώστε να ανεβεί η θερμοκρασία στο εσωτερικό του. Με αυτό το τρόπο εξοικονομείται επιπλέον ενέργεια και μειώνονται τα έξοδα θέρμανσής του κάθε ένοικου.

Τέλος με την ενεργοποίηση σεναρίων ο ένοικος δεν θα χρειάζεται να παρέμβει καθόλου στο σύστημα. Όλα γίνονται αυτόματα και η κατοικία κτάται στην επιθυμητή θερμοκρασία μειώνοντας έξοδα, ρίπους και ενέργεια. (Power System, 2017)

2.4.6 Σύστημα Ρολών, Τεντών και Θυρών

Όπως προαναφέρθηκε το έξυπνο σπίτι έχει τη δυνατότητα να αναλάβει πρωτοβουλίες και ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες να διαχειριστεί παράθυρα ρολά και τέντες.
Μπορεί να ανεβάσει ή να κατεβάσει τις τέντες ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες όπως, την ταχύτητα του ανέμου ή την ηλιοφάνεια, μέσω αισθητήρων. (GreenAgnda, 2017)Όταν οι ένοικοι λείπουν από το σπίτι οι κουρτίνες και οι τέντες ανοίγουν και κλείνουν σε τυχαίες χρονικές στιγμές για να δηλώσουν εικονική παρουσία. Οπότε λειτουργούν σαν ένα είδος ασφάλειας. (GreenAgnda, 2017)

Εάν ο ήλιος «είναι δυνατός» και ανεβάζει πολύ τη θερμοκρασία του σπιτιού τότε το σύστημα θα κατεβάσει τις τέντες. Αν όμως, ταυτόχρονα ο άνεμος απειλεί να σχίσει την τέντα, θα την ανεβάσει και θα κλείσει τα ρολά. (GreenAgnda, 2017)

Τα ρολά ελέγχονται είτε ομαδικά είτε μεμονωμένα από μπουτόν ή από έξυπνη συσκευή. Οι πόρτες και τα παράθυρα διαθέτουν μαγνητικές επαφές για να αναγνωρίζεται αν είναι κλειστά ή ανοιχτά. Έτσι σε συνδυασμό με τους αισθητήρες παρουσίας αποτελούν βασικό στοιχείο συστήματος συναγερμού. (GreenAgnda, 2017)

Τέλος, με την εγκατάσταση βιωματικών κινητήρων, είναι δυνατό το άνοιγμα και κλείσιμο των πορτών και παραθύρων απομακρυσμένα. (GreenAgnda, 2017)

2.4.7 Σύστημα Ποτίσματος

Με το σύστημα ποτίσματος, δίνεται στον ένοικο η δυνατότητα να ποτίσει τον κήπο του ή το γκαζόν, μόνο όταν είναι απαραίτητο, σύμφωνα με την υγρασία του εδάφους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ή εάν έχει ξεχάσει να τον ποτίσει, έχει τη δυνατότητα να το κάνει από οπουδήποτε με μία έξυπνη συσκευή. (GreenAgnda, 2017)

Μέσω IoT συσκευών, επιτυγχάνεται ανάλυση περιβαλλοντικών μετρήσεων με στόχο την πρόβλεψη ασθενειών για τα φυτά. Τα μετεωρολογικά δεδομένα, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση των κλιματικών και εδαφολογικών συνθηκών, βοηθούν στην αύξηση της παραγωγής ανεξαρτήτως των εισροών. Ταυτόχρονα, η ενσωμάτωση δεδομένων πραγματικού χρόνου στην εφοδιαστική αλυσίδα, βοηθά στον αποτελεσματικότερο προγραμματισμό της μεταφοράς ευαίσθητων προϊόντων παγκοσμίως, προλαμβάνοντας δυσμενείς συνθήκες, μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό τους κινδύνους καταστροφών. (GreenAgnda, 2017)

2.4.8 Σύστημα Πυρανίχνευσης και Πλημμύρας

Ανιχνευτές καπνού, σειρήνες και μπουτόν αναγγελίας πυρκαγιάς σε διαφορετικούς χώρους του κτιρίου είναι τα κύρια στοιχεία ενός συστήματος πυρανίχνευσης. Το σύστημα μπορεί να

συνδυαστεί και με άλλες λειτουργίες όπως το άναμμα φωτισμού ασφαλείας, το κλείσιμο των ανεμιστήρων, η διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. (GreenAgnda, 2017)

Παρέχει προστασία από πλημμύρα, λόγω διαρροής νερού. Σ' αυτή την περίπτωση το σύστημα αυτοματισμού διακόπτει την παροχή ρεύματος, κλείνει το γενικό διακόπτη του νερού και ειδοποιεί τον χρήστη με email ή με αυτόματη κλήση στο κινητό. Με τον τρόπο αυτό προστατεύει τους κατοίκους από μεγάλες καταστροφές, ιδίως όταν η διαρροή νερού γίνεται κατά την απουσία τους από την κατοικία. Ακόμα, αυξάνει την προστασία των κατοίκων από την ηλεκτροπληξία, διότι διακόπτει τη παροχή ρεύματος είτε σε κάποια σημεία, είτε σε όλο το σπίτι. (GreenAgnda, 2017)

2.4.9 Άνεση

Το έξυπνο σπίτι του 21ου αιώνα επικεντρώνεται σε συσκευές που αυτοματοποιούν ή ρυθμίζουν τη λειτουργία των συσκευών, στον έλεγχο της ατμόσφαιρας καθώς και σε άλλες καθημερινές εκφάνσεις της ζωής μας. Μάλιστα, εφαρμογές κινητών συσκευών (τηλέφωνα, ταμπλέτες, έξυπνα ρολόγια) μπορούν να ρυθμιστούν ώστε οι συσκευές να τίθενται αυτόματα σε λειτουργία σύμφωνα με ένα χρονομετρητή ή την ανίχνευση της κίνησης. Η λειτουργία μέσω οθονών αφής και κινητών τηλεφώνων σημαίνει ότι μπορούμε εύκολα να ανάψουμε τα φώτα, να ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία του δωματίου ή να ακούσουμε τη μουσική της αρεσκείας μας με το πάτημα ενός κουμπιού.
(Εργο, 2020)

2.4.10 Οικονομία

Με δεδομένο ότι ένα «έξυπνο» σπίτι είναι σε θέση να καθορίσει την ενεργειακή χρήση με όσο το δυνατόν πιο αποδοτικό τρόπο, οι ιδιοκτήτες μπορούν να απολαμβάνουν τρομερή οικονομία στους ενεργειακούς τους λογαριασμούς. Επίσης, η μειωμένη κατανάλωση και η άρση της αλόγιστης σπατάλης σημαίνουν ότι οι καταναλωτές δεν θα χρεώνονται για συσκευές και εξοπλισμούς που είναι διαρκώς «ενεργοποιημένοι» ακόμη και όταν κάποιος δεν βρίσκεται στο χώρο για να τις χρησιμοποιήσει. (Εργο, 2020)

2.4.11 Τα Οφέλη για το Περιβάλλον

Με την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής να έχει αναχθεί σε άμεση ανάγκη, η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πλέον βασικό άξονα της ενεργειακής πολιτικής κάθε κράτους – μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μέχρι το 2030, η ΕΕ έχει θέσει ως στόχο οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) να αποτελούν τουλάχιστον το 32% του ενεργειακού μίγματος και η εξοικονόμηση ενέργειας να φτάσει στο 32,5% σε ευρωπαϊκό επίπεδο. (SecureNet, 2020)

Ο έλεγχος της κατανάλωσης της ενέργειας σε κάθε σπίτι και κάθε κτήριο, μπορεί να συμβάλει, εκτός από την εξοικονόμηση χρήματος, στην επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών υποχρεώσεων της Κύπρου και να έχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον.. Ένα Έξυπνο Σπίτι είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον σε σχέση με τα συμβατικά σπίτια, αφού οι ιδιοκτήτες του μπορούν να παρακολουθήσουν την ενεργειακή

κατανάλωση στο οικιακό περιβάλλον κι έτσι να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. (SecureNet, 2020)

Ο ιδιοκτήτης ενός Έξυπνου Σπιτιού μπορεί μέσω του smartphone ή του tablet του να ελέγξει ανά πάσα στιγμή, απ' όπου κι αν βρίσκεται, όλες τις ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές που έχει συνδέσει στο σύστημα αυτοματισμού Smart Home που έχει εγκατεστημένο, είτε για να τις ενεργοποιήσει, είτε για να τις απενεργοποιήσει. Για παράδειγμα, μπορεί ενώ βρίσκεται εκτός σπιτιού να ελέγξει εάν έχει αφήσει τον θερμοσίφωνα ή το κλιματιστικό ανοιχτό και να τερματίσει τη λειτουργία τους ή να έχει στον έλεγχό του οποιαδήποτε πηγή φωτισμού για προστασία του σπιτιού από διαρρήκτες. Επιπλέον, το εγκατεστημένο σύστημα μπορεί να ρυθμίζει αυτόματα το οικιακό περιβάλλον, σύμφωνα με τις προκαθορισμένες οδηγίες από τον ιδιοκτήτη του, αλλά και να μετρά πόσο ρεύμα καίει κάθε συνδεδεμένη συσκευή. (SecureNet, 2020)

Το «έξυπνο» σπίτι ταυτίζεται πολλές φορές με το «πράσινο» σπίτι. Λόγω της υψηλής ενεργειακής επάρκειας και αυτονομίας ενός «έξυπνου» σπιτιού, η κατανάλωση ηλεκτρισμού και ορυκτών καυσίμων είναι μειωμένη, γεγονός που συντελεί στην προστασία του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπροσθέτως, τα έξυπνα σπίτια ενσωματώνουν καινοτόμες τεχνολογίες, όπως τα ηλιακά πάνελ, που αποσκοπούν στην περαιτέρω ελάττωση των αναγκών για συμβατικές πηγές ενέργειες, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Οι «πράσινες» οροφές ενισχύουν την αισθητική πλευρά του σπιτιού σας χαρίζοντας μοναδικά περιβαλλοντικά οφέλη. (Εργο, 2020)

2.5 Επικοινωνία Ιδιοκτήτη Με Το Έξυπνο Σπίτι

Το έξυπνο σπίτι σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή σε περιπτώσεις που είναι προγραμματισμένο, έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με τον ιδιοκτήτη του.

- **Τηλεφωνικά:** Το σπίτι στέλνει φωνητική αναγγελία στον ιδιοκτήτη με περιγραφή της κατάστασης. Η τηλεφωνική κλήση πραγματοποιείται κυκλικά σε διάφορα τηλέφωνα του ιδιοκτήτη μέχρι να γίνει επιβεβαίωση λήψης της κλήσης σε ένα από αυτά.

- **Γραπτό μήνυμα:** Το συμβάν περιγράφεται γραπτά.

- **Αποστολή κωδικού σήματος:** Ένα κωδικό σήμα αποστέλλεται στο σταθμό λήψης αποφάσεων.

- **Email:** Ο ιδιοκτήτης λαμβάνει μήνυμα στο ηλεκτρονικό του ταχυδρομείο με φωτογραφικό υλικό του συμβάντος κι άλλες χρήσιμες πληροφορίες. Είναι πλέον το δημοφιλέστερο μέσο για ενημέρωση.
- **Διαδικτυακή διεπαφή:** Το σύστημα στέλνει ειδοποιήσεις στα social media του χρήστη, έτσι ώστε να ενημερώνεται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, smart phone, tablets ή smart watches.

2.6 Μειονεκτήματα Έξυπνου Σπιτιού

Αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, φανερώνουν πόσο έχει συμβάλει το έξυπνο σπίτι στην άνεση και τη διευκόλυνση της καθημερινότητα του ανθρώπου. Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που κάνουν τους ιδιοκτήτες σπιτιών διστακτικούς στη μετάβαση τους σε ένα έξυπνο σπίτι.

2.6.1 Κόστος

Η εγκατάσταση χαρακτηριστικών τελευταίας τεχνολογίας στο εσωτερικό ενός σπιτιού συνεπάγεται και τη μεγαλύτερη αγοραστική αξία της ιδιοκτησίας. Το κόστος αγοράς ενός σπιτιού που κάνει τη ζωή πιο άνετη κι εύκολη είναι υψηλό γιατί η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι σχετικά καινούρια. Ασύρματες κάμερες και αισθητήρες φωτός, μία κεντρική οθόνη αφής και αυτοματοποιημένα συστήματα είναι μερικά από τα σίγουρα χαρακτηριστικά του νέου τύπου σπιτιού. Τα έξοδα παραμονής, συντήρησης και επισκευής τέτοιων τεχνολογιών μπορούν να είναι κι αυτά υψηλά. (Hunker, 2010)

Σύμφωνα με μια πρόσφατη έρευνα της «fixr», για ένα έξυπνο σπίτι με 5 δωμάτια που περιλαμβάνει φωτισμό, πρίζες πόρτες, θερμοστάτες και κάμερες, ο καταναλωτής πρέπει να ξοδέψει από 5.000$ έως 10.000$. Το χαμηλότερο κόστος κατασκευής ενός έξυπνου δωματίου με τις συσκευές που προαναφέρθηκαν, κυμαίνεται από 1.000$ έως 4.000$. Το υψηλότερο κόστος κατασκευής κυμαίνεται από 10000$ έως 15.000$. Αυτές οι τιμές αλλάζουν ανάλογα με τον κατασκευαστή και τα υλικά που επιλέγονται. Επίσης, ο καταναλωτής που θα επιλέξει ένα έξυπνο σπίτι θα χρεώνεται κάθε μήνα επιπλέον, από 9$ έως 50$ για παρακολούθηση και έλεγχο του συστήματος. (fixr, 2020)

Για τη κατασκευή ενός έξυπνου σπιτιού χρειάζεται περισσότερους χρηματικούς πόρους, αλλά η μετατροπή σε αυτοματοποίηση μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του ενεργειακού κόστους έως και 60% για φωτισμό και 10% -30% για θέρμανση και ψύξη. (fixr, 2020)

2.6.2 Εξοικείωση με την τεχνολογία

Η διαμονή σε ένα έξυπνο σπίτι, σημαίνει ότι οι ένοικοι θα πρέπει να μάθουν πώς να το χρησιμοποιούν. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά σπίτια, η τεχνολογία που χρησιμοποιείται στα έξυπνα σπίτια απαιτεί την προσαρμογή των ενοίκων σε καινοτομίες όπως τα συστήματα ασφαλείας, οι μονάδες αέρα και το τηλεχειριστήριο που ελέγχει όλο το σπίτι. Για μια οικογένεια που είναι εξοικειωμένη με την τεχνολογία, η άνεση που μπορεί να παρέχει το έξυπνο σπίτι θα επιτευχθεί νωρίτερα, ενώ άλλοι θα χρειαστούν περισσότερο χρόνο μέχρι να διαβάσουν τα εγχειρίδια και να μάθουν τους τρόπους με τους οποίους θα μπορέσουν να επωφεληθούν από τις ευκολίες του χώρου. (Hunker, 2010)

2.6.3 Προστασία προσωπικών δεδομένων και ιδιωτικότητας.

Η επιτήρηση του χώρου με βίντεο μπορεί να είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για την εξασφάλιση υψηλής ασφάλειας και αποτροπής του εγκλήματος, αλλά όταν η τεχνολογία βρεθεί σε λάθος χέρια τότε προκύπτουν θέματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής. Οι αισθητήρες ασφαλείας στις πόρτες και τους τοίχους ενός έξυπνου σπιτιού χρησιμοποιούν ασύρματη τεχνολογία για να μεταφέρουν σήματα σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου που ειδοποιεί τους υπεύθυνους έκτακτης ανάγκης για οποιαδήποτε ύποπτη δραστηριότητα. Όσα

καταγράφονται από το σύστημα επιτήρησης μεταφέρονται επίσης ασύρματα σε κάποιο μέρος του σπιτιού που μπορεί να παρακολουθηθεί. Αν όμως όλα όσα έχουν καταγραφεί από το βίντεο και τους αισθητήρες πέσουν σε λάθος χέρια, τότε το έξυπνο σπίτι μπορεί να αρχίσει να παρακολουθείται από αυτούς που κατάφεραν να αποκτήσουν παράνομη πρόσβαση σε αυτό. (Hunker, 2010)

Κεφάλαιο 3

Αρχιτεκτονική του Συστήματος

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία κατασκευάστηκε μακέτα που απεικονίζει ένα σπίτι με τέσσερα δωμάτια και ένα γκαράζ. Θα παρουσιαστούν κάποια βασικά σενάρια και αυτοματισμοί με βάση τις κύριες ανάγκες ενός μέσου ανθρώπου. Το σύστημα θα μπορούσε να καταταγεί στην κατηγορία των προγραμματιζόμενων σπιτιών. Τα περισσότερα σενάρια είναι γραμμένα με βάση τις επιθυμίες του χρήστη.

Χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες που έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν δεδομένα και να τα στέλνουν άλλοι στο Raspberry και άλλοι στο ESP32, ανάλογα το που είναι συνδεδεμένος ο καθένας.

Το ESP32, συλλέγει όλα τα δεδομένα που παίρνει από τους αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι πάνω του και τα στέλνει ασύρματα και με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου MQTT στο Raspberry Pi.

Το Raspberry Pi εκτός από το να λαμβάνει δεδομένα και να δίνει εντολές σε κάποιους αισθητήρες, χρησιμοποιείται και ως server που διαχειρίζεται όλα τα δεδομένα και τις παραμέτρους.

Στη συνέχεια, όλα τα δεδομένα καταλήγουν στην εφαρμογή Node-Red που είναι εγκατεστημένη στο Raspberry Pi. Εκεί υπάρχουν όλοι οι αυτοματισμοί και τα σενάρια του σπιτιού. Το Node-Red μας δίνει τη δυνατότητα της πρόσβασης στη κεντρική σελίδα διαχείρισης του συστήματος, από οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή που βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο με το server. Πληκτρολογώντας την IP του Raspberry και τη πόρτα 1880/ui (π.χ 192.168.10.12:1880/ui), στο πρόγραμμα περιήγησης, έτσι ο χρήστης έχει πρόσβαση στη κεντρική διαχείριση του σπιτιού.

Τέλος, τα δεδομένα αποστέλλονται στο προφίλ που έχει φτιαχτεί για το χρήστη στην πλατφόρμα IBM Watson, έτσι ώστε να ενημερώνεται για τη κατάσταση του σπιτιού του κάθε χρονική στιγμή που επιθυμεί, από οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη.

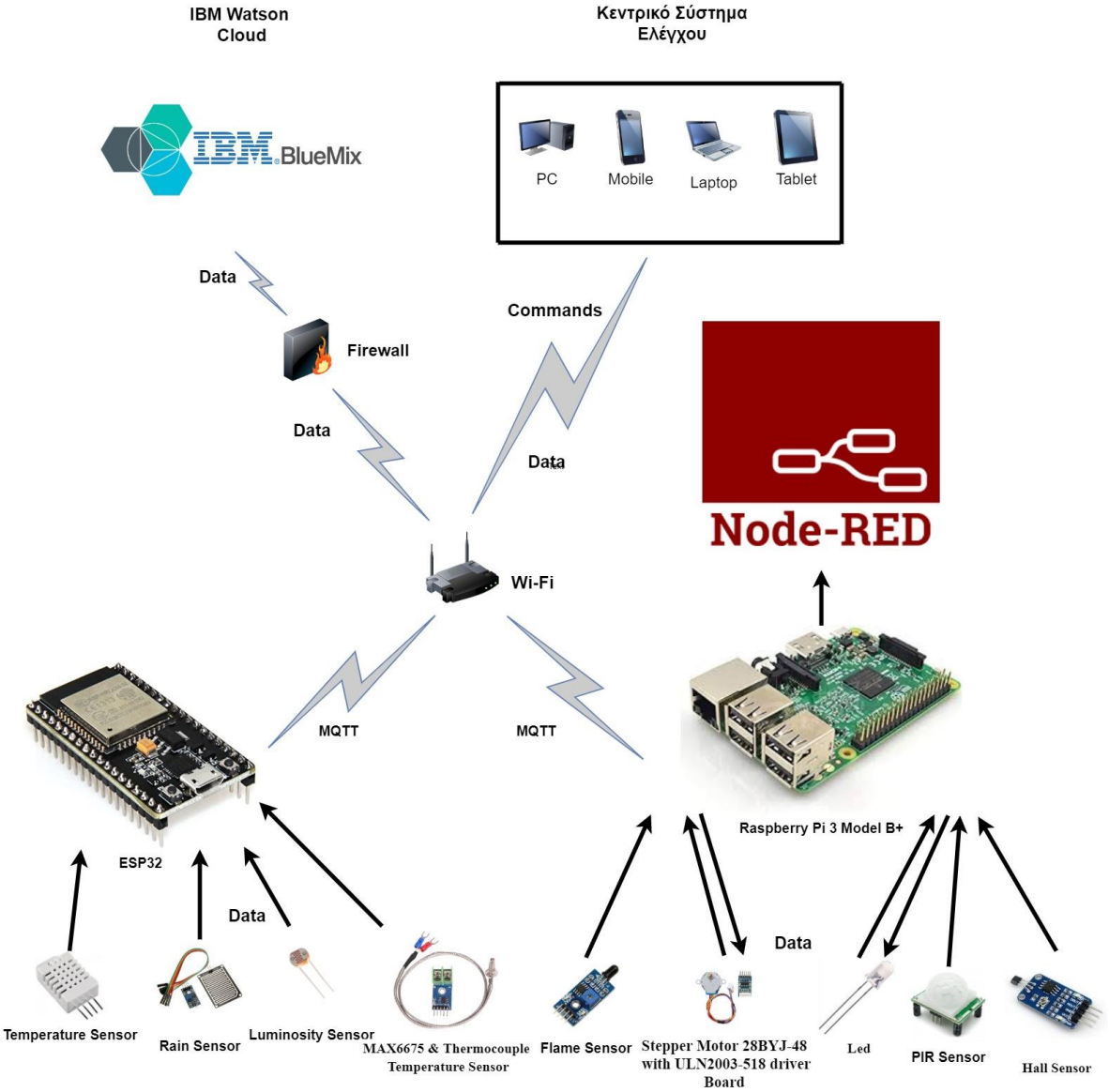


Figure 15: Αρχιτεκτονική Κατασκευής

3.1 Node-Red

Το Node-Red είναι ένα visual εργαλείο προγραμματισμού με σκοπό την εύκολη διασύνδεση συσκευών, API, και διαδικτυακών υπηρεσιών. Διαθέτει ένα browser based γραφικό περιβάλλον για την δημιουργία εφαρμογών (flows). Για την δημιουργία των εφαρμογών χρησιμοποιούνται nodes, αυτόνομα instances ενός script, τα οποία πάντα υλοποιούν μία καλά καθορισμένη λειτουργία. Για την μεταφορά πληροφορίας από ένα node στο άλλο χρησιμοποιούνται wires τα οποία υποδηλώνουν την ροή της πληροφορίας γραφικώς. (Sensetecnic Developer, 2015) Οπως φαίνεται στην εικόνα:

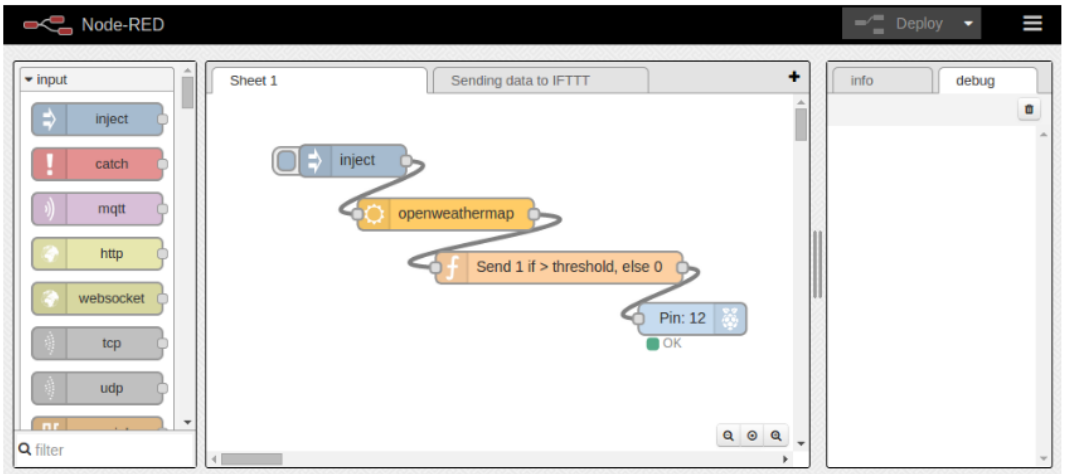


Figure 16: Παράδειγμα Flow σε Node-Red

Πηγή: (Sensetecnic Developer, 2015)

Η εφαρμογή είναι γραμμένη σε Javascript και Node.js και χρησιμοποιεί το threading μοντέλο της Node.js, όπως παραθέτουμε στην παρακάτω εικόνα.

