

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Έξυπνο σπίτι - Τηλεδιαχείριση και αυτοματισμοί
ηλεκτρικών φορτίων»



Του φοιτητή
Σάββα Ελευθέριο
Α.Μ.: 516170

Επιβλέπων
Δημητριάδης Παναγιώτης

Ημερομηνία 13/6/2021

Τίτλος Δ.Ε: Τηλεδιαχείριση και αυτοματισμοί ηλεκτρονικών φορτίων ενός σπιτιού

Κωδικός Δ.Ε: 21117

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Σάββα Ελευθέριος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Δημητριάδης Παναγιώτης

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε: 22/2/2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε: 13/6/2021

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Σάββα Ελευθέριο που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Στην οικογένεια μου»

Πρόλογος

Η συνεχόμενη ανάπτυξη της τεχνολογίας οδηγεί τον άνθρωπο στην εύρεση καινοτόμων τεχνολογιών, που θα του κάνουν τη ζωή πιο εύκολη και αποδοτικότερη στις καθημερινές του ανάγκες, δηλαδή από μια απλή εφαρμογή, μέχρι το χειρισμό ενός συστήματος τερματικών, απομακρυσμένων, με ασφάλεια και άνεση. Πιο συγκεκριμένα, το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things, IoT) είναι σύγχρονη τεχνολογία, η οποία θα μπορούσε να πραγματοποιήσει τις ανωτέρω απαιτήσεις, όπως, ο έλεγχος ηλεκτρικών φορτίων και ηλεκτρικών συσκευών από μακριά. Δηλαδή, μέσω δικτύων διασυνδεδεμένων υπολογιστών, δύναται να γίνεται η μεταβίβαση πληροφοριών σε δίκτυα διασυνδεδεμένων, ασύρματα, αντικειμένων, δηλαδή ηλεκτρικών φορτίων ή οικιακών συσκευών και να ελέγχονται από μακριά ώστε να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους. Ο όρος έξυπνη τεχνολογία, η οποία εφαρμόζεται μέσω των IoT υπάρχει σήμερα σε αρκετά σπίτια, αλλά ακόμη τουλάχιστον στη χώρα μας βρίσκεται σε πρώιμη μορφή. Όμως, μέσω αυτής της τεχνολογίας των IoT δύναται να γίνεται και η διαχείριση των ηλεκτρικών συσκευών από τον άνθρωπο, μέσω του τηλεφώνου ή του tablet, ενώ βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο της γης. Ως προς την διαχείριση των ηλεκτρικών συσκευών, οποιαδήποτε συσκευή μπορεί με τον κατάλληλο εξοπλισμό υποστήριξης (hardware και software) των IoT, να χρησιμοποιεί το τοπικό ασύρματο δίκτυο (wifi) και να υπακούει στις εντολές του χρήστη ακόμη και από μακριά. Βέβαια, η κεντρική ιδέα υλοποίησης αυτής της τεχνολογίας, πριν μερικά χρόνια περίπου θα ήταν αρκετά περίπλοκη και οικονομικά δυσπρόσιτη, σήμερα, με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών είναι εφικτή για ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται με τον έλεγχο και τη διαχείριση απομακρυσμένων ηλεκτρικών οικιακών συσκευών, με ασφάλεια, κάνοντας χρήση της προτεινόμενης τεχνολογίας IoT, η οποία είναι ιδανική για την παρούσα εφαρμογή. Κατ' αρχάς, στην προκειμένη περίπτωση εξετάζεται διεξοδικά η ανωτέρω νέα τεχνολογία των IoT. Επισημαίνονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, όπου βάσει αυτών δύναται να πραγματοποιείται ο έλεγχος, εκ του ασφαλούς, των ηλεκτρικών οικιακών συσκευών – φορτίων. Εν συνεχεία γίνεται η επιλογή των φορτίων και της κεντρικής μονάδας ελέγχου, που είναι ο «εγκέφαλος» του συστήματος, η οποία συνδέεται μέσω διαδικτύου με τον έξω κόσμο και συγχρόνως με τις οικιακές συσκευές, ενσύρματα ή και ασύρματα. Εν συνεχεία, ακολουθεί η μελέτη και ο σχεδιασμός του τρόπου διασύνδεσης των συσκευών μέσω της κεντρικής μονάδας ελέγχου στο σύστημα ώστε να δημιουργηθεί ένα ευφύς και αξιόπιστο διαδικτυακό σύστημα ελέγχου. Κατ' αυτό τον τρόπο, μέσω μίας έξυπνης ηλεκτρονικής συσκευής π.χ. κινητό τηλέφωνο, υπολογιστή, tablet, η οποία συσκευή είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο, ένας χρήστης δύναται να θέτει σε λειτουργία, να ενημερώνεται για την κατάσταση της λειτουργίας (On/Off) και ό,τι άλλο αφορά για τον πλήρη έλεγχο μιας απομακρυσμένης ηλεκτρικής συσκευής ή επιλεγμένου ηλεκτρικού φορτίου.

«Smart home - Remote control and automation of electronic charges»

«Savva Eleftherios»

Abstract

The current thesis negotiates with the control and management of remote electrical household appliances, with safety, using the proposed IoT technology. First of all, the new IoT technology is examined in detail, which is ideal for the current application. The special characteristics are pointed out, based on which the control of the electrical household appliances - loads can be carried out. Then the loads are selected and the central control unit, which is the "brain" of the system, is connected via the internet to the outside world and at the same time to the home appliances, wired or wireless. This is followed by the study and design of how to connect the devices through the central control unit to the system in order to create an intelligent and reliable online control system. In this way, through a smart electronic device e.g. mobile phone, computer, tablet, which device is connected to the internet, a user can turn on, be informed about the operation status (On / Off) and everything else for the complete control of a remote electrical device or a selected electric charge.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Τηλεδιαχείριση και αυτοματισμοί ηλεκτρικών φορτίων ενός σπιτιού» στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων της Σχολής Μηχανικών του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (ΔΙ.ΠΑ.Ε).

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Δημητριάδη Παναγιώτη για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς επίσης και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου καθώς και τους φίλους μου για την αμέριστη ηθική συμπαράσταση, την υπομονή και την θετική τους ενέργεια και σκέψη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου αλλά και για την αποπεράτωση της παρούσας εργασίας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη	v
Abstract.....	vi
Ευχαριστίες	vii
Κατάλογος Εικόνων.....	xi
Κατάλογος Πινάκων	xiii
Συνομογραφίες.....	xiv
Κεφάλαιο 1.....	1
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)	1
1.1. Βασικές τεχνολογίες IoT.....	2
1.1.1. Radio Frequency Identification (RFID)	2
1.1.2. Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN)	3
1.1.3. Μεσαίο λογισμικό (Middleware).....	3
1.1.4. Cloud Computing.....	4
1.2. Αρχιτεκτονική IoT.....	5
1.3. Χαρακτηριστικά IoT.....	6
1.4. Εφαρμογές IoT	8
1.4.1. Μεταφορές	8
1.4.2. Υγειονομική περίθαλψη και υπηρεσίες υγείας.....	8
1.4.3. Λιανικό εμπόριο	8
1.4.4. Βιομηχανία	9
1.4.5. Πόλεις και σπίτια	9
1.4.6. Περιβάλλον	9
Κεφάλαιο 2.....	11
Το πρότυπο IEEE 802.11	11
2.1. Εισαγωγή στο Wi-Fi.....	11
2.2. Αρχιτεκτονική Wi-Fi.....	12
2.3. Στοιβά πρωτοκόλλων.....	13
2.3.1. Φυσικό επίπεδο (Physical layer).....	14
2.3.2. Επίπεδο ελέγχου προσπέλασης (MAC layer).....	16
2.4. Συστατικά ενός 802.11 δικτύου	17
2.4.1. Ασύρματοι σταθμοί.....	17
2.4.2. Σταθμοί βάσης.....	18
2.4.3. Ασύρματο μέσο μετάδοσης	18

2.5.	Υποπρότυπα 802.11.....	20
2.6.	Υπηρεσίες 802.11 δικτύων	22
	Κεφάλαιο 3.....	26
	Αυτοματοποιημένο σπίτι.....	26
3.1.	Το έξυπνο σπίτι	26
3.2.	Τεχνολογίες έξυπνου σπιτιού.....	27
3.3.	Χαρακτηριστικά έξυπνου σπιτιού	28
3.4.	Λειτουργίες οικιακού αυτοματισμού.....	29
3.5.	Απαιτήσεις υλοποίησης και λειτουργίας	34
3.6.	Προτερήματα έξυπνου σπιτιού.....	35
3.7.	Μειονεκτήματα έξυπνου σπιτιού	36
	Κεφάλαιο 4.....	38
	Arduino	38
4.1.	Τι είναι το Arduino	38
4.2.	Εκδόσεις Arduino	38
4.3.	Arduino Shields.....	41
4.4.	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	42
4.4.1.	Βασικές μνήμες	43
4.4.2.	Θύρες επικοινωνίας	43
4.5.	Λογισμικό Arduino.....	44
4.5.1.	Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης.....	44
4.5.2.	Σειριακή οθόνη	45
4.5.3.	Δομή προγράμματος	46
4.6.	Δυνατότητες και πλεονεκτήματα	47
	Κεφάλαιο 5.....	49
	Αισθητήρες.....	49
5.1.	Τι είναι αισθητήρας.....	49
5.2.	Χαρακτηριστικά αισθητήρων.....	50
5.2.1.	Στατικά χαρακτηριστικά	50
5.2.2.	Δυναμικά χαρακτηριστικά	53
5.3.	Κατηγορίες αισθητήρων	53
5.3.1.	Ενεργητικοί και παθητικοί αισθητήρες.....	54
5.3.2.	Ψηφιακοί και αναλογικοί	54
5.3.3.	Αισθητήρες επαφής και μη επαφής.....	55
5.3.4.	Ταξινόμηση με βάση την αρχή λειτουργίας.....	55

5.3.5.	Απόλυτοι και σχετικοί αισθητήρες	55
5.4.	Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	55
5.4.1.	Zigbee (IEEE 802.15.4)	56
5.4.2.	Bluetooth (IEEE 802.15.1).....	56
5.4.3.	Wi-Fi (802.11).....	56
5.4.4.	GSM.....	57
5.4.5.	WirelessHART	57
5.4.6.	EnOcean	57
5.4.7.	ISA100.11a.....	57
5.4.8.	DASH7.....	58
5.4.9.	Z-Wave.....	58
5.5.	Εφαρμογές αισθητήρων	58
Κεφάλαιο 6.....		62
Υλοποίηση της κατασκευής		62
6.1.	Περιγραφή κατασκευής	62
6.2.	Επιλογή Arduino	64
6.2.1.	Χαρακτηριστικά Arduino Mega2560	65
6.2.2.	Τροφοδοσία	65
6.2.3.	Ακροδέκτες.....	66
6.2.4.	Μνήμες.....	68
6.3.	Αισθητήρες κατασκευής	69
6.4.	Κώδικας Arduino	71
6.5.	Εφαρμογή Blynk	74
6.6.	Υλικά και κόστος κατασκευής	76
Κεφάλαιο 7.....		77
Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης		77
Κεφάλαιο 8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		78

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Διαδίκτυο των πραγμάτων. [5].....	1
Εικόνα 1.2: RFID. [7]	2
Εικόνα 1.3: Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων. [8]	3
Εικόνα 1.4: Middleware. [9]	4
Εικόνα 1.5: Cloud Computing. [4]	5
Εικόνα 1.6: Αρχιτεκτονική IoT. [16].....	6
Εικόνα 2.1: Λογότυπο Wi-Fi.....	11
Εικόνα 2.2: Δίκτυο Peer-to-peer. [20]	12
Εικόνα 2.3: Hosted δίκτυο. [21]	13
Εικόνα 2.4: Στοιβα πρωτοκόλλων 802.11. [22]	14
Εικόνα 2.5: Φυσικό επίπεδο. [25].....	16
Εικόνα 2.6: MAC layer. [26].....	17
Εικόνα 2.7: Ασύρματοι σταθμοί. [29].....	18
Εικόνα 2.8: Access Point. [41]	18
Εικόνα 3.1: Έξυπνο σπίτι. [47].....	27
Εικόνα 3.2: Τηλεδιαχείριση φωτισμού. [50].....	31
Εικόνα 3.3: Τηλεδιαχείριση συστήματος σκίασης. [51]	32
Εικόνα 3.4: Σύστημα ασφαλείας έξυπνου σπιτιού. [52]	33
Εικόνα 3.5: Σύστημα παρακολούθησης. [53].....	34
Εικόνα 4.4: Arduino Mini. [58].....	39
Εικόνα 4.1: Arduino Uno. [58].....	39
Εικόνα 4.2: Arduino Mega. [58].....	39
Εικόνα 4.3: Arduino ADK. [58]	39
Εικόνα 4.5: Arduino Nano. [58]	40
Εικόνα 4.6: Arduino Leonardo. [58].....	40
Εικόνα 4.7: Arduino Micro. [58] [58].....	40
Εικόνα 4.8: Arduino Due. [58]	40
Εικόνα 4.9: Arduino GSM Shield. [58]	41
Εικόνα 4.10: Arduino Wi-Fi Shield. [58].....	41
Εικόνα 4.11: Arduino Ethernet Shield. [58].....	41
Εικόνα 4.12: Arduino Motor Shield. [58]	42
Εικόνα 4.13: Arduino Wireless SD Shield. [58].....	42
Εικόνα 4.14: Λογισμικό προγραμματισμού Arduino.....	44
Εικόνα 4.15: Σειριακή οθόνη.	46
Εικόνα 4.16: Δομή προγράμματος. [63]	46
Εικόνα 5.1: Τύποι αισθητήρων [67]	49
Εικόνα 6.1: Ολοκλήρωση κατασκευής.....	63
Εικόνα 6.2: Ακροδέκτες και υποδοχές Arduino Mega2560. [84]	68
Εικόνα 6.3: Αισθητήρας βροχής.....	69
Εικόνα 6.4: Φωτοαντίσταση (ανιχνευτής φωτός).....	69
Εικόνα 6.5: Αισθητήρας θερμοκρασίας υγρασίας.....	70

Εικόνα 6.6: Ανιχνευτής φωτιάς	70
Εικόνα 6.7: Αισθητήρας κίνησης.....	70
Εικόνα 6.8: Κλήση βιβλιοθηκών	71
Εικόνα 6.9: Δηλώσεις αντικειμένων.....	72
Εικόνα 6.10: Δηλώσεις μεταβλητών.....	72
Εικόνα 6.11: Η συνάρτηση setup().....	73
Εικόνα 6.12: Η συνάρτηση loop()	74
Εικόνα 6.13: Εφαρμογή Blynk	75
Εικόνα 6.14: Δημιουργία Blynk για την κατασκευή.	75

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Βασικότερα πρότυπα 802.11 [33].....	22
Πίνακας 6.1: Χαρακτηριστικά Arduino Mega2560.....	65
Πίνακας 6.2: Κόστος υλικών κατασκευής.	76

Συντομογραφίες

ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΔΠΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδας
CCU	Central Control Unit
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IoT	Internet of Things
ISM	Industrial Scientific and Medical Band Frequency
LCD	Liquid Crystal Display
LDR	Light Dependent Resistor
LED	Light Emitting Diode
PIR	Passive Infrared Sensor
PWM	Pulse Width Modulation
RFID	Radio Frequency Identification
WSN	Wireless Sensor Network

Κεφάλαιο 1

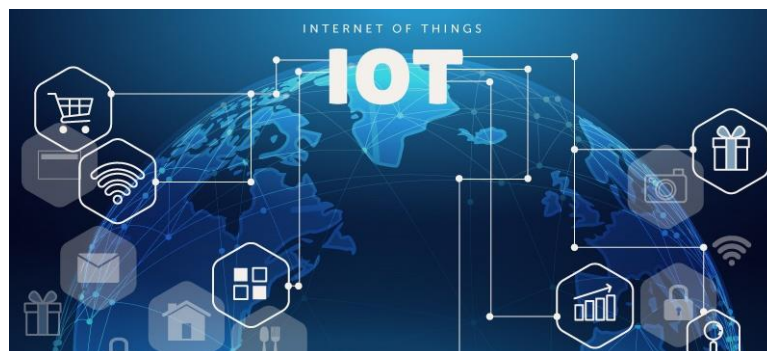
Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things, IoT) είναι μια αναδύομενη τεχνολογία για μελλοντικές βιομηχανίες και περιβαλλοντική παρακολούθηση. Μπορεί να περιγραφεί ως σύνδεση καθημερινών αντικειμένων όπως smartphone, τηλεοράσεις διαδικτύου (smart TV), αισθητήρες και ενεργοποιητές όπου συνδέονται στο διαδίκτυο και επικοινωνούν μεταξύ τους. Θεωρείται ως το δίκτυο φυσικών αντικειμένων, συσκευών, οχημάτων, κτιρίων και σπιτιών που είναι ενσωματωμένα σε ηλεκτρονικά είδη, λογισμικό και αισθητήρες επιτρέποντας τους έτσι να επικοινωνούν και να ανταλλάζουν δεδομένα μεταξύ τους. [1]

Η τεχνολογία του IoT είναι το επόμενο σημαντικό βήμα στο τομέα της τεχνολογίας, αλλά με τη μεγάλη διαφορά ότι φέρνει τεράστιες αλλαγές στη λειτουργικότητα των επιχειρήσεων. Επιπλέον, το κύριο πλεονέκτημα της ιδέας IoT είναι ο υψηλός αντίκτυπος που θα έχει σε πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής και της συμπεριφοράς των χρηστών. [2]

Τα πιο εμφανή αποτελέσματα της τεχνολογίας του διαδικτύου των πραγμάτων όπως θα μπορούσε να παρατηρήσει ένας χρήστης, θα ήταν ορατά τόσο στον οικιακό όσο και στον τομέα της εργασίας. Ουσιαστικά, ένα οικοσύστημα IoT αποτελείται από έξυπνες συσκευές που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες, επεξεργαστές και υλικό επικοινωνίας για τη συλλογή, αποστολή και επεξεργασία δεδομένων που αποκτούν από το περιβάλλον τους. Οι συσκευές αυτές, πραγματοποιούν το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, παρόλο που οι άνθρωποι μπορούν να αλληλεπιδρούν μαζί τους. [3]

Σκοπός του IoT είναι να μετατρέψει τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου σε έξυπνα εικονικά αντικείμενα, ώστε να ενοποιησει τα πάντα στον κόσμο κάτω από μια κοινή υποδομή δίνοντας μας όχι μόνο τον έλεγχο των πραγμάτων γύρω μας, αλλά και να μας ενημερώνει για την κατάσταση των πραγμάτων. [4]



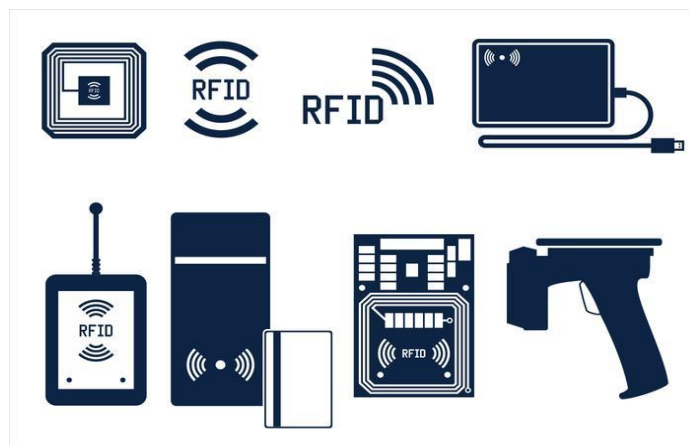
Εικόνα 0.1: Διαδίκτυο των πραγμάτων. [5]

1.1. Βασικές τεχνολογίες IoT

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να εφαρμοστεί με διάφορες τεχνολογίες ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί και την δουλειά που θα κάνει. Κυρίως, χρησιμοποιούνται ευρέως τέσσερις τεχνολογίες IoT για την ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών στις οποίες θα αναφερθώ πιο κάτω.

1.1.1. Radio Frequency Identification (RFID)

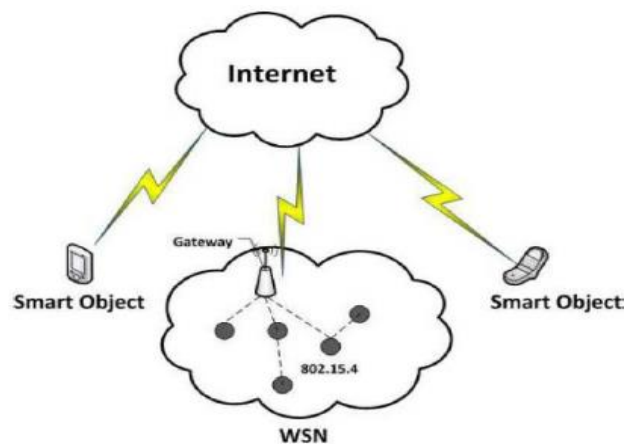
Η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας ή αλλιώς (RFID) είναι μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση και λήψη δεδομένων από απόσταση χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα. Σε αντίθεση με την προηγούμενη τεχνολογία γραμμωτού κώδικα το κάνει χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή. [6] Ειδικότερα, λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδικών (barcode). Τα συστήματα RFID απαρτίζονται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο είναι οι πομποδέκτες που συχνά αναφέρονται και ετικέτες RFID (RFID tags). Οι ετικέτες RFID είναι μικρά chips που αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει μνήμη ώστε να αποθηκεύει δεδομένα-πληροφορίες, και μια κεραία. Το δεύτερο μέρος είναι οι αισθητήρες οι οποίοι ανακτούν τα δεδομένα από τις ετικέτες RFID και έχουν ενσωματωμένα μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου. Γενικά, η λειτουργία τους είναι απλή όταν οι ετικέτες βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αισθητήρα, η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών RFID. Οι ετικέτες ενεργοποιούνται με τη σειρά τους και επιστρέφουν τα αναζητούμενα δεδομένα στους αναγνώστες. Στη συνέχεια παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο λογισμικό, το οποίο κατανοεί τις πληροφορίες οι οποίες αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη και τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα.[7]



Εικόνα 0.2: RFID. [7]

1.1.2. Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN)

Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) αποτελούνται από αυτόνομες συσκευές με αισθητήρα για την παρακολούθηση φυσικών ή περιβαλλοντικών συνθηκών και μπορούν να συνεργαστούν και με συστήματα RFID για την καλύτερη παρακολούθηση των πραγμάτων όπως, η θέση, η θερμοκρασία, η υγρασία, τα επίπεδα ρύπανσης και ο άνεμος. Τα WSN παίζουν κρίσιμο ρόλο στο διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT).[3] Ουσιαστικά, είναι η διεπαφή του συστήματος IoT με τον φυσικό κόσμο, συλλέγοντας πληροφορίες από τους τερματικούς σταθμούς και την επιστροφή τους στο σύστημα. Κάθε κόμβος (αισθητήρας) είναι υπεύθυνος για την ανίχνευση και τη συλλογή ορισμένων φυσικών ιδιοτήτων, αποστολή και λήψη πληροφοριών από και προς άλλους κόμβους στο δίκτυο. Σε πολλές περιπτώσεις οι αισθητήρες αναπτύσσονται σε απομακρυσμένες περιοχές ή όπου η πρόσβαση είναι δύσκολη από τον άνθρωπο και έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν ασύρματα. Λόγω της φύσης του αισθητήρα πρέπει να καταναλώνουν πολύ λίγη ισχύ ώστε να απαιτείται λιγότερη συντήρηση στο σύστημα. Τα τελευταία χρόνια το κόστος των αισθητήρων και των μικροεπεξεργαστών έχει μειωθεί αρκετά καθιστώντας το μία πολύ πρακτική εφαρμογή. Βέβαια, παρόλα τα θετικά τους υπάρχουν ακόμη αρκετές προκλήσεις όπως είναι η ασφάλεια των δεδομένων, η αξιοπιστία και δυσλειτουργικότητα.[8]

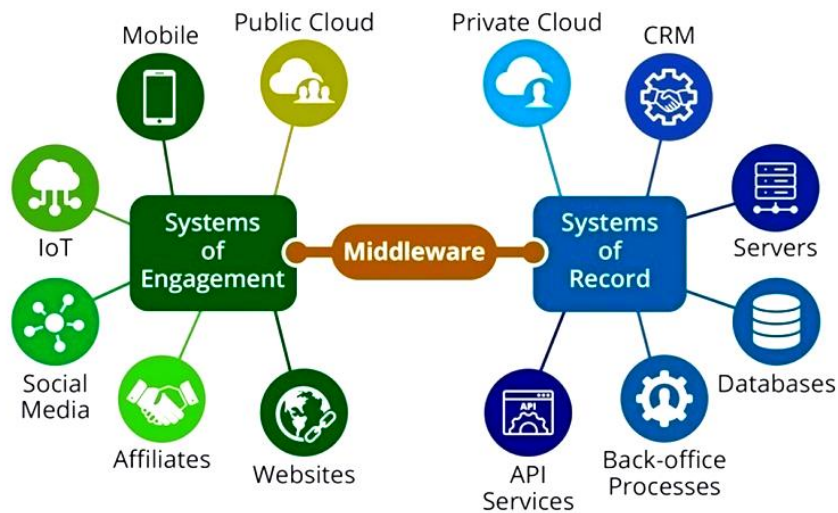


Εικόνα 0.3: Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων. [8]

1.1.3. Μεσαίο λογισμικό (Middleware)

Το middleware ορίζεται ως ένα επίπεδο λογισμικού μεταξύ εφαρμογών και λειτουργικών συστημάτων το οποίο παρέχει στους προγραμματιστές εφαρμογών αξιόπιστη ανταλλαγή μηνυμάτων, απομακρυσμένη επικοινωνία ή συναλλαγές.[9] Οι τεχνολογίες middleware αποτελούνται από διάφορα στοιχεία τα οποία σχηματίζουν την υποδομή. Στην πραγματικότητα, αυτή η υποδομή παρέχει ένα κατανομημένο περιβάλλον για την ανάπτυξη στοιχείων σε επίπεδο εφαρμογής που εκτελούν

επεξεργασία για συγκεκριμένες εφαρμογές. Αυτά τα στοιχεία εφαρμογής βασίζονται στην υποδομή middleware για τη διαχείριση των κύκλων ζωής τους. Τα προϊόντα μεσαίου υλικού που προκύπτουν έχουν εξαπλωθεί γρήγορα στη βιομηχανία και το μεσαίο λογισμικό γενικά θεωρείται ως επιτυχία στην τεχνολογία. [10]



Εικόνα 0.4: Middleware. [9]

1.1.4. Cloud Computing

Το υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing) ορίζεται ως μια ενοποίηση της τεχνολογίας cloud computing με το κινητό για να καταστήσουν τις κινητές συσκευές γεμάτες πόρους όσον αφορά την υπολογιστική ισχύ και μνήμη.[1] Αυτή η τεχνολογία αναφέρεται σε μια υποδομή όπου η αποθήκευση και η επεξεργασία δεδομένων λειτουργούν εκτός της κινητής συσκευής δηλαδή ασύρματα. Γενικά, το υπολογιστικό νέφος με απλά λόγια είναι η διάθεση υπολογιστικών πόρων μέσω διαδικτύου από κεντρικά συστήματα που βρίσκονται απομακρυσμένα από τον τελικό χρήστη, τα οποία τον εξυπηρετούν αυτοματοποιώντας διαδικασίες και παρέχοντας ευελιξία σύνδεσης.[4]



Εικόνα 0.5: Cloud Computing. [4]

1.2. Αρχιτεκτονική IoT

Η αρχιτεκτονική που βασίζεται στο IoT παρέχει ευελιξία υψηλού επιπέδου στην επικοινωνία και τη μετάδοση πληροφοριών. Πρόκειται για μια προσέγγιση που σχετίζεται με πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα όπως το σύστημα παρακολούθησης ασθενών, η ασφάλεια ο έλεγχος της κυκλοφορίας στους δρόμους. [14]

Η αρχιτεκτονική του διαδικτύου των πραγμάτων αποτελείται από 3 επίπεδα. Το επίπεδο εφαρμογής, επίπεδο αντίληψης και το επίπεδο δικτύου.[13]

Επίπεδο εφαρμογής:

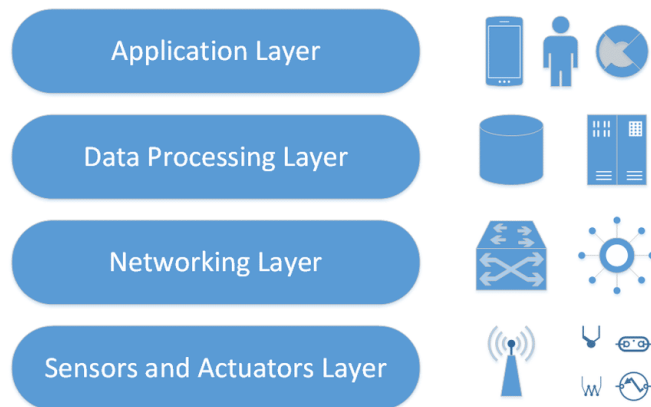
Το επίπεδο εφαρμογής είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των ληφθέντων δεδομένων από το επίπεδο δικτύου. Ο χρήστης μέσω διάφορων εφαρμογών μπορεί να έρθει σε επαφή με τα έξυπνα αντικείμενα που παρέχει το επίπεδο αντίληψης. Επιπρόσθετα, το επίπεδο εφαρμογής περιλαμβάνει το ενδιάμεσο λογισμικό το οποίο συνδέει το επίπεδο εφαρμογής με το επίπεδο δικτύου.[15]

Επίπεδο αντίληψης:

Το επίπεδο αντίληψης έχει κύριο μέλημα την αναγνώριση των αντικειμένων και τη συλλογή πληροφοριών από αυτά ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους. Μπορεί να περιλαμβάνει κάμερες, αισθητήρες, ενεργοποιητές, ετικέτες, τερματικά και δίκτυα αισθητήρων. [15]

Επίπεδο δικτύου:

Η κύρια λειτουργία του επιπέδου δικτύου είναι η δρομολόγηση και η μετάδοση των πακέτων σε ένα δίκτυο. Σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνονται τεχνολογίες δικτύων, όπως ενσύρματα ή ασύρματα δίκτυα. Τα κυριότερα μέσα για τη μετάδοση των πληροφοριών είναι το 3G/4G, Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth, Zigbee. Ακόμα, σε αυτό το επίπεδο μπορεί να πραγματοποιηθεί αποθήκευση και επεξεργασία μεγάλου αριθμού δεδομένων. [13]



Εικόνα 0.6: Αρχιτεκτονική IoT. [16]

1.3. Χαρακτηριστικά IoT

Το διαδίκτυο των πραγμάτων διακρίνεται από ποικίλα χαρακτηριστικά. Από τεχνικής άποψης, διάφορες συμπληρωματικές τεχνικές εξέλιξης παρέχουν δυνατότητες που συνεργάζονται για να βοηθήσουν να καλυφθεί το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στον εικονικό και τον φυσικό κόσμο. Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τις δυνατότητες του IoT είναι:[13]

Επικοινωνία και συνεργασία:

Τα αντικείμενα έχουν την δυνατότητα να δικτυώνονται με τους πόρους του διαδικτύου ή ακόμη και το ένα με το άλλο, επίσης να κάνουν χρήση των δεδομένων και των υπηρεσιών και να ενημερώνουν την κατάσταση τους. Αρκετές ασύρματες τεχνολογίες βρίσκονται ακόμη υπό ανάπτυξη ιδιαίτερα σε ότι αφορά τα προσωπικά ασύρματα δίκτυα.

Ασφάλεια:

Το IoT οφείλει να εγγυηθεί ένα ασφαλές και αξιόπιστο περιβάλλον στους χρήστες του, παρέχοντας ασφάλεια στις επικοινωνίες μέσω της ταυτοποίησης των συσκευών και των χρηστών. Με αυτό τον τρόπο διατηρείται η ακεραιότητα των δεδομένων και των συσκευών προστατεύοντας τα προσωπικά δεδομένα του κάθε χρήστη.

Ευελιξία:

Απαιτείται δυναμική διαχείριση και επαναπρογραμματισμός των συσκευών κυρίως γιατί η κατάσταση τους μεταβάλλεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα όπως για παράδειγμα ένας διακόπτης (ON/OFF).

Επεκτασιμότητα:

Δισεκατομμύρια αντικείμενα αυτή τη στιγμή επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό προϋποθέτει αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου όγκου των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των συσκευών που επικοινωνούν ώστε να λειτουργεί ομαλά το διαδίκτυο των πραγμάτων.

Ετερογένεια:

Οι συσκευές στο διαδίκτυο είναι ετερογενείς, δηλαδή βασίζονται σε διαφορετικές λειτουργίες και δίκτυα. Αυτό προκύπτει λόγω του μεγάλου αριθμού συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο. Αντιθέτως, έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ή με τον χρήστη μέσω διαφορετικών δικτύων.

Διασυνδεσιμότητα:

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του IoT είναι η διασυνδεσιμότητα, δηλαδή οτιδήποτε μπορεί να συνδεθεί με την παγκόσμια υποδομή πληροφοριών και επικοινωνιών. Επίσης, το IoT είναι ικανό να παρέχει υπηρεσίες, όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η συνοχή μεταξύ των φυσικών αντικειμένων και των εικονικών αντικειμένων.

Αίσθηση:

Το IoT δεν θα ήταν εφικτό χωρίς αισθητήρες η οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν και να μετρούν διάφορες μεταβολές στο περιβάλλον με σκοπό να συλλέγουν δεδομένα και να αναφέρουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται ή ακόμα και να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Οι αισθητήρες παρέχουν τη δυνατότητα στις συσκευές να γνωρίζουν πραγματικά το φυσικό κόσμο και τους ανθρώπους του.

Νοημοσύνη:

Το διαδίκτυο των πραγμάτων έχει τη δυνατότητα να συνδυάζει αλγόριθμους και υπολογισμούς το οποίο το καθιστούν ευφυές. Η έξυπνη νοημοσύνη ενισχύει σημαντικά τις δυνατότητες του IoT επιτρέποντας στις συσκευές να ανταποκρίνονται με έξυπνο τρόπο και να προσαρμόζονται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση ώστε να εκτελούν διάφορες λειτουργίες αυτοματοποιημένα. Η νοημοσύνη στο IoT επηρεάζει μόνο την αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών και όχι μεταξύ των χρηστών.

1.4. Εφαρμογές IoT

Το Internet of Things αποτελεί κάτι περισσότερο από μια διευκόλυνση για τους χρήστες του, δεδομένου ότι δημιουργεί νέες πηγές πληροφοριών, νέα επιχειρηματικά μοντέλα, νέες υπηρεσίες και καινοτόμα προϊόντα σε πολλούς κλάδους. Ενδεικτικά υπάρχουν αρκετοί κλάδοι οι οποίοι επηρεάζονται άμεσα:

1.4.1. Μεταφορές

Κάποτε τα αυτοκινούμενα αυτοκίνητα φάνταζαν ένα άπιαστο όνειρο, όμως τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε αρκετές εταιρείες να έχουν δημιουργήσει ή τουλάχιστον να έχουν στα σχέδια τους στο προσεχές μέλλον αυτοκίνητα τα οποία μπορούν να κινούνται αυτόνομα δηλαδή χωρίς την επίβλεψη του ανθρώπου.[11] Αξιοποιώντας την τεχνολογία αυτή τα αυτοκίνητα είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο συλλέγοντας διάφορες πληροφορίες για την διαδρομή, την κίνηση στους δρόμους, τις κλιματολογικές συνθήκες, την κατάσταση του οδοστρώματος και μετά επεξεργάζονται αυτές τις πληροφορίες που συλλέγουν ώστε να είναι σε θέση να αποφασίσουν την σωστότερη επιλογή. [12]

1.4.2. Υγειονομική περίθαλψη και υπηρεσίες υγείας

Πολλοί άνθρωποι στρέφονται σε καινοτόμους τρόπους για να παρακολουθούν την κατάσταση της υγείας τους. Για παράδειγμα με ένα smartwatch ένας άνθρωπος μπορεί να βλέπει τους καρδιακούς παλμούς, την ποσότητα οξυγόνου που λαμβάνει και πολλά άλλα.[11] Ακόμα, εκτιμάται ότι στο άμεσο μέλλον τα νοσοκομεία θα μπορούν να παρακολουθούν τους ασθενείς μέσω monitor τα οποία θα είναι συνδεδεμένα σε ένα δίκτυο IoT. Έτσι, με αυτό τον τρόπο θα βελτιωθούν αισθητά οι υπηρεσίες υγείας και επιπρόσθετα θα εξοικονομηθεί πολύτιμος χρόνος για τα νοσοκομεία. [12]

1.4.3. Λιανικό εμπόριο

Τόσο τα καταστήματα όσο και οι καταναλωτές μπορούν να επωφεληθούν από τις καινοτόμες λειτουργίες του IoT στο εμπόριο. Οι επιχειρήσεις θα μπορούν κάνουν τον έλεγχο των αποθεμάτων τους αυτοματοποιημένα χωρίς να χρειάζεται να κάνουν οι ίδιοι καταμέτρηση και θα ειδοποιούνται για την πορεία λειτουργιών ή επιχειρησιακών διαδικασιών.[11] Ακόμα, με τη χρήση αισθητήρων και συστημάτων παρακολούθησης θα γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή πόσοι καταναλωτές βρίσκονται στο κατάστημα και τι αγορές πραγματοποιούν. Εκμεταλλευόμενοι αυτή την τεχνολογία, οι διαφημίσεις και η προώθηση των προϊόντων θα μπορούν να γίνονται πιο άμεσα και αποτελεσματικά. Από την πλευρά των καταναλωτών η ζωή τους θα γίνει πιο εύκολη όσο αφορά τις αγορές, με τους νέους

τρόπους πληρωμής που θα γίνονται αυτοματοποιημένα θα μπορούν κάνουν τη δουλειά τους αρκετά πιο γρήγορα. [12]

1.4.4. Βιομηχανία

Στις βιομηχανίες η παραγωγή προϊόντων, η ασφάλεια και ο έλεγχος θα βελτιωθούν αισθητά. Ο έλεγχος θα γίνεται μέσω αισθητήρων όπου θα ενημερώνετε άμεσα το κεντρικό σύστημα αν υπάρξει κάποια βλάβη σε κάποιο μηχάνημα προτού προκληθεί μεγαλύτερη ζημιά.[12] Η ασφάλεια η οποία είναι το κύριο μέλημα μιας βιομηχανίας, θα γίνεται πάλι με αισθητήρες οι οποίοι θα ανιχνεύουν πιθανή πρόκληση πυρκαγιάς και διαρροών αερίου. Επίσης, θα παρακολουθείται η ποιότητα του αέρα για τυχόν διαρροές τοξικών αερίων για την ασφάλεια των εργαζομένων και των εμπορευμάτων. [11]

1.4.5. Πόλεις και σπίτια

Στις πόλεις με τη βοήθεια καμερών και αισθητήρων ανιχνεύονται πυρκαγιές ειδοποιώντας άμεσα την πυροσβεστική. Επίσης, τα φώτα στους δρόμους έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες ώστε να ανάβουν αφού νυχτώσει και να κλείνουν με το φως της ημέρας εξοικονομώντας έτσι ενέργεια. Θα υπάρχει έξυπνη διαχείριση αποβλήτων, δηλαδή οι κάδοι απορριμμάτων θα έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες έτσι ώστε το κέντρο ελέγχου συγκομιδής των σκουπιδιών να γνωρίζει το επίπεδο σκουπιδιών στους κάδους και αναλόγως θα τα μαζεύει. Επιπρόσθετα, ο χώρος στάθμευσης είναι ένα μείζον πρόβλημα για τους οδηγούς στις πόλεις. Με την έξυπνη στάθμευση οι οδηγοί διευκολύνονται σε μεγάλο βαθμό με αποτέλεσμα να μην σπαταλάνε χρόνο για αναζήτηση χώρου στάθμευσης. Στους χώρους στάθμευσης θα αναγράφεται πόσες θέσεις στάθμευσης υπάρχουν διαθέσιμοι σε πραγματικό χρόνο και ποιος είναι ο πιο κοντινός χώρος μέσα στην πόλη.[12] Στα σπίτια η ζωή γίνεται πιο απλή και εύκολη. Ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει τις συσκευές που βρίσκονται στο σπίτι απομακρυσμένα μέσα από το κινητό τηλέφωνο ή το tablet του δίνοντας τις κατάλληλες εντολές διευκολύνοντας έτσι την καθημερινότητα του. Η ασφάλεια στα σπίτια θα βελτιωθεί σε σημαντικό βαθμό μέσα από συστήματα συναγερμού τα οποία θα είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο ενημερώνοντας το χρήστη σε πραγματικό χρόνο για τυχόν παραβιάσεις. [11]

1.4.6. Περιβάλλον

Στο περιβάλλον χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπως η πρόγνωση των καιρικών συνθηκών, η παρακολούθηση της στάθμης του νερού σε ποτάμια ή φράγματα για την αποφυγή πλημμυρικών καταστροφών, ανίχνευση δασικής πυρκαγιάς με αισθητήρες. Επίσης, ένα πρόβλημα που υπάρχει στις πόλεις είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, με τη βοήθεια του IoT μπορούμε να ελέγχουμε και να

Κεφάλαιο 1

μετρούμε τις εκπομπές CO₂ στις βιομηχανικές περιοχές, στα αυτοκίνητα και διάφορα τοξικά αέρια. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει μελέτη της καταλληλότητας του νερού σε πηγές, ποτάμια και φράγματα για την επιλογή καταλληλότερου πόσιμου νερού. [13]

Κεφάλαιο 2

Το πρότυπο IEEE 802.11

2.1. Εισαγωγή στο Wi-Fi

Τον Ιούνιο του 1997, το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) κατέληξε στο αρχικό πρότυπο για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN), με την ονομασία 802.11. Αυτό το πρότυπο προδιόριζε συχνότητες λειτουργίας τα 2.4GHz με ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 1 και 2Mbps. Αποτελεί το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση και ακολουθείται από τα περισσότερα ασύρματα δίκτυα μέχρι και σήμερα. Το IEEE 802.11 ή διαφορετικά Wi-Fi εισάγει ένα σύνολο από πρότυπα για ασύρματα τοπικά δίκτυα. Το Wi-Fi είναι ουσιαστικά ένα εμπορικό όνομα για το πρότυπο 802.11 το οποίο πολλές φορές ταυτίζεται με το 802.11b. [17]

Επίσης, το Wi-Fi έχει επικρατήσει γενικότερα ως πρότυπο για τον λόγο ότι δεν χρησιμοποιείται μόνο στον χώρο των ασύρματων δικτύων αλλά και για πρόσβαση στο διαδίκτυο. Δίνει τη δυνατότητα σε συσκευές όπως, έξυπνα τηλέφωνα, tablet και φορητοί υπολογιστές να ανταλλάσσουν δεδομένα ή ακόμα να συνδέονται στο διαδίκτυο με τη χρήση ραδιοκυμάτων. Η συσκευή η οποία θα ενωθεί σε ένα δίκτυο Wi-Fi θα πρέπει να έχει έναν ασύρματο προσαρμογέα, ο οποίος θα μεταφράζει τα δεδομένα σε ραδιοκύματα. Στη συνέχεια αυτά τα ραδιοκύματα θα αποστέλλονται με τη βοήθεια κεραίας σε έναν αποκωδικοποιητή. Μόλις τα δεδομένα αποκωδικοποιηθούν, αποστέλλονται στο διαδίκτυο μέσω της ενσύρματης σύνδεσης Ethernet. Επειδή ένα δίκτυο Wi-Fi υποστηρίζει την αμφίδρομη λειτουργία αποστολής δεδομένων, τα δεδομένα που προέρχονται από το διαδίκτυο θα περάσουν μέσω του αποκωδικοποιητή (router), όπου θα κωδικοποιηθούν σε ραδιοκύματα και θα ληφθούν από τον ασύρματο προσαρμογέα της συσκευής που είναι ενωμένη στο δίκτυο Wi-Fi. Η μετάδοση των ραδιοκυμάτων ενός δικτύου Wi-Fi πραγματοποιείται στις συχνότητες των 2.4 και 5GHz. [18]



Εικόνα 0.1: Λογότυπο Wi-Fi.

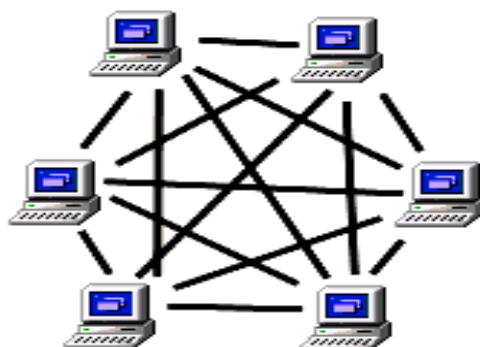
2.2. Αρχιτεκτονική Wi-Fi

Όταν δύο ή περισσότερες συσκευές ασύρματης επικοινωνίας συνδέονται άμεσα μεταξύ τους, δηλαδή χωρίς να παρεμβάλλεται κάποια άλλη συσκευή, δημιουργούν ένα ομότιμο δίκτυο που αποτελεί την απλούστερη μορφή ασύρματου δικτύου. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική περιγράφεται από τους όρους «peer-to-peer», «ad-hoc» και «unmanaged». Στην αντίθετη περίπτωση που παρεμβάλλεται κάποια άλλη συσκευή στην επικοινωνία, δημιουργείται ένα «hosted», «infrastructure» ή «managed» δίκτυο αντίστοιχα. Όλοι οι ανωτέρω όροι για κάθε περίπτωση έχουν την ίδια σημασία όμως περισσότερο χρησιμοποιείται ο όρος «peer-to-peer» για την πρώτη περίπτωση και ο όρος «hosted» αντίστοιχα για την δεύτερη. [19]

2.2.1. «Peer-to-peer» δίκτυα

Ένα δίκτυο peer-to-peer αποτελείται από δύο ή περισσότερους κόμβους οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με τις απαραίτητες συσκευές δικτύωσης Wi-Fi και έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς να χρησιμοποιείται κάποιο σημείο πρόσβασης (Access Point) ή Gateway. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική υποστηρίζεται από όλες τις συσκευές που έχουν πιστοποιηθεί από τον οργανισμό WECA και έχουν την ένδειξη «Wi-Fi Certified». Το ομότιμο δίκτυο που δημιουργείται παρέχει το πλεονέκτημα της άμεσης ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ δύο υπολογιστών οι οποίοι βρίσκονται στον ίδιο χώρο με μικρή απόσταση ανάμεσα τους, ενώ αντίθετα τα Access Points έχουν πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια και ενδείκνυνται για μεγαλύτερες αποστάσεις. Τα δίκτυα «peer-to-peer» έχουν αρκετά μειωμένο κόστος και για αυτό τον λόγο προσφέρονται κυρίως για οικιακούς χρήστες.[17], [19]

Peer to Peer Network

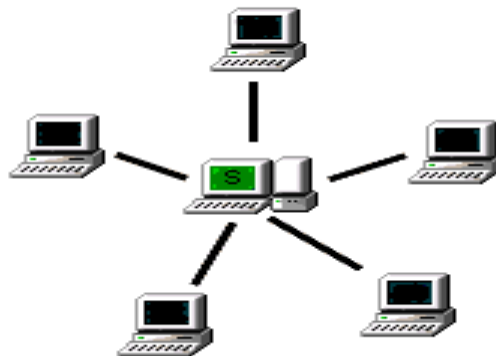


Εικόνα 0.2: Δίκτυο Peer-to-peer. [20]

2.2.2. «Hosted» δίκτυα

Τα ασύρματα «Hosted» δίκτυα περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα κεντρικά σημεία πρόσβασης (Base Stations), τα οποία αναλαμβάνουν να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων που βρίσκονται στο δίκτυο. Οι αντίστοιχες συσκευές ονομάζονται Access Points, ενώ σε περίπτωση που επιβαρυνθούν με επιπλέον υπηρεσίες όπως τη διαχείριση και την προστασία της επικοινωνίας ή τη δυναμική απόδοση IP διευθύνσεων στους κόμβους του δικτύου, χαρακτηρίζονται ως Gateways ή Routers (δρομολογητές). Τα κεντρικά σημεία πρόσβασης συνδέουν το σύνολο των συσκευών που διαθέτουν τον απαραίτητο ασύρματο εξοπλισμό και βρίσκονται εντός της εμβέλειάς τους. Μέσω της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής για να επικοινωνήσει κάθε κόμβος του ασύρματου δικτύου με κάποιον άλλο θα πρέπει αρχικά να μεταδώσει τα κατάλληλα σήματα προς το κεντρικό σημείο πρόσβασης, όπου θα τα προωθήσει προς το σωστό κόμβο. Σε μεγάλες επιχειρήσεις όπου υπάρχουν πολλά ασύρματα δίκτυα, μπορούν με την αρχιτεκτονική «hosted» να συνδεθούν μεταξύ τους και να ενωθούν με το ενσύρματο εσωτερικό δίκτυο, παρέχοντας με αυτό τον τρόπο τη δυνατότητα σε όλους τους χρήστες να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο.[17], [19]

Server Based Network

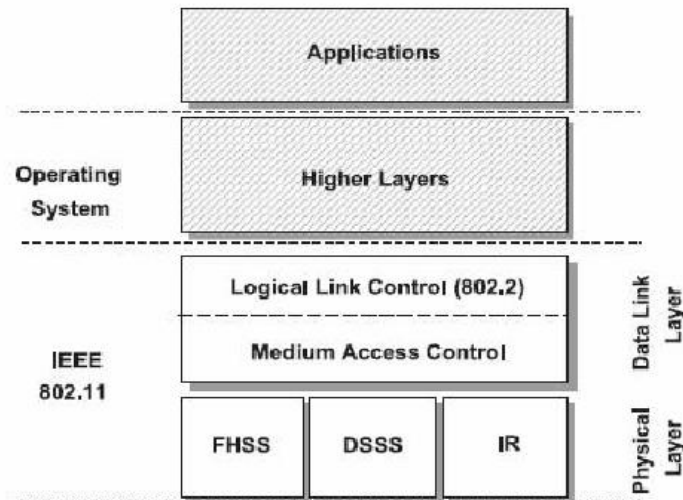


Εικόνα 0.3: Hosted δίκτυο. [21]

2.3. Στοιίβα πρωτοκόλλων

Όπως όλα τα πρότυπα, έτσι και το 802.11 επικεντρώνεται στα δύο χαμηλότερα στρώματα του μοντέλου OSI (Open System Interconnection), δηλαδή στο φυσικό στρώμα (Physical Layer-PHY) και στο υπόστρωμα MAC (Medium Access Control - Ελέγχου προσπέλασης Μέσων) του στρώματος διασύνδεσης δεδομένων (Data Link Layer). Το υπόστρωμα MAC ορίζει πώς γίνεται η εκχώρηση του καναλιού, δηλαδή ποιος θα μεταδώσει στη συνέχεια. Το υπόστρωμα LLC (Logical Link Control- Έλεγχος Λογικού Συνδέσμου) του στρώματος Data Link βρίσκεται πάνω από το υπόστρωμα MAC, έχει υλοποιηθεί ως IEEE 802.2 και δουλειά του είναι να κρύβει τις διαφορές ανάμεσα στις

διαφορετικές παραλλαγές του 802, έτσι ώστε να κάνει τις παραλλαγές αυτές “αόρατες” όσον αφορά το επίπεδο δικτύου.[17], [19]



Εικόνα 0.4: Στοιβά πρωτοκόλλων 802.11. [22]

2.3.1. Φυσικό επίπεδο (Physical layer)

Το 802.11 πρότυπο εστιάζει στα δύο χαμηλότερα επίπεδα του μοντέλου OSI, στο υποεπίπεδο MAC του DLL επιπέδου και στο φυσικό επίπεδο (PHY). Το φυσικό επίπεδο χωρίζεται σε δύο επιμέρους επίπεδα, το Physical Layer Convergence Procedure (PLCP) και το Physical Medium Dependent (PMD). Το υποεπίπεδο PLCP βρίσκεται ανάμεσα στο επίπεδο MAC και το υποεπίπεδο PMD. Στο φυσικό στρώμα προδιαγράφονται τρεις τεχνικές διαμόρφωσης, **Infrared** (Υπέρυθρες Ακτίνες) σε μήκη κύματος μεταξύ 850 και 950 nm με ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps, Frequency Hopping Spread Spectrum-FHSS (Εξάπλωση Φάσματος με Συνεχή Αλλαγή Συχνότητας) στην ISM μπάντα των 2.4GHz με ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps και Direct Sequence Spread Spectrum-DSSS (Εξάπλωση Φάσματος Άμεσης Ακολουθίας) στην ISM μπάντα των 2.4GHz με ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps.[23]

Υπέρυθρο (Infrared)

Η τεχνική των υπέρυθρων ακτινών δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα λόγω του χαμηλού εύρους ζώνης και του γεγονότος ότι το φως του ήλιου εξαφανίζει τα υπέρυθρα σήματα. Η υπέρυθρη επιλογή χρησιμοποιεί διάχυτη (δηλαδή όχι σε ευθεία γραμμή) μετάδοση στα 0,85 ή στα 0,95 micron. Στα 1 Mbps χρησιμοποιείται μία μέθοδος κωδικοποίησης στην οποία κάθε ομάδα των 4 bit κωδικοποιείται ως μία 37 κωδικολέξη των 16 bit που περιέχει δεκαπέντε 0 και ένα 1, χρησιμοποιώντας τον Gray code (κώδικα Gray) ο οποίος έχει την ιδιότητα ότι ένα μικρό σφάλμα συγχρονισμού οδηγεί σε ένα σφάλμα

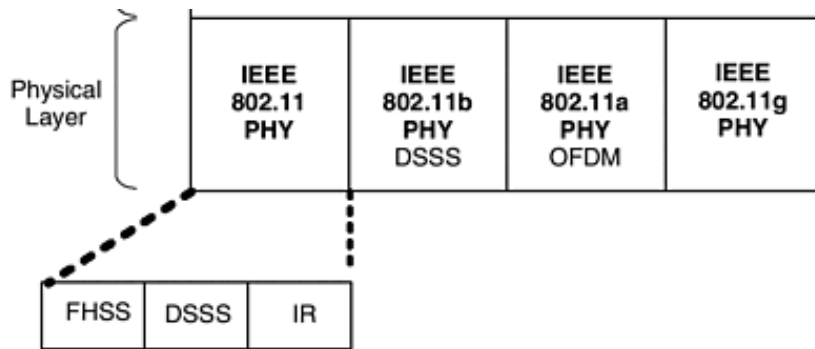
του ενός bit στην έξοδο. Στα 2 Mbps η κωδικοποίηση παίρνει 2 bit και παράγει μία κωδικολέξη των 4 bit όπου πάλι υπάρχει ένα μόνο 1, δηλαδή δίνει μία από τις κωδικολέξεις 0001, 0010, 0100, 1000. Τα υπέρυθρα σήματα δεν μπορούν να διαπεράσουν τους τοίχους, έτσι οι κυψέλες (BSS) που βρίσκονται σε ξεχωριστά δωμάτια είναι καλά απομονωμένες η μία από την άλλη.[24]

Φάσμα εξάπλωσης συχνότητας (FHSS)

Πρόκειται για τεχνική εξάπλωσης φάσματος. Η τεχνική FHSS βασίζεται στην ιδέα της αλλαγής της φέρουσας ενός σήματος μέσα σε ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων και σύμφωνα με μία συγκεκριμένη ψευδοτυχαία ακολουθία (hopping pattern). Χρησιμοποιείται μία γεννήτρια ψευδοτυχαίων (PN) αριθμών για την παραγωγή της ακολουθίας συχνοτήτων στις οποίες μεταβαίνουν διαδοχικά οι σταθμοί. Η τυχαία ακολουθία της FHSS παρέχει κάποια περιορισμένη ασφάλεια, αφού ένας εισβολέας που δεν γνωρίζει την ακολουθία συχνοτήτων ή το χρόνο παραμονής δεν μπορεί να υποκλέψει τις μεταδόσεις. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα η εξασθένιση πολλαπλών διαδρομών, η τεχνική FHSS όμως παρέχει αρκετή αντοχή σε αυτό το φαινόμενο. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι είναι σχετικά ανθεκτική στις ραδιοκυματικές παρεμβολές, γεγονός που την κάνει δημοφιλή για συνδέσεις από κτίριο σε κτίριο. Πλεονεκτήματα έναντι της εναλλακτικής DSSS είναι τα απλούστερα και φθηνότερα ηλεκτρονικά για την υλοποίηση των ανάλογων συσκευών, η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και η δυνατότητα συνύπαρξης πολλών τέτοιων δικτύων στην ίδια περιοχή χωρίς να επηρεάζεται η συνολική διέλευση. Το κύριο μειονέκτημα της τεχνικής FHSS είναι το χαμηλό εύρος ζώνης της. Η FHSS χρησιμοποιεί κανάλια, το καθένα με εύρος 1MHz, ξεκινώντας από το κάτω όριο της ζώνης ISM στα 2.4GHz.[23]

Φάσμα εξάπλωσης άμεσης αλληλουγίας (DSSS)

Πρόκειται για τεχνική εξάπλωσης φάσματος. Η DSSS τεχνική είναι η πιο επιτυχημένη που έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τα ασύρματα δίκτυα. Σε σχέση με την FHSS τεχνική μετάδοσης απαιτεί περισσότερη ενέργεια για να επιτύχει παρόμοια διέλευση, όμως το μεγάλο πλεονέκτημά της είναι ότι μπορεί εύκολα να αναβαθμιστεί για την επίτευξη υψηλότερων ρυθμών μετάδοσης. Η DSSS περιορίζεται και αυτή σε 1 ή 2 Mbps. Η τεχνική αυτή αντικαθιστά κάθε bit πληροφορίας με μία σειρά από bits που ονομάζεται spreading code (κώδικας εξάπλωσης). Κάθε bit μεταδίδεται ως 11 θραύσματα (chips), χρησιμοποιώντας την ονομαζόμενη ακολουθία Barker (Barker sequence) η οποία είναι ο spreading code. Για την ακρίβεια, κάθε bit πληροφορίας συνδέεται μέσω μίας XOR με μία ψευδοτυχαία αριθμητική (Pseudo-random Numerical ή PN) ακολουθία. Το αποτέλεσμα είναι ένα ψηφιακό φέρον σήμα υψηλής ταχύτητας το οποίο διαμορφώνεται σε ένα κατά τη φάση φέρον σήμα χρησιμοποιώντας Differential Phase Shift Keying-DPSK (διαφορική μεταλλαγή ολίσθησης φάσης).[24]



Εικόνα 0.5: Φυσικό επίπεδο. [25]

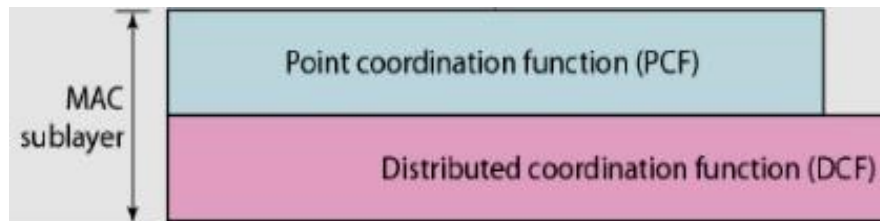
2.3.2. Επίπεδο ελέγχου προσπέλασης (MAC layer)

Το πρότυπο IEEE 802.11 καθορίζει ένα κοινό (MAC) υπόστρωμα, το οποίο παρέχει μία ποικιλία υπηρεσιών που υποστηρίζουν τη λειτουργία ασύρματων δικτύων (WLAN) που βασίζονται στο 802.11.