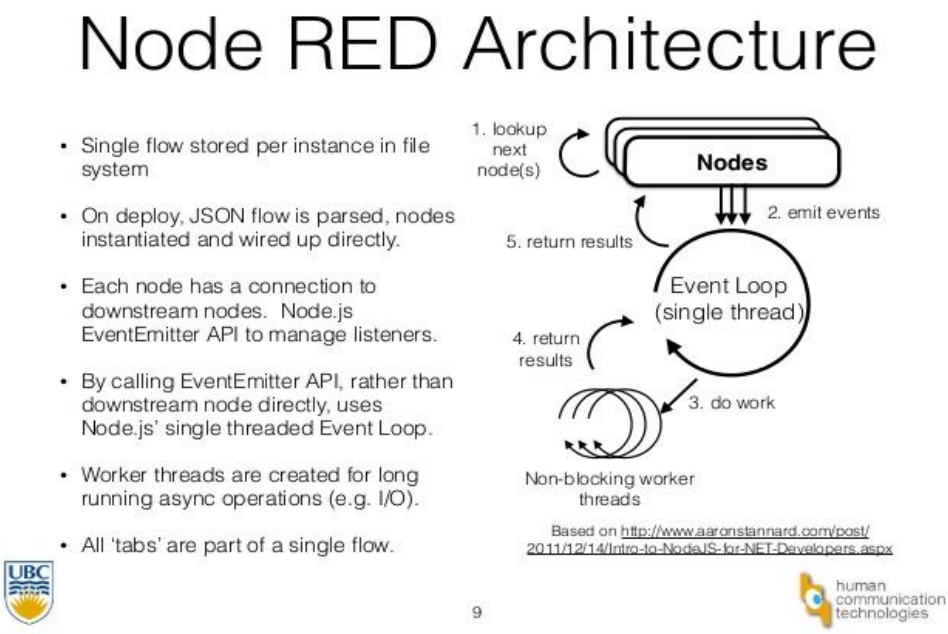


Figure 17: Node-Red Architecture

Πηγή: https://image.slidesharecdn.com/wot2014blackstock2-141008173033-conversion-gate01/95/distributed-data-flow-for-the-web-of-things-distributed-nodered-9-638.jpg?cb=1412790014

Το Node-Red δεν είναι δημιουργημένο αποκλειστικά με σκοπό την δημιουργία mashup για IoT, αλλά αποσκοπεί στην δημιουργία web mashup ευρύτερα. Παρόλα αυτά, διαθέτει node για MQTT και HTTP που κάνει την επικοινωνία με συσκευές IoT αρκετά εύκολη. Μαζί με το εφαρμογή περιλαμβάνονται πολλά nodes για διαφορετικές χρήσεις, με τα κυριότερα να

αφορούν την επικοινωνία HTTP, MQTT, function nodes για την άμεση επεξεργασία δεδομένων και debug node για debugging. Επίσης έχει δημιουργηθεί ένα μεγάλο ευρετήριο με open source nodes δημιουργημένα από το community. (Sensetecnic Developer, 2015)

Ο προγραμματιστής μπορεί εύκολα να επεκτείνει την λειτουργικότητα του εργαλείου δημιουργώντας τα δικά του nodes σε Javascript και Node.js. Οι εφαρμογές αποθηκεύονται τοπικά σε μορφή JSON. Το Node-RED είναι open source και δωρεάν προς χρήση. (Sensetecnic Developer, 2015)

3.1.1 Δημιουργία Εφαρμογών με το Node-Red

Για την ορθή χρήση του γραφικού εργαλείου Node-Red, με σκοπό τον σχεδιασμό υπηρεσιών απαιτείται κατανόηση των βασικών αρχών που απαρτίζουν το εργαλείο. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται κατανόηση της λειτουργίας του Node.js, δηλαδή του threading μοντέλου του καθώς και του event driven κώδικα του. Για τη χρήση του Node-Red ακόμα, αναγκαία είναι η γνώση κατασκευής των nodes και flows.

Nodes

Η δομή του κάθε node απαρτίζεται από 2 αρχεία. Ένα αρχείο HTML το οποίο δημιουργεί την γραφική απεικόνιση στον editor, και ένα αρχείο Javascript με την λειτουργία του. Για την δημιουργία της λειτουργίας του node, αρχικά πρέπει να γίνει wrap του κώδικα ως ένα Node.js module. Χρησιμοποιώντας ως παράμετρο το Red για την δημιουργούμενη μέθοδο, αποκτάμε πρόσβαση στο Node-Red runtime API. Έπειτα ορίζουμε της πρακτικής λειτουργίας του node. Πρώτα πρέπει να ορίσουμε τα βασικά στοιχεία του node μέσω της εντολής RED.nodes.createNode. Ύστερα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα βασικά στοιχεία ενός node για να διαμορφώσουμε την συμπεριφορά του. Πιο συγκεκριμένα ορίζουμε ένα eventlistener στο event “input” με μια callback, δηλαδή δηλώνουμε πως όταν το node μας δεχτεί ένα μήνυμα, θα εκτελέσει την λειτουργία τις callback. Τελικώς το μόνο που έμεινε για την ολοκλήρωση του αρχείου, είναι η δήλωση του στο Node-RED Runtime. Αυτό γίνεται με την εντολή RED.nodes.registerType(“name”,function), οπού name είναι το όνομα με το οποίο δηλώνουμε το node, και function, η μέθοδος εκτελεί το node όταν καλεστεί. Παράδειγμα για την ανάπτυξη ενός απλού node φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. (Node-Red, 2020)

lower-case.js

```
module.exports = function(RED) {
    function LowerCaseNode(config) {
        RED.nodes.createNode(this,config);
        var node = this;
        node.on('input', function(msg) {
            msg.payload = msg.payload.toLowerCase();
            node.send(msg);
        });
    }
    RED.nodes.registerType("lower-case",LowerCaseNode);
}
```

Figure 18: Παράδειγμα Javascript αρχείου του Lower Case Node

Πηγή: (Node-Red, 2020)

Για να εμφανιστούν τα node στον editor και να το χρησιμοποιηθούν στα flow, πρέπει ακόμα να οριστεί το HTML αρχείο του. Σημαντικό είναι να χρησιμοποιηθεί στην δήλωση του node στο HTML το ίδιο όνομα, με αυτό που χρησιμοποιήθηκε στο Javascript αρχείο, ώστε να γίνει σύνδεση των δυο αρχείων όπως φαίνεται στην εικόνα. (Node-Red, 2020)

lower-case.html

```
<script type="text/javascript">
    RED.nodes.registerType('lower-case',{
        category: 'function',
        color: '#a6bbcf',
        defaults: {
            name: {value:""}
        },
        inputs:1,
        outputs:1,
        icon: "file.png",
        label: function() {
            return this.name||"lower-case";
        }
    });
</script>

<script type="text/html" data-template-name="lower-case">
    <div class="form-row">
        <label for="node-input-name"><i class="icon-tag"></i> Name</label>
        <input type="text" id="node-input-name" placeholder="Name">
    </div>
</script>

<script type="text/html" data-help-name="lower-case">
    <p>A simple node that converts the message payloads into all lower-case characters</p>
</script>
```

Figure 19: Δημιουργία του HTML αρχείου του Lower Case Node

Πηγή: (Node-Red, 2020)

Τέλος για την οριστικοποίηση του node, πρέπει να δηλωθεί κατάλληλα το node στο αρχείο package.json. Αυτό το αρχείο είναι που δηλώνει στο runtime, ποια είναι τα αρχεία που αντιστοιχούν στο node που δημιουργήθηκαν ώστε να τα αναζητήσει και να τα εκτελέσει. Παράδειγμα ενός τέτοιου αρχείου παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα . Ο χρήστης πέρα από την ανάπτυξη των δικών του nodes, έχει στην διάθεσή του ένα πλήθος από έτοιμα nodes από το community μέσω του packet manager NPM. (Node-Red, 2020)

```
{
    "name" : "node-red-contrib-example-lower-case",
    ...
    "node-red" : {
        "nodes": {
            "lower-case": "lower-case.js"
        }
    }
}
```

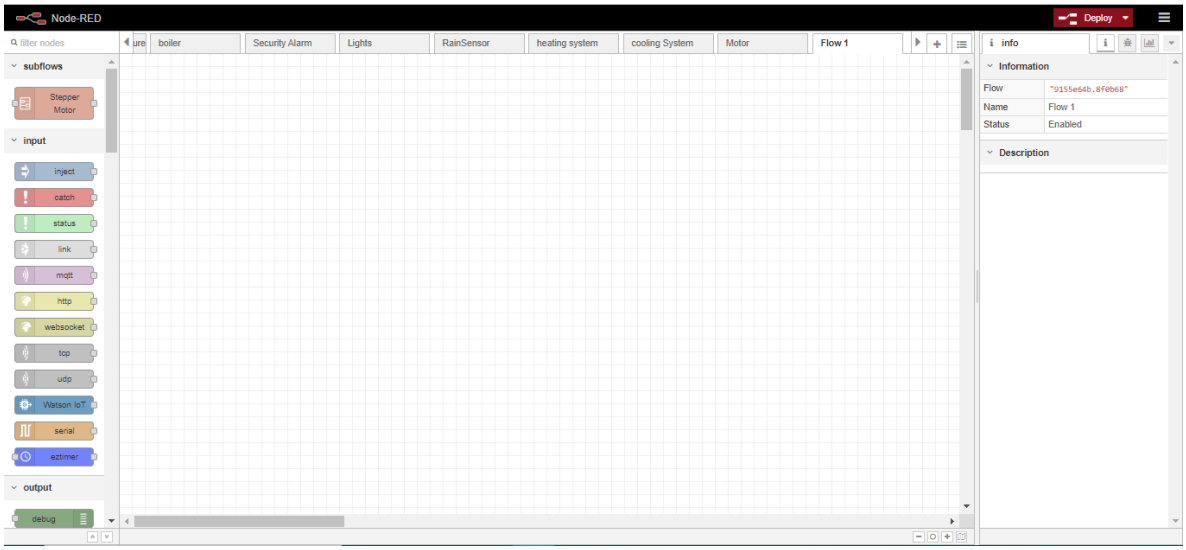
Figure 20: Δημιουργία του package.json αρχείου του Lower Case Node

Πηγή: (Node-Red, 2020)

Flows

Για την δημιουργία flows γίνεται χρήση του browser editor. Εκτελώντας την εντολή node-red στο command line prompt, μπορούμε να βρούμε τον editor στην τοποθεσία localhost:1880. Στον editor εύκολα διακρίνονται τα παρακάτω εργαλεία.

Figure 21: Το Περιβάλλον του Node-Red



- Διαθέσιμα για χρήση Nodes
- Flow Tabs: κάθε tab περιέχει το δικό του flow.
- Info Tab: Στοιχεία του επιλεγμένου node. Συνήθως περιλαμβάνει πεδία για την εισάγει παραμέτρων, καθώς και βασικές οδηγίες χρήσης.
- Debug Tab: Κονσόλα με όλα τα μηνύματα που εκτυπώνονται από Debug Node.
- Deploy Button: Το κουμπί με το οποίο εκτελούμε τα flows.
- Options Menu.

Για να εισαχθεί ένα node στο flow μας, αρκεί να επιλεχθεί και να συρθεί όπου επιθυμείτε. Άμεσα διακρίνεται είτε μία, είτε δύο άσπρες βούλες στα άκρα αυτού. Η αριστερή βούλα υποδηλώνει την είσοδο, και η δεξιά την έξοδο. Για παράδειγμά, ας εισάγουμε ένα inject node, ένα function node, ένα debug node και τα συνδέουμε.

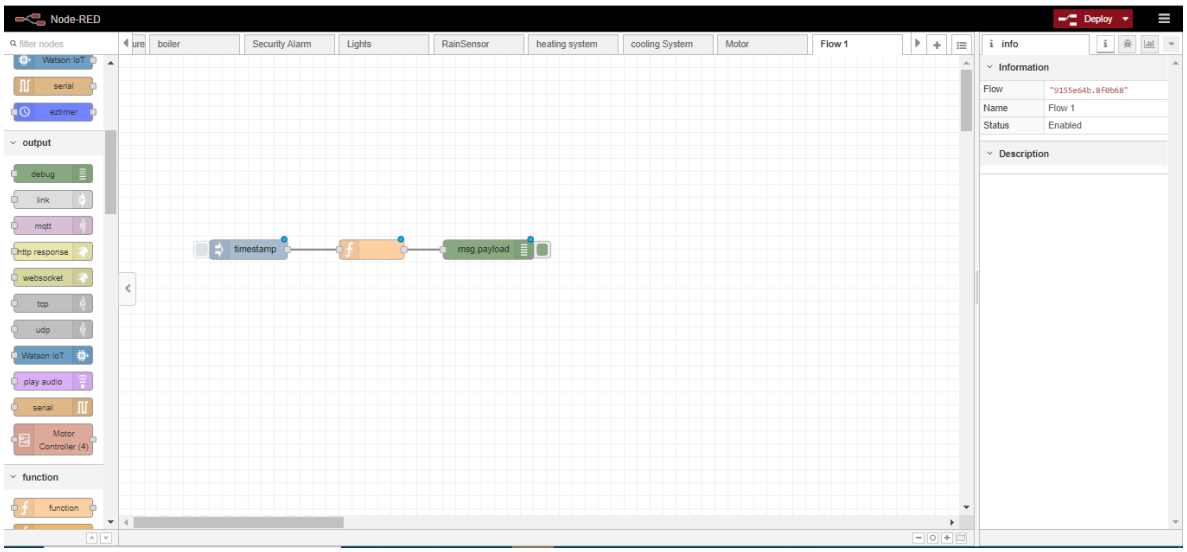


Figure 22: Παράδειγμα Κατασκευής Flow

Όπου προστίθενται nodes ή γίνονται αλλαγές, εμφανίζει μπλε κοιλάκι. Για αν αποθηκευτούν οι αλλαγές που έγιναν, πρέπει να πατηθεί το Deploy. Αυτόματα θέτονται σε λειτουργία και βλέπουμε αποτελέσματα.

3.2 Node.js

Η Node.js είναι μία πλατφόρμα υλοποιημένη πάνω στην Javascript Runtime Engine, Google V8 Engine. Σκοπός της, είναι η εύκολη δημιουργία γρήγορα εκτελέσιμων και κλιμακούμενων εφαρμογών. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί Event Driven programming με non-blocking I/O μοντέλο, στοιχείο που την καθιστά «ελαφριά» και αποδοτική σε εφαρμογές που εκτελούνται σε κατανεμημένες συσκευές. Η Node.js είναι Open Source, και cross platform, δηλαδή μπορεί να εκτελεστεί σε Microsoft Windows, Apple OS και Linux. Χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού είναι η Javascript. Μαζί με την Node.js συνοδεύονται modules για την διευκόλυνση της δημιουργίας εφαρμογών. Σήμερα, η πλατφόρμα χρησιμοποιείται κυρίως για τον προγραμματισμό web server καθώς και desktop εφαρμογών μέσω του Electron Framework. (Wikipedia, 2017)

3.2.1 Javascript rendering engine

Η Javascript rendering engine, γνωστή ως Chrome V8 (ή αλλιώς V8) αποτελεί προϊόν του “The Chromium Project” με σκοπό την χρήση της στον περιηγητή Google Chrome. Δημιουργήθηκε από τον Lars Bak και την ομάδα του Chromium Project και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στις 2 Σεπτεμβρίου 2008, μαζί με την δημοσίευση του περιηγητή Google Chrome. Η μηχανή V8 κάνει compile Javascript κώδικα απευθείας σε γλώσσα μηχανής πριν την εκτέλεση του. Έπειτα ο δημιουργούμενος κώδικας μηχανής, γίνεται optimize δυναμικώς κατά την εκτέλεση, χρησιμοποιώντας heuristics από το προφίλ εκτέλεσης του. Άλλες rendering μηχανές που συναντώνται σήμερα στην αγορά είναι: Η Chakra που χρησιμοποιείται από τον περιηγητή Internet Explorer και Edge, η Spidermonkey που χρησιμοποιείται στον Mozilla Firefox και η Nitro που υλοποιείται στον Safari. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η Node.js είναι συμβατή μόνο με την μηχανή V8. (Wikipedia)

3.2.2 JSON

Το JSON (JavaScript Object Notation) είναι ένας ελαφρύς μορφότυπος, ο οποίος χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων. Έχει μορφή η οποία είναι κατανοητή στον άνθρωπο και είναι βασισμένο στο ECMAScript. Το JSON είναι ανεξάρτητο από γλώσσα προγραμματισμού, αλλά χρησιμοποιεί συμβάσεις οι οποίες είναι κοινές σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού καθιστώντας το ως ένα από τα ιδανικότερα μέσα ανταλλαγής δεδομένων. Το JSON αποτελείται από δύο βασικές δομές δεδομένων: τα αντικείμενα (Objects) και τους πίνακες (Arrays). Τα αντικείμενα είναι μη ταξινομημένα σύνολα αποτελούμενα από ζεύγη ονομάτων και τιμών, ενώ οι πίνακες είναι σύνολα από τιμές. Μια τιμή μπορεί να είναι είτε κείμενο (σειρά από χαρακτήρες) είτε αριθμός είτε τιμή Boolean. Μπορεί ακόμα να είναι με τη σειρά της αντικείμενο ή πίνακας. (International, 2017; Node-Red, 2020)

3.3 Σενάρια Χρήσης

Ένα σπίτι δεν μπορεί να αποκαλείται "έξυπνο" αν δεν περιλαμβάνει αυτοματοποιημένα σενάρια. Μόνο με τη παρουσία αισθητήρων δεν μπορούμε να πετύχουμε αρκετά πράγματα, κυρίως δεν μπορούμε να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας, που είναι το νούμερο ένα πρόβλημα των καταναλωτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούμε να μειώσουμε ούτε τα έξοδα του σπιτιού. Έτσι φτιαχτήκαν βασικά σενάρια τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω.

3.3.1 Θερμοσίφωνας

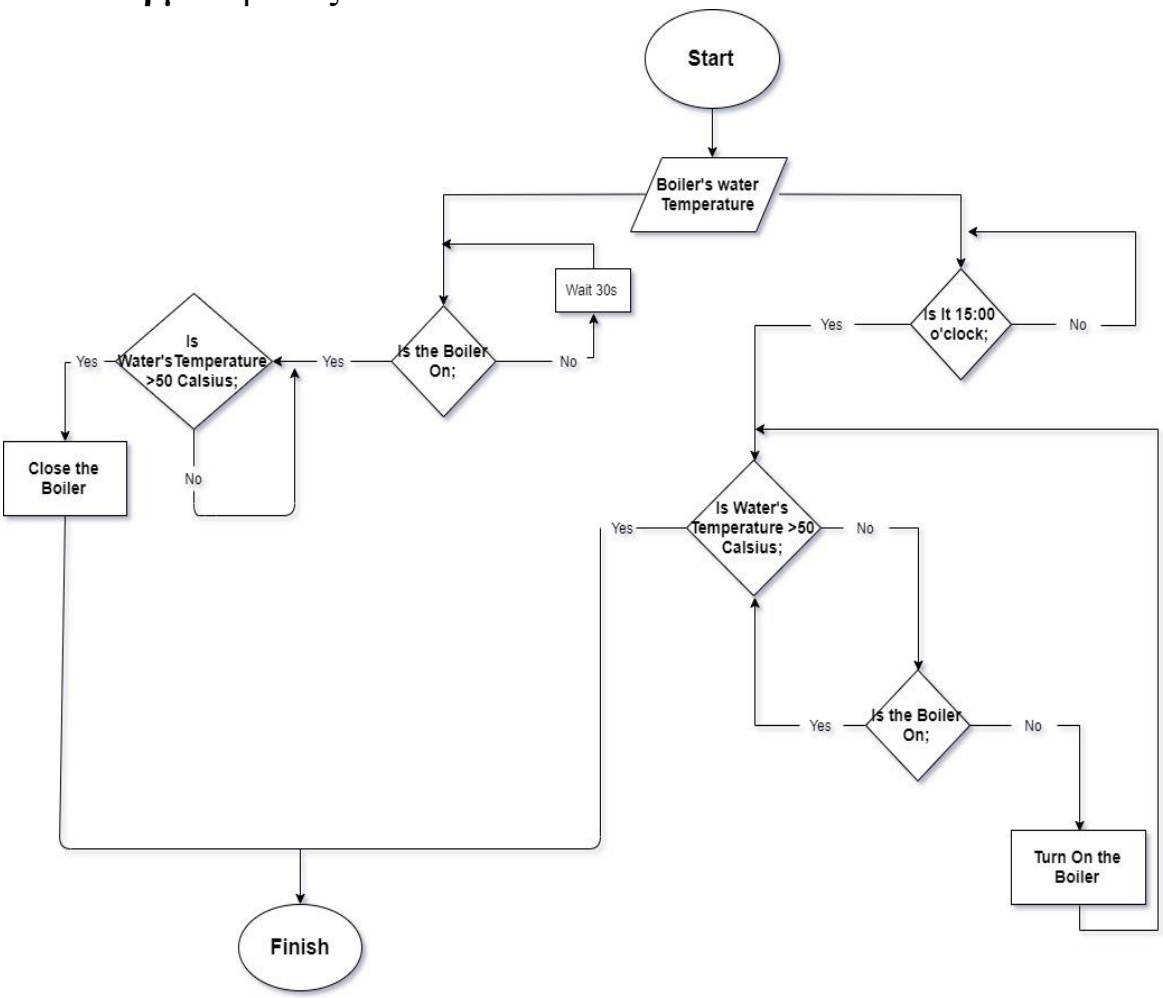


Figure 23: Σενάριο Λειτουργίας Θερμοσίφωνα

Ένα βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει κάθε άνθρωπος είναι ότι δεν μπορεί να έχει ζεστό νερό για ένα ντούζ ή για το πλύσιμο των πιάτων, εάν δεν βρίσκεται στο σπίτι, έτσι ώστε να ανάψει το θερμοσίφωνα. Οπότε φτιάχτηκε ένα αυτοματοποιημένο σενάριο, με βάση τη ρουτίνα.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπως βλέπουμε πιο πάνω στο διάγραμμα ροής, ο χρήστης επιθυμεί ζεστό νερό όταν γυρίσει από τη δουλεία. Έτσι συνεχώς ελέγχεται η ώρα, και εάν είναι αυτή που έχει οριστεί στο σύστημα, ελέγχεται τη θερμοκρασία του νερού. Αν είναι μεγαλύτερη από αυτή που έχει οριστεί τότε, το σύστημά μας δεν κάνει καμία ενέργεια. Αν όμως είναι μικρότερη, τότε ο θερμοσίφωνας ανάβει αυτόματα έως ότου το νερό φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία. Έπειτα κλείνει αυτόματα.

Παρ' όλα αυτά, το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ανάψει το θερμοσίφωνα χειροκίνητα ότι ώρα επιθυμεί. Στη συνέχεια ακολουθείται η ίδια διαδικασία, ελέγχεται η θερμοκρασία και τερματίζεται η λειτουργία του όταν φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο.

Έτσι λοιπόν, κατασκευάστηκε στο Node-Red η λειτουργεία του θερμοσίφωνα που φαίνεται στην εικόνα 24:

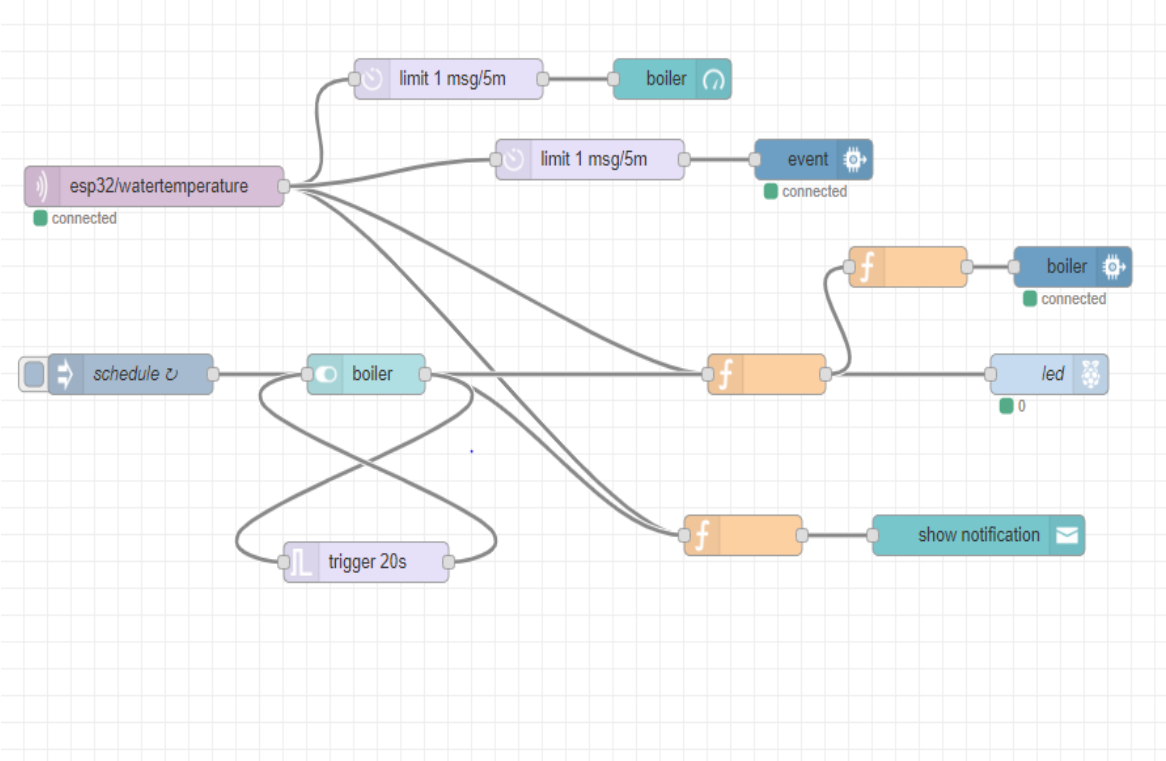


Figure 24: Το Σενάριο λειτουργίας θερμοσίφωνα στο Node-Red

Κάθε 5 λεπτά στέλνονται δεδομένα από τον αισθητήρα θερμοκρασίας νερού, τα οποία παρουσιάζονται στο κεντρικό σύστημα ελέγχου και στο λογαριασμό του χρήστη στο IBM Watson. Στη συνέχεια βλέπουμε τον αυτοματισμό που έχει κατασκευαστεί. Δηλαδή, με βάση το schedule και τη θερμοκρασία που έχει οριστεί, ανάβει ο θερμοσίφωνας (led). Η κατάσταση του θερμοσίφωνα παρουσιάζεται και στο IBM Watson. Έτσι έχουμε πλήρη ενημέρωση. Ακόμα, το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ανάψει χειροκίνητα το θερμοσίφωνα, αν όμως η θερμοκρασία του νερού είναι σε επιθυμητό επίπεδο, εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα στη κεντρική οθόνη συστήματος. Τέλος σαν ασφάλεια, σε περίπτωση που ο αισθητήρας θερμοκρασίας νερού δεν δουλεύει σωστά ή σε περίπτωση βλάβης του θερμοσίφωνα, το σύστημα κλείνει αυτόματα μετά από 20 λεπτά.

3.3.2 Ανιχνευτής Φωτιάς

Ένα ακόμα σενάριο που δε θα μπορούσε να λείπει, είναι η διαδικασία που θα ακολουθήσει το σύστημά μας όταν ανιχνεύσει φωτιά. Όπως βλέπουμε στο διάγραμμα ροής παρουσιάζονται οι δύο τρόποι που λειτουργούν στο συγκεκριμένο σύστημα.

Ο πρώτος είναι με τη βοήθεια ενός αισθητήρα φωτιάς. Είναι τοποθετημένος στη κουζίνα, που είναι το πιθανότερο μέρος για να αναπτυχθεί φωτιά. Όταν εντοπίσει φλόγα ενεργοποιείται το buzzer, δηλαδή η σειρήνα. που μόνο ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης.

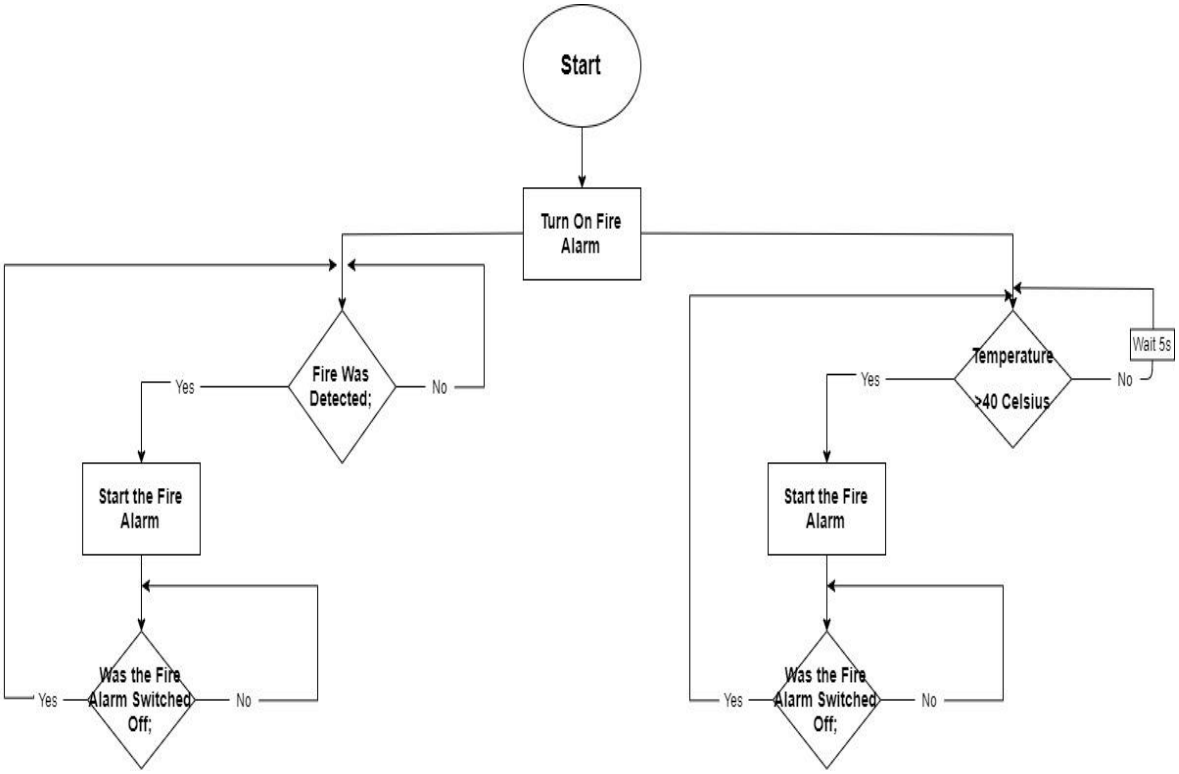


Figure 25: *Σενάριο Λειτουργίας Fire Alarm*

Με τον ίδιο ακριβός τρόπο λειτουργεί και το δεύτερο σενάριο, μόνο που αυτή τη φορά η ανίχνευση της φωτιάς γίνεται από τους αισθητήρες θερμοκρασίας. Αν λοιπόν, σε κάποιο σημείο του σπιτιού ανέβει ασυνήθιστα απότομα η θερμοκρασία τότε ενεργοποιείται ο συναγερμός και ακολουθούν οι ενέργειες που αναφέραμε στη πρώτη περίπτωση.

Το αυτοματοποιημένο σύστημα ανίχνευσης φωτιάς κατασκευάστηκε στο Node-red και φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.

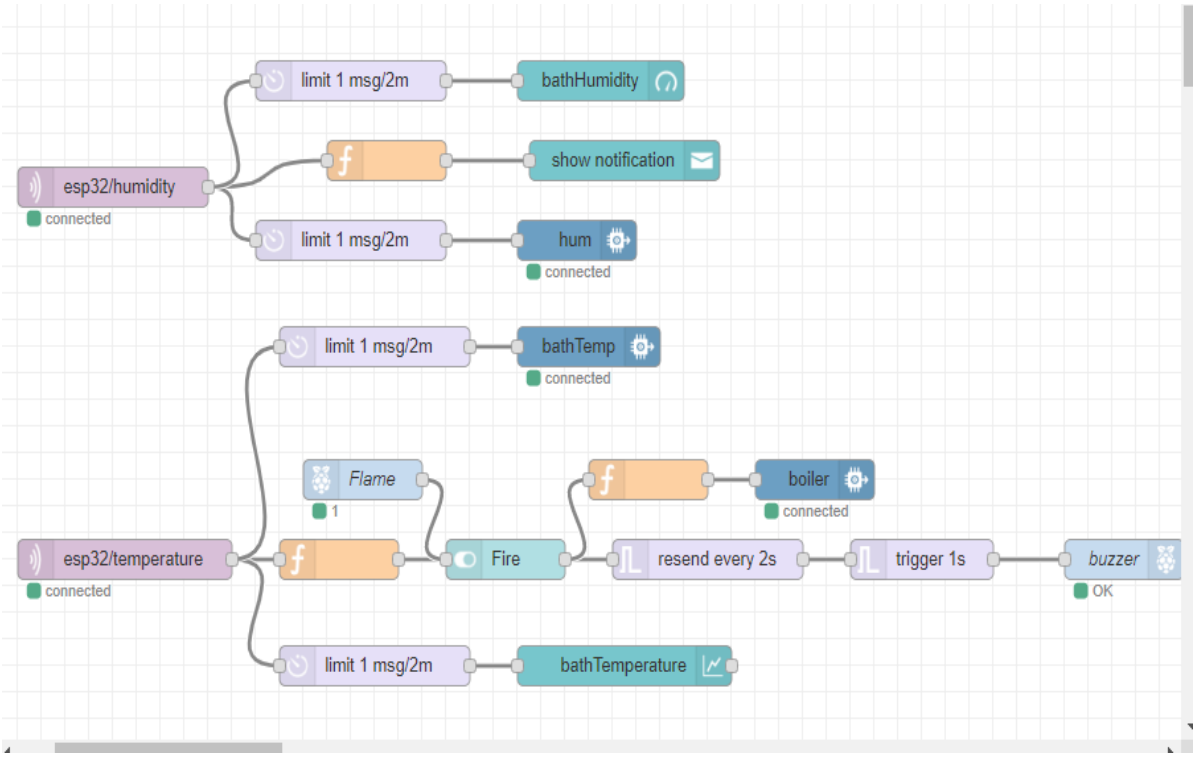


Figure 26: Το Σενάριο λειτουργίας Ανίχνευσης Φωτιάς στο Node-Red

Πέρα από τις αυτοματοποιημένες λειτουργίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, στην εικόνα 26 διακρίνεται και η ενημέρωση που παρέχει το σύστημα στον χρήστη. Δηλαδή βλέπουμε ότι τα δεδομένα της θερμοκρασία και της κατάστασης του σπιτιού, στέλνονται στο κεντρικό σύστημα ενημέρωσης και στο IBM Watson. Έτσι ώστε ο χρήστης να έχει το πλήρη έλεγχο.

Στην εικόνα 26 βλέπουμε ακόμα δεδομένα υγρασίας που δεν εμπλέκονται στο σύστημα ανίχνευσης φωτιάς, αλλά είναι εξίσου σημαντικές πληροφορίες. Μέσα από αυτά τα δεδομένα το σύστημα καταλαβαίνει εάν υπάρχει διαρροή νερού ή αν μπαίνει βροχή από κάποιο σημείο.

3.3.3 Έλεγχος Παρουσίας

Κάθε άνθρωπος επιθυμεί ασφάλεια στο σπίτι του. Οπότε δεν γίνεται να μην συμπεριλάβει τον έλεγχο παρουσίας στο σύστημα που θα εγκατασταθεί.

Έτσι φτιάχτηκε ένα σενάριο με βάση τον αισθητήρα παρουσίας και έναν ακόμα αισθητήρα που ελέγχει αν υπάρχει κάποια πόρτα ανοιχτή. Ο χρήστης ενεργοποιεί το σύστημα ασφάλειας όταν φεύγει από το σπίτι ή πάει για ύπνο. Αν για κάποιο λόγο ανιχνευθεί κάποια παρουσία, τότε ξεκινάει ο συναγερμός που αποτελείται από σειρήνες και ειδοποιεί το χρήστη στέλνοντας e-mail. Οι σειρήνες μπορούν να απενεργοποιηθούν μόνο από το κέντρο ελέγχου του σπιτιού.

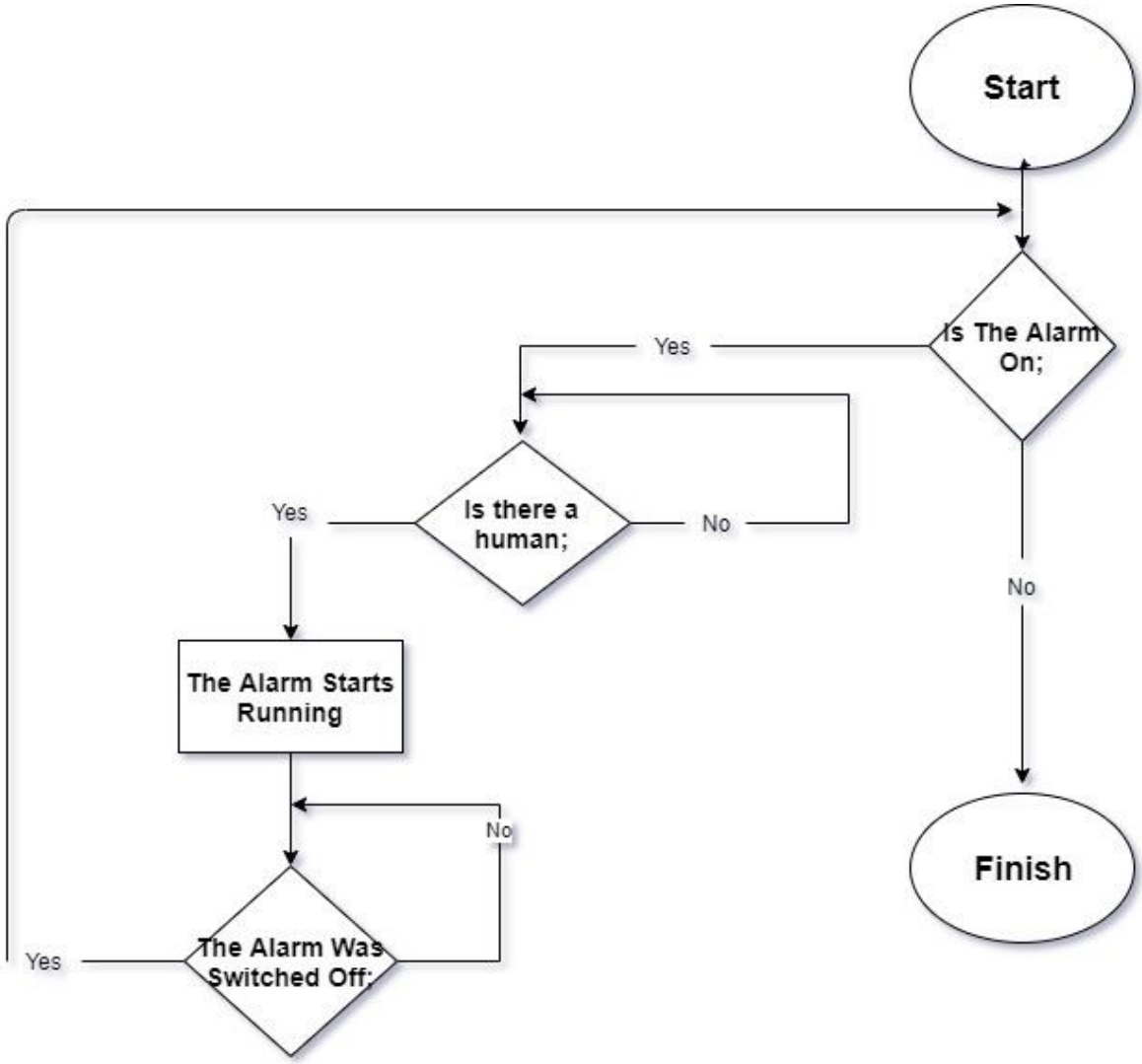


Figure 27: Σενάριο Παρουσίας Στο Περιβάλλον του Σπιτιού

Το σύστημα αυτό κατασκευάστηκε στο Node-Red και φαίνεται στην εικόνα 28.

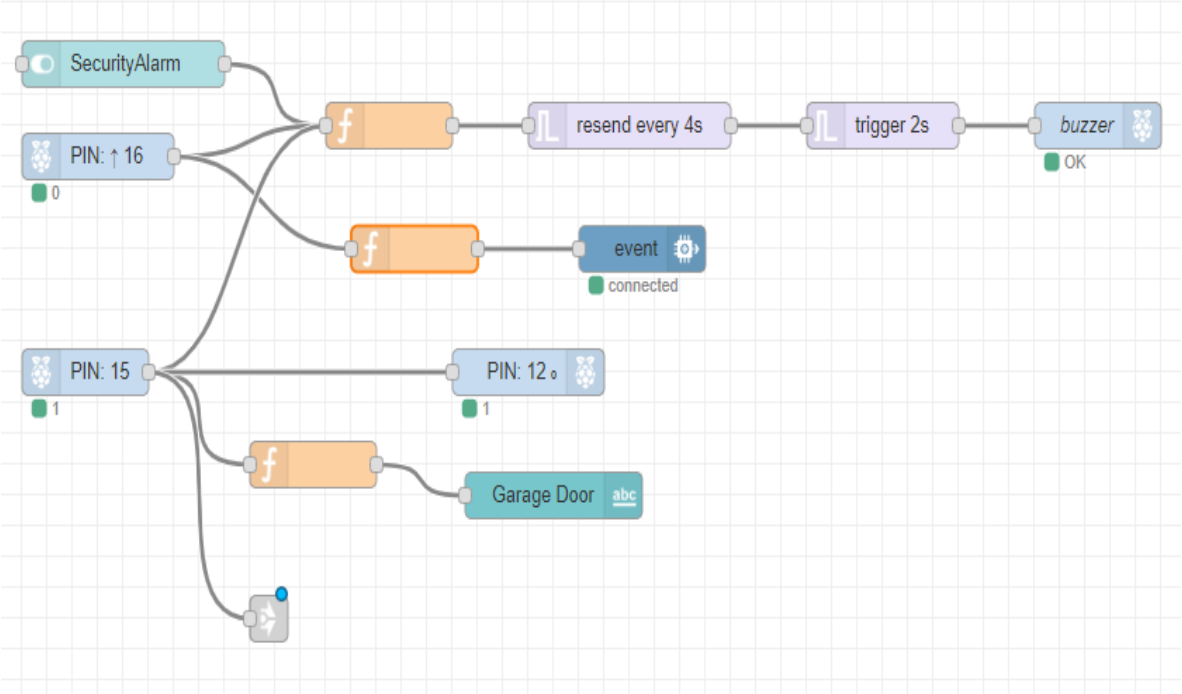


Figure 28: Το Σενάριο λειτουργίας Ανίχνευσης Παρουσίας στο Node-Red

Όπως βλέπουμε, εκτός από το να ενεργοποιείται το buzzer αν βρεθεί ανεπιθύμητη παρουσία, το σύστημα στέλνει τα δεδομένα του και στο IBM Watson για την ενημέρωση του χρήστη όταν δε βρίσκεται σπίτι. Επίσης ο χρήστης μέσα από το κεντρικό σύστημα μπορεί να ενημερώνεται για την κατάσταση του γκαράζ. Δηλαδή αν είναι ανοιχτή ή κλειστή η πόρτα.

3.3.4 Σύστημα Θέρμανσης και Ψύξης

Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου η θερμοκρασία του σπιτιού πέφτει κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα. Για να μπορέσει να κατοικήσει ένας άνθρωπος χωρίς να κρυώνει, χρησιμοποιούνται κάποια μέσα όπως το καλοριφέρ, το air-condition και θερμοπομπούς, για να κρατάνε τη θερμοκρασία στο επιθυμητό επίπεδο. Για να επιτευχθεί αυτό όμως, καταναλώνεται ενέργεια και φυσικοί πόροι που, πρώτον αυξάνουν τα έξοδα και δεύτερον μολύνουν το περιβάλλον. Οπότε φτιάχτηκε ένα σύστημα που ελαχιστοποιεί όσο γίνεται αυτά τα δύο μειονεκτήματα, αλλά κρατάει και τη θερμοκρασία του σπιτιού στα επιθυμητά επίπεδα. Κατασκευάστηκαν λοιπόν, δύο σενάρια που μπορούν να πετύχουν αυτά τα αποτελέσματα.