Γενικά, το υπόστρωμα MAC διαχειρίζεται και διατηρεί επικοινωνίες μεταξύ σταθμών που βασίζονται στο 802.11 με το να συντονίζει την πρόσβαση σε ένα κοινό κανάλι και χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα που προάγουν τις επικοινωνίες σε ένα ασύρματο μέσον. Συχνά, αν το δούμε σαν τον εγκέφαλο του δικτύου, το υπόστρωμα 802.11 MAC χρησιμοποιεί ένα 802.11 φυσικό στρώμα (PHY), όπως το 802.11b ή το 802.11a, προκειμένου να εκτελέσει τις ενέργειες μετάδοσης και λήψης πλαισίων του 802.11. Το επίπεδο MAC του 802.11 είναι κοινό για όλες τις 802.11 τεχνολογίες φυσικού επιπέδου. Ελέγχει την πρόσβαση στο μέσο και διαχειρίζεται τη μεταφορά των δεδομένων από τα ανώτερα επίπεδα προς το φυσικό επίπεδο. Επίσης, όταν ένα ασύρματο δίκτυο συνδέεται με ένα ενσύρματο δίκτυο, το επίπεδο MAC παρέχει τη διεπαφή ανάμεσα στα δύο αυτά δίκτυα. Ανάμεσα στο 802.11 και τα υπόλοιπα IEEE 802 πρότυπα χρησιμοποιείται ένα κοινό LLC επίπεδο το οποίο δημιουργεί μία γέφυρα ανάμεσα στα ενσύρματα και τα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Οι κυριότερες διαφορές μεταξύ 802.11 και Ethernet προκύπτουν από το μέσο που χρησιμοποιούν. Ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα όμως υπάρχουν και κάποια κοινά σημεία.

Όπως στο Ethernet, έτσι και στο 802.11 η πρόσβαση στο μέσο είναι κατανομημένη χωρίς να υπάρχει ένας κεντρικός ελεγκτής. Άλλη μία ομοιότητα με το Ethernet είναι ότι και το 802.11 χρησιμοποιεί ένα σχήμα πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος (CSMA- Carrier Sense Multiple Access) για τον έλεγχο της πρόσβασης στο μέσο. Όμως, επειδή οι ασύρματοι σταθμοί δεν μπορούν να εκπέμπουν και να λαμβάνουν την ίδια στιγμή, στο 802.11 δεν γίνεται ανίχνευση συγκρούσεων (CD- Collision Detection) αλλά αποφυγή συγκρούσεων (CA- Collision Avoidance) με το σταθμό παραλήπτη να στέλνει μια επιβεβαίωση για κάθε πλαίσιο που λαμβάνει επιτυχώς. Τα 802.11 πλαίσια μοιράζονται

κάποια κοινά χαρακτηριστικά με όλα τα IEEE 802 πλαίσια. Ωστόσο, ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό των 802.11 πλαισίων είναι το μέγεθός τους. Μπορούν να μεταφέρουν μέχρι 2,304 bytes δεδομένων ενώ το μέγεθος ενός 802.3 πλαισίου είναι 1,518 bytes. Επίσης, τα 802.11 MAC πλαίσια έχουν τέσσερα πεδία διευθύνσεων έναντι δύο πεδίων που συναντάμε στο 802.3.[23], [24]



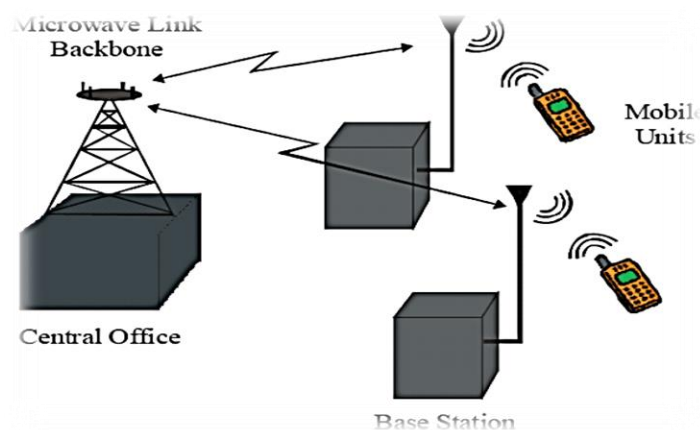
Εικόνα 0.6: MAC layer. [26]

2.4. Συστατικά ενός 802.11 δικτύου

Τα 802.11 δίκτυα αποτελούνται από τέσσερα βασικά συστατικά, τους ασύρματους σταθμούς, τους σταθμούς βάσης, το ασύρματο μέσο μετάδοσης και το σύστημα διανομής. Παρακάτω, θα δούμε αναλυτικά όλα τα βασικά συστατικά που απαρτίζουν ένα 802.11 δίκτυο.[27], [28]

2.4.1. Ασύρματοι σταθμοί

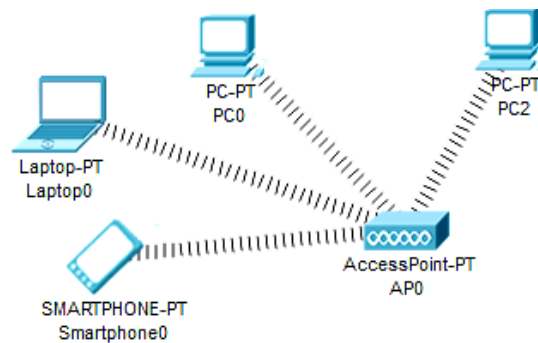
Οι ασύρματοι σταθμοί είναι υπολογιστικές συσκευές που διαθέτουν μία ασύρματη κάρτα δικτύου (WNIC). Συνήθως πρόκειται για φορητούς υπολογιστές (laptops) ή tablets. Πέρα όμως από τα laptops και τα tablet, σε ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να συνδεθεί και οποιαδήποτε άλλη υπολογιστική μηχανή, όπως ένας επιτραπέζιος υπολογιστής ή ένας εκτυπωτής, αρκεί, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, να διαθέτουν μία ασύρματη κάρτα δικτύου. Επίσης κάθε συσκευή χρειάζεται λογισμικό για να αντλαμβάνεται την ύπαρξη του ασύρματου δικτύου. Σε κάποιες περιπτώσεις, το λειτουργικό σύστημα έχει ενσωματωμένα χαρακτηριστικά που βελτιώνουν τα ασύρματα δίκτυα.[28]



Εικόνα 0.7: Ασύρματοι σταθμοί. [29]

2.4.2. Σταθμοί βάσης

Ένα AP αποτελεί το κεντρικό σημείο σύνδεσης σε ένα WLAN τύπου infrastructure. Είναι η συσκευή που δίνει τη δυνατότητα στους ασύρματους σταθμούς να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Κάθε επικοινωνία σε ένα infrastructure BSS γίνεται υποχρεωτικά μέσω ενός AP. Επιπλέον, τα AP συνήθως συνδέονται σε ένα δίκτυο κορμού (Ethernet) και λειτουργούν ως γέφυρες ανάμεσα στο ενσύρματο και το ασύρματο δίκτυο. Έτσι, οι ασύρματοι σταθμοί μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ένα πλήθος από δικτυακές υπηρεσίες όπως είναι ο παγκόσμιος ιστός (WWW), η ηλεκτρονική αλληλογραφία και εφαρμογές βάσεων δεδομένων. Ένα AP μπορεί να επικοινωνεί με πολλούς σταθμούς αλλά κάθε σταθμός μπορεί να είναι συνδεδεμένος με ένα AP κάθε φορά. Πολλά AP μπορούν να συνδεθούν μαζί επεκτείνοντας έτσι το WLAN και επιτρέποντας την περιαγωγή σε ένα μεγάλο συγκρότημα, για παράδειγμα σε ένα πανεπιστήμιο. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στη δυνατότητα που έχουν τα APs να παρακολουθούν τις μετακινήσεις των σταθμών και να επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες για τη θέση των ασύρματων σταθμών σε κάθε χρονική στιγμή. Κάθε AP διαθέτει μία NIC για να συνδεθεί στο ενσύρματο δίκτυο κορμού και μία WNIC για να επικοινωνεί με τους χρήστες του ασύρματου δικτύου. Για να είναι δυνατή αυτή η τελευταία επικοινωνία πρέπει η WNIC του AP και αυτές των ασύρματων σταθμών να υλοποιούν το ίδιο πρότυπο. Υπάρχουν βέβαια και dual-mode APs που υποστηρίζουν δύο ή και περισσότερα πρότυπα.[27]



Εικόνα 0.8: Access Point. [41]

2.4.3. Ασύρματο μέσο μετάδοσης

Το μέσο που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πακέτων στα ασύρματα δίκτυα είναι ο αέρας (κενό). Το 802.11 έχει ορίσει διάφορες τεχνολογίες φυσικού επιπέδου. Αρχικά είχαν προτυποποιηθεί δύο τεχνολογίες ραδιοκυμάτων, οι DSSS και FHSS, στα 2.4GHz και μία τεχνολογία υπέρυθρων (IR). Μετά ακολούθησε η τεχνολογία OFDM που μπορούσε να μεταδώσει στα 5GHz και να επιτύχει

υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης. Η ποιότητα της μετάδοσης εξαρτάται από τα εμπόδια που βρίσκονται στο περιβάλλον ενός ασύρματου δικτύου και τα οποία είτε ελαττώνουν την ισχύ του σήματος είτε του προκαλούν διασπορά.[28]

2.4.4. Σύστημα διανομής

Σε μία τοπολογία Infrastructure BSS, πολλά APs μπορούν να συνδεθούν σε ένα κοινό DS για να καλύψουν μία ευρεία περιοχή, δίνοντας στους ασύρματους σταθμούς τη δυνατότητα να μετακινούνται από το ένα BSS στο άλλο χωρίς να χάνουν τη συνδεσιμότητα τους. Το DS είναι το συστατικό του 802.11 που χρησιμοποιείται για την προώθηση των πλαισίων στον προορισμό τους. Το DS αποτελείται από μία γέφυρα, η οποία βρίσκεται εντός του AP και από ένα δίκτυο κορμού (backbone network), που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των πλαισίων ανάμεσα στα APs. Το 802.11 δεν ορίζει κάποια συγκεκριμένη τεχνολογία για το δίκτυο κορμού αλλά αυτό που χρησιμοποιείται συνήθως είναι ένα 802.3 Ethernet. Όταν ένα πλαίσιο φτάνει στο DS, παραδίδεται στο σωστό AP και κατόπιν μεταδίδεται από το AP στον σταθμό παραλήπτη. Για να γίνει αυτό, το DS πρέπει να γνωρίζει τη φυσική θέση κάθε ασύρματου σταθμού. Αυτή η γνώση βρίσκεται μέσα στα APs χάρη στη λειτουργία γεφύρωσης που υλοποιούν. Όλα τα APs πρέπει να γνωρίζουν ποιοι σταθμοί συσχετίζονται με ποιο AP για να μπορούν να προωθούν κατάλληλα τα πλαίσια που λαμβάνουν. Σε ένα ασύρματο δίκτυο όπου οι σταθμοί μετακινούνται συνεχώς, αλλάζοντας συσχετίσεις, τα APs πρέπει να ενημερώνονται μεταξύ τους για τις νέες θέσεις των σταθμών. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια ενός Inter Access Point Protocol (IAPP). Το IAPP πρότυπο της IEEE είναι το 802.11F. [30]

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το 802.11 δεν περιορίζεται σε μία συγκεκριμένη τεχνολογία δικτύου κορμού. Έτσι, εκτός από ένα ενσύρματο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένα ασύρματο DS (WDS) για τη σύνδεση των APs. Ένα WDS μπορεί να λειτουργήσει με APs τα οποία μπορεί να χρησιμοποιούν ένα ή δύο 802.11 κανάλια. Στην πρώτη περίπτωση η επικοινωνία των APs με τους σταθμούς αλλά και η μεταξύ τους επικοινωνία γίνεται μέσω της ίδιας συχνότητας. Ένα μειονέκτημα αυτής της επιλογής είναι η μείωση της απόδοσης καθώς, λόγω της half-duplex φύσης του μέσου, ένα AP δεν μπορεί να επικοινωνεί με ένα σταθμό και ένα άλλο AP την ίδια στιγμή. Στην περίπτωση όμως των APs διπλής κατάστασης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία συχνότητα για την επικοινωνία με τους σταθμούς και μία διαφορετική για την επικοινωνία μεταξύ των APs. Έτσι, οι δύο αυτές επικοινωνίες μπορούν να λαμβάνουν χώρα την ίδια χρονική στιγμή χωρίς να επηρεάζουν την απόδοση του δικτύου.[31]

2.5. Υποπρότυπα 802.11

Οι ομάδες αναθεώρησης εντός της ομάδας εργασίας του 802.11 έχουν ως αποστολή την ενίσχυση και τον εμπλουτισμό τμημάτων του προτύπου 802.11. Ένα ειδικό γράμμα του αλφαβήτου που αντιστοιχεί σε κάθε αναθεώρηση, όπως 802.11a, 802.11b κλπ, αντιπροσωπεύει τις διαφορές ομάδες αναθεώρησης. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την ομάδα αναθεώρησης B (δηλαδή 802.11b) που είναι υπεύθυνη για την αναβάθμιση του αρχικού πρότυπου 802.11 έτσι ώστε να συμπεριλάβει λειτουργία υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης δεδομένων χρησιμοποιώντας DSSS στη μπάνα των 2.4GHz.[32], [33]

Πρότυπο IEEE 802.11a

Το 802.11a δημοσιεύθηκε το 1999 και ήταν το δεύτερο πρότυπο της οικογένειας 802.11. Όμως, προϊόντα 802.11a δεν κυκλοφόρησαν στην αγορά πριν από τα τέλη του 2001. Λειτουργεί στα 5GHz και παρέχει ρυθμούς μετάδοσης 6, 12, 24Mbps, υποχρεωτικά, και 9, 18, 36, 48, 54Mbps, προαιρετικά. Η τεχνολογία φυσικού επιπέδου που περιγράφει είναι η Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Προσφέρει 12 μη αλληλεπικαλυπτόμενα κανάλια με 20MHz εύρος το καθένα. Έτσι παρέχει μεγαλύτερη χωρητικότητα και αποτελεί καλύτερη επιλογή από το 802.11b/g για ένα περιβάλλον με πολλούς χρήστες και εφαρμογές με υψηλές απαιτήσεις. Επίσης, οι χρήστες ενός 802.11a δικτύου θα έχουν υψηλότερα επίπεδα απόδοσης καθώς η ζώνη των 5GHz δεν είναι τόσο φορτωμένη όσο αυτή των 2.4GHz, που χρησιμοποιεί το 802.11b. Πολλές συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα και φούρνοι μικροκυμάτων, λειτουργούν στα 2.4GHz με αποτέλεσμα να παρεμβάλλονται στα 802.11b δίκτυα, που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, ελαττώνοντας έτσι την απόδοση των τελευταίων. Ένα μειονέκτημα του 802.11a είναι το ότι δεν είναι συμβατό με το αρχικό 802.11 και με το 802.11b. Αυτό συμβαίνει γιατί λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες αλλά και γιατί χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες.[32], [34]

Πρότυπο IEEE 802.11b

Το 802.11b πρότυπο δημοσιεύθηκε το 1999 με στόχο να ξεπεράσει τους μειονεκτικούς ρυθμούς μετάδοσης του αρχικού 802.11. Λειτουργεί στα 2.4GHz και χρησιμοποιεί την τεχνολογία Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Εκδόθηκε την ίδια χρονική περίοδο με το 802.11a αλλά λόγω της εξέλιξης που υπήρχε ήδη στα 2.4GHz τα προϊόντα βγήκαν στην αγορά πριν από αυτά του 802.11a. Εξαιτίας αυτού, αλλά και λόγω συμβατότητας με το 802.11 αποτελεί το πιο δημοφιλές πρότυπο ασύρματων τοπικών δικτύων. Υποστηρίζει ταχύτητες 1, 2, 5.5 και 11Mbps και μπορεί να καλύψει περίπου 90 μέτρα στις περισσότερες εσωτερικές εγκαταστάσεις. Οι ρυθμοί μετάδοσης 5.5 και 11Mbps είναι γνωστοί ως High-Rate DSSS (HR-DSSS). Ένα μειονέκτημα του 802.11b είναι ότι δέχεται

παρεμβολές από άλλες συσκευές που λειτουργούν στη συχνότητα των 2.4GHz, όπως τα ασύρματα τηλέφωνα και οι φούρνοι μικροκυμάτων.[33], [34]

Πρότυπο IEEE 802.11g

Το 802.11g προτυποποιήθηκε το 2003. Προσφέρει ταχύτητες μέχρι 54Mbps χρησιμοποιώντας την τεχνολογία OFDM αλλά και την DSSS και λειτουργεί στα 2.4GHz. Το γεγονός ότι εκπέμπει στη συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων αλλά και το ότι υποστηρίζει και την DSSS τεχνολογία, το κάνει απόλυτα συμβατό με το 802.11b και το 802.11 DSSS. Η συμβατότητα του 802.11g με το 802.11b αποτελεί το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του καθώς η αναβάθμιση ενός 802.11b δικτύου σε 802.11g είναι απλή αλλά και μία εταιρεία που έχει εγκατεστημένα 802.11b APs μπορεί να φιλοξενήσει και 802.11g χρήστες και αντίστροφα. Επιπλέον, οι παρεμβολές που εμφανίζονται στο 802.11b από άλλες συσκευές παρουσιάζονται και στο 802.11g λόγω του ότι εκπέμπουν στα 2.4GHz.[32]

Πρότυπο IEEE 802.11n

Ένα σημαντικό πρότυπο ασύρματης τοπικής δικτύωσης, το οποίο αναπτύχθηκε από τον οργανισμό IEEE είναι το 802.11n, το οποίο δημοσιεύτηκε τον Οκτώβριο του 2009. Το πρότυπο 802.11g το οποίο επικυρώθηκε το 2003, καθίσταται ανεπαρκές, γιατί οι εφαρμογές γίνονται αρκετά πολύπλοκες και απαιτούν μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Όλα τα προϊόντα που χρησιμοποιούν το πρότυπο 802.11g έχουν μέγιστη διεκπεραιωτική ικανότητα η οποία είναι ίση με 54 Mbps, αλλά σε πραγματικές συνθήκες η ταχύτητα αυτή είναι περίπου το μισό ή και χαμηλότερα. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό εφαρμόστηκε η αναθεώρηση του προτύπου 802.11n, το οποίο υπόσχεται ταχύτητες έως 100Mbps ανώτερες από αυτές του προτύπου 802.11g και ανώτερη εμβέλεια εκπομπής. Η νέα τεχνολογία είναι η Multiple Input Multiple Output (MIMO) η οποία χρησιμοποιεί πολλαπλές κεραιές για την μεταφορά πολλαπλών ροών δεδομένων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Αντί να στείλει και να λάβει μόνο μια ροή δεδομένων, έχει την ικανότητα να μεταδώσει ταυτόχρονα τρεις ροές δεδομένων και να παραλάβει δύο, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποστέλλονται περισσότερα δεδομένα την ίδια χρονική περίοδο. Η τεχνική αυτή μπορεί επιπλέον να αυξήσει την εμβέλεια εκπομπής ή την απόσταση μεταξύ των δεδομένων που θα αποσταλούν.[19], [37]

Πρότυπο IEEE 802.11ac

Αυτό είναι το νεότερο πρότυπο Wi-Fi και επίσης το πιο δημοφιλές στις συσκευές τελευταίας γενιάς. Το 802.11ac χρησιμοποιεί ασύρματη τεχνολογία διπλής ζώνης παρέχοντας τη δυνατότητα να υποστηρίζει δύο ταυτόχρονες συνδέσεις στις ζώνες συχνοτήτων 2.4 και 5GHz. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του 802.11ac είναι το εύρος ζώνης του που μπορεί να φτάσει μέχρι τα 1.3Gbps για τη

ζώνη των 5GHz και 450Mbps για τη ζώνη των 2.4GHz. Επιπρόσθετα, είναι συμβατό και με άλλα πρότυπα όπως τα 802.11b/g/n.[38], [39]

Πρότυπο IEEE	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Συχνότητες
802.11	1 Mbps/2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	11 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps/11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz & 5 GHz

Πίνακας 0.1: Βασικότερα πρότυπα 802.11 [33]

2.6. Υπηρεσίες 802.11 δικτύων

Το 802.11 πρότυπο ορίζει εννιά υπηρεσίες που θα πρέπει να παρέχει ένα WLAN. Οι πέντε από αυτές τις υπηρεσίες είναι υπηρεσίες διανομής και παρέχονται από τα σημεία πρόσβασης (Access Points) και δίνουν τη δυνατότητα στο δίκτυο να γνωρίζει τη θέση των ασύρματων σταθμών ούτως ώστε να παραδίδουν τα πλαίσια αναλόγως οι υπόλοιπες τέσσερις υπηρεσίες σταθμών.[42], [43]

2.6.1. Διανομή

Πρόκειται για τη βασική υπηρεσία που χρησιμοποιείται από τους 802.11 σταθμούς σε ένα infrastructure δίκτυο. Κάθε φορά που ένας σταθμός στέλνει ένα πλαίσιο η υπηρεσία διανομής εκτελείται. Συγκεκριμένα, όταν ένα AP λάβει ένα πλαίσιο το παραδίδει στο σύστημα διανομής. Κατόπιν εκτελείται η υπηρεσία διανομής προκειμένου να επιλεγεί το σωστό AP εξόδου με το οποίο είναι συσχετισμένος ο τελικός παραλήπτης. Αυτή η διαδικασία εκτελείται τόσο για την ανταλλαγή πλαισίων μεταξύ σταθμών που είναι συσχετισμένοι με διαφορετικά APs όσο και για σταθμούς συσχετισμένους με το ίδιο AP. Η προδιαγραφή δεν ορίζει πώς διανέμεται το μήνυμα μέσα στο σύστημα διανομής. Αυτό που πρέπει να κάνει το IEEE 802.11 είναι να παρέχει την απαραίτητη πληροφορία στο σύστημα διανομής ώστε αυτό να μπορεί να καθορίσει το σημείο εξόδου το οποίο συνδέεται με τον παραλήπτη. Η πληροφορία αυτή παρέχεται μέσω των τριών υπηρεσιών συσχέτισης (association, reassociation, disassociation).

2.6.2. Ενοποίηση

Η υπηρεσία της ενοποίησης επιτρέπει τη σύνδεση του συστήματος διανομής σε ένα μη 802.11 δίκτυο. Όταν ένα πλαίσιο πρέπει να σταλεί μέσω ενός δικτύου που δεν είναι της μορφής 802.11 και χρησιμοποιεί διαφορετική μέθοδο διευθυνσιοδότησης ή μορφή πλαισίων, η υπηρεσία αυτή διαχειρίζεται τη μετατροπή από τη μορφή του 802.11 στη μορφή που απαιτείται από το δίκτυο προορισμού. Οι λεπτομέρειες της υπηρεσίας αυτής εξαρτώνται από το σύστημα διανομής που χρησιμοποιείται και δεν ορίζονται από το 802.11 καθώς ορίζει μόνο ότι η υπηρεσία της ενοποίησης πρέπει να παρέχεται από το σύστημα διανομής.

2.6.3. Συσχέτιση

Αυτή η υπηρεσία χρησιμοποιείται από τους σταθμούς για να συνδεθούν με ένα AP και ουσιαστικά συμβαίνει τη στιγμή που ο σταθμός θα βρεθεί εντός της εμβέλειας ενός AP. Έτσι, το δίκτυο διανομής αποκτά γνώση σχετικά με τη φυσική θέση των σταθμών μέσα στο δίκτυο, γνώση απαραίτητη για τη σωστή προώθηση και παράδοση των πλαισίων. Τη διαδικασία της συσχέτισης την ξεκινάει πάντα ο σταθμός στέλνοντας ένα πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει στοιχεία όπως υποστηριζόμενοι ρυθμοί μετάδοσης και επιθυμητό SSID. Το AP στη συνέχεια απαντάει με ένα πλαίσιο επιβεβαιώνοντας ή απορρίπτοντας τη συσχέτιση. Έτσι, ένας σταθμός μπορεί να είναι συσχετισμένος μόνο με ένα AP κάθε στιγμή, ενώ ένα AP μπορεί να εξυπηρετεί πολλούς σταθμούς.

2.6.4. Επανασυσχέτιση

Πρόκειται για μια υπηρεσία παρόμοια με αυτή της συσχέτισης μόνο που τώρα επιπλέον ο σταθμός παρέχει στο νέο AP πληροφορίες για το AP με το οποίο ήταν συσχετισμένος προηγουμένως. Έτσι, το νέο AP μπορεί να επικοινωνήσει με το προηγούμενο για να μετακινήσει την παλιά συσχέτιση και να ζητήσει πλαίσια που πιθανόν είχαν αποθηκευθεί εκεί και προορίζονταν για το σταθμό. Επίσης, το DS ενημερώνεται για τις νέες συσχετίσεις. Η υπηρεσία αυτή λέγεται επανασυσχέτιση όχι επειδή ο σταθμός επανασυσχετίζεται με το AP αλλά με το SSID του ασύρματου δικτύου. Έτσι, όταν ένας σταθμός μετακινείται από το ένα BSS στο άλλο, μέσα σε ένα ESS, χάνει την επαφή με το AP που ήταν συνδεδεμένο και πρέπει να συνδεθεί με ένα νέο AP. Αυτό γίνεται μέσω της διαδικασίας της επανασυσχέτισης.

2.6.5. Αποσυσχέτιση

Με αυτή τη λειτουργία διακόπτεται μία συσχέτιση. Μπορεί να προκληθεί είτε από το AP είτε από τον σταθμό. Ένα AP μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτή την υπηρεσία πριν απενεργοποιηθεί για λόγους συντήρησης και ένας σταθμός μπορεί να διακόψει τη σύνδεση με ένα AP όταν πάψει να χρειάζεται τις υπηρεσίες του. Επίσης, όταν ένας σταθμός πρόκειται να αφήσει το δίκτυο θα πρέπει να εκτελεί αυτή τη διαδικασία. Ωστόσο, το MAC είναι σχεδιασμένο να φιλοξενεί σταθμούς οι οποίοι θα εγκαταλείψουν το δίκτυο χωρίς να τερματίσουν επίσημα τη σύνδεση. Η υπηρεσία αυτή είναι μια ειδοποίηση, όχι μία αίτηση, και κανένα από τα δύο μέρη της σχέσης δεν μπορεί να αρνηθεί τον τερματισμό μιας συσχέτισης. Η όλη διαδικασία γίνεται με την αποστολή ενός πλαισίου αποσυσχέτισης από το μέρος που θέλει να τερματίσει τη συσχέτιση.

2.6.6. Πιστοποίηση ταυτότητας

Τα ασύρματα δίκτυα, σε σχέση με τα ενσύρματα, υστερούν στο θέμα της ασφάλειας λόγω της φύσης του μέσου. Έτσι, πρέπει να βασιστούν σε επιπρόσθετες διαδικασίες πιστοποίησης για να μην έχουν πρόσβαση στο δίκτυο ανεπιθύμητοι χρήστες. Η υπηρεσία της πιστοποίησης είναι μία βασική λειτουργία που ελέγχει την πρόσβαση σε ένα WLAN. Για να μπορέσει ένας σταθμός να συσχετιστεί και να έχει πρόσβαση στο δίκτυο θα πρέπει πρώτα να πιστοποιηθεί. Πρόκειται για μία διαδικασία η οποία είναι υποχρεωτική τόσο στα Infrastructure BSS όσο και στα IBSS. Χρησιμοποιείται από όλους τους σταθμούς για να εξακριβώσει ο ένας την ταυτότητα του άλλου προκειμένου να επικοινωνήσουν. Το 802.11 ορίζει δύο μεθόδους πιστοποίησης, Open System Authentication και Shared Key Authentication.

2.6.7. Ακύρωση πιστοποίησης ταυτότητας

Με αυτή την υπηρεσία διακόπτεται μια τρέχουσα (υπάρχουσα) πιστοποίηση. Μπορούν να την προκαλέσουν και τα δύο μέρη της σχέσης. Όταν ένας σταθμός θέλει να εγκαταλείψει το δίκτυο μπορεί να στείλει ένα πλαίσιο ακύρωσης πιστοποίησης στο AP αλλά και ένα AP μπορεί να στείλει ένα τέτοιο πλαίσιο σε ένα σταθμό. Όπως και στην περίπτωση της αποσυσχέτισης, έτσι κι εδώ πρόκειται για μία ενημέρωση την οποία δεν μπορεί να την αρνηθεί κανένα από τα δύο μέρη. Επειδή η διαδικασία της πιστοποίησης προηγείται της συσχέτισης, μια διαδικασία ακύρωσης πιστοποίησης θα προκαλέσει και μια αποσυσχέτιση.

2.6.8. Προστασία απορρήτου

Καθώς τα δεδομένα διασχίζουν το ασύρματο μέσο μετάδοσης, μπορούν εύκολα να υποκλαπούν. Για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα, το 802.11 επιτρέπει την κρυπτογράφηση των περιεχομένων των μηνυμάτων μέσω της υπηρεσίας προστασίας απορρήτου. Η υπηρεσία αυτή εφαρμόζεται σε όλα τα πλαίσια δεδομένων και σε μερικά πλαίσια πιστοποίησης. Αρχικά για την υποστήριξη αυτής της υπηρεσίας γινόταν χρήση του αλγόριθμου WEP. Επειδή όμως το WEP παραβιάστηκε, το 802.11 έχει ορίσει νέες μεθόδους για την προστασία των δεδομένων όπως το 802.11i.

2.6.9. Παράδοση δεδομένων

Το 802.11 παρέχει αυτή την υπηρεσία για τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων. Επειδή το 802.11 ακολουθεί το μοντέλο του Ethernet και η μετάδοση στο Ethernet δεν είναι εγγυημένα αξιόπιστη κατά 100%, ούτε η μετάδοση στο 802.11 είναι εγγυημένα αξιόπιστη, έτσι τα ανώτερα επίπεδα θα πρέπει να ασχοληθούν με την ανίχνευση και την επιδιόρθωση των σφαλμάτων. Προτού όμως ένας σταθμός συνδεθεί σε ένα δίκτυο θα πρέπει πρώτα να το έχει εντοπίσει. Το 802.11 ορίζει δύο μεθόδους ανίχνευσης, την παθητική ανίχνευση (passive scanning) και την ενεργητική ανίχνευση (active scanning). Στην πρώτη περίπτωση, ο σταθμός απλά ανιχνεύει το μέσο ενώ τα APs στέλνουν περιοδικά ένα πλαίσιο που περιέχει πληροφορίες για αυτά, όπως το SSID και οι υποστηριζόμενοι ρυθμοί μετάδοσης. Τα πλαίσια αυτά είναι γνωστά ως beacons. Ο σταθμός χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες σε συνδυασμό με την ισχύ του σήματος του κάθε AP για να αποφασίσει με ποιο θα συσχετιστεί.