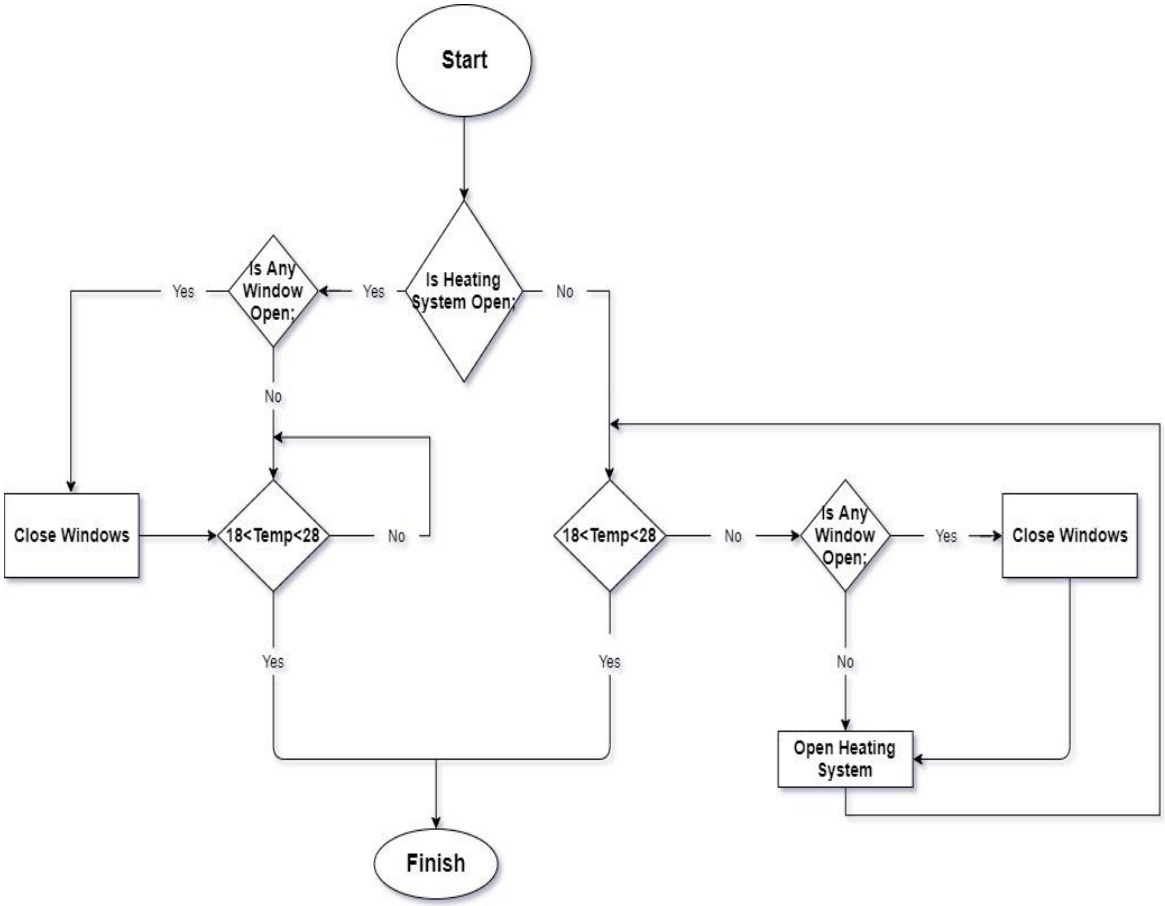


Figure 29: Σενάριο Λειτουργίας του Συστήματος Θέρμανσης

Το πρώτο, έχει να κάνει με την ανάγκη του χρήστη να ανεβάσει τη θερμοκρασία του σπιτιού. Οπότε δίνει την εντολή να ξεκινήσει το σύστημα θέρμανσης. Αυτό με τη σειρά του ελέγχει κάποιες παραμέτρους για να προχωρήσει. Αρχικά ψάχνει αν όλα τα παράθυρα και οι πόρτες είναι κλειστά, έτσι ώστε να μην υπάρχουν απώλειες. Με αυτό το τρόπο, επιτυγχάνουμε τη ταχύτερη θέρμανση του σπιτιού και αποφεύγουμε την σπατάλη πόρων. Γιατί, αν μείνουν ανοιχτά τα παράθυρα θα χρειαστεί περισσότερη ώρα για να φτάσει στη θερμοκρασία που έχει οριστεί και επίσης δεν θα κρατείται σταθερή λόγο των εξωτερικών παραγόντων. Αφού ελέγξει ότι όλα είναι κλειστά τότε εκκινεί το σύστημα θέρμανσης. Αν δεν είναι κλειστά ή στην πορεία ανοίξει κάτι, τότε ειδοποιεί το χρήστη να τα κλείσει και αν δεν θέλει, τότε απορρίπτει αυτόν τον έλεγχο και συνεχίζει να δουλεύει.

Στη δεύτερη περίπτωση, το σύστημα αυτόματα κρατάει το σπίτι σε μια ελάχιστη θερμοκρασία που έχει οριστεί, έτσι ώστε να μην φτάσει σε αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος. Οπότε γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας του σπιτιού, αν είναι κάτω του επιθυμητού, τότε βλέπει αν υπάρχουν ανοιχτά παράθυρα, ειδοποιεί το χρήστη να τα κλείσει, και έπειτα τα μέσα θέρμανσης δουλεύουν αυτοματοποιημένα για να κρατάνε το σπίτι σε μια σταθερή θερμοκρασία. Με αυτό το τρόπο, το καλοριφέρ θα καταναλώνει ελάχιστους πόρους, διότι θα εκκινείτε για λίγο χρόνο αφού είναι ευκολότερο να ανεβάσει τη θερμοκρασία του σπιτιού λίγους βαθμούς κελσίου, π.χ 3-5 πάρα 10-15.

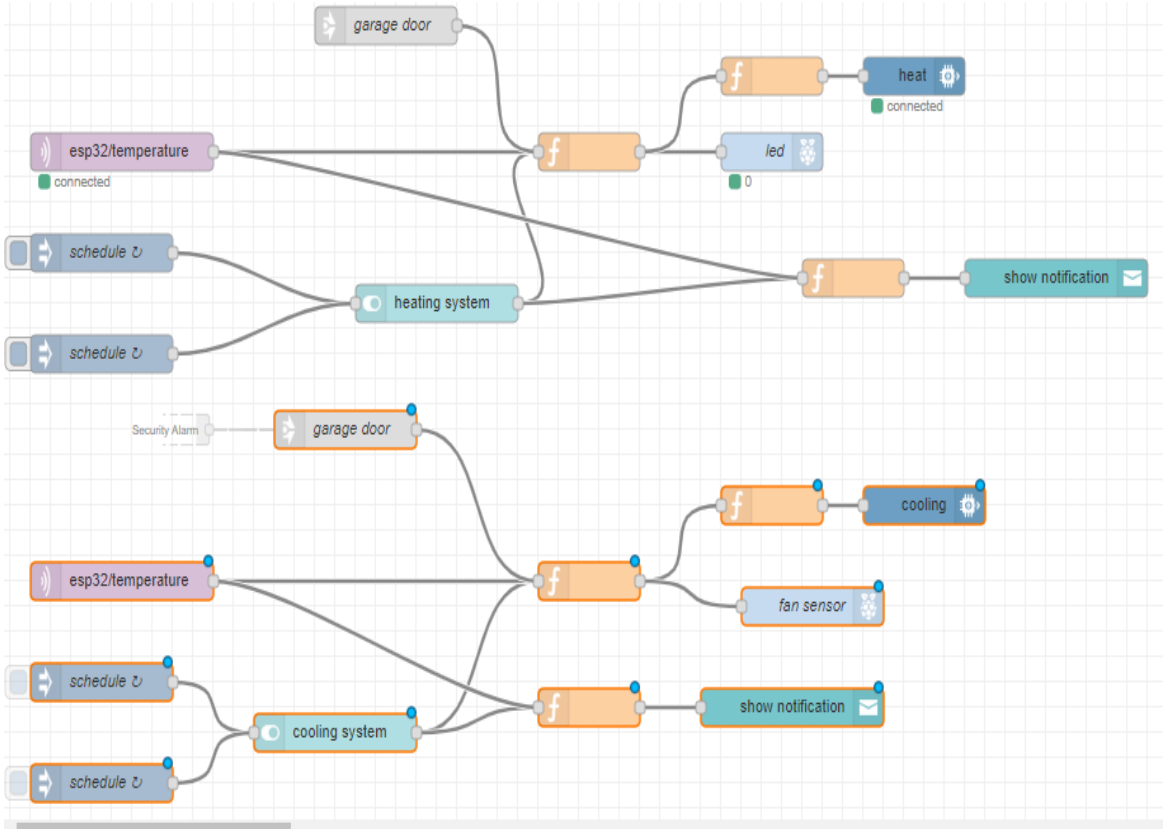


Figure 30:Το Σενάριο λειτουργίας Συστήματος Θέρμανσης και Ψύξης στο Node-Red

Στην εικόνα 30 βλέπουμε την υλοποίηση θέρμανσης και ψύξης στην εφαρμογή Node-Red. Όπως καταλαβαίνουμε η διαδικασία κατασκευής είναι παρόμοια. Συνεχώς ελέγχεται η ώρα και η μέρα για την περίπτωση της αυτόματης ενεργοποίησης. Γίνεται έλεγχος για ανοιχτά παράθυρα ή πόρτες και στη συνέχεια, η κατάσταση του συστήματος θέρμανσης και ψύξης στέλνεται στο IBM Watson για να γνωστοποιεί στο χρήστης τη κατάσταση του σπιτιού του όταν δεν είναι εκεί. Τέλος, αν επιλεχθεί η χειροκίνητη εκκίνηση των δύο συστημάτων, ελέγχεται η θερμοκρασία και αν είναι στα επιθυμητά επίπεδα, το σύστημα ειδοποιεί το χρήστη μέσω του κεντρικού ελέγχου ότι έχει τη κατάλληλη θερμοκρασία και δεν χρειάζεται να σπαταλούνται επιπλέον πόροι.

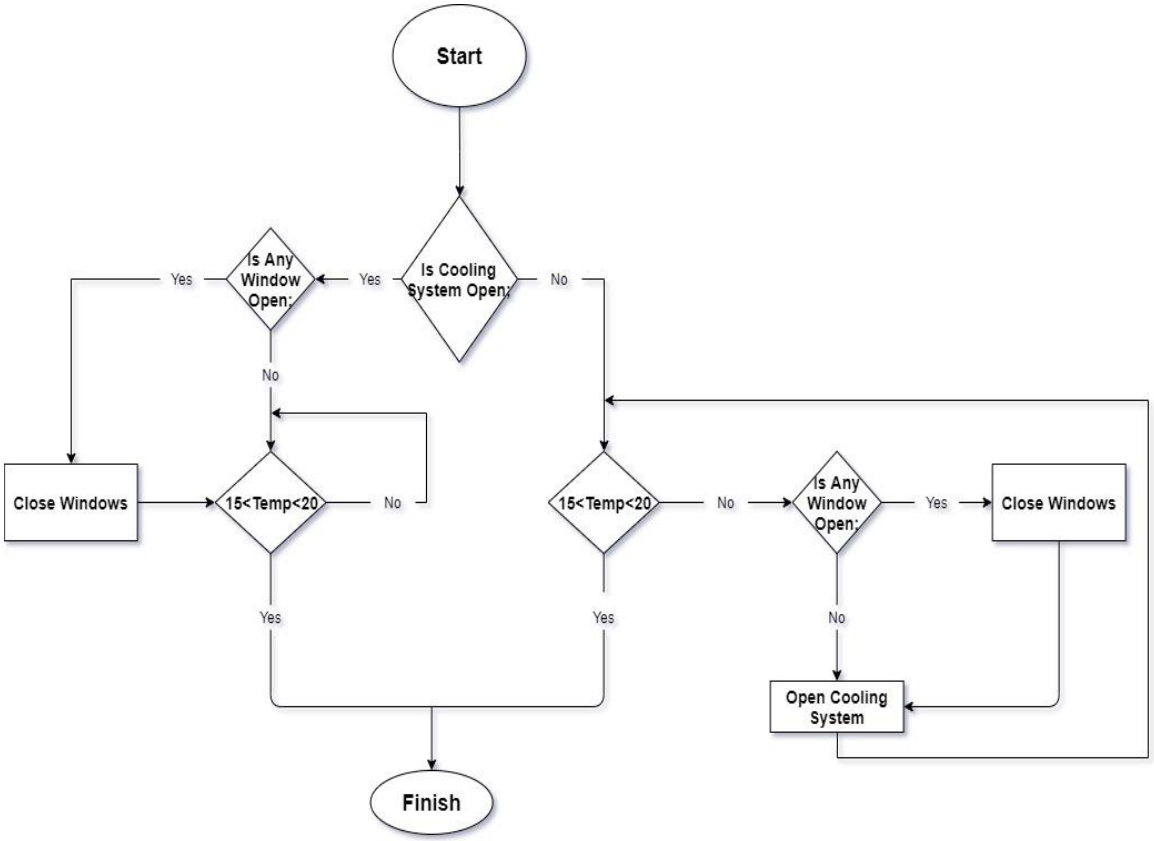


Figure 31: Σενάριο Λειτουργίας Συστήματος Ψύξης

Ακριβώς όπως δουλεύει η λογική με το σύστημα θέρμανσης, δουλεύει και το σύστημα ψύξης. Η μόνη διαφορά τους είναι στις θερμοκρασίες. Το ένα ανεβάζει τη θερμοκρασία του σπιτιού με αρκετά μέσα, όπως αυτά που προαναφέραμε αλλά και τους πομπούς θερμότητας, ενώ το άλλο τη ρίχνει μόνο με το κλιματιστικό.

3.3.5 Παρουσία Βροχής

Ένα ακόμα σενάριο που φτιάχτηκε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία είναι αυτό της ανίχνευσης βροχής. Με τη βοήθεια του αισθητήρα και των δεδομένων, το σύστημα γνωρίζει κάθε χρονική στιγμή ποια είναι η κατάσταση του καιρού γύρο από το σπίτι. Έτσι σε περίπτωση που ανιχνευθεί βροχή, το σύστημα κλείνει αυτόματα όλα τα παράθυρα που ενδεχομένως είναι ανοιχτά. Με αυτό το τρόπο αποφεύγεται η περίπτωση της πλημμύρας ή κάποιας πιθανής βραχυκύκλωσης. Τέλος όπως και στα υπόλοιπα σενάρια, τα δεδομένα στέλνονται στο IBM Watson.

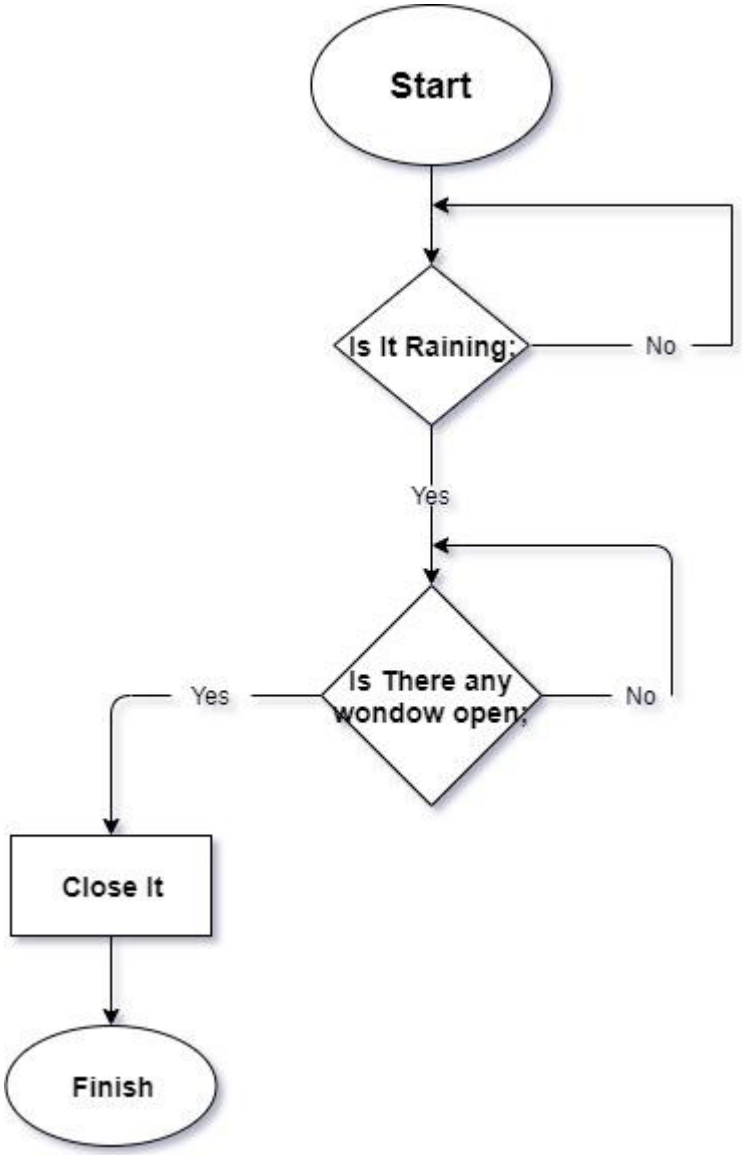


Figure 32: Σενάριο Παρουσίας Βροχής

3.3.6 Σύστημα Φωτισμού

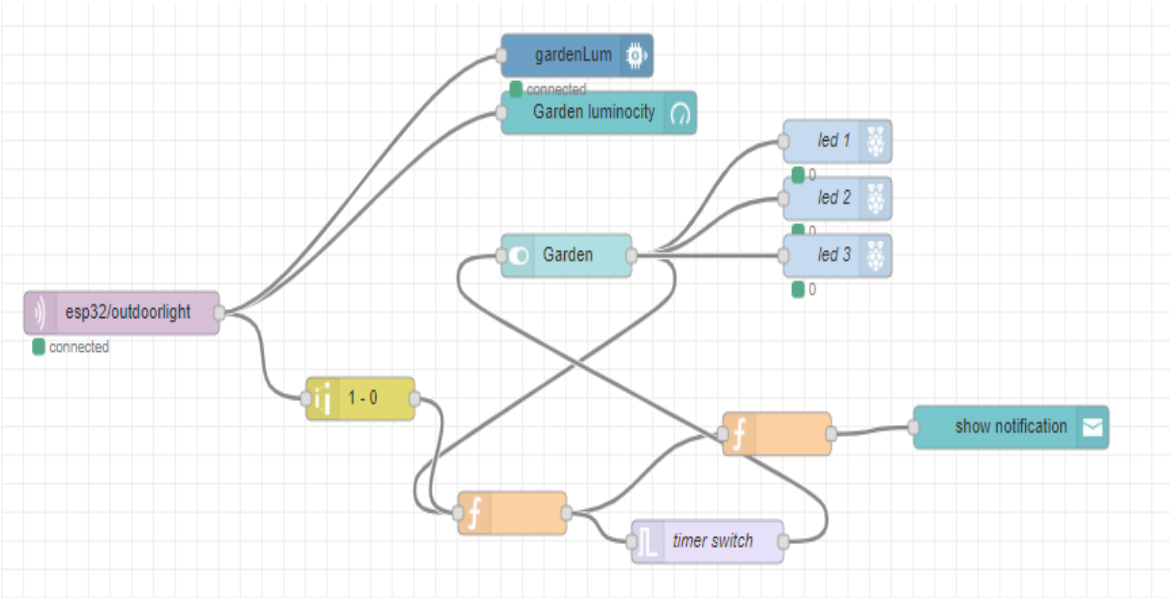


Figure 33: Σενάριο Λειτουργίας Λαμπτήρων στο Node-Red

Στη κατασκευή, φυσικά έχει συμπεριληφθεί και σύστημα φωτισμού. Σε κάθε δωμάτιο του σπιτιού αλλά και στο κήπο, υπάρχει ένας λαμπτήρας και μια φωτοδίοδος που μετράει την ένταση του φωτός. Ο ένοικος διαχειρίζεται τα φώτα από όποια έξυπνη συσκευή επιθυμεί. Αν ανοίξει φως σε δωμάτιο όπου η φωτεινότητα είναι μεγαλύτερη από την καθορισμένη, τότε του πετάει μήνυμα να σβήσει το φως για εξοικονόμηση ενέργειας. Αν δεν προχωρήσει σε αυτή τη πράξη, τότε το σύστημα κλείνει αυτόματα το φως μετά από τριάντα λεπτά.

Κεφάλαιο 4

Υλοποίηση του συστήματος

4.1 Raspberry Pi

Το Raspberry Pi είναι μια σειρά υπολογιστών σε μέγεθος ταυτότητας που αναπτύχθηκαν το Φεβρουάριο του 2012 στο Ηνωμένο Βασίλειο από το Ίδρυμα Raspberry Pi για την προώθηση της πληροφορικής στα σχολεία. Στοχεύοντας το χαμηλό κόστος και το μικρό όγκο, δεν άργησε να γίνει παγκοσμίως γνωστό. Το αρχικό μοντέλο εκτός από την εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε και στον τομέα της ρομποτικής. Το Raspberry ανήκει στην κατηγορία των open source single boards. (Wikipedia, 2019)

4.1.1 Η Ιστορία του Raspberry Pi

Το Raspberry Pi επινοήθηκε το 2006 από μια ομάδα εργαζόμενων στο Computer Laboratory του πανεπιστήμιο του Cambridge. Αυτή η ομάδα, θέλοντας να προσελκύσουν το χαμένο ενδιαφέρον των φοιτητών της πληροφορικής, προσπάθησαν να κατασκευάσουν το πρώτο Raspberry Pi. Λόγο όμως της μη προηγμένης τεχνολογίας και του υψηλού κόστους των εξαρτημάτων, η προσπάθεια απέτυχε. Το 2008, δημιουργείται το φιλανθρωπικό ίδρυμα Raspberry Pi Foundation. Τρία χρόνια αργότερα κυκλοφόρησε το πρώτο Raspberry Pi, με τα Model A, Model A+ και Model B. Τα μοντέλα αυτά είχαν κόστος μικρότερο από 50 ευρώ στην ελληνική αγορά και κατανάλωση μόλις 0,7 έως 3,5 watt. Η επιτυχία που γνώρισαν από το 20011 μέχρι σήμερα στην αγορά τα συγκεκριμένα μοντέλα αλλά και τα Raspberry Pi 2,3 και 4 που ακολούθησαν είναι πολύ μεγάλη, σημειώνοντας 19 εκατομμύρια πωλήσεις παγκοσμίως. (Wikipedia, 2019)

4.1.2 Γιατί να προτιμήσουμε το Raspberry Pi

Από μια πρώτη γνωριμία με το Raspberry Pi αντιλαμβάνεται πως όπως όλοι οι μικροελεγκτές έτσι και αυτό έχει τα προτερήματα του. Ένα άπειρο μάτι δύσκολα μπορεί να τα διακρίνει. Για αυτό το λόγο παρακάτω γνωστοποιούμε τα παραθέτοντας κάποια από αυτά:

- Μικρός Όγκος: Όπως είδαμε παραπάνω το Raspberry Pi έχει μέγεθος πιστωτικής κάρτας, οπότε μεταφέρεται εύκολα χωρίς κόπο.
- Χαμηλό Κόστος: Ένα Raspberry Pi μπορούμε να το αποκτήσουμε χωρίς να ξοδέψουμε πολλά χρήματα. Βέβαια πρέπει να γνωρίζουμε ότι όσο εξελίσσεται η τεχνολογία και οι απαιτήσεις τόσο μεγαλώνει το κόστος του μικροελεγκτή.
- Εύκολη πρόσβαση στο Internet.
- Πρόσβαση στα Linux.
- Μεγάλη ποικιλία σε γλώσσες προγραμματισμού.

4.1.2 Ανάλυση Πλακέτας Raspberry Pi 3 Model B+

Το Raspberry Pi μπορεί θεωρείται ένας υπολογιστής, όπως έχει αναφερθεί, αλλά έχει δύο σημαντικές διαφορές με το συμβατικό υπολογιστή.

- Στο κύριο αποθηκευτικό μέσο. Το λειτουργικό σύστημα δεν εκκινεί από σκληρό δίσκο, αλλά από κάρτα μνήμης μέσω της θύρας SD/Micro SD που διαθέτει.

- Στη τροφοδοσία ρεύματος. Δεν ενσωματώνει τροφοδοτικό και η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται από κάποιο μετασχηματιστή τύπου micro USB όπως οι φορτιστές των περισσότερων κινητών τηλεφώνων που κυκλοφορούν στην αγορά.

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε το Raspberry Pi 3 Model B+. Έτσι θα αναλύσουμε το συγκεκριμένο μοντέλο.