Κεφάλαιο 3

Αυτοματοποιημένο σπίτι

Καθώς η τεχνολογία έχει εξαπλωθεί σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας του ανθρώπου, έχει καταφέρει να εισβάλει και στο οικιακό του περιβάλλον μέσα από τα αυτόνομα ή έξυπνα σπίτια. Η δημιουργία προγραμματιζόμενων συσκευών για καθημερινή χρήση από τον άνθρωπο παρουσιάζει αλματώδη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια με αποτέλεσμα τη διευκόλυνση των καθημερινών μας αναγκών και την ασφάλεια της ιδιωτικής περιουσίας.[46]

Η έξυπνη τεχνολογία στο σπίτι επιτυγχάνεται όταν οι αισθητήρες οι οποίοι έχουν εγκατασταθεί μπορούν να παρακολουθούν τη συμπεριφορά του χρήστη και να αλληλεπιδρούν με τις οικιακές συσκευές. Επίσης, οι συσκευές υποστήριξης έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν εργασίες τις οποίες μπορεί να κάνει ένας άνθρωπος, όπως να τεθούν σε λειτουργία ή να απενεργοποιηθούν αυτόματα. Αυτά όλα συνδέονται σε ένα δίκτυο επικοινωνίας που περιλαμβάνει τους αισθητήρες και τις οικιακές συσκευές όπου με τη βοήθεια αλγορίθμων χρησιμοποιούν τα δεδομένα που λαμβάνουν οι αισθητήρες και «αποφασίζουν» ποια λειτουργία πρέπει να εκτελέσουν.[45]

Γενικά, ο αυτοματισμός σε ένα σπίτι αναφέρεται στον χειρισμό και τον έλεγχο κάθε ηλεκτρικής συσκευής που βρίσκεται στο σπίτι με τη βοήθεια ενός μικροελεγκτή ή υπολογιστή. Ο αυτοματισμός είναι αρκετά δημοφιλής σήμερα κυρίως γιατί παρέχει μεγάλη ευκολία, άνεση, ασφάλεια και αποτελεσματικότητα στους χρήστες. Οι αυτοματισμοί στο σπίτι επιτυγχάνονται με διάφορους αισθητήρες οι οποίοι έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν την κατάσταση στην οποία βρίσκονται και να ενημερώνουν τον διακομιστή. Για παράδειγμα, το σύστημα αυτοματισμού του σπιτιού μπορεί να ειδοποιεί τον χρήστη απομακρυσμένα για διάφορα συμβάντα όπως πυρκαγιά, διαρροές νερού, αερίου και παραβίαση εισόδου. Εάν ο χρήστης βρίσκεται μακριά από τις συσκευές μπορεί να τις ελέγχει απομακρυσμένα και να αλλάζει την κατάσταση τους δηλαδή να τις ενεργοποιεί και να τις απενεργοποιεί ή να τις προσαρμόζει στις καθημερινές του ανάγκες. [46]

3.1. Το έξυπνο σπίτι

Έξυπνο σπίτι μπορεί να θεωρηθεί ένα προσωπικό ή εργασιακό περιβάλλον το οποίο παρέχει ένα σύνολο τεχνολογικών εφαρμογών με κυριότερο χαρακτηριστικό την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο των επιμέρους τμημάτων του. Η αυτοματοποίηση και ο τρόπος ελέγχου έχουν διάφορες μορφές και εξαρτώνται από πολλές παραμέτρους όπως το κόστος, ο τύπος του σπιτιού ή κτιρίου στο οποίο θα εγκατασταθεί η τεχνολογία, οι επιλογές που θα κάνει ο χρήστης και το είδος των συσκευών που θα ελέγχονται. Ένα έξυπνο σπίτι παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες του να απολαμβάνουν ένα

απλοποιημένο και αναβαθμισμένο περιβάλλον με πάρα πολλές ανέσεις. Οι συσκευές που βρίσκονται μέσα στο σπίτι έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν και ανταλλάζουν δεδομένα μεταξύ τους όπως επίσης και να εκτελούν λειτουργίες που τους δίνει ο χρήστης απομακρυσμένα μέσα από το κινητό του τηλέφωνο ή τον ηλεκτρονικό του υπολογιστή.

Γενικά, υπάρχουν αρκετά θετικά στοιχεία της αυτοματοποίησης ενός οικιακού περιβάλλοντος και δικαίως θεωρείται από τις σημαντικότερες τεχνολογίες στο χώρο του διαδικτύου των πραγμάτων. Μερικά από αυτά είναι η ελάχιστη συντήρηση που απαιτείται, η εξοικονόμηση ενέργειας από τις συσκευές, η αθόρυβη λειτουργία και κυρίως ο έλεγχος από το χρήστη των συσκευών στο σπίτι απομακρυσμένα το οποίο του δίνει μια άνευ προηγουμένου άνεση.[14]

Επιπρόσθετα, η τεχνολογία του «έξυπνου σπιτιού» προσφέρει στους χρήστες αρκετές ευκολίες στην καθημερινότητα δίνοντας τους την ευκαιρία να προγραμματίσουν τις συσκευές τους όπως αυτοί θέλουν για να εκτελούν διάφορες λειτουργίες αυτοματοποιημένα χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Ο χρήστης μπορεί να δίνει εντολές στις συσκευές είτε από ένα τηλεχειριστήριο ή απομακρυσμένα χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο.[47]

Το «έξυπνο σπίτι» πρέπει να ενσωματώνει με ευκολία την εξέλιξη της τεχνολογίας, δηλαδή με την πάροδο του χρόνου και αφού έχουν περάσει αρκετά χρόνια από την κατασκευή του να μπορεί να ακολουθεί τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του χρήστη χωρίς να χρειάζεται να γίνει από την αρχή η όλη διαδικασία.[46]



Εικόνα 0.1: Έξυπνο σπίτι. [47]

3.2. Τεχνολογίες έξυπνου σπιτιού

Ένα έξυπνο σπίτι χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες ανάλογα με το μέσο διάδοσης που χρησιμοποιείται για την μετάδοση των πληροφοριών, δεδομένων και των εντολών. Πιο συγκεκριμένα

υπάρχουν δυο κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ευρέως για την υλοποίηση ενός αυτοματοποιημένου σπιτιού και θα αναφερθώ παρακάτω:[14], [46]

Μετάδοση δεδομένων ασύρματα:

Η ασύρματη μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιείται κατά κόρον σε σπίτια με κλασσική ηλεκτρική υποδομή όπου το κόστος είναι ασύμφορο για να περαστούν καλώδια σε ολόκληρο το σπίτι. Έτσι, με τη χρήση της ασύρματης τεχνολογίας το δικτύωμα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στο σπίτι παρέχοντας μεγάλη ευελιξία και άνεση. Τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους κανάλια ραδιοσυχνότητας με αποτέλεσμα κάθε κόμβος του δικτύου να μεταδίδει την πληροφορία σε όλους τους κόμβους που βρίσκονται εντός του εύρους μετάδοσης. Οι κόμβοι επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα δηλαδή μεταδίδουν και λαμβάνουν πληροφορίες χωρίς να χρειάζεται να είναι συνδεδεμένοι σε κάποιο φυσικό μέσο με αποτέλεσμα να παρέχουν τη δυνατότητα κίνησης των συσκευών. Η τεχνολογία των ασύρματων επικοινωνιών έχει ραγδαία εξάπλωση στις βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο με εξαιρετικά προηγμένα συστήματα σε πολλούς τομείς της τεχνολογίας. [14]

Μετάδοση δεδομένων ενσύρματα:

Αντιθέτως, σε πιο καινούριες οικοδομές χρησιμοποιείται κυρίως η τεχνολογία μετάδοσης σημάτων ενσύρματα δηλαδή μέσω χαλκού με αποτέλεσμα το κόστος να αυξάνεται σημαντικά. Παρόλα αυτά δεν είναι αποτρεπτική και η ασύρματη μετάδοση δεδομένων. Ο χρήστης έχει αρκετές ανέσεις στο σπίτι με τον έλεγχο διάφορων συσκευών. Για παράδειγμα μπορεί να λαμβάνει στο κινητό του τηλέφωνο με μήνυμα γεγονότα που συμβαίνουν στο σπίτι όταν λείπει από αυτό. Εκτός από το κινητό τηλέφωνο αυτό μπορεί να γίνει και μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή όταν είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο. Έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο μέσω καμερών διάφορα σημεία του σπιτιού και να λαμβάνει ειδοποίηση όταν κάποιος προσπαθήσει να παραβιάσει κάποια πόρτα ή παράθυρο. Γενικώς, υπάρχει πληθώρα επιλογών που μπορεί να κάνει ο χρήστης ώστε η καθημερινότητα του να είναι πιο εύκολη για πράγματα που τον εξυπηρετούν. [47]

3.3. Χαρακτηριστικά έξυπνου σπιτιού

Ένα έξυπνο σπίτι με την υλοποίηση του οφείλει να έχει κάποια χαρακτηριστικά όπως:

- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Ασφάλεια
- Αξιοπιστία

- Προστασία προσωπικών δεδομένων
- Απομακρυσμένος έλεγχος από τον χρήστη

Το έξυπνο σπίτι πρέπει να παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας σε διάφορες συσκευές όπως για παράδειγμα τα φώτα, το κλιματιστικό, ο θερμολουτήρας, όταν δεν υπάρχει κάποιο άτομο στο σπίτι να κλείνουν αυτόματα ή τα φώτα στους εξωτερικούς χώρους να κλείνουν με το πρώτο φως της ημέρας. [13]

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του έξυπνου σπιτιού είναι η απομακρυσμένη διαχείριση που μπορεί να κάνει ο χρήστης όταν δεν βρίσκεται στο σπίτι. Μπορεί να δώσει διάφορες εντολές στις οικιακές συσκευές μέσω του κινητού τηλεφώνου ή του ηλεκτρονικού υπολογιστή χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο. Για παράδειγμα, μπορεί να ενεργοποιήσει το κλιματιστικό προτού έρθει στο σπίτι ώστε με το που να φτάσει ο χώρος να έχει την επιθυμητή θερμοκρασία. Ακόμη, μπορεί να δώσει εντολή στο θερμοσίφωνα να ζεστάνει το νερό και να μην περιμένει. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα έξυπνο σπίτι είναι η ασφάλεια ώστε ο ίδιος ο χρήστης να νιώθει ασφαλείς ακόμη και τις ώρες που απουσιάζει από αυτό. Μπορεί να ειδοποιείται στο κινητό του τηλέφωνο για τυχόν παραβιάσεις ή πρόκλησης ζημιάς. Βέβαια, τα συστήματα του σπιτιού θα πρέπει να είναι εξαιρετικά αξιόπιστα ως προς την εκτέλεση των εντολών από τον χρήστη για την αποφυγή προβλημάτων και βλαβών.

Επίσης, η ευκολία εγκατάστασης ενός έξυπνου σπιτιού βοηθά στο γεγονός να αναπτύσσεται αυτή η τεχνολογία και να φτιάχνονται όλο και περισσότερα σπίτια τα οποία προσφέρουν πολλές διευκολύνσεις ακόμα και στον πιο απαιτητικό χρήστη. Γενικά, ο χρήστης μέσω του smartphonetου μπορεί να έχει τον πλήρη έλεγχο του σπιτιού και να δίνει εντολές οποιαδήποτε στιγμή της μέρας ακόμη και να βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.[49]

3.4. Λειτουργίες οικιακού αυτοματισμού

Ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να εκτελεί πολλές και διαφορετικές λειτουργίες ταυτόχρονα ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη. Ο κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει διάφορες λειτουργίες σε διαφορετικά επίπεδα. Αρχικά, η ομαδοποίηση των ηλεκτρικών συσκευών είναι μια συνεργασία πολλών λειτουργιών προγραμματίζοντας διάφορες λειτουργίες να πραγματοποιούνται σε καθορισμένο χρόνο. Ο έλεγχος όλων των επιμέρους λειτουργιών πραγματοποιείται σε ένα μόνο σημείο, το σύστημα ελέγχου. Αυτό βοηθάει αρχάριους ή ηλικιωμένους χρήστες να προσαρμόζονται πιο εύκολα σε αυτή την τεχνολογία.

Κάθε σπίτι δεν πρέπει να είναι μόνο όμορφο στην εμφάνιση αλλά και φιλικό προς το περιβάλλον και την εξοικονόμηση ενέργειας. Μια από τις κυριότερες λειτουργίες του είναι η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που επιτυγχάνει. Αυτό γίνεται με τον φωτισμό όπου τα φώτα ανάβουν αυτόματα μόνο αφού νυχτώσει και σβήνουν όταν ξημερώσει.

Επίσης, ο χρήστης μπορεί να φτιάξει το δικό του σενάριο, για παράδειγμα να ρυθμίσει τις συσκευές να λειτουργούν από μια συγκεκριμένη ώρα και μετά να κλείνουν την ώρα που θέλει ο ίδιος ή μέσω του κινητού τηλεφώνου να τις ανοιγοκλείνει όποτε επιθυμεί.[49] Ακόμη, με τη βοήθεια ενός έξυπνου ελεγκτή και των αισθητήρων ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί τη λειτουργία των συσκευών και να τον ενημερώνει σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσης ενέργειας και αν υπάρξει κάποιο πρόβλημα στη λειτουργία και την υπερθέρμανση των συσκευών, ή για τυχόν διαρροές νερού ώστε να αποτρέψει το πρόβλημα. Με τη βοήθεια των αισθητήρων φωτιάς ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ειδοποιείται όπου και αν βρίσκεται με ένα μήνυμα σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά στο σπίτι.

Επιπρόσθετα, στον εξωτερικό χώρο του σπιτιού και συγκεκριμένα στον κήπο τα φυτά μπορεί να ποτίζονται αυτόματα και όποτε αυτό κρίνεται αναγκαίο. Δηλαδή, με ένα αισθητήρα υγρασίας ο οποίος ανιχνεύει την υγρασία του εδάφους «κρίνει» πότε χρειάζεται πότισμα και ανοίγει την παροχή νερού. Για παράδειγμα, όταν είναι ξηρό το έδαφος θα αρχίσει να ποτίζει για κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτό επίσης μπορεί να γίνει ανάλογα με τις ώρες και τον χρόνο που επιθυμεί ο χρήστης να γίνεται το πότισμα χωρίς να χρειάζεται να το κάνει ο ίδιος χειροκίνητα καθορίζοντας κάποιες ώρες στο σύστημα. Έτσι, αποφεύγετε η σπατάλη νερού και σε περίπτωση διαρροής υδάτων το σύστημα κλείνει αυτόματα την παροχή νερού.[49]

Ο χρήστης μπορεί να ελέγχει πώς να λειτουργούν και πότε να λειτουργούν οι συσκευές στο σπίτι με διάφορους τρόπους ανάλογα με την επιλογή που θέλει να κάνει. Μερικοί από αυτούς είναι:

- Μέσω διαδικτύου με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή
- Μέσω φωνητικών εντολών με συμβατές συσκευές
- Μέσω κινητού τηλεφώνου (smartphone)
- Με τηλεδιαχείριση όταν ο χρήστης βρίσκεται απομακρυσμένα

Οι λειτουργίες ενός έξυπνου σπιτιού μπορούν να ταξινομηθούν σε πολλά επίπεδα και χωρίζονται ανάλογα με την εφαρμογή τους. Παρακάτω, θα αναφερθούμε στις κυριότερες:

Φωτισμός

Τα φώτα σε ένα έξυπνο σπίτι είναι συνδεδεμένα με Wi-Fi και λειτουργούν αυτόματα ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. Πλέον, από τους απλούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και τις λάμπες φθορίου, έχουμε οδηγηθεί στις λάμπες LED οι οποίες είναι οι πιο διαδεδομένες στην αγορά σήμερα.

Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πιο οικονομικές και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, παράγοντας ωστόσο περισσότερο φωτισμό από μια απλή λάμπα.

Ο φωτισμός ενός έξυπνου σπιτιού είναι ίσως η βασικότερη λειτουργία του και περιλαμβάνει: [49]

- Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τις ανάψει οποιαδήποτε στιγμή επιθυμεί
- Να αναβοσβήνουν ανάλογα με την μουσική
- Να ρυθμιστούν ανάλογα με τον αισθητήρα κίνησης ώστε όταν ανιχνευθεί κίνηση να ανάβουν
- Να ανάβουν αυτόματα όταν νυχτώσει και να σβήνουν όταν ξημερώσει (για εξωτερικό χώρο)
- Να ρυθμιστούν αναλόγως ώστε να ανάβουν μια καθορισμένη ώρα που ορίστηκε από τον χρήστη



Εικόνα 0.2: Τηλεδιαχείριση φωτισμού. [50]

Σύστημα σκίασης

Το έξυπνο σπίτι έχει τη δυνατότητα να παίρνει πρωτοβουλίες από μόνο του χωρίς να το ζητήσει ο χρήστης. Το σύστημα σκίασης δηλαδή τα ρολά, οι τέντες ή ακόμα και οι κουρτίνες μπορούν να προσαρμόζονται ανάλογα με τις εναλλαγές των καιρικών συνθηκών. [49]

- Οι κουρτίνες και οι τέντες μπορούν να ανοιγοκλείνουν αυτόματα κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να δίνεται η εντύπωση ότι υπάρχει κάποιος στο σπίτι και να αποφεύγετε η πιθανότητα διάρρηξης
- Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (βροχή, άνεμος, ήλιος) οι τέντες ανεβοκατεβαίνουν αυτόματα
- Οι πόρτες και τα παράθυρα συνδέονται με το σύστημα ασφαλείας ώστε όταν ανιχνεύσουν κίνηση ειδοποιούν το σύστημα συναγερμού



Εικόνα 0.3: Τηλεδιαχείριση συστήματος σκίασης. [51]

Έλεγχος συσκευών

Ο έλεγχος των συσκευών μπορεί να γίνει αυτόματα είτε χειροκίνητα. Ο πιο πρόσφατος εξοπλισμός είναι η θύρα Ethernet όπου η συσκευή είναι ένα μέρος του δικτύου και παρέχει ένα ευρύ εύρος ελέγχου. [49]

Θέρμανση και κλιματισμός

Με τον σωστό προγραμματισμό του συστήματος κλιματισμού του σπιτιού και με καλή μόνωση του χώρου εξοικονομείται αρκετή ηλεκτρική ενέργεια. [49]

- Με τη βοήθεια αισθητήρων για πρόβλεψη καιρού ο χρήστης μπορεί να γνωρίζει πως θα λειτουργήσει τις συσκευές κλιματισμού και θέρμανσης ώστε το σπίτι να έχει μια καλή θερμοκρασία
- Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί μόνο όταν χρειάζεται ή όταν η θερμοκρασία είναι κάτω του ορίου που έθεσε ο χρήστης. Για παράδειγμα, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια η θέρμανση κλείνει ή αν ένας χώρος στο σπίτι είναι πιο ζεστός από τον άλλο η θέρμανση να λειτουργεί μόνο στο χώρο με την πιο χαμηλή θερμοκρασία. Το αντίθετο και για τα κλιματιστικά.
- Το σύστημα συλλέγει δεδομένα με τη βοήθεια των αισθητήρων και του χρήστη ώστε να «γνωρίζει» πότε πρέπει να τεθεί σε λειτουργία και πότε να απενεργοποιηθεί. Αυτό γίνεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν (βροχή, κρύο, ζέστη). Με αυτό τον τρόπο, εξοικονομείται ενέργεια γιατί το σύστημα λειτουργεί μόνο όταν χρειάζεται διατηρώντας τη θερμοκρασία στο σπίτι σε φυσιολογικά επίπεδα.

Σύστημα ασφαλείας

Η ασφάλεια σε ένα έξυπνο σπίτι είναι απαραίτητη και είναι από τα πιο σημαντικά συστήματα που υπάρχουν σε αυτό. Δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να παρακολουθεί και να ενημερώνεται για τυχόν παραβίαση του χώρου από διαρρήκτη οποιαδήποτε χρονική στιγμή όπου και αν βρίσκεται μέσω εφαρμογών στο κινητό τηλέφωνο. Ο χρήστης έχει πολλές ανέσεις με τη βοήθεια το συστήματος ασφαλείας: [49]

- Μπορεί να ανάψει τα φώτα σε όλους τους χώρους του σπιτιού από το κινητό του τηλέφωνο σε περίπτωση που αντιληφθεί οτιδήποτε το ύποπτο
- Να διακόψει την παροχή ρεύματος σε ολόκληρο το σπίτι σε περίπτωση κάποιας βλάβης ή μεμονωμένων συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται για καλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας
- Ο χρήστης μπορεί να ενημερώνεται για τυχόν διαρροές νερού, πυρκαγιάς, ηλεκτροπληξία και διάφορες άλλες υλικές καταστροφές ώστε να τις αποτρέπει άμεσα
- Σε περίπτωση διάρρηξης όπου οι πόρτες και τα παράθυρα είναι ενσωματωμένα με αισθητήρες κίνησης και συνδεδεμένα στο δίκτυο, με τυχόν παραβίαση ο χρήστης θα ειδοποιείτε άμεσα όπου και αν βρίσκεται και επιπλέον θα τίθεται σε λειτουργία το σύστημα συναγερμού ενεργοποιώντας τη σειράνα.



Εικόνα 0.4: Σύστημα ασφαλείας έξυπνου σπιτιού. [52]

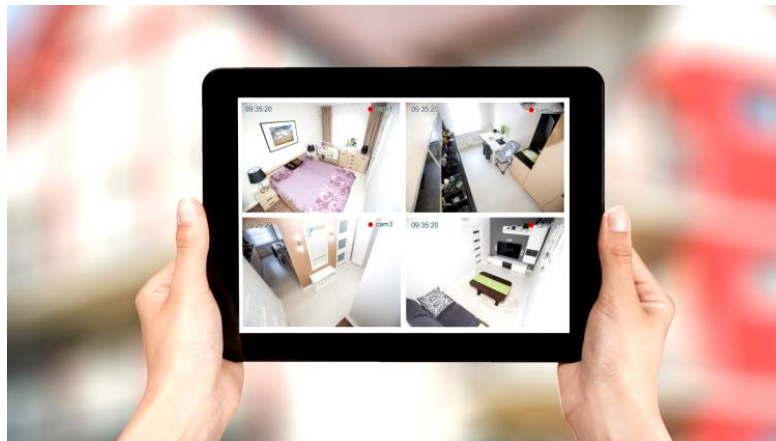
Σύστημα ποτίσματος εξωτερικού χώρου

Το σύστημα ποτίσματος παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να ποτίζεται ο κήπος του χωρίς τη δική του παρουσία. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει κάποιες ώρες τις οποίες θα ενεργοποιείται το σύστημα ποτίσματος και για όσο χρειαστεί ή ακόμη να το πραγματοποιήσει από το κινητό του τηλέφωνο με το πάτημα ενός κουμπιού.[49] Επίσης, αν ο χρήστης ξεχάσει να ενεργοποιήσει το σύστημα αυτό θα ενεργοποιείται αυτόματα. Διάφοροι αισθητήρες (υγρασίας, θερμοκρασίας) βρίσκονται στο έδαφος

μετρώντας πόσο ξηρό είναι το έδαφος, έτσι σε περίπτωση που ο χρήστης δεν ποτίσει τον κήπο το σύστημα θα ενεργοποιείται αυτόματα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η διατήρηση του κήπου. [49]

Σύστημα παρακολούθησης

Με τη βοήθεια του συστήματος παρακολούθησης ο χρήστης έχει την δυνατότητα να έχει οπτική επαφή με ολόκληρο το σπίτι οποιαδήποτε στιγμή όπου και αν βρίσκεται μέσα από το smartphone ή το tablet του.[49] Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση καμερών σε όλους τους χώρους του σπιτιού και τους εξωτερικούς ώστε ο χρήστης να μπορεί να βλέπει σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση που επικρατεί στο σπίτι του ακόμη και τις ώρες που απουσιάζει. Αυτό του δίνει τη δυνατότητα να ελέγχει τις συσκευές ή τυχόν δυσλειτουργίες που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια της ημέρας. [49]



Εικόνα 0.5: Σύστημα παρακολούθησης. [53]

3.5. Απαιτήσεις υλοποίησης και λειτουργίας

Ένα έξυπνο σπίτι για να φτιαχτεί θα πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις και να έχει κάποια πρωτεύοντα χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα η εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τα κλασικά σπίτια, η ασφάλεια και η ευκολία στον χειρισμό από τον χρήστη. Τα έξυπνα συστήματα στο σπίτι θα πρέπει να είναι αξιόπιστα ώστε να εκτελούν με ακρίβεια τις εντολές του χρήστη και να αποφεύγονται προβλήματα και ανεπιθύμητες καταστάσεις.

Επίσης, οι έξυπνες συσκευές με τον κατάλληλο προγραμματισμό πετυχαίνουν μεγάλη οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, ο εξωτερικός φωτισμός του σπιτιού θα πρέπει να μπορεί να απενεργοποιείται το πρωί και να ανάβει τη νύχτα αυτόματα. Ακόμα, όταν δεν υπάρχει κανείς στο σπίτι διάφορες ηλεκτρικές συσκευές όπως κλιματιστικά, θέρμανση, θερμοσίφωνας θα πρέπει να παραμένουν απενεργοποιημένα εκτός αν δώσει εντολή απομακρυσμένα να ενεργοποιηθούν ο χρήστης.[55]

Το έξυπνο σπίτι διακρίνεται κυρίως από το χαρακτηριστικό ότι μπορεί να ελεγχθεί πλήρως από τον χρήστη απομακρυσμένα δηλαδή ο ένοικος ακόμα και αν βρίσκεται στη δουλειά του μπορεί να δίνει εντολές ή να λαμβάνει πληροφορίες για την κατάσταση στο σπίτι μέσω του κινητού τηλεφώνου ή του ηλεκτρονικού υπολογιστή για να εκτελούνται διάφορες λειτουργίες στο σπίτι.

Ένα ακόμη από τα κυριότερα χαρακτηριστικά είναι το θέμα της ασφάλειας και αυτό γιατί ο κάθε χρήστης θέλει να νιώθει ασφάλεια στο σπίτι του ιδιαίτερα όταν απουσιάζει από αυτό. Με τη βοήθεια συστημάτων συναγερμού ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ειδοποιείται σε πραγματικό χρόνο για παραβιάσεις στον χώρο του σπιτιού. Με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας κινητών τηλεφώνων (smartphone) ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να έχει οπτική επαφή με όλους τους χώρους του σπιτιού καθ'όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Τέλος, ένα ενθαρρυντικό χαρακτηριστικό της κατασκευής έξυπνων σπιτιών είναι η ευκολία εγκατάστασης με αποτέλεσμα να ωθεί όλο και περισσότερο κόσμο να στρέφεται σε αυτή την καινοτομία.[56]

3.6. Προτερήματα έξυπνου σπιτιού

Ένα έξυπνο σπίτι έχει τη δυνατότητα να παρέχει πληθώρα πλεονεκτημάτων προς όφελος του εκάστοτε χρήστη και του βιοτικού επιπέδου του. Η έξυπνη κατοικία καλύπτει τις καθημερινές ανάγκες του χρήστη αυτοματοποιώντας διάφορες λειτουργίες στο σπίτι. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα πλεονεκτήματα των έξυπνων σπιτιών και πως κάνουν τη ζωή του χρήστη ευκολότερη με μεγαλύτερη άνεση.

Αρχικά, η ασφάλεια σε ένα σπίτι είναι κάτι που ζητά ο κάθε χρήστης και δεν σχετίζεται μόνο με τον εξωτερικό χώρο αλλά και τον εσωτερικό. Δηλαδή, την ασφάλεια των οικιακών συσκευών στον τρόπο λειτουργίας τους, αποφεύγοντας ανεπιθύμητες καταστάσεις. Ο χρήστης μπορεί να επιλέγει σε ποιες συσκευές θα παρέχεται ρεύμα ώστε σε συσκευές όπου δεν χρειάζεται να λειτουργούν να μην καταναλώνουν ενέργεια και να αποφεύγετε ο κίνδυνος βραχυκυκλώματος. Οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι μπορούν να ανιχνεύουν επικίνδυνες καταστάσεις όπως πυρκαγιά, διαρροές νερού και αερίου και να στέλνουν άμεσα ειδοποίηση στον χρήστη ότι υπάρχει κίνδυνος έκτακτης ανάγκης.[55]

Ένα ακόμη πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα έξυπνα σπίτια είναι η οικονομία που επιτυγχάνουν σε σχέση με ένα συμβατικό σπίτι. Πιο συγκεκριμένα, έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν τις συσκευές όσο αφορά τον τρόπο λειτουργίας τους και να ελέγχεται η κατανάλωση τους ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό. Επίσης, κάποιες συσκευές ο χρήστης μπορεί να τις προγραμματίσει ώστε να δουλεύουν συγκεκριμένες ώρες ή να απενεργοποιούνται αυτόματα με την απουσία του από το σπίτι για καλύτερη οικονομία.

Η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται έμμεσα και με το περιβάλλον, κατατάσσοντας τα έξυπνα σπίτια φιλικά προς το περιβάλλον περιορίζοντας άλλες μορφές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Επιπρόσθετα, η τηλεπρόσβαση βοηθά τους χρήστες να έχουν οπτική επαφή με το σπίτι από όπου και αν βρίσκονται ελέγχοντας όλο το περιβάλλον μέσα και έξω από το σπίτι. Μπορούν να δίνουν εντολές στις συσκευές απομακρυσμένα για να εκτελούν κάποιες λειτουργίες ή να τις ανοιγοκλείνουν (κλιματισμός, πόρτες κλπ). Γενικά, η ευκολία που προσφέρει ένα έξυπνο σπίτι αποτελεί βασικό κίνητρο για τους καινούργιους χρήστες να στραφούν σε αυτή τη τεχνολογία. Οι λειτουργίες στο σπίτι μπορούν να ρυθμιστούν και να προγραμματιστούν από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας και να εκτελούνται από ένα smartphone ή ηλεκτρονικό υπολογιστή κάνοντας όλες τις λειτουργίες στο σπίτι εξαιρετικά απλές. Η αυτοματοποίηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια χρονοδιακοπών και αισθητήρων. [47]

Στον τομέα της υγείας, τα έξυπνα σπίτια βελτιώνουν την ποιότητα ζωής ατόμων με χρόνιες παθήσεις και προβλήματα καθώς ενημερώνεται αυτόματα ο προσωπικός ιατρός του κάθε ατόμου όσο αφορά την υγεία τους.

Τέλος, η ευελιξία και η ευκολία εκτέλεσης διάφορων λειτουργιών στο σπίτι δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν πολλές ανέσεις. Με όλες αυτές τις ανέσεις και τις διευκολύνσεις που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία του έξυπνου σπιτιού στους χρήστες της καταλαβαίνουμε ότι με τη σωστή χρήση βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο σε όλους τους τομείς. [56]

Συνοψίζοντας, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα σε ένα έξυπνο σπίτι είναι:

- Άνεση
- Ασφάλεια
- Ευκολία
- Επικοινωνία

3.7. Μειονεκτήματα έξυπνου σπιτιού

Από την άλλη πλευρά δεν θα μπορούσαν να λείπουν και κάποια μειονεκτήματα μιας και είναι μια καινούργια τεχνολογία η οποία χρίζει βελτίωσης. Τα τελευταία χρόνια έχει διαδοθεί πάρα πολύ και εκτιμάται ότι τα επόμενα χρόνια όλο και περισσότερος κόσμος θα στρέφεται στην αγορά ενός έξυπνου συστήματος. Για την ώρα όμως υπάρχουν αρκετοί ενδοιασμοί για ένα χρήστη να επιλέξει την αγορά ή την εγκατάσταση ενός έξυπνου συστήματος στο σπίτι του.

Αρχικά, το κόστος δεν είναι εντελώς αποτρεπτικό αλλά επηρεάζει αρκετούς χρήστες να ενσωματώσουν αυτή την τεχνολογία. Επίσης, λαμβάνεται υπόψη και το κόστος συντήρησης το οποίο διαφέρει για κάθε εξοπλισμό ανάλογα με την εταιρεία κατασκευής. Γενικώς, το κόστος θα πρέπει να

ισοσκελίζει το κόστος παροχών και ευκολιών που θα προσφέρει στους χρήστες ούτως ώστε να εξαπλωθεί ακόμη περισσότερο στον κόσμο.

Ακόμη ένα θέμα το οποίο θα πρέπει να προσεχθεί είναι η συμβατότητα δηλαδή οι συσκευές όταν προέρχονται από διαφορετικές εταιρείες εμφανίζουν διάφορα προβλήματα στην επικοινωνία καθιστώντας δύσκολη την διασύνδεση τους. Οι χρήστες θα πρέπει να νιώθουν εξοικείωση με το σύστημα ώστε να έχουν μια καλύτερη επικοινωνία. Καλώς ή κακώς τα έξυπνα σίτια απαιτούν πολύ καλή γνώση της τεχνολογίας από τους χρήστες για να μπορούν να εκμεταλλεύονται στο έπακρο τις λειτουργίες και τις διευκολύνσεις.[54]

Κεφάλαιο 4

Arduino

4.1. Τι είναι το Arduino

Οι πλατφόρμες Arduino πρωτοεμφανίστηκαν από τους Massimo Banzi και David Cueartielles το 2005 στην Ιταλία από το Ινστιτούτο Σχεδίασης Αλληλεπίδρασης, με σκοπό να παρέχει στους φοιτητές την ευκαιρία να αναπτύσσουν οικονομικά και αποδοτικά ενσωματωμένα συστήματα αξιοποιώντας τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα του ελεύθερου λογισμικού. Ειδικότερα, το Arduino μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε ως ένα εργαλείο με το οποίο μπορούμε να υλοποιήσουμε ένα υπολογιστικό σύστημα και θα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει διάφορες συσκευές. Βασίζεται σε μια πλακέτα η οποία ενσωματώνει έναν μικροελεγκτή και μπορεί να συνδεθεί με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή για να προγραμματιστεί μέσα από ένα περιβάλλον ανάπτυξης ώστε να εκτελεί κάποιες λειτουργίες.[56]

Το Arduino έχει το βασικό πλεονέκτημα ότι βασίζεται σε τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα με αποτέλεσμα να μπορεί να προγραμματιστεί από τον καθένα και να ενσωματωθεί σε συσκευές για προσωπικούς ή εμπορικούς σκοπούς. Μέσω του Arduino προγραμματίζονται συσκευές οι οποίες εξυπηρετούν διάφορες λειτουργίες έχοντας τη δυνατότητα να δέχονται πληροφορίες και ερεθίσματα με τη βοήθεια των αισθητήρων και να αντιδρούν ανάλογα με το πώς έχουν προγραμματιστεί. Ο επεξεργαστής ενός Arduino συνήθως προγραμματίζεται αρχικά ώστε να παρέχει κάποιο φορτωτή εκκίνησης μέσω του οποίου απλοποιείται η διαδικασία της αποθήκευσης των προγραμμάτων στη flash memory μέσω της σειριακής θύρας (USB).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι το λογισμικό δηλαδή η γλώσσα προγραμματισμού, οι βιβλιοθήκες, το περιβάλλον ανάπτυξης καθώς επίσης και τα ηλεκτρονικά σχέδια της πλατφόρμας Arduino είναι ανοιχτά και δωρεάν δίνοντας έτσι την ευκαιρία να υλοποιηθεί από όλους.[57]

4.2. Εκδόσεις Arduino

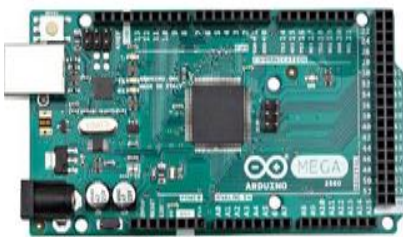
Στην αγορά κυκλοφορούν πολλά μοντέλα Arduino από τα οποία μερικά είναι πιο διαδεδομένα. Ωστόσο, πριν από κάθε αγορά ο χρήστης θα πρέπει να κάνει τη σωστότερη επιλογή για την έκδοση που θα διαλέξει σύμφωνα με τον σκοπό του project που θα υλοποιήσει. Παρακάτω θα αναφέρουμε μερικά από τα κυριότερα μοντέλα Arduino που κυκλοφορούν στην αγορά.[56][57]



Εικόνα 0.1: Arduino Uno. [58]

Arduino Uno

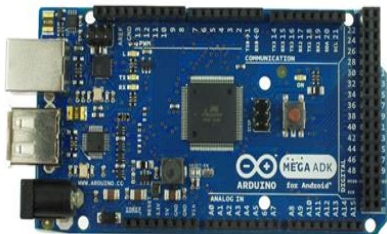
Το Arduino Uno είναι η πιο διαδεδομένη πλακέτα και χρησιμοποιείται κυρίως για απλές εφαρμογές έχοντας αρκετά χαμηλό κόστος. Μπορεί να προγραμματιστεί μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή συνδέοντας το με ένα καλώδιο USB. Χρησιμοποιεί τον μικροεπεξεργαστή ATmega328.



Εικόνα 0.2: Arduino Mega. [58]

Arduino Mega

Το Arduino Mega είναι η πιο ανεπτυγμένη πλακέτα της εταιρείας και χρησιμοποιείται κυρίως για πιο προηγμένες εφαρμογές. Τα πλεονεκτήματα του είναι η μεγάλη μνήμη (256kB) και ο μεγάλος αριθμός ψηφιακών εισόδων/εξόδων που διαθέτει. Η τεχνολογία του βασίζεται στον μικροεπεξεργαστή ATmega2560.



Εικόνα 0.3: Arduino ADK. [58]

Arduino ADK

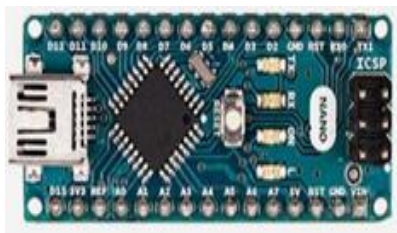
Το Arduino ADK είναι βασισμένο στη πλακέτα Arduino Mega με τη μόνη διαφορά ότι διαθέτει επιπλέον μια θύρα USB για τη σύνδεση της πλατφόρμας με τηλέφωνα που διαθέτουν λογισμικό android.



Εικόνα 0.4: Arduino Mini. [58]

Arduino Mini

Το Arduino Mini είναι από τις μικρότερες πλακέτες της τεχνολογίας Arduino με παρόμοια χαρακτηριστικά του Arduino Uno. Χρησιμοποιείται κυρίως για εγκατάσταση σε αντικείμενα για αυτό και δεν διαθέτει τοποθετημένες ακίδες. Διαθέτει τον μικροελεγκτή ATmega328.



Εικόνα 0.5: Arduino Nano. [58]

Arduino Nano

Το Arduino Nano είναι η πιο μικρή πλακέτα της τεχνολογίας και μπορεί να θεωρηθεί ως η μικρή έκδοση του Arduino Uno για τον λόγο ότι προσφέρει την ίδια συνδεσιμότητα και προδιαγραφές με το Arduino Uno. Βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 και κυκλοφόρησε το 2008.



Εικόνα 0.6: Arduino Leonardo. [58]

Arduino Leonardo

Το Arduino Leonardo είναι μια πλακέτα που χρησιμοποιεί το chip ATmega 32U4 με κύριο χαρακτηριστικό ότι χρησιμοποιεί μικροελεγκτή ο οποίος διαθέτει ενσωματωμένο USB και μπορεί να αναγνωριστεί από τον υπολογιστή ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι χωρίς να χρειάζεται δευτερεύοντα εξεργαστής.



Εικόνα 0.7: Arduino Micro. [58]

Arduino Micro

Το Arduino Micro είναι από τις πιο μικρές πλακέτες της τεχνολογίας Arduino και προτείνεται για εφαρμογές καθημερινής χρήσης με μικρό μέγεθος. Είναι παρόμοια με την πλακέτα Leonardo γιατί χρησιμοποιούν τον ίδιο μικροελεγκτή (ATmega32U4) με ενσωματωμένη επικοινωνία USB που δίνει τη δυνατότητα να τις αναγνωρίζει ο υπολογιστής σαν συσκευές πληκτρολογίου και να επικοινωνούν με αυτόν χωρίς να χρειάζεται επιπλέον μικροελεγκτής.



Εικόνα 0.8: Arduino Due. [58]

Arduino Due

Το Arduino Due αποτελεί την πρώτη πλακέτα της τεχνολογίας Arduino η οποία είναι βασισμένη σε ARM 32-bit μικροελεγκτή και προτείνεται κυρίως για προηγμένες εφαρμογές με απαίτηση μεγαλύτερης ταχύτητας και επεξεργαστικής ισχύς. Βασίζεται στον μικροελεγκτή SAM3X8E ARM Cortex-M3.

4.3. Arduino Shields

Τα Arduino Shields είναι πλακέτες οι οποίες μπορούν να συνδεθούν στην κορυφή του Arduino με σκοπό να επεκτείνουν τις δυνατότητες του και να αναπτύξουν τη λειτουργικότητα του. Μπορούν να συνδεθούν περισσότερα από ένα Arduino Shield πάνω στην πλακέτα Arduino αλλά υπάρχει περίπτωση να μην υπάρχει συμβατότητα μεταξύ των Shield που θα συνδεθούν για το λόγο ότι χρησιμοποιούν τις ίδιες εισόδους για την επικοινωνία με το Arduino. Παρουσιάζουν την ίδια φιλοσοφία με το αρχικό πακέτο εργαλείων και επίσης είναι εύκολα στην εγκατάστασή τους με μικρό κόστος παραγωγής.[57]

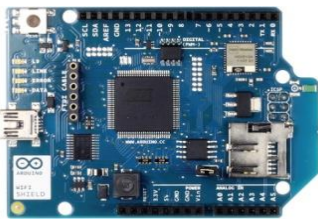
Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα διαθέσιμα Arduino Shields.[59]



Arduino GSM Shield

Επιτρέπει στην πλακέτα Arduino να συνδεθεί στο διαδίκτυο μέσω του ασύρματου δικτύου GPRS. Έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί και να λαμβάνει φωνητικές κλήσεις και μηνύματα SMS.

Εικόνα 0.9: Arduino GSM Shield. [58]



Arduino Wi-Fi Shield

Συνδέει την πλακέτα Arduino στο διαδίκτυο ασύρματα χωρίς να απαιτείται η χρήση καλωδίου.

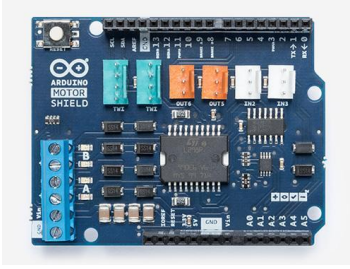
Εικόνα 0.10: Arduino Wi-Fi Shield. [58]



Arduino Ethernet Shield

Συνδέει την πλακέτα Arduino στο διαδίκτυο ή σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) με τη βοήθεια ενός καλωδίου Ethernet.

Εικόνα 0.11: Arduino Ethernet Shield. [58]



Εικόνα 0.12: Arduino Motor Shield. [58]

Arduino Motor Shield

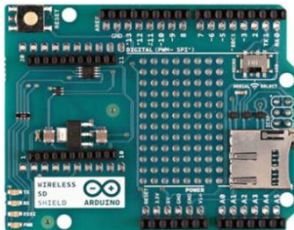
Έχει σχεδιαστεί για να ελέγχει διάφορα φορτία όπως επαγωγικά, ρελέ, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, κινητήρες DC πράγμα που δεν μπορεί να πετύχει η απλή πλακέτα Arduino. Επιτρέπει την οδήγηση δύο κινητήρων DC με την πλακέτα Arduino ελέγχοντας ανεξάρτητα την ταχύτητα και την κατεύθυνση του καθενός.



Εικόνα 0.17: Arduino Bluetooth Shield. [58]

Arduino Bluetooth Shield

Το Arduino Bluetooth Shield ενσωματώνει μια σειριακή μονάδα Bluetooth ώστε να επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση της κύριας πλακέτας Arduino με άλλες συσκευές μέσω Bluetooth.



Εικόνα 0.13: Arduino Wireless SD Shield. [58]

Arduino Wireless SD Shield

Επιτρέπει στην πλακέτα Arduino να επικοινωνήσει χωρίς καλώδια με κάποια ασύρματη μονάδα. Βασίζεται στα Xbee modules (Zigbee) αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε μονάδα που έχει το ίδιο footprint.

4.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά

Ένας μικροελεγκτής Arduino αποτελείται από πολλά μέρη. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Μικροεπεξεργαστής
- Θύρα USB
- Εξωτερική τροφοδοσία
- Αναλογικές εισοδοι
- Ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι
- Τάσεις τροφοδοσίας

- Reset Button
- Μνήμες

4.4.1. Βασικές μνήμες

Το Arduino αποτελείται από τρεις βασικές μνήμες οι οποίες αναφέρονται και εξηγούνται παρακάτω.

Flash memory

Η μνήμη Flash, γνωστή και ως μνήμη προγράμματος είναι το σημείο όπου το Arduino αποθηκεύει και εκτελεί το πρόγραμμα. Επειδή η μνήμη Flash είναι μη πτητική, το πρόγραμμα στο Arduino παραμένει αποθηκευμένο και με την απενεργοποίηση του συστήματος. Ωστόσο, μόλις αρχίσει να εκτελείται το πρόγραμμα τα δεδομένα στη μνήμη Flash δεν μπορούν να τροποποιηθούν και για να γίνει αυτό θα πρέπει το πρόγραμμα να αντιγραφεί στη μνήμη SRAM.[60]

SRAM memory

Η SRAM memory (Static Random Access Memory) με απλά λόγια στατική μνήμη τυχαίας προσπέλασης χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων του προγράμματος (μεταβλητές) που πρόκειται να εκτελεστεί. Επειδή η SRAM memory είναι πτητική οι πληροφορίες του προγράμματος χάνονται όταν διακοπεί η τροφοδοσία.[61]

EEPROM

Η μνήμη EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read - Only Memory) είναι μια άλλη μορφή μη πτητικής μνήμης δηλαδή δεν χάνουμε τα δεδομένα όταν αφαιρούμε την τροφοδοσία από την συσκευή και μπορεί να διαβαστεί ή να γραφτεί από το πρόγραμμα εκτέλεσης. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση μικρών ποσοτήτων δεδομένων που γράφονται και διαβάζονται πολλές φορές. Επίσης είναι πιο αργή από την SRAM.[60]

4.4.2. Θύρες επικοινωνίας

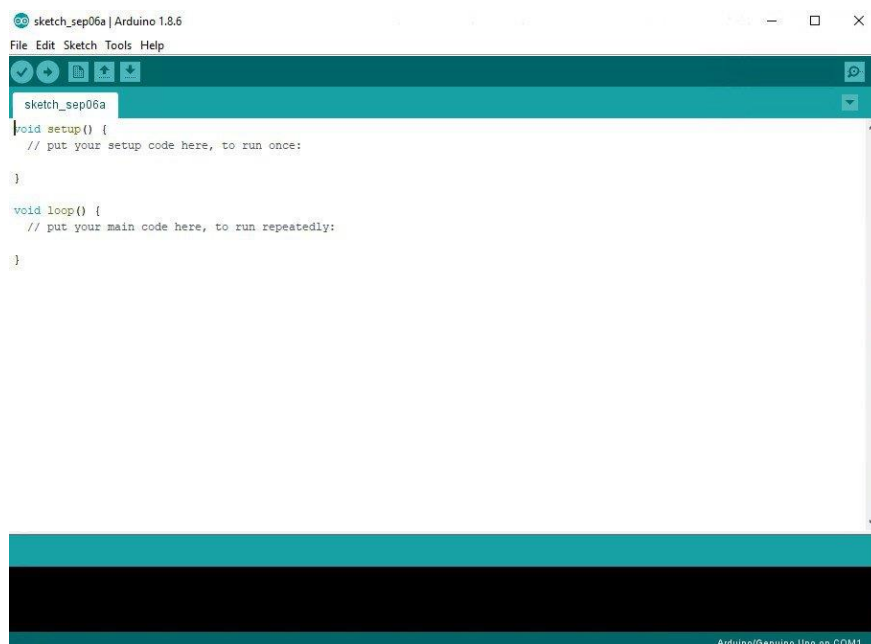
Η επικοινωνία του Arduino πραγματοποιείται μέσω των ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων. Το Arduino Mega2560 διαθέτει 16 αναλογικές εισόδους και 54 ψηφιακές εισόδους και εξόδους. Οι αναλογικές εισοδοί συμβολίζονται ως A0 μέχρι A15 και οι ψηφιακές από το 0 μέχρι το

53. Οι ψηφιακές θύρες 2-13 και 44-46 είναι PWM (Pulse Width Modulation) δηλαδή διαμόρφωση εύρους παλμών όπου ονομάζεται η τεχνική η οποία δίνει αναλογικά αποτελέσματα με τη χρήση ψηφιακών μέσων. Ο ψηφιακός έλεγχος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός τετραγωνικού κύματος δηλαδή ένα σήμα που κυμαίνεται μεταξύ ON και OFF. Η χρονική διάρκεια στην οποία το σήμα είναι ON ονομάζεται κύκλος εργασίας (Duty Cycle) ή εύρος παλμού.[60]

4.5. Λογισμικό Arduino

4.5.1. Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino (IDE) είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιείται κυρίως για τη σύνταξη κώδικα στο Arduino. Έχει συγγραφεί με την γλώσσα προγραμματισμού Java και αυτό το καθιστά μεταφέρσιμο σε κάθε λειτουργικό σύστημα. Περιέχει έναν μεταγλωττιστή της C και C++, ένα τερματικό για σειριακή επικοινωνία και φόρτωση των προγραμμάτων στο Arduino και έναν έξυπνο συντάκτη. Παρέχει τη δυνατότητα και σε αρχάριους χρήστες οι οποίοι δεν βρίσκονται σε αρκετά υψηλό επίπεδο να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν αφού η ψηφιακή σχεδίαση του υλικού μέρους του Arduino είναι ανοιχτή και προσβάσιμη από όλους. Έχει τη δυνατότητα να μεταγλωττίζει και να φορτώνει πολύ εύκολα διάφορα προγράμματα τα οποία ονομάζονται Sketches στην πλακέτα. Τα προγράμματα που γράφονται στο IDE είναι γραμμένα στη γλώσσα προγραμματισμού Wiring η οποία περιλαμβάνει κάποια χαρακτηριστικά της C και C++. Υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις όπως επίσης και μερικά χαρακτηριστικά της C++.[62]



Εικόνα 0.14: Λογισμικό προγραμματισμού Arduino.

Γραμμή εργαλείων



Open → Επιλογή ενός sketch από τα διαθέσιμα που θα ανοίξει στο τρέχον παράθυρο



New → Δημιουργία νέου sketch



Upload → Ανέβασμα κώδικα στον μικροελεγκτή



Compile → Γίνεται έλεγχος για τυχόν λάθη στον κώδικα



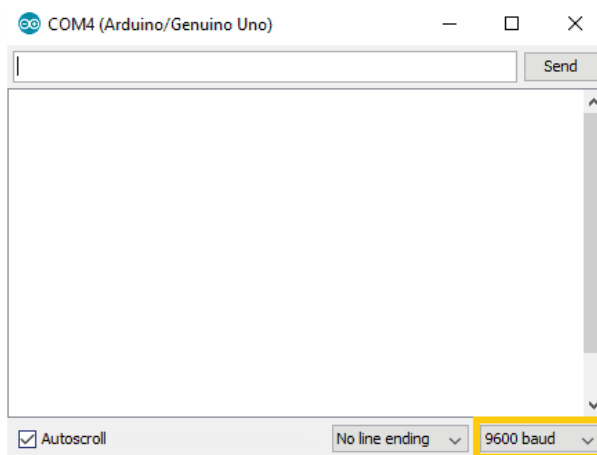
Save → Αποθήκευση του sketch



Serial monitor → Ανοιγμα σειριακής οθόνης για να μπορούμε να εισάγουμε δεδομένα

4.5.2. Σειριακή οθόνη

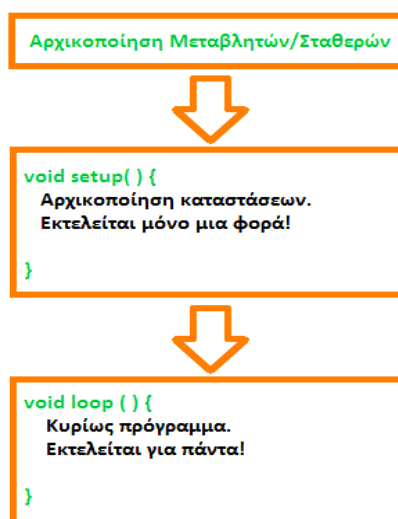
Η σειριακή οθόνη (serial monitor) εμφανίζει τα δεδομένα που στέλλονται από το Arduino. Η αποστολή των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί εισάγοντας το κείμενο και πατώντας το κουμπί send ή το Enter. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής κατάλληλης ταχύτητας από την λίστα που εμφανίζεται ανάλογα με την τιμή που θα επιλεγεί στον προγραμματισμό του Arduino με το `Serial.begin.[62]`



Εικόνα 0.15: Σειριακή οθόνη.

4.5.3. Δομή προγράμματος

Υπάρχουν δυο ειδικές συναρτήσεις που είναι μέρος του κάθε προγράμματος του Arduino και πρέπει να περιέχονται ακόμα και να είναι κενές. Αυτές οι συναρτήσεις είναι οι `setup()` και η `loop()`. Η `setup()` καλείται μόνο όταν το πρόγραμμα ξεκινά να τρέχει ή όποτε γίνεται επαναφορά (`reset`) η πλατφόρμα Arduino από τον χρήστη. Επίσης, στη συνάρτηση `setup()` γίνονται οι αρχικοποιήσεις των μεταβλητών, η ρύθμιση της κατάστασης των ακίδων (`pins`) και η προετοιμασία των βιβλιοθηκών. Αντιθέτως, η συνάρτηση `loop()` εκτελείται συνεχώς δίνοντας τη δυνατότητα στο πρόγραμμα να προσαρμοστεί σε εξωτερικά ερεθίσματα. Και οι δυο συναρτήσεις είναι πρέπει να περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα, ακόμα και αν δεν περιέχουν κάτι και να είναι κενές. [62]



Εικόνα 0.16: Δομή προγράμματος. [63]

4.6. Δυνατότητες και πλεονεκτήματα

Το Arduino αποτελεί ένα αρκετά χρήσιμο εργαλείο χάρη στην απλή και προσιτή εμπειρία που παρέχει στον χρήστη. Επιτρέπει στους χρήστες να κατασκευάσουν διάφορες εφαρμογές και υπολογιστικά συστήματα μέσα από τα οποία μπορούμε να ελέγχουμε συσκευές και να παίρνουμε δεδομένα από αυτές. Είναι αρκετά εύκολο στη χρήση ακόμα και σε αρχάριους χρήστες πράγμα που διευρύνει την εκμάθηση σε μαθητές και φοιτητές. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης συστημάτων με συσκευές όπου θα επικοινωνούν μεταξύ τους και με τη βοήθεια αισθητήρων να δέχονται διάφορα ερεθίσματα από το περιβάλλον και να αντιδρούν ανάλογα με το πώς έχουμε προγραμματίσει την πλακέτα. Υπάρχουν πολλών ειδών μικροελεγκτές με διαφορετικές ή παρόμοιες λειτουργίες με το Arduino.[64]

Παρόλ' αυτά υπάρχει πληθώρα πλεονεκτημάτων του Arduino σε σχέση με τους άλλους μικροελεγκτές το οποίο το καθιστά ως μια από τις πιο διαδεδομένες πλατφόρμες παγκοσμίως. Μερικά από αυτά αναφέρονται παρακάτω:[64]

Οικονομικό

Οι πλακέτες Arduino είναι σχετικά φθηνές σε σύγκριση με άλλους μικροελεγκτές που κυκλοφορούν στην αγορά. Μια απλή έκδοση πλατφόρμας Arduino μπορεί να κατασκευαστεί με το χέρι με τη βοήθεια των αρχιτεκτονικών που είναι διαθέσιμα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να αγοραστεί σε εξαρτήματα και να την συναρμολογήσει ο χρήστης με αποτέλεσμα το κόστος να μειώνεται περισσότερο. Το κόστος τους ανέρχεται γύρω στα 40 ευρώ.

Μεταφερσιμότητα

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται στην πλακέτα Arduino (IDE) μπορεί να εκτελεστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα όπως Windows, MacOSX και Linux σε αντίθεση με τους περισσότερους μικροελεγκτές όπου το λογισμικό τους περιορίζεται για χρήση μόνο σε Windows.

Απλό και καθαρό περιβάλλον προγραμματισμού

Το λογισμικό του Arduino είναι αρκετά εύκολο στη χρήση του πράγμα που βοηθά μαθητές και αρχάριους χρήστες. Ταυτόχρονα, παρέχει τη δυνατότητα και σε πιο προχωρημένους χρήστες να το χρησιμοποιούν χωρίς να στερούνται κάτι.

Ανοικτό και επεκτάσιμο λογισμικό

Το λογισμικό του Arduino είναι ανοιχτού κώδικα και διαθέσιμο για χιλιάδες χρήστες καθημερινά. Διανέμεται με τη μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση από έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του Arduino μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω μέσω βιβλιοθηκών της γλώσσας C++. Επίσης, δίνει την ευκαιρία σε προχωρημένους χρήστες να ασχοληθούν με την γλώσσα AVR-C, η οποία είναι η μητρική γλώσσα λογισμικού του Arduino.

Ανοικτό και επεκτάσιμο υλικό

Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να επεκτείνουν όπως το λογισμικό έτσι και το υλικό του μέρος. Πιο συγκεκριμένα, επιτρέπει σε έμπειρους χρήστες να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν το δικό τους αναπτυξιακό περιβάλλον ή προεκτείνοντας το πρωτότυπο χωρίς να υπάρχει οποιοδήποτε νομικό ζήτημα από την εταιρεία.

Κεφάλαιο 5

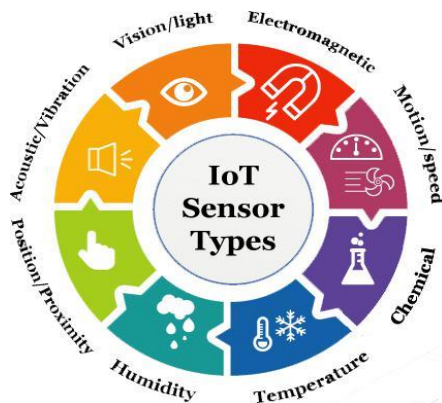
Αισθητήρες

5.1. Τι είναι αισθητήρας

Αισθητήρας είναι μια συσκευή η οποία ανιχνεύει ένα σήμα ή μια διέγερση (φυσικό μέγεθος) από το περιβάλλον και παράγει από αυτό μια μετρήσιμη έξοδο. Οι αισθητήρες έχουν διάφορες μορφές ώστε να μπορούν να μετρούν διάφορα φυσικά μεγέθη με απώτερο σκοπό την μετατροπή ενός φυσικού μεγέθους σε ηλεκτρικό σήμα.[65] Κάποια φυσικά μεγέθη τα οποία ανιχνεύουν είναι η θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα, θέση, επιτάχυνση, κίνηση, ένταση φωτός, στάθμη υγρών, πίεση και άλλα πολλά.

Για την επιλογή του κατάλληλου αισθητήρα ο χρήστης θα πρέπει να ελέγξει κάποιες παραμέτρους όπως η ποιότητα, το κόστος, οι συνθήκες λειτουργίας, η γραμμικότητα και η αξιοπιστία του. Η χρήση των αισθητήρων έχει εξαπλωθεί σε πολλούς τομείς της τεχνολογίας και ιδιαίτερα στο διαδίκτυο των πραγμάτων, υλοποιώντας ένα σύνολο από αισθητήρες πετυχαίνουμε την αυτοματοποίηση διάφορων συστημάτων. Αυτό έχει συνεισφέρει στην αύξηση της παραγωγικότητας, χαμηλό κόστος παραγωγής και στη σημαντική μείωση των σφαλμάτων.