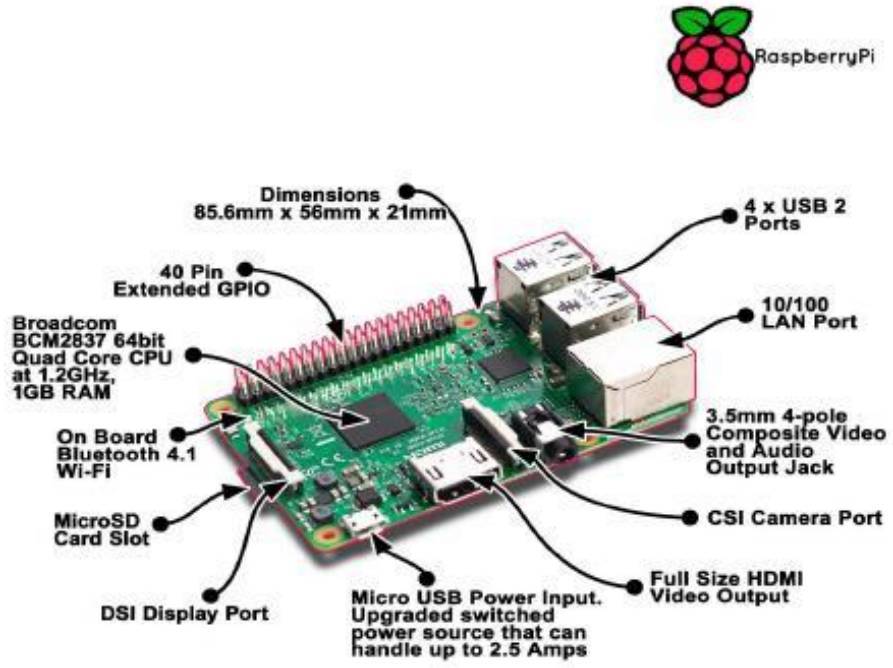


Figure 34: Raspberry Pi 3 Model B+

Πηγή: https://docplayer.gr/docs-images/63/49616208/images/56-0.jpg

Το Raspberry Pi 3 Model B + είναι το τελευταίο προϊόν της σειράς Raspberry Pi 3 που κυκλοφόρησε το 2018. Με τα εξής χαρακτηριστικά:

- System on a chip(SoC): Broadcom BCM2837(CPU+GPU).
- CPU: 1.2 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53.
- GPU: Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, OpenVG 1080p30 H.264 high-profile encode/decode, 250 MHz.
- Memory(SDRAM): 1024MB.
- Θύρες USB: 4xUSB 2.0(USB hub in LAN9512).
- Έξοδος βίντεο: Composite video/Composite RCA, HDMI (not at the same time).
- Έξοδος ήχου: TRS connector/3.5mm jack, HDMI

- Είσοδος ήχου: None, but a USB mic or sound-card could be added.
- Μέσο αποθήκευσης: Secure Digital| SD/ MMC/ SDIO card slot.
- Διασύνδεση δικτύου: 10/100 wired Ethernet RJ45,wifi,bluetooth
- Περιφερειακά χαμηλού επιπέδου: 26 General Purpose Input/Output(GPIO) pins, Serial Peripheral Interface Bus(SPI), I2C, PCM(I2S), Universal asynchronous receiver/transmitter(UART)
- Κατανάλωση ισχύος: 800mA, (4 W)
- Τροφοδοσία: 5V(DC), 2.5A via Micro USB type B or GPIO header.
- Διαστάσεις: 85.0mm x 56mm x 15mm. (Raspberry, 2020)

Μια πολύ σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να αναφερθεί είναι, ότι εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα καινούριο Raspberry Pi, θα πρέπει επιπλέον να έχουμε:

- SD κάρτα μνήμης

Προτείνεται η χρήση μνήμης με χωρητικότητα τουλάχιστον 8GB κλάσης μεγαλύτερης από 4 διότι θα χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση στοιχείων του λειτουργικού συστήματος.

- Οθόνη ή τηλεόραση με καλώδιο τύπου HDMI/DVI

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε οθόνη ή τηλεόραση που έχει διεπαφή τύπου HDMI.

- Ποντίκι και πληκτρολόγιο

Οποιοδήποτε ποντίκι και πληκτρολόγιο που υποστηρίζει το standard USB.

- Μετασχηματιστής

Για την τροφοδοσία της συσκευής, απαιτείται ένας μετασχηματιστής τάσης 5 volt και τουλάχιστον 2.5 Amper τύπου micro USB.

- Ακουστικά ή ηχεία

Figure 35: Απαραίτητα Περιφερειακά Raspberry Pi

- Διαθέτει επίσης, 40 GPIO Pins που διατίθενται για σύνδεση των μεγάλης γκάμας αισθητήρων. (Wikipedia, 2019)

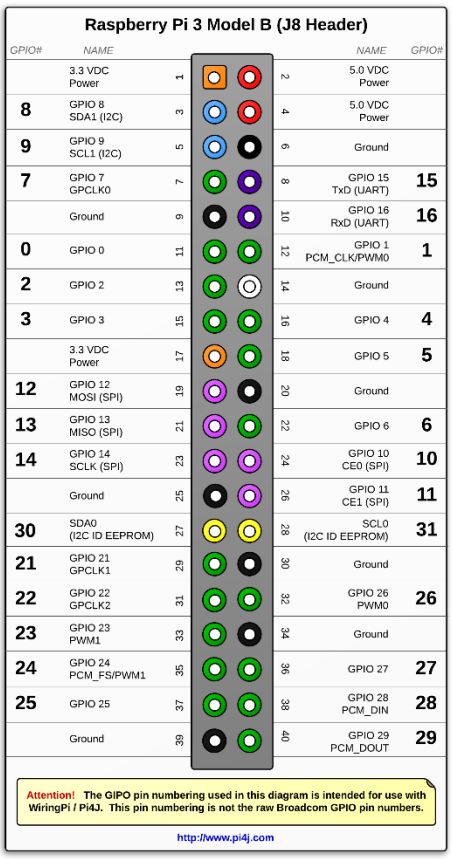


Figure 36: Pins of Raspberry Pi 3 Model B+

Πηγή: https://pi4j.com/1.2/images/j8header-3b-plus-large.png

4.1.3 Λειτουργικά συστήματα

Για να ξεκινήσουμε την εργασία μας με το Raspberry Pi πρέπει να επιλέξουμε κάποιο λειτουργικό σύστημα. Γενικά υπάρχουν πληθώρα επιλογών που διατίθενται δωρεάν στο Internet. Ανάλογα με τη χρήση που επιθυμείτε, επιλέγουμε το κατάλληλο λειτουργικό σύστημα. Το επίσημο λειτουργικό σύστημα που το Raspbian Foundation είναι το Raspbian OS και είναι διαθέσιμο για λήψη από την επίσημη ιστοσελίδα. (https://www.raspberrypi.org/downloads/) Υπάρχουν λειτουργικά συστήματα που προορίζονται για media centers, όπως τα OSMC και το OpenElec, για τηλεφωνικά κέντρα όπως το rasPBX, για χρήση υπολογιστή γραφείου όπως τα Raspbian, Ubuntu mate, RISC OS και το PiNet για χρήση σε σχολεία και εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι με την έλευση της έκδοσης των Windows 10, υπήρξε ειδικά διαμορφωμένη έκδοση με έμφαση στο Internet of things και για το Raspberry Pi. (Wikipedia, 2019)

4.1.4 Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος

Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το λειτουργικό σύστημα «Raspbian OS».

- Χρησιμοποιήθηκε μια κάρτα SD με ελάχιστη χωρητικότητα 8GB.

- Με τη βοήθεια ενός υπολογιστή με συσκευή ανάγνωσης καρτών SD, πραγματοποιήθηκε λήψη σε μορφή ZIP το λειτουργικό σύστημα «Raspbian OS» από την επίσημη ιστοσελίδα του Raspbian Foundation, https://www.raspberrypi.org/downloads/
- Με το πρόγραμμα μορφοποίησης καρτών SD «**Win32 Disk Imager-1.0**» εγκαθίσταται το λειτουργικό σύστημα στην SD κάρτα.

Όταν τελειώσει η εγκατάσταση, και αφού έχει συνδεθεί το πληκτρολόγιο, ποντίκι και οθόνη, εκ κινείται για πρώτη φορά. Αφού έχει τοποθετηθεί η τροφοδοσία, το Raspberry εκκινεί αυτόματα. Δεν διαθέτει διακόπτη εκκίνησης. Αν έχει εγκατασταθεί σωστά το λειτουργικό σύστημα στην κάρτα SD, θα χρειαστεί για την πρώτη φορά και μόνο μια διαδικασία εγκατάστασης που διαφέρει ανάλογα με το λειτουργικό.

4.1.5 Απομακρυσμένος Έλεγχος

Πολλές φορές, το Raspberry Pi χρησιμοποιείται απομακρυσμένα για να εξοικονόμηση χώρου, για μείωση της κατανάλωσης, αλλά και για οικονομία. Οπότε οθόνη, πληκτρολόγιο και ποντίκι σε αρκετές περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στη παρούσα πτυχιακή εργασία, δε χρειάζονται. Έτσι απλά με σύνδεση του Raspberry και της συσκευής που θα γίνει η διαχείριση, στο ίδιο δίκτυο, κάθε ενδιαφερόμενος θα μπορεί να βλέπει απομακρυσμένα το ιστορικό των κινήσεων.

Για τον απομακρυσμένο έλεγχο σε Linux λειτουργικό, ο πιο διαδεδομένος τρόπος είναι με χρήση **SSH (Secure Shell).** Για την ενεργοποίηση της απομακρυσμένης συνδεσιμότητας μέσω ssh σε περίπτωση που δεν είναι ήδη ενεργό (από προεπιλογή είναι ανοιχτό) θα πρέπει από το ίδιο το raspberry pi σε ένα τερματικό να δοθεί η παρακάτω εντολή:
sudo raspi-config
έπειτα από πλοήγηση στο ssh, πιέζουμε enter και επιλέγουμε Enable or disable ssh server.

Η εφαρμογή που επιλέχθηκε είναι η «**MobaXterm_Personal_11.1»** για Windows που διατίθεται δωρεάν στο Internet. Αυτή η εφαρμογή διαθέτει τερματικό από το οποίο θα μπορούμε να διαχειριστούμε πλήρως το Raspberry.

Αφού λοιπόν έχει εγκατασταθεί στον υπολογιστή μας, θα ζητηθούν τα τρία ακόλουθα στοιχεία για την απόκτηση πρόσβασης.

- **IP διεύθυνση:** Θα πρέπει να δοθεί η IP διεύθυνση του raspberry pi. Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστή, μπορεί να βρεθεί πληκτρολογώντας σε τερματικό του την εντολή ***ifconfig*** ή χρησιμοποιώντας την εφαρμογή ***IP Scanner***, η οποία διατίθεται επίσης δωρεάν στο Internet.
- **Username:** Είναι το όνομα χρήστη, με τον οποίο θα γίνει η απομακρυσμένη σύνδεση. Στη προκειμένη περίπτωση το Username είναι “pi” από προεπιλογή

- **Password:** Ο κωδικός, ο οποίος από προεπιλογή στο raspberry είναι “raspberry”

4.1.6 Προγραμματίζοντας τις GPIO θύρες

Το Raspberry Pi μέσο των GPIO θυρών επικοινωνεί με τον εξωτερικό κόσμο. Συσκευές όπως κουμπιά, Led's, διακόπτες, οθόνες και αισθητήρες συνδέονται στις διεπαφές GPIO (general purpose input/output). Έτσι με το κατάλληλο προγραμματισμό μεταφέρονται πληροφορίες από και προς το Raspberry. Υπεύθυνη για το προγραμματισμό των θυρών, είναι η RPi.GPIO βιβλιοθήκη η οποία και είναι προ-εγκατεστημένη στο Raspbian OS. Το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε, είναι να την ενημερώσουμε, πληκτρολογώντας στο τερματικό μας την εντολή: **sudo apt-get update**.

4.2 ESP32

Το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί στη παρούσα εργασία διαθέτει συνολικά 30 ακίδες που το συνδέουν με τον έξω κόσμο.

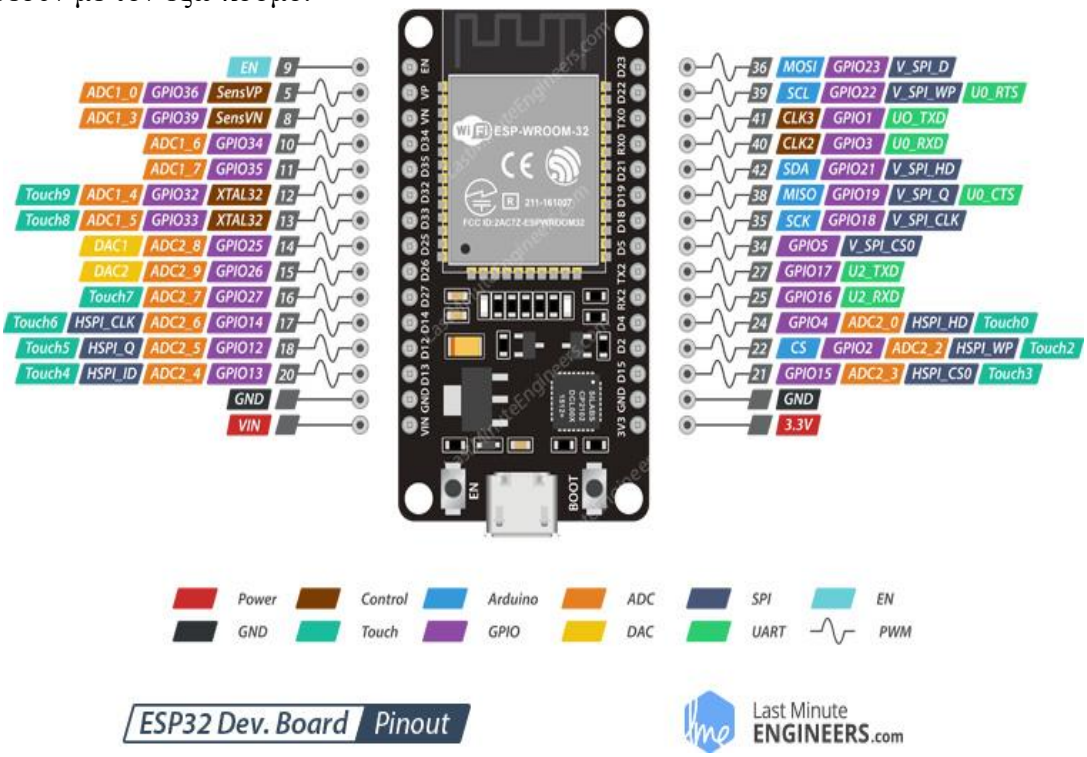


Figure 37: ESP32, 30 Pins

Πηγή: https://lastminuteengineers.com/wp-content/uploads/2018/08/ESP32-Development-Board-Pinout.jpg

Το ESP32 ανήκει σε μια σειρά από μικροελεγκτές χαμηλού κόστους και χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας που σχεδιάζονται από την Espressif System στη Σαγκάη της Κίνας. Είναι αναβάθμιση του προηγούμενου ESP8266 και προσθέτει έναν ταχύτερο διπύρηνο επεξεργαστή, διασύνδεση Bluetooth 4.0 (BLE / Bluetooth Smart) και Wi-Fi. Επίσης, έχει πολλές από τις δυνατότητες του Arduino, έτσι μπορεί να προγραμματιστεί με το λογισμικό Arduino IDE. Το μεγάλο προτέρημα αυτού του chip, είναι η δυνατότητα να προγραμματιστεί και να εκτελέσει τον κώδικα και τις εφαρμογές του κάθε χρήστη. (Wikipedia, 2019)

Η κατανάλωση του ESP32 δεν είναι σταθερή. Όταν εκπέμπει σε πλήρη ισχύ μπορεί να καταναλώσει και 260mA και όταν βρίσκεται σε deep sleep, καταναλώνει μόλις 20uA. Έτσι η κατανάλωση του ESP32 και πόσο θα αντέξει μια μπαταρία που το τροφοδοτεί δεν

εξαρτάται μόνο από τον χρόνο αλλά και από το τι ακριβώς κάνει κάθε στιγμή ή αλλιώς από τον κώδικα-εφαρμογή την οποία εκτελεί. (Wikipedia, 2019)

4.2.1 Χαρακτηριστικά πλακέτας ESP32.

Specifications - ESP32 DEVKIT V1 DOIT	
Number of cores	2 (Dual core)
Wi-Fi	2.4 GHz up to 150 Mbit/s
Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy) and legacy Bluetooth
Architecture	32 bits
Clock frequency	Up to 240 MHz
RAM	512 KB
Pins	30
Peripherals	Capacitive touch, ADCs (analog-to-digital converter), DACs (digital-to-analog converter), I²C (Inter-Integrated Circuit), UART (universal asynchronous receiver/transmitter), CAN 2.0 (Controller Area Network), SPI (Serial Peripheral Interface), I²S (Integrated Inter-IC Sound), RMII (Reduced Media-Independent Interface), PWM (pulse width modulation), and more.

Figure 38: Specification of ESP32

Πηγή: https://i0.wp.com/randomnerdtutorials.com/wp-content/uploads/2018/08/Specifications.png?w=813&ssl=1

Για την τροφοδοσία της συσκευής, απαιτείται ένας μετασχηματιστής τάσης 5 volt τύπου micro USB ή εξωτερική τροφοδοσία 5Volt από την ακίδα Vin. Επίσης, Αυτό το module χρησιμοποιεί το CP2102 για μετατροπή από USB σε UART και έχει μέγιστο baud rate 921600.

Τέλος είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι χρειάζεται η παράλληλη σύνδεση δύο πυκνωτώ ν 100μF και 1μF ανάμεσα στην τροφοδοσία και την γείωση, για την σταθεροποίηση της τάσης τροφοδοσίας και την εξάλειψη θορύβου ή spikes. (Wikipedia, 2019)

4.2.2 Προγραμματισμός του ESP32

Για τον προγραμματισμό του ESP32 καλείται η εφαρμογή «**Arduino IDE**» που διατίθεται δωρεάν στο Internet.

Figure 39: Arduino's Logo

Πηγή: https://logodix.com/logo/1832935.png

Το Arduino είναι βασισμένο στη Java και συγκεκριμένα περιέχει:

- Πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων,
- Αρκετά έτοιμα παραδείγματα συγραφής κώδικα,
- Έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας,
- Compiler για την μεταγλώττιση των προγραμμάτων (sketch),
- Σειριακή οθόνη (serial monitor) που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής θύρα (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την εκσφαλμάτωση (debugging) των sketch
- Δυνατότητα να κατεβάσουμε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Αφού εγκατασταθεί λοιπόν, πρέπει να περαστούν κάποιες απαραίτητες βιβλιοθήκες και ορισμοί του ESP32 για να ξεκινήσει ο προγραμματισμός. Στη συνέχεια, συνδέουμε την πλακέτα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μας, στην εφαρμογή επιλέγουμε από τα tools **ESP32 Dev Module** και τη θύρα COM που είναι συνδεδεμένο το ESP32. Μόλις τελειώσουν αυτά τα βήματα είμαστε έτοιμη να προγραμματίσουμε και να περάσουμε τον κώδικα στη πλακέτα.

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι πρέπει να πιέσουμε το κουμπί «**boot**» της πλακέτας, μόλις επιλέξουμε να μεταφέρουμε το κώδικα μας από την εφαρμογή στο ESP32. Αυτό το κουμπί χρησιμοποιείται για τη μεταμόρφωση του προγράμματος από το Arduino στη μονάδα ESP. Όσον αφορά τον προγραμματισμό του ESP32, αυτός γίνεται κυρίως σε C. Έχουν υπάρξει και ορισμένες επεκτάσεις όπου μπορείς να γράψεις και σε γλώσσες υψηλότερου επιπέδου, όπως LUA. Σε αυτό το project το application program γράφηκε σε C. (Wikipedia, 2019)

4.2.3 Θέση Στο Σύστημα

Το ESP32 είναι πολύ χρήσιμο στο σύστημα, διότι διαθέτει πολλές αναλογικές εισόδους που είναι απαραίτητες για να διαβάζουν δεδομένα από τους αισθητήρες. Συλλέγει όλα τα απαραίτητα δεδομένα και τα στέλνει με το πρωτόκολλο MQTT στο Raspberry Pi. Έτσι βλέπουμε όλες τις μετρήσεις τοπικά στο UI του Node-Red αλλά και απομακρυσμένα στην εφαρμογή IBM Watson IoT Platform, αφού είναι συνδεδεμένα και μιλάνε όλα μαζί ταυτόχρονα.

4.3 Εξαρτήματα και Αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν τα εξαρτήματα και τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της εργασίας. Οι αισθητήρες έχουν διανεμηθεί κατάλληλα στο Raspberry και το ESP32. Αυτό έγινε για να μην επιβαρυνθεί το Raspberry, αλλά και επειδή χρειαστήκαμε πολλές αναλογικές εισόδους, που σε αυτό το κομμάτι εξυπηρετεί το ESP32. Τέλος παρουσιάζονται σε εικόνες η συνδεσμολογία των αισθητήρων με τις πλακέτες, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα σχεδιασμού κυκλωμάτων Fritzing. Διατίθεται δωρεάν στο ίντερνετ, στην ιστοσελίδα της συγκεκριμένης εταιρίας, όπου υπάρχουν πληροφορίες για το πώς μπορούμε να δουλέψουμε πάνω σε αυτό.
https://fritzing.org/home/

4.3.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας-Υγρασίας DHT11 και DHT22

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται για την διατήρηση της θερμοκρασίας μέσα σε ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών.

Υγρασία είναι η παρουσία νερού στην ατμόσφαιρα. Το ποσό υδρατμών στον αέρα μπορεί να επηρεάσει την ανθρώπινη άνεση ή ακόμα και πολλές κατασκευαστικές διαδικασίες στην βιομηχανία. Η παρουσία υδρατμών επηρεάζει πολλές φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Η μέτρηση υγρασίας στην βιομηχανία είναι μεγάλης σημασίας γιατί έχει επιπτώσεις τόσο στις βιομηχανικές διαδικασίες όσο και στην υγεία του ανθρώπου. Η πιο συχνή, όμως, μονάδα μέτρησης είναι εκείνη της σχετικής υγρασίας (*Relative Humidity, RH*) που ορίζεται ως ο λόγος της μάζας(ή πίεσης) του ατμού προς την μάζα(ή πίεση) κορεσμένου ατμού (saturated vapour, δηλαδή στο όριο μεταξύ υγρού και αέρα) και εκφράζεται σε ποσοστό επί τις εκατό %. (Robot-R-Us, 2019)

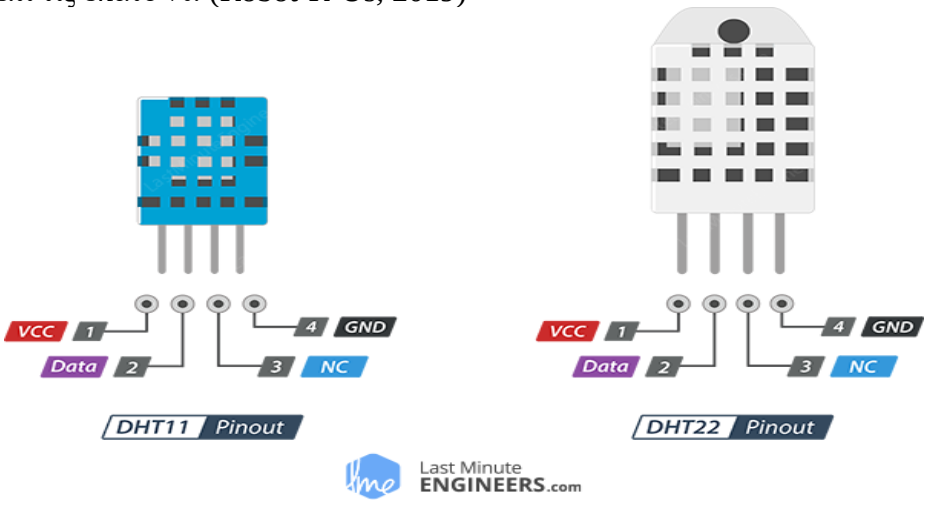


Figure 40: Αισθητήρας Θερμοκρασίας-Υγρασίας (DHT11 && DHT22)

Πηγή: https://lastminuteengineers.com/wp-content/uploads/2018/06/DHT11-DHT22-AM2302-Temperature-Humidity-Sensor-Pinout.png

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11 διαθέτει έξοδο ψηφιακού σήματος. Ένα εσωτερικό chip είναι υπεύθυνο για την μετατροπή των μετρήσεων σε σειριακό ψηφιακό σήμα. Περιλαμβάνει μια μέτρηση υγρασίας αντιστατικού τύπου και ένα στοιχείο μέτρησης

θερμοκρασίας NTC η οποία προσφέρει άριστη ποιότητα και γρήγορη απόκριση. Ένα NTC (Negative Temperature Coefficient) παρέχει υψηλή αντίσταση σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όσο η θερμοκρασία ανεβαίνει , η αντίσταση πέφτει ραγδαία. Ένα NTC thermistor υπαγορεύει αρκετά μεγάλες διακυμάνσεις στην αντίσταση για έναν βαθμό θεοκρασίας °C. (Robot-R-Us, 2019)

- Τάση τροφοδοσίας: 3.3 έως 5 V
- Εύρος θερμοκρασίας: 0-50 ° C σφάλμα ± 2 ° C
- Υγρασία: Σφάλμα RH 20-90% RH ± 5%
- Διασύνδεση: Ψηφιακή

Τα ίδια ισχύουν και για τον DHT22, με βασική διαφορά ότι μπορεί να συνδεθεί σε τροφοδοσία 3.3 με 5Volt. Σε σύγκριση με το DHT11, ο αισθητήρας αυτός είναι ακριβέστερος και λειτουργεί σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασίας / υγρασίας, αλλά είναι μεγαλύτερος και ακριβότερος. (Grompotronics, 2019)

- Τάση τροφοδοσίας: 3.3 έως 5V
- Εύρος θερμοκρασίας: -40 έως 80 ° C ± ακρίβεια 0,5 ° C
- Υγρασία: 0-100% με ακρίβεια 2-5%

Στο σύστημα μας υπάρχου δύο αισθητήρες θερμοκρασίας, ο DHT11 που συνδέονται στο Raspberry και βρίσκετε έξω από το σπίτι, για να μετράει τη θερμοκρασία και υγρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος.