Γενικά, οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε συστήματα ελέγχου για έλεγχο συστημάτων και για συλλογή δεδομένων. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για έλεγχο συστημάτων έχουν παρόμοιο τρόπο λειτουργίας με αυτούς που χρησιμοποιούνται για συλλογή δεδομένων και πληροφοριών με τη διαφορά ότι το σήμα εξόδου του αισθητήρα πηγαίνει σε έναν κεντρικό ελεγκτή ή μικροεπεξεργαστή και ανάλογα με τον προγραμματισμό του παράγει μια έξοδο. Αντιθέτως, οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για συλλογή δεδομένων στέλνουν τα δεδομένα στον χρήστη με σκοπό να τον ενημερώνουν για διάφορα φυσικά μεγέθη που επικρατούν. [66]



Εικόνα 0.1: Τύποι αισθητήρων [67]

5.2. Χαρακτηριστικά αισθητήρων

Για την επιλογή του κατάλληλου αισθητήρα ο χρήστης πρέπει να εξετάσει αρκετές παραμέτρους πριν την αγορά του όπως το κόστος, η διαθεσιμότητα, η αξιοπιστία αλλά κυρίως ο σκοπός για τον οποίο θέλουμε να τον χρησιμοποιήσουμε.[66] Οι κυριότερες προϋποθέσεις που πρέπει να θέσουμε για την επιλογή ενός καλού αισθητήρα είναι να είναι ευαίσθητος στο μετρούμενο μέγεθος και να μην είναι σε κανένα άλλο μέγεθος, να μην επηρεάζει το μετρούμενο μέγεθος. Τα χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα στατικά χαρακτηριστικά και τα δυναμικά χαρακτηριστικά. [69]

5.2.1. Στατικά χαρακτηριστικά

Τα στατικά χαρακτηριστικά περιγράφουν την απόδοση των οργάνων για συνεχές ρεύμα ή για εισόδους με χαμηλή συχνότητα. Παρακάτω αναφέρονται μερικά στατικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα.[69]

Βαθμονόμηση

Είναι η διαδικασία κατά την οποία καθορίζεται η συνάρτηση μεταφοράς του αισθητήρα για να γίνει η σύγκριση της τιμής του σήματος εξόδου με την τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας θερμοκρασίας που μετράει βαθμούς κελσίου στην έξοδο του δίνει ένα ηλεκτρικό μέγεθος (συνήθως τάση). Για να εμφανιστεί το επιθυμητό μέγεθος θα πρέπει να γίνει υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς για να αντιστοιχιστούν οι βαθμοί κελσίου με την τάση (Volt).

Νεκρή ζώνη

Είναι η περιοχή μετρήσεων του αισθητήρα όπου δεν υπάρχει απόκριση στις μεταβολές του μετρούμενου μεγέθους. Για παράδειγμα, αν αισθητήρας ταχύτητας έχει εύρος 0-100 km/h, δεν θα μπορεί να «αντιληφθεί» ένα αντικείμενο με ταχύτητα 150km/h.

Εύρος λειτουργίας

Το εύρος λειτουργίας ενός αισθητήρα ορίζεται τα όρια στα οποία ένας αισθητήρας λειτουργεί κανονικά με αξιοπιστία δηλαδή δείχνει την ελάχιστη και την μέγιστη τιμή που μπορεί να μετρήσει. Αναγράφεται πάντα στα φύλλα δεδομένων ενός αισθητήρα.

Στατικό σφάλμα

Είναι η διαφορά που προκύπτει ανάμεσα στην έξοδο του αισθητήρα και την πραγματική τιμή. Τα σφάλματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες των συστηματικών σφαλμάτων και των τυχαίων σφαλμάτων. Τα συστηματικά σφάλματα οφείλονται κυρίως σε ανθρώπινα λάθη όπως λάθη στα όργανα μέτρησης ή σε λανθασμένη βαθμονόμηση του αισθητήρα. Τα τυχαία σφάλματα οφείλονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος, απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας και σφάλματα στην πειραματική διάταξη.

Γραμμικότητα

Είναι η περιοχή στην γραφική παράσταση της εξόδου ως προς την είσοδο του αισθητήρα είναι μια ευθεία γραμμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός σε μια περιοχή.

Ακρίβεια

Η ακρίβεια ενός αισθητήρα είναι η διαφορά του σήματος εξόδου σε σχέση με την πραγματική τιμή. Εκφράζεται σε ποσοστό (%). Είναι σημαντικό ένας αισθητήρας να έχει υψηλή ακρίβεια για αξιόπιστες μετρήσεις.

Ολίσθηση

Είναι η τάση του αισθητήρα να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του με την πάροδο του χρόνου και τις μεταβολές του περιβάλλοντος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμφανίζει διακυμάνσεις στην έξοδο του ενώ η είσοδος παραμένει σταθερή.

Απόκριση

Είναι η καθυστέρηση που παρουσιάζει ένας αισθητήρας στην αλλαγή της τιμής εξόδου ως προς την αλλαγή της τιμής εισόδου του. Εκφράζεται σε seconds. Είναι σημαντικό χαρακτηριστικό σε ένα αισθητήρα να έχει μικρή απόκριση.

Χρόνος λειτουργίας

Είναι η χρονική διάρκεια κατά την οποία ένας αισθητήρας μπορεί να λειτουργεί κανονικά δηλαδή στα πλαίσια των προδιαγραφών που ορίζονται από τον κατασκευαστή. Εκφράζεται σε μονάδες χρόνου ή κύκλους λειτουργίας.

Υστέρηση

Η υστέρηση προκαλεί μεταβολές στην έξοδο ενός αισθητήρα όταν η κατεύθυνση μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί με αποτέλεσμα να παράγεται σφάλμα. Εμφανίζεται κυρίως σε αισθητήρες που έχουν κινητά μέρη με αποτέλεσμα να επηρεάζονται από μαγνητικά φαινόμενα και παρεμβολές.

Επαναληψιμότητα

Επαναληψιμότητα είναι η περίπτωση όπου ο αισθητήρας παράγει το ίδιο αποτέλεσμα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές όταν τροφοδοτείται με την ίδια είσοδο. Μπορεί να εκφραστεί ως ποσοστό και απόλυτη τιμή.

Ευστάθεια

Ονομάζεται το μέτρο μεταβολής της εξόδου που παρουσιάζει ένας αισθητήρας για σταθερή είσοδο σε μεγάλο χρονικό διάστημα.

Διακριτική ικανότητα

Είναι η μικρότερη αλλαγή στην είσοδο του αισθητήρα που μπορεί να ανιχνεύσει. Όσο μεγαλύτερη είναι η διακριτική ικανότητα τόσο μικρότερο είναι το βήμα που μπορεί να μετρήσει ο αισθητήρας.

Αξιοπιστία

Είναι η ικανότητα του αισθητήρα να μπορεί να λειτουργεί εντός των προδιαγραφών του και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες για κάποιο χρονικό διάστημα.

Ευαισθησία

Η ευαισθησία ενός αισθητήρα δείχνει πόσο μεταβάλλεται η έξοδος σε σχέση με την μεταβολή της εισόδου του. Δηλαδή είναι ο λόγος της μεταβολής εξόδου προς την μεταβολή της εισόδου.

Ανοχή

Είναι το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να προκύψει κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός αισθητήρα.

Ονομαστική τιμή

Είναι το όριο των συνθηκών όπου ο αισθητήρας λειτουργεί με αξιοπιστία, ακρίβεια και ασφάλεια. Αν ξεπεραστεί αυτό το όριο ο αισθητήρας αυξάνει τις πιθανότητες να παρουσιάσει σφάλματα και λανθασμένα δεδομένα.

5.2.2. Δυναμικά χαρακτηριστικά

Τα δυναμικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα απαιτούν τη χρήση διαφορικών εξισώσεων ολοκλήρωσης για να περιγράψουν την ποιότητα των μετρήσεων. Τα γενικά χαρακτηριστικά ενός αισθητήρα στην ουσία είναι το σύνολο των δυναμικών και στατικών χαρακτηριστικών για αυτό τον λόγο τα δυναμικά εξαρτώνται συνήθως από τα στατικά. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα δυναμικά χαρακτηριστικά που καταδεικνύουν έναν αισθητήρα. [66]

Δυναμικό σφάλμα

Είναι η διαφορά μεταξύ της εξόδου του αισθητήρα και της πραγματικής τιμής ενός μετρούμενου μεγέθους που μεταβάλλεται με τον χρόνο.

Καθυστέρηση

Εκφράζεται ως η διαφορά μεταξύ της χρονικής στιγμής στην οποία γίνεται μια μεταβολή στην είσοδο του αισθητήρα και της χρονικής στιγμής στην οποία ο αισθητήρας ανιχνεύει τη μεταβολή αυτή. Δηλαδή το χρονικό διάστημα στο οποίο ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει μια μεταβολή στην είσοδο του από τη στιγμή που έγινε η μεταβολή.

Ταχύτητα απόκρισης

Είναι η ταχύτητα με την οποία ο αισθητήρας ανταποκρίνεται στις μεταβολές ενός μετρούμενου μεγέθους. Η ταχύτητα απόκρισης μπορεί να μετρηθεί υπολογίζοντας το χρόνο απόκρισης, δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται η έξοδος του αισθητήρα για να φθάσει στο 90% της τελικής της τιμής όταν στην είσοδο του αισθητήρα εφαρμόζεται βηματικό βήμα.

5.3. Κατηγορίες αισθητήρων

Οι αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με κάποια κριτήρια. Ένας χρήστης μπορεί να επιλέξει τον κατάλληλο αισθητήρα που θα καλύπτει τις ανάγκες και τις προδιαγραφές που ζητά μέσα από μια τεράστια γκάμα αφού κυκλοφορούν αρκετές χιλιάδες διάφορων

αισθητήρων. Οι αισθητήρες χωρίζονται σε αρκετές κατηγορίες με βάση κάποια κριτήρια όπως αναφέρονται παρακάτω:[65], [66]

- Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας του αισθητήρα
- Ανάλογα αν υπάρχει επαφή του αισθητήρα με το μετρούμενο μέγεθος
- Ψηφιακός και αναλογικός αισθητήρας
- Αν απαιτείται χρήση εξωτερικής πηγής τροφοδοσίας

5.3.1. Ενεργητικοί και παθητικοί αισθητήρες

Ανάλογα με το αν απαιτείται η χρήση εξωτερικής πηγής τροφοδοσίας του αισθητήρα ή όχι μπορούμε να χωρίσουμε τους αισθητήρες σε δύο κατηγορίες, τους ενεργητικούς και τους παθητικούς. Οι ενεργητικοί αισθητήρες απαιτούν μια εξωτερική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας για να τεθούν σε λειτουργία με κύριο χαρακτηριστικό ότι έχουν δύο εισόδους και μία έξοδο. Η μια είσοδος χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του αισθητήρα και η άλλη είσοδος για την μέτρηση του φυσικού μεγέθους. Η έξοδος χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του αποτελέσματος του μετρούμενου μεγέθους. Μερικοί ενεργοί αισθητήρες είναι το θερμίστορ, το ποτενσιόμετρο, η θερμοαντίσταση κλπ. Αντιθέτως, σε ένα παθητικό αισθητήρα δεν απαιτείται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας για την λειτουργία του. Η ενέργεια που απορροφάται από το μετρούμενο σύστημα μετατρέπεται σε ενέργεια εξόδου. Ο παθητικός αισθητήρας έχει μια είσοδο και μια έξοδο και έχουν την ιδιότητα να παράγουν χαμηλής ισχύος σήματα με αποτέλεσμα να καταναλώνουν πολύ χαμηλή ενέργεια. Συνήθως απαιτείται ενίσχυση του σήματος τους γιατί η ισχύς εισόδου τους είναι πολύ μικρή. Ένα παράδειγμα παθητικού αισθητήρα είναι το θερμοζεύγος. [66]

5.3.2. Ψηφιακοί και αναλογικοί

Ένας αναλογικός αισθητήρας παράγει συνεχόμενα μεταβαλλόμενα σήματα τάσης (αναλογικά σήματα) με πολλές διαφορετικές τιμές και μετά γίνεται η αντιστοίχιση σε κάποια τιμή του φυσικού μεγέθους που μετρείται. Η τιμή της εξόδου του αντικατοπτρίζει την πραγματική τάση και η παραγόμενη τάση μεταβάλλεται ανάλογα με την ένδειξη του αισθητήρα. Οι αναλογικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για να μετρούν φυσικά μεγέθη με ακρίβεια όπως ταχύτητα, θερμοκρασία και υγρασία για τον λόγο ότι έχουν τη δυνατότητα να εμφανίζουν πολύ μεγάλο εύρος τιμών σε αντίθεση με ένα ψηφιακό αισθητήρα ο οποίος εμφανίζει μόνο δύο καταστάσεις. Αντίθετα, ένας ψηφιακός αισθητήρας παράγει ψηφιακά σήματα και η έξοδος του κυμαίνεται από 0V έως 5V δηλαδή υπάρχουν μόνο δύο καταστάσεις HIGH και LOW. Χρησιμοποιούνται για εφαρμογές οι οποίες έχουν δύο καταστάσεις όπως για ανίχνευση της κίνησης όπου ανιχνεύουν αν υπάρχει κίνηση ή όχι. Σε αυτή

την περίπτωση αν ανιχνευτεί κίνηση θα είναι σε κατάσταση HIGH (λογικό 1) ενώ αν δεν ανιχνευτεί κίνηση θα είναι σε κατάσταση LOW (λογικό 0). [66]

5.3.3. Αισθητήρες επαφής και μη επαφής

Οι αισθητήρες χωρίζονται με βάση άλλα δύο κριτήρια ανάλογα αν υπάρχει επαφή μεταξύ του μετρούμενου μεγέθους. Αισθητήρες επαφής ονομάζονται οι αισθητήρες που απαιτείται να βρίσκονται σε επαφή με το μετρούμενο μέγεθος για να μπορούν να λειτουργήσουν. Αντίθετα, αισθητήρες μη επαφής είναι οι αισθητήρες οι οποίοι δεν βρίσκονται σε επαφή με το μετρούμενο μέγεθος με κύριο πλεονέκτημα ότι δεν φθείρονται από την τριβή με το μετρούμενο μέγεθος. Μερικά παραδείγματα αισθητήρων μη επαφής είναι οι ηλεκτρομαγνητικοί, οι μαγνητικοί και οπτικοί. [67]

5.3.4. Ταξινόμηση με βάση την αρχή λειτουργίας

Ένα ακόμη κριτήριο κατηγοριοποίησης των αισθητήρων είναι ως προς την αρχή λειτουργίας τους δηλαδή με ποιο τρόπο και πως λειτουργούν. Οι αισθητήρες χωρίζονται ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους σε πιεζοηλεκτρικούς, ηλεκτρομαγνητικούς, μαγνητικούς, επαγωγικούς, οπτικούς, χωρητικούς και θερμικούς. [67]

5.3.5. Απόλυτοι και σχετικοί αισθητήρες

Οι αισθητήρες επίσης χωρίζονται σε απόλυτους και σχετικούς. Αυτό προκύπτει από την αναφορά της μέτρησης του αισθητήρα σε κάποια κλίμακα. Απόλυτοι αισθητήρες χαρακτηρίζονται όσοι το σήμα εξόδου τους αναφέρεται σε μια απόλυτη φυσική κλίμακα η οποία είναι ανεξάρτητη από τις συνθήκες μέτρησης. Από την άλλη πλευρά, σχετικός αισθητήρας είναι κάθε αισθητήρας που παράγει σήμα το οποίο αναφέρεται σε μια ειδική κλίμακα τιμών. [67]

5.4. Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Οι αισθητήρες μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και με το κέντρο ελέγχου είτε ενσύρματα είτε ασύρματα αναλόγως με την περίπτωση που χρησιμοποιούνται. Τα τελευταία χρόνια η ασύρματη τεχνολογία (ασύρματα δίκτυα αισθητήρων) κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στην εποχή μας. Σημειώνεται μεγάλη πρόοδος σε μικροηλεκτρονικά συστήματα τα οποία είναι ικανά να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ανταλλάζουν δεδομένα και πληροφορίες χωρίς το παραμικρό καλώδιο. Βέβαια, για να γίνει εφικτή η ασύρματη επικοινωνία μεταξύ συσκευών και αισθητήρων πρέπει να

χρησιμοποιείται κάποιο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Παρακάτω θα αναφερθούν τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα επικοινωνίας για ασύρματες εφαρμογές και κυρίως στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.

5.4.1. Zigbee (IEEE 802.15.4)

Ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται ευρύτατα στον τομέα των ασύρματων αισθητήρων είναι το Zigbee. Το Zigbee είναι ένα πρότυπο για ασύρματα δίκτυα χαμηλού κόστους και ισχύος με συνδεσιμότητα σε συσκευές που απαιτούν μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας. [21] Οι συσκευές που λειτουργούν με το πρωτόκολλο Zigbee έχουν τη δυνατότητα να εκπέμπουν με εμβέλεια 5-80 μέτρων ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται και την ενέργεια την οποία καταναλώνουν. [70]

5.4.2. Bluetooth (IEEE 802.15.1)

Το Bluetooth είναι μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας που δίνει τη δυνατότητα σε ηλεκτρονικές συσκευές και αισθητήρες να επικοινωνούν χωρίς τη χρήση καλωδίων μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης μικρής εμβέλειας. Σχεδιάστηκε για συσκευές χαμηλού κόστους και με μικρή κατανάλωση ενέργειας για ασύρματη επικοινωνία μικρής εμβέλειας. Η συχνότητα λειτουργίας είναι η ίδια για όλες της κατηγορίες στα 2.4GHz και ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων μεταξύ των συσκευών είναι από 1Mbps έως 24Mbps.[70] [71]

5.4.3. Wi-Fi (802.11)

Το Wi-Fi είναι μια οικογένεια πρωτοκόλλων ασύρματου δικτύου η οποία στηρίζεται στο πρότυπο IEEE 802.11, και χρησιμοποιείται κυρίως για τοπική δικτύωση συσκευών και πρόσβαση στο διαδίκτυο.[72] Χρησιμοποιείται από δισεκατομμύρια συσκευές σε όλο τον κόσμο όπως φορητούς και επιτραπέζιους υπολογιστές, έξυπνα κινητά τηλέφωνα και τηλεοράσεις, αισθητήρες και άλλες έξυπνες οικιακές συσκευές που με τη βοήθεια ενός ασύρματου δρομολογητή συνδέονται στο διαδίκτυο και επεκτείνονται στο χώρο του διαδικτύου των πραγμάτων. Είναι μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες για να παρέχει παντού και οποιαδήποτε στιγμή ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο. Ένα δίκτυο Wi-Fi λειτουργεί στο χώρο των ραδιοσυχνοτήτων και πιο συγκεκριμένα στις ζώνες συχνοτήτων 2.4GHz και 5GHz, παρόλα αυτά κάποια προϊόντα διαθέτουν και τις δύο συχνότητες. Όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα λειτουργίας τόσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων με αντάλλαγμα όμως μικρότερη εμβέλεια. [73]

5.4.4. GSM

Το GSM (Global System for Mobile Communications) είναι ένα πρότυπο το οποίο αναπτύχθηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Προτύπων Τηλεπικοινωνιών (ETSI) για να περιγράψει τα πρωτόκολλα που αφορούν κυψελοειδή δίκτυα δεύτερης γενιάς (2G) που χρησιμοποιούνται από κινητές συσκευές. Τα δίκτυα δεύτερης γενιάς αναπτύχθηκαν για την αντικατάσταση των αναλογικών κυψελοειδών δικτύων πρώτης γενιάς (1G). [74]

5.4.5. WirelessHART

Το Wireless HART είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας ασύρματου δικτύου το οποίο αναπτύχθηκε από το HART (Highway Addressable Remote Transducer Protocol) και μπορεί να θεωρηθεί ως η ασύρματη εκδοχή του. Είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται ευρέως για δικτύωση αισθητήρων αλλά και για εφαρμογές αυτοματισμού σε εγκαταστάσεις παραγωγής.[75] Το WirelessHART λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων 2.4GHz για ασύρματη επικοινωνία και χρησιμοποιεί το πρότυπο IEEE 802.15.4. [76]

5.4.6. EnOcean

Το ασύρματο πρότυπο EnOcean είναι προσαρμοσμένο σε ασύρματους αισθητήρες και ασύρματα δίκτυα αισθητήρων με κύριο χαρακτηριστικό την εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Χρησιμοποιείται κυρίως στα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων και σπιτιών όπως και σε άλλους τομείς στη βιομηχανία. [58] Λειτουργεί στις ζώνες συχνοτήτων των 315, 868 και 900MHz και μπορούν να μεταδοθούν σε απόσταση μέχρι 300 μέτρων σε εξωτερικούς χώρους και μέχρι 30 μέτρων σε εσωτερικούς. [59]

5.4.7. ISA100.11a

Το πρότυπο ISA100.11a είναι ανοιχτού κώδικα και χρησιμοποιείται κυρίως για ασύρματα δίκτυα αισθητήρων. Αναπτύχθηκε από τη Διεθνή Κοινότητα Αυτοματισμών (ISA) στις ΗΠΑ. Δημιουργήθηκε για χρήση σε βιομηχανικά δίκτυα ασύρματων αισθητήρων, αλλά και με άλλα δίκτυα ασύρματα και ενσύρματα.[75] Προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα όπως ανθεκτικό στο βιομηχανικό θόρυβο, ευκαμψία, υποστήριξη πολλαπλών πρωτοκόλλων και εφαρμογών, αξιοπιστία, ασφάλεια, εξαιρετική διάρκεια μπαταρίας. Χρησιμοποιεί την ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz με ονομαστικό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 250kbps και μέγιστη εμβέλεια τα 100 μέτρα. [77]

5.4.8. DASH7

Το DASH7 είναι ένα ανοικτό πρότυπο δικτύου αισθητήρων το οποίο αναπτύχθηκε από την DASH7 Alliance. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του DASH7 είναι η πολύ μικρή κατανάλωσης ενέργειας που έχει ως αποτέλεσμα την μακροχρόνια ζωή της μπαταρίας, σχετικά μεγάλη εμβέλεια που φτάνει τα 2km σε εξωτερικούς χώρους.[78] Επίσης, το DASH7 έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί στις ζώνες συχνοτήτων των 433, 868 και 915MHz. Αναλόγως σε ποια ζώνη συχνοτήτων χρησιμοποιείται αλλάζει και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ο οποίος είναι 9.6, 55.5 και 166kbps αντίστοιχα με τη συχνότητα λειτουργίας.[79]

5.4.9. Z-Wave

Το Z-Wave είναι ένα ασύρματο πρωτόκολλο χαμηλής ισχύος και κόστους το οποίο αναπτύχθηκε από την Δανέζικη εταιρεία Zensys και χρησιμοποιείται κυρίως για ασύρματους οικιακούς αυτοματισμούς όπως φώτα, κλιματιστικά, τηλεοράσεις και άλλες οικιακές συσκευές. [79] Βέβαια, το κυριότερο πλεονέκτημα είναι η συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών επώνυμων συστημάτων. [80]

5.5. Εφαρμογές αισθητήρων

Ιατρική

Οι αισθητήρες έχουν εισέλθει για τα καλά στον χώρο της ιατρικής και συμβάλλουν σε πιο εξειδικευμένες μεθόδους. Οι ασθενείς θα έχουν πάνω τους διάφορους αισθητήρες για παράδειγμα θερμοκρασίας, καρδιακών παλμών και ο προσωπικός τους γιατρός θα μπορεί να παρακολουθεί σε καθημερινή βάση με λεπτομέρεια την πορεία της υγείας τους χωρίς να χρειάζεται να είναι παρών. Πρόσφατα, έχει αναπτυχθεί μια καινοτόμα τεχνολογία με ευφυή βιοϊατρικά ρούχα με τη χρήση αισθητήρων και ασύρματων δικτύων τα οποία έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τα ζωτικά όργανα του ανθρώπου και να λαμβάνουν μετρήσεις οι οποίες θα στέλνονται στον προσωπικό ιατρό για γνωμάτευση. Αυτό βοηθά στην καλύτερη πρόληψη και πιο γρήγορη διάγνωση διάφορων νόσων. Επιπλέον, ορισμένοι ασθενείς που δεν έχουν τη δυνατότητα να μεταβούν στον γιατρό (ασθενείς με κινητικά προβλήματα) για παρακολούθηση από κοντά, θα έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούνται εξ αποστάσεως. Μέσα από αυτό επιτυγχάνεται ένα καλύτερο επίπεδο ζωής και μειώνεται αισθητά το κόστος περίθαλψης.

Γεωργία

Η ανάπτυξη ασύρματων δικτύων με αισθητήρες στη γεωργία και στη βιομηχανία τροφίμων βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο όμως με την πάροδο του χρόνου είναι εμφανές ότι τα πολλαπλά οφέλη αυτής της τεχνολογίας προτρέπουν πολλούς χρήστες να στραφούν προς αυτή. Τα έξυπνα συστήματα στη γεωργία βοηθούν τους γεωργούς να διαχειρίζονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους διαθέσιμους πόρους αυξάνοντας έτσι την ποσότητα και την ποιότητα των προϊόντων, εξοικονομώντας παράλληλα χρήματα. Για παράδειγμα, ένας γεωργός θα μπορεί να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την κατάσταση που επικρατεί στο κτήμα του για τις καιρικές συνθήκες, να μπορεί να διαχειρίζεται εξ αποστάσεως την άρδευση. Επιπλέον, θα μπορεί να φτιάξει δικά του σενάρια για το πότε θα ανοίγουν τα φώτα ή τις ώρες κατά τις οποίες θα πραγματοποιείται το πότισμα. Επίσης, θα έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει πληροφορίες για την ποιότητα του εδάφους και κάθε πόσο θα χρειάζεται να ποτίσει και με πια ποσότητα ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη νερού.

Περιβάλλον

Διάφορες εφαρμογές με αισθητήρες αναπτύσσονται συνεχώς για την προστασία του περιβάλλοντος. Δίκτυα αισθητήρων τοποθετούνται σε δασικές περιοχές για την αποφυγή πρόκλησης πυρκαγιάς, για παράδειγμα μόλις ξεσπάσει πυρκαγιά οι αισθητήρες το ανιχνεύουν και στέλνουν αμέσως μήνυμα με την ακριβή τοποθεσία και ώρα στο κέντρο ελέγχου ειδοποιώντας την πυροσβεστική για την έγκαιρη κατάσβεση της. Επίσης, άλλα δίκτυα αισθητήρων συλλέγουν δεδομένα για την ποιότητα του αέρα και ειδοποιούν άμεσα το κέντρο ελέγχου όταν ορισμένα αέρια υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια. Επιπλέον, σε κάποιες χώρες εφαρμόζεται ένα σύστημα αισθητήρων για την ανίχνευση πλημμύρων. Αποτελείται από αισθητήρες βροχής και στάθμης νερού οι οποίοι στέλνουν συνεχώς δεδομένα σε μια βάση δεδομένων. Αν παρατηρηθεί υψηλή στάθμη νερού τότε στέλνουν σήμα συναγερμού για πλημμύρα.

Έξυπνες πόλεις

Η αξιοποίηση των αισθητήρων και των ασύρματων δικτύων συμβάλουν στην δημιουργία μιας πόλης κατακλυσμένης από έξυπνες εφαρμογές. Αρχικά, συμβάλλει στον τομέα των μεταφορών και συγκοινωνιών. Ένα σημείο που αξίζει να αναφερθεί είναι στην καθαριότητα της πόλης αφού το κέντρο διαλογής των σκουπιδιών λαμβάνει δεδομένα από το καθένα σημείο για την πληρότητα των κάδων. Αυτό επιτυγχάνεται με τους αισθητήρες που βρίσκονται στους κάδους και ανιχνεύουν την ποσότητα των σκουπιδιών, ώστε αφού γεμίσει να στέλνουν σήμα στο κέντρο διαλογής. Επιπρόσθετα, τα φώτα στις πόλεις έχουν αισθητήρες φωτός ώστε να ανάβουν μόνο τη νύχτα και να σβήνουν το πρωί χωρίς να χρειάζεται να ρυθμίζονται για τις ώρες που θα ανάβουν με κύριο πλεονέκτημα τη μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Ο χώρος στάθμευσης στις μεγαλουπόλεις είναι ένα πρόβλημα το οποίο

έρχεται να λύσουν οι «έξυπνοι» χώροι στάθμευσης. Με τη βοήθεια αισθητήρων σε αυτούς τους χώρους θα μπορεί ο κάθε οδηγός μέσα από το smartphone του να παρακολουθεί τη διαθεσιμότητα στους χώρους στάθμευσης σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στην πόλη. Με αυτό τον τρόπο δεν θα σπαταλά χρόνο για parking τα οποία είναι ήδη γεμάτα και θα βλέπει μόνο αυτά έχουν διαθέσιμο χώρο και το σημείο στο οποίο βρίσκονται. Επίσης, θα γίνεται παρακολούθηση των επιπέδων ήχου σε διάφορες περιοχές σε πραγματικό χρόνο με αισθητήρες ήχου οι οποίοι θα μετρούν την ένταση του ήχου σε ντεσιμπέλ (dB) ώστε να ελέγχεται όσο το δυνατό καλύτερα η ηχορύπανση στις πόλεις. Ένα άλλο ζήτημα στις πόλεις είναι τα υψηλά επίπεδα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που παρατηρούνται και για αυτό τον λόγο γίνονται μετρήσεις της ενέργειας που εκπέμπεται από τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων συσκευών στο διαδίκτυο. Επιπλέον, η κυκλοφοριακή συμφόρηση θα ελέγχεται σε μεγαλύτερο βαθμό από τους αισθητήρες που θα βρίσκονται σε πολλά σημεία στους δρόμους οι οποίοι θα στέλνουν δεδομένα και με αυτό τον τρόπο θα παρακολουθείτε το πλήθος των οχημάτων και οι δρόμοι με τη μεγαλύτερη συμφόρηση προς αποφυγή. Τέλος, θα δίνετε η δυνατότητα στους οδηγούς να λαμβάνουν ειδοποιήσεις για τις καιρικές συνθήκες και για τυχόν ατυχήματα σε κάποια σημεία ώστε να τα αποφεύγουν και να αποτρέπεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Ρομποτική

Η ρομποτική είναι μια τεχνολογία που αναπτύσσεται συνεχώς με γοργούς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια και εμφανίζεται κυρίως στις μεγάλες βιομηχανίες και την ιατρική. Οι αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι στο ρομπότ με σκοπό να κάνει διάφορες λειτουργίες και κινήσεις. Μερικοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε ένα ρομπότ είναι ο αισθητήρας αφής ο οποίος ανιχνεύει την απόσταση όταν αυτή είναι μικρότερη του ενός εκατοστού από ένα αντικείμενο ώστε να αποφεύγονται τυχόν συγκρούσεις. Αυτό βοηθάει το ρομπότ να εκτελεί με πλήρη ακρίβεια τις κινήσεις του χωρίς να κτυπάει σε κάποιο αντικείμενο. Επίσης, χρησιμοποιείται κατά κόρον ο αισθητήρας υπερήχων ο οποίος είναι εξαιρετικά χρήσιμος στη λειτουργία ενός ρομπότ. Ο αισθητήρας υπερήχων δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να μετρά την απόσταση από ένα αντικείμενο και να αντιδρά αναλόγως με τη λειτουργία του. Μπορεί κάποιος να θεωρήσει ότι η λειτουργία του είναι παρόμοια με εκείνη του αισθητήρα αφής, αλλά με τη διαφορά ότι ο αισθητήρας υπερήχων μετρά αρκετά μεγαλύτερες αποστάσεις του ενός εκατοστού. Πιο συγκεκριμένα, το ρομπότ με τη βοήθεια του αισθητήρα υπερήχων είναι ικανό να εντοπίζει αντικείμενα που βρίσκονται από 0 έως 5 μέτρα περίπου. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο σε ένα ρομπότ έχει ο αισθητήρας ήχου ο οποίος δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να «ακούει». Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να ανιχνεύσει ντεσιμπέλ (dB) με την ίδια ευαισθησία που μπορεί ένα ανθρώπινο αυτί. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να λαμβάνει πληροφορίες και φωνητικές εντολές από τον άνθρωπο και να τις εκτελεί. Η ρομποτική έχει αναπτυχθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια και εκτιμάται ότι στο προσεχές μέλλον τα ρομπότ θα είναι σε θέση να εκτελούν ένα μεγάλο ποσοστό των

λειτουργιών που κάνει ο άνθρωπος με την ίδια ή και μεγαλύτερη ακρίβεια. Ουσιαστικά πολλές θέσεις εργασίας θα αντικατασταθούν από τα ρομπότ γεγονός που αφενός αυξάνει στο έπακρο το ρυθμό παραγωγής μιας βιομηχανίας, αφετέρου αρκετοί εργαζόμενοι θα χάσουν τη δουλειά τους με οτιδήποτε και αν συνεπάγεται αυτό.