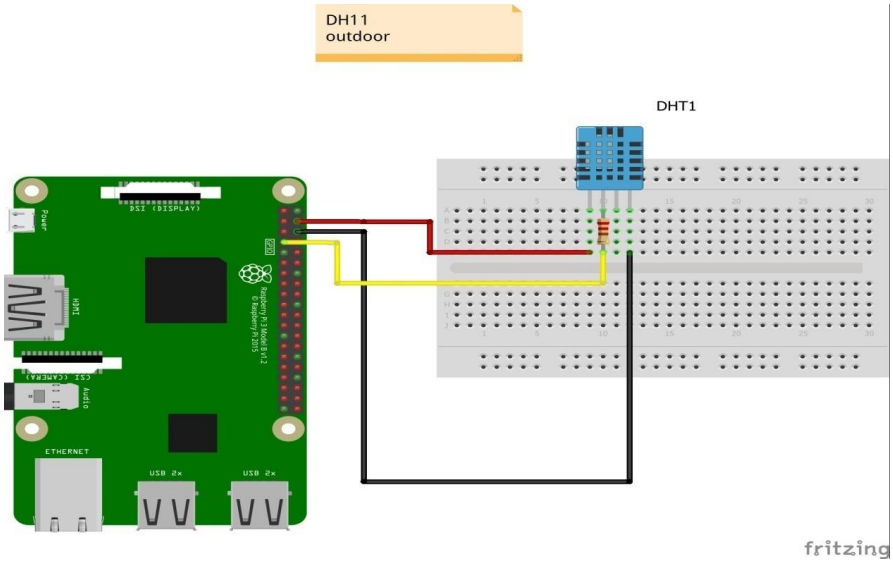


Figure 41: Συνδεσμολογία DHT11 & Raspberry Pi 3 (Breadboard)

Υπάρχει και ο DHT22 που συνδέεται στο ESP32 για μεγαλύτερη ακρίβεια, που είναι τοποθετημένος στο μπάνιο για να ελέγχουμε κυρίως την υγρασία, επειδή συνήθως είναι το μέρος που υπάρχουν υδρατμοί αλλά μπορεί και να ξεχαστεί κάποια βρύση ανοιχτή. Όλες οι πληροφορίες αποστέλλονται στο Raspberry και κατά συνέπεια, στο IBM Watson IoT Platform. Το ESP32 επιτυγχάνει αυτή την επικοινωνία με τη βοήθεια του MQTT. Οι αισθητήρες συνδέονται στη γραμμή τροφοδοσίας, στη γείωση και στο ψηφιακό Pin για τη μεταφορά δεδομένων. Αυτοί οι αισθητήρες, εκτός από το να μας ενημερώνουν για τη θερμοκρασία του κάθε δωματίου, έχουν ακόμα μία πολύ σημαντική χρήση. Παίρνουν μέρος

και στο σύστημα ανίχνευσης φωτιάς. Αν η θερμοκρασία αυξηθεί απότομα, για παράδειγμα, σε πέντε λεπτά από 20 βαθμούς Celcius εκτοξευθεί στους 40 και παραπάνω, τότε ενεργοποιείται το Fire Alarm System και το σύστημα ειδοποιεί το χρήστη με e-mail.

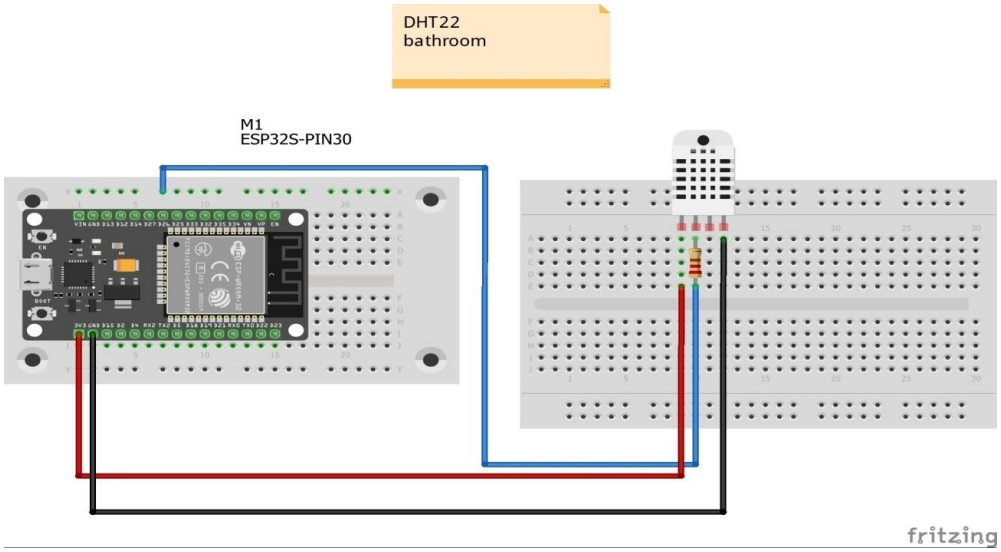


Figure 42: Συνδεσμολογία DHT22 & ESP32 (Breadboard)

4.3.2 Αισθητήρας Κίνησης PIR Motion Sensor

Μέσα από ένα έξυπνο σπίτι δε μπορεί να λείπει ο αισθητήρας κίνησης, αφού αυτός θα μας ενημερώνει εάν υπάρχει παρουσία στο σπίτι.

Figure 43: Αισθητήρας Παρουσίας PIR

Πηγή: https://cdn-learn.adafruit.com/guides/cropped_images/000/000/030/medium640/proximity_pirsensor.jpg?1520539813

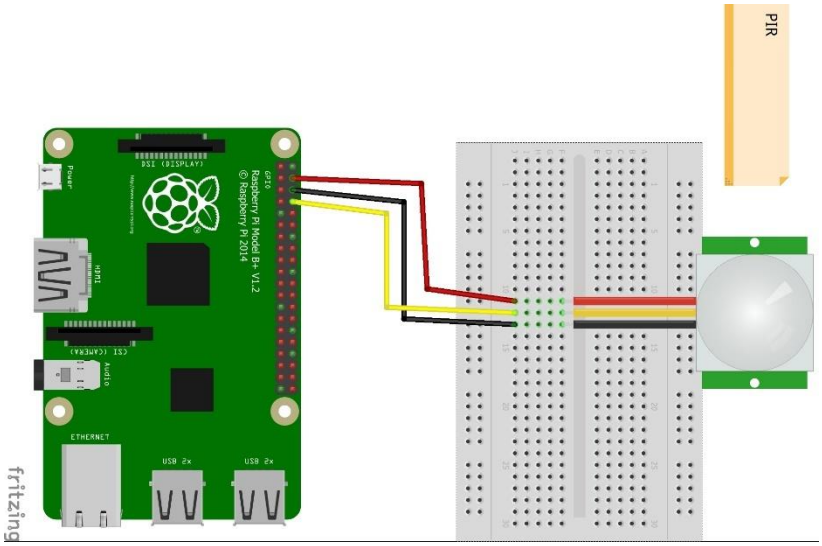
Οι αισθητήρες PIR χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση κίνησης. Έχει μια ρυθμιζόμενη καθυστέρηση πριν από την πυροδότηση (περίπου 2-4 δευτερόλεπτα), ρυθμιζόμενη ευαισθησία.

Λειτουργεί με ισχύ 5V (αν χρειαστεί να το εκτελέσετε από 3V μπορείτε να το κάνετε αυτό παρακάμπτοντας τον ρυθμιστή, αλλά αυτό σημαίνει ότι κάνοντας λίγη συγκόλληση). Η έξοδος ψηφιακού σήματος είναι υψηλή / χαμηλή 3.3V. Η περιοχή ανίχνευσης είναι περίπου 7 μέτρα. (Grompotronics, 2019)

Αυτός ο αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί σε όποιο μέρος επιθυμεί ο χρήστης, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά σενάρια. Ένα από αυτά είναι, στην πόρτα εισόδου. Δηλαδή αν είναι βράδυ και ανίχνευση κίνηση να ανάψει τα φώτα του κήπου και της εξώπορτας. Ένα άλλο σενάριο, το οποίο και έχει συμπεριληφθεί στην παρούσα εργασία είναι, ο αισθητήρας να χρησιμοποιηθεί στο Security Alarm System. Όπου είναι τοποθετημένος σε κάποιον εσωτερικό χώρο στο σπίτι, για παράδειγμα το σαλόνι, αν εντοπίσει κίνηση και ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει το συναγερμό, τότε θα χτυπήσει η σειρήνα και ο χρήστης θα ειδοποιηθεί με e-mail για τη κατάσταση. Μόνο αυτός έχει τη δυνατότητα να απενεργοποιήσει το συναγερμό μέσω του κεντρικού συστήματος.

Ο αισθητήρας κίνησης αποτελεί μέρος της ομάδας του Raspberry Pi. Χρησιμοποιήθηκαν τρία Pins τα οποία συνδέονται στην γραμμή τροφοδοσίας, στην γείωση και στο ψηφιακό Pin εισόδου.

Figure 44: Συνδεσμολογία PIR & Raspberry Pi 3 (BreadBoard)



4.3.3 Αισθητήρας Βροχής

Ένας αισθητήρας βροχής είναι μια συσκευή που ενεργοποιείται σε περίπτωση βροχόπτωσης. Τέτοιες συσκευές μπορεί να έχουν πολλές εφαρμογές. Ορισμένες από αυτές είναι να τερματίζουν ένα σύστημα σε περίπτωση βροχής ή να ενεργοποιούν τους υαλοκαθαριστήρες αν αναφερόμαστε σε αυτοκίνητο.

Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται στο σύστημα αισθάνεται τόσο την εμφάνιση βροχόπτωσης όσο και την ένταση της βροχής. Αυτός αποτελείται από δύο μέρη: την αισθητήρια πλακέτα που εμφανίζει μεταβαλλόμενη αντίσταση και μια πλακέτα ελέγχου. Ο λόγος που είναι διαχωρισμένα είναι ο προφανής, ότι δηλαδή δεν μπορεί η πλακέτα ελέγχου να βραχεί.

Το αισθητήριο είναι μια πλακέτα η οποία έχει επικαλυφθεί από γραμμές νικελίου.
Όταν σταγόνες βροχής πέφτουν στην πλακέτα αυτήν, δημιουργούν μονοπάτια παράλληλων

αντιστάσεων που γίνονται αντιληπτό από την πλακέτα ελέγχου. Όταν αυτή εμφανίζεται υγρή δίνει μικρότερη αντίσταση ενώ όταν εμφανίζεται στεγνή υψηλότερη. Οι σταγόνες βροχής δηλαδή μειώνουν την τιμή της αντίστασης διότι αυτές είναι αγώγιμες και μέσω αυτών συνδέονται οι παράλληλες γραμμές νικελίου. (Grompotronics, 2019)

Figure 45: Αισθητήρας Βροχής

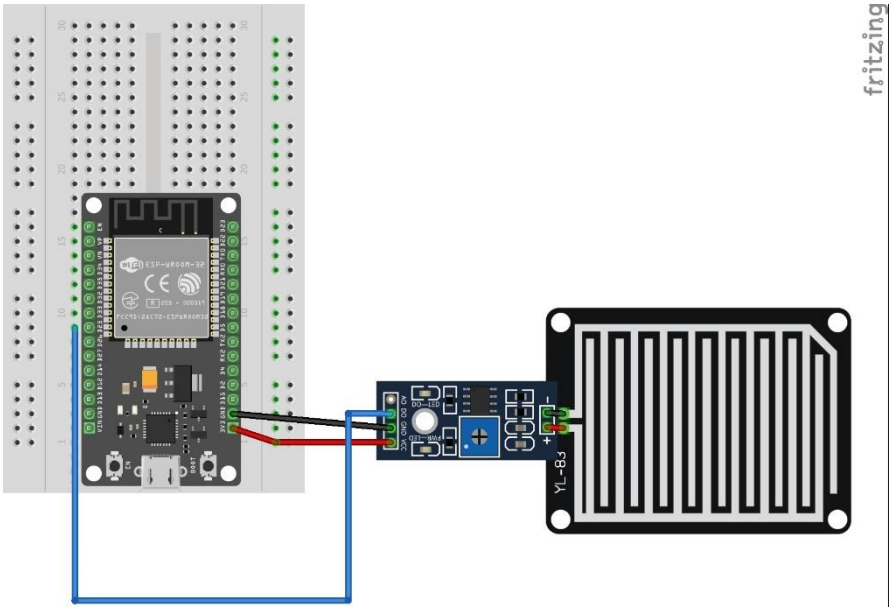
Πηγή: https://grobotronics.com/images/thumbnails/350/350/detailed/103/SKU121943b.jpg

Ο αισθητήρας βροχής Rain Sensor Module, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα είδη παρακολούθησης καιρού επειδή έχει τη δυνατότητα να μετατρέπει το σήμα που παίρνει σε ψηφιακό ή αναλογικό. Αποτελείται από μια πλακέτα 5.5*4 cm η οποία είναι φτιαγμένη από υψηλής ποιότητας FR – 04 υλικού. Ουσιαστικά, έχει το ρόλο ενός αντιστάτη που μετράει τη ποσότητα του νερού που πέφτει πάνω της. Ακόμα, υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ευαισθησίας του ποτενσιόμετρου για καλύτερα αποτελέσματα. Η τάση τροφοδοσίας του κυμαίνεται από 3.3 έως 5 Volt. (Grompotronics, 2019)

Η θέση αυτού του αισθητήρα δεν θα μπορούσε να μην είναι σε έναν εξωτερικό χώρο. Αξίζει να ειπωθεί ότι ο αισθητήρας κρίνεται αρκετά αξιόπιστος καθώς μπορεί να αναγνωρίζει και να ξεχωρίζει τις σταγόνες βροχής που πέφτουν από εκείνες που πιθανώς να έχουν απομείνει πάνω στην πλακέτα. Είναι δηλαδή και ικανός να ξεχωρίσει καταστάσεις μεγάλης υγρασίας από βροχοπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση αποτελεί καλή πρακτική η τοποθέτηση του αισθητήρα με μια κλίση, ώστε αφού οι σταγόνες πέσουν στο αισθητήριο να κυλήσουν τελικώς εκτός αυτού. Έτσι τοποθετήθηκε στην οροφή του σπιτιού.

Όσον αφορά τη πλακέτα ελέγχου, είναι συνδεδεμένη στο ESP32 και υπεύθυνο για τη διακίνηση της πληροφορίας στο Raspberry είναι το πρωτόκολλο MQTT. Τα Pins συνδέονται στη γραμμή τροφοδοσίας του ESP32, στη κοινή γείωση και στο ψηφιακό Pin.

Figure 46: Συνδεσμολογία Αισθητήρα βροχής με το ESP32 (Breadboard)



4.3.4 Αισθητήρας φωτεινότητας

Figure 47: Αισθητήρας Φωτεινότητας

Πηγή: https://grobotronics.com/images/thumbnails/350/350/detailed/1/LDR1.jpg

Ο αισθητήρας φωτεινότητας η αλλιώς photoresistor ή light-dependent resistor(LDR) ή photocell, είναι μία μεταβλητή αντίσταση, ελεγχόμενη από το φως. Η αντίσταση του αισθητήρα μειώνετε με την αυξανόμενη ένταση του φωτός, με άλλα λόγια είναι αγώγιμο στο φως. Είναι φτιαγμένος από υψηλής αντίστασης ημιαγωγό. Στο σκοτάδι ο αισθητήρας μπορεί να έχει αντίσταση της τάξης των megaohms (MΩ),σε αντίθεση με συνθήκες φωτεινότητας όπου ο αισθητήρας έχει αντίσταση της τάξης των λίγων εκατοντάδων ohms. Συνεπώς, με την αλλαγή της αντίστασης, εφόσον αυτή διαρρέεται από ρεύμα, αλλάζει και η τιμή της τάσης, η οποία μπορεί να δίνεται ως έξοδος του κυκλώματος αισθητήρα. Γενικά ο αισθητήρας είναι πολύ μικρός σε μέγεθος, έχει γρήγορη απόκριση και μεγάλη ευαισθησία. Το κύκλωμα LDR, ωμικής αντίστασης γειώνεται και δίνεται τάση 5Volt. Έπειτα μετριέται η τάση στα άκρα του LDR και τα συμπεράσματα βγαίνουν σύμφωνα με αυτήν. (Grompotronics, 2019)

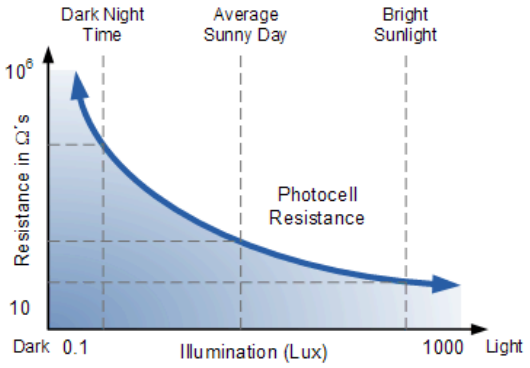


Figure 48: Τυπική γραφική παράσταση αντίστασης LDR συνάρτησης της φωτεινότητας

Ο αισθητήρας συνδέεται στο ESP32 και στέλνει τις μετρήσεις του, με το πρωτόκολλο MQTT στο Raspberry. Τα Pin του αισθητήρα συνδέονται, το ένα με τη γείωση και το δεύτερο με μια αντίσταση 100Ω και το Pin του ESP32 που παίρνουμε τις μετρήσεις. Σε κάθε photoresistor αντιστοιχεί και ένας λαμπτήρας, για να μπορούμε να ελέγχουμε τη φωτεινότητα. Ανάλογα με τη στάθμη του φωτός που υπάρχει σε κάθε δωμάτιο, το σύστημα προτείνει στο χρήστη να σβήσει το φως εάν δεν χρειάζεται για εξοικονόμηση ενέργειας.

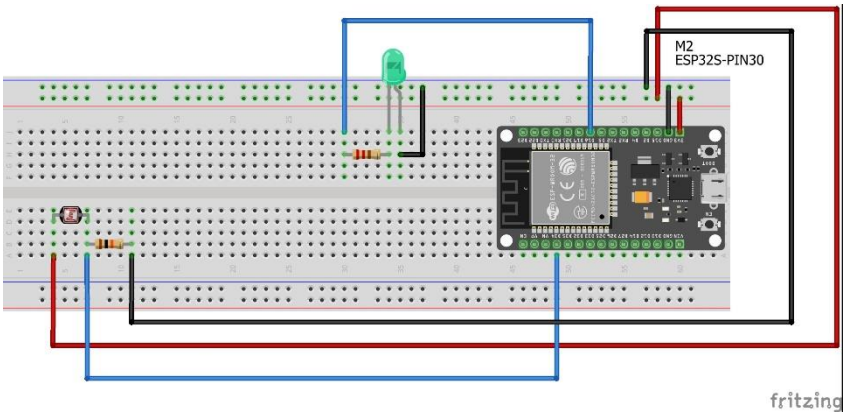


Figure 49: Συνδεσμολογία photoresistor - Led & ESP32 (Breadboard)

4.3.5 Αισθητήρας Φωτιάς

Ένας αισθητήρας φωτιάς είναι σχεδιασμένος ώστε να ανιχνεύει και να αντιδρά στην παρουσία φλόγας. Μπορεί να αντιδράσει πιο γρήγορα από έναν αισθητήρα καπνού ή θερμοκρασίας. Αυτοί οι αισθητήρες είναι συνήθως οπτικού τύπου και προσπαθούν να ανιχνεύσουν ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκος κύματος.

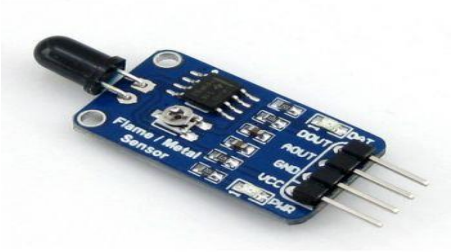


Figure 50: Flame Sensor

Πηγή: https://grobotronics.com/images/thumbnails/350/350/detailed/103/Flame-Sensor-2_-_%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%BF.jpg

Ο Waveshare Flame Sensor είναι ένας πολύ ευαίσθητος αισθητήρας φωτιάς. Έχει χαρακτηριστικά ενός συγκριτή τάσης, ευρείας κλίμακας LM393. Η ανίχνευση της φλόγας γίνεται με τη βοήθεια της φωτοδιόδου, που βρίσκεται στην κεφαλή του αισθητήρα, όπως βλέπουμε και στην παραπάνω εικόνα. Η φωτοδίοδος είναι μια δίοδος PN-ένωσης που μετατρέπει την ενέργεια του φωτός, σε ηλεκτρικό ρεύμα. Το P-μέρος της ένωσης συνδέεται σε αρνητικά φορτισμένο πόλο πηγής ενώ το N-μέρος σε θετικά). Ουσιαστικά αποτελεί ένα δείγμα αναπαράστασης ηλιακών κυττάρων. Το μήκος κύματος ανίχνευσης φλόγας κυμαίνεται στα 760nm-1100nm και υπό γωνία 0-60 μοιρών. Χρειάζεται τάση τροφοδοσίας 3.3-5.3 Volt και μπορεί να μας δώσει αναλογική και ψηφιακή έξοδο. Προτιμάται το αναλογικό σήμα καθώς έχει κριθεί ότι παίρνουμε πιο σταθερά αποτελέσματα. (Grompotronics, 2019)

Αυτός ο αισθητήρας τοποθετείται όπου θεωρείται ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα πυρκαγιάς. Η πιο συνηθισμένη επιλογή είναι αυτή της κουζίνας, όπου και θα τοποθετηθεί. Ο αισθητήρας φωτιάς αποτελεί μέρος της ομάδας του Raspberry Pi. Χρησιμοποιήθηκαν τα τρία εκ των τεσσάρων Pin τα οποία συνδέονται στην γραμμή τροφοδοσίας, στην γείωση και στο ψηφιακό Pin εισόδου. Ο παρόν αισθητήρας μόλις ανιχνεύσει φλόγα ενεργοποιεί το Fire Alarm System και ταυτόχρονα ειδοποιεί το χρήστη με ένα e-mail.

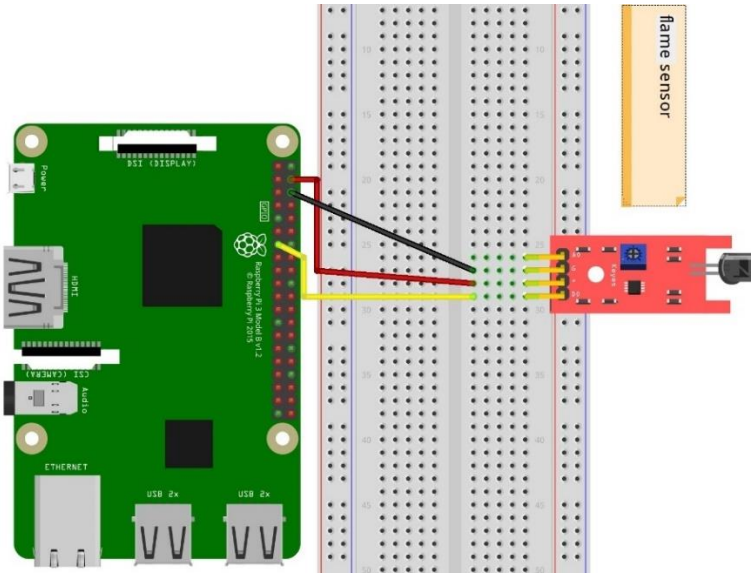


Figure 51: Συνδεσμολογία Αισθητήρα Φωτιάς (Breadboard)

4.3.6 Βηματικός Κινητήρας

Κινητήρας είναι ένα σύστημα μηχανημάτων που μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε κινητική ή αλλιώς μηχανική ενέργεια. Υπάρχουν πολλά είδη κινητήρων, όπως ηλεκτρικοί, υδραυλικοί και εσωτερικής καύσης, κτλ. Στο επίπεδο της πληροφορικής και ηλεκτρονικής, ωστόσο, το ενδιαφέρον στρέφεται στους ηλεκτρικούς κινητήρες. Αυτοί χωρίζονται σε ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC motors) ή εναλλασσόμενου ρεύματος (AC motors). Με την σειρά τους οι κινητήρες DC μπορούν να χωριστούν και σε άλλες υποκατηγορίες. Μια από αυτές τις υποκατηγορίες είναι ο Βηματικός Κινητήρας.

Οι βηματικοί κινητήρες (stepper motor) είναι κινητήρες DC που κινούνται σε βήματα.
Έχουν πολλά πηνία που οργανώνονται σε ομάδες και ονομάζονται "φάσεις"(phase). Με την ενεργοποίηση κάθε φάσης, σε σειρά, ο κινητήρας θα περιστραφεί ένα βήμα κάθε φορά. Ελεγχόμενο από έναν υπολογιστή, μπορεί να επιτευχθεί ακριβής ρύθμιση θέσης και ταχύτητας. Για το λόγο αυτό, ο βηματικός κινητήρας είναι ο κινητήρας που επιλέγεται για πολλές εφαρμογές ελέγχου ακριβείας. (Grompotronics, 2019)

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία χρησιμοποιείται ο βηματικός κινητήρας 28BYJ-48 και συνδυάζεται με το κύκλωμα οδήγησης ULN2003. Ουσιαστικά το κύκλωμα οδήγησης, που αποτελείται από το ομώνυμο ολοκληρωμένο ULN2003A, το χρειαζόμαστε για να μπορέσουμε να δώσουμε τις εντολές που θέλουμε στο κινητήρα μας.
Τα χαρακτηριστικά του, δίνονται στον παρακάτω πίνακα. (Grompotronics, 2019)

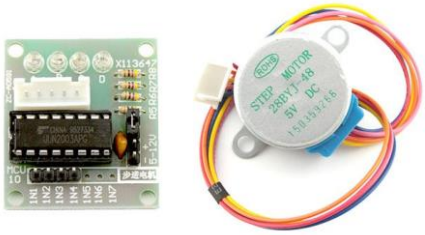


Figure 52: Stepper Motor 28BYJ-48 with ULN2003-518 driver Board

Πηγή: https://solectroshop.com/eng_pl_28BYJ-48-Stepper-Motor-12V-Driver-Board-ULN2003-518_1.jpg

Rated voltage	5VDC
Number of pole	4
Speed variation ratio	1/64
Stride angle	5.625°/64
DC resistance	200 Ohm±7% (25°C)
Idle in-traction frequency	>600Hz
Idle out-traction frequency	1000Hz
In-traction Torque	0.35 kg.cm (34.3mN.m)
Self-positioning Torque	0.35 kg.cm (34.3mN.m)

Η θέση που επιλέχθηκε για το βηματικό κινητήρα είναι στο γκαράζ. Η λειτουργία του είναι να ανοίγει και να κλείνει τη γκαραζόπορτα. Συνδέεται στο Raspberry Pi και ελέγχεται μέσο του οδηγού του, χρησιμοποιώντας τα ψηφιακά Pins, που αντίστοιχα συνδέονται στις εισόδους IN1,IN2,IN3,IN4 του οδηγού. Μέσο του ui του Node-Red ο χρήστης μπορεί να χειριστεί τον κινητήρα. Μία επιλογή είναι, να ανοίξει ή να κλείσει ολοκληρωτικά την πόρτα. Δεύτερη επιλογή είναι, ελεγχόμενα να ανοίξει ή να κλείσει σταδιακά τη πόρτα. Τέλος υπάρχει και η επιλογή του να το σταματήσουμε σε όποια κατάσταση θέλουμε.

4.3.7 MAX 6675 with Water Temprerature Sensor

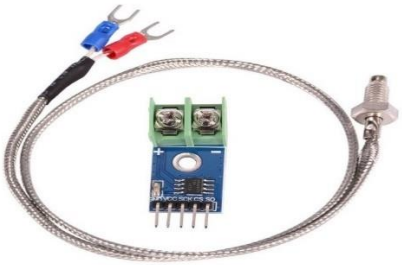


Figure 53: MAX6675 & Thermocouple Temperature Sensor

Πηγή: https://www.cableworks.gr/images/thumbnails/1126/985/detailed/263/max6675-module-k-type-thermocouple-sensor-can-measure-1024-degree-xyntacpro-1907-02-F1638046_3.jpg

Οι περισσότεροι ηλεκτρονικοί θερμοστάτες που βασίζονται σε ημιαγωγούς μπορούν να μετρήσουν έως και 150 βαθμούς Κελσίου. Αυτός ο θερμοστοιχείο τύπου K μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση θερμοκρασιών μέχρι 600 βαθμούς Κελσίου. Κατάλληλο για βιομηχανικά έργα, 3D εκτυπωτές, DIY έργα που απαιτούν μέτρηση της υψηλής θερμοκρασίας. Αυτό το θερμοστοιχείο δεν χρησιμοποιεί τεχνολογία ημιαγωγών για την ανίχνευση της θερμοκρασίας. Αντίθετα χρησιμοποιεί εξειδικευμένο μέταλλο, το οποίο μεταβάλλει την τάση ανάλογα με τη θερμοκρασία. Η καλωδίωση επίσης είναι κατασκευασμένη για να αντέχει τη θερμοκρασία.

Το θερμοστοιχείο από μόνο του είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί, καθώς η μεταβολή της τάσης εξόδου σε σχέση με τη θερμοκρασία είναι πολύ μικρή. Για να ανιχνεύσουμε αυτή την τάση και να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία, συνδέουμε μια ειδική μονάδα αισθητήρα θερμοστοιχείων, τη MAX6675. Αυτή η μονάδα παρακολουθεί συνεχώς την τάση εξόδου από το θερμοστοιχείο, υπολογίζει την αντίστοιχη θερμοκρασία και την εξάγει με τη χρήση διεπαφής SPI. Το SPI Interface μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πάρει τη θερμοκρασία σε ένα Arduino, Raspberry Pi, ESP32 ή σε οποιοδήποτε άλλο μικροελεγκτή γενικού σκοπού.

Το MAX6675 είναι ενισχυτής αισθητήρα θερμοκρασίας με διόρθωση γραμμικότητας, ανίχνευση θραύσης και σειριακή έξοδο ADC. Έχει 25 βαθμοί, εύρος αντιστάσεων διακλάδωσης -20 ~ + 80 βαθμοί και ευρύ φάσμα τάσης λειτουργίας 3,0 ~ 5.5V. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας τύπου K MAX6675 εκτελεί αντιστάθμιση ψυχρής σύνδεσης και ψηφιοποιεί το σήμα από θερμοστοιχείο τύπου K. Τα δεδομένα εξάγονται σε ανάλυση 12 bit, συμβατή με SPI ™, μόνο για ανάγνωση. Ο μετατροπέας MAX6675 επιτρέπει τιμές μέχρι

και 1024 ° C και παρουσιάζει ακρίβεια θερμοστοιχείων 8 LSBs για θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 0 ° C έως + 700 ° C. (Probots, 2020)

Αυτός ο αισθητήρας φυσικά, είναι τοποθετημένος στο σύστημα μας για να μετράει τη θερμοκρασία του νερού. Βρίσκεται μέσα στο θερμοσίφωνα έτσι ώστε κάθε στιγμή να μας δίνει τη θερμοκρασία του νερού, για να γνωρίζουμε αν υπάρχει ζεστό, για χρήση. Είναι συνδεδεμένο με το ESP32, όπου γίνεται και ο προγραμματισμός του. Έχει 5 Pins, από τα οποία το ένα πάει στη γραμμή τροφοδοσίας, το άλλο στη γείωση και τα υπόλοιπα στα SCK, CS & SO. Οι μετρήσεις στέλνονται στο Raspberry έτσι ώστε να προωθηθούν στο Node-Red & IBM.

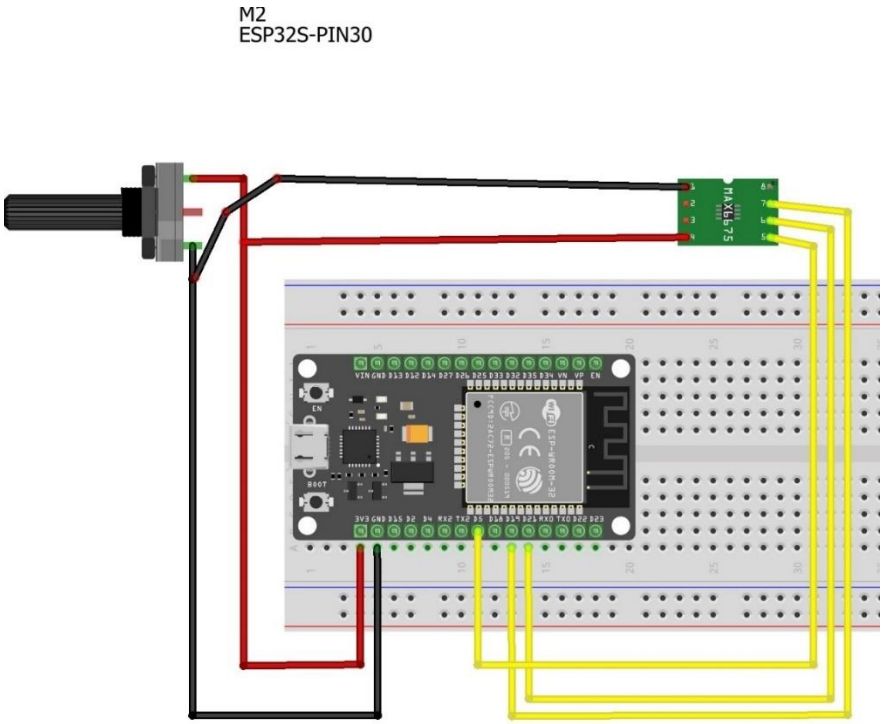


Figure 54: Συνδεσμολογία MAX6675 & Thermocouple

4.3.8 Hall sensor

Το 1879 ο Edwin Hall ανακάλυψε ότι όταν θέσουμε επί μαγνητικού πεδίου ένα αγώγιμο έλασμα που διαρρέεται από ρεύμα, τότε αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού σε διεύθυνση που είναι κάθετη στο ρεύμα και στο μαγνητικό πεδίο. Αυτό το φαινόμενο εκμεταλλεύονται οι αισθητήρες Hall.

Ένας Hall Sensor είναι ένας μεταγωγές που ποικίλει η τάση εξόδου του ανάλογα με το μαγνητικό πεδίο. Αυτοί χρησιμοποιούνται ως αισθητήρες εγγύτητας ή τοποθέτησης, ταχύτητας και αίσθησης ρεύματος. Οι γραμμικοί Hall αισθητήρες παράγουν σήμα εξόδου που είναι ανάλογο με την πυκνότητα μαγνητικής ροής .

Το στοιχείο Hall κατασκευάζεται από ένα λεπτό φύλλο αγώγιμου υλικού με συνδέσεις εξόδου κάθετες στην κατεύθυνση της ροής του ρεύματος. Όταν υποβάλλεται σ’ ένα

μαγνητικό πεδίο, ανταποκρίνεται δημιουργώντας μια τάση ανάλογη με την ένταση του μαγνητικού πεδίου. Η παραγόμενη τάση είναι πολύ μικρή (μV) και προϋποθέτει χρήση επιπλέον ηλεκτρονικών διατάξεων ώστε να παραχθούν ωφέλιμα επίπεδα τάσης. Όταν το στοιχείο Hall συνδυάζεται με τις απαραίτητες ηλεκτρονικές διατάξεις, σχηματίζουν έναν αισθητήρα Hall. (Wikipedia, 2020)

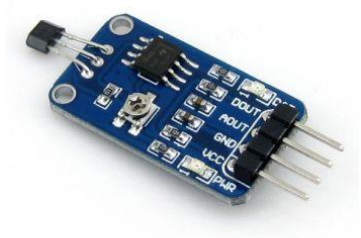


Figure 55: Waveshare Αισθητήρας Μαγνητικού Πεδίου

Πηγή: (Mechatronic store, 2020)

Χαρακτηριστικά:

- Τάση λειτουργίας: 3.3.-5V
- Με διακόπτη τύπου Holzer αισθητήρα 3144E.
- Λειτουργία εξόδου: ψηφιακή έξοδος εναλλαγής (0 και 1) και αναλογική έξοδος AO.
- Όταν η ψηφιακή έξοδος πέφτει, υποδεικνύεται με μια φωτεινή ένδειξη. Εάν δεν υπάρχει επαγωγή στο μαγνητικό πεδίο, τότε η φωτεινή ένδειξη δεν είναι ενεργοποιημένη.
- με ένδειξη ισχύος και ένδειξη σήματος.
- LM393 συγκριτής, καθαρή έξοδος μοντέλου, καλή δυναμική ικανότητα κύματος στα 15mA. (Mechatronic store, 2020)

Λειτουργίας αισθητήρα:
Ο 3144 Hall ολοκληρωμένος διακόπτης κυκλώματος βασισμένος στην αρχή του φαινομένου Hall. Χρήση ολοκληρωμένης τεχνολογίας μαγνητικής ανίχνευσης κατασκευής ημιαγωγών, με συσκευή ρύθμισης τάσης Hall διαφορική γεννήτρια-ενισχυτής Schmitt. Υπάρχει κύκλωμα αντιστάθμισης θερμοκρασίας και ένα ανοιχτό στάδιο εξόδου συλλέκτη. Αποτελείται από ένα μαγνητικό κύκλωμα ανίχνευσης .Η έξοδος είναι ένα ψηφιακό σήμα τάσης. Ο αισθητήρας έχει μικρό μέγεθος, υψηλή ευαισθησία, γρήγορη απόκριση, καλή απόδοση θερμοκρασίας, υψηλή ακρίβεια, υψηλή αξιοπιστία. (Mechatronic store, 2020)

Ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιείται κυρίως ως μέσο για να ειδοποιεί τον χρήστη εάν η εξώπορτα είναι ανοιχτή ή κλειστή. Τοποθετώντας τον αισθητήρα στο πλαίσιο της πόρτας και έναν μόνιμο μαγνήτη πάνω στην πόρτα μπορούμε να γνωρίζουμε πότε μία πόρτα είναι κλειστή ή ανοιχτή. Το ίδιο μπορεί να γίνει και για ένα παράθυρο, μια μπαλκονόπορτα ή μια εσωτερική πόρτα. Βέβαια η λύση αυτή δεν προσφέρει την γνώση της πληροφορίας εάν η πόρτα είναι κλειδωμένη.

Στη προκειμένη περίπτωση αυτός ο αισθητήρας είναι τοποθετημένος στη γκαραζόπορτα και συνδέεται στο Raspberry Pi. Κατά συνέπεια στέλνει τα δεδομένα του στο Node-Red και

έπειτα στο IBM Watson. Χρησιμοποιούνται τρία εκ των τεσσάρων Pins, τα οποία συνδέονται στην Γείωση, στην τροφοδοσία και στο ψηφιακό Pin εισόδου αντίστοιχα.

4.3.9 Leds

Figure 56: Led

Πηγή: https://grobotronics.com/images/thumbnails/200/200/detailed/12/hi-1434-090218-LED-5mm-diffused-WHITE-Lens.jpg

Τα Light-emitting diodes είναι μία δίοδος ή αλλιώς ένας ημιαγωγός που άγει το ρεύμα αν η τάση στα άκρα του είναι μεγαλύτερη από μια συγκεκριμένη τιμή. Δηλαδή λειτουργεί όπως ακριβώς λειτουργεί και μια δίοδος, με την διαφορά ότι όταν διαπερνάτε από ρεύμα τα ηλεκτρόνια ξανασμίγουν με τις οπές ηλεκτρονίων, εκλύοντας έτσι ενέργεια σε μορφή φωτονίων και θερμότητας. Το χρώμα του φωτός εξαρτάται από την ενέργεια των φωτονίων ή αλλιώς από το energy gap του ημιαγωγού. Αποτελούνται από δύο άκρα, το κοντό άκρο συνδέεται στη γείωση και το μακρύ στην τάση. Οι διάμετρος από τα Leds που χρησιμοποιήθηκαν είναι 5mm. Η φωτεινότητα διακυμαίνεται από 1120 μέχρι 1560mcd και η τάση λειτουργίας τους είναι 2,9 με 3,6 Volt. (Grompotronics, 2019)

Το σύστημα κάνει χρήση LEDs, τα οποία προσομοιώνουν μια οποιαδήποτε συσκευή μέσα σε ένα σπίτι. Συγκεκριμένα , στο παρών project τα άσπρα Leds προσομοιώνουν το κεντρικό φωτισμό σε κάθε δωμάτιο. Το πορτοκαλί αντιπροσωπεύει το σύστημα ψύξης, το κόκκινο το σύστημα θέρμανσης και το μπλε τον θερμοσίφωνα.

Η προσομοίωση των λαμπτήρων με διάφορες συσκευές έγινε αντί της πραγματικής εγκατάστασης γιατί η πτυχιακή ξέφευγε σε οικονομικό επίπεδο αλλά και από τον σκοπό της, που είναι τόσο ο αυτοματοποιημένος έλεγχος του σπιτιού, όσο και ο απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών μέσω Internet. Η διαφοροποίηση της πτυχιακής για μια πραγματικά χρηστική εγκατάσταση δεν διαφέρει καθόλου σε προγραμματιστικό επίπεδο παρά μόνο σε επίπεδο συσκευών και πιο ακριβού και αξιόπιστου εξοπλισμού. Ουσιαστικά για να επιτραπεί ο έλεγχος συσκευών που λειτουργούν στα 230 Volts RMS, απαιτείται ένα αξιόπιστο relay. Πέρα από αυτό όμως, για την σύνδεση της λάμπας δωματίου στο σύστημα απαιτείται, η εγκατάσταση καλωδίωσης και η αλληλεπίδραση με το relay, του οποίου το καλώδιο πρέπει να καταλήγει σε ένα ESP32. Τα προβλήματα δεν σταματάνε εδώ, καθώς οι αποστάσεις σε ένα σπίτι είναι μεγάλες και κάθε συσκευή βρίσκεται αρκετά μακριά από την άλλη για να συνδεθούν όλα μαζί σε μόλις ένα ESP32 και ένα Raspberry Pi. Συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός ζευγών Raspberry - ESP32 αν θέλουμε να ακολουθήσουμε την φιλοσοφία που έχει αυτήν την στιγμή το σύστημα. Τέλος, η χρήση Development Boards όπως είναι το ESP32 DevKit V1, δεν είναι καλές λύσεις παρά μόνο για prototypes.

Όλα τα Leds συνδέονται σε σειρά με μια αντίσταση 100ΚΩ έτσι ώστε να τους παρέχουμε μια πτώση τάσης για προστασία. Διαχειρίζονται από το ESP32 και τα δεδομένα τους στέλνονται στο Raspberry όπου καταλήγουν στο Node-Red. Τα Leds που είναι τοποθετημένα στα δωμάτια έχουν συνδεθεί και με μία φωτοδίοδο. Έτσι, σε περίπτωση που η φωτεινότητα είναι υψηλή, το σύστημα ειδοποιεί το χρήστη να κλείσει τα φώτα ή τα κλείνει αυτόματα για εξοικονόμηση ενέργειας.

4.3.10 Καλώδια

Figure 57: Καλώδια σύνδεσης Αισθητήρων-Πλακετών

Πηγή: https://cdn3.volusion.com/btfzd.umflq/v/vspfiles/photos/179-2.jpg?v-cache=1422920684

Τα καλώδια όπως φαίνονται στην εικόνα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των αντικειμένων του Breadboard και των head pins του ESP32 και Raspberry Pi. Χρησιμοποιούνται για να τη δημιουργία όλων των κυκλωμάτων της εργασίας.

4.3.11 Αντίσταση

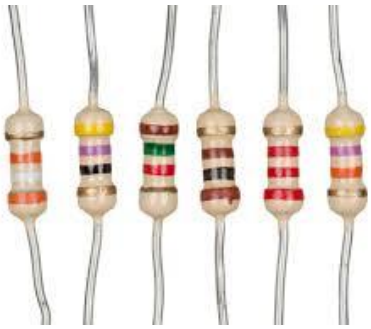


Figure 58: Αντίσταση

Πηγή: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ9dusRp5UfU9xsMfKsRZMDv0SAZkX3kmBY7nKzibuC-DF6NH59wg&s

Όπως υποδηλώνει το όνομα(resist), οι αντιστάσεις αντιστέκονται στη ροή ηλεκτρισμού και όσο υψηλότερη είναι η τιμή της αντίστασης, τόσο περισσότερο αντιστέκεται και τόσο λιγότερο ηλεκτρικό ρεύμα θα ρέει μέσα από αυτό. Ο κώδικας χρώματος αντίστασης διαχωρίζει τι είδος αντίστασης είναι. Παρακάτω υπάρχουν τα είδη των χρωμάτων που αντικατοπτρίζουν έναν αριθμό για μια αντίσταση.