Βιομηχανία

Στις σύγχρονες βιομηχανικές εγκαταστάσεις οι αυτοματισμοί και οι μηχανές όλης της γραμμής παραγωγής ελέγχονται καθόλα τη διάρκεια της ημέρας από ένα σύνθετο δίκτυο αισθητήρων για τη σωστή λειτουργία τους. Αν παρουσιαστεί οποιοδήποτε πρόβλημα αμέσως ειδοποιείται το κέντρο ελέγχου και εκπέμπεται σήμα στον ιδιοκτήτη (χειριστή). Αποτρέπονται επίσης διαρροές νερού, υγραερίου, καπνού και διάφορων άλλων τοξικών χημικών με την άμεση ανίχνευση τους από αισθητήρες. Μόλις οι αισθητήρες ανιχνεύσουν το παραμικρό τότε ενεργοποιούν το σύστημα συναγερμού έκτακτης ανάγκης.

Κεφάλαιο 6

Υλοποίηση της κατασκευής

6.1. Περιγραφή κατασκευής

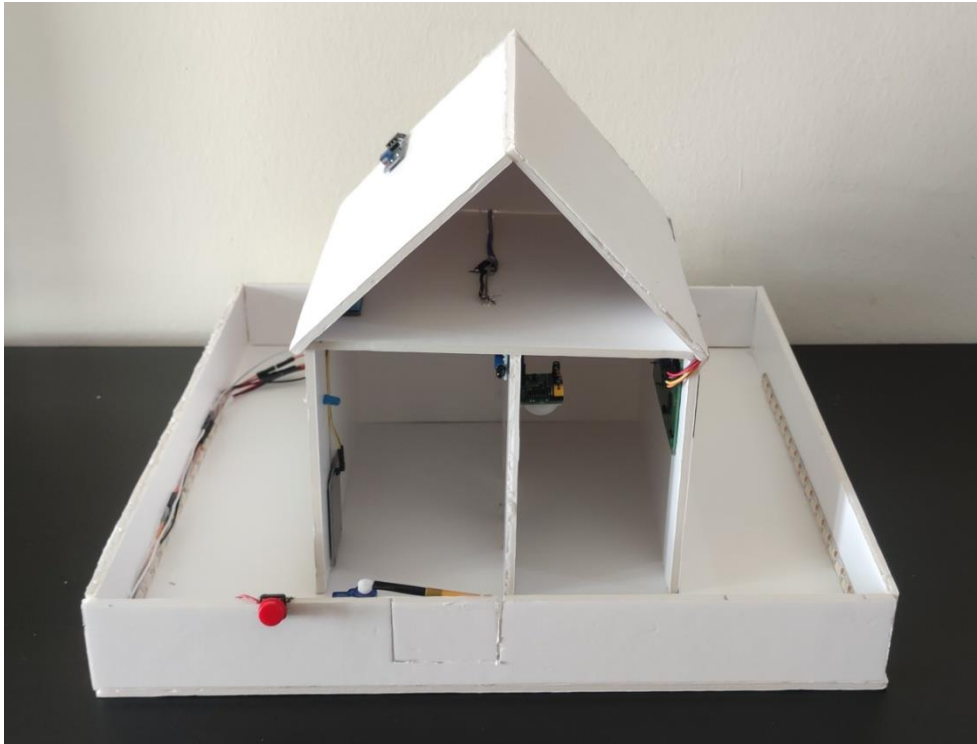
Η παρούσα κατασκευή πραγματοποιήθηκε για να αναδείξει τα πλεονεκτήματα που επιτυγχάνονται με την τηλεδιαχείριση των ηλεκτρικών φορτίων ενός σπιτιού, ώστε ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να ελέγχει και να θέτει σε λειτουργία απομακρυσμένα, διάφορες ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι και να ενημερώνεται για την κατάσταση που επικρατεί στον ιδιωτικό του χώρο. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για την εξ' αποστάσεως επικοινωνία του χρήστη με τις συσκευές είναι το Wi-Fi. Οι εντολές που δίνει ο χρήστης λαμβάνονται απευθείας από την κεντρική μονάδα ελέγχου (Arduino), το οποίο είναι υπεύθυνο για όλους τους αυτοματισμούς που υπάρχουν στο προσομοιωμένο σπίτι.

Αρχικά, το σπίτι διαθέτει μερικούς αισθητήρες οι οποίοι λαμβάνουν ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον και με τον κατάλληλο προγραμματισμό από την κεντρική μονάδα ελέγχου εκτελούν κάποιους αυτοματισμούς. Για παράδειγμα, στην κουζίνα του σπιτιού υπάρχει ένας αισθητήρας πλημμύρας και ένας αισθητήρας φωτιάς. Όταν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας πλημμύρας δηλαδή όταν ανέβει η στάθμη του νερού στο σπίτι πάνω από το καθορισμένο σημείο, ενεργοποιείται μια φωτεινή ένδειξη και εμφανίζεται ένα μήνυμα στην οθόνη LCD (Flood!!!) αλλά βλέπουμε την ένδειξη και στο κινητό τηλέφωνο μέσω της εφαρμογής που χρησιμοποιείται σε περίπτωση που ο χρήστης απουσιάζει από το σπίτι. Επίσης, σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά, ο αισθητήρας φωτιάς ενεργοποιεί άμεσα μια φωτεινή ένδειξη και τη σειρήνα εμφανίζοντας το μήνυμα στην οθόνη (Fire!!!), όπως επίσης λαμβάνουμε το μήνυμα στην εφαρμογή του τηλεφώνου ότι έχει ξεσπάσει πυρκαγιά. Στο σαλόνι, υπάρχει ένας αισθητήρας ανίχνευσης της κίνησης ο οποίος μόλις ανιχνεύσει κίνηση θέτει σε λειτουργία τη σειρήνα και εμφανίζει στην οθόνη το μήνυμα (Motion Detected) καθώς και ειδοποιείται ο χρήστης μέσω της εφαρμογής στο κινητό. Στο υπνοδωμάτιο, υπάρχει ένας αισθητήρας θερμοκρασίας/υγρασίας ο οποίος μετράει συνεχώς τη θερμοκρασία και την υγρασία που έχει στον χώρο εμφανίζοντας την ένδειξη σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη. Επίσης, στο υπνοδωμάτιο υπάρχουν δύο φωτεινές ενδείξεις (LED) ένα κόκκινο και ένα μπλέ, τα οποία αντιπροσωπεύουν τη θέρμανση και το κλιματιστικό αντίστοιχα και μπορούν να ελέγχονται εξ' αποστάσεως από τον χρήστη και το κινητό του τηλέφωνο ώστε να τα ενεργοποιεί και να τα απενεργοποιεί όποτε επιθυμεί.

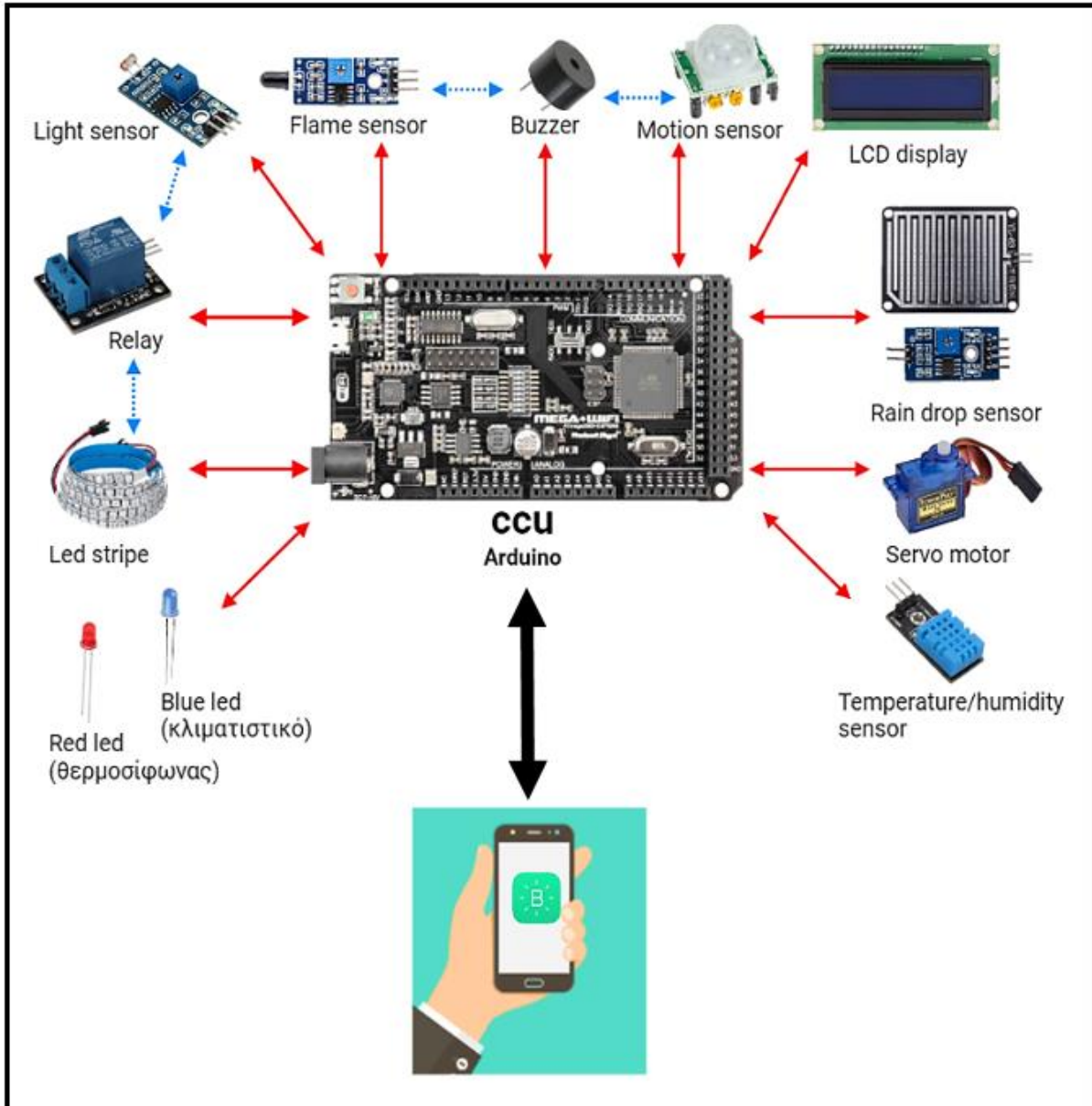
Στον εξωτερικό χώρο του σπιτιού, έχουμε έναν αισθητήρα φωτός ο οποίος μόλις σκοτεινιάσει ενεργοποιεί τα φώτα του σπιτιού με τη βοήθεια ενός ρελέ και αντίστοιχα όταν είναι μέρα τα φώτα

σβήνουν αυτόματα. Ο χρήστης μπορεί να βλέπει την ένδειξη αν τα φώτα είναι αναμμένα ή σβηστά, είτε από την οθόνη που βρίσκεται στο σπίτι, είτε από την εφαρμογή στο τηλέφωνο αν απουσιάζει. Τέλος, υπάρχει μια εξωτερική πόρτα η οποία ανοιγοκλείνει με τη βοήθεια ενός σερβοκινητήρα και μπορούμε να τον ελέγχουμε είτε χειροκίνητα με ένα κουμπί, είτε απομακρυσμένα από την εφαρμογή. Σε κάθε περίπτωση βλέπουμε το μήνυμα στην εφαρμογή αν η πόρτα είναι ανοιχτή ή κλειστή, αλλά και στην οθόνη.

Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να έχει τον πλήρη έλεγχο των συσκευών, αλλά και για το καθετί που συμβαίνει στο σπίτι ακόμη και τις ώρες που απουσιάζει από αυτό, έχοντας τη δυνατότητα να λαμβάνει ενδείξεις στο κινητό τηλέφωνο αφού βέβαια είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο. Με αυτό τον τρόπο ο κάθε χρήστης νιώθει πιο ασφαλείς στο σπίτι του ακόμη και τις ώρες που δεν βρίσκεται σε αυτό. Παράλληλα, έχει τη δυνατότητα να εξοικονομεί ενέργεια απενεργοποιώντας κάποιες συσκευές εξ' αποστάσεως.



Εικόνα 0.1: Ολοκλήρωση κατασκευής.



Εικόνα 6.2: Διάγραμμα λειτουργίας κατασκευής.

6.2. Επιλογή Arduino

Για την υλοποίηση της κατασκευής, έχει επιλεγθεί η πλακέτα Arduino Mega 2560 με ενσωματωμένο Wi-Fi (ESP8266) η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε το Arduino με το διαδίκτυο χωρίς να χρειάζεται κάποια άλλη πλακέτα επέκτασης. Η κεντρική μονάδα ελέγχου (Arduino), ελέγχει όλες τις λειτουργίες του συστήματος αφού έχει προγραμματιστεί κατάλληλα. Παρακάτω θα αναλυθούν τα πιο βασικά χαρακτηριστικά αυτής της πλακέτας.

6.2.1. Χαρακτηριστικά Arduino Mega2560

Η πλακέτα Arduino Mega είναι μια πλακέτα η οποία είναι βασισμένη στο μικροελεγκτή ATmega2560 της Atmel. Διαθέτει 54 ψηφιακές εισόδους και εξόδους από τις οποίες οι 15 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως PWM (Pulse Width Modulation) έξοδοι δηλαδή διαμόρφωσης εύρους παλμών και 16 αναλογικές εισόδους. Επίσης, έχει 4 σειριακές θύρες, έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή με συχνότητα λειτουργίας στα 16MHz, μια σύνδεση USB για την επικοινωνία και τον προγραμματισμό από τον υπολογιστή, ένα κουμπί για να γίνεται Reset και μια υποδοχή για εξωτερική τροφοδοσία. Είναι συμβατό σχεδόν με όλα τα Shields module (πλακέτες επέκτασης) και πλήθος αισθητήρων τα οποία του δίνουν τη δυνατότητα για επιπλέον λειτουργίες και δυνατότητες.[81]

Επεξεργαστής	ATmega2560
Τάση λειτουργίας	5V
Τάση εισόδου (οριακή)	6-20V
Τάση εισόδου (συνιστώμενη)	7-12V
Ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι	54 (15 PWM)
Αναλογικές εισοδοι	16
DC Ρεύμα ανά Input/output PIN	20mA
DC Ρεύμα για 3.3V PIN	50mA
Μνήμη Flash	256Kb
Μνήμη SRAM	8kB
Μνήμη EEPROM	4kB
Συχνότητα ταλαντωτή	16MHz

Πίνακας 0.1: Χαρακτηριστικά Arduino Mega2560.

6.2.2. Τροφοδοσία

Η πλακέτα μπορεί να τροφοδοτηθεί με συνεχές ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της ενσωματωμένης σύνδεσης USB που διαθέτει, είτε από εξωτερική τροφοδοσία μέσω της υποδοχής που είναι ενσωματωμένη επάνω στην πλακέτα. Η εξωτερική τροφοδοσία μπορεί να είναι μια μπαταρία ή ένα τροφοδοτικό των 9V απευθείας από την πρίζα (220V) στην υποδοχή που υπάρχει. Η μπαταρία συνδέεται στις υποδοχές Vin για την τάση εισόδου (θετικός πόλος) και GND για την γείωση

(αρνητικός πόλος). Η συνιστώμενη τάση για την τροφοδοσία της πλακέτας από τον κατασκευαστή είναι 7-12V. Παρόλα αυτά, με λιγότερα ή οριακά στα 7V η πλακέτα θα υπολειτουργεί και τα pins εξόδου δεν θα μπορούν να εξάγουν τα 5V που χρειάζεται. Στην αντίθετη περίπτωση που η τροφοδοσία ξεπεράσει τα 12V υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του σταθεροποιητή τάσης κάτι που σημαίνει την πιθανή καταστροφή της πλακέτας. Επομένως, με γνώμονα αυτές τις δύο παραμέτρους μια ιδανική τάση τροφοδοσίας για την πλακέτα είναι τα 9V. Υπάρχουν κάποιοι ακροδέκτες αποκλειστικά για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή δίπλα από τα pins αναλογικής εισόδου.[82], [83]

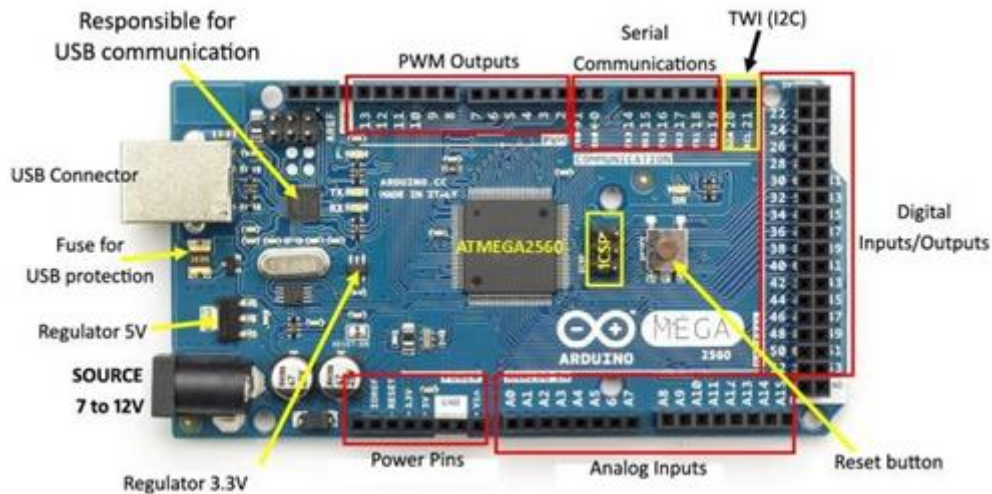
- **IOREF** → Παρέχει την τάση αναφοράς με την οποία λειτουργεί ο μικροελεγκτής.
- **RESET** → Όταν γειωθεί (σε κάποιο από τα 3 pins GND) γίνεται επανεκκίνηση του Arduino.
- **GND** → Γείωση της τροφοδοσίας.
- **3.3V** → Μπορεί να τροφοδοτήσει διάφορα εξαρτήματα με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν παρέχεται από εξωτερική τροφοδοσία αλλά από τον ελεγκτή Serial Over USB και παρέχει μέγιστη ένταση ρεύματος 50mA.
- **5V** → Τροφοδοτεί τον μικροελεγκτή και διάφορα εξαρτήματα με τάση 5V. Αυτή η τάση μπορεί να προέλθει από την θύρα USB ή από εξωτερική τροφοδοσία των 5V μέσω του ακροδέκτη Vin.

6.2.3. Ακροδέκτες

Το Arduino Mega 2560 διαθέτει 54 ψηφιακές εισόδους/εξόδους και 16 αναλογικές εισόδους. Η κάθε μια από τις ψηφιακές εισόδους/εξόδους λειτουργεί στα 5V και κάθε Pin μπορεί να λάβει ή να παρέχει μέχρι 40mA με εσωτερική αντίσταση που κυμαίνεται στα 20-50kΩ. Όσο αφορά τις αναλογικές εισόδους λειτουργούν από 0V μέχρι 5V αλλά υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής του εύρους μέσω του Pin AREF χρησιμοποιώντας την εντολή analogReference(). Η κάθε είσοδος μπορεί να διαβάσει μέχρι 1024 τιμές (10 bits).[82], [83]

Υπάρχουν όμως και κάποια Pin με διαφορετικές λειτουργίες από τα υπόλοιπα όπως:

- **PIN 13** → Το Pin13 είναι συνδεδεμένο εσωτερικά με ένα LED το οποίο είναι ενσωματωμένο πάνω στην πλακέτα.
- **PIN (2-13) (44-46)** → Αυτά τα PIN παρέχουν PWM έξοδο (διαμόρφωση εύρους παλμών) χρησιμοποιώντας την εντολή `analogWrite()`.
- **PIN 50-53** → Αυτά τα PIN υποστηρίζουν επικοινωνία τύπου SPI (Serial Peripheral Interface) δηλαδή σειριακή περιφερειακή διεπαφή η οποία δίνει τη δυνατότητα για επικοινωνία μεταξύ δύο μικροελεγκτών ή με μία ή περισσότερες περιφερειακές συσκευές γρήγορα σε μικρές αποστάσεις.
- **Serial PIN** → PIN0 (RX) PIN1 (TX), Serial 1: PIN19 (RX) και PIN18 (TX), Serial 2: PIN17 (RX) και PIN16 (TX), Serial 3: PIN15 (RX) και PIN14 (TX). Αυτά τα PIN χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ της πλακέτας Arduino και ενός υπολογιστή ή άλλων συσκευών. Όλες οι πλακέτες έχουν τουλάχιστον μια σειριακή θύρα έως πολλές.
- **I2C** → Το πρωτόκολλο I2C περιλαμβάνει τη χρήση δύο γραμμών για την αποστολή και λήψη δεδομένων. Αρχικά, έναν ακροδέκτη σειριακού ρολογιού (SCL) και έναν ακροδέκτη σειριακών δεδομένων (SDA) στον οποίο αποστέλλονται δεδομένα μεταξύ των δύο συσκευών. Οι ακροδέκτες που χρησιμοποιούνται είναι PIN20 (SDA) και PIN21 (SCL).
- **Εξωτερικά Interrupts** → Τα Interrupts είναι προγραμματισμένες διακοπές στη ροή του προγράμματος. Μπορούν να ρυθμιστούν μέσω κάποιων συγκεκριμένων PIN χρησιμοποιώντας την εντολή `attachInterrupt()` ώστε να ξεκινήσουν μια διακοπή. Τα PIN που χρησιμοποιούνται για τις διακοπές είναι PIN2 (Interrupt 0), PIN3 (Interrupt 1), PIN21 (Interrupt 2), PIN20 (Interrupt 3), PIN19 (Interrupt 4), PIN18 (Interrupt 5).



Εικόνα 0.2: Ακροδέκτες και υποδοχές Arduino Mega2560. [84]

6.2.4. Μνήμες

Το Arduino διαθέτει τρεις τύπους μνήμης και πιο συγκεκριμένα τις Flash, SRAM και EEPROM οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

Μνήμη Flash

Η μνήμη Flash έχει χωρητικότητα 256kB και είναι επίσης γνωστή ως μνήμη προγράμματος. Είναι το σημείο όπου το Arduino αποθηκεύει και εκτελεί το πρόγραμμα. Επειδή η μνήμη Flash είναι μη πτητική, το πρόγραμμα στο Arduino παραμένει αποθηκευμένο και με την απενεργοποίηση του συστήματος. Ωστόσο, μόλις αρχίσει να εκτελείται το πρόγραμμα τα δεδομένα στη μνήμη Flash δεν μπορούν να τροποποιηθούν και για να γίνει αυτό θα πρέπει το πρόγραμμα να αντιγραφεί στη μνήμη SRAM.[61][60]

Μνήμη SRAM

Η μνήμη SRAM έχει χωρητικότητα 8kB και χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων του προγράμματος (μεταβλητές) που πρόκειται να εκτελεστεί. Επειδή η SRAM memory είναι πτητική οι πληροφορίες του προγράμματος χάνονται όταν διακοπεί η τροφοδοσία ή όταν πατηθεί το κουμπί επανεκκίνησης Reset.[61][60]

Μνήμη EEPROM

Η μνήμη EEPROM έχει χωρητικότητα 4kB και είναι μια άλλη μορφή μη πτητικής μνήμης δηλαδή δεν χάνουμε τα δεδομένα όταν αφαιρούμε την τροφοδοσία από την συσκευή και μπορεί να διαβαστεί ή να γραφτεί από το πρόγραμμα εκτέλεσης. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση μικρών ποσοτήτων δεδομένων που γράφονται και διαβάζονται πολλές φορές. Επίσης είναι πιο αργή από την SRAM.[61][60]

6.3. Αισθητήρες κατασκευής

Οι αισθητήρες έχουν σημαντική συμβολή στην υλοποίηση ενός αυτοματοποιημένου «έξυπνου σπιτιού» καθώς ανιχνεύουν διάφορα φυσικά μεγέθη από το περιβάλλον στέλνοντας το κατάλληλο σήμα στον μικροελεγκτή. Επίσης, έχουν την ιδιότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας έτσι ένα πλήρες σύστημα αυτοματισμού. Παρακάτω θα δούμε τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή.

Αισθητήρας βροχής



Ο αισθητήρας αυτός ανιχνεύει νερό μόλις πέσει πάνω στην επιφάνεια του και αμέσως στέλνει σήμα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εξωτερικούς χώρους για την ανίχνευση βροχής ώστε να εκτελείται μια αυτοματοποιημένη λειτουργία, για παράδειγμα μόλις ξεκινήσει βροχή να κλείνει μια τέντα.[85][86]

Εικόνα 0.3: Αισθητήρας βροχής.

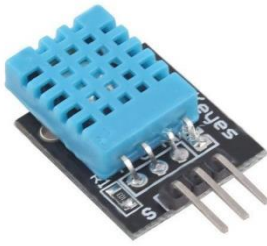
Αισθητήρας φωτός LDR



Είναι ένας αισθητήρας φωτός ο οποίος ανιχνεύει την ένταση του φωτός και τις μεταβολές της φωτεινότητας. Αποτελείται από μια φωτοαντίσταση η οποία με την αύξηση της έντασης του φωτός μικραίνει η τιμή της και έτσι επιτρέπει τη ροή ρεύματος, ενώ αντίθετα στο σκοτάδι η τιμή της φωτοαντίστασης μεγιστοποιείται με αποτέλεσμα να μην περνάει καθόλου ρεύμα.[87]

Εικόνα 0.4: Φωτοαντίσταση (ανιχνευτής φωτός).

Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11



Είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας ο οποίος ανιχνεύει οποιαδήποτε μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας και βγάζει τα αποτελέσματα στην έξοδο του. Συνήθως η έξοδος του εμφανίζεται σε μια οθόνη ώστε να φαίνονται συνεχώς οι τιμές των φυσικών μεγεθών.[88]

Εικόνα 0.5: Αισθητήρας θερμοκρασίας υγρασίας.

Ανιχνευτής φωτιάς



Ο αισθητήρας φωτιάς ανιχνεύει φωτιά σε ένα χώρο. Συνήθως συνδέεται με ένα buzzer ή με ένα σύστημα συναγερμού έτσι ώστε όταν ξεσπάσει πυρκαγιά να ανιχνεύεται από τον αισθητήρα και να ενεργοποιείται μια σειρήνα ή το σύστημα συναγερμού.[5]

Εικόνα 0.6: Ανιχνευτής φωτιάς.

Αισθητήρας κίνησης PIR



Είναι ανιχνευτής κίνησης ο οποίος όταν ανιχνεύσει κίνηση δίνει ένα παλμό στην έξοδο του. Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα συναγερμού αλλά και σε οποιοδήποτε σημείο ενός χώρου όπου ο χρήστης θέλει να ελέγχει κάποια κίνηση. [89]

Εικόνα 0.7: Αισθητήρας κίνησης.

6.4. Κώδικας Arduino

Ο προγραμματισμός της πλακέτας Arduino πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον ανάπτυξης (Arduino Software IDE). Αρχικά, έγινε η κλήση των βιβλιοθηκών όπου ήταν απαραίτητη για το κάθε εξάρτημα και μετά έγινε η δήλωση των PINS που είναι συνδεδεμένα στο Arduino και οι δηλώσεις των μεταβλητών (Variables). Έπειτα, έγινε η συνάρτηση setup() η οποία εκτελείται μια φορά όταν ξεκινήσει το πρόγραμμα και αρχικοποιεί τις μεταβλητές. Τέλος, η συνάρτηση loop() είναι εκεί όπου βρίσκεται το κύριο μέρος του προγράμματος στο Arduino και εκτελείται συνεχώς ένας βρόχος επαναλαμβάνοντας τις ίδιες λειτουργίες. Παρακάτω, θα δούμε μερικά κομμάτια του κώδικα από το κάθε μέρος.

Βιβλιοθήκες

Η κλήση των βιβλιοθηκών είναι απαραίτητη για κάποια εξαρτήματα όπως η οθόνη LCD, ο σερβοκινητήρας, ο αισθητήρας θερμοκρασία – υγρασίας και η εφαρμογή Blynk και γίνεται για να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία μεταξύ του Arduino και των προαναφερθέντων εξαρτημάτων και εφαρμογών.

```
* LIBRARIES
*/

// DHT

#include <DHT.h>

// LCD

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Servo

#include <Servo.h>

// Blynk

#include <ESP8266_Lib.h>
#include <BlynkSimpleShieldEsp8266.h>
```

Εικόνα 0.8: Κλήση βιβλιοθηκών.

Αντικείμενα και μεταβλητές

Σε αυτό το σημείο δηλώνονται οι μεταβλητές και τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή.

```

#define BUZZER_PIN          12
#define FLAME_PIN          A2
#define LDR_PIN            A3
#define PIR_PIN            9
#define FLOOD_PIN         7
#define DOOR_SERVO_PIN     A15
#define DHT_PIN            6

// LEDs

#define FLAME_LED          13
#define LDR_LED            11
#define FLOOD_LED         8
#define MOTION_LED        49
#define AC_COOL_LED       51
#define AC_HEAT_LED       53

```

Εικόνα 0.9: Δηλώσεις αντικειμένων.

```

DHT dht(DHT_PIN, DHT11);

// LCD

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// Servo

Servo servo;

// Blynk

ESP8266 wifi(&EspSerial);

WidgetLED lightsVirtualLed (V9);
WidgetLED flameVirtualLed (V4);
WidgetLED floodVirtualLed (V5);
WidgetLED motionVirtualLed (V6);

```

Εικόνα 0.10: Δηλώσεις μεταβλητών.

Η συνάρτηση setup()

Η συνάρτηση setup() εκτελείται μια φορά με την εκκίνηση του προγράμματος και πραγματοποιούνται οι αρχικοποιήσεις των μεταβλητών που δηλώθηκαν πιο πάνω.

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  
  // Initialize pins  
  
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);  
  
  pinMode(FLAME_LED, OUTPUT);  
  pinMode(FLAME_PIN, INPUT);  
  
  pinMode(LDR_LED, OUTPUT);  
  pinMode(LDR_PIN, INPUT);  
  
  pinMode(PIR_PIN, INPUT);  
  
  pinMode(FLOOD_LED, OUTPUT);  
  pinMode(FLOOD_PIN, INPUT);  
  
  pinMode(MOTION_LED, OUTPUT);  
  
  pinMode(DOOR_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);  
  
  pinMode(AC_COOL_LED, OUTPUT);  
  pinMode(AC_HEAT_LED, OUTPUT);  
}
```

Εικόνα 0.11: Η συνάρτηση setup().

Η συνάρτηση loop()

Η συνάρτηση loop είναι στην ουσία ένας βρόχος όπου βρίσκεται το κύριο μέρος του προγράμματος και εκτελείται συνεχώς. Βρίσκεται αμέσως μετά τη συνάρτηση setup.

```
void loop() {
  Blynk.run();

  updateLcd();

  checkForFlame(analogRead(FLAME_PIN));
  checkForLight(analogRead(LDR_PIN));
  checkForMotion(digitalRead(PIR_PIN));
  checkForFlood(digitalRead(FLOOD_PIN));
  checkForDoorButtonPress(digitalRead(DOOR_BUTTON_PIN));
}

// Blynk

BLYNK_CONNECTED() {
  Blynk.syncVirtual(V_DOOR_BUTTON_PIN);
  Blynk.syncVirtual(V_AC_COOL_BUTTON_PIN);
  Blynk.syncVirtual(V_AC_HEAT_BUTTON_PIN);
}

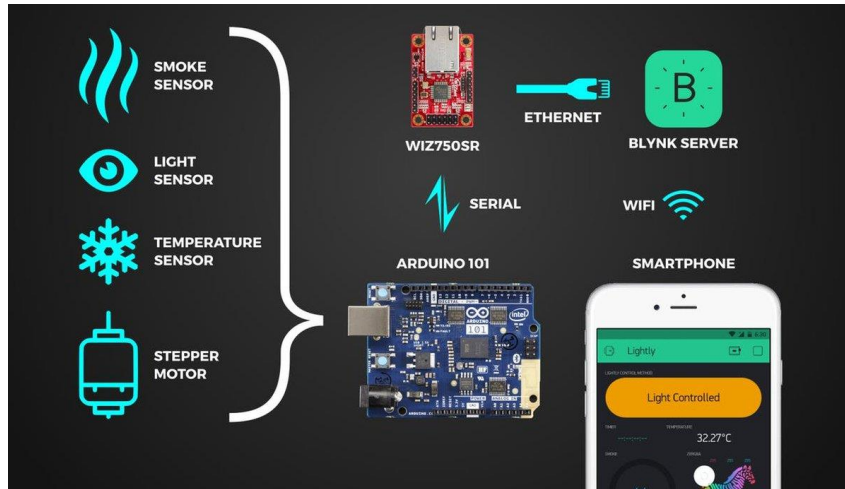
BLYNK_WRITE(V_DOOR_BUTTON_PIN) {
  checkForDoorButtonPress(param.asInt());
}

BLYNK_WRITE(V_AC_COOL_BUTTON_PIN) {
  switchAcCool(param.asInt());
}
```

Εικόνα 0.12: Η συνάρτηση loop().

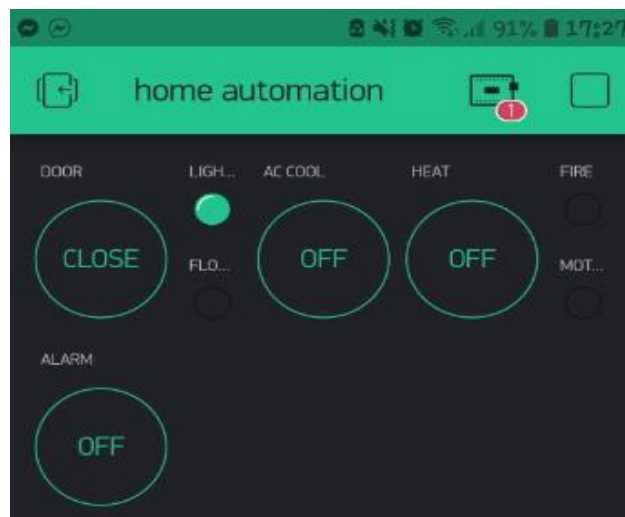
6.5. Εφαρμογή Blynk

Η εφαρμογή Blynk είναι μια εφαρμογή την οποία μπορούμε να εγκαταστήσουμε στο κινητό τηλέφωνο (smartphone) και μας δίνει τη δυνατότητα να χειριζόμαστε από απόσταση διάφορα ηλεκτρικά φορτία που υπάρχουν στην κατασκευή αφού πρώτα γίνει ο κατάλληλος προγραμματισμός μεταξύ της εφαρμογής και της κεντρικής μονάδας ελέγχου. Για παράδειγμα, μπορούμε να ανάψουμε ή να σβήσουμε ένα LED ή να ανοίξουμε και να κλείσουμε μια πόρτα ή ένα παράθυρο. Η τηλεδιαχείριση των ηλεκτρικών φορτίων πραγματοποιείται μέσω της κεντρικής μονάδας ελέγχου που στην προκειμένη περίπτωση είναι το Arduino λαμβάνοντας τις εντολές που στέλνουμε από το τηλέφωνο. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το Arduino και το κινητό τηλέφωνο να είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο ώστε να ανταλλάσσονται οι εντολές απομακρυσμένα. Ο χρήστης μπορεί να προσθέσει οποιαδήποτε στοιχεία στην εφαρμογή για να τα χειρίζεται. Είναι εύκολη στη χρήση και παράλληλα παρέχει στον χρήστη ευελιξία καθώς είναι συμβατή με τα πιο βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το Wi-Fi, Bluetooth, GSM.



Εικόνα 0.13: Εφαρμογή Blynk.

Στην περίπτωση μας, μπορούμε μέσω της εφαρμογής να ελέγξουμε και να λαμβάνουμε ενδείξεις για την κατάσταση των ηλεκτρονικών φορτίων που υπάρχουν στην κατασκευή. Για παράδειγμα, μπορούμε να ανοίξουμε ή να κλείσουμε το κλιματιστικό και την θέρμανση (AC Cool, Heat) λαμβάνοντας την κατάλληλη ένδειξη στο τηλέφωνο. Επίσης, με την ενεργοποίηση κάθε αισθητήρα που βρίσκεται στο σπίτι μπορούμε να δούμε την κατάλληλη ένδειξη (ON/OFF) στο κινητό. Πιο συγκεκριμένα, όταν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας φωτιάς ανάβει μια ένδειξη LED. Το ίδιο συμβαίνει και με τον αισθητήρα πλημμύρας, κίνησης και την φωτοαντίσταση όπου βλέπουμε πότε είναι ανοιχτά τα φώτα και πότε κλειστά. Τέλος, έχουμε τη δυνατότητα να ανοίξουμε και να κλείσουμε την εξωτερική πόρτα λαμβάνοντας ειδοποίηση όταν είναι ανοιχτή ή κλειστή.



Εικόνα 0.14: Δημιουργία Blynk για την κατασκευή.

6.6. Υλικά και κόστος κατασκευής

Υλικά	Κόστος
Arduino Mega2560 (ESP8266)	€20
Καλάϊ με κολλητήρι	€12
Οθόνη LCD	€10
Τροφοδοτικό 9V	€10
Ταινία LED	€9
Πολύμετρο	€8
Ράστερ	€8
Θερμόκολλα με πιστόλι	€7
Μακετόχαρτο	€7
Ρελέ	€4
Βραχυκυκλωτήρες	€4
Ταινία διπλής όψεως (Double face)	€3
Σερβοκινητήρας	€2.5
Buzzer	€2
Αισθητήρας κίνησης	€2
Αισθητήρας θερμοκρασίας/υγρασίας	€2
Αισθητήρας LDR (φωτοαντίσταση)	€1.8
Αισθητήρας πλημμύρας	€1.5
Αισθητήρας φωτιάς	€1.5
Σύνολο	€115

Πίνακας 0.2: Κόστος υλικών κατασκευής.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Με την υλοποίηση της παρούσας κατασκευής και γενικότερα ολόκληρης της διπλωματικής εργασίας, μπορούμε να εξάγουμε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά τη χρησιμότητα και τη λειτουργικότητα των έξυπνων σπιτιών και πιο συγκεκριμένα της τηλεδιαχείρισης διάφορων ηλεκτρικών φορτίων που δύναται να βρίσκονται σε ένα σπίτι.

Αρχικά, θα πρέπει να λεχθεί ότι τα έξυπνα σπίτια βρίσκονται σε εξαιρετικά πρώιμη μορφή στις μέρες μας παρόλο που είναι αρκετά διαδεδομένα στο ευρύ κοινό. Παρόλα αυτά, μέσα στην επόμενη δεκαετία εκτιμάται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των σπιτιών θα είναι πλήρως εξοπλισμένα με έξυπνες συσκευές. Τα οφέληματα από την κατασκευή ενός έξυπνου σπιτιού είναι πάρα πολλά και καλύπτουν ακόμη και τους πιο απαιτητικούς χρήστες. Παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες της τηλεδιαχείρισης, ούτως ώστε οπουδήποτε και αν βρίσκονται να μπορούν να ελέγχουν και να ενημερώνονται για την κατάσταση που επικρατεί τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του σπιτιού. Επίσης, προσφέρουν μεγάλη άνεση, οικονομία και ασφάλεια, πλεονεκτήματα τα οποία δεν μπορεί να προσφέρει σε αυτό τον βαθμό ένα απλό συμβατικό σπίτι.

Από την άλλη πλευρά, το κόστος υλοποίησης ενός έξυπνου σπιτιού δεν είναι εντελώς αποτρεπτικό αλλά ούτε και προσιτό για όλους τους πολίτες. Τα τελευταία χρόνια πολλές εταιρείες ξεκίνησαν να παράγουν μεμονωμένες έξυπνες συσκευές που μπορεί οποιοσδήποτε να τις έχει στο σπίτι του και να τις χειρίζεται από απόσταση. Ωστόσο, υπάρχουν προβλήματα συμβατότητας όταν οι συνδεδεμένες συσκευές που βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο προέρχονται από διαφορετικές εταιρείες κατασκευαστών με αποτέλεσμα να μην μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους αλλά ούτε και με τον χρήστη, πράγμα που σημαίνει ότι δεν εξυπηρετούν τον σκοπό τους.

Συμπερασματικά, η τεχνολογία των έξυπνων σπιτιών και των αυτοματισμών υπερτερεί σημαντικά σε πλεονεκτήματα έναντι μερικών μειονεκτημάτων που πιθανόν να παρουσιαστούν τόσο για τους χρήστες αλλά πολύ περισσότερο για το περιβάλλον.

Κεφάλαιο 8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] I. Lee and K. Lee, "The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises," *Bus. Horiz.*, vol. 58, no. 4, pp. 431–440, 2015, doi: 10.1016/j.bushor.2015.03.008.
- [2] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," *J. Comput. Commun.*, vol. 03, no. 05, pp. 164–173, 2015, doi: 10.4236/jcc.2015.35021.
- [3] I. Gorton, A. Liu, and P. Brebner, "Rigorous evaluation of COTS middleware technology," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 36, no. 3, pp. 50-55+4, 2003, doi: 10.1109/MC.2003.1185217.
- [4] C. Stergiou, K. E. Psannis, B. G. Kim, and B. Gupta, "Secure integration of IoT and Cloud Computing," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 78, pp. 964–975, 2018, doi: 10.1016/j.future.2016.11.031.
- [5] "ardubotics." <https://ardubotics.eu/en/sensors/181-ir-infrared-flame-detection-sensor-module-detect-fire-flame-sensor-for-arduino.html>.
- [6] R. Tomasic, "An introduction," *Co. Law East Asia*, pp. 1–9, 2018, doi: 10.4324/9780429459719-1.
- [7] B. Nath, F. Reynolds, and R. Want, "Guest Editors' Introduction: RFID Technology and Applications," *IEEE Pervasive ...*, 2006, [Online]. Available: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/10.1109/MPRV.2006.13>.
- [8] H. Geng, "Internet of things and data analytics handbook," *Internet Things Data Anal. Handb.*, pp. 1–776, 2017, doi: 10.1002/9781119173601.
- [9] W. Emmerich, M. Aoyama, and J. Sventek, "The impact of research on middleware technology," *ACM SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 32, no. 1, pp. 21–46, 2007, doi: 10.1145/1226816.1226829.
- [10] A. H. Ngu, M. Gutierrez, V. Metsis, S. Nepal, and Q. Z. Sheng, "IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling Technologies," *IEEE Internet Things J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–20, 2017, doi: 10.1109/JIOT.2016.2615180.
- [11] X. Zeng, S. K. Garg, P. Strazdins, P. P. Jayaraman, D. Georgakopoulos, and R. Ranjan, "IOTSim: A simulator for analysing IoT applications," *J. Syst. Archit.*, vol. 72, pp. 93–107, 2017, doi: 10.1016/j.sysarc.2016.06.008.
- [12] S. Chen, H. Xu, D. Liu, B. Hu, and H. Wang, "A vision of IoT: Applications, challenges, and opportunities with China Perspective," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 4, pp. 349–359, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2337336.
- [13] R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, and S. Khan, "Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges," *Proc. - 10th Int. Conf. Front. Inf. Technol. FIT 2012*, pp. 257–260, 2012, doi: 10.1109/FIT.2012.53.
- [14] G. G. E. Lewis, "Home automation," *IEE Rev.*, vol. 35, no. 1, p. 24, 1989, doi: 10.1049/ir:19890009.

- [15] D. Singh, G. Tripathi, and A. J. Jara, "A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services," *2014 IEEE World Forum Internet Things, WF-IoT 2014*, pp. 287–292, 2014, doi: 10.1109/WF-IoT.2014.6803174.
- [16] "hiotron.com." <https://www.hiotron.com/iot-architecture-layers/>.
- [17] J. K. Choi, J. S. Park, J. H. Lee, and K. S. Ryu, "Review on QoS issues in IEEE 802.11 W-LAN," *8th Int. Conf. Adv. Commun. Technol. ICACT 2006 - Proc.*, vol. 3, pp. 2109–2113, 2006, doi: 10.1109/icact.2006.206415.
- [18] G. R. Hiertz, D. Denteneer, L. Stibor, Y. Zang, X. P. Costa, and B. Walke, "The IEEE 802.11 universe," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 48, no. 1, pp. 62–70, 2010, doi: 10.1109/MCOM.2010.5394032.
- [19] E. Perahia, "IEEE 802.11n development: History, process, and technology," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 46, no. 7, pp. 48–55, 2008, doi: 10.1109/MCOM.2008.4557042.
- [20] "electricalfundablog." <https://electricalfundablog.com/zigbee-architecture-zigbee-stack-layers/>.
- [21] "efxkits." <https://www.efxkits.co.uk/role-of-2-4-ghz-wireless-communication-transceivers-in-communication/physical-layer-of-zigbee-protocol/>.
- [22] "sciencedirect." <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/zigbee-protocol>.
- [23] W. Arbaugh, "An Empirical Analysis of the IEEE 802 . 11 MAC Layer Handoff Process," vol. 33, no. 2, pp. 93–102.
- [24] Y. C. Tay and K. C. Chua, "A capacity analysis for the IEEE 802.11 MAC protocol," *Wirel. Networks*, vol. 7, no. 2, pp. 159–171, 2001, doi: 10.1023/A:1016637622896.
- [25] "circuitdigest." <https://circuitdigest.com/article/zigbee-introduction-architecture-at-commands>.
- [26] "researchgate." https://www.researchgate.net/figure/ZigBee-Star-Topology-5_fig1_334762096.
- [27] "802.11-Tutorial1.Pdf." .
- [28] G. R. Hiertz, S. Max, Z. Rui, D. Denteneer, and L. Berlemann, "Principles of IEEE 802.11s," *Proc. - Int. Conf. Comput. Commun. Networks, ICCCN*, pp. 1002–1007, 2007, doi: 10.1109/ICCCN.2007.4317949.
- [29] "researchgate." https://www.researchgate.net/figure/ZigBee-Mesh-Topology-5_fig3_334762096.
- [30] Y. Bejerano and R. S. Bhatia, "MiFi: A framework for fairness and QoS assurance in current IEEE 802.11 networks with multiple access points," *Proc. - IEEE INFOCOM*, vol. 2, no. 4, pp. 1229–1240, 2004, doi: 10.1109/INFOCOM.2004.1357009.
- [31] S. Saha, K. Chaudhuri, D. Sanghi, and P. Bhagwat, "Location determination of a mobile device using IEEE 802.11b access point signals," *IEEE Wirel. Commun. Netw. Conf. WCNC*, vol. 3, pp. 1987–1992, 2003, doi: 10.1109/WCNC.2003.1200692.
- [32] J. Govil and B. Kumar, "Wireless LAN and IEEE standards," *IETE Tech. Rev. (Institution Electron.*

- Telecommun. Eng. India*), vol. 23, no. 1, pp. 47–60, 2006, doi: 10.1080/02564602.2006.11657930.
- [33] D. Maraj and A. Maraj, “Performance Analysis of WLAN 802.11g/n Standards using OPNET (Riverbed) Application,” no. September, pp. 28–30, 2015.
- [34] T. E. Faculty, “Extending CAN Segments with IEEE 802.11 WLAN Cuneyt Bayilmis, Ismail Erturk and Celal Ceken,” 2005.
- [35] D. Qiao and S. Choi, “New 802.11h mechanisms can reduce power consumption,” *IT Prof.*, vol. 8, no. 2, pp. 43–48, 2006, doi: 10.1109/MITP.2006.43.
- [36] T. Korakis, O. Ercetin, S. Krishnamurthy, L. Tassiulas, and S. Tripathi, “Link quality based association mechanism in IEEE 802.11h compliant wireless LANs,” *Power*, vol. 87, p. 5.
- [37] F. Tramarin, S. Vitturi, M. Luvisotto, and A. Zanella, “On the Use of IEEE 802.11n for Industrial Communications,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 12, no. 5, pp. 1877–1886, 2016, doi: 10.1109/TII.2015.2504872.
- [38] O. Bejarano and E. W. Knightly, “IEEE 802.11ac: From channelization to multi-user MIMO,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 51, no. 10, pp. 84–90, 2013, doi: 10.1109/MCOM.2013.6619570.
- [39] E. H. Ong and J. Knecht, “IEEE 802.11ac: Enhancements for Very High Throughput WLANs,” pp. 849–853, 2015.
- [40] E. Perahia and M. X. Gong, “Gigabit wireless LANs,” *ACM SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, vol. 15, no. 3, pp. 23–33, 2011, doi: 10.1145/2073290.2073294.
- [41] “researchgate.” https://www.researchgate.net/figure/ZigBee-Tree-Topology-5_fig2_334762096.
- [42] M. Veeraraghavan, N. Cocker, and T. Moors, “Support of voice services in IEEE 802.11 wireless LANs,” *Proc. - IEEE INFOCOM*, vol. 1, pp. 488–497, 2001, doi: 10.1109/INFCOM.2001.916750.
- [43] H. Zhu, M. Li, I. Chlamtac, and B. Prabhakaran, “A survey of quality of service in IEEE 802.11 networks,” *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 11, no. 4, pp. 6–14, 2004, doi: 10.1109/MWC.2004.1325887.
- [44] S. S. Chowdhury, S. Sarkar, S. Syamal, S. Sengupta, and P. Nag, “IoT Based Smart Security and Home Automation System,” *2019 IEEE 10th Annu. Ubiquitous Comput. Electron. Mob. Commun. Conf. UEMCON 2019*, vol. 7, no. 04, pp. 1158–1161, 2019, doi: 10.1109/UEMCON47517.2019.8992994.
- [45] A. Pandey, A. Azhar, A. Gautam, and M. Tiwari, “IOT Based Home Automation Using Arduino and ESP8266,” *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 267–270, 2018, doi: 10.26438/ijcse/v6i4.267270.
- [46] W. A. Jabbar, M. H. Alsibai, N. S. S. Amran, and S. K. Mahayadin, “Automation System for Smart Home,” *2018 Int. Symp. Networks, Comput. Commun.*, pp. 1–6, 2018.
- [47] “techblog.” <https://techblog.gr/homecinema/smart-home-worldwide-gfk-4342/>.
- [48] P. Kumar and U. C. Pati, “IOT based monitoring and control of appliances for smart home,” *2016 IEEE Int. Conf. Recent Trends Electron. Inf. Commun. Technol. RTEICT 2016 - Proc.*, vol. 769008, pp. 1145–1150, 2017, doi: 10.1109/RTEICT.2016.7808011.

- [49] J. E. Araujo, J. M. Hallen, and L. Vázquez, "Strain aging of an AISI 1070 steel," *Wire J. Int.*, vol. 35, no. 1, pp. 86–90, 2002.
- [50] "techbriefs." <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/supplements/lt/features/applications/16500>.
- [51] "zebrablinds." <https://www.zebrablinds.ca/blog/smart-home-window-coverings-for-your-room/>.
- [52] "techhive." <https://www.techhive.com/article/3297746/home-security-systems-vs-smart-home-systems-how-to-choose.html>.
- [53] "komando." <https://www.komando.com/privacy/keep-hackers-out-of-your-security-cameras/704338/>.
- [54] H. Lin and N. W. Bergmann, "IoT privacy and security challenges for smart home environments," *Inf.*, vol. 7, no. 3, 2016, doi: 10.3390/info7030044.
- [55] M. Chan, E. Campo, D. Estève, and J. Y. Fourniols, "Smart homes - Current features and future perspectives," *Maturitas*, vol. 64, no. 2, pp. 90–97, 2009, doi: 10.1016/j.maturitas.2009.07.014.
- [56] J. C. Martínez-Santos, O. Acevedo-Patino, and S. H. Contreras-Ortiz, "Influence of Arduino on the Development of Advanced Microcontrollers Courses," *Rev. Iberoam. Tecnol. del Aprendiz.*, vol. 12, no. 4, pp. 208–217, 2017, doi: 10.1109/RITA.2017.2776444.
- [57] T. Third, T. Edition, and E. Edition, "Arduino Arduino Arduino Microcontroller Microcontroller Microcontroller Processing Processing Processing for for for Everyone ! Everyone ! Everyone !," p. 493, 2013.
- [58] "arduino." <https://store.arduino.cc/>.
- [59] A. Garrigos, D. Marroqui, J. M. Blanes, R. Gutierrez, I. Blanquer, and M. Canto, "Designing Arduino electronic shields: Experiences from secondary and university courses," *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, no. April, pp. 934–937, 2017, doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942960.
- [60] J. Purdum, *for Arduino , Second Edition* . .
- [61] R. Wang, G. Selimis, R. Maes, and S. Goossens, "Long-term continuous assessment of SRAM PUF and source of random numbers," *arXiv*, pp. 7–12, 2020.
- [62] M. Fezari and A. Al Dahoud, "Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Introduction to Arduino IDE," no. October, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328615543>.
- [63] "ardumotive." <https://www.ardumotive.com/arduino-ide-gr.html>.
- [64] N. Zlatanov, "Arduino and Open Source Computer Hardware and Software," *J. Water, Sanit. Hyg. Dev.*, vol. 10, no. 11, pp. 1–8, 2016, doi: 10.13140/RG.2.1.1071.7849.
- [65] G. Demiris *et al.*, "Smart home sensors for the elderly: a model for participatory formative evaluation," *Human-Computer Interact.*, vol. 6, p. 7, 2006.
- [66] "Εισαγωγή Κατηγοριοποίηση αισθητήρων Χαρακτηριστικά αισθητήρων Κυκλώματα

διασύνδεσης αισθητήρων,” 2013.

- [67] “lanner-america.” <https://www.lanner-america.com/knowledgebase/iot/>.
- [68] A. Adriansyah and A. W. Dani, “Design of small smart home system based on arduino,” *Proc. - 2014 Electr. Power, Electron. Commun. Control Informatics Semin. EECCIS 2014. conjunction with 1st Jt. Conf. UB-UTHM*, pp. 121–125, 2014, doi: 10.1109/EECCIS.2014.7003731.
- [69] L. Zheng, “Zheng-Li.Jp.Yamatake.Com),” pp. 1067–1070, 2006.
- [70] C. M. Ramya, M. Shanmugaraj, and R. Prabakaran, “Study on ZigBee technology,” *ICECT 2011 - 2011 3rd Int. Conf. Electron. Comput. Technol.*, vol. 6, pp. 297–301, 2011, doi: 10.1109/ICECTECH.2011.5942102.
- [71] Y. Q. Chen, “Introduction,” *Cancer Metastasis Rev.*, vol. 32, no. 1–2, pp. 3–4, 2013, doi: 10.1007/s10555-012-9411-7.
- [72] C. Y. Wang and H. Y. Wei, “IEEE 802.11n MAC enhancement and performance evaluation,” *Mob. Networks Appl.*, vol. 14, no. 6, pp. 760–771, 2009, doi: 10.1007/s11036-008-0129-2.
- [73] B. P. Crow, I. Widjaja, J. G. Kim, and P. T. Sakai, “IEEE 802.11 wireless local area networks,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 35, no. 9, pp. 116–126, 1997, doi: 10.1109/35.620533.
- [74] G. Gu and G. Peng, “The survey of GSM wireless communication system,” *Proc. ICCIA 2010 - 2010 Int. Conf. Comput. Inf. Appl.*, pp. 121–124, 2010, doi: 10.1109/ICCIA.2010.6141552.
- [75] M. Nixon, “PRELIMINARY A by,” pp. 1–36.
- [76] S. Raza, A. Slabbert, T. Voigt, and K. Landernäs, “Security considerations for the wirelessHART protocol,” *ETFA 2009 - 2009 IEEE Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom.*, 2009, doi: 10.1109/ETFA.2009.5347043.
- [77] F. P. Rezha and S. Y. Shin, “Performance evaluation of ISA100.11a industrial wireless network,” *IET Conf. Publ.*, vol. 2013, no. 618 CP, pp. 587–592, 2013, doi: 10.1049/cp.2013.0105.
- [78] M. Weyn, G. Ergeerts, R. Berkvens, B. Wojciechowski, and Y. Tabakov, “DASH7 alliance protocol 1.0: Low-power, mid-range sensor and actuator communication,” *2015 IEEE Conf. Stand. Commun. Networking, CSCN 2015*, pp. 54–59, 2016, doi: 10.1109/CSCN.2015.7390420.
- [79] C. Withanage, R. Ashok, C. Yuen, and K. Otto, “A comparison of the popular home automation technologies,” *2014 IEEE Innov. Smart Grid Technol. - Asia, ISGT ASIA 2014*, pp. 600–605, 2014, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2014.6873860.
- [80] M. B. Yassein, W. Mardini, and A. Khalil, “Smart homes automation using Z-wave protocol,” *Proc. - 2016 Int. Conf. Eng. MIS, ICEMIS 2016*, 2016, doi: 10.1109/ICEMIS.2016.7745306.
- [81] “Εισαγωγή στο Arduino.”
- [82] L. Louis, “Working Principle of Arduino and Using it as a Tool for Study and Research,” *Int. J. Control. Autom. Commun. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–29, 2016, doi: 10.5121/ijcacs.2016.1203.
- [83] M. Kusriyanto and B. D. Putra, “Smart Home Using Local Area Network (Lan) Based Arduino Mega 2560,” *Proc. - ICWT 2016 2nd Int. Conf. Wirel. Telemat. 2016*, pp. 127–131, 2017, doi: 10.1109/ICWT.2016.7870866.

- [84] "researchgate." https://www.researchgate.net/figure/Arduino-MEGA-2560-7_fig1_329686583.
- [85] "senith." <http://www.senith.lk/shop/item/56/rain-drop-sensor-module>.
- [86] A. Noren, "ioarvanit." <https://ioarvanit.gr/archives/3058/pir-motion-sensor-module-hc-sr501-w-adjustable-delay-time-output-si-fun4u-1703-30-liyanazainurin9610>.
- [87] "tonomech." <https://tonomech.com/product/photosensitive-resistor-ldr-light-sensor-module-with-digital-analog-output/>.
- [88] "electrobot." <https://electrobot.gr/DHT11-temperature-humidity-sensor-module>.
- [89] "ioarvanit." <https://ioarvanit.gr/archives/3058/pir-motion-sensor-module-hc-sr501-w-adjustable-delay-time-output-si-fun4u-1703-30-liyanazainurin9610>.