Χρώμα	Σημαντικά ψηφία			Πολλαπλασιαστής	Ανοχή (%)	Θερμοκρασία	Βαθμός αποτυχίας
Μαύρο	0	0	0	X1		250 (U)	
Καφέ	1	1	1	X10	1 (F)	100 (S)	1
Κόκκινο	2	2	2	X100	2 (G)	50 (R)	0.1
Πορτοκαλί	3	3	3	X1K		15 (P)	0.01
Κίτρινο	4	4	4	X10K		25 (Q)	0.001
Πράσινο	5	5	5	X100K	0.5 (D)	20 (Z)	
Μπλε	6	6	6	X1M	0.25 (D)	10 (Z)	
Βιολετί	7	7	7	X10M	0.1 (B)	5 (M)	
Γκρι	8	8	8	X100M	0.05 (A)	1 (K)	
Λευκό	9	9	9	X1G			
Χρυσό			**	X0.1	5 (J)		
Ασημί				X0.01	10 (K)		
Κενό					20 (M)		

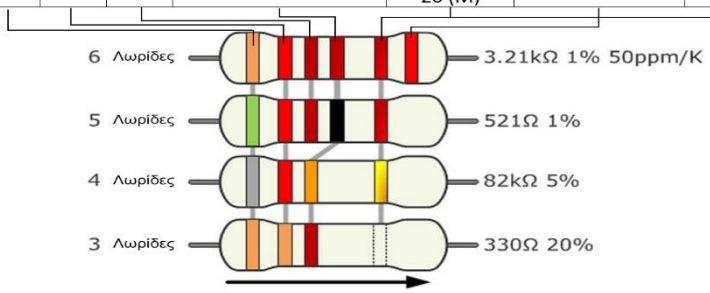


Figure 59: Πίνακας - χρωματολόγιο - Αντιστατών

Πηγή: https://www.getcert.gr/wp-content/uploads/2019/10/times-antistaseon.jpg

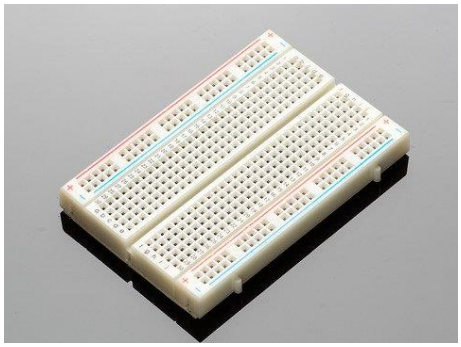
4.3.12 Buzzer

Figure 60: Buzzer

Πηγή: https://www.pcboard.ca/image/cache/catalog/products/buzzers/piezo-buzzer/piezo-buzzer-01-800x800.jpg

Το Buzzer είναι ένα μέσο που παράγει ένα είδος θορύβου, οπότε χρησιμεύει σαν μέσο ειδοποίησης. Ο βομβητής συνδέεται με τη γείωση και με ένα Pin ελέγχου του Raspberry Pi. Όταν το σύστημα εντοπίσει φωτιά ή παράνομη εισβολή στο σπίτι, ο βομβητής ενεργοποιείται μέσω του κώδικα και αρχίζει να εκπέμπει ήχο. Σταματάει μόνο εάν τον απενεργοποιήσει ο διαχειριστής. Δηλαδή, στο σύστημά μας, ο βομβητής έχει το ρόλο της σειρήνας έκτακτης ανάγκης.

4.3.13 Breadboard



Πηγή: https://cdn-shop.adafruit.com/480x360/64-00.jpg

Ένα breadboard είναι μια βάση κατασκευής για την δημιουργία ηλεκτρονικών συνδέσεων. Στη δεκαετία του '70 έγινε διαθέσιμη η συγκολλητική πλάκα (plugboard, μια πλακέτα πίνακα τερματικών) και σήμερα ο όρος "breadboard" χρησιμοποιείται συνήθως για να αναφέρεται σε αυτή τη τρισδιάστατη πλάκα. Επειδή το συγκολλητικό πανί δεν απαιτεί συγκόλληση, είναι επαναχρησιμοποιήσιμο. Αυτό το καθιστά εύκολο στη χρήση για τη δημιουργία προσωρινών για την πειραματική σχεδίαση κυκλωμάτων. Για το λόγο αυτό, είναι εξαιρετικά δημοφιλείς στους μαθητές και στην τεχνολογική εκπαίδευση. Οι παλαιότεροι τύποι breadboard δεν είχαν αυτήν την ιδιότητα. Ειδικές οπές που απέχουν η κάθε μία μεταξύ τους 0,1" (2,54mm) και ενώνονται οριζόντια ώστε να σας διευκολύνουν στην σύνδεση πολλών εξαρτημάτων χωρίς καλώδια. Οι οπές στο εσωτερικό τους περιέχουν μικρά ελατήρια για την άψογη επαφή τους με το καλώδια. Οι γραμμές και οι στήλες του Breadboard είναι χαρακτηρισμένες από Γράμματα και Αριθμούς αντίστοιχα για να μπορείτε εύκολα να βρείτε το κύκλωμα σας. (Grompotronics, 2019)

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα και μελλοντική ανάπτυξη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι τεχνικές δυσκολίες που συναντήθηκαν κατά την εκτέλεση της πτυχιακής εργασίας. Καθώς επίσης, κάποιες μελλοντικές ιδέες και προτάσεις για περεταίρω ανάπτυξη του συστήματος. Τέλος θα αναφερθεί ένα ενδεικτικό κόστος για τη κατασκευή που έγινε.

5.1 Κοστολόγιο

Συσκευή	Τιμή (ευρώ)	Ποσότητα (Τεμάχια)
Raspberry Pi	37.90	1
ESP32	12.90	1
DHT11	1.61	1
Raindrops De	1.85	1
Flame Sensor	3.50	1
Photoresistor	0.20	5
Led	0.20	10
Hall Sensor	3.5	1
Stepper Driver Breakout+ Motor	4.5	1
DHT22	6.9	1
Αισθητήρας Θερμοκρασίας Νερού	5.5	1
PIR	2.8	1
Capacitors, Resistor & other	15	
Σύνολο	105.96	

Συνεπώς με ένα κόστος των 106€ και με μία σωστή εγκατάσταση μπορεί κανείς να αποφανθεί ότι διαθέτει ένα «έξυπνο σπίτι». Το παραπάνω υλικό ενδέχεται να βρεθεί και σε χαμηλότερες τιμές. Η έρευνα των τιμών που αναφέρθηκαν πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2020.
Βέβαια στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας όλες οι παραπάνω συσκευές έχουν εγκατασταθεί σε μακέτα. Οπότε εάν το σύστημα τοποθετηθεί σε πραγματικό σπίτι θα χρειαστούν περισσότερα και καλύτερης ποιότητάς υλικά. Έτσι το κόστος θα ανέβει.

5.2 Τεχνικές Δυσκολίες

Το σύστημα γενικά κατορθώνει την αμφίδρομή επικοινωνία μεταξύ του Server και της οικίας με αρκετά καλή αξιοπιστία. Τα περιστατικά κατάρρευσης του συστήματος και μη δυνατής επαναφοράς χωρίς την άμεση παρέμβαση, ήταν ελάχιστα και έχουν χρεωθεί σε εξωτερικούς παράγοντες όπως προβλήματα με το σπιτικό WiFi λόγω του φόρτου των πακέτων. Ακόμα ελάχιστες φορές χάνονταν κάποιες συνδέσεις με αισθητήρες λόγο της ευαίσθητης κατασκευής υλικού και κακής σύνδεσης μεταξύ των καλωδίων.

Παρ' όλα τα παραπάνω το σύστημα κατάφερε να ανταποκριθεί στις προσδοκίες χωρίς να υπάρχει κανένα παράπονο. Το παρόν project αποτελεί μία απόδειξη του εύρους των DIY (Do It Yourself) εφαρμογών. Αυτό που το κάνει ξεχωριστό είναι η σύνδεσή του με την πλατφόρμα IBM Watson, διότι χρησιμοποιήθηκε μια υπάρχουσα IoT πλατφόρμα η οποία στηρίζεται στο cloud, παρέχει ασφάλεια και έχει τη δυνατότητα να εγκατασταθεί σε κάθε είδος σπιτιού ώστε να μετατραπεί σε smart. Με απλό εξοπλισμό, κατορθώθηκε η σύνδεση της οικίας με το Internet και έτσι επιτράπηκε ο έλεγχος και η επίβλεψη αυτού. Αποτελεί έμπνευση για όλους τους λάτρεις του DIY καθώς επίσης και για μια πιο επαγγελματική ιδέα. Στην εποχή μας το Smart-Home είναι ένας τομέας που αναπτύσσεται ταχύτατα και η σχεδίαση τέτοιων συστημάτων είναι πάντα εντός επιχειρηματικού πνεύματος.

5.3 Προτάσεις Επέκτασης

Σίγουρα αυτή η εργασία πρωτοτυπεί σε συγκεκριμένους τομείς, ωστόσο για την περαιτέρω ανάπτυξη σε μια πιο ολοκληρωμένη εφαρμογή ή ακόμα και για χρήση σε επαγγελματική βάση, μπορεί κανείς να αναφερθεί σε επεκτάσεις μεγάλης κλίμακας.

Αρχικά, η σύνδεση του συστήματος με το 230VAC σπιτικό δίκτυο ρεύματος και συσκευές μεγάλης κατανάλωσης είναι μια προφανής επέκταση. Αυτό απαιτεί μεγάλη προσοχή στην εγκατάσταση, αξιοπιστία συσκευών (π.χ. relays) και κυκλώματα ελέγχου.

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι που θα χρειαστεί να εξελίξουμε είναι, η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το έξυπνο σπίτι, μέσα από μια εφαρμογή όπου ο χρήστης θα έχει εξολοκλήρου τον έλεγχο απομακρυσμένα. Αυτό θα επιτευχθεί μέσο του IBM Watson με περεταίρω προγραμματισμό.

Προσθήκη περισσότερων αισθητήρων στο σπίτι. Για παράδειγμα, μέτρηση θερμοκρασίας ανά δωμάτιο. Έτσι θα υπήρχε δυνατότητα ενεργοποίησης κάθε θερμαντικού σώματος ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα. Ακόμα να προστεθούν βάσεις δεδομένων για καταγραφή κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένα πολύ χρήσιμο σενάριο θα ήταν, ανάλογα με τον ήλιο και την θερμοκρασία σπιτιού και εξωτερικού περιβάλλοντος, να ανοιγοκλείνουν τα ρολά από τα παράθυρα, για να αυξομειώνεται, ανάλογα με τις ανάγκες η θερμοκρασία του κάθε δωματίου. Ακόμα αν είναι καλοκαίρι να ανοίγουν τα παράθυρα αυτόματα στα δωμάτια που δεν τα χτυπάει ο ήλιος, έτσι ώστε να μειωθεί η λειτουργία του ερκοντίσιον.

Μια πολύ ενδιαφέρον επέκταση θα ήταν η καταγραφή των συνήθειών του εκάστοτε ενοίκου και η αυτόματη προσαρμογή του συστήματος σε αυτές. Για παράδειγμα, να καταγράφονται οι στιγμές που ο χρήστης ανάβει το θερμοσίφωνα έτσι ώστε να αποτυπώσει τις συνηθισμένες ώρες και να προσαρμοστεί σε αυτές, για να ανοίγει μόνο του.

Ακόμα, όταν ανιχνευθεί φωτιά, θα μπορούσε να εκκινεί ένα σύστημα ψεκασμού νερού στο συγκεκριμένο δωμάτιο του σπιτιού ή σε όλο για να μην εξελιχθεί στα επόμενα δωμάτια.
Επίσης, αν βρεθεί παρουσία κάποια στιγμή που είναι ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει το συναγερμό, θα μπορούσε αυτόματα να ασφαλίζονται πόρτες και τα παράθυρα ή να κατεβαίνουν αυτόματα τα ρολά.

Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί η χρήση ασύρματων αισθητήρων, ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ελευθερία στον σχεδιασμό της εγκατάστασης και υλοποίησης. Παρόλα αυτά, θα έπρεπε ταυτόχρονα να ελεγχθεί το πρόβλημα της κακόβουλης επίθεσης στο σύστημα από εξωτερικούς παράγοντες. καθώς η μόνη ασφάλεια που παρέχεται αυτή τη στιγμή είναι η ασφάλεια του δρομολογητή.

Η ασφάλεια δεδομένων που παρέχει αυτή τη στιγμή το σύστημα είναι μέσω του δρομολογητή, δηλαδή το farewall του router, και η ασφάλεια που παρέχει η ιστοσελίδα της IBM όπου είναι κατασκευασμένη η εφαρμογή του συστήματος. Ο χρήστης έχει πρόσβαση μόνο με χρήση κωδικών.

Βιβλιογραφία

Wikipedia. (2020, Μάρτιος). *Hall effect sensor*. Ανάκτηση από Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect_sensor

[RFC 7452] Tschofenig, H. e. (2015). Architectural Considerations in Smart Object Networking. Internet Architecture Board.

Amazon. (2020, Μάρτιος). *aws*. Ανάκτηση από Getting started with AWS IoT Core: https://aws.amazon.com/iot-core/getting-started/#devicesdk

BussinessNews. (2019, Μάιος 20). 39 δις συσκευές θα είναι συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο έως το 2025. Greece. Ανάκτηση Απρίλιος 29, 2020, από https://www.businessnews.gr/el/epixeiriseis/texnologia/39-dis-syskeyes-tha-einai-syndedemenes-sto-diadiktyo-eos-2025.html

Christos Stergiou, K. E. (2016). *Secure integration of Iot and Cloud Computing Elsevier,.* Future Generation Computer Systems.

fixr. (2020, Απρίλιος). *fixr*. Ανάκτηση από Home Automation Cost: https://www.fixr.com/costs/home-automation

GreenAgnda. (2017). *ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ;*. Ανάκτηση Ιούλιος 2019, από https://greenagenda.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%BF-%CF%83%CF%80%CE%AF%CF%84%CE%B9/

Grompotronics. (2019). *Grompotronics*. Ανάκτηση Σεμπτεμβριος 2019, από https://grobotronics.com/

Hunker. (2010). *Disandvantages of a Smart Home*. Ανάκτηση Μαρτιος 2020, από https://www.hunker.com/12435186/disadvantages-of-a-smart-home

International, [. E. (2017). *The JSON Data Interchange Syntax COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT.*

Lifo. (2018). *5 λόγοι που τα Τρίκαλα θεωρούνται μια σούπερ σύγχρονη Ευρωπαϊκή πόλη*. Ανάκτηση από Lifo Μικροπράγματα: https://mikropragmata.lifo.gr/zoi/5-logoi-pou-ta-trikala-theorountai-mia-souper-sygchroni-evropaiki-poli/

Masters, C. (2014, Ιανουάριος). *Το Git σε απλά ελληνικά.* Ανάκτηση από http://codemaesters.blogspot.com/2014/01/to-git-se-apla-ellinika.html

Mechatronic store. (2020, Απρίλιος). *Speed control magnetic hall sensor module*. Ανάκτηση από https://www.mechatronicstore.cl/sensores-y-control/modulo-sensor-hall-magnetico-control-velocidad/

MobileNewsGreece. (2018, Ιανουάριος 4). *mobilenewsgreecedigital*. Ανάκτηση Μάρτιος 2019, από https://www.mobilenews.gr/internet-of-thingsti-einai-me-apla-logia-to-diadiktyo/

Node-Red. (2020). *Creating your first node*. Ανάκτηση Μάρτιος 2020, από https://nodered.org/docs/creating-nodes/first-node

Patel, a. e. (2016). *Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges.* International Journal of Engineering Science and Computing, 6(5).

Pilich, B. (2004). *Engineering Smart Houses.*

Power System. (2017). *Έξυπνο Σπίτι/ Αυτοματισμοί*. Ανάκτηση Ιούνιος 2019, από http://www.iqpowersystem.gr/services/ejipno-spiti

Probots. (2020). *Temperature Sensor*. Ανάκτηση Ιανουάριος 2020, από https://probots.co.in/k-type-thermocouple-temperature-sensor-with-max6675-module.html

Raman, P. R. (2017). *The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases.*

Raspberry. (2020, Μάρτιος). *Raspberry Pi*. Ανάκτηση από Raspberry Pi 3 Model B+: https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf

Robot-R-Us. (2019). *DHT11 Temperature and Humidity Sensor*. Ανάκτηση Σεπτεμβριος 2019, από https://www.robot-r-us.com/vmchk/sensor-temp/humid/dht11-temperature-and-humidity-sensor.html

Rose K., E. S. (2015). "The Internet of Things: An Overview | Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World.

Samsung . (2015, Σεπτεμβριος 29). *Samsung*. Ανάκτηση από Samsung Privacy--SmartTV Supplement: http://www.samsung.com/sg/info/privacy/smarttv.html

Samsung. (2015). *Samsung*. Ανάκτηση Ιούνιος 2019, από http://www.samsung.com/gr/discover/new/the-internet-of-things-smart-home/

SAS. (2019). *IoT*. Ανάκτηση Ιούνιος 2019, από https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

SecureNet. (2020, Φεβρουάριος 21). *Πιο φιλικά προς το περιβάλλον τα Έξυπνα Σπίτια*. Ανάκτηση από SecureNet/TechNet: http://www.securnet.gr/2020/02/blog-post_46.html

Sensetecnic Developer. (2015, Ιούλιος). *How to Control Almost Anything With a Raspberry Pi and Node RED.* Ανάκτηση Μάρτιος 2020, από http://developers.sensetecnic.com/article/how-to-control-almost-anything-with-a-raspberry-pi-2-node-red-and-wotkit/

Smart System. (2017). *Έξυπνο Σπίτι.* Ανάκτηση Μάιος 2019, από http://www.smart-systems.gr/%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%BF-%CF%83%CF%80%CE%AF%CF%84%CE%B9

Synergic software. (2017). *Internet Of Things (IoT) Τεχνολογίες και Εφαρμογές*. Ανάκτηση Μάιος 2019, από https://synergic.gr/web/synergic-software/-/internet-of-things-iot-

Vodafone. (2019). Ανάκτηση Μάιος 2019, από https://www.vodafone.gr/business/products-solutions/industries

Wikipedia. (2017). *Wikipedia.* Ανάκτηση Μάρτιος 2020, από https://en.wikipedia.org/wiki/Node.js

Wikipedia. (2019). *el.wikipedia*. Ανάκτηση Απρίλιος 2019, από https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD

Wikipedia. (2019). *ESP32*. Ανάκτηση Ιούλιος 2019, από https://en.wikipedia.org/wiki/ESP32

Wikipedia. (2019, Ιούλιος). *Raspberry Pi*. Ανάκτηση Ιούλιος 2019, από https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

Wikipedia. (2020, Ιούνιος). Ανάκτηση από GitHub: https://el.wikipedia.org/wiki/GitHub

Wikipedia. (2020, Μάιος). *Nest Learning Thermostat.* Ανάκτηση από https://en.wikipedia.org/wiki/Nest_Learning_Thermostat

Wikipedia. (2020, Μάιος). *WebSocket.* Ανάκτηση από https://el.wikipedia.org/wiki/WebSocket

Wikipedia. (χ.χ.). *Wikipedia.* Ανάκτηση Μάρτιος 2020, από https://en.wikipedia.org/wiki/V8_(JavaScript_engine)

Zheng, L. Z. (2011). Technologies, applications, and governance in the internet of things.Internet of things-Global technological and societal trends. From smart environments and spaces to green ICT. River Publishers.

Ανδρουλάκης, Γ. (2002, Απρίλιος). Το έξυπνο σπίτι: Ελέγξτε τα πάντα στο χώρο που ζείτε. *Computer Για Όλους*.

Εργο. (2020). *Εργο*. Ανάκτηση Μαρτιος 2020, από http://ergo.com.gr/2016/02/14/green-home/

Microsoft. (2020, Μάρτιος). *Microsoft Azure*. Ανάκτηση από Azure IoT Hub Documentation: https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/

Μάριος, Β. (2020, Ιούνιος). *www.mariosv.gr.* Ανάκτηση από https://www.mariosv.gr/howto-and-tutorials/403-aboutgit.html

ΣΟΛΔΑΤΟΣ, Φ. (2017, Ιούνιος). Ανάκτηση Μάιος 2019, από http://ru6.cti.gr/ru6/system/files/bouras_site/ergasies_foithtwn/IoT_soldatos.pdf

Παράρτημα

1. Git

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης λογισμικού είναι ότι γράφουμε τον πηγαίο κώδικα σε στάδια. Ξεκινούμε αρχικά με απλό κώδικα και δοκιμάζοντας διάφορα, προσθέτουμε, διορθώνουμε και γράφουμε περισσότερο κώδικα. Ιδίως όταν μαθαίνουμε προγραμματισμό, νιώθουμε την ανάγκη να έχουμε ένα σύστημα που να καταγράφει τις διαδοχικές εκδόσεις του κώδικά μας. Και όταν το πρόγραμμα μας γίνει μεγαλύτερο, ή όταν συνεργαζόμαστε με φίλους προγραμματιστές, τότε είναι επιτακτικό να έχουμε ένα σύστημα για τη διαχείριση του κώδικά μας.

Ένα από τα συστήματα διαχείρισης εκδόσεων λογισμικού είναι το Git, που γράφτηκε αρχικά από τον Linus Torvalds και στηρίζει την ανάπτυξη του πυρήνα Linux, του GNOME και πολλών άλλων έργων ΕΛ/ΛΑΚ. Το Git είναι ένα κατανεμημένο σύστημα διαχείρισης εκδόσεων λογισμικού (Distributed Version Control System, DVCS), και είναι εξαιρετικό προσόν να γνωρίζουμε πως να το χρησιμοποιήσουμε. (Μάριος, 2020)

1.1 Χαρακτηριστικά

- Εύκολο branching
- Εύκολο merging
- Έλεγχος εγκυρότητας των δεδομένων (SHA1)
- Παρακολουθεί το περιεχόμενο συνολικά και όχι ανά αρχείο
- Πολύ γρήγορο

1.2 Ορισμοί

- Repository: Το φυσικό σημείο στο οποίο βρίσκονται αποθηκευμένα τα αρχεία μαζί με όλες τις πληροφορίες του RCS (local ή remote).
- Commit: Ένα σύνολο λογικά συσχετιζόμενων αλλαγών στα παρακολουθούμενα αρχεία (edit, add, delete) μαζί με πληροφορίες για το ποιος τις έκανε, πότε και γιατί.
- Branch: Όταν υπάρχει ανάγκη για απόσπαση από το "κεντρικό σώμα" του κώδικα (π.χ. για ένα experimental feature ή bug fix), ένα branch κρατάει τα νέα commits χωρίς να επηρεάζει το σώμα του κώδικα.
- Tag: Δείκτης σε μια συγκεκριμένη έκδοση του κώδικα.
- Merge: Η διαδικασία ενσωμάτωσης ενός branch σε ένα άλλο.

(Μάριος, 2020)

2. GitHub

Το GitHub είναι ένας εξυπηρετητής που φιλοξενεί αποθετήρια και μια εύχρηστη διεπαφή ιστού. Το GitHub είναι μια αμερικανική εταιρεία που παρέχει φιλοξενία για τον έλεγχο της

έκδοσης λογισμικού ανάπτυξης χρησιμοποιώντας το Git. Είναι θυγατρική της Microsoft, η οποία απέκτησε την εταιρεία το 2018 για 7,5 δισεκατομμύρια δολάρια. (Wikipedia, 2020)

Χρησιμοποιεί Control Versioning System (CVS), δηλαδή σας επιτρέπει να κρατάτε κάτι σαν ιστορικό για τις αλλαγές που κάνετε στον κώδικα. Για παράδειγμα, έστω ότι γράφετε ένα πρόγραμμα σήμερα. Αύριο γράφετε λίγο ακόμα. Μεθαύριο διορθώνετε κάτι. Την επόμενη εβδομάδα το συνεχίζετε. Μετά από έναν χρόνο εξακολουθείτε να προσθέτετε και να διορθώνετε διάφορα στοιχεία. Το GitHub σας βοηθάει να το κάνετε αυτό, με το να αποθηκεύει κάθε φορά snapshots του προγράμματος. Ο κώδικάς σας είναι τόσο local όσο και online, συνεπώς έχετε πρόσβαση από παντού. Όχι μόνο εσείς, αλλά ο καθένας έχει πρόσβαση στο πρόγραμμά σας, μπορεί να δει τον κώδικά του και τις αλλαγές που κάνετε (εφόσον το κάνετε public) και να σας προτείνει κάποιες διορθώσεις ή να σας επισημάνει κάποια bugs. (Masters, 2014)

2.2. Χαρακτηριστικά

- Υποστηρίζει όλες τις εντολές του git
- Παρέχει μερικές επιπλέον δυνατότητες
- Είναι εξαιρετικά δημοφιλές
- Παρέχει έλεγχο πρόσβασης και πολλές δυνατότητες συνεργασίας, όπως ανίχνευση σφαλμάτων, αιτήματα χαρακτηριστικών και διαχείριση εργασιών για κάθε project.

(Masters, 2014)

3. Ο κώδικας της πτυχιακής εργασίας

Ο κώδικας της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας βρίσκετε αναρτημένος στην ιστοσελίδα του GitHub, στη διεύθυνση: https://github.com/George-ch777/Ptixiaki

Τέλος στη παρακάτω διεύθυνση είναι αναρτημένο βίντεο που εξηγούνται αναλυτικά οι λειτουργίες του συστήματος.
https://drive.google.com/drive/folders/1tG66V48OUMpD19Brd1ASMi6QJwlK3abv?usp=sharing